

# MİKRODENETLEYİCİ TABANLI DEVRE İLE ÇORLU DERESİNİN SICAKLIK VE İLETKENLİK ÖLÇÜMÜ VE GSM İLE GÖNDERİMİ

Necati YENİ<sup>1</sup>, Şeyma ORDU<sup>2\*</sup>, Ertuğrul KARAKULAK<sup>3</sup>, Reşat MUTLU<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Nokia, Türkiye

<sup>2</sup> Çevre Mühendisliği, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniv., Çorlu, Tekirdağ, Türkiye

<sup>3</sup> Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye

<sup>4</sup> Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu, Tekirdağ, Türkiye

**Makale Künye Bilgisi:** Yeni, N., Ordu, Ş., Karakulak, E., Mutlu, R., (2022). Mikrodenetleyici Tabanlı Devre İle Çorlu Deresinin Sıcaklık ve İletkenlik Ölçümü ve GSM İle Gönderimi, *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(2), 63-71.

## Öne Çıkanlar

- Aşırı kirlenmiş Çorlu Deresinin sıcaklığı ve elektriksel direncinin, zamana göre değişimi, tasarlanan mikrodenetleyici tabanlı sistemin GSM modülü kullanılarak, her yarım saatte bir atılan SMS mesajı ile uzaktan izlenmiştir.
- Bu ve benzeri sistemler dere boyunca çok sayıda noktada kurularak fabrikaların kirliliğe olan katkıları bulunabilir.
- Bu sistemlerle kirlilik kaynakları yetkililer tarafından uzaktan takip edilebilir ve gerekli kanuni yaptırımlar çevrimiçi olarak uygulanabilir.

Makale Bilgileri	Öz
<b>Makale Tarihiçesi:</b> Geliş: 27 Temmuz 2022 Kabul: 8 Eylül 2022	Trakya bölgesinde su kaynakları giderek azalmaktadır. Su kaynaklarının kirliliğinin takibi bu yüzden önemlidir. Çorlu Deresine endüstriyel, evsel ve tarımsal atıklar karışmaktadır. Bu çalışmada tasarlanan PIC16F877A mikrodenetleyici tabanlı bir sistem ile derenin suyunun sıcaklığı ve iletkenliği ölçülmüş ve DS1302 entegresi ile ölçüm tarihi kaydedilmiştir. Ölçüm değerleri LCD ekranda yazdırılabilmektedir. Her 30 dakikada bir dereden ölçülen değerler GSM modülüne aktarılmıştır. Modüle konulan sim kart sayesinde atılan mesaj ile seçilen cep telefonunun bilgilendirme işlemi gerçekleşmektedir. Bu sayede derenin zamana bağlı olarak kirlilik durumu izlenmektedir.
<b>Anahtar Kelimeler:</b> Kirlilik İzlenmesi; Su Kaynakları; GSM Tabanlı Sistem; Gerçek Zamanlı Ölçme; Mikrodenetleyici Tabanlı Ölçme Sistemi	

## Temperature and Conductivity Measurement Of Çorlu Stream with Microcontroller Based Circuit and Its Transmission Via GSM

Article Info	Abstract
<b>Article History:</b> Received: July 27, 2022 Accepted: September 8, 2022	Water resources in Thrace Region are gradually decreasing. Therefore, monitoring the pollution of water resources is important. Industrial, domestic and agricultural wastes are mixed with Çorlu Stream. The temperature and conductivity values of the stream's water have been measured with a PIC16F877A microcontroller-based system designed in this study and the measurement date is recorded with the DS1302 IC. Measurement values can be written on the LCD display. The values measured from the stream every 30 minutes have been transferred to the GSM module. Thanks to the sim card inserted in the module, it is possible to send a message and inform on the selected mobile phone. In this way, the pollution status of the stream gets monitored over time
<b>Keywords:</b> Pollution Monitoring; Water Resources; GSM Based System; Real-Time Measurement; Microcontroller-based Measurement System	

## 1. Giriş

GSM modem veya GSM modülü, uzak bir ağa veri bağlantısı sağlamak için GSM cep telefonu teknolojisini kullanan bir donanım cihazıdır (Çora, 2005, Eberspächer, Vögel ve Bettstetter, 2001). Günümüzde teknolojik gelişmelerden dolayı fiyatları oldukça düşmüştür. GSM modüller uzaktan veri aktarımı için de kullanılabilir. GSM modüller su seviyesi bilgisini ve sıcaklık bilgisini ileten Radyo frekansı (RF) ile haberleşme sistemlerine göre çok daha uzağa mesaj yollayabilmektedir (Karakulak, 2005, Mutlu, Karakulak ve Mevsim, 2010). Murugan ve ark. (2012), endüstriyel bir tesiste olası kazaların önlenmesi için, PIC16F877A ve GSM modülü kullanarak sıcaklık takibi yapmışlardır. Mahmood (2018), Arduino kartı ve GSM modül kullanan bir iklim değişimi izleme sistemi önermiştir. Hossain ve ark. (2013), küresel ısınma etkisini ve nem ile karbondioksit gibi değişkenleri gözlemek üzere GSM modül tabanlı bir kablosuz sensör ağı önermiştir. Sipani ve ark. çalışmasında (2017), Arduino kartı ve Sim900a Gsm Shield tabanlı bir sıcaklık ve nem gözleme ve kontrol sistemi önerilmiştir. GSM modüller çalışma durumlarını gözlemek ve olası kaza ile tehlikeleri bildirmek içinde kullanılabilir (Thangarajah, Wongkaew ve Ekpanyapong, 2015). Satyanarayana ve Mazaruddin'in çalışmalarında (2013), zirai bir uygulama olarak yeraltı suyunun GSM modül ile izlenmesi önerilmiştir. Sultana ve ark. (2013), sıcaklıkla bozulabilecek pahalı ve hassas ürünlerin depolanma sıcaklığının GSM modül ve mikrodenetleyici ile uzaktan gözlenmesi işlemini yapmıştır. Zheng ve ark. çalışmasında (2016), tahıl ambarlarının sıcaklık ve neminin GSM kullanarak izlenmesi yapılmıştır. Abdullah ve Ali (2014), su seviyesi ve sıcaklığını izlemek için bir GSM sistemi önermiştir. Purohit ve Gokhale (2014) tarafından GSM ve 8051 mikrodenetleyici tabanlı bir su kalitesi izleme sistemi önerilmiştir.

Planlama çalışmaları uygun bir şekilde yapılmadan gelişen endüstri bölgeleri ve hızla artan nüfus, Ergene Nehri'nin aşırı derecede kirlenmesine neden olmuştur. Endüstriyel, evsel ve tarımsal kökenli atık sular doğrudan ya da dolaylı olarak Ergene Nehri'ne deşarj edilmektedir. Ergene Nehrinin en büyük kollarından olan Çorlu Deresi Istranca dağlarından doğmakta ve kuzeydoğu-güneybatı yönünde akarak Muratlı ilçesinin kuzeyinde İnanlı'da Ergene Nehrine karışmaktadır. Su toplama havzasının alanı 1319 km<sup>2</sup> ve uzunluğu 62 km'dir (Tan, 2006). Çorlu Deresi, özellikle tekstil, deri ve kimya endüstrisinin atıklarıyla kirlenmektedir.

Tekstil endüstrisindeki kirlenici parametreler sektöre göre değişmekle birlikte renk, pH, makine yağları, Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), sülfidler ve çinkodur. Kimya endüstrisi atıksuları yağ emisyonları, sülfid ve fenoller, makine yağları, katılar, pH, fosfatlar ve organik madde içerebilirler. Tipik etkileri tat ve koku problemleri ve toksik kirlenme olabilmektedir. Kimya endüstrisi atıksuları ayrıca termal kirlenmeye yol açabilir. Deri endüstrisinden kaynaklanan kirlenici parametreler ise kıl, katı madde, BOİ, azot, krom, sülfid, pH ve kokudur (Tan, 2006).

Güneş ve ark. (2001) tarafından Çorlu Deresinden su örnekleri alınmış ve Zn, Pb, Fe ve Cu analizleri yapılmıştır. Bu araştırma Çorlu Deresi suyunda önemli ölçüde Pb ve Fe kirliliğinin olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Başka bir çalışmada, Ergene Nehri Uzunköprü istasyonunda alınan su örneklerinde ağır metal kirliliği incelenmiş ve Cd konsantrasyonu bakımından III. sınıf, Pb ve Cu konsantrasyonu bakımından ise IV. sınıf sulama suyu olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2013).

Ordu'nun (2005), yapmış olduğu çalışma sonuçlarına göre Ergene Nehri kaynakta I. sınıf su kalite kriterlerini sağlamaktadır, fakat özellikle Çorlu Deresi ile birleştikten sonra bu suyun taşıdığı aşırı kirlilik yükü nedeni ile su kalitesinin bozulduğu görülmektedir.

Varol'un (2019) çalışmasında ise değişik kirlilik parametrelerinin Çorlu Deresinde ve bölge topraklarında meydana getirdiği kirlilik düzeyinin ortaya konması amacıyla su ve toprak örnekleri alınmış ve analiz edilmiştir.

Türkiye'de su kaynaklarının çevre kirliliğine maruz kalmaması için Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne uygun hareket edilmesi gerekmektedir. Her bölgeye özel yönetim sistemleri henüz oluşturulmamıştır.

Bir akarsuyun sıcaklık ve iletkenliği içinde bulunan atık kimyasallarla değişiklik gösterebilir. Bunlar kimyasalların türüne göre farklı değerlerde okunur. Kirlenici maddenin içinde bulunan iyonlar ya da kirlenici maddenin konsantrasyonu kirli suyun iletkenliğinin değişmesine neden olacaktır. Kirlenici madde yüksek miktarda atılmışsa ve sıcaklığı farklı ise içinde bulunduğu suyun ya da akarsunun sıcaklığını kayda değer bir şekilde değiştirebilir. Bundan dolayı zamana bağlı olarak akarsuyun kirliliğinin değişmesi sıcaklığın ve su iletkenliğinin değişimi ile ölçülebilir (Baird, Eaton ve Clesceri, 2012).

İletkenlik sulu bir çözeltinin elektriği iletme kabiliyetinin sayısal bir ifadesidir. Suyun iletkenliği sudaki iyonların toplam ve bağlı konsantrasyonlarına, hareketliliğine, değerliklerine ve ölçüm sıcaklığına bağlıdır. Sıcaklık arttıkça iletkenlik artar. Suyun iletkenliği ölçülerek, sudaki iyon miktarı yaklaşık olarak tayin edilebilir (<https://cevre.erciyes.edu.tr>).

İletkenlik değerinin 0,55-0,70 ile çarpımı, suyun tuzluluğu hakkında fikir verebilir. Aynı şekilde, bu ilişkiden faydalanarak bulunan sonuca göre, normal sularda iletkenliğin 100'e bölünmesiyle, sudaki anyon (=katyon) toplamı meq/L olarak hesaplanır. İletkenlik birimi Siemens/cm'dir. ( $S=Siemens=Ohm^{-1}$ ). Saf suyun iletkenliği 0.055  $\mu S/cm$  civarındadır (<https://cevre.erciyes.edu.tr>).

Su ortamında sıcaklığın gazların çözünürlüğünü etkilediği bilinmektedir. Sıcaklık arttıkça reaksiyon hızı artar. Atıksuların biyolojik olarak arıtılmasında

biyolojik aktivitenin etkilendiği en önemli parametre sıcaklıktır. Su sıcaklığı arıtma tesislerinde genellikle yerinde ölçülür. Laboratuarda ise genellikle pH metre problemleri ile ölçülür (<https://cevre.erciyes.edu.tr>).

Bu nedenlerle Çorlu Deresinin kirliliğinin uzaktan izlenmesi önemlidir. Bu çalışmada Çorlu Deresinin sıcaklığının ve daldırılan elektrot sistemi vasıtasıyla elektriksel direncinin yani dolayısıyla elektriksel iletkenliğinin ölçümü yapılarak uzaktan izlenmesi için bir elektronik sistem tasarlanması hedeflenmiştir. Mikrodenetleyiciler kolayca sıcaklık ve direnç ölçümü için kullanılabilirler (Choi ve Eastman, 1995, Jordana, Reverter ve Pallas-Areny, 2003). Bu işlemi yapmak üzere ucuz ve kullanımı kolay PIC16F877A mikrodenetleyicisi seçilmiştir (Şahin, Dayanık ve Altınbaşak, 2015). Bu mikrodenetleyici LM35 sıcaklık sensörü kullanarak sıcaklık ölçümü yapabilmektedir (Mutlu ve diğ., 2010). Derenin direncini ölçmek üzere içine daldırılacak bir elektrot sistemi tasarımı yapılmıştır. Bu bilgiler GSM modül yardımıyla SMS olarak alıcı bir cep telefonuna bildirilecektir. Bu sayede derenin kirlilik değişimi bir cep telefonundan takip edilebilecektir.

Bu çalışma şu sırayla düzenlenmiştir. İkinci bölümde sistem donanımı hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde sistem yazılımı kısaca açıklanmıştır. Dördüncü bölümde deneysel sonuçlar verilmiştir. Sonuç bölümü ile sonlandırılmıştır.

## 2. Sistem Donanımı

Bu kısımda kullanılan devre elemanları ve tasarlanan devre hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Kullanılan devre elemanları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Kullanılan Devre Elemanları

Devre Elemanı Adı	Adet
PIC16F877A	1
GSM Modülü	1
LCD Panel Modülü	1
LM35 Sıcaklık Sensörü	1
DS1302 RTC Entegresi	1
MAX232 Entegresi	1

## 2.1. Sistem Elemanları

Tablo 1'deki devre elemanları sırayla kısaca açıklanacaktır.

### 2.1.1. PIC16F877A Mikrodenetleyici

PIC (Peripheral Interface Controller) mikrodenetleyiciler Microchip firması tarafından üretilmektedir. Diğer mikrodenetleyicilerde olduğu gibi az çevresel donanım ihtiyacı ile işe kolay koşullu programlanabilmesi önemli avantajlarından sayılabilir. PIC serisi mikrodenetleyiciler RISC mimarisine sahip olması sebebiyle ucuza mal edilebilmekte ve enerji sarfları görece olarak daha az olmaktadır. Bu açıdan IoT (Internet of Things) gibi uzak aygıtların yapılmasına oldukça uygundur. Bu çalışmada kullanılacak bir mikrodenetleyiciden beklenen çevresel birimler olan dahili ADC (Analog Digital Converter) ve dahili UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) PIC16F877A mikrodenetleyicisinde bulunmaktadır.

### 2.1.2. LM35 Sıcaklık Sensörü

LM35 yarı iletken yapıları entegre devre kılıfında bir sıcaklık sensörüdür. Bu sensör geniş bir besleme gerilim aralığı altında (4 V–30 V) tek bir kaynaktan beslenebilir ve çıkış gerilimi Celsius dereceye kalibrelidir. Sensörün önemli özelliklerinden birisi de doğrusal yapısıdır ve 10 mV/°C doğrusal bir eğime sahip olmasıdır. Sensörün kılıfının plastik yapıda olması sebebiyle çalışma sıcaklığı -55 °C ile 150 °C arasındadır. LM35 ucuz ve kolay kullanılabilir olmasına rağmen hata miktarlarının görece fazla olması nedeniyle (Oda sıcaklığında 0,25 °C) doğruluğun çok önemli olduğu uygulamalar için önerilmemektedir. Sensörün doğruluğu bu çalışma için kabul edilebilir düzeyde olduğu için sensör tercih edilmiştir.

### 2.1.3. DS1302 Entegresi

Zaman informal yapısı, mikrodenetleyiciye getireceği büyük işlem yükü ve uzun vadede yaşanacak kaymalar nedeniyle mikrodenetleyicide yazılacak kod ile takibi uygun olmayan bir değişkendir. Bu sebeple bazı mikrodenetleyicilerin içinde dahili RTC (Real Time Clock) blokları bulunurken, dahili RTC bulunmayan mikrodenetleyiciler için ise harici olarak satın alınarak bağlanabilir. RTC entegreleri mikrodenetleyiciler ile seri haberleşme protokolleri ile haberleştikleri için mikrodenetleyicilerin az sayıda pinini işgal etmektedirler. RTC entegrelerine bağlanan harici pil ile elektrik kesilmelerinde yaşanacak zaman bilgisi kayıplarının önüne geçilmiş olmaktadır. DS1302 RTC entegresi saniye, dakika, saat, gün, ay ve yıl bilgilerini sürekli olarak içinde kaydedebilen bir entegredir. Kürklü ve Çağlayan'ın çalışmasında (2007) olduğu gibi, bu çalışmada da PIC16F877A mikrodenetleyicisinin dahili RTC bloğuna sahip olmaması sebebiyle, DS1302 RTC entegresi kullanılan mikrodenetleyiciye harici olarak bağlanmıştır.

### 2.1.4 LCD Gösterge

Mikrodenetleyicili sistem tasarımında sıvı kristal gösterge (LCD) modülleri kullanıcı arayüzü olarak yaygınca kullanılmaktadır. Bu tür LCD göstergeler içerisinde maliyeti ve kullanım kolaylığı bakımından en sık tercih edilen ise LCD panel göstergelerdir. Bu göstergeler aslında birer mikroişlemcili sistemdirler. Yani içlerinde mikroişlemci, bellekler ve port entegreleri bulunur. Karakter LCD'ler mikrodenetleyiciler ile ASCII kod sistemini kullanarak veri alışverişi yaparlar.

### 2.1.5 GSM Modül

Her bir GSM modülü aslında bir GSM altyapılı cep telefonudur. İçerisine takılan bir sim kart ile kendine ait IMEI numarası ile GSM ağına dahil olur. Ancak bu kartlarda tuş veya LCD ekranlar bulunmamaktadır ve ancak seri haberleşme protokolü (RS232) ile kontrol

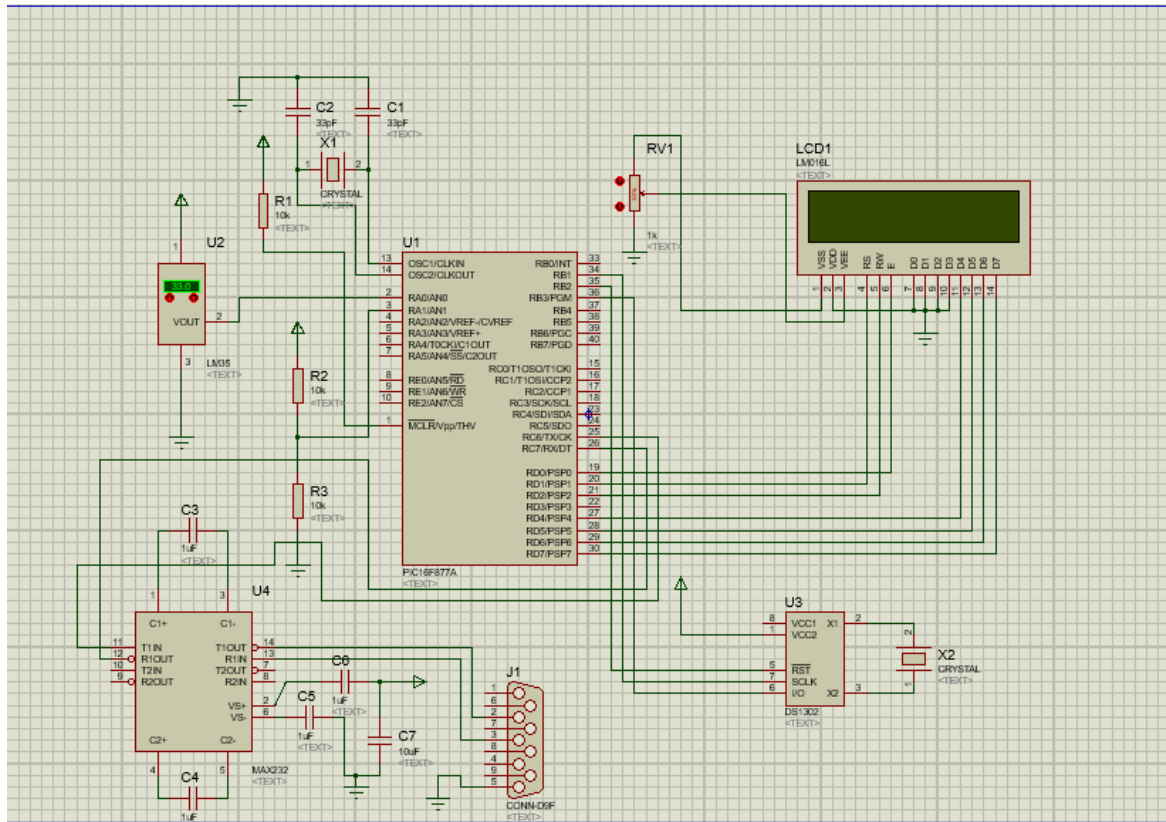
edilebilirler. Bu tür modülleri kontrol etmek için AT komut sistemi kullanılır (https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS1302). GSM modüller ile GSM araması ile ses transferi, SMS gönderim ve alımı ile GPRS veri haberleşmesi yapmak mümkündür. Bu çalışmada kullanılan GSM modülünün SMS gönderebilme becerisinden faydalanılmıştır. GSM modülleri RS232 portuna sahiptir. Kullanılan PIC16F877A mikrodenetleyicinin ise dahili UART portu bulunmaktadır.

### 2.1.6. MAX232 Entegresi

MAX232 entegresi mikrodenetleyiciler ile bilgisayar arasında RS232 iletişim protokolünü kullanarak seri haberleşme yapılmasını sağlayan sinyal eşleyici bir entegredir. UART ile RS232 protokolleri birbirlerine çok benzese bile gerilim seviyeleri birbirlerinden farklıdır. Bu yüzden gerilim adaptasyonu için MAX232 entegresi kullanılarak bir adaptör devresi kurulmuş ve kullanılmıştır (https://www.ti.com/lit/ds/symlink/max232).

## 2.2. Sistem Devresi

Şekil 1'de önerilmekte olan sistemin Proteus'ta çizilen şeması görülebilir. Sistemin ölçtüğü iki analog işaret girdisi bulunmaktadır. Bunlardan birisi sıcaklık, diğeri ise elektriksel dirençtir. Bu veriler analog iki girişten (AN0 ve AN1) mikrodenetleyici tarafından okunmaktadır. Kullanılan mikrodenetleyicinin ADC çözünürlüğü 10 bit'tir. Bu iki veri D portuna bağlı LCD ekranda kullanıcı tarafından görülebilmektedir. Sistemin girdilerinden birisi de DS1302 entegresinden elde edilen gerçek zaman bilgisidir. DS1302 mikrodenetleyici ile seri haberleşme protokolü (3 telli - 3 wire) senkron seri haberleşme protokolünü kullanarak veri transferi gerçekleştirmektedir. Sistem kullanıcının seçtiği konfigürasyona bağlı olarak belirlenen bir periyot ile sıcaklık ve elektriksel direnç bilgilerini GSM modülüne transfer etmektedir. DS1302'den elde edilen gerçek zaman bilgisi veri transfer zamanının tespiti için kullanılmaktadır. Şekil 1'de MAX232 entegresini içeren UART/RS232

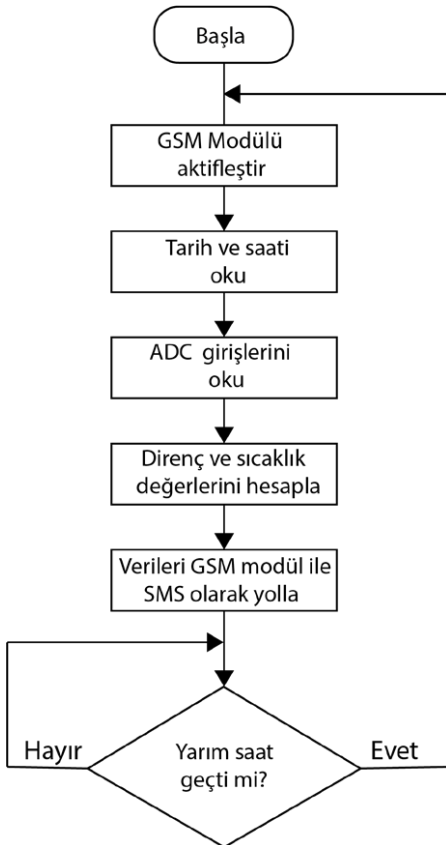


Şekil 1. Proteus'ta çizilen sistem şeması

adaptör devresinin mikrodenetleyicinin UART pinlerine (RX ve TX) bağlı olduğu görülmektedir. J1 konnektörü ile GSM modülüne bağlanmaktadır.

### 3. Sistem Yazılımı

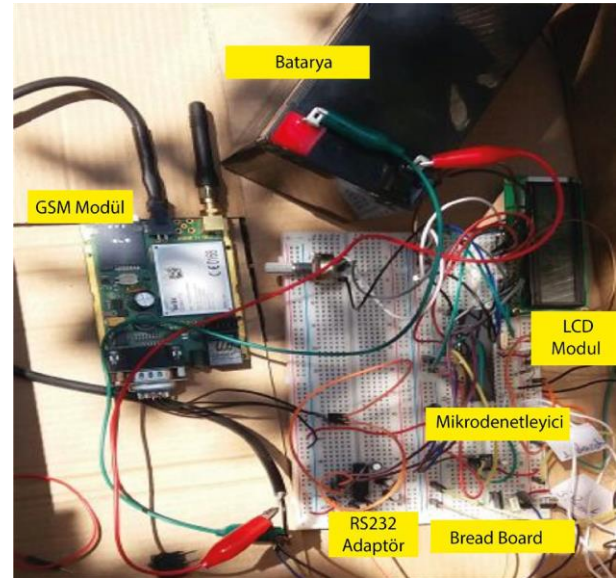
Bu kısımda sistem yazılımı hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Mikrodenetleyici programına ait akış diyagramı Şekil 2’de verilmiştir. Sistem başlatıldıktan sonra GSM modülü aktifleşmektedir. Günü ve saati okuma, ADC uçlarından prob gerilimini ve sıcaklık sensörü gerilimini okuma, direnç hesaplama, hesapladığı direnç ve sıcaklık değerini seçilen bir cep telefonuna GSM modülü kullanarak mesaj atma işlemlerini ard arda gerçekleştirmektedir. Mikrodenetleyici C programı ile programlanmıştır. Mikrodenetleyici yazılımı, her yarım saatte bir derenin sıcaklık ve iletkenlik değerlerinin GSM modülü aracılığıyla SMS mesajı olarak alıcıya iletilmesini sağlayacak şekilde yazılmıştır. Bu süre kullanıcı tarafından değiştirilebilir.



Şekil 2. Sistem Programı Akış Diyagramı

### 4. Deneysel Sonuçlar

Sıcaklık ve iletkenlik ölçebilen devre bir çalışma tahtasına (protoboarda) kuruldu. Kurulan devre Şekil 3’te görülmektedir. LM35 sensörü 0,5 ° C doğruluğa sahiptir. Sıcak su ve buz kullanarak doğru ölçüm yapıp yapmadığı kontrol edildi. LM35 için başka bir kalibrasyona gerek görülmedi. Direnç sensörü kalibrasyonu bir Avometre ile yapıldı. Yazılımda kullanılan kalibrasyon katsayıları sayesinde en fazla % 5 hata ile dirençleri ölçebildiği görüldü. Daha pahalı sıcaklık sensörü ve lazer eksim dirençler kullanarak bu doğruluk değerleri artırılabilir ama bu prototip çalışması için bu doğruluk değerleri kabul edilebilir bulundu. Sensörlerden okumaların düzgünce yapıldığının görülmesinin ardından, GSM modülünün bağlantıları yapıldı. Sonraki aşamada kodlar yazılarak ISIS’de deneme yapıldı. GSM modül ile mesaj atılabildiği test edildi. Devre ile başarılı bir şekilde sıcaklık ve elektriksel direnç değerleri ölçülmüş ve bir cep telefonuna SMS olarak gönderilerek gerekli ön çalışma testi yapılmıştır.



Şekil 3. Devrenin fotoğrafı

Elektriksel direnç ölçmek için iki tane paralel bakır plakadan oluşan bir sensör yapılmıştır. LM35 sıcaklık sensörü plastik küçük hacimli bir kabın içinde konulmuş ve içine su girerek zarar görmesin diye ağzı

silikonlanmıştır. Derede deneylerin yapılacağı kısmın fotoğrafı Şekil 4'te görülmektedir. Sıcaklık sensörünün bulunduğu kılıf ve direnç sensörü su içine daldırılmış ve bir sopa yardımıyla derenin akıntısı götürmesin diye sabitlenmiştir. Şekil 5'te görüldüğü üzere sensörler kanalın ortasında su içine daldırılmıştır ve bir ağaç kütüğü ile sabitlenmiştir.



Şekil 4. Çorlu Deresinin Deney Yapılan Kısmı

Şekil 6'da görülen cep telefonuna gönderilen ölçümler 12:00'dan 18:00'a kadar altı saat boyunca yapılmıştır.

Saat 13:00'da sıcaklık sensörü henüz suyun üzerindedir, sıcaklık sensörü kılıfı kirli suya iyi temas etmemiştir. Şekil 6.a'da görüldüğü üzere saat 13:00'da sıcaklık yaklaşık 10 °C'tır. Ardından sıcaklık sensörü su ile iyice temas ettirildiğinde, saat 13:30'da sıcaklık yaklaşık 43 °C'ye çıkmış olarak görünmektedir. Sonrasında giderek sıcaklığın düştüğü görülmektedir. Bu ani sıcaklık artışının nedeni fabrikalardan yapılan ve etkisi gecikmeli olarak hissedilen kirli sıcak su deşarjı olarak anlaşılmıştır. Saat 15:30 sonrasında sıcaklık 10 °C civarında dalgalanmaya başlamıştır. Saat 15:30 sonrasında görülen bu sıcaklık dalgalanması yapılan deşarj miktarının mevcut olduğunu ama miktarının (debinin) değiştiğini tam periyodik olmadığını göstermektedir. Sensörün davranışının ısı iletimi analizi ya da ölçülen sıcaklığın zamana göre değişimi, fabrikanın konumu belli ise yapılan sıcak su deşarjı hakkında bilgi verebilir.

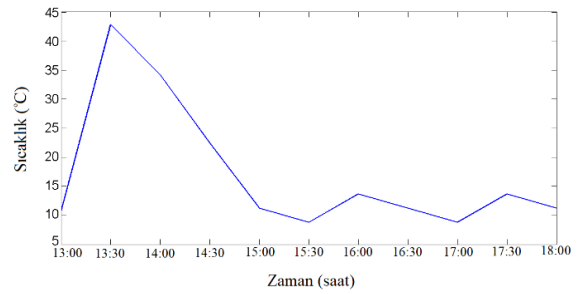


(a)

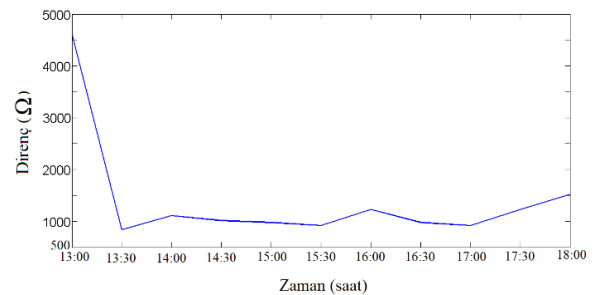


(b)

Şekil 5. a) Sensörlerin Üstten Bağlantısı ve b) Derede Sensörlerin Dere Ortasındaki Konumunu Gösteren Çekilmiş Fotoğraf



(a)



(b)

Şekil 6. a) Sıcaklığın Zamana Göre Değişimi ve. b) Elektriksel Direncin Zamana Göre Değişimi

Saat 13:00'da direnç sensörü henüz suyun üzerindedir, direnç sensörünün elektrotları kirli suya iyi temas etmemiştir, bu anda yapılan direnç ölçümü bu yüzden değerce yüksektir ve hatalıdır. Şekil 6.b'de görüldüğü üzere saat 13:30 ve sonrasında, elektrotlar iyice su içine daldırıldığında temas yüzeyi arttığından ölçülen direnç değeri düşmüştür. Genel olarak ölçülen sıcaklık ve dirençin aralarında saat 15:00-18:00 aralığında 18:00'daki data noktası hariç benzer bir davranış bir korelasyon olduğu görülebilir.

## 5. Sonuç

Bu çalışmada PIC16F877A ve bir GSM Modül kullanılarak bir sıcaklık ve elektriksel direnç ölçümü yapılmıştır. Aşırı kirlenmiş Çorlu Deresinin sıcaklığı ve elektriksel direncinin zamana göre değişimi her yarım saatte bir sistemin GSM modülü kullanılarak atılan SMS mesajı ile izlenmiştir. Gelecekte bu yöntemle ölçülen verilerin izlenilerek Çorlu Deresinin kirliliğinin değişiminin rapor olarak sunulması ayrı bir çalışma olarak planlanmaktadır. Bu ve benzeri sistemler dereye çok sayıda noktada kurularak evsel ve endüstriyel kirlilik kaynaklarının dere kirliliğine olan katkıları incelenebilir, uzaktan takip edilebilir ve gerekirse kirlilik için kanuni yaptırımlar uygulanabilir. Ayrıca dereye daldırılan bunun gibi bir ya da daha fazla sıcaklık sensörünün ısı iletimi hesabı deşarjı yapılan kirli su debisi hakkında bilgi sağlayabilir. Ölçülen sıcaklık ve ölçülen direnç arasında bir korelasyon bulunması da ayrı bir araştırma konusu olabilir.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynaklar

Abdullah, U., Ali, A. (2014). GSM based water level and temperature monitoring system. *International Journal of Recent Development in Engineering and Technology*, 3(2), 1-7.

Anonim (2013). Meriç Deltası sulak alanının iyileştirilmesi (rehabilitasyonu) üzerinde araştırmalar. DSİ Edirne.

Baird, R. B., Eaton, A. D., Clesceri, L. S. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Vol. 10). E. W. Rice (Ed.). Washington, DC: American Public Health Association.

Choi, S.U.S., Eastman, J.A. (1995). Enhancing thermal conductivity of fluids with nanoparticles. No. ANL/MSD/CP-84938, CONF- 951135—29, Argonne National Lab., II.

Çora, A.(2005). GSM hücreli hareketli haberleşme sistemi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, EEMB.

Eberspächer, J., Vögel, H.J., Bettstetter, C. (2001). *GSM Switching, Services and Protocols*. Chichester: Wiley.

Güneş, Y., Ekmekyapar, F., Yasavul, E., Ordu, Ş., Karakaya, N. (2001). Çorlu Deresi'ne deşarj olan endüstriyel atıkların meydana getirdiği kirliliğin belirlenmesi. Ulusal Sanayi Çevre Sempozyumu ve Sergisi, Mersin, 844- 847.

Hossain, M.K., Haque, S.A., Bhattacharyya, S. (2013). GSM based wireless sensor network to measure global warming, humidity and CO2. *International Journal of Computer Applications*, 76(14).

Jordana, J., Reverter, F., Pallàs-Areny, R. (2003). Uncertainty in resistance measurements based on microcontrollers with embedded time counters. In *Proceedings of the 20th IEEE Instrumentation Technology Conference* (Cat. No. 03CH37412), 2, 1078-1082.

Karakulak, E. (2005). RF ile uzaktaki seviye değişkeninin taşınması ve analizi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.



- Kürklü, A., Çağlayan, N. (2007). Mikrodenetleyici ve radyo frekansı kullanılarak alternatif iklim kontrol sisteminin geliştirilmesine yönelik bir çalışma. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 229-239.
- Mahmood, S. N. (2018). GSM interaction based real time climate change monitoring technique. *Kirkuk University Journal/Scientific Studies (KUJSS)*, 13.2, 1-17.
- Murugan, T., Periasamy, A., Muruganand, S. (2012). Embedded based industrial temperature monitoring systems using GSM. *International Journal of Computer Applications*, 58(19).
- Mutlu, R., Karakulak, E., Mevsim, E. (2010). Sera sıcaklık ve nem takibi prototip devresi ve bilgisayar yazılımı. 3. İleri Mühendislik Teknolojileri Sempozyumu.
- Ordu, Ş. (2005). Ergene Havzasında yüzeysel su kirlenmesinin çevre bilgi sistemi yardımıyla izlenmesi ve kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Purohit, A., Gokhale, U. (2014). Real time water quality measurement system based on GSM. *IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE)*, 9(3), 63-67.
- Satyanarayana, G.V., Mazaruddin, S.D. (2013). Wireless sensor based remote monitoring system for agriculture using ZigBee and GPS. In Conference on Advances in Communication and Control Systems, 3, 237-241.
- Sipani, J.P., Patel, R.H., Upadhyaya, T., Patel, V.T. (2017). Temperature & humidity monitoring & control system based on arduino and Sim900a Gsm shield. *International Journal of Electrical, Electronics and Data Communication*, 5(11), 62.
- Sultana, M.A., Islam, M.S.B., Alam, M.M.C. (2019). Study and designing of micro controller based temperature sensing system along with global system for mobile (GSM) interface and alarm mechanism to be used in different temperature sensitive storehouses. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 8(5).
- Şahin, H., Dayanık, A., Altınbaşak, C. (2015). PIC Programlama Teknikleri ve PIC16F877A. (7.baskı). İstanbul: Altaş Yayıncılık.
- Tan, A. (2006). Atık sularda bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Thangarajah, A., Wongkaew, B., Ekpanyapong, M. (2015). Implementation of auto monitoring and short-message-service system via GSM modem. arXiv preprint arXiv:1501.01548.
- Varol, Z. (2019). Tekirdağ Çerkezköy-Çorlu güzergahından geçen Çorlu Deresi suyunda ve yakın çevresi topraklarında ağır metal kirliliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Zheng, X.X., Li, L.R., Shao, Y.J. (2016). A GSM-based remote temperature and humidity monitoring system for granary. In MATEC Web of Conferences, 44, 01060, EDP Sciences.
- <https://cevre.erciyes.edu.tr> (Erişim Tarihi: 18/04/2022).
- DS1302 datasheet, <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS1302.pdf>, (Erişim Tarihi: 22/04/2022).
- MAX232 datasheet, <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf>, (Erişim Tarihi: 22/04/2022)