

ELEKTRİK SAYAÇLARININ UZAKTAN OKUNMASI VE ENERJİ ANALİZİ

Bilal Güçlü, Hilmi Cenk Bayrakçı*, Ahmet Ali Süzen

Geliş Tarihi/ Received: 22.10.2018, Kabul tarihi/Accepted: 28.12.2018

Özet

Elektrik enerjisi takibinde akıllı teknolojiler, sadece enerji firmalarının kullanabileceği bir sistem olmayıp, aynı zamanda tüketicilerin de faydalanabileceği sistemlerdir. Ev veya iş yeri müşterileri elektrik tüketim değerlerini anlık olarak izleyerek bütçe planlamasını gerçekleştirebilmektedir. Aynı zamanda elektrik dağıtım firmasının faturalandırdığı miktarı da kontrol edebilmektedir.

Bu çalışmada, dijital elektrik sayaçlarının tüketim miktarlarının okunması, web ortamına aktarılması ve tüketim değerlerinden çıkarımlar elde edilmesi amaçlanmıştır. Dijital sayaçlardan değerlerin okunması için Arduino Mega geliştirme kartı kullanılmıştır. Alınan verilerin web ortamına aktarılması için Arduino üzerine GSM modül yerleştirilmiştir. Sayaç üzerinden 1 saniyelik periyotlarda gelen veriler, 15 dakika aralıkla web ortamında bulunan MySQL veri tabanına kaydedilmektedir. Arayüz yazılımı ile veri tabanında bulunan veriler zamansal periyotlarda kullanıcıya gösterilmektedir. Sonuç olarak çalışma ile faturalandırmada oluşabilecek yanlışlıkların önüne geçecektir. Ayrıca tüketim bütçesinin kontrolü ile enerji tasarrufu sağlanması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arduino, Elektrik Sayacı, Optik Okuyucu Tüketim, Uzaktan Sayaç Okuma, Enerji verimliliği.

REMOTE READING OF ELECTRICITY METERS AND ENERGY ANALYSIS

Abstract

Intelligent technologies in the pursuit of electrical energy are not only a system that can be used by energy companies but also systems that consumers can benefit from. Home or office customers can perform budget planning by monitoring the electricity consumption values instantly. It can also control the amount invoiced by the electricity distribution company.

In this study, it is aimed to read the consumption amounts of digital electricity meters, transfer them to the web environment and to obtain inferences from consumption values. An Arduino Mega development board is used to read values from digital counters. The GSM module is placed on the Arduino to transfer the received data to the web. Data from the counter in 1 second period is recorded in MySQL database in the web environment at 15-minute intervals. The data in the database with the interface software is shown to the user in time periods. As a result, it will prevent mistakes that may occur in invoicing with work. In addition, it is aimed to save energy with control of consumption budget.

Key Words: Arduino, Electricity Meter, Optical Reader Consumption, Remote Meter Reading, Energy Efficiency.

* Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye
E-posta: cenkbayrakci@isparta.edu.tr

1. Giriş

Elektrik enerjisi günümüzde hayatımızın vazgeçilmezidir. Bugün kullanılan tüm endüstri alanları göz önüne getirildiğinde elektrik çağında yaşıyoruz denebilir. Kullanılan enerjinin büyük bir bölümü elektrik enerjisidir. Evlerde ve iş yerlerinde elektrik enerjisi, aydınlatma, ısıtma, soğutma vb. birçok amaçla kullanılır (Çakmak ve Sokullu, 2006).

En ileri düzeydeki haberleşme cihazlarının çalıştırılmasında elektrik enerjisinden yararlanılır. Radyo, televizyon, telefon, hesap makineleri ve bilgisayar gibi birçok cihaz, elektrik enerjisinden başka bir enerji çeşidi ile çalışmazlar. Yine evlerde kullanılan birçok cihazlarda mekanik enerjinin elde edilmesinde, elektrik enerjisi kullanılır. Elektriğin sanayide kullanılma yerleri de sayılmayacak kadar fazladır (Süzer, 2016).

Elektrik enerjisi belirli kurallarla ve yasalarda desteklenerek kullanıcıların, abonelerin hizmetine sunulmak üzere projeler ışığında bina girişlerine veya kapı girişlerine sayaç takılma zorunluluğu vardır (EPDK, 2018). Sayaçlar ya da elektrik saatleri, abonelerin kullanmış olduğu elektrik miktarlarını ölçmek için kullanılır. Yetkili enerji firmaları tarafından bir kişinin görevlendirilmesi ile sayacın üzerindeki kullanım miktarının okunmakta ve yanında getirdiği donanım ile faturalama işleminin yapılmaktadır. Faturalama sonrasında kullanıcının görebileceği bir yere bırakma yoluyla yapılan işleme “sayaç okuma ve faturalama işlemi” denir (AEDAŞ, 2018).

Bu uygulama çalışmasında, ev veya iş yerlerinde bulunan dijital elektrik sayaçlarının uzaktan izlenmesi sağlamak ile beraber tüketim değerleri analiz edilerek çıkarımlarda bulunulmuştur. Çalışma, dijital elektrik sayaçlarının optik okuma bölümüne yerleştirilen okuyucu ile veri almaktadır. Alınan veriler kontrol kutusunda işlenerek web ortamında bulunan veri tabanına kaydedilmektedir. Her 15 dakikada bir alınan veriler geliştirilen ara yüz yazılım üzerinden izlenmiştir. Bu izleme sonucunda müşteriye anlık tüketim bilgisi sunulmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu bölümde gerçekleştirilen uzaktan sayaç okuma sisteminin altyapısında kullanılan teknolojiler hakkında teknik bilgiler verilmiştir.

2.1. Elektrik Sayacı

Konutlarda, iş yerlerinde veya elektrikle çalışan cihazların tükettiği elektrik enerjisi miktarını veya bir jeneratör vb. cihaz tarafından üretilen elektrik enerjisi miktarını ölçen cihazdır. Elektrik sayacı, faturalandırmanın doğru bir şekilde yapılabilmesi için oldukça önemli bir araçtır. Temel olarak üretilen/tüketilen gücün zaman içerisindeki miktarını ölçerek çalışan bu cihazlar zaman dilimi olarak "saati" kullanmaktadır. Elektrik Sayaçları; ölçülen noktadan geçen gücü zaman ekseninde toplayarak genellikle kWh – kVarh – MWh – MVarh cinsinden kaydeden cihazlar olarak tanımlanabilir (Şahin, 2007).

Tablo 1 'de görüldüğü gibi sayaçlar yapısına göre, devreye bağlanma şekline göre, imalat ve bağlantı şekline göre, ölçülen enerjinin cinsine göre, fonksiyonlarına ve kullanım yerine göre sınıflandırılabilir (Şahin, 2007).

Tablo 1. Sayaçların sınıflandırılması

Yapısına Göre	Mekanik Elektromekanik Elektronik
İmalat ve Bağlantı Şekline Göre	Bir Faz İki Telli (Bir elemanlı) Üç Faz Dört Telli (Üç elemanlı) Üç Faz Dört Telli (2 ½ elemanlı) Üç Faz Üç Telli (Aron veya 2 elemanlı)
Devre Bağlanma Şekline Göre	Sekonder, Doğrudan Bağlanan Primer, Akım Trafosu ile Bağlanan(x/5,AG) Akım ve Gerilim Trafosu ile Bağlanan(x/5,OG)
Ölçülen Enerjiye Göre	Aktif Sayaçlar Reaktif Sayaçlar Aktif-Reaktif Kombi Sayaçlar VA Sayaçlar
Fonksiyonlarına Göre	Normal Sayaçlar Demantmetreli Sayaçlar Çok Tarifeli Sayaçlar Çok Yönlü Sayaçlar (İmport-Export) Yük Profili Kaydeden Sayaçlar Haberleşme Özellikli Sayaçlar
Kullanım Yerine Göre	Tüketici Sayaçlar Dengeli Uzlaştırma Sisteminin Gerektirdiği Haberleştirme Sağlayacak Sayaçlar

2.2.1. Seri Haberleşme

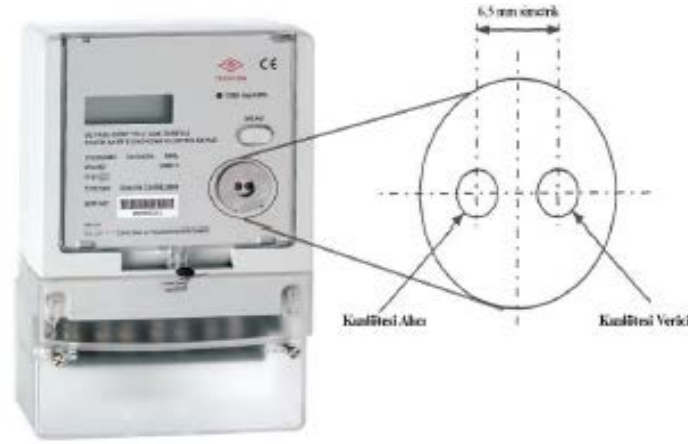
En yaygın haberleşme protokollerindendir. Seri bir bağlantıda gönderici veya sürücü bir dizi içindeki mega bitleri belli bir zamanda tek tek gönderir. Bir bağlantı iki tane cihaz arasında kurulursa her bir cihaz için tek bir yol tanımlanır. Üç veya daha fazla cihazda her bir haberleşme için paylaşılmış yollar ve ağ protokolleri tanımlamaları kullanılır (Wilkinson, 1993).

2.1.2. RS485 Haberleşme

RS485 veya EIA (Electronic Industries Association) 485 iki yönlü (half-duplex) gönderme yapan sistemlerde haberleşme mesafesini 1,2 km kadar çıkarabilen haberleşme yapısıdır. Dengelenmiş (balanced) hatlarda kullanılır. Seri haberleşmede RS232'nin taşıyabileceği mesafeden daha uzak bir mesafeye veri iletimi için gerektiğinde RS 485 tercih edilir.

Dengelenmiş ve dengelenmemiş hatlar; RS232 tek sonlu hatlar kullanırken, RS485 dengelenmiş hatlarla daha uzak mesafelere bilgi taşıyabilmektedir. Her bir sinyal bir kabloda negatif voltajıyla beraber kablo çiftlerine atanmıştır. Alıcı iki voltaj arasındaki farkla cevap verir. Dengelenmiş hatların gürültüden etkilenmemeleri en büyük avantajıdır (Dunklin ve Smith, 2010).

Sayaç üzerindeki optik port; sayaç üzerine yerleştirilen optik port ekipmanı Şekil 1 'de verilmiştir. Kızıl ötesi verici ve alıcıdan oluşur.



Şekil 1. Sayaç üzerindeki optik port

2.2. Elektrik Sayaçlarının Uzaktan Okunması

Sayaçların uzaktan okunmasında (AMR) farklı haberleşme teknolojileri kullanılmaktadır. Önemli olan en doğru teknolojinin en uygun maliyete sağlanmasıdır. Bu teknolojilerin en başında GSM / GPRS, RF ve M-Bus haberleşme teknolojileri gelmektedir.

Enerji durumu, haberleşme sıklığı ve sayaç yoğunluğuna göre mevcut teknolojilerden en uygun olanı tercih edilir (TEDAŞ, 2011).

Sayaçların uzaktan okunmasında (AMR) ülkemizde yaygın olarak kullanılan teknolojilerin başında GSM / GPRS gelmektedir. Özellikle dağınık bir şekilde konumlandırılmış sayaçların uzaktan okunmasında tercih edilir. Gaz, su ve elektrik sayaçlarında ağırlıklı olarak endüstriyel ve ticari sayaçlar bu teknoloji ile uzaktan okunmaktadır. GSM / GPRS teknolojisinin en büyük dezavantajı işletme maliyetidir fakat yatırım maliyeti çok düşüktür. GSM / GPRS teknolojisinin bir başka dezavantajı enerji tüketimi olup bu durum elektrik sayaçlarının okunmasında bir sorun teşkil etmemektedir. Su ve gaz sayaçlarının okunmasında pilli sistemler mevcut olup bu durumda haberleşme sıklığının ayarlanması gerekir (Dunklin ve Smith, 2010).

2.3. Arduino

Hızla gelişen teknolojinin elektronik ve otomasyon alanına yansması hızlı işleyen, yüksek kararlılığa sahip geliştirme kartlarını da beraberinde getirmiştir. Bununla beraber geliştirme kartlarında yer alan mikroişlemci veya mikrodenetleyicinin kodlanması da eskiye göre kolaylaştırılmıştır. Bu kartlar üzerinde mikroişlemci veya mikrodenetleyiciye komutların gönderilmesi için gerekli bootloader ve veri giriş-çıkışı için pinler artık hazır olarak geliştiriciye sunulmaktadır. Bu geliştirme kartlarına Arduino, Omega 2, Orange Pi, Raspberry Pi, STM örnek verilebilir (Süzen vd., 2017).

Ülkemizde son 5 yılda elektronik ve otomasyon alanlarında kullanılan geliştirme kartlarına bakıldığında maliyet, temin edilebilirlik, öğrenme kolaylığı bakımından Arduino geliştirme kartının kullanıldığı görülmektedir. Arduino geliştirme kartı 2005 yılından İtalyan mühendisleri tarafından geliştirilmiştir (Lee vd., 2014). Arduino geliştirme kartı açık kaynak

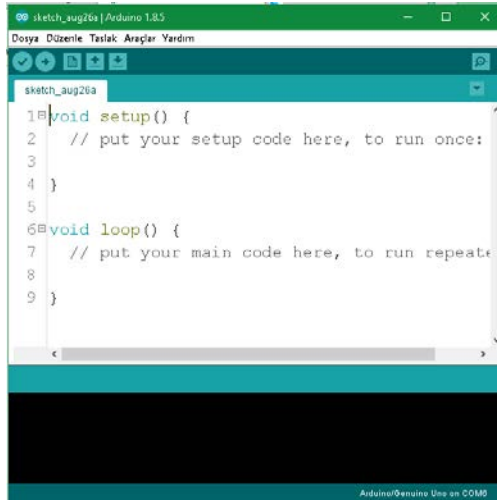
kod ve donanıma sahiptir. Kullanım alanına ve özelliklerine göre arduino'nun farklı modelleri vardır. Arduino geliştirme kartının çeşitleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Arduino'nun modelleri (Arduino, 2018)

Arduino DUE	Arduino Leonardo	Arduino Yun
Arduino Mega 2560	Arduino LilyPad	Arduino Industrial 101
Arduino Esplora	Arduino Uno	Arduino 101
Arduino Pro Mini	Arduino Mini	Arduino Tian
Arduino BT (Bluetooth)	Arduino Nano	Arduino Zero
Arduino Ethernet	Arduino Pro	Arduino CTC 101
Arduino Mega ADK	Arduino Fio	Arduino YUN Mini
Arduino Mega 2560	Arduino LilyPad	Arduino Materia 101

2.4. Arduino IDE Editörü

Arduino IDE, arduino geliştirme kartlarının kitleri için geliştirilmiş olup komutların yazılmasına, derlenmesi ve son aşamada derlenen kodları USB aracılığıyla yüklenmesine olanak sağlayan yazılım geliştirme platformudur. Arduino IDE editörü Şekil 2'deki görüldüğü gibi sade kullanışlı bir ara yüze sahiptir.



Şekil 2. Arduino IDE editörünün arayüzü

2.5. Sim900 GSM Shield

Sim900 GSM Shield; Arduino geliştirme kartı üzerinden GSM şebekesine bağlanarak arama, kısa mesaj ve internet işlemleri sağlayan bir modüldür. Arduino geliştirme kartı ile RX / TX bağlantısı üzerinden haberleşmektedir. Sim900 ile işlemlerin yapılması için AT komutları kullanılır. Bu komutlar ile aramanın veya kısa mesajın gönderileceği telefon numarası ile girilir. Ayrıca internet üzerinden işlem yapılması yine AT komutları kullanılır. Tablo 3 'de örnek AT komutları ve işlevleri gösterilmiştir (Zaghloul, 2014).

Tablo 3. Sim900 için AT komut örnekleri

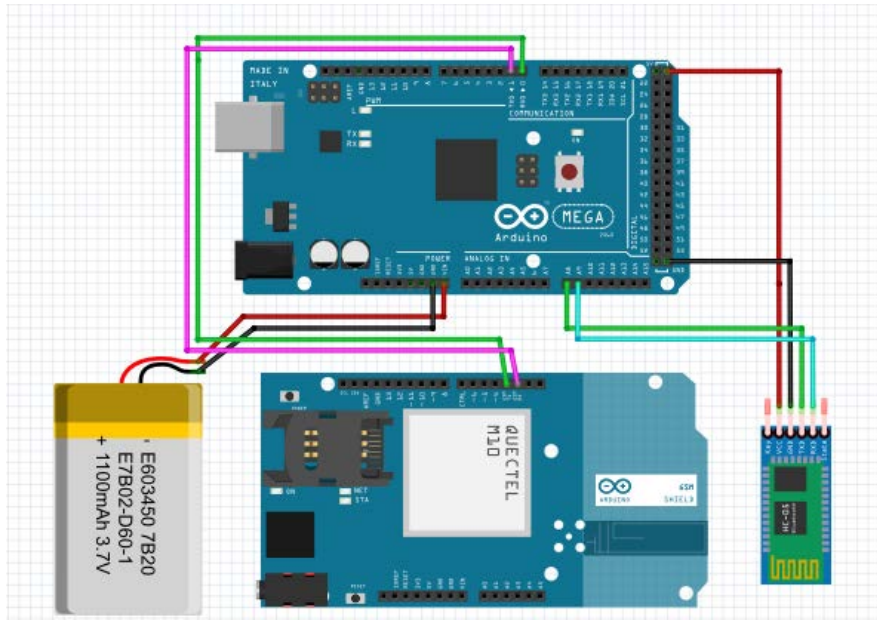
AT Komutları	Fonksiyon
AT+CPIN?	Sim kart Kontrolü
AT+CREG?	Şebeke Kontrolü
ATH	Aramayı Sonlandırma
ATA	Aramayı Otomatik Cevaplama
AT+CMGS="+90gsmnumber" r " + "message" + " r"	Kısa Mesaj Gönderme
ATD050XXXXXXXX	Arama Yapma

3. Uzaktan Sayaç Okuma Uygulaması

Elektrik sayaçlarında yer alan tüketim değerlerinin (T1, T2, T3) internet ortamından takip edilmesi ve verilerin saklanması için veri aktarım terminali ve web arayüz yazılımı geliştirilmiştir. Veri aktarım terminali elektrik sayacı üzerinden “Aktif Endeks, Endüktif Endeks, Kapasitif Endeks” değerlerini almaktadır. Web arayüz yazılımı terminalden gelen değerleri işleyerek tüketim miktarlarını 15 dakikalık periyodlar ile kaydetmektedir.

3.1. Veri Aktarım Terminalinin Geliştirilmesi

Uzaktan sayaç okuma sisteminde elektrik sayacından okunan değerlerin internet ortamına aktarılması için terminal kutu geliştirilmiştir. Terminalde mikrodenetleyici olarak Arduino Mega R3 kullanılmıştır. GPRS hattı üzerinden verilerin taşınması işlemi SIM900 Arduino Modülü üzerinden gerçekleştirilmektedir. Tasarlanan veri aktarım terminalinin bağlantı şeması Şekil 3’de verilmiştir.



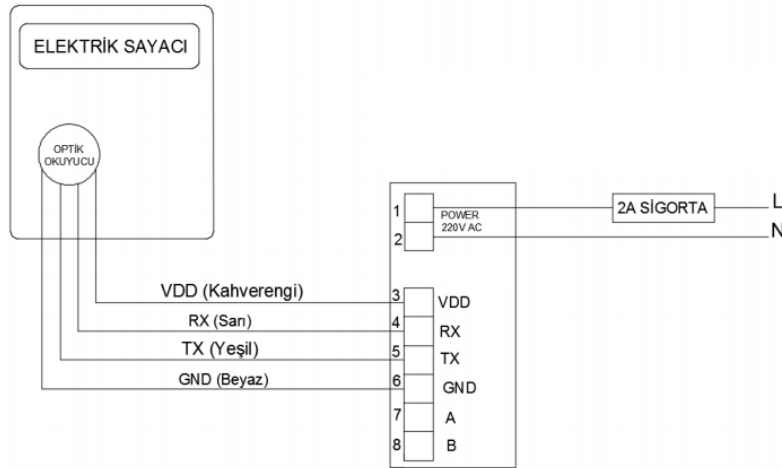
Şekil 3. Veri aktarım terminalinin devre şeması

Veri aktarım terminalinin devre şemasının tasarlanmasından sonra baskı devresi hazırlanarak Şekil 4’de gösterildiği gibi kullanılabilir duruma getirilmiştir. SIM900 üzerinden veri iletişiminin gerçekleştirilmesi için veri hattı alınmıştır.



Şekil 4. Veri aktarım terminalinin görüntüsü

Optik okuyucu IEC1107(IEC62056-21) protokolü kullanarak haberleşen elektronik cihazlar ile bilgi alışverişini sağlamak amaçlanmaktadır. Sayaçlar ile haberleşmede kullanılan GPRS veya Ethernet tabanlı modemlerin sayaçlardan veri okuması için kullanılmaktadır. Optik okuyucu Şekil 5’de görülen bağlantı şemasındaki gibi elektrik sayacının optik gözündeki metal yüzeye tutturulur.



Şekil 5. Terminal optik okuyucu bağlantı şeması

Uzaktan sayaç okuma sisteminin geliştirilme aşamasından sonra test sayacına monte edilerek yaklaşık 3 aylık süreçte veri aktarımı gerçekleştirilmiştir. Test firmasının elektrik sayacı üzerinde bulunan optik okuyucu bölümüne aktarım terminalindeki okuyucu Şekil 6’de gösterildiği gibi yerleştirilmiştir.



Şekil 6. Elektrik sayacına optik okuyucunun takılması

4.2. Veri Aktarım Terminalinin Yazılımın Geliştirilmesi

Donanımsal olarak tasarımı gerçekleştirilen veri aktarım terminalinin sistemsel olarak çalışması için Arduino IDE editörü ile yazılımı geliştirilmiştir. Optik sayaç ve diğer devre elemanları ile kartın haberleşmesi için öncelikle giriş çıkış pinlerinin tanımlanması gerekmektedir. Bunun için gerekli tanımlama kodları Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4. Giriş pinlerinin tanımlanması

1	int	optikrx=A8;
2	int	optikrx=A9;
3	int	gprs rx=0;
4	int	gprs rx=1;

GSM900 modülünün arduino ile beraber kullanılması için Arduino IDE editörüne; `#include <GPRS_Shield_Arduino.h>`, `#include <SoftwareSerial.h>`, `#include <Wire.h>` kütüphaneleri eklenmektedir. Daha sonra sınıf tanımlaması için GPRS `gprs(gprsrx, gprstx, BAUDRATE)` kod bloğu kullanılmıştır. Son adımda `gprs.init()` fonksiyonu ile internet bağlantısı başlatılmaktadır.

İnternet bağlantısının sağlanmasından sonra elektrik sayacından gelen verinin 15 dakikalık periyotlarda veri tabanına gönderilmesi sağlanmıştır. Sayaçtan gelen veriler `analogRead(optikrx)` fonksiyonu ile alınmaktadır. 15 dakikalık zaman süresini ölçmek için arduino timer yapısı kullanılmıştır. Okunan verilerin internet üzerinden gönderilmesi için Tablo 5’de gösterilen kod bloğu geliştirilmiştir.

Tablo 5. Verilerin gönderilmesini sağlayan kod bloğu

```
gprs.println("HTTP/1.1 200 OK");
gprs.println("Content-Type: text/html");
gprs.println("Connection: close");
gprs.println("Refresh: 900");
gprs.println();
gprs.println("<!DOCTYPE HTML>");
gprs.println("<html>");
for (int analogChannel = 0; analogChannel < 6; analogChannel++)
int sensorReading = analogRead(optikrx);
gprs.print("Okunan Değer ");
gprs.print(analogChannel);
gprs.print(" : ");
gprs.print(okunandeger);
gprs.println("<br />");
gprs.println("</html>");
```

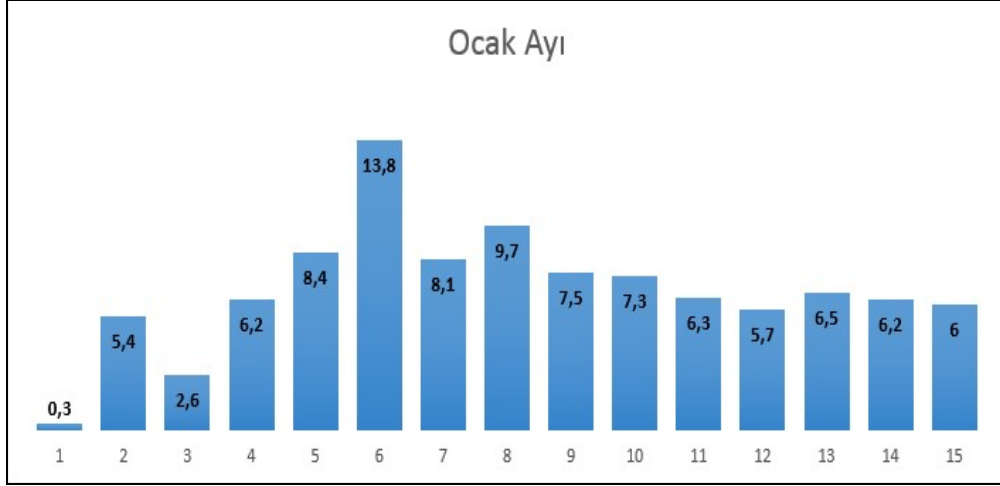
3.3. Kullanıcı Arayüz Yazılımın Geliştirilmesi

Veri aktarım terminalinden alınan veriler ilk olarak MySQL veri tabanında saklanmaktadır. Gelen verilerin kullanıcı tarafından incelenmesi ve yorumlanması için PHP web programlama dili ve bootstrap teması ile arayüz yazılımı geliştirilmiştir. Ana sayfada bağlı olan cihazlar, cihazlardan gelen hata mesajları ve bağlantı kurulmayan cihazları gösterilmektedir.

4. Araştırma Bulguları

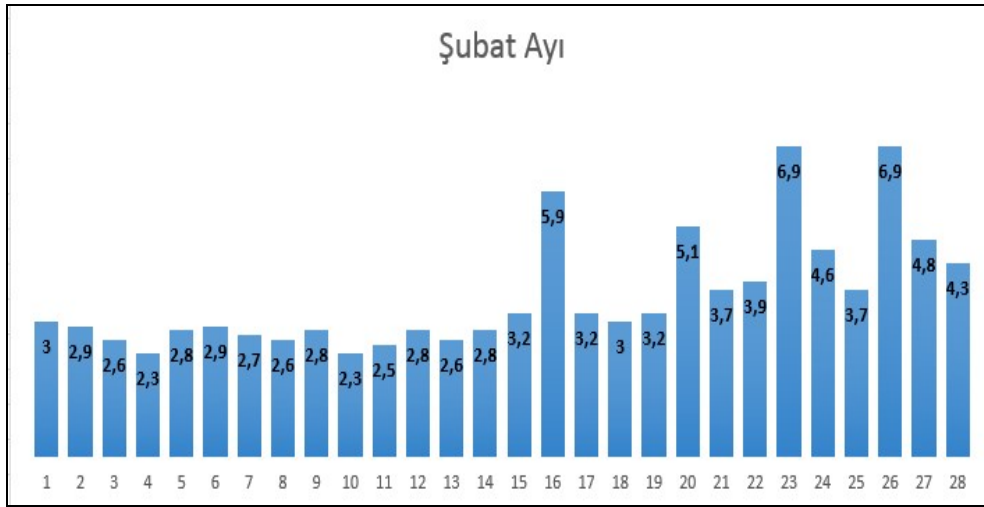
Uzaktan sayaç okuma sisteminden gelen verilerin incelenmesi ve analiz edilmesi bu bölümde sağlanmıştır. Uzaktan sayaç okuma cihazından gelen veriler işlenerek Gündüz (T1), Puant (T2) ve Gece (T3) değerleri elde edilmiştir. Analiz ve inceleme için kullanılan veriler test sistemin kurulduğu Uni Enerji firmasına aittir. Test firmasında Ocak, Şubat, Mart ve Nisan ayları içerisinde günlük ve saatlik ölçümler yapılmıştır. Ölçüm sonucunda elde edilen tüketim değerleri eklerde tablolar halinde verilmiştir.

Test firmasında Ocak ayı için 15 günlük tüketim değerleri incelenmiştir. Test firmasının 15 gün sonunda 2.989,11 TL bir tüketim değeri oluşmuştur. Bu tüketim değeri üzerinden Şekil 7'de verilen grafik çıkartılmıştır. Şekil 7'de gösterilen grafiğe göre Ocak ayının 6. günü toplam tutarın % 14 'üne kapsayan bir tüketim gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda 8. gün de yine toplam değer %10 'nu kapsayan bir tüketimde olduğu görülmektedir. Buna göre test firması 6. ve 8. günlerde ortalamanın üzerinden bir tüketim gerçekleştirmiştir.



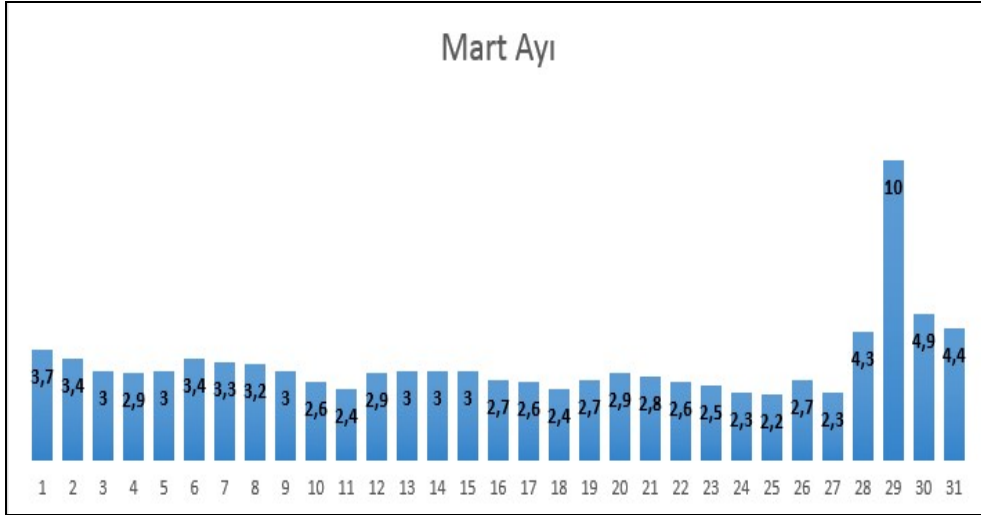
Şekil 7. Ocak ayı günlük tüketim oranları

Test firmasının Şubat ayı için 28 günlük tüketim değerleri incelenmiştir. Test firmasının 28 gün sonunda 5.928,21 TL bir tüketim değeri oluşmuştur. Elde edilen tüketim değerlerin günlük karşılaştırılması Şekil 8’de gösterilmiştir. Buna grafiğe göre toplam tüketim değerinin Şubat ayının 10. Gün %6 ‘lık, 23.gün %7 ‘lik ve 26.gün ise %7’lik bölümünü oluşturmaktadır. Diğer günler ortalama bir tüketim değeri oranında kalmaktadır.



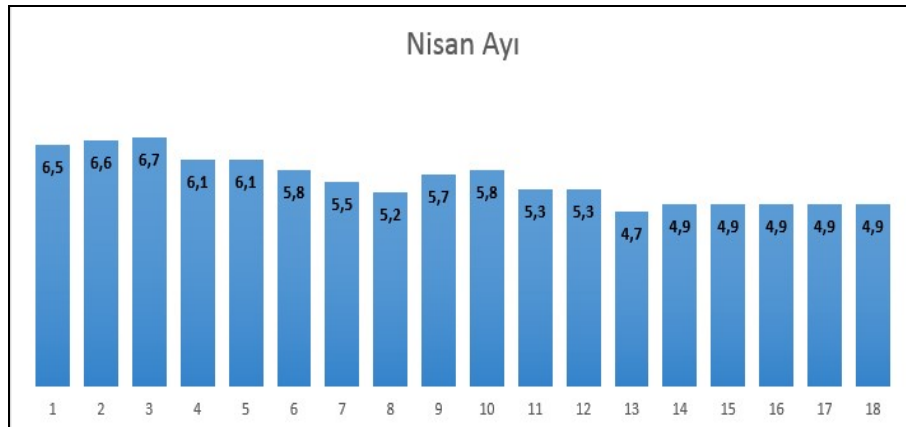
Şekil 8. Şubat ayı günlük tüketim oranları

Test firmasının Mart ayı için 31 günlük tüketim değerleri incelenmiştir. Test firmasının 31 gün sonunda 6.137,74 TL bir tüketim değeri oluşmuştur. Elde edilen tüketim değerlerin günlük karşılaştırılması Şekil 9’da gösterilmiştir. Tüketim değerleri incelendiğinde 23. gün toplam tüketim değerinin %10 ‘nu karşılamaktadır. 24.günde ise ortalama değer %5 ile çok az bir şekilde aşılmaktadır.



Şekil 9. Mart ayı günlük tüketim oranları

Test firmasının Nisan ayı için 18 günlük tüketim değerleri incelenmiştir. Test firmasının 18 gün sonunda 3.281,97 TL bir tüketim değeri oluşmuştur. Elde edilen tüketim değerlerin günlük karşılaştırılması Şekil 10'da gösterilmiştir. Test firmasında Nisan ayından yapılan 18 günlük tüketim değerlerinin ortalama değerini aşan gün olmamıştır. Ölçülerin aralıktaki tüketim değerlerinde günlük kararlılık görülmektedir.



Şekil 10. Nisan ayı günlük tüketim oranları

5. Sonuçlar

Enerji verimliliğinin giderek daha fazla önem kazanması ve kompanzasyon uygulamasını güçleştiren dengesiz ve hızlı yük profilinin işletmelerde yaygın bir hale gelmesi, işletmeleri enerji tüketimlerini takip etmeye yöneltmektedir. Uzaktan sayaç okuma sistemi bu ihtiyaçlar göz önünde bulundurularak, kullanıcının kolay bir şekilde sisteme ulaşabileceği ve gerekli tüm bilgilere rahatça erişebileceği bir şekilde tasarlanmıştır. Enerji İzleme Sistemi sayesinde kompanzasyon sisteminden sorumlu olunan tüm işletmelerin enerji değerlerini ve cezaya girip girmediğini online olarak takip edilebilmektedir. Bu sayede her bir işletmeye gitmekten kaynaklanan zaman ve para kaybından kurtulmuş olmaktadır.

Günlük olarak tutulan ve dört ay boyunca tüketim değerleri ay sonunda sağlayıcı firmanın verdiği fatura ile kıyaslanmıştır. Bu kıyaslama sonucunda aylık bazda oluşan farklılıklar

Tablo 6’da gösterilmiştir. Oluşan bu farklılık önceki aydan devreden fatura bedeli ve ölçüm zamanında oluşan elektrik kesintisinden kaynaklandığı görülmektedir.

Tablo 6. Ölçülen ve gelen faturaların ay bazında karşılaştırılması

Ay	Ölçülen Fatura	Gelen Fatura	Fark	Oran (%)
Ocak	2.989,11 ₺	2.995,00 ₺	5,89 ₺	0,20
Şubat	5.928,21 ₺	5.952,00 ₺	23,79 ₺	0,40
Mart	6.137,74 ₺	6.140,00 ₺	2,26 ₺	0,04
Nisan	3.281,97 ₺	3.284,00 ₺	2,03 ₺	0,06

Geliştirilen sistemde firma veya tüketici günlük üç farklı tüketim değerini görebilmektedir. Aynı zamanda bu tüketim değerlerini hangi zaman aralıklarında yaptığını izleyebilmektedir. Tüketici veya firma gelen veriler doğrultusunda enerji tüketim zamanlarını tekrar ayarlayabilmektedir. Böylelikle aylık tüketim değeri miktarında azalmanın olması hedeflenmektedir. Bu hedef çerçevesinde enerji verimliliği konusunda da avantaj sağlaması amaçlanmaktadır.

Enerjinin en ucuz olduğu zaman aralığı tercih edilerek, hem parasal hem de enerji açısından tasarruf edilmesi amaçlanmakta ve enerji verimliliğinin artması hedeflenmektedir.

Kaynaklar

AEDAŞ, Akdeniz Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi, Erişim Tarihi: 08.06 2018.
http://www.akdenizedas.com.tr/tr/sayfalar/169/eposta_adresleri

Çakmak B., Sokullu _R., (2006). Design and Implementation of a System for Remote Access to Electronic Meters, Metering International, Ege University, Department of Electrical and Electronics Engineering,

Dunklin, P.I., Smith L.D., (2000). The Chartwell AMR Report 2000, USA.

EPDK, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu - Elektrik Verileri Analizi, Erişim Tarihi: 08.06 2018. <http://www.epdk.org.tr/Detay/SiteSearch?st=elektrik%20analizi>

Lee, H., Jung, S., (2014). Gyro sensor drift compensation by Kalman filter to control a mobile inverted pendulum robot system. IEEE International Conference. 3. 98-105.

Süzen, A.A., Ceylan, O, Çetin, A . & Ulusoy, A., (2017). Arduino Kontrollü Çizim Robotu. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8 (Özel (Special) 1), 79-87.

Süzer, E., S., (2006). Uzaktan Sayaç Okuma Teknikler_ Ve Modbus-Rtu, Iec 61107 Mod C Protokolleri ile Örnek Yazılım, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Şahin, H., (2007). Elektronik Sayaçlarda Kullanılmak Üzere Uzaktan Gprs Modül İle Elektronik Elektrik Sayacı Okuma Uygulaması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

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

Wilkinson, R., P., (1993) . U.S. Patent No. 5,263,565. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Zaghloul M., S., (2004) “GSM-GPRS Arduino Shield (GS-001) with SIM 900 chip module in wireless data transmission system for data acquisition and control of power induction furnace”, International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5, Issue 4, 776-780.