

# RF HABERLEŞME İLE UZAK MESAFEDEN SU DEPOSU OTOMASYON SİSTEMİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Ahmet Teke-Çukurova Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü  
Adil Özbarut-Kadir Has Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü  
Mehmet Tümay-Çukurova Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

## 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 iletişimi 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 sinyalden etkilenmemesi sağlanır. Şifreleme işlemi, özel kodlayıcı-kod çözücü entegreler ile yapılabileceği gibi, mikro denetleyici kullanılarak yazılım içerisinde de yapılabilir.<sup>1</sup> 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. [pdf01]<sup>1</sup>'de, gerçekleştirilen su deposu otomasyonunda kullanılan mikro denetleyicilerin çalışmasını sağlayan kodlar ve elektronik devre tasarımı hakkında detaylı bilgi bulunmamaktadır.

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 dört ana bölümden oluşmaktadır:

1. Depodan 3 ayrı seviyenin alındığı ve seviye bilgilerinin işlendiği mikro denetleyici birimi ile mikro denetleyiciden alınan bilgilerin gönderileceği verici kısmı,
2. Vericiden gelen analog sinyallerin alındığı alıcı bölümü ve alıcıdan alınan sinyallerin işlendiği mikro denetleyici birimi,
3. Su pompası motorlarına yol veren sürücü devresi,
4. 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.

Bu giriş bölümünden sonra, verici bölümü ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Bölüm 3'de alıcı devresi sisteminin tasarımı verilmiştir. Bölüm 4'te PC

<sup>1</sup> [http://www.biltek.tubitak.gov.tr/merak\\_ettikleriniz/index.php?kategori\\_id=20&SORU\\_ID=4749](http://www.biltek.tubitak.gov.tr/merak_ettikleriniz/index.php?kategori_id=20&SORU_ID=4749)

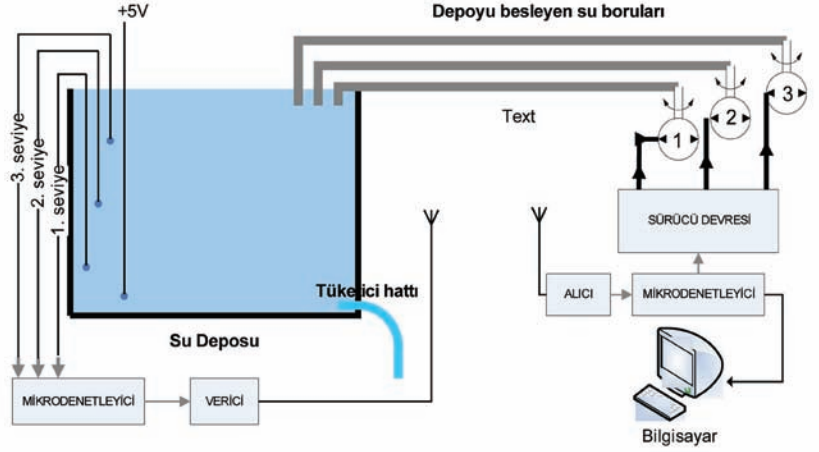
izleme sistemi için gerekli olan kodlar sunulmuştur. Bölüm 5'te sistem simule edilmiş ve Bölüm 6'da çeşitli su seviyeleri için deneysel çalışma sonuçları sunulmuştur. Son olarak sonuç bölümünde çalışmanın önemi ve bulguları verilmiştir.

## Verici Bölümü Tasarımı

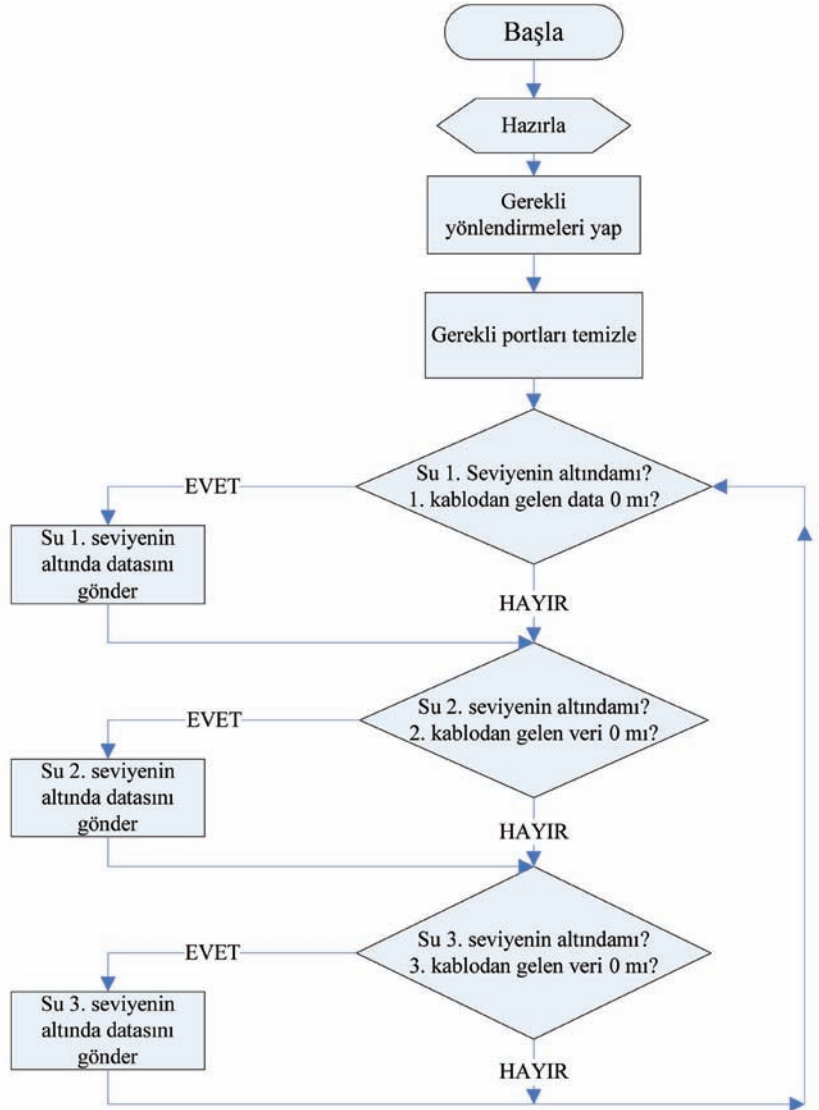
Verici bölümü giriş bilgilerinin algılandığı ve işlendiği mikro denetleyici birimi ile bilgilerin şifreli bir şekilde gönderildiği RF modülatör biriminden oluşmaktadır.

## Mikro Denetleyici Birimi

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



Şekil 1. Su deposu otomasyon sisteminin blok diyagramı



Şekil 2. Seviye bilgilerine göre akış diyagramı

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

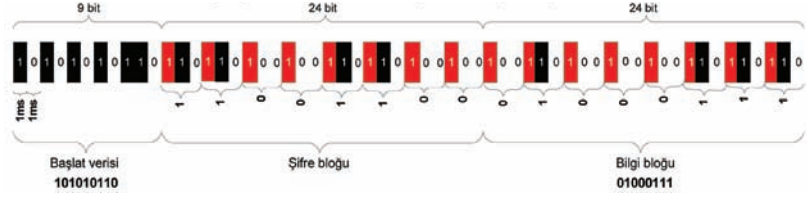
Su seviye bilgileri sırasıyla mikro denetleyici tarafından okunarak, seviyeye uygun olarak gönderilecek veriler hazırlanır. Bu veriler Şekil 3'de görüldüğü gibi 3 ayrı bloktan oluşur. Bunlar; başlat bloğu (preamble), şifre bloğu ve bilgi bloğudur.

Şekil 3'de görüldüğü gibi ilk olarak başlat verisi gönderilmektedir. Başlat verisi 9 bitliktir ve 101010110 şeklinde gönderilmektedir. 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. Bilgi bloğu ise şifre bloğu gibi her 3 biti 1 ile başlayıp 0 ile sonlanan ve ortadaki biti gönderilen veriyi belirten 24 bitten oluşur.

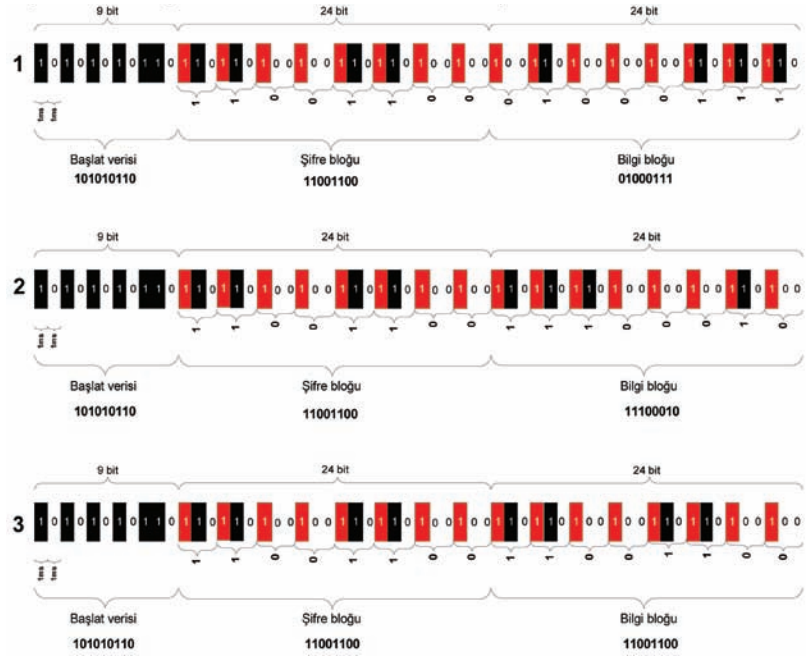
Başlat bloğunun kullanılmasıyla RF alıcı biriminde bulunan AGC (Otomatik Kazanç Kontrolü) ünitesi ile alıcı, kazanç ayarlaması yaparak kendini kararlı hale getirmeye çalışır. RF alıcı modülleri içerdikleri AGC ünitesi ile RF verici biriminin kendilerine olan uzaklığına göre kazançlarını otomatik olarak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

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.



Şekil 3. Seri olarak gönderilen veri blokları örneği



Şekil 4. Su seviyelerine göre gönderilen veriler

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 Modülatör Birimi

Mikro denetleyiciden çıkan bu bilgiler verici tarafından işlenerek alıcı dev-

resine 433 MHz'de analog sinyaller olarak gönderilir. Bu gönderim için verici devresinin izlediği algoritma Şekil 5'te verilmiştir.

### Alıcı Bölümünün Tasarımı

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

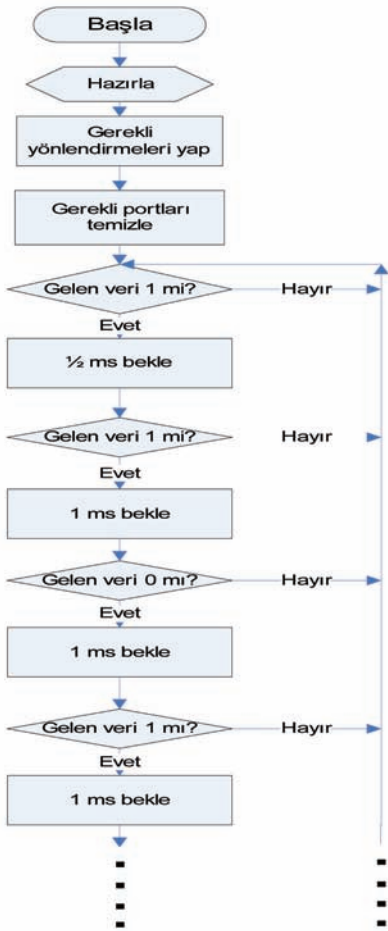
### Alıcı Birimi

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 bi-



Şekil 5. Mikro denetleyici kontrol işlemi akış diyagramı

riminde bulunan mikro denetleyicinin izlediği kontrol algoritması Şekil-5'te görülmektedir.

Şekil 5'te öncelikle başlat bloğunun ilk gönderilecek biti olan 1 değerinin alınıp alınmadığı kontrol edilir. Bu durum doğru ise 500 ns beklenilerek, 1 ms 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.

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 deki bilgi bloğu bitlerinden yararlanılarak verinin doğruluğuna karar verilir. Son olarak ilgili çıkışlar enerjilendirilir.

## PC ile İzleme Sisteminin Yazılması

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.

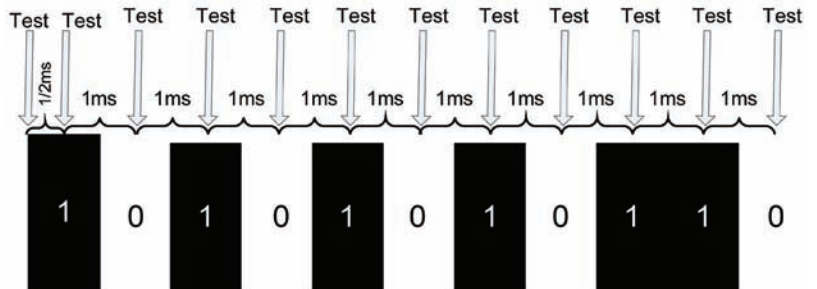
Sinyalin alındığı durumlarda, hangi motorların çalıştığı ve hangi borudan su akışı olduğu renklerden de görülebilir. Sistemin çalışması sırasında görülebilecek 4 farklı durum söz konusudur. Bunlar;

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.

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 durumunda ki değişim gösterilmektedir.

Sinyalin alınmadığı durumlarda su deposunun içinde "Su Seviyesi Bilinmiyor" yazısı ve kırmızı olarak görülen alıcı devresi ile irtibatın sağ-



Şekil 6. Bitlerin test edilmesi

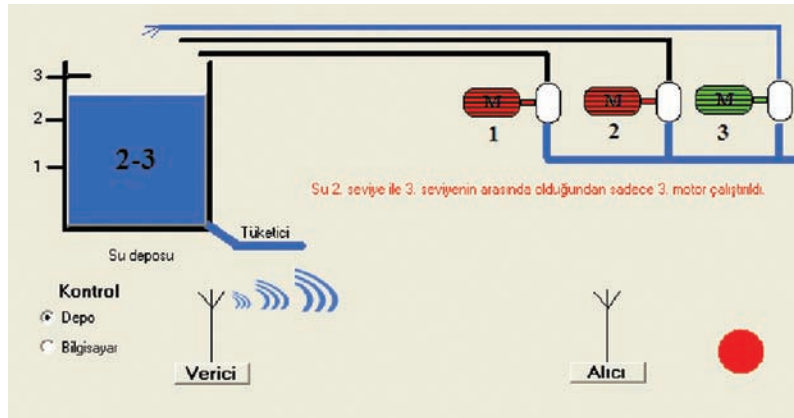
lanamadığına dair uyarı yazısı belirir. Uyarı yazısında, “Pompa motorları görevli tarafından internet veya telefon üzerinden gönderilen uyarı mesajları değerlendirilerek bilgisayardan kontrol edilebilir. Motorları simgelerin üzerine tıklayarak çalıştırabilir veya durdurabilirsiniz” denilmektedir. Bu 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

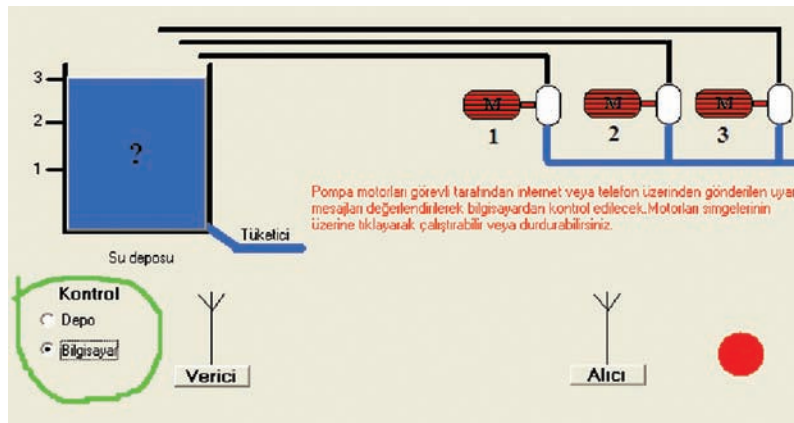
sembölü şeklindeki sarı buton belirip kaybolmaya başlayacaktır. Eğer acil durum sona erdiğinde sistemin normal seyrine döndürülmesi isteniyorsa, kırmızı butona tıklanması yeterlidir.



Şekil 9. Acil durum butonuna tıklandı uyarısı



Şekil 7. Bilgisayara sinyalin geldiği durumda bilgisayar izleme ekranının durumu



Şekil 8. Kontrol seçeneklerinin kullanımı

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

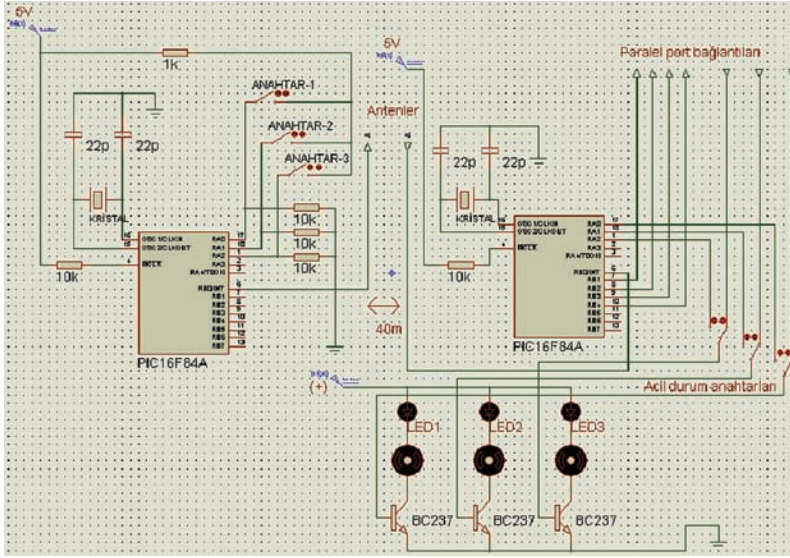
### Simülasyon çalışması

Sistemin deneysel olarak gerçekleştirilmeden önce simülasyon programında çeşitli durumlar için test edilmesi tasarlanan sistemin doğruluğunu ve kararlılığını arttıracaktır. Şekil-10’de 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.

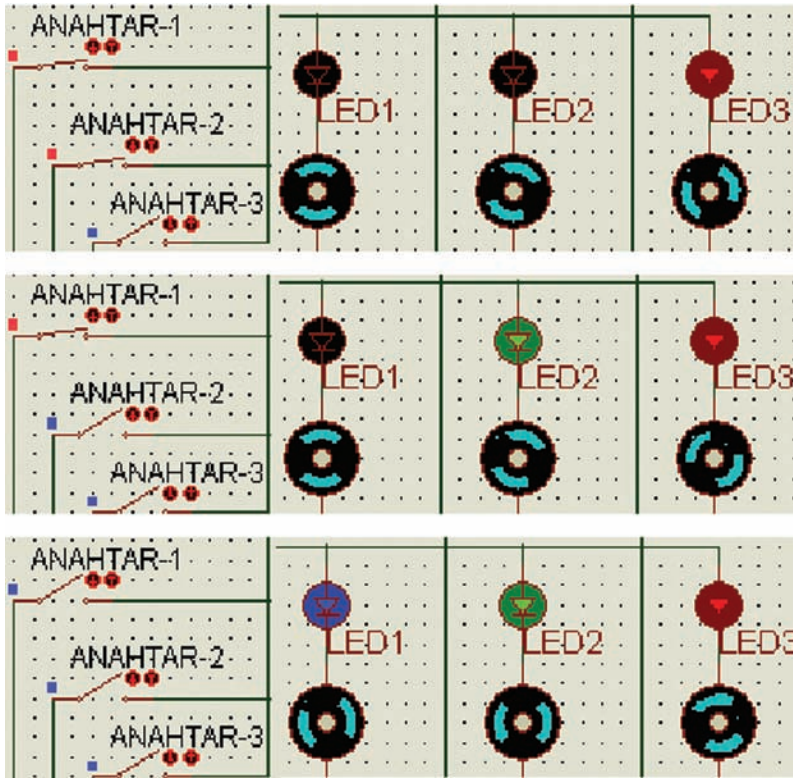
Normalde kapalı olan üçüncü anahtar açıldığında, mikro denetleyiciye giden gerilim kesildiğinden, mikro denetleyici su seviyesinin düştüğünü ve üçüncü pompa motorunun çalıştırılacağı bilgisini anten aracılığıyla alıcı birimindeki mikro denetleyiciye iletecek ve 3. motoru çalıştır bilgisini gönderecektir.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

Tasarlanan sistem çeşitli seviye bilgileri için test edilmiştir ve gerekli motorların çalıştığı ledlerle gözlemlenmiştir. Aşağıda anahtarların konumlarına göre ledlerin durumları görülmektedir (Şekil-11).

Acil durum anahtarları (Şekil-11) paralel port ile sürücü devresinin bağlantısını açarak kontrolün bilgisayardan yapılmasına olanak sağlar.



Şekil 10. Proteus'ta hazırlanan sistemin simülasyonu



Şekil 11. Anahtarların konumuna göre ledlerin durumları

### DeneySEL Kurulum

DeneySEL kurulum bölümü su tankının ve sürücü devresinin tasarım kısımlarını içermektedir.

### Su Tankının Tasarımı

Sistem çalışmaya başladığında mikro denetleyici sürekli olarak depo içerisinde su seviye bilgisini alacaktır.

Seviye bilgilerini test etmek için dış tarafı yalıtılmış ucunda paslanmaz bir iletken bulunan 3 ayrı test kablosu kullanılmıştır. İletkenler birbirlerinden eşit mesafelerde yerleştirilerek su deposuna monte edilmiştir. Bunların haricinde 5 V ile beslenen bir kablo, su deposunun tabanına yerleştirilir. Örneğin, su seviyesi birinci test noktası ile ikinci test noktasının arasında olduğu zaman suya verilen 5 V, 2. ve 3. seviyedeki test noktalarına iletemeyecek sadece 1. seviyedeki test noktasına temas edecektir. Böylelikle mikro denetleyici, yalnızca 1. test noktasından +5 V değerlerinden 0 V geldiğinden 2. ve 3. motor için çalıştır sinyali gönderilir. Bu durumun daha iyi anlaşılması için Şekil-2'deki akış diyagramı incelenebilir.

Test kablolarının çok uzun olmaması mikro denetleyicinin sinyal algılama akımının altına düşmemesi açısından önemlidir. Ayrıca kablonun oksitlenip çürümesi engellemek için kablonun etrafında yalıtkan bir kılıf bulunmalıdır. Bu durum uzun süre kullanılması planlanan bir sistemin dayanıklılığı açısından önemlidir. Bu doğrultuda kablonun iletken kısmında (su seviyesini test edecek olan iletken kısımda) titanyum veya çelik gibi paslanmaz metallerin kullanılması gerekir.

### Mikro Denetleyici Dizaynı

5 V'luk gerilim değeri suya aktarılrken su azaldıktan ve su seviye iletkenlerinden herhangi birinin altına düşükten sonra işlemcinin portlarının kaynağa bağlı bulunması gerekmektedir (Şekil-12). Bu durumda herhangi bir kısa devre söz konusu olmaması için girişlerin 10 kohm'luk direnç ile toprağa bağlanması gerekir. Böylece her 3 test kablosu mikro denetleyicinin 3 ayrı portuna bağlanırken, her bağlantı noktası da birer direnç yardımıyla toprağa bağlanmıştır.

Zamanlama işlemi için 4 Mhz'lik kristal harici olarak mikro denetleyicinin OSC1 ve OSC2 uçlarına eklenmiştir. Kristal mikro denetleyiciye bağlanırken aynı uçlar 22pF'lık kapasitörler ile toprağa bağlanmıştır (Şekil-13).

Seçilen 4 MHz'lik kristal ile dâhili komut çevrim zamanı TMR0 oranının  $\frac{1}{4}$  olmasından dolayı  $4\text{MHz} \times \frac{1}{4} = 1\text{MHz}$  olarak elde edilir.  $T = 1/F$  olduğu bilindiğine göre  $1/1\text{MHz} = 1\mu\text{s}$  olacaktır. Mikro denetleyici komut işlemlerini 1000 defa tekrar ederek, Bölüm 3.2'de gerekliliği belirtilen 1ms'lik gecikme süresini elde edilir.

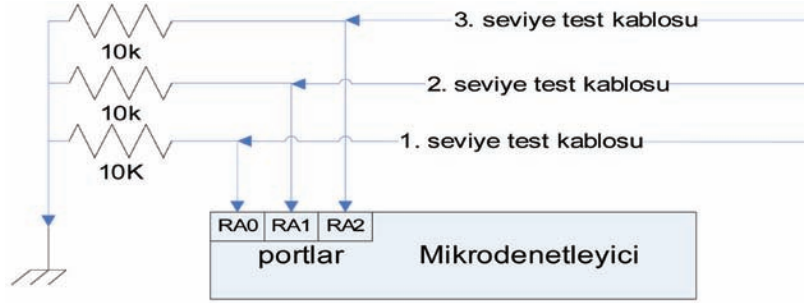
Mikro denetleyicinin çalışması için gerekli besleme değeri +5V'dur. 16F84A'nın  $V_{dd}$  ucuna +5V DC;  $V_{ss}$  ucuna da 0 (GND) bağlanarak gerekli besleme işlemleri tamamlanır. Mikro denetleyici hassas bir devre elemanı olduğu için meydana gelebilecek gerilim dalgalanmalarını önlemek için 100 nF'lık kapasitör, 16F84A'nın  $V_{dd}$  ile  $V_{ss}$  uçları arasında bağlanır (Şekil-14).

Mikro denetleyicinin önemli birimlerinden biri olan reset girişinin 10 kohm'luk direnç ile +5 V'a bağlanması gerekmektedir. Bunun nedeni reset girişinin terslenmiş olmasındandır. Dolayısıyla reset işlemi için şaseye bir butonun bağlanması butonun diğer ucunun da reset girişine bağlanması gerekmektedir (Şekil-15).

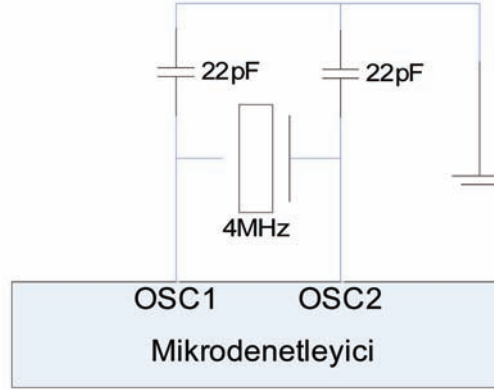
Mikro denetleyici verici biriminin en önemli parçalardan biri olan kod kısmıdır. Kodlar gerekli çalışma durumları göz önüne alınarak yazılıp, Mplab programında derlenmiştir. Alt düzey bir dil olan assembler, karmaşık programlar için çok tercih edilen bir dil olmamasına rağmen; mikro denetleyicinin hem hızlı çalışmasını sağlar hem de sınırlı olan program hafızasında, üst düzey dillere nazaran daha az yer tutar.

Mikro denetleyiciden alınan sinyallerin analog sinyallere dönüştürüldüğü birim olan RF modülatörün,  $V_{cc}$ , GND ve Data olmak üzere 3 girişi ve ayrıca bir adet anten çıkışı vardır (Şekil-16). RF verici 5V ile 12V arasında çalışabilmektedir. RF modülatörün besleme gerilimi 12V'a ne kadar yaklaşırsa verimliliği de o kadar artar. Bu çalışmada, RF modülatör gerilimi mikro denetleyicinin de besleme gerilimi olan 5V olarak alınmıştır.

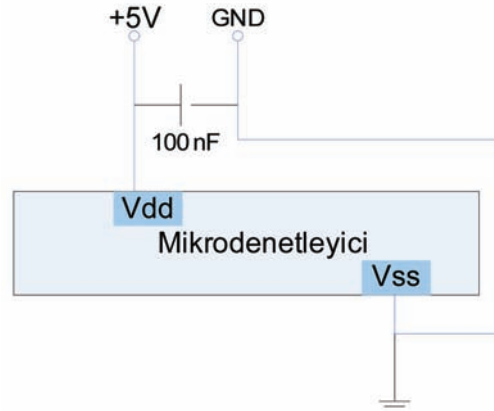
Verici biriminin son elemanı olan RF modülatörün bağlantıları yapıldıktan



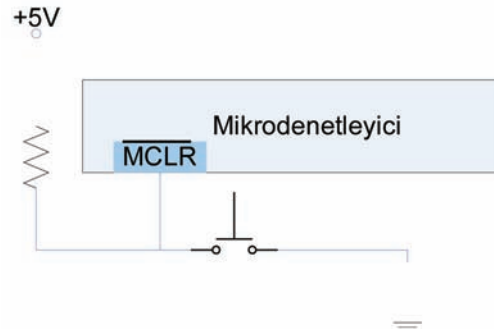
Şekil 12. Test kabloları-mikrodenetleyici bağlantı şeması



Şekil 13. Kristal bağlantısının yapılması



Şekil 14. Besleme bağlantılarının yapılması



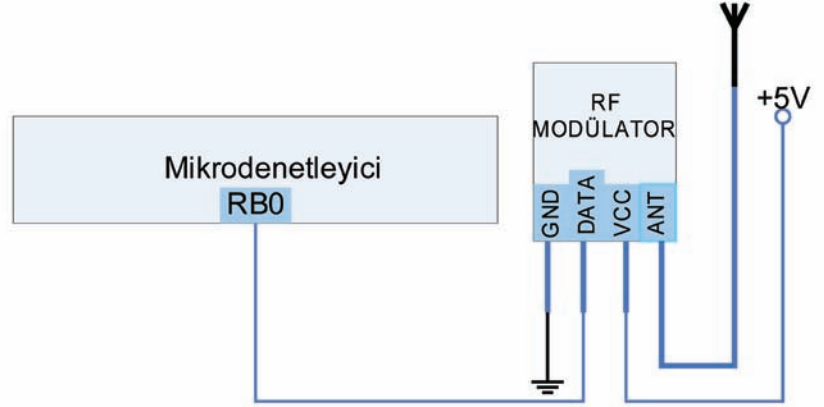
Şekil 15. Reset bağlantılarının yapılması

sonra alıcı biriminin ilk elemanı olan RF demodülatör bağlantıları (Şekil-17) deki gibi yapılmıştır. RF demodülatörde toplam 4 giriş-çıkış birimi ve 8 pin bulunmaktadır. Vcc girişi ve data girişi için 2, GND girişi için 3, anten çıkışı için 1 adet pin bulunmaktadır. Pin sayısının giriş-çıkış birimi sayısından fazla olması baskı devre tasarımı sırasında kullanıcıya kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca RF demodülatörün data çıkışı doğrudan mikro denetleyicinin RB0 girişine bağlanmaktadır.

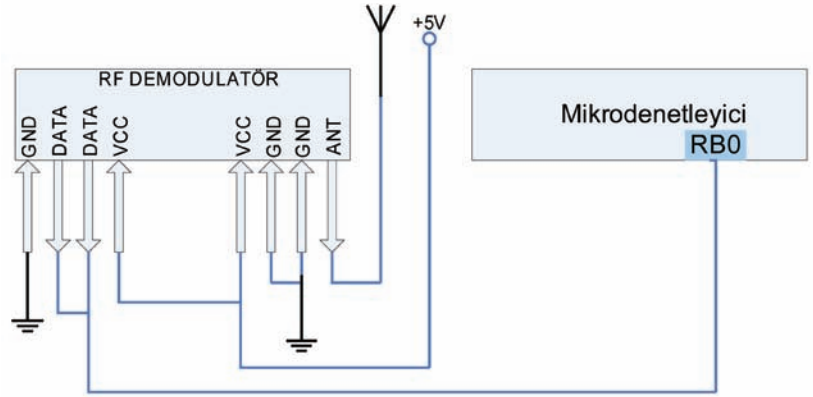
Alıcı birimindeki mikro denetleyicinin yardımcı elemanlarının bağlantıları, verici biriminde bulunan mikro denetleyicinin bağlantıları gibidir (Şekil-12-13-14). Bu bağlantılara ek olarak alıcı biriminde mikro denetleyici ile bilgisayar arasındaki iletişimi kuracak olan paralel port bulunmaktadır (Şekil 18).

Paralel portta, veri portu, durum portları, kontrol portları ve GND olmak üzere 4 ayrı giriş-çıkış birimi vardır. Veri portları bilgisayardan veri alınması amacıyla kullanılmaktadır. Simülasyon çalışmasında da belirtildiği gibi acil durum anahtarlarının konumu değiştirilerek sürücü devresi ile bilgisayar arasındaki bağlantı sağlandıktan sonra sürücü devresini kontrol edecek olan birim; veri portlarıdır. Örneğin paralel porttan başlangıçta 00000000 değeri okunur. Eğer 2 numaralı pin (D0), 3 numaralı pompa motorunu kontrol eden sürücü devresine bağlı ise, bilgisayar 00000001 verisini gönderdiğinde sürücü devresi 3. Pompa motorunu çalıştıracaktır. Şayet 3 numaralı pin 2 numaralı pompa motorunu kontrol eden sürücü devresine bağlanırsa, bilgisayar 00000011 verisini göndererek 3 numaralı ve 2 numaralı motorların çalışma sinyallerini üretir. Son olarak 00000111 verisi gönderilirse tüm motorlar çalışmaya başlayacaktır.

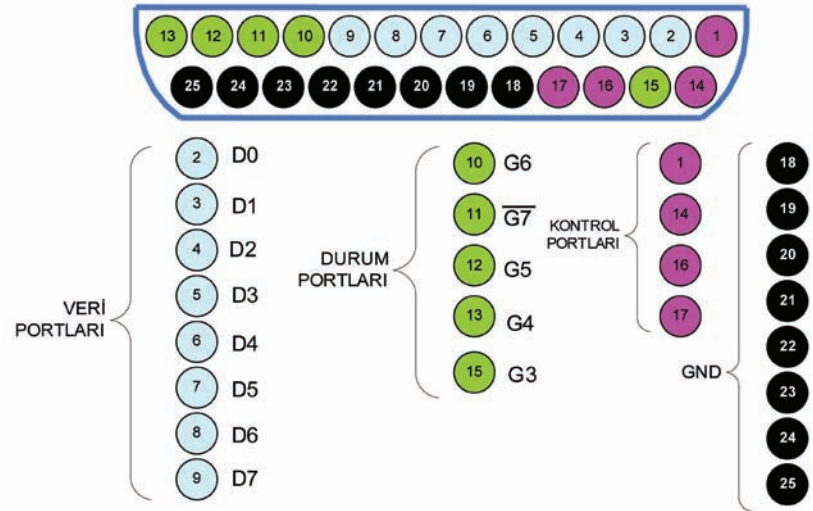
Durum portları ise veri portlarının aksine bilgisayara veri alınması için kullanılır. Durum portlarının en düşük değerlikli 3 biti olan G0, G1 ve G2 kullanılmamaktadır ve G5 terslenmiştir. G5 dışında tüm durum bitlerinden 1 okunur ve 0 tetiklemedir. G0 ve G1 bitleri bulunmadığından bu bitlerden 0 okunmaktadır. Bu durumlar yazı-



Şekil 16. RF modülatör bağlantılarının yapılması



Şekil 17. RF demodülatör bağlantılarının yapılması



Şekil 18. Paralel port giriş-çıkış portları

lımcı açısından zorlayıcı olmaktadır. Ancak 01111111 biçiminde okunan veri ile 01111111 (127) değeri XOR yapıldığında 00000000 değeri elde edilerek yazılım kolaylaştırılmış ola-

caktır. Elde edilen 0 değeri yazılımcı için işlem kolaylığı açısından önemli olacaktır. Örneğin mikro denetleyici 0 verisini aldığı anda alıcı devresinden veri gelmediği anlaşılacaktır. 128 verisi gel-



diğinde deponun dolu olduğu, 192 verisi geldiğinde deponun 2/3'ünün dolu olduğu, 224 verisi geldiğinde de deponun 1/3'ünden fazlasının dolu olduğu ve 240 verisi geldiğinde de deponun 1/3'ünden daha azının dolu olduğu bilgisayar yazılımı tarafından anlaşılacaktır. İkili sistemde 192; 11000000'a, 224; 11100000'a, 240 ise 11110000'a karşılık gelmektedir. Mikro denetleyici-

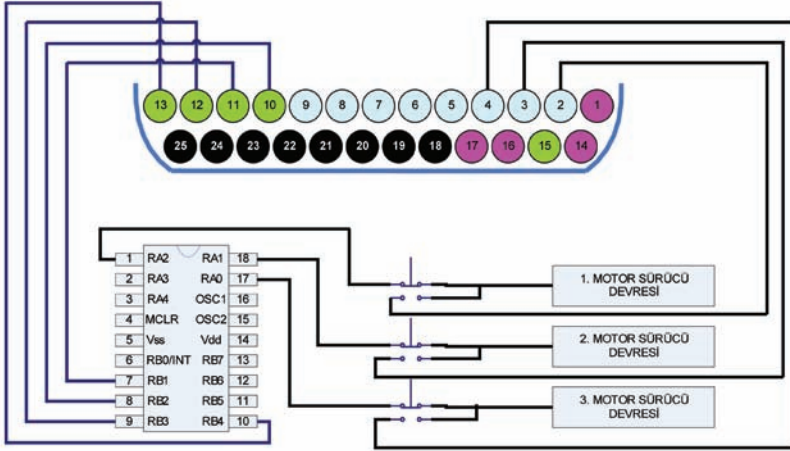
bilgisayar-sürücü devresi bağlantıları Şekil-19'de görülmektedir.

### Sürücü Devresi Tasarımı

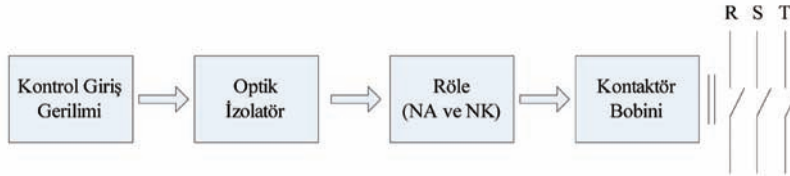
Alıcı birimi mikroişlemci çıkışları, hangi motorların çalışacağı bilgisini 5 V olarak verir. Bu gerilim seviyesi kontaktörlerin bobinini çekecek güçte değildir. Bu

amaçla bu sinyalleri kuvvetlendirecek bir sürücü devresine ihtiyaç vardır. Şekil 20'de kontaktör sürücü devresinin çalışma prensibi görülmektedir.

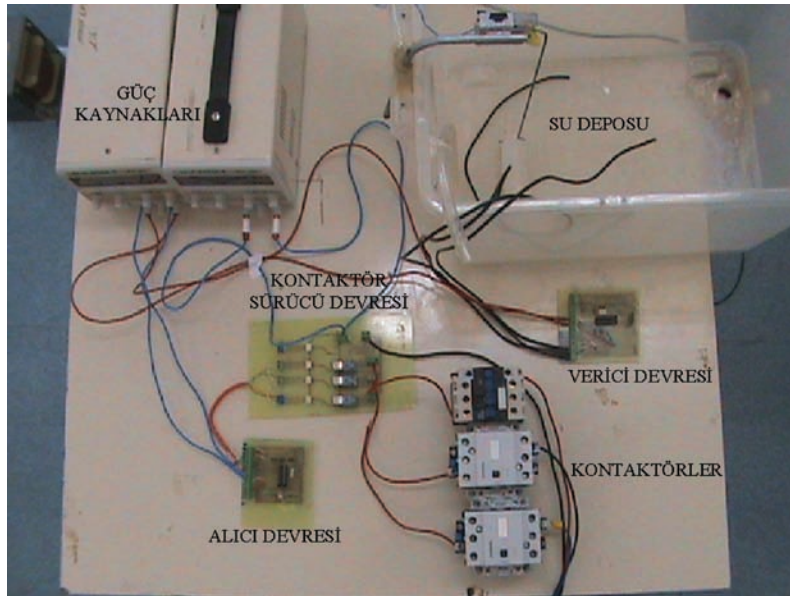
PIC'in ürettiği çıkış sinyalleri 4N25'i tetiklemekte ve bu optik izolatör üzerinden transistörler beslenerek röle sürülmektedir. Rölenin normalde açık ve normalde kapalı çıkışları kontaktör bobinine bağlanarak sistem kontrol edilmektedir. Böylece güç kısmı ile kontrol kısmı optik olarak izole edildiğinden PIC'li devre ve kontrol sistemi korunmaktadır. Şekil 21'de deneysel olarak kurulan kontaktör sürücü devresi görülmektedir.



Şekil 19. Mikro denetleyici, bilgisayar ve sürücü devresi bağlantıları



Şekil 20. Kontaktör sürücü devresinin çalışma prensibi



Şekil 21. Deney Düzeneği

### DeneySEL sonuçlar

Güç kaynakları, su deposu, alıcı-verici devresi, kontaktör ve kontaktör sürücü devresinden oluşan deneysel kurulum Şekil 21'de gösterilmektedir.

DeneySEL sonuçlar Çukurova Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü Otomasyon Laboratuvarında alınmıştır. Simülasyon çalışmasında olduğu gibi, su seviyesinin durumuna göre kontaktörler gerekli motorları sırasıyla devreye alınmıştır.

### Sonuçlar

Bu çalışmada, büyük kapasiteli su deposu kontrol sistemleri sistemlerine kolaylıkla uygulanabilecek RF haberleşmeli PIC mikro denetleyici tabanlı bir su deposu prototip sistemi tasarlanmıştır. Gerçekleştirilen prototipin 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 birlikte devrede kullanılan donanımların sayısının az olmasıyla, bu tip otomasyon uygulamalarının belirtilen yöntemle yapılabileceği de gösterilmiştir. ◀