

## Kaçak Elektrik Kullanımının GSM Aracılığıyla Takibi

### Tracing the Illegal Usage of Electricity Via GSM Signals

Okan Güngör  
Elektrik Elektronik Müh.  
Süleyman Demirel Üniversitesi  
okangungor07@gmail.com



#### Öz

*Bu çalışmada Arduino tipi mikrodenetleyici ve GSM modülleri ile kaçak elektrik kullanımlarının takibi yapılmıştır. Sistemde belirlenen bir nokta ile sayaç arasında akım ölçümü yapılmakta ve herhangi bir izinsiz müdahale durumlarını algılayıp merkezde bulunan arayüz ekranına taşıyan bir sistem geliştirilmiştir. Bu çalışma GSM haberleşmesini kullanarak benzer örneklerden ayrılmıştır. Proje hali hazırda kullanılan elektrik sayaçlarının üzerine eklenerek, kaçakları takip etmeyi sağlamaktadır.*

**Anahtar Kelimeler:** Kaçak elektrik kullanımı, arduino, GSM, enerji takibi, akıllı şebeke.

#### Abstract

*In the thesis, the usage of unauthorized usage of electricity has been traced by using Arduino typed microcontroller and mobile GSM based modules. It has been done the measurement of flow both on a specific point on the system and the energy meter and it has been developed a system which detects any unauthorized usage and reports it to the interface software, situated at the station. The project has been set itself apart from other similar samples by using GSM based communication.*

**Keywords:** Illegal use of electricity, arduino, GSM, energy tracking, smart grid.

#### 1. Giriş

Günümüzde devletler, ekonomilerinin büyüklüğüne göre büyük devletler sıralamasında yer almaktadır. Ekonominin damarını ise enerji oluşturmaktadır. Çünkü enerji kaynakları sınırlıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ise maliyeti yüksektir. Bu nedenle iyi bir enerji politikamız olmalıdır. Enerji tüketicileri artan ihtiyaçlarını tespit etmeli, üretici firmaya bildirmeli, kullandığı enerjiyi verimli kullanmalı ve tasarruf etmelidir. Üretici şirketler ise yeni projeler geliştirmek, ürettikleri enerjinin kayıp ve kaçığını önleyerek tüketiciye ulaştırmak zorundadır. Son yıllarda geliştirilen uzaktan kontrollü sistemlerle sayaçların takibi, kaçak elektrik kullanımını önlemektedir. Fakat bu eski sayaçların sökülüp yenilerinin takılmasını gerektirdiğinden yüksek bir maliyet oluşturmaktadır. Bizim çalışmamız olan “Kaçak Elektrik Kullanımının GSM Aracılığıyla Tespiti” eski sayaçların sökülmeden (mekanik elektrik sayaçları) kaçak elektrik kullanımını tespit edebilmektedir. Bu alanda yapılan bazı çalışmalardan bahsetmek gerekirse:

Bahçeci (2010) tarafından önerilen sistemde aboneler radius server (sunucu) vasıtasıyla kontrol edilmekte ve bu şekilde yerel alan şebekesi oluşturulmaktadır. Her aboneye sabit IP’ler verilmiştir. Radius sunucular GPRS servis sağlayıcısı ile fiziksel olarak da bağlanmıştır. GPRS kapsama alanındaki bütün aboneler bu sunucu tarafından izlenmekte ve sayaçlar bölgesel olarak gruplandırılmıştır. Sayaçlara giden enerjide ana bir sayaç üzerinden geçerek ölçülmektedir. Kontrol yazılımı ve faturalandırma birimi sayaçları okurken, sayaçlardan aldığı tüketim verilerini toplar ve ilgili grup sayacının endeks verisi ile karşılaştırır. Bu mantıkla kaçakların önüne geçilmeye çalışılmıştır.

Çakmak ve Sokullu (2005) tarafından IEC1107 protokolüne uygun sayaç okuma yazılımları ve donanımı geliştirilmiştir. Araştırmalarında CBuilder 6.0 programlama dili ile istemci ve sunucuda çalışan yazılımlar oluşturulmuştur. Bu çalışmada, elektronik sayaçların optik port üzerinden okunması temel alınmıştır. Geliştirilen bu sistem ile internet veya intranet üzerinden elektronik sayaçlara uzaktan erişim imkanı yetkili birimlerce sağlanması hedeflenmiştir.

Özdemir ve Danışman (2005) tarafından önerilen sistemde kullanılan modemler GPRS modemleridir. Modem bir kontrol kartının üzerinde yer alır, bu kontrol kartı RS232, RS485, I2C haberleşme modellerini ve optik okumayı da desteklemektedir. Sistemde ise iki farklı elektronik elektrik sayacı kullanılır, bunlardan birincisi grup sayaçlarını besleyen yüksek güçlü ana sayaçlardır, ikincisi ise ev veya sanayi kullanıcılarının kullandıkları yüksek veya düşük güçlü sayaçlardır. Böylelikle karşılaştırma yapılmaktadır. Kullanılan bu sayaçların kesme kontaktörü yoksa sayacın açma ve kesme işlemi kontrol kartı üzerindeki kontaktör (sayacın uzaktan enerjisini kesmek için) ile yapılmaktadır. Kontrol kartındaki kesici kontaktör ve optik port sayesinde abonelerin mevcut elektronik elektrik sayaçları değiştirilmeden, modem bağlantısı yapılarak sisteme alınabilir. Bilgisayar üzerinde çalışan izleme ve faturalandırma programı ise verileri değerlendirip sistem takibini, kaçak durumunu, yasadışı oynama ihbarlarını ve faturalandırma işlemini yapmaktadır.

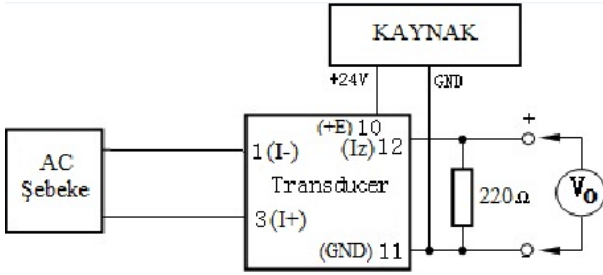
Yapılan çalışmalarda OSO sistemleri öne çıkmıştır. OSO sisteminde sayaçlarda bulunan bir haberleşme birimi sayesinde, merkezle sayaç haberleşmektedir. Haberleşme birimi olarak genellikle GPRS tabanlı sayaçlar ya da modüller kullanılmaktadır. OSO sistemleri sayaç endeksleri okumanın dışında ölçüm değerlerini kaydetmekte, herhangi sayaca yapılacak müdahaleleri merkeze bildirmekte ve sayaçlara internet üzerinden yüklemeye yapılabilmektedir.

Bu makalede kullanılan cihazlar, “Deneysel Düzenek” başlığı altında tanıtıldı; “Uygulama Yöntemi” bölümünde ise cihazların nerelere ve hangi fonksiyonu gerçekleştirmek için konulduğu anlatıldı, “Araştırma ve Bulgular” bölümünde ise sistemin hangi fonksiyonları gerçekleştirdiği C# arayüz ekranında gösterildi, “Sonuç ve Öneriler” bölümünde ise gerçekleştirilen düzenek hakkında eleştiriler ve kaçak elektrik kullanımı alanında genel bilgiler verilerek makale siz okurlarımıza sunuldu.

## 2. Deneysel Düzenek

### 2.1. Akım Transdüseri

Transdüserler, elektrik şebekelerinde akım, gerilim, aktif güç ve reaktif gücü DC akım kaynağına çeviren, SCADA sistemlerinde, düşük hata sınıflı çeviricilerdir (Acenersis, 2014). Çalışmada kullanılan akım transdüseri girişe uygulanan AC sinyali DC akıma çevirerek çıkışı iletir. Transdüserin çıkış sinyalini Arduino'nun analog girişinin değerlendirebileceği gerilim değerine dönüştürmek için, çıkış (Iz) ile toprak (GND) arasında 220 ohm konulmuştur (Şekil 2.1).

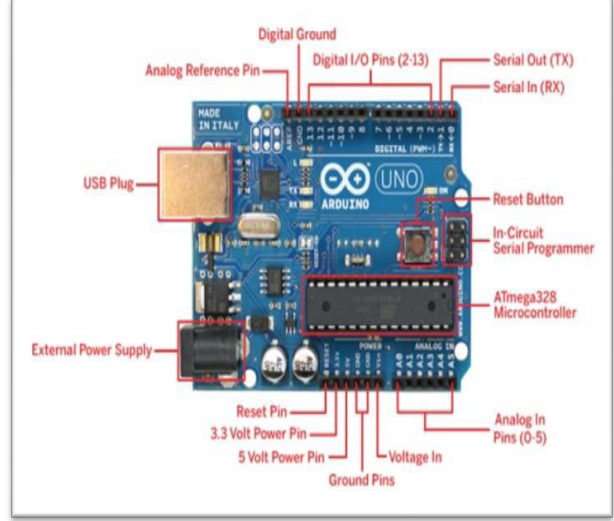


Şekil 2.1: Akım transdüseri bağlantısı (Acenersis, 2014)

### 2.2. Arduino Uno

Arduino, processing/Wiring dilini kullanarak çevre elemanları ile temel giriş çıkış uygulamalarını gerçekleştiren açık kaynaklı fiziksel programlama platformudur. Bu çalışma Arduino ailesinden Arduino Uno ile hazırlanmıştır. Arduino Uno, ATmega328 işlemcisini kullanan Arduino çeşididir (Şekil 2.2). On dört adet dijital giriş/çıkış pini bulunmakta, bunlardan 6'sı PWM çıkışı olarak kullanılabilir. Altı adet analog giriş pini bulunmaktadır. 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, 2.1mm güç girişi, ICSP başlığı ve reset butonu kart üzerinde

mevcuttur. Çalışma gerilimi olarak DC 7~12V ihtiyaç duymaktadır (Arduino Türkiye, 2014).



Şekil 2.2: Arduino Uno kart (Arduino Türkiye, 2014)

### 2.3. Arduino GSM Shield

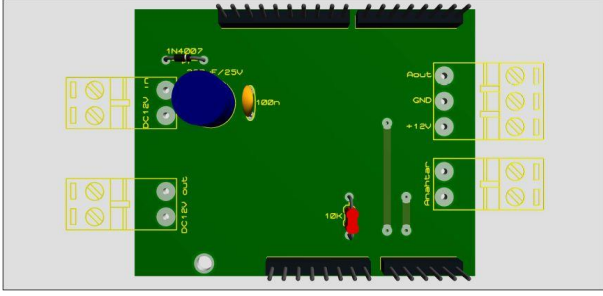
Arduino GSM Shield, Arduino Uno ile birlikte çalışmakta ve gerekli olan enerji beslemesini üzerine takılı olduğu Arduino karttan karşılamaktadır. Arduino GSM Shield'in işlemlerini yapabilmesi için bir SIM kart gereklidir (Arduino, 2014). Arduino GSM Shield haberleşmesi için 5V ve 2A değerinde bir güç kaynağına ihtiyaç duymaktadır. Arduino Uno kart ile Arduino GSM Shield üzerlerinde bulunan RX ve TX pinleri sayesinde kendi aralarında haberleşebilmektedirler (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Arduino GSM Shield (Arduino, 2014)

### 2.4. I/O Kart

Arduino beslemesini, akım transdüseri ölçümlerini ve anahtar bilgilerini Arduino'ya bildiren, kendi tasarımı olan bir karttır (Şekil 2.4). Sistemde kullanılan elektronik kartların modül haline gelmesine olanak sağlamıştır. I/O Kart ile birlikte Arduino Uno, Arduino GSM Shield olmak üzere üç katlı bir donanım oluşturulmuştur.



Şekil 2.4: I/O 3D görseli

### 3. Uygulama Yöntemi

Binada bulunan bütün sayaçları kapalı bir sistem içine yerleştirilerek sayaca yapılacak her türlü fiziksel müdahale önlenecektir.

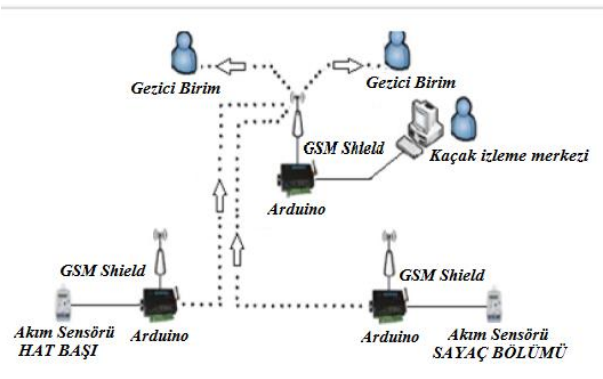
Abone olmayan ve havai iletim hattından kaçak elektrik kullananları önlemek için, havai iletim hattının hat başına ve sonuna (sayaç bölümüne) algılayıcı yerleştirilecektir. Bu iki algılayıcı arasında akım farkı oluşursa kaçak elektrik kullanımı var demektir ve Arduino tabanlı sistem ile ihbar hattına bilgi verilecektir.

Elektrik sayacının ve hat başında bulunan modülün enerjisi kesilmesi (hattın enerjisini tamamen keserek modüllere müdahale edilme ihtimaline karşı) durumunda her dakika yollanan bilgi kesilmiş olacak ve verilerin gelmediği kaçak izleme merkezinde görüntülenecektir.

Sayaç içine girilmesini ve Arduino karta yapılacak bir sabotajı önlemek amacıyla kartın bulunduğu modülün kapağında bir switch devresi bulunmaktadır. Kapak açıldığı anda switch bacak durumunu değiştirmekte ve Arduino kart bu değişimi ihbar hattına yollamaktadır.

Her dakika modüllerden gelen verilerin arşivlenmesi için bilgiler, txt dosyası olarak kaydedilmektedir.

İsteğe bağlı olarak modüllerden gelen bilgiler PC dışında birden fazla telefon hattına mesaj olarak iletilmektedir. Gerçekleştirilen bu sistemde modüllerden gelen mesajlar C# programı ile PC ekranında görüntülenmektedir. Kurulan sistemin blok şeması Şekil 3.1’ de yer almaktadır.



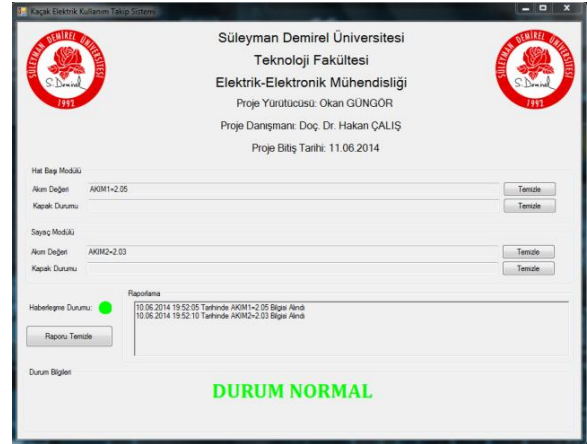
Şekil 3.1: Sistemin blok şeması

Sayaç içinde ve hat başında bulunan modüllerde kapak durum bilgisi sürekli olarak kontrol edilmekte eğer herhangi bir müdahale varsa merkeze SMS ile bildirilmektedir. Kapak durum bilgisi normal ise hattın üzerinden akım ölçümü yapılmakta ve bir dakikalık sürelerle SMS olarak merkeze yollanmaktadır. Merkeze gelen mesajlar arasındaki süre farkı eğer iki dakikayı geçmiş bulunuyor ise monitör ekranında kaçak olduğu belirtilmekte, geçmediyse gelen mesajın içeriğine bakılmaya devam edilmektedir.

### 4. Araştırma ve Bulgular

Bu çalışmada yapılan ölçümleri ve ölçümlerin sonuçlarını arayüz ekranında görüntülenmiştir.

Hat başında ve sayaç içinde ölçülen akım değerleri karşılaştırılmış ve ölçüm değerler Şekil 4.1’ de gösterilmiştir.



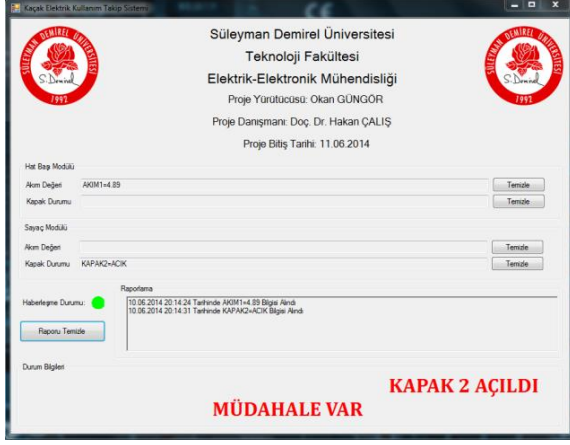
Şekil 4.1: Hat başı ve sayaç modüllerinden verilerin alınması

İki noktadan ölçülen akım değerleri arasındaki fark kayıptan kaynaklanan farkı geçince burada bir kaçak kullanım olduğunu arayüz ekranı belirlemektedir. Burada oluşan akım farkının nedeni sayaca gelemeden önce hatta yapılan bir müdahale olduğu düşünülmektedir. Bu durum txt dosyası olarak sistemin kaydına alınarak Şekil 4.2’ de gösterildiği gibi raporlanmıştır.



Şekil 4.2: Hatta müdahale olduğu durum

Sayaç ve sisteme ilave edilen modülün korunması için oluşturulan muhafaza sisteminin kapağının açılması sonucu sisteme müdahale olduğu anlaşılabilir Şekil 4.3' de gösterildiği gibi raporlanmıştır.



Şekil 4.3: Sayaç bölümünde kapağa müdahale

## 5. Sonuç ve Öneriler

Kaçak elektrik kullanımı, kaçak kullanımının yaygın olduğu ülkemizde çözülmesi gereken önemli bir problemdir. Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi'nin (TEDAŞ) hazırladığı faaliyet raporuna göre, 2012 yılı için kaçak-takip ekiplerince 3.971.244 adet abone taranmış olup 115.437 abonenin kaçak elektrik kullandığı tespit edilmiştir. 2011 yılında şebeke kaybı ve kaçak kullanım oranı %24.1. 2012 yılında ise bu oran %25.7 olmuştur (TEDAŞ Faaliyet Raporu-2011, 2012). Faaliyet raporlarında da görmüş olduğumuz kayıp kaçak oranının minimuma indirilmesi için bazı akademik ve pratik uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada OSO sisteminden farklı olarak sayaç üzerinden endeks okuma ve sayaca yükleme yapılmamaktadır. Geriye kalan OSO alt yapısındaki fonksiyonları yerine getirilmektedir. Otomatik sayaç okuma sistemine göre avantajları kurulum kolaylığı ve maliyetidir. Sistem her türlü mevcut elektrik sayaçlarını değiştirmeden kaçakları tespit edebilecek özelliktedir.

Çalışmamız prototip olduğundan, üzerinde yapılacak geliştirmelere açıktır. Bu nedenle hazırlanan sistemi OSO sistemine daha da yakınlaştırmak amacı ile sayaçlardan endeks okuma özelliği eklenebilir. Arayüz ortamı daha da geliştirilerek sistemde ölçülen endeks değerleri kullanıcılara e-posta olarak veya hazırlanacak bir internet sayfasından sunulabilir. Kaçak elektrik kullanımının tespit edilmesi sonucunda, sayaçlara ilave olarak koyulacak sistemler sayesinde abonelerin enerjileri açıp kapatılabilir. Ödeme tarihleri geçen kullanıcıların enerjileri kontrol edilebilir. Arayüz programının daha da geliştirmesi sonucunda sistemin gereksinimleri ve yatırım profili çıkarılabilir ve kayıp kaçak oranları yüzde olarak hesaplanabilir.

OSO uygulamaları, kullanılmak istenen haberleşme birimlerine göre çeşitlilik göstermektedir. Çalışmada kullanılan haberleşme

türü GSM olduğu için modülde sürekli olarak SIM kartı kullanılmaktadır.

Kaçak elektrik kullanımı alanında yapılan çalışmamız, ülkemizi akıllı şebeke sistemlerine geçilmesi yolunda hedefe bir adım daha yaklaştırmıştır.

## 6. Kaynaklar

Acenersis, Erişim Tarihi: 25.05.2014  
[http://www.acenersis.com/akim\\_gerilim\\_frekans\\_donusturuculer.html](http://www.acenersis.com/akim_gerilim_frekans_donusturuculer.html)

Arduino Türkiye, Erişim Tarihi: 25.05.2014  
<http://arduinoturkiye.com/>

Arduino, Erişim Tarihi: 01.06.2014  
<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoGSMShield>

Bahçeci B., 2010. Elektrik Kaçaklarını GPRS Tabanlı Belirleme ve Merkezi Kontrol Sisteminin Gerçekleştirilmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara

Çakmak B., Sokullu R.I., 2005. Elektrik-su-gaz vb. Cihazların Uzaktan Bilgi Aktarımı, Elektrik Elektronik Bilgisayar Mühendisliği 11. Ulusal Kongresi ve Fuarı, İstanbul

Danışman K., Özdemir A.T., 2005. GPRS Üzerinden Web Tabanlı Bölgesel Enerji Takip Sistemi, Pamukkale Üniversitesi, III. Otomasyon Sempozyumu ve Sergisi, Denizli

Robotistan, Erişim Tarihi: 26.05.2014  
<http://www.robotistan.com/Arduino-UNO-R3-Yeni-Versiyon,PR-903.html>

TEDAŞ 2011 Faaliyet Raporu, Erişim Tarihi: 11.05.2014  
<http://www.tedas.gov.tr/BilgiBankasi/KitaplikIstatistikBilgiler/2011yılıfaaliyetraporu.pdf>

TEDAŞ 2012 Faaliyet Raporu, Erişim Tarihi: 19.03.2015  
<http://www.tedas.gov.tr/KitaplikDuyuruDokumanlar/2012faaliyetraporu.pdf>

1Buton1Led, Erişim Tarihi: 19.05.2014  
<http://1buton1led.com/arduino-ile-calismaya-baslamadan-once/>

## 7. Semboller ve Kısaltmalar

GSM	Mobil iletişim için küresel sistem
OSO	Otomatik Sayaç Okuma
RX	Alınan
TX	Gönderilen
I/O	Giriş/Çıkış
GPRS	Global Paket Radyo Sistemi
SIM	Abone Kimlik Modülü
SMS	Kısa mesaj hizmeti
PC	Kişisel bilgisayar
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
AC	Alternatif akım
DC	Doğru akım



### **Okan Güngör**

2014 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimini bitirmiştir. İlgi alanları; kompanzasyon sistemleri, yüksek gerilim şalt cihazları ve akıllı şebekelerdir.