



ARAŞTIRMA MAKALESİ (Research Article)

ELEKTRONİK-ELEKTRİK SAYAÇ VERİLERİNİN OPTİK PORTTAN GÖMÜLÜ SİSTEM GELİŞTİRME KARTLARI İLE OKUNMASI

Tuncay AYDOĞAN¹, Halil DUMAN²

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, Isparta, tuncayaydogan@sdu.edu.tr,
ORCID: 0000-0001-9397-7547

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta,
duman5010@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-2858-0484

Geliş Tarihi (Received Date):02.07.2018

Kabul Tarihi (Accepted Date):12.09.2018

ÖZ

Otomatik Sayaç Okuma Sistemi (OSOS), sayaç verilerinin otomatik olarak uzaktan okunabilmesi, verilerin merkezi bir sisteme aktarılması, doğrulanması, eksik verilerin doldurulması, verilerin saklanması, ilgili taraflara istenilen formatta sunulması, amacıyla kurulacak olan ve gerekli yazılım, donanım ve iletişim altyapısını kapsayan sistemdir. Elektrik şebekelerinde kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşan OSOS (Otomatik Sayaç Okuma Sistemleri)'lara uyumlu olmayan standart elektrik sayaçlar sistemin dışında kalmaktadır. Sayaçların değişimi hem maliyet artışına neden olmakta hem de daha düşük maliyetle OSOS sistemine uyarlanabilecek sayaçların hurdaya ayrılmasıyla gereksiz büyük bir ziyana yol açmaktadır. Bu çalışmada, Monofaze (tekfazlı) elektronik-elektrik sayaçlardaki verileri optik portlarından okuyabilecek gömülü sistem geliştirme kartlarına (Arduino) uyum sağlayan modül tasarlanmıştır. Çalışma sonucunda elektronik-elektrik sayaç ile iletişim sağlayabilecek RS232 dönüştürücü sayesinde gömülü sistem geliştirme kartları ile sayaçlar haberleşebilmiştir. Elektronik-elektrik sayacındaki veriler IEC 62056-21 protokolüne uygun olarak tasarlanan modül sayesinde bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Otomatik Sayaç Okuma Sistemi (OSOS), Elektronik-elektrik sayaç, Gömülü sistem geliştirme kartı(Arduino), RS232haberleşme, IEC 62056-21*

ELECTRONIC-ELECTRIC METER DATA READ WITH EMBEDDED SYSTEM DEVELOPMENT BOARDS FROM OPTIC PORT

ABSTRACT

The Automatic Meter Reading System (AMR) is a system that includes necessary software, hardware and communication infrastructure to be installed in order to automatically read meter data remotely, transfer data to a central system, verify, fill in missing data, store data, Its use in electric networks is outside of the standard electricity meter system, which is not compatible with the increasingly widespread AMR (Automatic Meter Reading). The change of the counters causes both cost increase and unnecessary big loss due to separation of the counters which can be adapted to the AMR system

at lower cost. In this work, the module on the Monophasic electronic electricity meters is designed to adapt to the embedded system development cards (Arduino) which can read from the optical port. As a result of the work, meters can be communicated with embedded system development cards thanks to RS232 converter which can communicate with electronic-electricity meter. The data of the electronic-electricity meter is transferred to the computer environment through the module designed in accordance with IEC 62056-21 protocol.

Keywords: *Automatic Meter Reading (AMR), Electronic-electricity meter, Embedded system development card (Arduino), RS232 communication, IEC 62056-21*

1. GİRİŞ

Artan dünya nüfusu ve şehirlerin giderek kalabalıklaşması, karmaşık ‘şehir ağı’nın çok iyi yönetilmesini ve doğru stratejiler geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Şehirlerdeki yaşamın her yönüyle daha iyi bir seviyeye getirilmesi, yeni teknolojiler sayesinde mümkün olmaktadır. Bu kavram temelde, bilişim teknolojilerinin tüm olanaklarından yararlanılarak, şehir hayatındaki fonksiyonların ve uygulamaların etkili şekilde kullanılmasını ifade etmektedir [1].

Artan nüfusla beraber artan enerji ihtiyacı, elektrik geçişleri sebebiyle ısınan kablolarda yaşanan kayıpların artması ve mevcut tesislerdeki üretimin sınırlı olması gibi unsurlar, klasik şebekelerden akıllı şebekelere geçişi zorunlu kılmaktadır. Elektrik başta olmak üzere tüm şebekelerin ‘akıllanması’, gerçek anlamda devrim niteliği taşımaktadır[1]. Bu durum sayaçların okunmasında ciddi değişikler meydana gelmesine neden olmuştur. Enerji üreticileri üretimlerini planlamak için, enerji tedarikçileri talebi eksiksiz karşılayabilmek için ve tüketiciler de tüketimlerini kontrol altına alıp, maliyetlerini azaltmak için enerjinin tüketimini yakından takip etmek ve geçmiş kullanım alışkanlıkları hakkında detaylı verilere sahip olmak isterler [2,3]. Klasik bir düzende bu verilerin tüketiciden üreticiye doğru akışı gayet yavaş olmaktadır. Dolayısıyla gelirlerin geri dönüş süresi gayet uzun olmaktadır. Günümüzde sayaç verilerini dakikalarla ifade edilecek bir sürede elde etme imkânı vardır. Bu iş ancak modern bir Otomatik Sayaç Okuma (OSO veya AMR – Automatic Meter Reading) sistemi aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Otomatik Sayaç Okuma (OSO) sayesinde dağıtıcı firma ve tüketicilerin sorumlulukları ve iş yükleri azalmaktadır. Tüketiciler çoğunlukla bir sayaca sahip olduğunu dahi unuturlar. OSO sayesinde enerji tüketimi ile ilgili daha ayrıntılı bilgilere saniyeler içerisinde ulaşılacaktır. Bu durum verimli enerji tüketimi, arızaların hızlı takip edilmesi, maliyetin düşülmesi gibi konularda tedarikçi ve tüketicinin iş yükünü azaltacaktır. Azalan kaynaklar ve yükselen enerji maliyetleri, enerjinin en verimli bir şekilde yönetimini zorunlu kılmaktadır.

Bu çalışmada, standart monofaze (tekfazlı) elektronik-elektrik sayaçların OSO sistemine uyumlu hale getirilebilmesi için modül tasarlanmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR ve DEĞERLENDİRME

2.1. Elektronik – Elektrik Sayaçların Yapı ve Özellikleri

Elektronik -elektrik sayaçlar, bağlı oldukları devrenin akım ve gerilim bilgilerini eşzamanlı olarak elektronik devreler yardımıyla değerlendirip, sayısal işaretlere dönüştürerek, mikrodenetleyici ünitesi yardımıyla tüketilen enerji değerlerini hesaplar ve tüketim bilgisi olarak üzerindeki LCD ekrana aktarırlar. Elektronik sayaçlardan aktif tüketim(kWh), endüktif reaktif tüketim (kVarh), kapasitif reaktif tüketim (kVarh), anlık güç (demant-kw), görünür güç (kVa-kVar), akım (A), gerilim (V) parametreleri okumak ve kayıt altına almak tek bir cihaz üzerinden mümkündür. Elektronik sayaçlar

bu bilgileri belirli zaman periyotları ile saklayan ve istenildiğinde geçmişe yönelik bilgilerin alınabilmesine imkan sağlayan, silinmeyen bir hafıza ünitesi EEPROM'a sahiptirler [4]. Elektrik sayaçları farklı amaçlar ile farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu durum elektrik sayaçlarının yapısına göre, devreye bağlanma şekline göre, imalat ve bağlantı şekline göre, ölçülen enerjinin cinsine göre, fonksiyonlarına ve kullanım yerine göre sınıflandırılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Elektrik sayaçlarının sınıflandırılmasına ait tablo Çizelge 1' de mevcuttur.

Araştırma kapsamında geliştirilen sistemde elektronik, bir fazlı iki telli, aktif, normal, tüketici sayaçları kullanılmıştır.

Çizelge 1. Elektrik sayaçlarının sınıflandırılması [11].

Yapısına Göre	✓ Elektronik Mekanik Elektromekanik
İmalat ve Bağlantı Şekline Göre	✓ Bir faz iki telli (bir elemanlı) Üç faz dört telli (üç elemanlı) Üç faz dört telli (2½ elemanlı) Üç faz üç telli (Aron veya 2 elemanlı)
Devreye 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 sayaçları
Fonksiyonlarına göre	✓ Normal sayaçlar Demantmetreli sayaçlar Çok tarifeli sayaçlar Çift yönlü sayaçlar (İmport-Export) Yük profili kaydeden sayaçlar Haberleşme özellikli sayaçlar
Kullanım Yerine Göre	✓ Tüketici Sayaçları Dengeleme Uzlaştırma Sisteminin Gerektirdiği Haberleşmeyi Sağlayacak Sayaçlar

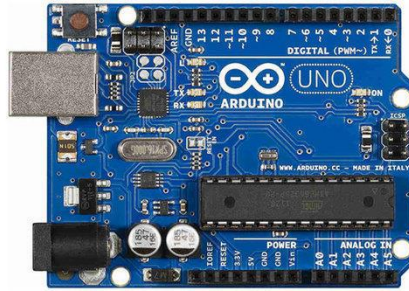
Elektronik ölçüm yapan cihazlarda teknolojinin gelişimiyle ölçülmesi istenen değerler artmaktadır. Bundan dolayı genel bir tanımlama altyapısı geliştirilmiştir. (Object Identification System) OBIS sayaçlarda ortak olarak kullanılan verilerin tanımla kodlarıdır. Yoğun olarak elektrik uygulamalarında kullanılmakta olup, gaz, su, sıcaklık ölçümlerinde de kullanılmaktadır[5]. Çizelge 2'de örnek OBIS kodları görülmektedir.

Çizelge 2. OBIS kod örnekleri [11].

AÇIKLAMA	KODU	DATA FORMAT
Sayaç ID	---	16 karakter max
Seri Numarası	0.0.0	12345678
Sayaç Saati	0.9.1	HH:MM:SS
Sayaç Tarihi	0.9.2	YY-MM-DD
Haftanın Günü	0.9.5	1
Kümülatif Aktif Enerji (İmport)	1.8.0	12.345.678
Kümülatif Aktif Enerji	1.8.0*1	12.345.678
Toplam Enerji T1	1.8.1	12.345.678
Toplam Enerji T2	1.8.2	12.345.678
Toplam Enerji T3	1.8.3	12.345.678

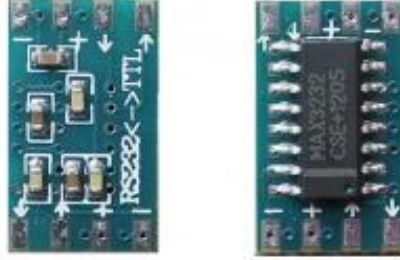
2.2. Araştırmada Kullanılan Donanım Bileşenleri

Modülü oluşturan donanımsal bileşenler bu bölümde teknik olarak anlatılmıştır. Arduino kartları üzerinde Atmega firmasının 8 ve 32 bit mikrodenetleyicileri (arduino due) bulunur. Çalışma voltajı 5V'dir. Giriş voltajı ise 7-12V arası değişebilmektedir. Arduinonun 6 adet analog girişi ve 14 adet dijital giriş-çıkış pini bulunmaktadır. Arduino kütüphaneleri ile mikrodenetleyicileri kolaylıkla programlanabilir. Analog ve dijital girişleri sayesinde analog ve dijital verileri işlenebilir. Sensörlerden gelen verileri kullanılabilir. Dış dünyaya çıktılar (ses, ışık, hareket vs) üretilebilir. Arduino kartlarında genel olarak ATmega328 mikro işlemciler kullanılır [6]. Şekil 1.'de arduino UNO R3 gösterilmiştir.



Şekil 1. Arduino UNO R3 [12].

RS232 sinyallerini mikrodenetleyiciler ile kullanabilecek 3.3V veya 5V TTL seviyesine dönüştürmede kullanılan çevirici modüldür. Üzerinde MAX3232 RS232-TTL dönüştürücü entegre yer almaktadır. Kartın iki ucunda bulunan + ve - ile gösterilmiş güç girişleri bulunmaktadır. 3-5V aralığında çalışabilmektedir. Şekil 2.'de UART TTL – RS232 dönüştürücü modül gösterilmiştir [7].



Şekil 2. UART TTL – RS232 dönüştürücü modül [12].

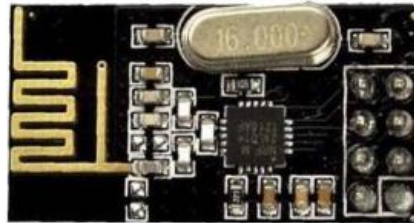
SP optik port, elektrik sayacı ile ETHERNET veya GPRS modüllerini irtibatlamak için tüm optik porta sahip elektronik – elektrik sayaçlarında bulunan optik yuvaya ve mıknatıs yapısına uygun olarak dizayn edilmiştir. Şekil 3.'te SP optik port görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3. SP Optik Port [13].

Geliştirilen modülde kablosuz haberleşmeyi sağlamak amacıyla Nordic Semiconductor firmasının üretmiş olduğu nRF24L01 RF kablosuz modülü kullanılmıştır. Bu modül ses gibi yüksek veri aktarım hızı gerektiren sistemlerde kullanılabilen bir RF modülüdür.

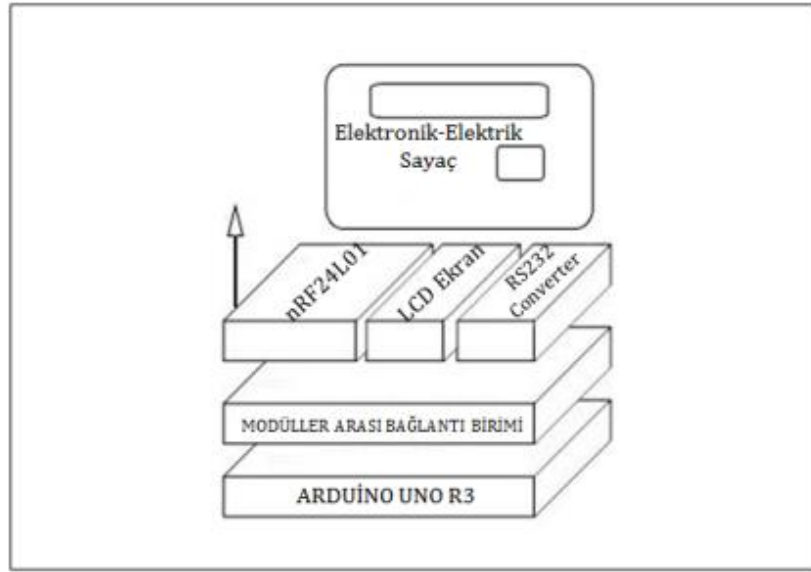
nRF24L01, dünya genelinde lisans gerektirmeyen 2.4GHz ISM bandında çalışan tek çipli RF alıcı-verici modülüdür. Son derece düşük güç harcamaktadır ve RX / TX tepe akımları 14mA'den daha düşüktür. Besleme aralığı 1.9V ile 3.6V arasındadır. nRF24L01 RF modülü, RF sentezleyici ile tam entegredir ve Enhanced ShockBurst™ donanım protokolü hızlandırıcısını içerir. nRF24L01, SPI ile yapılandırılır ve işletilir [8]. Şekil 4.'te nRF24L01 RF kablosuz modül gösterilmiştir.



Şekil 4. nRF24L01 RF kablosuz modül [12].

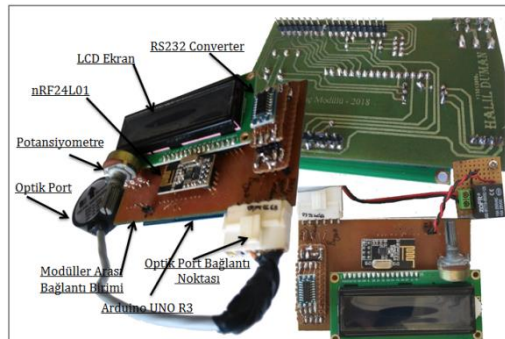
2.3. Optik Port Bağlantılı Modül Tasarımı

Tasarlanan optik port bağlantılı uç düğüm modülü yazılımsal ve donanımsal öğelerden oluşmaktadır. Sistemin yazılımsal alt yapısında C++ kütüphanelerinden faydalanılmıştır. Şekil 5.'te kavramsal tasarımı görüldüğü gibi donanım alt yapısında ise Arduino UNO R3, Arduino UNO R3 için tasarlanan modüller arası bağlantı birimi, 16x2 LCD ekran, nRF24L01 Kablosuz modül ve RS232 dönüştürücü modülden meydana gelmektedir.



Şekil 5. Optik port bağlantılı modül kavramsal tasarımı.

Optik port bağlantılı modülün donanımsal tasarımı, optik portun sayaç bağlantısını sağlamak için RS232 dönüştürücüye, modülün kablosuz veri iletebilmesi için nRF24L01 RF kablosuz modülüne ve sayaç okuma durum takipleri için 16x2 LCD ekrana ve 16x2 LCD ekranın ışığının ayarlanabilmesi için 10k değerinde potansiyometreye sahiptir. Optik port bağlantılı uç düğüm modülünün görünümü Şekil 6.'da verilmiştir.

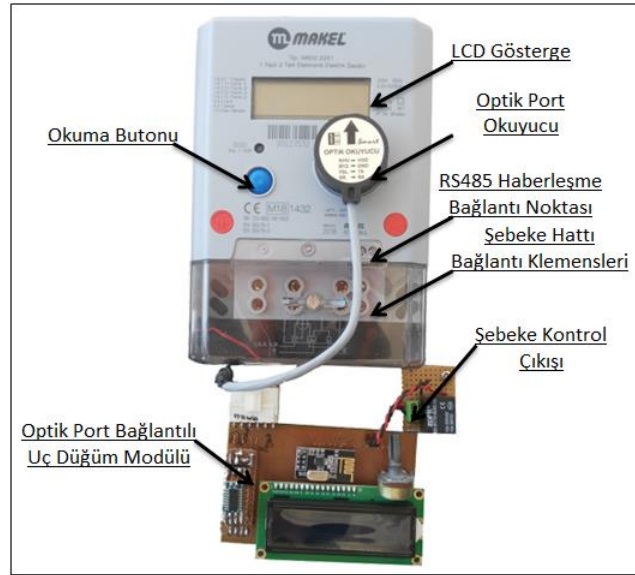


Şekil 6. Optik port bağlantılı modül görünümü [12].

Tasarlanan modülün sayaç ile haberleşebilmesi için IEC 62056-21 protokolü kullanılmaktadır. Uluslararası IEC 62056-21 standardı elektrik enerjisini ölçme ve yük kontrolü için IEC tarafından hazırlanmış bir standarttır. İlk olarak IEC 62056-21 geliştirilen standart yerine 1996 yılında yapılan yeni geliştirmelerde eklenerek IEC 61107 olarak yayınlanmıştır.

IEC 61107 Haberleşme Protokolü, A,B,C,D ve E olmak üzere beş adet veri iletişim modu içermektedir. Veri alışverişi A,B,C ve E modları çift yönlüdür ve daima okuma cihazı tarafından istek mesajının gönderilmesiyle başlatılır. A ve C modları okuma cihazı ana (master), sayaç uydu (slave) gibi davranır. E modunda okuma cihazı istemci (client), sayaç, sunucu (server) gibi davranır. Bu modlar sayacı okumaya ve programlamaya izin verir [9].

Tasarlanan modül ile elektronik-elektrik sayaç haberleşmesinde IEC 61107 protokolü B modu kullanılmıştır. Seri port ayarlamalarında baudrate başlangıç hızı 300' e ayarlanmıştır. Frame yapısı ise 1 start biti 7 data biti 1 stop biti ve even party şeklinde ayarlanmıştır. Aksi durumlarda elektronik – elektrik sayaç ile iletişim kurulamayacaktır.



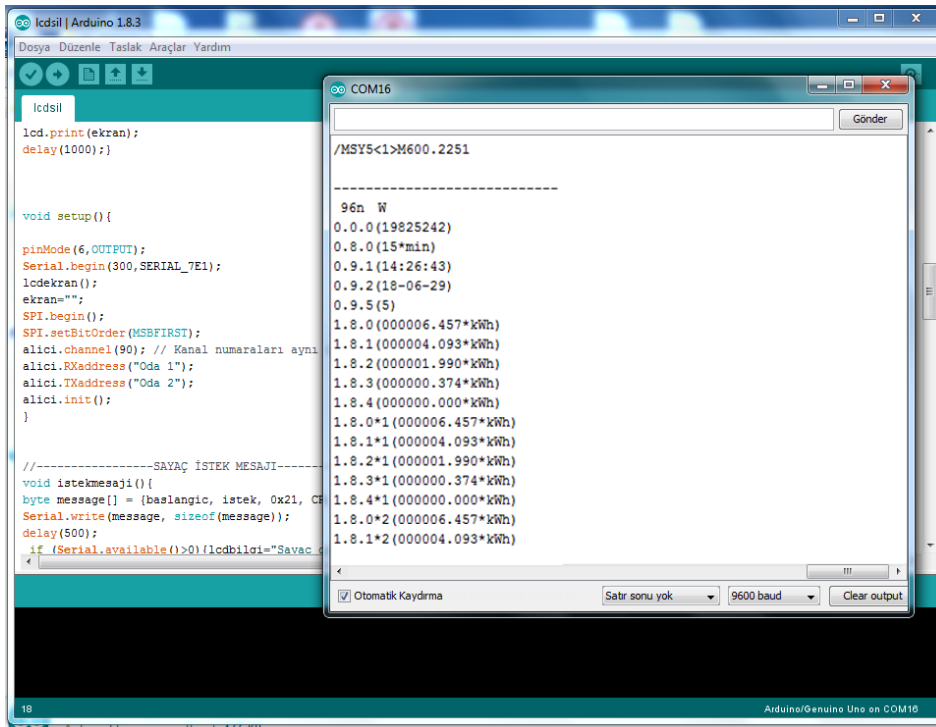
Şekil 7. Optik port bağlantılı modül ve elektronik-elektrik sayaç.

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada, standart monofaze (tekfazlı) elektronik-elektrik sayaçları okuyabilen, gömülü sistem geliştirme kartları ile uyumlu ve ayrıca okuduğu verileri kablosuz olarak iletebilme yeteneğine sahip modül tasarlanmıştır. Çalışma sonunda monofaze(tekfazlı) elektronik-elektrik sayaçtaki veriler IEC 62056-21 protokolüne uygun B modunda ve kablosuz olarak bilgisayara aktarılmıştır. Çalışma istenildiğinde web üzerinden sayaç okuyabilecek yeteneğe sahiptir.

Çalışma kapsamında tasarlanan optik port okuyucu modül, elektronik-elektrik sayaç ve optik okuyucu bağlantıları Şekil 7’de gösterilmiştir. Bilgisayardan veya web ortamında geliştirilebilecek bir arayüzden gönderilecek olan okuma fonksiyonu ile sayaca bağlı bulunan modül tarafından istek sayaca iletilir, sayac istek uygun ise sayaç flag kodu ve istek numarasını içeren bir mesaj gönderir. Daha sonra IEC 62056-21 protokolüne uygun olarak haberleşme devam eder ve modül sayesinde elektronik- elektrik sayaçtaki istenilen veriler bilgisayar veya web ortamına aktarılabilir. Bu sayede standart sayaçların Otomatik Sayaç Okuma Sistemlerine (OSOS) uyumluluğu sağlanmış olur.

Elektronik-elektrik sayaç IEC 61107 protokolüne uygun olarak iletişim gerçekleştirildiğinde Şekil 8’de görüldüğü gibi sayaç ilk aşamada firma flag kodu ve sayaç modelini göndermektedir. Firma flag kodu olarak “MSY” Mak-say firmasına ait bir sayaç olduğu bilgisini göstermektedir. “M600.2251” ise kullanılan sayacın modelini temsil etmektedir. Alt satırlarda ise OBIS kodlarına göre sayaç verileri aktarılmıştır.



```
lcdsil | Arduino 1.8.3
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

lcdsil
lcd.print(ekran);
delay(1000);

void setup() {
  pinMode(6, OUTPUT);
  Serial.begin(300, SERIAL_7E1);
  lcd ekran();
  ekran="";
  SPI.begin();
  SPI.setBitOrder(MSBFIRST);
  alici.channel(90); // Kanal numaraları aynı
  alici.RXaddress("Oda 1");
  alici.TXaddress("Oda 2");
  alici.init();
}

//-----SAYAÇ İSTEK MESAJI-----
void istekmesaji(){
  byte message[] = {baslangic, istek, 0x21, C};
  Serial.write(message, sizeof(message));
  delay(500);
  if (Serial.available() > 0) {lcdbilgi="Savac"}
}

COM16
Gönder

/MSYS<1>M600.2251

-----
96n W
0.0.0 (19825242)
0.8.0 (15*min)
0.9.1 (14:26:43)
0.9.2 (18-06-29)
0.9.5 (5)
1.8.0 (000006.457*kWh)
1.8.1 (000004.093*kWh)
1.8.2 (000001.990*kWh)
1.8.3 (000000.374*kWh)
1.8.4 (000000.000*kWh)
1.8.0*1 (000006.457*kWh)
1.8.1*1 (000004.093*kWh)
1.8.2*1 (000001.990*kWh)
1.8.3*1 (000000.374*kWh)
1.8.4*1 (000000.000*kWh)
1.8.0*2 (000006.457*kWh)
1.8.1*2 (000004.093*kWh)

Otomatik Kaydırma Satır sonu yok 9600 baud Clear output
18 Arduino/Genuino Uno on COM16
```

Şekil 8. Elektronik-elektrik sayaçtan okunan veriler.

OSOS sistemlerine ev abonelerinin bağlanabilmesi için standart elektronik – elektrik sayaçlarının değiştirilerek OSOS uyumlu akıllı sayaç bağlanması gerekmektedir. OSOS uyumlu sayaçları fiyat olarak değerlendirmek gerekirse, Emlite ASL Tek Fazlı Akıllı Sayaç güncel fiyatı 418 TL’dir [10]. Ancak çalışmada tasarlanan modüllerin sayaç başına maliyeti 45 TL’dir. Çalışma kapsamında geliştirilen sistem sayesinde OSOS uyumu bulunmayan elektronik – elektrik sayaçlarının OSOS sistemlerine dahil olabilmesi % 90 civarında daha ekonomik olmaktadır. Bu sayede mevcut bulunan

sayaçların OSOS sistemlerine geçişte hurdaya atılmasının engellenmesi ve ekonomik israfın önlenmesi sağlanmış olacaktır.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, standart elektronik-elektrik sayaçlardan veri okuyabilecek ve bu elde edilen verileri bilgisayardan veya modüle nRF24L01 RF kablosuz modülü ile bağlantı sağlayabilecek uygun algoritmaya sahip modüller ile veri paylaşımı yapabilecek yetenekte bir modül tasarlanmıştır. Çalışma geliştirilerek bilgilerin web ortamına aktarılması veya oluşturulacak olan ağ merkezinde toplanması sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- [1] Cengiz, Ç., Atıç, S., Parlakyıldız, Ş., Palta, O., El, E., (2015), Akıllı Sayaçların Şebeke Entegrasyonu ve Türkiye Uygulaması, Uluslararası Avrasya Enerji Sorunları Sempozyumu, 28-30 Mayıs, İzmir, 348-355.
- [2] Metering and Smart Energy, (2018), <http://www.metering.com>
- [3] Erkal, B., (2001), Automatic Meter Reading (AMR) in Distribution Systems, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [4] Elektrik Dağıtım Sistemi Temel Eğitimi, (2008), TEDAŞ Performans Yönetimi Dairesi Başkanlığı.79-83.
- [5] Lipinski K., Lachner H., Kafga G., Niemann A., Raasch E., Radonic A.,Schoon B., (1999), Companion Specification for Energy Metering, COSEM Identification System, Device Language Message Specification, 8-15.
- [6] Robotiksistem, (2018), <http://www.robotiksistem.com/>
- [7] Sunrom, (2018), <https://www.sunrom.com/p/rs232-ttl-module-max3232>
- [8] Nordic Semiconductor, (2007), nRF24L01 Single Chip 2.4GHz Transceiver, Product Specification v2.0.
- [9] IEC 62056-21, (2002), Electricity metering – Data exchange for meter reading, tariff and load control. IEC, UK.
- [10] Ebay, (2018), Erişim Tarihi: 06.07.2018. <https://www.ebay.com/itm/Emlite-ASL-Single-Phase-Smart-Meter-GSM-Wireless-Module-H382-CIN-INT-EMA1/123008444573?hash=item1ca3dfe89d:g:t84AAOSwIH1amWmX>
- [11] IEC 62056-21, (2002), Electricity metering – Data exchange for meter reading, tariff and load control. IEC, UK.
- [12] Robotistan, (2018),. <https://www.robotistan.com/>

Aydođan, T. ve Duman, H., DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Sayı 42, 27-36, Haziran 2019.
Aydođan, T. and Duman, H., Journal of Science and Technology of DPU, Number 42, 27-36, June 2019.

[13] kompanzemarket, (2018), <http://www.kompanzemarket.com>