



M BUS PROTOKOLÜ İLE SAYAÇLARIN UZAKTAN OKUNMASI

Tunç GÜVEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İLERİ TEKNOLOJİLER ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2019

Tunç GÜVEN tarafından hazırlanan "M BUS PROTOKOLÜ İLE SAYAÇLARIN UZAKTAN OKUNMASI" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi İleri Teknolojiler Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Cengiz TAPLAMACIOĞLU

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

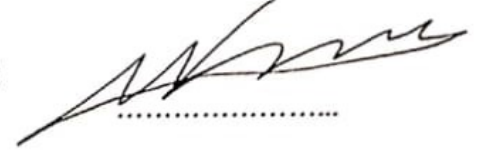
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Başkan: Doç. Dr. Murat Hüsnü SAZLI

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Sungur TEZCAN

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Tez Savunma Tarihi: 16/07/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Tunç GÜVEN

16/07/2019

M BUS PROTOKOLÜ İLE SAYAÇLARIN UZAKTAN OKUNMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Tunç GÜVEN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2019

ÖZET

Enerjiye olan ihtiyacın her geçen gün arttığı günümüz dünyasında yeterli olmayan birincil enerji kaynaklarının kullanıcılar arasında adil olarak paylaşılması ve bedellerinin ödenmesi önemli bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu sebepten dolayı sayaçlarla tüketimlerinin okunması, kullanıcıların tüketimlerine göre belirlenmesi ve faturalandırılması için teknolojiler ve yöntemler hızla geliştirilmektedir. Uzaktan ve otomatik sayaç okuma sistemleri elektrik, gaz ve su tüketimlerinin, sayaç bilgilerinin hatasız bir şekilde toplanması ve değerlendirilmesi, karşılaşılan önemli bir problem olup, bu probleme karşı kullanılan en pratik metot hızlı ve hassas haberleşme sistemleridir. Mevcut çalışmada ülkemizde son yıllarda kullanımı artan merkezi ısıtma sisteminin, önemli bir sorunu haline gelen faturaların kullanım oranlarına göre kat maliklerine adil bir şekilde yansması için bir sistem geliştirilmiştir. Sistem faturalandırma mantığı ise apartman merkezi ısıtma yönetmeliği baz alınarak gelen faturanın % 30'luk kısmı kat maliklerine eşit olarak paylaştırıldıktan sonra kalan % 70'lik kısım kullanım, oranlarına göre kat maliklerine faturalandırılmaktadır. Faturalar ilgili şirketler tarafından her aboneye ayrı ayrı ulaştırılmakta olup, ayrıca her abone kendisine özel tahsis edilen kullanıcı adı ve şifre ile sisteme giriş yaparak günlük/haftalık/aylık ısı gider verilerini grafiksel ve tablo olarak kıyaslamalı raporlarını izleyebilmektedir. Bu sistemin geleceği ile ilgili gelişen teknoloji şartlarına bağlı olarak sürekli bir iyileştirme planına bağlı olarak yapılan mevcut Ar-Ge çalışması önemli bir referans olmuştur. Gerçekleştirilen çalışmada müşteri memnuniyeti ön planda tutulmuş olup, kullanıcılardan gelen istek ve önerilerine göre sistemin sürekli iyileştirilmesi için modüler ve gelişebilir bir sistem ve metot ortaya konulmuş ve ilgili okuma sistemi için prototip ürün geliştirilip, testlerinden geçirilerek ürün haline getirilmiştir.

Bilim Kodu : 90523
Anahtar Kelimeler : M-Bus Sistemleri, Uzaktan Sayaç Okuma, Enerji Paylaşım Sistemleri.
Sayfa Adedi : 71
Danışman : Prof. Dr. M. Cengiz TAPLAMACIOĞLU

REMOTE READING OF METERS WITH M BUS PROTOCOL

(M. Sc. Thesis)

Tunç GÜVEN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2019

ABSTRACT

In today's world, where the need for energy is increasing day by day, it has become an important need to distribute the primary energy resources which are not sufficient and to pay their prices fairly. For this reason, technologies and methods are being developed rapidly for reading their consumption with meters, determining and invoicing users according to their consumption. Remote and automatic meter reading systems accurate collection and evaluation of electricity, gas, water consumption and meter information is an important problem and the most practical method used against this problem is fast and sensitive communication systems. In this study, a system has been developed for the fair reflection of the central heating system, which has become an important problem, to the floor owners according to the usage rates. The system billing logic is based on the central heating regulation of the apartment. After the 30% of the invoice is distributed equally to the floor owners, the remaining 70% is invoiced to the floor owners according to their usage and rates. Invoices are delivered to each subscriber separately by the related companies, and each subscriber can log in to the system with the user name and password assigned to ownself and monitor the daily / weekly / monthly heat expense data as graphical and table comparative reports. The current R & D study, which is based on a continuous improvement plan based on the developing technology conditions regarding the future of this system, has been an important reference. In this study carried out, customer satisfaction has been kept in the forefront, a modular and developable system and method has been put forward for the continuous improvement of the system according to the requests and suggestions of the users and the prototype product has been developed and tested for the relevant reading system and turned into a product.

Science Code : 90523
Key Words : M-Bus Systems, Remote Meter Reading, Energy Sharing Systems.
Number of pages : 71
Supervisor : Prof. Dr. M. Cengiz TAPLAMACIOĞLU

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Tez Danışmanım Prof. Dr. M. Cengiz TAPLAMACIOĞLU 'na, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmasında yapılan uygulamalar için SANTEZ programı kapsamında destek olan T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na da teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez çalışmaları esnasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Uğurhan KUTBAY, Arş. Gör. Ali Osman KÜÇÜK, Öğr. Gör. Dr. Silver GÜNEŞ, Öğr. Gör. Emin ÜÇKARDEŞLER, Arş. Gör. Ömer AYDIN, Arş. Gör. Mustafa SAKA, Öğr. Dr. Süleyman Sungur TEZCAN, Arş. Gör. İhsan KANBAZ, Öğr. Gör. Celal Özgür BÜYÜKYAVUZ, Buta Elektromekanik Sanayi ve Ticaret A.Ş. Sahibi Famil SULTANOV, Yapı Öğretmeni Alper TOPSAKAL, Halkla İlişkiler Uzmanı Rana TÜRBEÇİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	3
3. OTOMATİK SAYAÇ OKUMA (OSO) SİSTEMİ.....	7
3.1. Otomatik Sayaç Okuma Sistemlerinin Genel Yapısı.....	8
3.2. Otomatik Sayaç Okuma Sistemi (OSO) Çeşitleri.....	11
3.2.1. Telefon hattı.....	12
3.2.2. PLC hattı ile haberleşme.....	13
3.2.3. RF (Radyo frekansı).....	14
3.2.4. KMS (Kısa mesaj servisi).....	16
3.3. Otomatik Sayaç Okuma Sisteminin Tarihçesi ve Dünyadaki Uygulamaları.....	17
3.4. Türkiye'de OSO Uygulamaları.....	19
3.5. Otomatik Sayaç Okuma Denemelerinde Kullanıcı Sayısı Dağılımı.....	20
4. SAYAÇLAR (ELEKTRİK, GAZ VE SU).....	21
4.1. Elektrik Sayaçları.....	21
4.1.1. Mekanik Elektrik Sayaçları.....	21
4.1.2. Elektronik Elektrik Sayaçları.....	23

Sayfa

4.2. Su Sayaçları.....	39
4.3. Gaz Sayaçları.....	41
5. MEVCUT ÇALIŞMADA GERÇEKLEŞTİRİLEN CİHAZ VE UYGULAMASI.....	43
5.1. GPRS Modem.....	44
5.2. Sayaç Okuyucu Sistemler.....	45
5.2.1. M-BUS ana ünite.....	45
5.2.2. M-BUS Modbus.....	46
5.2.3. M-BUS midi ana ünite.....	48
5.2.4. M-BUS Mini ana ünite.....	50
5.4. RF Toplayıcı.....	51
5.4.1. USB El terminali.....	51
5.4.2. Hafızalı USB el terminali.....	52
6. DENEY DÜZENEĞİ, DENEY SONUCLARI VE UYGULAMA ÇALIŞMASI.....	55
6.1. Deney Düzeneği.....	55
6.2. Testlerin Uygulanması.....	57
6.3. Testlerden Elde Edilen Sonuçlar.....	61
6.4. Gerçekleştirilen Sistemin Uygulaması.....	61
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	65
KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	71

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Haberleşme Sistemleri Karşılaştırma.....	16
Çizelge 4.1. Elektronik sayaçların okunmasında önemli EDIS kodları.....	39
Çizelge 5.1. GPRS modem teknik bilgileri.....	45
Çizelge 5.2. M-Bus ana ünite özellikleri.....	46
Çizelge 5.3. M-Bus ana ünite teknik bilgileri.....	46
Çizelge 5.4. M-Bus okuyucu özellikleri.....	47
Çizelge 5.5. M-Bus okuyucu teknik bilgileri.....	48
Çizelge 5.6. M-Bus midi ana ünite özellikleri.....	49
Çizelge 5.7. M-Bus midi ana ünite (teknik) bilgileri.....	50
Çizelge 5.8. M-Bus mini ana ünite özellikleri.....	51
Çizelge 5.9. M-Bus mini ana ünite teknik özellikleri.....	51
Çizelge 5.10. RF Toplayıcı Özellikleri.....	53

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. OSO sistem birimleri.....	7
Şekil 3.2. Otomatik sayaç okuma sistemi genel yapısı.....	9
Şekil 3.3. Sayaç otomasyonu haberleşme yapısı.....	10
Şekil 3.4. Telefon hattı ile elektronik sayaçlardaki OSO sistemi.....	13
Şekil 3.5. PLC (Güç iletim hattı sistematiği).....	14
Şekil 3.6. RF ile OSO sistemi blok diyagramı.....	15
Şekil 3.7. Yurtdışında Aralık 2002 - Temmuz 2003 tarihleri arasında otomatik sayaç okuma uygulamalarında kullanıcı sayısı dağılımı.....	19
Şekil 4.1. Tek fazlı mekanik aktif sayaç ve bağlantı biçimi.....	23
Şekil 4.2. Elektronik sayacın dış ön panel görünümü ve işlevsel elemanları.....	26
Şekil 4.3. Elektronik sayaçların fonksiyon devre şeması.....	35
Şekil 4.4. Sayacın iç yapısı	40
Şekil 4.5. Su Sayacı ve Kesiti	40
Şekil 5.1. M Bus sisteminin konutlarda kullanımı.....	43

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Sayaçların el terminali ile optik porttan okunması	37
Resim 4.2. Sayaçların PC aracılığıyla optik porttan okunması ve set edilmesi	38
Resim 4.3. İki ve bir bağlantılı körüklü sayaç.....	41
Resim 5.1. GPRS modem	45
Resim 5.2. M-BUS okuyucu.....	47
Resim 5.3. M-BUS midi ana ünite.....	49
Resim 5.4. M-BUS mini ana ünite.....	50
Resim 5.6. RF toplayıcı	52
Resim 6.1. M-Bus okuyucu	55
Resim 6.2. 1. Kalorimetre	55
Resim 6.3. 2. Kalorimetre	56
Resim 6.4. Deney düzeneği	56
Resim 6.5. 1. Programda kalorimetre bulunması.....	58
Resim 6.6. 1. Programda bulunan kalorimetreden değerlerin okunması.....	59
Resim 6.7. 2. Programda kalorimetrelerin yüklenmişHali	60
Resim 6.8. 2. Programda kayıtlı kalorimetreden değerlerin okunması.....	60
Resim 6.9. Uygulamanın yapıldığı SIR sitesi.....	61
Resim 6.10. M-Bus midi ana ünite	62
Resim 6.11. M-Bus okuyucu	62
Resim 6.12. RF Toplayıcı	63
Resim 6.13. Uygulama sonucu alınan çıktılar	63

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
A	Amper
AC	Alternatif Akım
Baud	Saniyedeki Sinyal Değişim Hızı
Bit	İkili Rakam Hafıza (Binary Digit)
Bps	Saniyedeki Bit Veri Aktarım Hızı
DC	Doğru Akım
h	Saat
Hz	Frekans Hertz (s^{-1})
Irms	Akımın Etkin Değeri
Kbps	Saniyedeki Kilobit Veri Aktarım Hızı
KHz	1kilohertz (10^3 Hz)
kW	kilowatt (10^3 W)
kWh	kilowattsaat (10^3 Wh)
L	Elektrik Fazı (Line)
ma	mili Amper 10^{-3} A
MHz	1megahertz (10^6 Hz)
ms	mili Saniye (10^{-3} Saniye)
P	Aktif Güç (W)
S	Görünen Güç (VA)
s	Saniye
Q	Reaktif Güç (VAR)
V	Volt
VAR	Reaktif Güç Birimi (VOLT AMPER REAKTİF)
Vrms	Gerilimin Etkin Değeri
W	Watt

Kısaltmalar**Açıklamalar**

ASA	Açık Sistem Arayüzü
ASK	Genlik Kaydırmalı Anahtar
CL0	Haberleşme Kablosu
CPU	Kontrol İşlemcisi
CS	Çip Seçici
DL	İletişim Birimi
DO	Optik Ara Bağdaştırıcı
EDIS	Kod Sistemi
EEPROM	Silinmeyen Bellek
ETHERNET(LAN)	Yerel Alan Şebekesi (Local Area Network)
FLASH EPROM	Silinebilir Bellek
FSK	Frekans Kaydırmalı Anahtar
GFSK	Gaussian Frekans Kaydırmalı Anahtar
GPRS	Genel Radyo Servisi Paketi
GSM	Mobil Haberleşmede Küresel Sistem
G/Ç	Giriş/Çıkış (Input/Output)
ID	Kullanıcı Adı
IEC1107	Haberleşme Protokolü (IEC)
IEC62056-21	Haberleşme Protokolü
IMPULS	Dürtü
IMPULS LED	Yanıp Sönen Işık Yayan Diyot
INSTABUS	Bir Tesisdeki Elektrikli Cihazları Yönetmek ve
IR	Kızılötesi Radyasyon
I2C	Seri Haberleşme Protokolü (Inter-Integrated Circuit)
KMS(SMS)	Kısa Mesaj Servisi (Short Message Service)
LCD	Sıvı Kristal Ekran
LED	Işık Yayan Diyot
LLS	Fiber Optik Çıkış
LORA	Uzun Mesafe (Long Range)
M-Bus	Metering Bus Haberleşme Protokolü
ModBus	Endüstriyel Haberleşme Protokolü
NOTEBOOK PC	Taşınabilir Kişisel Bilgisayar

Kısaltmalar**Açıklamalar**

OMS	Kesinti Yönetim Sistemi
OSO	Otomatik Sayaç Okuma
PC	Kişisel Bilgisayar
PIC	Programlanabilir Kesme Denetleyicisi /
PLA	Mantıksal Matris
PLC	Programlanabilir Mantıksal Denetleyici
PMUM	Piyasa Malı Uzlaştırma Merkezi
PSTN Modem	Genel Aktarmalı Telefon Şebekesine Bağlayan Sistem
RTU	Uzak Terminal Birimi
RAM	Rasgele Erişim Belleği (Random Access Memory)
RCR	Kumanda Alıcı Modülü
RF	Radyo Frekansı (Radio Frequency)
RS232	Seri İletişim Protokolü (Kısa Mesafeli)
RS485	Seri İletişim Protokolü (Uzun Mesafeli)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SSİ	Sayısal Sinyal İşlemcisi
TCP	İletim Kontrol Protokolü (Transmission Control Protocol)
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol (Programmable Interrupt Controller)
WM-Bus	Kablosuz M-Bus (Wireless Metering Bus) Kontrol Etmek için Merkezi Olmayan Açık Sistem

1. GİRİŞ

Günümüzde büyük veri olarak da adlandırılan çok sayıda verinin toplanması ve değerlendirilmesi önemli bir konsepttir. Bunun yanında toplanan verilerin doğru, hassas, ekonomik ve adil bir şekilde değerlendirilmesi çok önemlidir. Ortaya çıkabilecek problemleri en aza indirmek için, otomatik sayaç okuma sistemleri geliştirmiştir ve otomatik sayaç okuma sistemleri öncelikle geniş alanlara yayılmış sayaç verilerini doğru ekonomik bir biçimde toplayıp faturalandırmayı amaçlamaktadır (Resmi Gazete, 2008; Agusman, 2000).

Otomatik Sayaç Okuma sistemleri günümüzde doğrudan sayaçtan veya harici bir merkezden kontrol cihazına veri aktarımı yapılabilmesi ve binanın enerji dengesini ve su tüketimini daha esnek bir şekilde gözlemlenmesini sağlamasından dolayı klasik sayaç okuma yöntemlerinden oldukça üstündür. Ayrıca ısı enerjisi verimli bir şekilde üretilmesi, iletilmesi, dağıtılması ve tüketilmesinde (bir bina veya yapıdaki abonelerin tükettikleri, merkezi ısıtma sisteminde üretilen sıcak sudan ısınma amaçlı tüketimleri kalorimetre ile yine aynı sistemden kullandıkları sıcak suyu, sıcak su sayaçları ile istenirse soğuk su tüketimlerini uzaktan okuması gibi konularda) önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle, Otomatik Sayaç Okuma sistemleri gelişen teknolojinin de yardımıyla her geçen gün daha popüler hale gelmektedir. Enerjinin her geçen gün daha fazla önem kazandığı günümüz dünyasında, otomatik sayaç okuma sistemleri gibi enerji ve zaman tasarrufu sağlayan sistemlere rağbet her geçen gün artmaktadır.

Bu çalışmada, Resmi gazetede (14 Nisan 2008 tarihli, 26847 sayılı mükerrer) yayınlanan yönetmelikten esinlenerek (Resmi Gazete, 2008) bir bina veya yapıdaki abonelerin tükettikleri, merkezi ısıtma sisteminde üretilen sıcak sudan ısınma amaçlı tüketimlerinin kalorimetreyle, yine aynı sistemden kullandıkları sıcak suyun, sıcak su sayaçlarıyla; istenirse soğuk su tüketimlerini, soğuk su sayaçlarıyla uzaktan okumak için M-Bus'lı paylaşım sistemi tasarlanıp prototip üretimi gerçekleştirilmiştir.

Bu yönetmeliğin amacı; mevcut ve yeni yapılacak olan, birden fazla bağımsız bölüme sahip merkezî veya bölgesel ısıtma sistemli binalar ile sıcak su sistemli binalarda, ısıtma ve sıcak su giderlerinin, bağımsız bölüm kullanıcılarına paylaştırılmasına ilişkin usul ve esasları belirlemektir. Ayrıca bu yönetmelikte, 2000 m² üzeri, yeni imar ruhsatı alan binalarda ısınma amacıyla ferdi kombilerin kullanılmasına yasak getirilmiştir (T.C. Başbakanlık Mevzuatı

Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 2009).

Diğer bir yandan ısınma amaçlı tüketimin, abone bazında doğru olarak hesaplanması, sonrasında da son kullanıcıların kendi tüketim bedellerine en adil şekilde katılımlarında olası suiistimal ve usulsüzlüklerin önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Bu konuda günümüzde geçerli ve doğru kabul edilen yöntemlerden birisi M-Bus'lı enerji paylaşım sistemleridir.

Bu çalışma sonucunda tasarlanan M-Bus sistemi ile binadaki sayaçların bir el bilgisayarı gibi bir cihazla belirli periyodik aralıklarla okunarak, topladığı tüketim verilerini üzerinde birikir, bir süre sonra bağlandığı / bağlı olduğu ana bilgisayara aktaran ve bu bilgilerin merkezde hesaplanarak tüketim bilgilerin kaydeden, gerektiğinde faturalandırma işlemini yapabilen bir sistem oluşturulmuştur (Zorlu ve diğerleri, 2005).

Tüketicilerin kalorimetre veya diğer sayaçlarının uzaktan okunması dâhil, tüm ağın ihtiyacı olan elektrik enerjisinin üretilmesi, iletimin denetlenmesi ile sistemdeki elektrikli vanaların ihtiyacı olan enerji, açma veya kapama bilgilerini ya da özel gereksinimleri karşılayacak olan sayaç ve kalorimetrelerin çıkışları; elektronik, pulse çıkışlı ya da M-Bus çıkışlı olması gerekmektedir (Çakmak ve Sokullu, 2005).

Bu gereksinimi karşılayabilmek ve kullanıcıların da mevcut imkânlarını düşünerek sistemin bir arada etkin bir biçimde çalışabilmesi için, mevcut çalışmada; gelişmiş ve güncel taleplere cevap verebilen yeni nesil M-Bus sistemi geliştirilmiş ve tasarımı yapılarak prototip üretimi gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen M-Bus sistemi, bu alanda ülkemizde üretilen ilk yerli ürün olarak bu çalışma bazı özellikleri ile literatüre de katkı sağlayan bir ürüne dönüştürülmüştür.

Gerçekleştirilmiş olan M-Bus sistemi, tez çalışması kapsamında tasarlanmıştır ve prototipi üretilmiştir. Böylece günümüzde sıhhi tesisat sektörünün önemli bir ihtiyacı olan M-Bus sistemlerinin ithalatının önüne geçilerek, yerli kaynaklardan karşılanması sağlanmıştır. Tez çıktısı gerçek kullanıcılar için, gerek yurtiçi kullanıcılar ve gerekse de yurtdışına ihracı mümkün olabilecek özelliklerde olup, literatüre katkı sağlama ve ticarileşme potansiyeline sahip bir ürün olmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde gerçekleştirilen çalışmalarda radyo frekansı iletim kanalı olarak RS232 iletişimi kullanılarak bir radyo modem uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Alıcı-verici, modem veri terminali ile fiziksel bir RS232 bağlantısı üzerinden iletişim kurmaktadır (Agusman, 2000). Alman Görlitz-AG firması 1995 yılında PLC tabanlı ağ sistemi ile alçak gerilim hatlarından veri aktarımını gerçekleştirmiştir (International Telecommunication Union, 2003). Sonrasında firma, sistemini genişletilerek GPRS, GSM, Ethernet, Kiralık Hat, Çevirmeli Hat gibi çeşitli haberleşme yolları üzerinden haberleşen ENZ2000 adını verdiği sayaç okuma sistemini kurmuştur.

ENZ2000 Uzaktan Sayaç Okuma sistemi, 3 ayrı modülden (Veri tabanı, modem sunucuları ve işlemci) oluşan ölçeklendirilebilir esnek bir OSO çözümü sunmaktadır. Sistem üzerinde istenilen periyotlarda çalışan sınırsız sayıda çizelge oluşturmak mümkündür. Sayaçlardan anlık olarak da alınabilen tüm verilerin (kW, kWh, kVaR, P, vb) yanında, faturalama bilgileri, yük profilleri, veri tabanı yedekleme, sayaç programlama, dışarıya dosya aktarma veya dışarıdan bilgi alma için de ayrı çizelgeler oluşturmak mümkündür. Detaylı kayıt günlüğü sayesinde sayaçların okuma durumları, verdikleri hata veya durum kodları da alarm değerleri olarak kaydedilmektedir. Firma tarafından geliştirilen uzaktan sayaç okuma sistemi 2000 yılında bile yaklaşık 350 enerji kuruluşunda ve 450 endüstri şirketinde kullanılmaya başlandığı görülmektedir (International Telecommunication Union, 2003).

Zorlu ve diğerleri tarafından yayınlanan “Elektrik Tesislerinde SCADA Sistemleri İçin TCP/IP Tabanlı Uç Birim Sistemleri” adlı bildiride enerji tesislerinde izleme, kontrol ve veri toplama sistemleri olarak kullanılan SCADA sistemleri ve bu sistemlerde veri toplama ünitesi olarak kullanılabilen Ethernet G/Ç ve TCP/IP protokolü anlatılmıştır (Zorlu ve diğerleri, 2005). Bu çalışmada enerji sistemlerinde verilerin doğru ve ekonomik olarak toplanması ve bilgisayar ortamına iletilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada telli iletişime uygun olmayan mesafelerde kontrol edilen cihaz ile kontrol merkezi arasındaki iletişimin Ethernet G/Ç üzerinden gerçekleşmesi üzerinde durulmuştur. Bu işlem internet üzerinden yapılmaktadır. Ethernet G/Ç sistemi SCADA fonksiyonları arasında “Veri Toplama” fonksiyonundan “Uzak Uç Birim” kısmına dahil edilmektedir. Sistemde alışılmış iletişim sisteminden farklı olarak arabirimde modem yerine ethernet kullanılmaktadır. Ethernet G/Ç

iki kısımdan; bilgisayarla haberleşmeyi sağlayan ethernet kısmı ve sahadan bilgi toplama ve kumanda işlemlerini gerçekleştiren PIC kısmından oluşmaktadır (Zorlu ve diğerleri, 2005).

Ovalı ve Uzun tarafından 2005 yılında yayınlanan “Bir Radyo Modem Aracılığı ile Kablosuz RS232 Haberleşmesi” adlı bildiride RS232 ara birimi üzerinden telsiz veri haberleşmesi yapabilen, internet ortamından erişimini sağlayan, programlanabilir tüm-devre üzeri sistem tabanlı bir dar bant modemin temel özellikleri ve tasarımı anlatılmaktadır (Ovalı ve Uzun , 2005).

Özdemir ve Danışman tarafından yayınlanan “GPRS Üzerinden Web Tabanlı Bölgesel Enerji Takip Sistemi” adlı bildiride, sayaçlardaki tüketim bilgilerinin bir merkez tarafından okunarak faturalandırılmasını sağlayan ve sayaçlardaki yasadışı müdahaleleri algılayabilen izleme ve faturalandırma sistemi çalışılmıştır. Sistem kurumsal abonelik ile birleştirilmiş bir GPRS iletişim ağı üzerine kurulmuştur. Sistemde sayaçlar sunucu aracılığıyla kontrol edilir ve bu şekilde Yerel Alan Şebekesi kurulur. GPRS kapsamı alanı içerisindeki bütün aboneler bu sunucu tarafından izlenebildiği gibi coğrafi bölgelere ayrılarak, bölgesel sunucular ile de kontrol edilebilir. Bu çalışmada önerilen sistem temel anlamda üç farklı donanımdan oluşmaktadır. Bunlar; modem-kontrol kartı, sayaç ve kontrol merkezidir. Sistemde kullanılan modemler GPRS modem olup ve sayaç bilgilerinin okuma merkezi tarafından toplanmasını sağlarlar. Modem bir kontrol kartının üzerinde yer almakta ve bu kart RS232, RS485 ve I2C haberleşme modüllerini desteklemektedir (Ozdemir ve Danisman, 2005).

Çakmak ve Sokullu tarafından yayınlanan “Elektrik Sayaçların Uzaktan Bilgi Aktarımı” adlı bildiride elektronik sayaçların optik port üzerinden uzaktan okunması konusunda çalışmaları anlatılmıştır. Bu çalışmada IEC1107 protokolüne uygun C-Builder 6.0 programlama dili ile istemci ve sunucuda çalışan sayaç okuma yazılımları geliştirilmiştir. Yazılımda bilgisayar ile sayaç arasında seri port haberleşmesi için Delphi Programlama Diline ait Comport Delphi komponenti kullanılmışlardır (Çakmak ve Sokullu, 2005). Çalışmada geliştirilen yazılım paketi ve donanımın daha kapsamlı bir biçimde uzaktan kontrol edilebilen otomatik sayaç okuma sistemine dönüştürülmesi sağlanmıştır.

Liu (2013) “Nesnelerin İnterneti Temelli Isı Ölçerlerin Gelişimi” isimli çalışmada uzaktan veri erişimli ısı ölçerin ölçüm metodunu ve çalışma prensibini incelemiş, M-Bus ağları ve GPRS kablosuz veri transferi teknolojilerini kullanarak ısı ölçerlerin uzağa veri aktarma işlevini başarmış, ısı ölçerlerin devre ara yüzlerinin yapısını M-Bus ve ev

sayaçlarının uzağa veri aktarma ağları ile vermiştir. Bir topluluğun ev sayaçlarının veri aktarım ağı iletişimini bir şirket ile kurmayı, yönetmeyi ve uygulamayı internet gibi modern bilgisayar iletişim teknolojileri kullanarak başarmıştır (Liu, 2013).

Spinsante ve diğerleri (2013) “Geleceğin Akıllı Su Şebekeleri için Kablosuz M-Bus (WM-Bus) Standartlarının Değerlendirilmesi” isimli çalışmada geleceğin akıllı su şebekelerinde kablosuz M-Bus protokolünün elverişliliğini, iletim performansını prototip sensor düğümleri aracılığı ile gerçekleştirilen simülasyonlar ve deneysel testler ile değerlendirerek sonuçlandırmıştır. Sonuç olarak 169 MHz deki WM-Bus protokolünün yeterli aktarım kapasitesini sağlayabildiğini ortaya koymuşlardır (Spinsante ve diğerleri, 2014).

Squartini ve diğerleri (2013) “ Akıllı Su Şebekelerinde Kablosuz M-Bus Sensor Ağları: Enerji Konusu” isimli çalışmaları özellikle, şebeke elektriğinin olmadığı senaryolarda uzun ömürlü piller veya uygun enerji harmanlama teknolojileri ile sayaçların kendisinin sürdürülebilirliğini garanti etmek esasına dayanmaktadır (Squartini ve diğerleri, 2013).

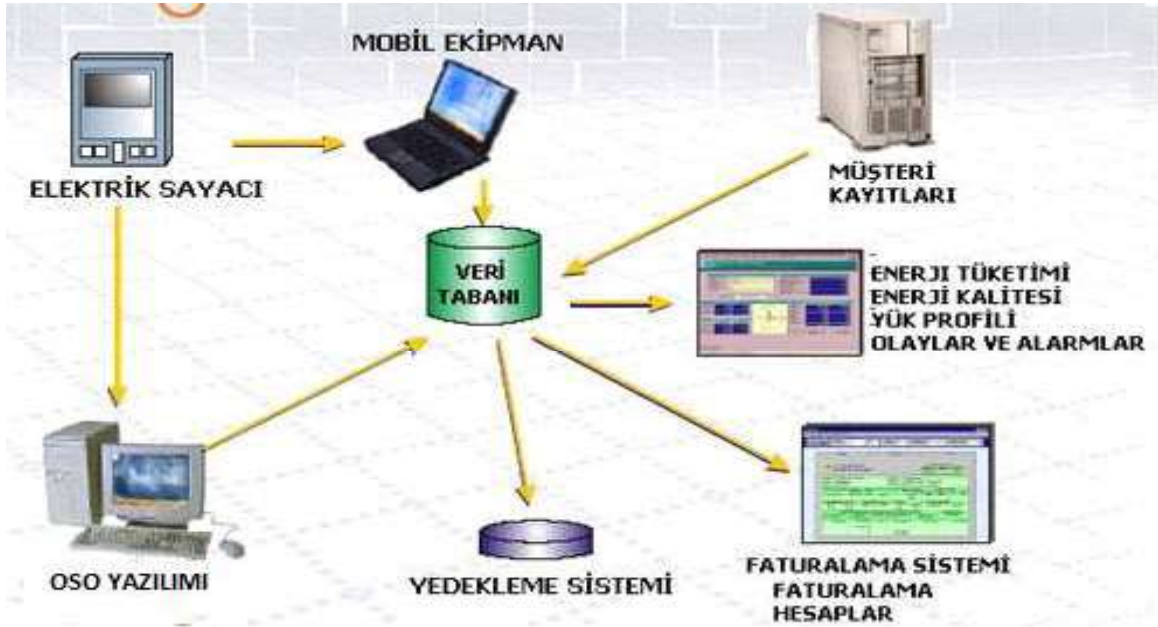
Mihajlovic ve diğerleri (2016) “Akıllı Gaz Sayaçlarının Uzaktan Okunması için Kablosuz M-Bus Toplayıcılarının / Ağ Geçidinin Uygulanması” isimli çalışmalarında toplayıcı olarak bilinen akıllı sayaçlardan tüketim kayıtlarını toplayıp ve daha başka işlem ve analiz için gönderen, ağ geçidinin veya her ikisi olarak da kullanılabilecek bir geniş kullanımlı elektronik cihaz uygulaması ve analizini yapmışlardır. Gerçekleştirdikleri cihazı, akıllı gaz sayaçlarıyla gerçek koşullarda test etmişlerdir. M-Bus standartları ve modern gaz ölçüm sisteminin yapısının farklı tanımladıklarını tartışmışlardır. İletişim yelpazesi, toplayıcılar ve akıllı sayaçların kurulum yerinin etkisi analizler yapmışlardır (Mihajlovic ve diğerleri, 2016).

Facchini ve diğerleri (2017) “Akıllı Ölçüm Sistemlerinde 868 Mhz Uzun Menzilli (LoRa) ve 169 MHZ WM-Bus (Kablosuz M-Bus) Teknolojilerinin Performansı” isimli çalışmalarında ölçüm serileri oluşturmuşlar, bu ölçüm dizileri kapsamında bir dizi deneysel veri elde etmişler ve bu verileri kullanmışlardır. Sonuçlar göstermiştir ki şehir şebekelerinde karşılaştırılan teknolojiler aynı iletim gücünde benzer performans gösterirken, kenar mahalle kısımlarında uzun menzilli ölçüm teknolojisi WM-Bus daha iyi performans göstermiştir (Facchini ve diğerleri, 2017).

3. OTOMATİK SAYAÇ OKUMA (OSO) SİSTEMİ

OSO, PLC, KMS, RF, telefon hattı gibi haberleşme birimleri kullanılarak herhangi bir elektronik sayaçtaki verileri sayacın yanına gitmeden okuma sistemi olarak da tanımlanabilmektedir (Agusman ve diğerleri, 1999). Belirtilen üniteler, okuma sistemi dışında farklı amaçlar içinde kullanılabilir. Bundan dolayı yalnızca okuma sistemleri olarak görülmemesi gerekmektedir. Elektrik Elektronik Sayaçlar bu sistemlerde kendi durumlarını, müdahaleye uğrayıp uğramadıklarını, ön ödemeli sistemlerde sayaçlara internet üzerinden veya merkezi birimden kredi yüklemek gibi birçok işlemi kapsamaktadır (Sajaya, 1999).

OSO temelde üç ana bölümden oluşur. Bunlar; Elektronik Sayaç, Veri Hattı ve Veri Tabanı'dır. Şekil 3.1.'de OSO sisteminin birimleri görülmektedir (Sajaya, 1999). Burada elektrik sayacından alınan bilgiler online olarak bilgisayara gelmektedir. Bilgisayarda toplanan veriler müşteri kayıtları altında depolanmakta ve veri tabanı oluşturulmaktadır. Daha sonra bu veriler ışığında faturalama ve hesaplamalar yapılmaktadır. Aynı zamanda sayaçlardan gelen online bildirimler ve olaylar kayıt altına alınmaktadır.



Şekil 3.1. OSO kontrol üniteleri (Sajaya, 1999)

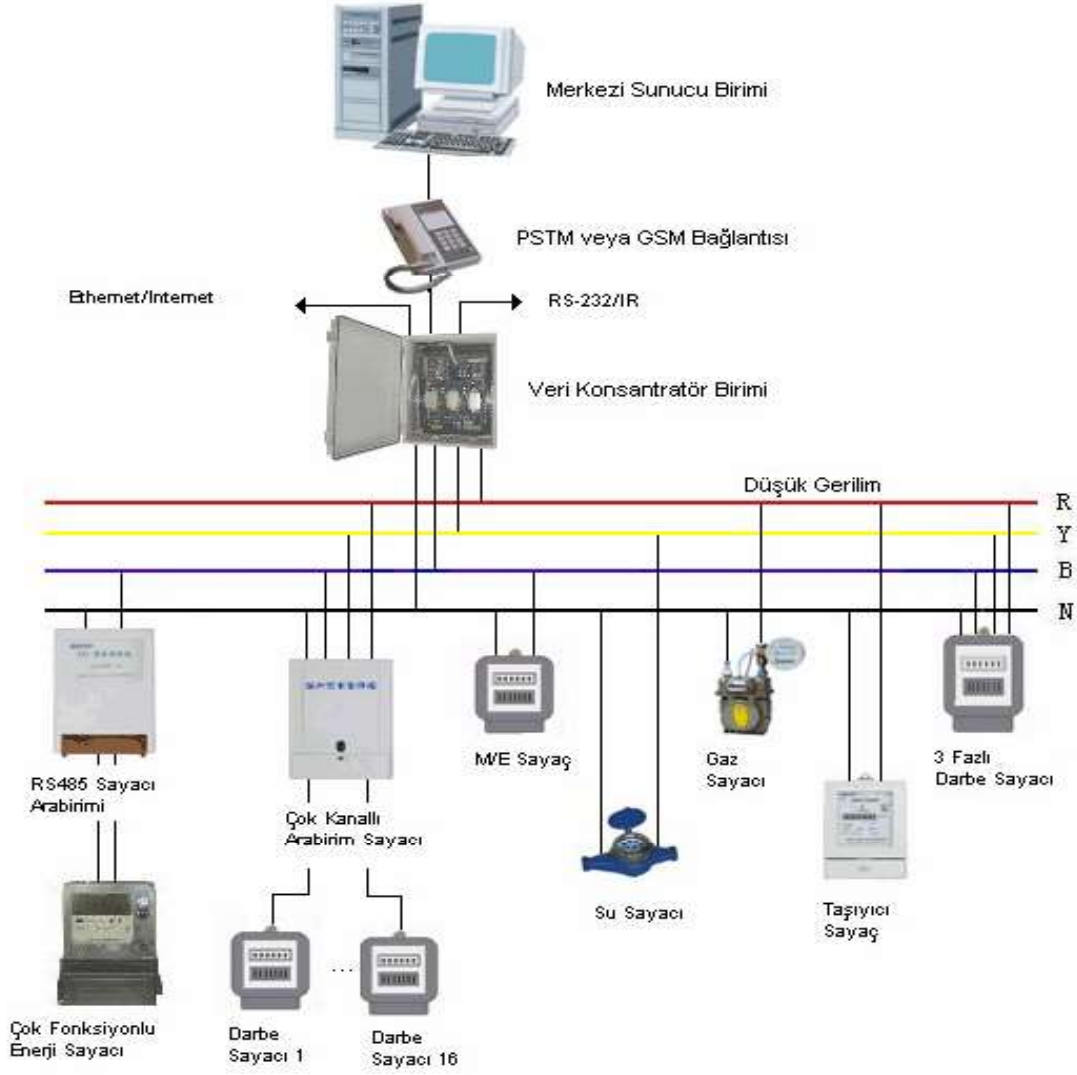
3.1. Otomatik Sayaç Okuma Sistemlerinin Genel Yapısı

Enerjinin sadece fiili savaşılar değil aynı zamanda ekonomik savaşılar da neden olduğu günümüz dünyasında, rekabet gücünü artırmak isteyen her firma hatta her ülke enerjinin

verimli kullanılmasının, kayıp ve kaçakların azaltılmasının önemini derinden anlamıştır. Tüketicie sunulacak enerjinin uygun fiyatlı olması rekabet gücünü arttıracakı gibi, bu enerjinin sürekli olması da çok önemli bir konudur. Enerjinin sürekliliğini sağlayabilmek için ise sağlıklı bir enerji ekosistemi oluşturulması çok önemlidir. Bu ekosistemde amaç; ucuz enerji sağlamak olduğu gibi hakkaniyetli kullanımlara göre hızlı, pratik faturalandırma sisteminin de sağlanması ve kaçak kullanımların önüne geçilmesidir.

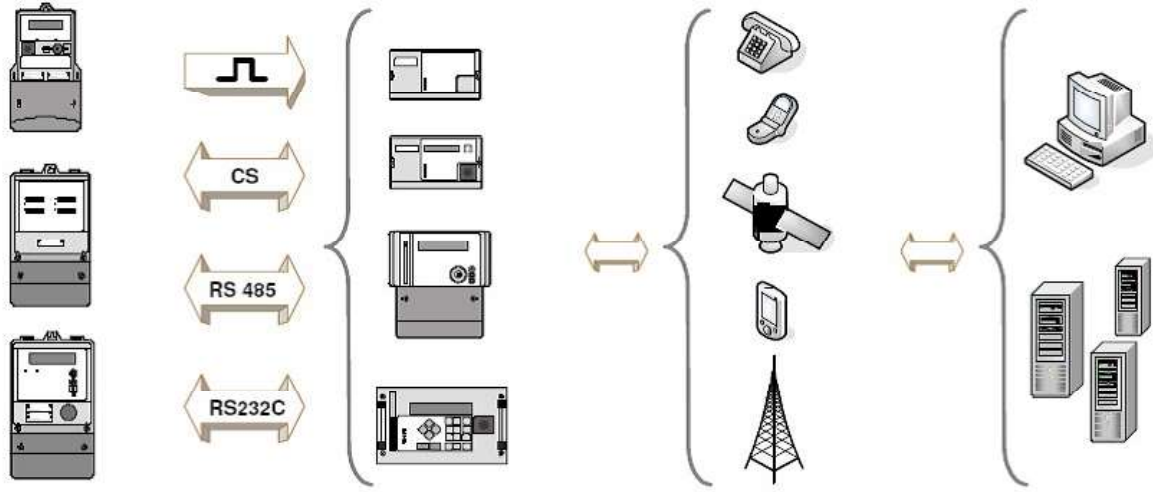
Bu durum günümüz teknolojisinde nesnelerin haberleşmesinin iyice hayatımızın içine girmesine neden olmuştur. Zira tüketici ne zaman ne kadar tükettiğini bilerek kendisinin enerji maliyetlerini düşürebilecek, üretici ise ürününün ne kadar tüketildiğini doğru zamanda doğru şekilde denetleyip arz güvenliği sağlayabilecek ve hatta arzın fazla tüketimin az olduğu zamanları teşvik etmek isteyebilecektir. İşte tüm bu isteklerin karşılanabilmesi için milyonlarca verinin doğru şekilde toplanıp, doğru şekilde işlenmesi gerekmektedir. Halen bu işlemlerin insanlar ile yapılması nedeniyle ekonomik olmayacağı gibi muhtemelen istenilen zamanda da tamamlanamayacaktır. Bu sebeple verilerin toplayıp merkezi bir karar verme sistemine aktaran sistemleri kullanmak günümüz teknolojisinde son derece mantıklı bir çözümdür. Otomatik sayaç okuma (OSO) sistem mantığını kısaca özetleyecek olursak sayaçlarda kullanılan enerjiyi ölçen sensörler, haberleşme alt yapıları sayesinde merkezi karar verme bilgisayarına verileri eksiksiz ve hatasız bir şekilde saniyeler içerisinde aktarmakta, merkezi karar alma sisteminde de bu veriler faturalandırılmaktadır.

Otomatik Sayaç Okuma sistemlerinin yapısının genel görünümü Şekil 3.2.'de görölmektedir. Sisteme bakıldığında ilk basamak sayaçlardan oluşmaktadır. Sistemdeki sayaçlar, akıllı sayaç olarak isimlendirilmektedirler. Akıllı sayaçlar sistemi sadece kullanılan enerjiyi ölçmek ile kalmayıp, aynı zamanda farklı parametreleri de ölçmektedir. Çeşitli haberleşme yöntemleri sayesinde ölçülen veriler uzak bir noktadan sayacın yanına gitmeksizin toplanabilmektedir.



Şekil 3.2. Otomatik sayaç okuma sistemi genel yapısı (Demir, 2006)

İkinci basamakta ise haberleşme sistemi vardır. Bu sistem haberleşme şekline göre GSM, GPRS, PSTN modem, veri toplayıcı birimler vb. olabilir. Bu sistemlerin amacı entegre oldukları sayaçlarla haberleşme bağlantısını sağlamaktır. Bu basamaklar haberleşme basamağı olup şehir telefon şebekeleri, uydular vb. sistemlerden oluşmaktadır. Bilgilerin toplandığı merkezi ünite ile haberleşme ekipmanları arası haberleşme için yol görevi görürler (Demir, 2006; Şahin , 2007).



Şekil 3.3. Sayaç otomasyonu haberleşme yapısı (Sajaya, 1999; Demir, 2006)

Son basamak ise merkezi veri toplama ünitelerinin bulunduğu basamaktır. Burada sayaç okuması emirleri verilir, okunan veriler veri tabanında saklanır ve gerektiği zamanlarda faturalar ve raporlar oluşturulur.

Elektrik, su ve doğalgaz sayaç verilerinin (tüketim bilgisi vb.) otomatik olarak toplanması şeklinde ifade edebilecek olan Otomatik Sayaç Okuma (OSO) sistemleri, işletme maliyetlerini düşürdüğü gibi kayıp/kaçak oranının azaltılmasında da önemli katkı sağlamaktadır. Ayrıca, yeni hizmet çeşitlerine imkan sağlamak açısından da işletmecilere ve kullanıcılara kolaylıklar sağlamaktadır. Günümüzün modern uygulamalarında pek çok işlevin eşzamanlı olarak zamanında gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle sayaçların, tüketim bilgilerini ve yük profillerini günlük olarak aynı zamanda göstermesi gerekmektedir. Bunun sonucu olarak, enerji verilerinin okunmasının belirli bir standarda bağlanması zorunluluğu doğmuştur. Benzer şekilde serbestleşen enerji piyasasında dengeleme/uzlaştırma ve sözleşmeye esas olan tüketim periyotlarının gittikçe kısalmasının öngörülmesi ile, OSO sistemlerinin kurulması bir ihtiyaçtan çok zorunluluk haline gelmiştir (Sajaya, 1999; Demir, 2006)

Veri haberleşmesinde meydana gelen yenilikler firmaların bu sisteme yönelmesini sağlamıştır. Özellikle nüfusun yoğun olduğu bölgelerde veri toplama işlemini kolaylaştırması ve meydana gelebilecek çeşitli hataları minimize etmesi en önemli özelliklerindendir. Bunun yanında OSO sisteminin diğer avantajları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Düşük maliyetli veri iletimi,
- Düşük maliyetli kurulum ve bakım,
- Düşük güç tüketimi,
- Çift yönlü haberleşme olanağı (tarifelerin otomatik olarak güncelleştirilmesi, uzaktan açma kapama kontrolü vb.).

Şekil 3.3.'de Sayaç otomasyonu haberleşme yapısı gösterilmiştir. Otomatik Sayaç Okuma Sistemleri; dijital elektrik sayacı ve enerji analizörleri için geliştirilmiş Denetleyici Gözetim ve Veri Toplama Sistemleridir. Bu sistemler, kullanıcılara ait sayaçlardaki enerji parametrelerinin merkezden izlenmesini ve operasyonlarını en etkin ve güvenilir şekilde yönetilmesini sağlar. Sistem içerdiği işlem kapasitesi, kolay kullanımı, güçlü hesap teknikleri ve gerçek zamanlı saha haberleşmesi ile öncelikle Organize Sanayi Bölgeleri, Elektrik Üretim Şirketleri, Elektrik Dağıtım Şirketleri, Otoprodüktör firmaları, Fabrikalar, Alışveriş Merkezlerinde enerji parametreleri ve enerji tüketim bilgisini izlemek ve faturalamak için komple bir çözüm sunmaktadır (DEMİR, 2006; Çakmak B. , 2004).

3.2. Otomatik Sayaç Okuma Sistemi (OSO) Çeşitleri

OSO uygulamaları, kullanılmak istenen haberleşme yöntemine göre farklılıklar göstermektedir.

OSO uygulamalarında sıklıkla kullanılan haberleşme yöntemleri şu şekildedir:

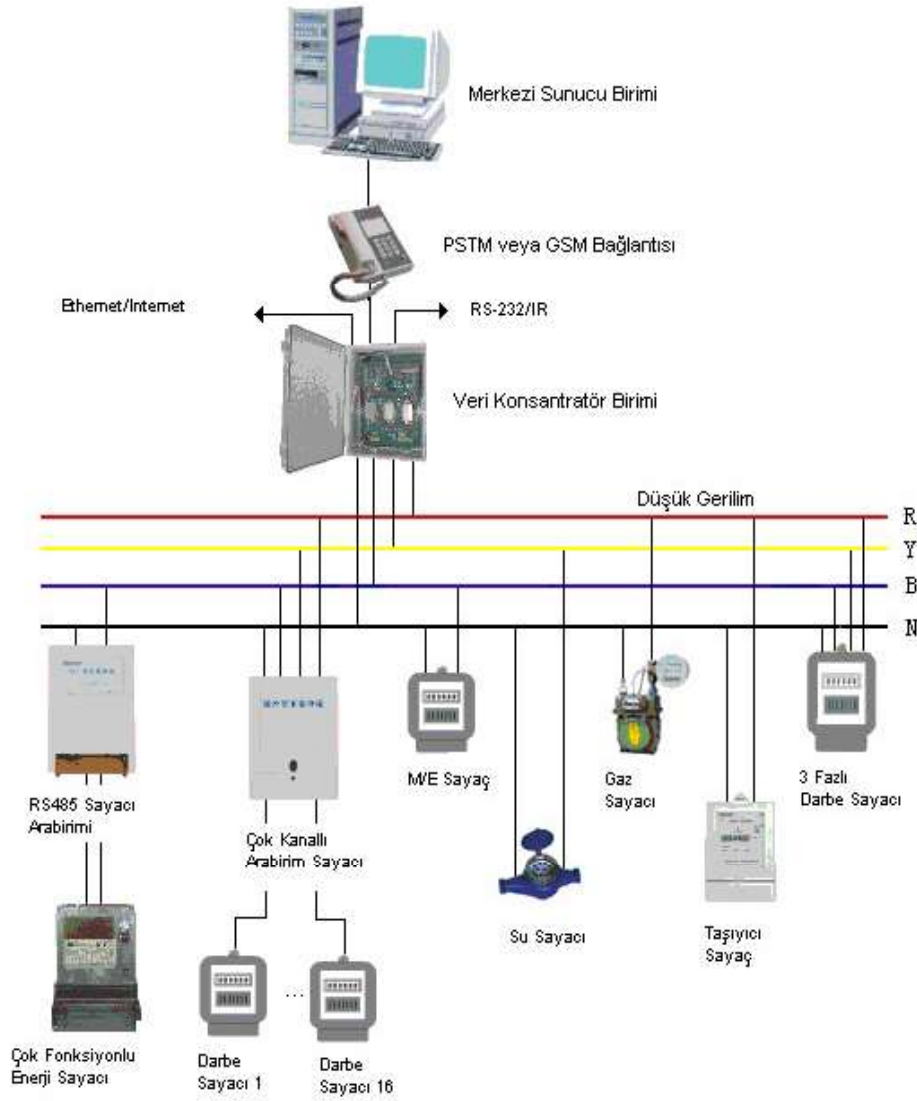
- Telefon Hattı
- PLC
- RF
- KMS

3.2.1. Telefon hattı

Şekil 3.4.'de telefon hattı kullanan OSO gösterilmiştir (PLC Forum, 2003). Telefon hattı OSO uygulamalarında daha ziyade, data konsantratörler kullanılmaktadır. Bu sistemde veriler ilk önce telefon hattı yani kablolardan iletilecek şekilde sinyallere dönüştürülür. Daha sonra alıcı konumundaki merkezi birimde sinyaller tekrar veri haline getirilirler. Bir nevi telefonda konuşan iki kişi gibi merkezi birim verisini okumak istediği sayaç

numarasını arar ve veri alış-verişini başlatır. Bir sayacın veri alım işlemi tamamlandıktan sonra diğer bir sayaç sıra ile arayacaktır. Ancak sayacın kritik bir veriyi merkezi birime aktarması gerekiyorsa bu sefer sayaç merkezi birimin numarasını arayacak, iletişim başlayacak ve veri aktarılacaktır. Telefon hattı ile maksimum 56 Kbps hızında veri aktarılabilir (Sajaya, 1999). Bakıldığında 56 Kbps hızı OSO sistemi için yeterlidir ancak aynı bağımsız bölümde hem su, hem elektrik, hem de gaz sayacı OSO sistemi ile okunmak istenir ise bu üç sayacı OSO uygulamasına bağlamak sorun teşkil edebilmektedir (PLC Forum, 2003). Sorunun üstesinden gelmek amacıyla, her sayaca ayrı hat çekilmesi gerekmektedir veya sayaçların bağlantısı için bir adet ara merkezi birim yerleştirilmesi gerekmektedir (Sajaya, 1999). Ara merkezi birim, merkez ile birim arası bağlantıyı sağlamaktadır.

- Merkezi birim ara merkezi birime, hangi sayaç ile bağlantı kurmak istediğini bildirir.
- Ara merkezi birim merkezi birim hangi sayaç ile iletişime geçmek istiyor ise iletişimi yönlendirip sayaç ile merkezi birim arasında köprü oluşturur.

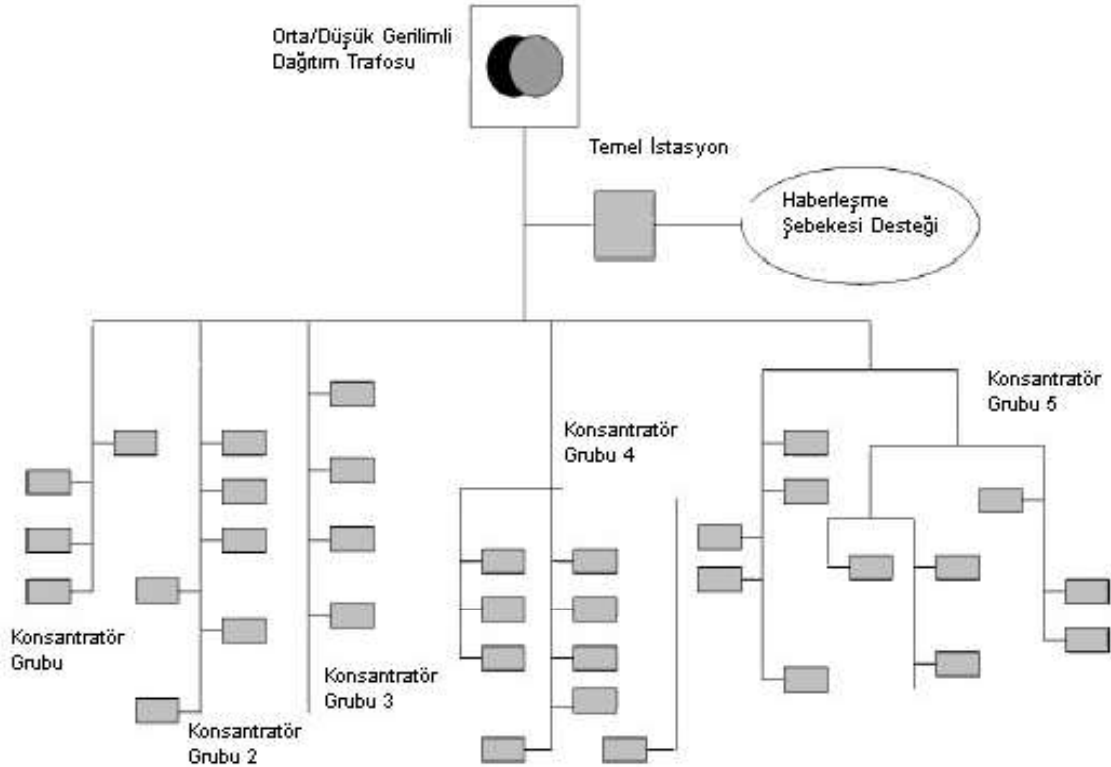


Şekil 3.4. Telefon hattı ile elektronik sayaçlardaki OSO sistemi (PLC Forum, 2003)

3.2.2. PLC hattı ile haberleşme

PLC (Power Line Courier/Kromportür), mevcut enerji hatları üzerinden veri haberleşmesini sağlayan bir teknolojidir. Bu sistemde veriler enerji hattından taşınabilecek sinyallere dönüştürülür. Verici tarafından dönüştürülen bu sinyaller alıcı tarafında tekrar veri haline getirilir. Ancak bu sistemin en büyük dezavantajı sistemdeki elektrik akımının sinyalleri bozması yani gürültü yapmasıdır. Çünkü elektrik şebekesine bağlı her aygıt elektrik sinyallerini az veya çok bozmaktadır. Modülasyon Frekans da düşük olduğundan, bu da stabil olmayan durumlara yani sinyallerde gürültü diye tabir edilen bozulmalara neden olur. Bu sistemde veri iletiminin başarılı olması için SSİ adı verilen Sayısal Sinyal İşlemcisi kullanılır (PLC Forum, 2003). Ayrıca veriler trafo geçişine kadar elektrik hattında iletildikten sonra; RF, KMS veya GPRS haberleşme ile merkezi birime iletilmelidir (PLC

Forum, 2003). Bu sebepten dolayı sadece PLC kullanılarak OSO uygulaması yapılamamakta trafodan sonra verileri aktarmak için ya bir telefon hattı ve/veya GPRS kullanımı gerekmektedir. Böylece her trafoya, trafoya kadar gelen verileri merkeze aktarmakla görevli bir dönüştürücü koymak gereklidir. Şekil 3.5.'te enerji iletim hattından veri taşıma sistematığı gösterilmiştir (Bassewitz , 2003).



Şekil 3.5. PLC (Güç iletim hattı sistematığı) (Bassewitz , 2003)

3.2.3. RF (Radyo Frekansı)

RF uygulamaları, uzak noktalardan bilgi toplanmasına olanak verir. RF teknolojisi, özellikle otomatik sayaç okuma kavramı doğrultusunda elektrik, su ve gaz idareleri için uygun olmasının yanında, genel anlamda uzaktan izleme ve telemetri uygulamaları için de çok geniş bir altyapı sağlar (PLC Forum, 2003). Sistemin yapısı, düşük güçlü bir radyo sistemine dayanır ve tam otomatiktir (PLC Forum, 2003). Uzak birimden gönderilen iletimlerin periyodu programlanabilir ve uygulamanın kapsamına göre saatlik, günlük hatta haftalık programlar, sisteme tanımlanabilir (Agusman ve diğerleri, 1999). RF, OSO uygulamalarında en çok kullanılan haberleşme çeşididir. RF'nin en önemli özelliği kablolarla olan ihtiyacı ortadan kaldırmasıdır. Ayrıca herhangi bir GSM (Mobil Haberleşmede Evrensel Sistem)

hattının kullanılması söz konusu olmadığı için haberleşme masrafı olmamaktadır. OSO uygulamalarında genellikle kullanılan cihazların enerji katında (elektrik kesilmelerine karşı) düşük güçlü ve akım kapasiteleri az piller kullanıldığı için de az akım çeken RF modüller kullanılmaktadır (TSE Standart No TS (EN-62056)).



Şekil 3.6. RF ile OSO sistemi blok diyagramı

Şekil 3.6.'da RF mobil sayacın okuma sistemi verilmektedir. Bu modüller; FSK (Frekans Kaydırmalı Anahtar), GFSK (Gaussian Frekans Kaydırmalı Anahtar), ASK (Genlik Kaydırmalı Anahtar) gibi modülasyon çeşitlerini kullanılırlar. En çok kullanılan bantlar 433, 868, 915 MHz'dir. Halen mevcut RF uygulamalarında genelde 433 MHz bandı kullanılmaktadır . Çoğunlukla RF'li OSO uygulamalarında gezici bir birim vardır. Bu gezici bir Ana Cihaz imara bağlı olabileceği gibi bir bisiklet veya motosiklet de olabilir. Bu uygulama Amerika'da sık olarak yapılmaktadır (Arthur, 2003). Ölçüm birimi ana sokaklarda gezerek verileri otomatik olarak sayacılardan okumaktadır. Düşük maliyetli bir radyo vericisi mevcut sayaca entegre edilir ve elektronik sayacın hafızasından alınan bilgiler bu vericiye iletilir. Radyo vericisi de bu bilgileri, anabilgisayarın bulunduğu operasyon merkezine değerlendirilmesi için aktarır. Radyo şebekeleri hücresel bir yapıya sahiptirler ve her bir merkez bilgisayarla ilişkilendirilmiş, dağıtılmış baz istasyonları şebekelerini kullanırlar. Radyo frekans teknolojisi kullanılarak, sistem maliyeti, sistem karmaşıklığı ve sayacın tarafındaki verici ünitenin güç tüketimi azaltılabilir ve RF dalgalarının geniş erişim ağı ile kapsamlı uygulamalar geliştirilebilir (TSE Standart No TS (EN-62056)).

3.2.4. KMS (Kısa Mesaj Servisi)

KMS, OSO uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaz (TSE Standart No TS (EN-62056)). Bunun başlıca nedeni pahalı olmasıdır. KMS uygulaması için GPRS/GSM modemler kullanılır (Arthur, 2003). Mikrosay firması 2003 yılının ilk çeyreğinde, TEOS-METER Otomatik Sayaç Okuma Sistemini geliştirmiştir (Çakmak, 2004). TEOS-METER OSO Sistemi özellikle dijital elektrik sayaçlarından veri toplanabilmesi için geliştirilmiştir.

GPRS haberleşme teknolojisini kullanan sistem, sayacın yanına gitmeden GSM Modem desteği ile sayaç parametrelerini alarak merkezdeki ORACLE veri tabanı üzerinde toplamaktadır. Sistem, özellikle Türkiye'deki Elektrik Üretim ve Dağıtım Şirketlerinin ihtiyaçlarına yönelik olarak geliştirilmiş olup, PMUM (Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi) tarafından istenilen aylık standart raporların tarifelendirilmiş formatta alınmasına imkan tanımaktadır (Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi, 2005).

Programdaki kullanıcı ana ekranı; sistemin giriş ekranları, sayaç tablo, sayaç endeksleri tahmin tablosu, sayaç grafik ekranı, müşteri tablo, fatura raporu gibi menülerle sistemin kullanımı genişletilmiştir.

Çizelge 3.1. Haberleşme sistemleri karşılaştırma

	Telefon hattı	PLC	RF	KMS
Avantajları	Kopma ihtimali düşük	Mevcut enerji hattından iletişim	Uzak noktalara erişim	Uzaktan okuma kolaylığı
	Erişimi Kolay		Haberleşme masrafı yok	Geniş kullanım olanağı
			Sistem karmaşıklığı yok	
			Güç tüketimi az	
Dezavantajları	İşletmesi zor	Bozulma, gürültü çok	İlk kurulum pahalı	İşletmesi pahalı
	Maliyetli	Tek başına kullanılamama		

3.3. Otomatik Sayaç Okuma Sisteminin Tarihçesi ve Dünyadaki Uygulamaları

1980'lerde hızla gelişen elektronik ve bilgi teknolojileri, sayaçların okunmasında ve okunan verilerin değerlendirilmesinde de yeni ufuklar açmıştır (Agusman ve diğerleri, 1999). Şahıslar tarafından tek tek okunup tek tek faturalandırılan sistem yerine, işlemleri hızla ve doğru yapacak hatta veri tabanları oluşturacak sistemler hızla gelişmeye başlamıştır. Dünyada yaklaşık olarak bir milyarın üzerinde bulunan sayaç sayısının hepsinin otomatik okuma sistemine geçmesi günümüz için çok mümkün görünmemekle beraber, otomatik

okuma sistemine geçen sayaçlar da üretilen firmalara göre farklı teknoloji alt yapılarına sahiptirler. Bu nedenle her bir sayacın verisi aynı el istasyonu ile toplanamamaktadır. Hatta aynı üreticinin farklı modeldeki sayaçları bile birbirinden farklılık arz etmektedir. Bu durum, el terminali ile sayaç okuma yönteminde, sayaç imalatçı firmaları ile okuma yapan firmaları aynı platformda buluşturmuştur.

Bunun sonucunda sayaç imalatçı firmaları IEC1107 standardına uygun, el terminali ile okunabilen sayaçların "okuma protokollerini" ve "veri anlamlarını" el terminali üreticilerine vererek ortak bir el terminali çözümü aramışlardır.

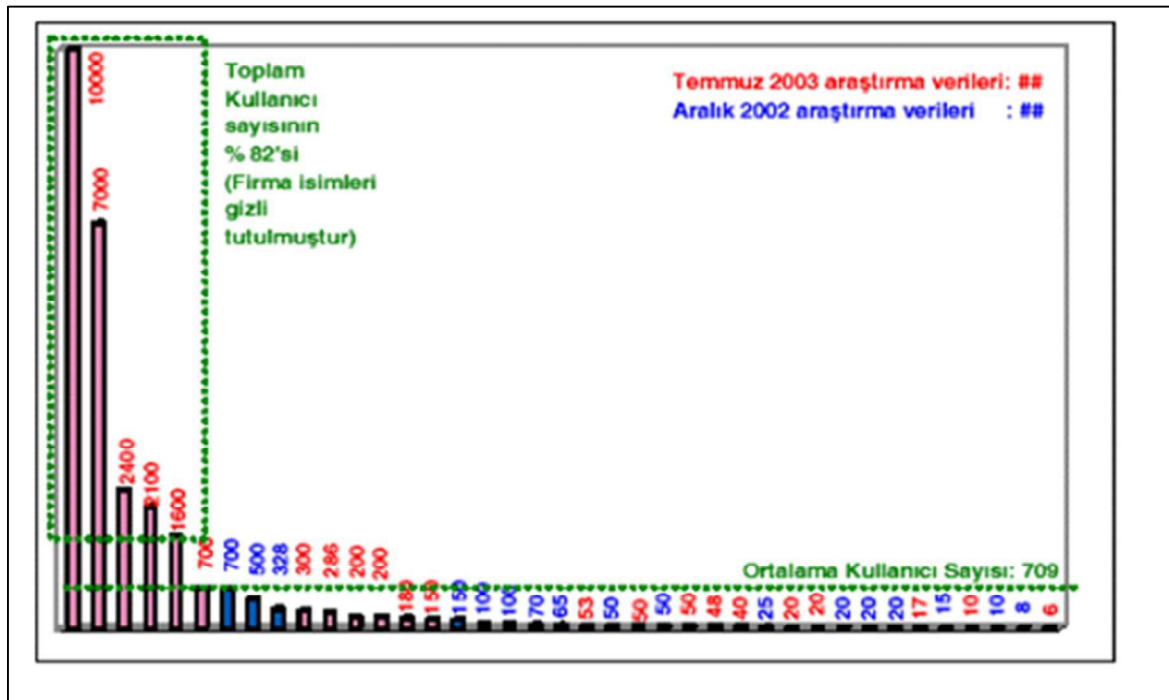
Sadece ASA (Açık Sistem Ara yüzü) Referans Modelinin ilk beş katmanını tanımlayan IEC1107 standardı "uygulama" katmanını kullanıcıya bırakmıştır. Bu durum, bütün sayaç üreticilerinin uygulamalarını tek bir veri tabanına uygun olarak toplayıp değerlendiren şirketlerin gelişimine neden olmuştur. Bu şirketlerden Amerika'da yerleşik ITRON, bu alanda MV90 adını verdiği sistemiyle 40 ülkede 1500 civarında işletmeye 300 milyondan fazla sayaç için hizmet vermektedir.

İtalya'da yerleşik FIMM firması ise bu alanda hizmet veren bir diğer büyük uygulayıcıdır (Sajaya, 1999). Avrupa'da en büyük Otomatik Sayaç Okuma (OSO) sistemleri Alman Görlitz firması tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu firmalar, piyasaya bağlı olarak, farklı imalatçılarda üretilen elektronik sayaçlardan verilerin okunmasını ve tek bir veri tabanına uygun hale getirilmesi işlemini yapmaktadırlar. Bu uygulama, gelişen teknoloji ile birlikte çok hızlı yol kat etmiştir. Örneğin İngiltere'de ürünlerin farklılıkları ve çeşitlilikleri nedeni ile, okumayı yapan personel; okuma yapacağı her çeşit sayacın yazılımlarını ve abone veri tabanı bilgilerinin yüklenmiş olduğu bir "Dizüstü Bilgisayar" ile dolaşp sayaçları okuyabilmektedir

Uygulayıcı firmalar ITRON ve FIMM' in, üretilen her yeni tip sayacı ve dağıtım şirketlerinin değişen veri taleplerini, işletme yazılımlarına dahil etmek için çok yüksek ücret talep etmeleri uygulamanın dikkate alınması gereken diğer önemli bir boyutudur. İngiltere'de optik okuma yönteminin büyük bir karmaşa içinde olduğu ve yeni yöntemlerin arandığı bilinmektedir. Avrupa Birliği ülkeleri aralarında bir çalışma grubu kurarak, TS (EN-62056) protokolünün "uygulama" katmanını standardize edebilmek için çalışmalara başlamıştır. Halen, Otomatik Sayaç Okuma sistemlerini kapsayan 150'den fazla pilot proje uygulaması sürmektedir (PLC Forum, 2003).

Bu çalışmalarda 2003 yılı ortasında 27.000 olan Otomatik Sayaç Okuma kullanıcı sayısının 2006 yılı sonuna kadar 3 milyon – 5 milyon arasında bir değere ulaşması beklendiği belirtilmiştir. Kullanıcı sayısının yalnızca Almanya, İsviçre ve Avusturya’da 2006 yılı sonuna kadar 500.000’e ulaşılacağı öngörülmüştür.

Şekil 3.7.’de Otomatik Sayaç Okuma uygulamalarında kullanıcı sayısı dağılımı gösterilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi pilot uygulama ve deneme başına düşen ortalama kullanıcı sayısı 709 olup, kullanıcıların % 82’si 5 şirket tarafından yapılan uygulama kapsamındadır (Arthur, 2003).



Şekil 3.7. Yurtdışında Aralık 2002 – Temmuz 2003 tarihleri arasında otomatik sayaç okuma uygulamalarında kullanıcı sayısı dağılımı

3.4. Türkiye’de OSO Uygulamaları

Türkiye’de elektronik sayaçların hemen hemen tam olarak kullanılmasına başlanmasına rağmen, piyasada birçok firmanın birçok farklı çeşidi bulunmaktadır.

Ülkemizde farklı özellikte çok sayıda sayacın piyasaya girmesi, ITRON ve FIMM gibi şirketlerin çalışmalarına benzer çalışmaların ülkemizde de yapılmasına neden olmuştur. Enerji piyasasında da, özellikle son 1,5 yıldır sayaçların uzaktan okunmasına yönelik birçok çalışma yapılmaktadır. Bazı firmalar bu konuda mevcut proje ve uygulamalarının olduğunu

belirtmiş olsa da, gerek enerji piyasasında yaşanan belirsizlikler gerekse bu uygulamayı yapacak olan enerji üreten özel firmaların müşterilerinin sık sık değişmesi nedeniyle elektrik piyasasında uygulamalar gecikmiştir.

Günümüzde birçok sayaç okuma şirketi vardır. Bu firmalar çeşitli okuma yöntemleri uygulamaktadırlar. Bu firmalar; endeksör cihazı ile okuma, radyo frekansı aracılığıyla okuma, enerji hatları üzerinden okuma, GSM ile okuma ve en son olarak da internet üzerinden okuma sistemleri geliştirmişlerdir (Komtaş Yazılım AŞ., 2019). Ülkemizde de bu konu üzerinde çalışmalar yapılmaktadır.

2017 TEİAŞ raporuna göre 2017 yılı sonu itibarıyla, TEİAŞ trafo merkezleri, üretim tesisleri ve serbest tüketiciler olmak üzere toplam 1.343 farklı yerde kurulu bulunan 3.332 adet elektrik sayacına ait ölçüm verilerinin otomatik okunması OSOS vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir.

3.5. Otomatik Sayaç Okuma Denemelerinde Kullanıcı Sayısı Dağılımı

Otomatik Sayaç Okuma uygulamaları enerji hatlarından iletişim konusunda yapılan tüm uygulamaların yaklaşık %19' unu teşkil etmektedir. Bu uygulamaların yapıldığı ülkeler arasında ABD, Kanada, Almanya, İtalya, İspanya, İngiltere, Finlandiya ve diğer kuzey Avrupa ülkeleri ön sıralarda yer almaktadır. Bu ülkelerin OSO uygulamalarında ön plana çıkmalarında ülke içinde donanım üreten şirketlerin fazla sayıda olmasının etkisi çok büyüktür (Little, 2002). Dolayısıyla bu şirketler ellerindeki donanım ve teknoloji yardımıyla ülke ve dünya çapında büyük bir pazar oluşturmayı hedeflemektedirler. Bu firmalar teknolojik gelişimlerini artırırken aynı zamanda da mevcut uygulamaların maliyetleri ile kendi uygulamaları arasındaki maliyet farklılıklarını en aza indirmek için sürekli rekabet halindedirler. Bu ülkeler ve firmalar OSO uygulamalarını öncelikle resmi kurum, okul, hastane, otel vb. binalarda gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra da belirli bir pilot bölge seçerek ilk planda 30-40 sayıda kullanıcıya OSO uygulaması başlatmışlardır. Daha sonra da kullanıcı sayısını artırarak 1000-2000 civarında kullanıcıda OSO uygulaması yapmışlardır. Şirketlerin yapmış oldukları çalışmalara ve teknolojik gelişmelere dayanarak 2008 yılındaki uygulama sayısının 10 yılda %20 oranının üzerinde arttığı düşünülmektedir (Erkal, 2001).

4. SAYAÇLAR (ELEKTRİK, GAZ VE SU)

Tüketicinin hizmetine sunulan enerjinin, su ve gaz miktarının ölçülerek parasal bedel tahakkuk ettirilmesinde kullanılan sayaçlar ölçü devrelerinin imalat özelliklerine göre; mekanik sayaçlar ve elektronik sayaçlar olmak üzere iki kategoride ele alınır. Elektrik sayaçlarında, enerji sisteminin durumuna göre tek fazlı şebekelerde ölçüm yapan sayaçlar monofaze, üç fazlı şebekelerde ölçüm yapan sayaçlarda trifaze sayaç olarak adlandırılır. Trifaze sayaçlar, monofaze sayaçların ölçme prensiplerine uygun olarak bir araya getirilmeleri ile oluşturulmuşlardır. Ayrıca belirli dönemdeki maksimum gücü ölçebilen demant-metreli sayaçlar da vardır.

Elektronik alanındaki köklü gelişmeler (EEPROM'un bulunması, hızlı ve çözünürlüğü yüksek işlemci ve analog-sayısal çeviricilerin keşfedilmesi gibi) sayaçların elektro mekanik yapısının tamamen elektronik bir yapıya dönüşmesine neden olmuştur. Elektronik sayaç teknolojisi günden güne gelişmekte olup yeni gelişmeler sayaçların sadece tüketilen enerjiyi kaydetmekten daha farklı işlemler için de kullanılabileceğini göstermektedir.

Gaz ve su sayaçlarında ise mekanik ve elektronik sayaç olmak üzere iki genel kategoriye ayrılabilir. Her iki sayaçta da temel prensip gazın veya suyun debisini ölçerek kullanım miktarını ölçmektir.

4.1. Elektrik Sayaçları

4.1.1. Mekanik elektrik sayaçları

Elektrik enerjisini ölçmek için kullanılan mekanik sayaçların ölçme sistemi Galileo Ferraris tarafından bulunan döner disk prensibine dayanmaktadır. Bu sebeple mekanik sayaçlar indüksiyon tipi olarak da adlandırılırlar.

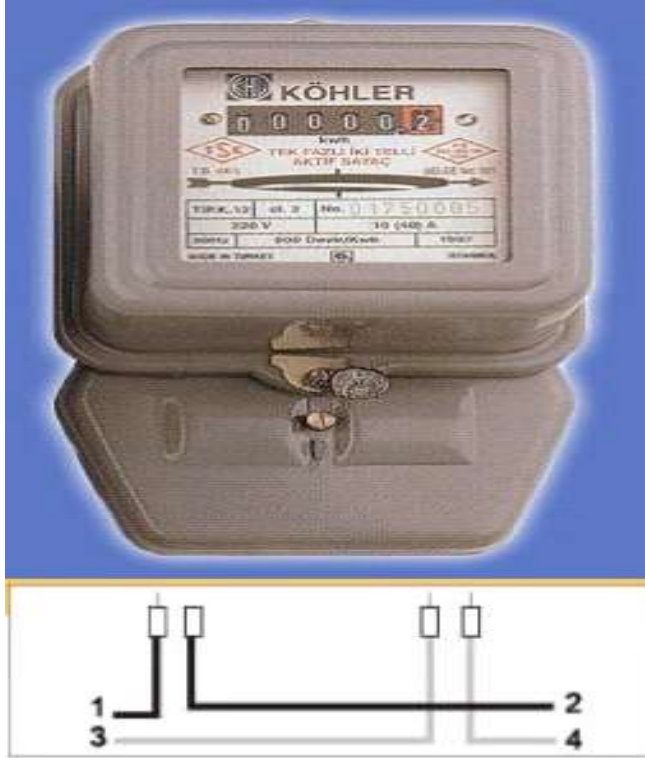
Mekanik elektrik sayaçlarında rotor olarak bir alüminyum disk kullanılır. Elektromanyetik kuvvetler bu disk içinde üretilir. Bu kuvvetlerden dolayı diske bir döndürme momenti etki eder ve disk döner. Mekanik sayaçların çalışma prensibi nedeniyle döndürme momenti ile tüketici yükü arasında doğrusal bir bağıntı vardır. Yani tüketici yükü arttığında döndürme momenti de doğrusal olarak artar (Yu ve diğerleri, 2005).

Alüminyum diske etki eden daimi mıknatıs ise döndürme momentinin tersi yönde frenleme momenti oluşturur. Frenleme momenti de disk hızı ile doğrusal bağıntılıdır. Disk hızı arttığında frenleme momenti doğrusal olarak artar. Numaratörde disk miline bağlı nihayetsiz dişli tertibatından hareket alır (Yu ve diğerleri, 2005).

Sürtünme kuvvetleri ihmal edilirse döndürme momentleri frenleme momentine eşit olur. Böylece disk hızı ile tüketici yükü arasındaki bağıntının doğrusal olduğu görülür. Tüketici yükü arttığında disk hızı da artar. Disk hızının tüketici yüküne oranına sayaç sabitesi denir. Sayaç plakası üzerinde yazılı olan sayaç sabitesi çok önemli bir parametredir. Sayaç sabitesi “K” harfi ile gösterilir ve her kilowatt saat(kWh) için diskin kaç devir yaptığını gösterir. Disk (K) devir yaptığında sayaç numaratörü 1kWh elektrik enerjisi kaydeder.

Bu bölüme kısa olarak gaz sayacını ve su sayaçları ilave edicem, Son teknoloji uygulamaları ile beraber

Şekil 4.1’de tek-fazlı monofaze aktif sayacın dış görünümü ve bağlantı biçimi gösterilmiştir (Hungwu ve diğerleri, 2004).



1- Faz Giriş (Çıkış) 3- Nötr Giriş (Çıkış)
2- Faz Çıkış (Giriş) 4- Nötr Çıkış (Giriş)

Şekil 4.1. Tek fazlı mekanik aktif sayaç ve bağlantı biçimi (Hungwu ve diğerleri, 2004)

4.1.2. Elektronik elektrik sayaçları

Yirmi yıl öncesine kadar elektrik sayaçları elektromekanik prensiplere göre çalışıyordu. Bu yıllarda doğruluk, güvenilirlik, çalışma ömrü ve fiyat bakımından elektromekanik çözümlerle sağlıklı sonuçlara ulaşılammıştı. Bu süreden sonra elektronik teknolojisi olağanüstü gelişmeler kaydetmiştir. Bugün elektronik sayaçlar en modern mikro elektronik teknolojiler kullanılarak seri üretimle üretilmektedir. Bu tip sayaçlar klasik ölçüm teknolojilerinde olduğu gibi farklı cihaz ve gereçlerle entegre edilebilme kolaylığı sağlamaktadır. Ayrıca bu sayaçlar yeni ölçüm kavramlarının geliştirilmesiyle çok geniş tasarruf potansiyeli sağlamıştır.

Bu sayaçlarda akım ve gerilim değerleri ayrı ayrı kanallarda eş zamanlı olarak yüksek çözünürlükte örneklenerek sayısal işaretlere dönüştürülür. Bu işaretlerin yüksek hızlı bir mikro denetleyici aracılığı ile sinyal işlemcisinde birleştirilmesi sonucunda istenilen ölçüm değerleri elde edilir. Elde edilen değerlerden enerji değerleri hesaplanır ve sonuçlar ekranda

gösterilir. Tüketim bilgileri besleme voltajı kesintilerinden etkilenmez, bilgi saklama süresi 100 senenin üzerindedir.

Mekanik sayaç uygulamalarında dışarıda bulunan gerçek zaman saati, takvim ve zaman senkron alıcıları, elektronik sayacın içerisine entegre edilmiştir. Sonuç olarak basit bir sayaç, kapsamlı bir tarife sistemine dönüştürülmüştür. Yeni jenerasyon sayaçlar optik fiber ara bağdaştırıcı birimlerle genişletilebilir. Bu çok önemli bir maliyet azaltıcı faktördür. Bu sistemde kullanılacak izoleli röle kutusu kullanıcılar için önem taşır. Çünkü; sayaç ve izoleli röleler bir bağdaştırıcı birimiyle ayrıldığı için herhangi bir istenilmeyen koşulda sayaca zarar gelmeyecektir.

Elektronik teknolojisi sayaçlarda kullanılmadan önce, elektrik üretimini ve dağıtımını yapan şirketler ile müşteriler sayaçları sadece basit bir ölçüm cihazı olarak görüyorlardı. Gelişen teknolojiyle zaman senkron alıcısı ve tarife zaman anahtarları, iletim kontakları ve ilave röleler kullanılarak sayaçlar farklı bir yapıya bürünmüşlerdir.

Elektronik sayaçlar tüketilen enerjiyi kullanılan teknoloji ile mekanik sayaçlara göre daha hassas ve daha güvenli olarak ölçerler. Bu sayaçlar en basit aktif tüketimin ölçülmesinden tutunda birçok tarifeye göre aktif ve reaktif tüketimin itinalı ölçümüne, birçok tarifeye göre maksimum tüketim hesaplanmasına, yük profilinin belleğe kaydedilmesine ve seri iletişime kadar geniş bir kullanım sahasına sahiptir. Ölçüm noktasında kullanılan son teknolojiler güvenilirliği arttırmış, hataları en aza indirmiş ve çeşitli ölçüm kolaylıkları sağlamıştır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 08.Aralık.2001 tarihinden itibaren tüm yeni abonelere elektronik sayaç takılması zorunlu hale getirilmiş olması ile birlikte çok sayıda ve markada elektronik sayaç üretimi ve kullanımı için takılma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Bu konuda standardı ve eşgüdümü sağlayabilmek için çıkarılan ve 22.Mart.2003 tarih ve 25056 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak en son halini alan “Elektrik Piyasasında Kullanılacak Sayaçlar Hakkında Tebliğ” üretilen ve kullanıma izin verilecek sayaçların özelliklerini belirlemektedir. Bu tebliğ birçok firmanın üretmiş olduğu farklı sayaçların ortak özellikler taşımasını sağlamak amaçlı yayınlanmıştır.

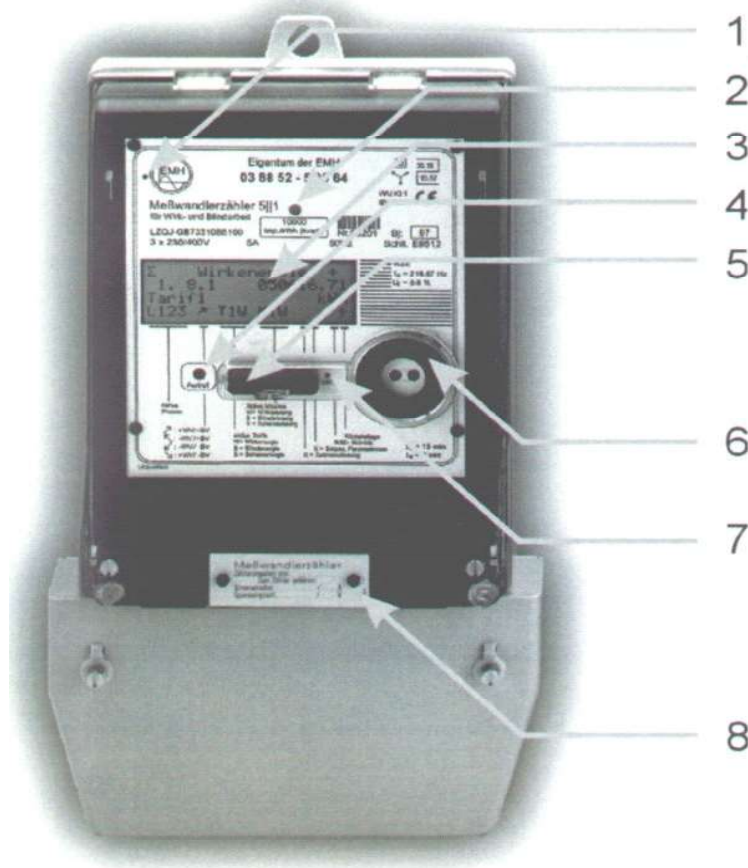
Bu tebliğde elektrik piyasasında kullanılacak elektronik sayaçlar hakkında; bir günü en az dört zaman dilimine bölerek ölçme ve kayıt yapabilme, enerji kesik olsa dahi kaydedilen bilgileri en az dört ay süre ile saklama, sayaca yapılan müdahaleleri algılama ve kaydedebilme, işletme esnasında meydana gelen faz kesilmelerini, akım yönü değişikliklerini, şebekede veya sayaçta oluşabilecek her türlü kesinti ve programlama değişikliklerini algılayarak, tarih ve saat bilgileri ile birlikte kaydedilmesini ve haberleşme donanımı üzerinden okunabilmesini sağlayan özellikleri taşımaları gerektiği belirtilmektedir (Farber, 1987).

Bu asgari şartların dışında elektronik sayaçlar için uluslar arası standartlarda (EN, TSE) mevcuttur (Gabele ve diğerleri, 1991). Bu standartlarda sayaçlarda bulunması gereken özellikler ile ilgili standartlardır. Bu standartlar; sayaçların temel boyutları, maksimum ölçüm değerleri, tarifelendirme, enerji değerleri tanıma sistemi, sayacın ölçüm hassasiyeti, sayaç okumaları ve yük kaydedici için veri değişimi-direk yerel veri değişimi ile ilgili standartlardır.

Burada istenen özellikler her elektronik sayaçta olması gereken asgari özelliklerdir. Üretici firmalar gelişen sayaç teknolojisi ile birlikte çok fonksiyonlu sayaçlar üretmektedirler. Gerek tebliğdeki asgari şartlar gerekse üretici firmaların daha ileri modellerde sayaç üretmeleri bir elektronik sayacın tüketilen enerjiyi farklı zaman dilimlerinde ölçmenin yanı sıra, çok daha faydalı bir biçimde kullanılabileceğini göstermektedir.

Elektronik sayaçların yapısı

Bir elektronik sayacın dış görünüşü ve ön panel üzerindeki önemli işlevsel elemanlar Şekil 4.2. 'de gösterilmiştir (Gabele ve diğerleri, 1991).



Şekil 4.2. Elektronik sayacın dış ön panel görünümü ve işlevsel elemanları
 1) Program anahtarları 2) Impuls Led 3) 2 sıra veya 4 sıra LCD ekran 4) Optik sayfa çağırma elemanı 5) Mühürlenebilir optik demant sıfırlama birimi 6) Optik kafa için (DO) optik ara bağdaştırıcı 7) Optik reset sensörü 8) Mühürlenebilir bilgi etiket bölümü (Gabele ve diğerleri, 1991).

Şekil 4.2. Elektronik Sayacın Dış Ön Panel Görünümü ve İşlevsel Elemanları Ön paneldeki elemanlar yardımıyla sayacın kaydettiği istenilen bilgilere ulaşılabilir.

Sayaç iki temel elemandan oluşur:

- Dijital ölçüm mekanizması
- Tarife mekanizması

Ölçüm mekanizması ölçüm hassasiyeti için önemlidir. Temel ölçüm sağlandıktan sonra dijitalle dönüştürülen bilgiler tarife mekanizmasına ve işlemciye taşınır. Her iki modül de sayaçlarda bulunduğu için mekanik sayaçlar gibi ölçüm birimine, tarifelendirme birimine ve zaman saatine ayrı ayrı ücretlendirme yapılmamaktadır.

Çok işlevli olan elektronik sayaçların imalatları da çeşitli standart ve normlara uygunluk gösterecek biçimde yapılmaktadır. Ayrıca mekanik özellikleri açısından da güvenilirlik oluşturulmalıdır (Gabele ve diğerleri, 1991).

Güç besleme ünitesi

Elektronik sayaçların besleme ünitesi, çalışma esnasında oluşabilecek bir problem meydana geldiğinde, aşırı yük ve kısa devrelere karşı yüksek derecede korumalı olmalıdır.

Tek-fazlı elektronik sayaçlar %20 gerilim düşümlerine kadar hatasız çalışmaya devam edecek şekilde imal edilirler. Çok yönlü elektronik sayaçlar ölçüm terminalinden bağımsız olan yedek besleme ünitesine sahiptir. Bu sayede ölçüm esnasında hataları artıracak farklı bir yük sayaç üzerinde olamayacak ve sayaca enerjisinde bir sorun yaşandığı hallerde bile doğru ölçüm yapılabilecektir (Erkal, 2001).

Sayaç çalışırken akım ölçümlerini hafızasında (RAM) saklar. Her 24 saatte bir ölçüm değerlerini silinemez hafızaya aktarır. %20 gerilim düşümlerinde ve enerji kesintilerinde de (50 Hz sinyali kaybolduğunda) silinemez hafızayı kullanarak ölçüm değerlerini kayıt altına alır. Enerji kesintilerinde veya sayaç minimum çalışma voltajı seviyesinin altına düştüğünde saniyede iki defa ölçmeye devam edecektir. Bunu enerji şarj-kapasitörü vasıtasıyla gerçekleştirir. Eğer kesintisi 500 ms altında bir süre zarfında gerçekleşmişse sayaç işlemine duraksamadan devam edecektir. Eğer sayaç bu süre zarfından daha fazla enerji kesintine uğramışsa yeni ölçüm, sayaç çalışmaya başladığı anda faaliyete geçilecektir.

Koruyucu devre

Gerilim terminallerinin arkasında bulunan güç rezistansları ve varistörlerden oluşan koruyucu devre, sistemi yüksek gerilim dalgalanmalarından korur. Ayrıca reaktif güç çeken cihazların kapatılmasıyla oluşan hızlı manyetik dalgalanmaların, sayaç içinde bulunan elektronik parçalara ulaşmadan etkisiz hale getirilmesini sağlar (Erkal, 2001).

Ölçüm birimi

Sayaçtan geçen birim aktif ve reaktif enerji tüketiminin; hem toplam olarak, hem de tarifeler bazında bir veya iki güç akış yönünde ölçümünü sağlayan birimdir.

Tarife birimi

Dijital değerlere çevrilmiş ölçümler kullanılarak, tüketilen veya üretilen elektrik, tarife mekanizması sayesinde hesaplanır. Daha sonra bunları ekran bilgilerine dönüştürerek sayacın enerji ve güç bölümlerine, sayaca verilen program çerçevesinde kayıt eder.

İşlem modülü

Ölçüm modülünden gelen sayma impulslarının işlenmesi için, 4 hesaplama ünitesi mevcuttur. Bu ünitelerin her biri şunları içerir:

- 4 tarifeli çalışma kaydı,
- 1 tarifesiz çalışma kaydı,
- 4 maksimum tarife kaydı,
- Çalışma ve/veya maksimum için 15 ön değer kaydı,
- Kumanda Tertibatı:

8 kumanda girişi,

8 kumanda girişinin fonksiyonlarını aşağıda verilen girişler olarak parametrelemek mümkündür:

4 çalışma tarifiesi,

4 maksimum tarifiesi,

Ölçme periyodu kumandası,

Reset fonksiyonu,

Senkron (uzaktan) kumanda alıcı modülü (RCR),

Dijital filtreli senkron kontrol alıcıları sayaçlarda kontrol elemanları olarak kullanılabilir. Sayaç, tercihli olarak bir RCR (Senkron uzaktan kumanda alıcı modülü) modülüyle de üretilebilir. Bu modül optik bilgi ara birimi üzerinden parametrelendir.

- Gerçek zaman saati

Diğer ilave bir fonksiyon da bir gerçek zaman saatinin ilave edilebilmesidir (Texas Instruments, 1994). Bu saat süper-kapasitör ve tarife takvimi ile donatılmıştır.

- Kayıt Belleği
- Yük profil belleği

Yük profil belleği olarak, 128 veya 512 kByte kapasiteli bir Flash-EPROM kullanılır. Yük belleğinin konumlandırılmış sayaçlarda hafıza kayıt süresi 15 aydır. (Değerler 15 dakika bir alınmaktadır). Normalde kanal sayısı 1 den 8'e kadardır.

Programlama imkanı bulunduğu için her kanal bir ölçüme atayabilir. Yük profil belleği sürekli sayaç içinde bulunan gerçek zaman saatiyle senkronize çalışır. Kayıtlar 00-15-30-45dakika aralıklarında kaydedilir. Optik ekran sensörüyle değerler gözlemlenebilir. Bu bellek, hafıza bilgilerinin iletişim birimleriyle bilgisayara taşınmasını sağlamaktadır.

Tampon belleği

Tampon bellek; cihaz hataları, enerji kesintileri, yerel parametreleme, yerel saat ayarı, uzaktan kumanda ile saat ayarı, yaz saatinden kış saatine geçme ve tersi işlemlerinin yürütülmesini ve gerekli bilgileri kaydedilmesini sağlar (EN1434-3: HeatMeters, Part 3 Data Exchange and Interface, 1997).

Sinyal çıkış birimi

Sinyal çıkış modülünün altı adet çıkışı vardır. Bu modül çıkış kontağı bilgilerinin müşteriye iletilmesini sağlar. Her çıkış impuls çıkışı veya kumanda çıkışı olarak adlandırılır.

Çıkış kontakları S_0 çıkışı, röle ve Mos-Fet Transistör çıkışlarıdır. Röle çıkışı konum değiştirebilen (normalde açık, normalde kapalı) çıkışlardır. Bu üç çıkışın yetersiz kaldığı durumlarda veya gerektiğinde daha fazla çıkış kontaklarına ihtiyaç duyulduğunda, sayaçta bulunan optik fiber bağdaştırıcı birimine ayrı olarak bağlanan optik fiber izoleli röle kutusu çıkışları çoğaltma imkanı sunmaktadır (IEC 870-5-2: Telecontrol Equipment and Systems, Part 5 Transmission Protocols, Section Two - Link Transmission Procedures, 1992).

Gösterge birimi

Bu birim ana kontrol ünitesi ve tüketim ile kullanım bilgilerinin görüntülenmesinde kullanılmaktadır. Düğme kombinasyonları sayesinde iki sıralı (sıra) göstergede mevcut

konum bilgilerini ve ölçüm değerlerini görüntülemek mümkündür. Söz konusu ekran en az 1-1,5 metre uzaklıktan okunabilecek parlaklık ve punto büyüklüğündedir. Çalışma göstergesi aşağıdaki bilgileri içermektedir (IEC 870-5-1 : Telecontrol Equipment and Systems, Part 5 Transmission Protocols, Section One – Transmission Frame Formats, 1990).

- Çalışma tarifiesi,
- Aktif ve reaktif tüketiminin enerji akış yönü,
- Maksimum tarifiesi,
- Bilgi ara birimi aktif,
- Reset kilitlemesi aktif,
- Faz kesilmesi(kayıbı),
- Pil seviyesi,
- Servis (arıza) durumu vb.

Gösterge birimi; arka plan aydınlatma (back light) özellikli, LCD yapıdadır. Arka plan aydınlatması butonlar kullanıldığında çalışır ve belli bir süre işlem yapılmadığında sönmektedir. Sayaç enerjisiz iken, buton çalışmakta ve sayaç bilgileri okunmaktadır. Ekran, tüketimi kWh cinsinden ve 0,001 kWh (1Wh) tüketimi gösterebilir yetenektedir.

- Işık Diyotlu (LED) Gösterge
- 2 kırmızı ışık diyotu, sayma impulsları ile aktif ve reaktif tüketimi gösterirler.
- 2 kızılötesi diyot, detektörler üzerinden aktif ve reaktif tüketim sayıplarının hızlı kontrolünü sağlarlar.
- Optik Bilgi Arabirimi

Sayaç üzerinde her türlü haberleşme ve programlama işlemlerini gerçekleştirmek için IEC1107 haberleşme protokollerine uygun optik port bulunmaktadır. Optik port ile sayaçtan alınabilecek bilgiler şunlardır:

- Tarife dilimlerindeki tüketim bilgisi,
- Toplam tüketim değeri,
- Demant bilgisi,
- Tarih saat bilgisi,
- Pil seviyesi,

- Sayaç no.

Optik port ile sayaca aktarılan bilgiler ise şunlardır:

- Yeni tarife bilgileri,
- Yeni tarih-saat bilgileri,
- Elektriksel Bilgi-Haberleşme Arabirimi.

Elektrik haberleşme çıkışları (CL0, RS232, RS485)sayacın alt kısmında mühürlenebilir terminallerin olduğu yerde bulunmakta olup uzaktan haberleşme bağlantılarından biriyle 300-19200 baud arasındaki hızlarda sayaç ile dış ortam arasında haberleşmeyi sağlarlar. Bu bağlantılar IEC62056-21(eski IEC1107) protokolünü kullanır. IEC62056-21 sayaç okuma sistemlerinde en yaygın kullanılan haberleşme protokolüdür. Bu ara birimler yaptıkları işleve göre 3 kısma ayrılır.

-20mA Akım Bağdaştırıcısı : Pasif iki kablolu bağlantıdır. Veriler 20mA olarak gönderilir, bu yüzden 20mA akım bağdaştırıcısı olarak adlandırılır.

-M-Bus: Verileri bir kilometreye kadar taşıma imkanı sunar.

-Instabus Bilgi Ara bilimleri şu işlemlerde kullanılır:

- Sayacın parametrenmesinde,
- RCR'nin parametrenmesinde,
- Reset işleminde(şifreli koruma),
- Bilgi listelerinin okunmasında,

Kullanım elemanları

- Çağrı düğmesi,
- Reset düğmesi,
- Optik tarama sensörü.

Bu elemanlar; toplam tüketim, tarih, saat, tarifelerdeki tüketim, demant gibi işletim ve tüketim bilgilerine ekranda ulaşmayı sağlamaktadır (EN1434-3: HeatMeters, Part 3 Data Exchange and Interface, 1997).

Silinmeyen bellek (EEPROM)

Ölçümler belirtilen standartlara uygun hale getirildikten sonra yapılan ölçümler; belirli oranlarda sayacın kalıcı hafızasına, bir başka deyişle silinmeyen bellek olarak ifade edilen EEPROM'a kaydedilir. Genelde üretici firmalar EEPROM'u içerisinde bulunduran mikro denetleyiciyi seçerken bazı kıstasları göz önünde bulundururlar. Örneğin mikro denetleyici seçerken EEPROM'un enerji verilmeden 100 yıl bilgileri saklayabilme özelliğine sahip olması istenir. Eğer sayaç belirli bir şekilde zarar görecektir olursa, bilgilerin tekrar okunması EEPROM sayesinde olacaktır. Burada önemli olan sayacın göreceği zarardır. Ancak Sayacın aşırı gerilimden dolayı yanması durumunda bu bilgilerin kaybolması da kaçınılmazdır.

Sayaç pili

Sayaçların içerisinde mevcut bir pil bulunmaktadır. Pilin raf ömrü garanti süresi 10 yıldır. Burada kastedilen raf ömrü garantisi, pilin üretimi yapıldığı tarihten itibaren 10 yıl içerisinde kullanımı söz konusu değil ise aynı gerilim değerini sağlamasıdır. Bu anlamda eğer sayacın bağlı bulunduğu yerde enerji kesintisi fazla ise, pilin devreye girip-çıkması ile kullanım ömrü kısılacaktır. Ülkemizde enerji kesintilerinin yurtdışına oranla daha fazla olmasından dolayı pilin işletme ömrünü uzatmak amacı ile süper-kapasitör kullanımı yaygınlaşmıştır.

Bu sayede muhtemel bir enerji kesintisinde sayaç, en son endeks bilgilerini kaydetmek ve saat-tarih bilgilerini sağlayan entegrenin çalışması için gerekli olan mikro voltlar mertebesindeki enerjiyi 4 saat şarj, 36 saat deşarj süresi olan süper-kapasitörden elde edecektir. Pilin işletme ömrünü bu tip bir kesinti durumunda en az 36 saat boyunca devreye almadan uzatmak hedeflenmiştir. Sayaçlar pilin zayıflamasını yaklaşık olarak 6 ay önceden LCD ekranında "PİL ZAYIF" şeklinde aboneye bildiri olarak vermek zorundadır.

Gerçek zaman saati

Ana kontrol ünitesinde gerçek zaman saati bulunmaktadır. Bu zaman saatinin ayarlaması en az 20 yıl süre ile otomatik olarak kendiliğinden gerçekleşmelidir. Sayacın tarih ve saat bilgisi butonlar kullanıldığında görülebilmelidir.

Tarifelere göre zaman değiştirme sayaca entegre edilmiştir. Gerçek zaman saatinin bağlı bulunduğu kuartz kontrol ünitesi pille beslenerek yıl, haftanın günü ve saati olarak bir bilgi verir. Bu bilgiler ışığında müşterinin istediği tarife göre zaman tabloları oluşturulabilir.

Bu bilgiler sürekli olarak gerçek zaman saatiyle karşılaştırılır. Tarife değiştirme zamanları ve tarife değiştirme aralıkları, daha önceden programlanabilir mantık donanımında set edilir. Tarife değişiklikleri yine bu ünite sayesinde aşağıdaki fonksiyonları üstlenir:

- Enerji tüketim değerleri ve güç değerlerini bölümleme,
- Sıfırlama,
- Kontrol çıkışlarını kullanarak tarife zaman değişim sinyalleri oluşturma.

Yaz/kış zaman saati ileri geri zaman saat uygulamalarında da tarife değiştirme işlemini üstlenir. Gerçek zaman saatinin hata oranı günde maksimum 0,43 saniye olmalıdır.

Mantıksal matris (PLA)

Elektronik sayaçların en önemli özelliklerinden biriside esnek programlanabilen mantıksal matris yapısıdır. Mantıksal matris; enerji, güç ekranlarını ve çıkış sinyallerini (terminal LLS) RCR tarife zaman anahtarından gelen kontrol sinyallerine göre bölümlendirir.

Fiber optik çıkış (LLS)

Bazı üretici firmalarca geliştirilen fiber optik çıkışın amacı röle çıkışlarını sayaç üzerinden optik fiber bağlantılı röle çıkış kutusuna taşımaktır.

Röle kutusu, sayaç üzerinde bulunan fiber optik çıkışa bağlanarak 6 adet röle çıkışı sunmaktadır. Kutu üzerinde de fiber optik çıkış bulunmaktadır. Bu çıkış sayesinde 5 adet

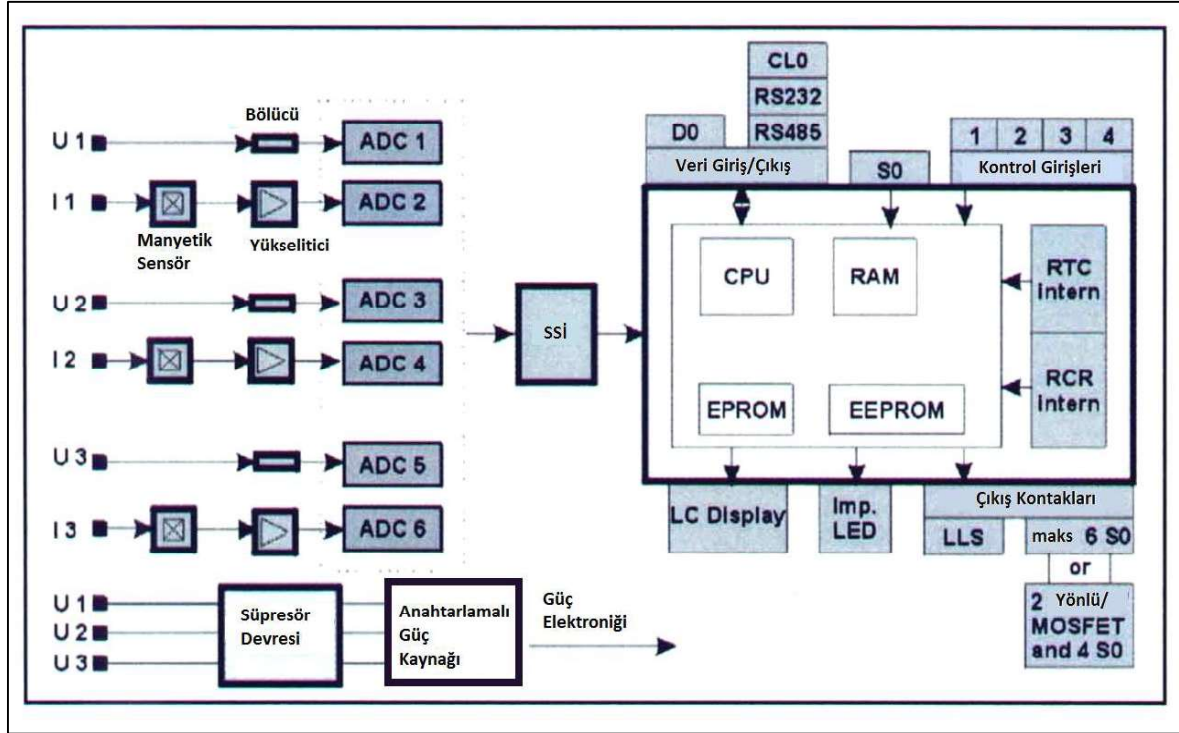
röle kutusu daha bağlanabilir. Böylelikle sayaç 30 röle çıkışlı cihaz haline gelebilir. Sayaçla röle kutusu arasındaki veri iletişimi 9600 bauddur. Röle çıkışlarının 100V ila 230V arasında kullanılmasında bir sakınca yoktur. Sayaç ile röle kutusunu bağlayan fiber optik kablo 30 ila 50 metre arasında iletişimi sorunsuz olarak sağlamalıdır.

Elektronik sayaçların çalışması

Elektronik sayaçlarda enerji; gerilim ve akımın birbirinden bağımsız olarak bir analog - sayısal dönüştürücü ile örneklenmesiyle (örnekleme hassasiyeti 21 bit ve frekansı 2400Hz) ölçülür.

Ölçüm, akım ve gerilimin çok kısa aralıklarla ölçülmesiyle oluşur. Analog akım ve gerilim değerleri dijitale çevrilir. Dijitale çevrilmiş akım ve gerilim değerleri (örneklenen değerler) ayrı ayrı sayısal sinyal işlemcisine gönderilir. Sayısal sinyal işlemcisi enerjiyi hesaplayan ve enerjiye orantılı impulslar gönderen bir birimdir.

İmpulslar ilave bir hesaplama ve kayıt yapılan bir mikro denetleyici tarafından alınır. Akımı ölçmek için bir akım transformatörü kullanılır. Gerilimi ölçmek için direnç gerilim bölücüler kullanılır. Elektronik sayaçların ölçüm elemanları (Doğrusal Alan Algılayıcı) etkisini esas almakta ve her fazın gücünü doğal yolla ve doğrudan ölçmektedir. Tüm fazlar için toplamı alınan ve uygulanan tarife göre işleme tabi tutulan elektriksel güce orantılı bir frekansta sinyaller iletir. Elektronik sayaçlarda işleyiş fonksiyon şemaları Şekil 4.3.'de görüldüğü gibidir (Aydın ve diğerleri, 2008).



Şekil 4.3. Elektronik sayaçların fonksiyon devre şeması (Aydın ve diğerleri, 2008)

SSİ ayrı ayrı bütün fazlardaki değerlerini hesaplar. Bu integral değerler ve diğer bilgiler tarife mekanizmasına ve tarife kontrol işlemcisine (CPU) gönderilir. Burada Ueff, Ieff, P, Q ve S her bir faz için tek tek hesaplanıp, daha önceden programı yapılmış olan tarife bölümlerine işlenerek enerji veya güç değeri olarak kayıt edilir.

Elektronik kombi sayaçlar aktif ve reaktif enerjiyi ve maksimum tüketimi 3 fazlı şebekelerde ölçebilmektedirler (Tesisat Org, 2019). Bir aktif sayaç ve bir ya da iki reaktif sayaçtan oluşan bir ölçü sistemi yerine tek bir kombi elektronik sayaç kullanılabilir. Reaktif enerji elektronik olarak 90° faz kaydırılması metodu ile ölçülmekte ve güç faktörü ne olursa olsun çok mükemmel hassasiyet sağlamaktadır. Enerji ölçümüne ilave olarak elektronik sayaçlar sistem frekansını ve güç faktörünü anlık olarak ölçüp göstermektedir. Gerçek zaman saati ve takvim yerleştirilmiş model, günlük ve haftalık bazdaki, aynı zamanda özel günleri de göz önünde bulunduran programlarla karmaşık anahtarlama işlemlerine olanak tanır. Yük eğrisi saklama olanağı sağlayan kombi versiyonu sayaçlar şebeke yük istatistiklerinin derlenmesi, uyumsuzlukların izlenmesi ve tarife konfigürasyonuna olanak tanır (UGATEM A.Ş., 2019).

Elektronik sayaçların temel avantajı ihtiyaca göre programlanabilmesidir. Kullanıcı ihtiyacı olan özellikleri belirleyebilir. Bu özellikler sayesinde kullanıcı istediği fonksiyonları tam olarak seçebilir (Tesisat Org, 2019). Bu nedenle elektronik sayaçlar sadece aktif enerjiyi ölçen basit bir sayaç olabileceği gibi yük profili fonksiyonuna ve değişik iletişim olanaklarına sahip akıllı bir sayaç da olabilir ve daha da geliştirilebilir.

Burada diğer önemli bir husus da, sayacın yazılım programıdır. Elektronik sayacın fonksiyonunu belirleyen programlar iki farklı şekildedir:

- Sabit fonksiyonlar,
- Programlanabilir fonksiyonlar,

Sabit fonksiyonlar; sayacın özelliklerini belirler. Bunlar müşteri tarafından değiştirilemez, değiştirildiği takdirde sayacın kalibrasyonu bozulur.

Ayarlanabilir fonksiyonlar optik başlık ile Reset sensörü veya DL, CL0 gibi iletişim birimlerini kullanarak formatlı veya formatsız yazılım emirleriyle değiştirilebilir. Ayarlanabilir fonksiyonlar sadece optik kafayla WZ veya W1 komutları kullanılarak yüklenebilir. Bu işlemi yapmak için sayaç üzerindeki programlama ve demant sıfırlama butonuna basmak gerekir. Bu butona basabilmek için kapak açılmak zorundadır. Ekran üzerindeki değerler 2.5Hz'lik bir aralıkla yanıp sönerler (UGATEM A.Ş., 2019).

Elektronik sayaçların okunması

Güç ölçümü için, yük dengeleme ile birlikte uygulanan Zaman-Bölünmeli (Time- Division, TD) Metodu kullanılır (IEC 870-5-2 : Telecontrol Equipment and Systems, Part 5 Transmission Protocols, Section Two - Link Transmission Procedures, 1992). Reaktif tüketim, suni bir devre (90 derece faz değiştirme) ile gerçekleştirilir. Sayma impulsları işlem modülüne iletilir. Orada mevcut parametreler dikkate alınarak maksimum tüketim ve çalışma değerleri belirlenir.

Veriler ortalama sekiz basamaklı, 10mm karakter yüksekliği olan bir likit kristal göstergeden okunmaktadır. Veriler, karşılık gelen birim ve tanım numarası ya da sembolüyle gösterilir ve basmalı düğme aracılığıyla sıralı olarak ekrana getirilir. Bu tür okuma manuel okuma olarak adlandırılır.

Her bir faz geriliminin varlığı (L1, L2, L3) sürekli olarak gösterilir. Saklanan tüm veriler, bir el terminali aracılığıyla optik ara yüz üzerinden otomatik olarak okunur. Seri iletişim ara yüzü olan ölçüm cihazının uzaktan ölçüm okuma uygulamaları için kullanılabilmesini sağlar. Sayaçların tüketim ve güç değerlerini optik haberleşme çıkışı veya ek ara bağdaştırıcı çıkışlar kullanılarak okunabilir. Bu haberleşme çıkışlarının iletişim hızları 300 ila 19200 baud arasındadır.

Yukarıda belirtilen okuma yöntemleri ile her bir fazdan veya faz toplamlarından anlık, aktif, reaktif, görünür güç değerleri, ayrı ayrı akım ve gerilim değerleri, çalışan aktif fazları, sistem frekansını, güç faktörünü ayrıca her bir faz için ayrı ayrı güç faktörünü izleme imkanı sağlar. Aşağıda Resim 4.1.'de sayacın el terminali ile optik porttan okunması ve Resim 4.2.'de ise sayaçların PC aracılığıyla optik porttan okunması ve ayarlanması gösterilmiştir (EN1434-3: HeatMeters, Part 3 Data Exchange and Interface, 1997).



Resim 4.1. Sayaçların el terminali ile optik porttan okunması (UGATEM A.Ş., 2019)



Resim 4.2. Sayaçların PC aracılığıyla optik porttan okunması (Aydın, ve diğerleri, 2008)

Burada önemli bir hususta ekranda görüntülenecek değerlerin daha anlaşılır olmasını sağlamak için Alman Elektrik Mühendisleri Komisyonu tarafından oluşturulmuş olan kod sistemi (EDIS) kullanılmaktadır. EDIS kodlarının kullanımındaki amaç farklı sayaç üreticilerinin sayaç ekranında gösterdikleri değerlerin aynı standartta olmasıdır. Buna göre kabul edilen kodlar ve parametre açıklamaları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

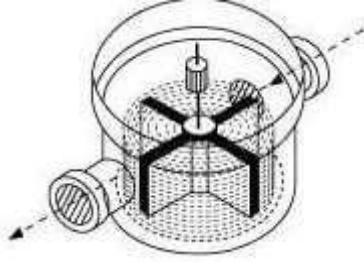
Çizelge 4.2. Elektronik sayaçların okunmasında önemli EDIS kodları (IEC 870-5-1 : Telecontrol Equipment and Systems, Part 5 Transmission Protocols, Section One –Transmission Frame Formats, 1990).

EDİS KODU	PARAMETRE AÇIKLAMASI
0.9.1	Saat (saat–dakika–saniye)
0.9.2	Tarih (yıl–ay–gün)
1.2.0	Kümülatif demant
1.6.0	Aktif enerji maksimum demant gücü
1.8.0	Aktif enerji tüketimi (kWh) Toplam
1.8.1	Aktif enerji tüketimi (kWh) Gündüz (06:00–17:00)
1.8.2	Aktif enerji tüketimi (kWh) Puant (17:00–22:00)
1.8.3	Aktif enerji tüketimi (kWh) Gece (22:00–06:00)
5.8.0	Reaktif enerji tüketimi (kvarh+)
8.8.0	Kapasitif enerji tüketimi (kvarh-)
FF	Hata mesajı

4.2. Su Sayaçları

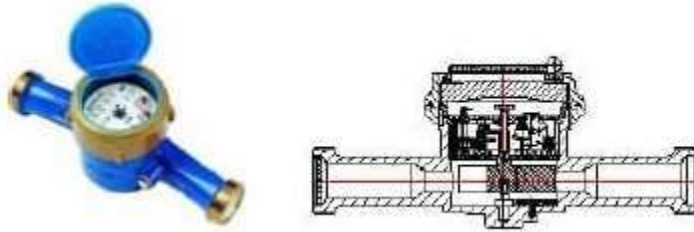
Su sayacı özelliğine göre içinden geçen akışkan miktarını ölçmek için kullanılan tesisat malzemelerine denir. Su sayacı 15 mm çaptan 800 mm çapa kadar her türlü su ölçüm ihtiyacını karşılayacak yapıda üretilmektedir.

Geçen suyun miktarının ölçülebilmesi için borudan geçen su sayaç içindeki çarkı çevirir. Geçen suyun miktarı ile çarkın dönüş sayısı arasında doğru bir orantı vardır. çarkdaki hareket dişli mekanizmaya iletilir. Sayaçlar, harcanan su durumuna göre çeşitli çap ve biçimlerde yapılır. Genellikle kullanım yerine göre ev ve sanayi tipi olarak iki grupta toplanır.



Şekil 4.4. Sayacın iç yapısı.

Piyasada genel olarak 15, 20 ve 25 mm anma ölçülerinde tek ve çok huzmeli olarak bulunur. Sayaç rakorlu montaj uzunluğu 203 mm ile 375 mm arasındadır.



Şekil 4.5. Su sayacı ve kesiti (Tesisat Org, 2019)

Multijet tip su sayacı 15–50 mm arası anma ölçülerinde üretilir. Su geçiş hızından yararlanılarak çalışır. Çapı küçük olmasına rağmen debisi fazladır.

Woltmann tip su sayacı 50–800 mm arası anma ölçülerinde üretilir. Büyük kapasiteli işletmelerde kullanılır. Sayaçlar flanşlı bağlantılıdır ve 50 mm'den 800 mm'ye kadar farklı ebatlarda üretilir. Bu sayaçların normal akış değerlerinde hata oranı $\pm$ %2 kadardır (Tesisat Org, 2019).

Su sayaçlarının uzaktan okuması da diğer sayaçlarla benzerlikler gösterir. Tek fark Uzaktan sayaç okuma sisteminin verileri elektrik sayacından değil de su sayacından almasıdır. Su sayaçlarında veriler daha basit olduğundan okuması ve değerlendirilmesi de daha kolay ve pratiktir.

4.3. Gaz Sayaçları

İki hareketli diyaframalı, iki kayar valfli (çekmece mekanizmalı) ve bir numaratörlü kuru sayaçlar İngiltere’de 1844 yılında icat edildi ve patent aldı. Thomas Glover bu dizaynı geliştirdi. Bugün ülkemizde kullanılan sayaçlar genellikle dört odacıklı dizayna sahip körüklü sayaçlardır. Farklı ebatlara sahip sayaçlar maksimum ve minimum akış miktarına sahiptir. Körüklü sayaçlar geniş ölçüm aralıklarında doğru ölçümler yapmaktadır. Tüm pozitif yer değiştirmeli sayaçlar gibi körüklü sayaçlar da sırayla dolan ve boşalan ve hacmi bilinen odacıklara sahiptir. Bu sayaçların üç temel parçası ölçüm odacıkları, odacıklara gaz girişini ve çıkışını sağlayan bir valf mekanizması ve numaratör mekanizmasıdır. Körüklü sayaçların işletimi gaz özelliklerinden bağımsızdır. Gazın ısı değeri, özgül yoğunluğu ya da diğer fiziksel özellikler odacıkların hacmini etkilemez. Sayaç, iç sıcaklık düzeltimi yapılmadan kendi içinde bulunan gazın basınç ve sıcaklığında hacim ölçümü yapar.



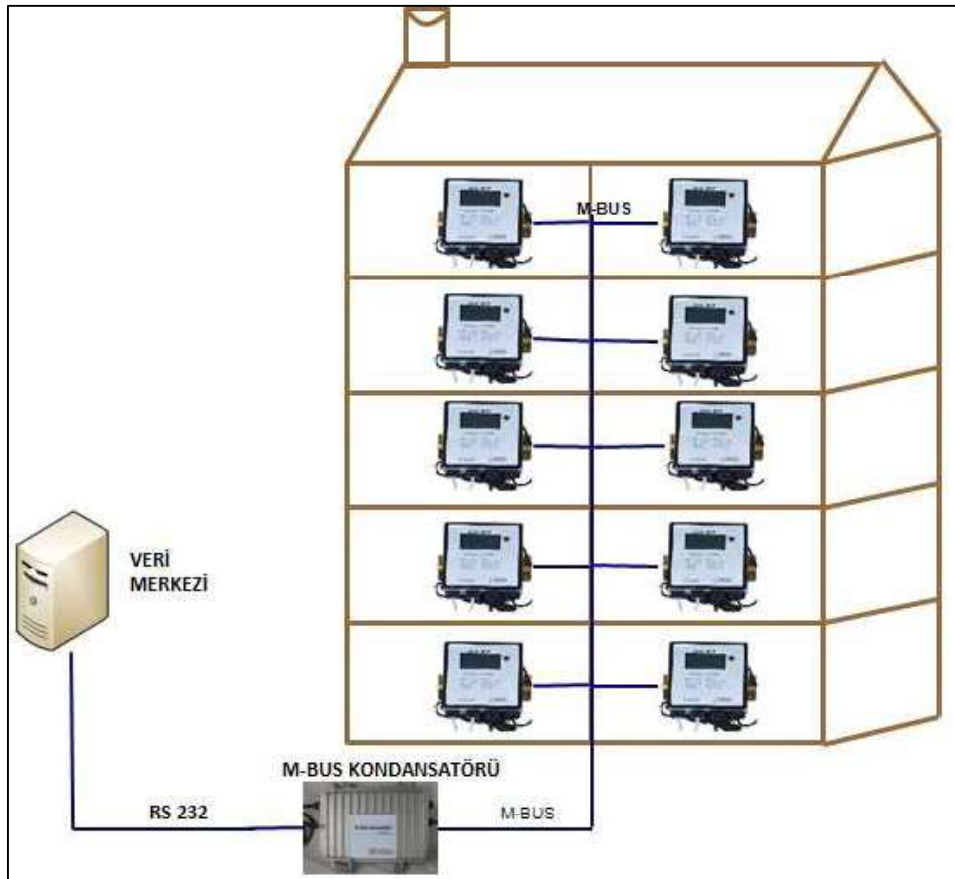
Resim 4.3. İki ve bir bağlantılı körüklü sayaç (UGATEM A.Ş., 2019)

Körüklü sayaçlar bir çeşit pozitif yer değiştirmeli sayaçlardır. Bu sayaçlarda prensip, bilinen hacimdeki bir sayaçtan geçen gazın hacminin sayılmasına bağlıdır. Körüklü sayaçlar herhangi bir bakım gerektirmez. Sayaç numaratöründe imalatçı firma, sayaç numarası ve imal tarihi, sayaç sınıfı (G ...), maksimum debi (Q_{max}), minimum debi (Q_{min}), maksimum işletme basıncı (P_{max}), devir hacmi ve hangi standarda uygun olduğuna dair bilgiler yer alır (UGATEM A.Ş., 2019).

5. MEVCUT ÇALIŞMADA GERÇEKLEŞTİRİLEN CİHAZ VE UYGULAMASI

Mevcut ve yeni inşa edilecek bağımsız bölümlerden oluşan merkezi ısıtma ve sıhhi sıcak su sistemli binalarda, ısıtma ve sıhhi sıcak sudan kaynaklı enerji giderlerinin, tüketicilerin her birine paylaşılması amaçlanmaktadır. Tüketime ve diğer girdilerin doğru olarak hesaplanması, sonrasında son kullanıcıların, tüketim bedellerine en adil şekilde katılımlarının sağlanması yoluyla herkesin kendi ısını kendi kendisinin ayarlamasını ve böylece kendi kullandığı enerjinin parasını ödemesini sağlayabilmek amaçlanmaktadır.

OSO uygulamalarında kullanılmak istenen haberleşme birimlerine göre çeşitlilik göstermekte olup, maliyet belirlenmesi bakımından önemli bir unsurdur (Farber, 1987) (Aydın, ve diğerleri, 2008).



Şekil 5.1. M Bus sisteminin konutlarda kullanımı (Farber, 1987) (Aydın ve diğerleri, 2008).

M-Bus ağ sistemleri ve uzaktan sayaç okuma: Evlerdeki su veya gaz tüketim ölçümleri konusundaki ihtiyacı gidermek için geliştirilmiştir. M-bus tüketici sayaçları dahil, uzaktan

enerji veya batarya ile çalışan sistemlerin özel gereksinimlerini karşılar (Şekil 4). Okuma yapılacağı zaman, sayaçlar veriyi ortak merkezi bir birimde toplanmak üzere teslim eder. Bir binanın tüm sayaçlarını ölçmek amacıyla periyodik aralarla bağlanan, elde taşınabilir bu işlevi gerçekleştirebilecek bir bilgisayar; olarak verilebilir. Modem aracılığıyla sayaç ölçümünün gönderilmesi, merkezi olarak verinin toplanmasında alternatif bir yöntemdir. M-Bus'ın kullanıldığı ev elektronik sistemlerindeki diğer olası uygulamalar; alarm sistemleri, esnek aydınlanma tesisatları ve ısıtma kontrolü uygulamalarıdır (Gabele ve diğerleri 1991) (EN1434-3: HeatMeters, Part 3 Data Exchange and Interface, 1997).

Sayaçların MBUS sistemiyle uzaktan okunması ve izlenmesinin faydaları şu şekilde sıralayabiliriz:

- Güvenilirlik,
- Sayaçların anlık olarak tam doğrulukla okunabilmesi,
- Okuma maliyetlerinin düşmesi,
- Tüketici ile tedarikçi arasında ki hukuksal sorunların ortadan kalkması,
- Hızlı ve pratik olması bu sayede daha hızlı nakit dönüşün sağlanması,
- Kayıp ve kaçakların tespiti,
- Tüketici ve enerji kalitesi açısından veri tabanı oluşturabilme,
- Tepe yük değerini ölçme ve yönetebilme,
- Kişilere özel kullanım ve tarife olanakları sunabilme,

5.1. GPRS Modem

Bu tez çalışması kapsamında yapılan GPRS modemler (Makineden Makineye) uygulamalar için üretilmiştir. Şeffaf modda (kullanıcı tarafından verilere ulaşılabilir) çalışmakta olup uzaktan sayaçların okunması ve otomasyon için kullanılabilir. Sisteme güç bağlandıktan yaklaşık 15-20 saniye sonra iletişim sağlanıp, cihaz haberleşmesi RS485 haberleşme sistemi ile sağlanır. Cep telefonu veya mobil ağlar vasıtasıyla, merkezdeki ana makina ile internet aracılığıyla bağlantı kurularak uzak noktadaki sistemin kontrolü gerçekleştirilebilir veya bilgiler kayıt altına alınabilir. GPRS modem sistemi Resim 5.1.'de verilmiştir.



Resim 5.1. GPRS modem.

GPRS modem'in teknik bilgileri Çizelge 5.1.'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. GPRS modemin teknik bilgileri .

Güç Girişi	8-32V DC
Güç Tüketimi	MAKS 1W
Veri Transfer Hızı	300-115200 Baud
Fiziksel Ölçüler	70*86*59 mm
Çalışma Sıcaklığı	-10/+60 °C

5.2. Sayaç Okuyucu Sistemler

Uygulamalarda ihtiyaç ve gereksinimlere uygun olarak üretilen okuyucu sistemlerine yer verilmekte olup detaylı bilgi için ayrı ayrı başlıklar altında ele alınmıştır.

5.2.1. M-BUS ana ünite

Bu tez çalışması kapsamında yapılan okuyucular, M-Bus protokolüne göre [TS EN 1434-3] üretilen bütün model ve marka sayaçları okuyabilmektedir. USB haberleşme portu sayesinde

elde ettiği verileri bilgisayara aktarabilmektedir. İsteğe bağlı olarak Ethernet bağlantısı ile sayaç okumaları yapmak mümkün olabilmektedir. Ayrıca, bu cihazlar 220 V AC ile çalışmakta, aktif çıkış koruması sayesinde ise, M-Bus hattı kısa devre olsa bile kendini korumaya almaktadır. Sayaç içerisinde kayıtlı tüketim, giriş debisi, giriş suyu sıcaklığı, dönüş suyu sıcaklığı gibi bilgilerin tamamı bilgisayar programı ara yüzünde okunabilmekte, “Enerji Verimliliği Kanunu” ve ilgili yönetmeliğe göre faturalandırılmaktadır [Resmi Gazete]. Ayrıca RS485 çıkışı üzerinden “RS485 Seviye Değiştirici” olarak çalışabilme özelliğine de sahiptir. Cihaz (M-Bus ana ünite) özellikleri Çizelge 5.2’de, teknik bilgileri ise Çizelge 5.3’te verilmiştir.

Çizelge 5.2. M-Bus ana ünite özellikleri

Özellikler	Aşırı akıma karşı korumalı
	Kısa devreye karşı korumalı
	Galvanik izolasyon
	USB-RS232 arayüzü
	RS485 arayüzü
	Durum bildirim ışıkları
	Ethernet ile uzaktan erişim
	TS EN 1434-3/13757-2’ye uygun

Çizelge 5.3. M-Bus ana ünite teknik bilgileri

Güç Girişi	220 AC
Güç Tüketimi	Maks 20W
M-Bus Voltajı	40V DC
Veri Transfer Hızı	300-57.600 Baud
Fiziksel Ölçüler	157.4*91*58.4 mm
Çalışma Sıcaklığı	-10/+60 °C

5.2.2. M-BUS Modbus

Bu tez çalışması kapsamında yapılan okuyucular (Resim 5.2.), M-Bus protokolüne göre üretilen bütün model ve marka sayaçları okuyarak, Modbus RTU protokolüne dönüştürmektedir. Dönüştürücü M-Bus sayaçların enerji, güç, hacim giriş ve çıkış sıcaklıkları gibi bilgilerini alarak modbus kayıtlarına aktarır. Modbus ana ünite paneli, modbus PLC veya modbus destekli SCADA yazılımlarından M-Bus sayaçların Modbus aracılığıyla okunmasını sağlar. M-Bus haberleşme hızı standart olarak 2400 bps'dir. Modbus haberleşmesi ise 19.200 bps üzerinden 8 bit, paritesiz ve 1 durdurma biti olarak Modbus RTU standardında yapılmaktadır. İsteğe bağlı olarak Modbus TCP özelliği ile sunulabilmektedir.



Resim 5.2. M-BUS okuyucu

Cihaza ait özellikler Çizelge 5.4'te teknik bilgiler ise Çizelge 5.5'te verilmiştir.

Çizelge 5.4. M-Bus okuyucu özellikleri

Özellikler	M-Bus Modbus dönüştürücü
	Aşırı akıma karşı korunum
	Kısa devreye karşı korunum
	Galvanik izolasyon
	USB-RS232 arayüzü
	RS485 arayüzü
	Durum bildirim ışıkları
	Ethernet ile uzaktan erişim
	Maks. 250'ye kadar sayaç bağlama
	TS EN 1434-3/13757-2'ye uygun

Çizelge 5.5. M-Bus okuyucu teknik bilgileri

Güç Girişi	220 AC
Güç Tüketimi	Maks. 20W
M-Bus Voltajı	40V DC
Veri Transfer Hızı	300-57.600 Baud
Fiziksel Ölçüler	157.4*91*58.4 mm
Çalışma Sıcaklığı	-10/+60 °C

5.2.3. M-BUS midi ana ünite

Bu tez çalışması kapsamında yapılan okuyucular (Resim 5.3.), M-Bus protokolüne göre üretilen bütün marka ve model sayaçları okuyabilme özelliğine sahip olup, bilgiler bilgisayara USB bellek ya da RS485 vasıtasıyla iletilebilmektedir. M-bus hattında olası bir kısa devre meydana gelmesi durumunda sistem kendi kendini aktif çıkış koruması sayesinde güvende tutabilmektedir. Harici güç kaynağı gerektirmeyen bu cihazlar dahili anahtarlamalı mod güç kaynağı içerdiğinden 110V ac ya da 220V ac aralığında çalışabilmektedir. Bu sayede şebekedeki bozucu etkilerden korunabilmektedir. Sayaç içerisinde kayıtlı dönüş suyu sıcaklığı, giriş suyu sıcaklığı, giriş debisi, tüketim, gibi veriler bilgisayar programı vastasıyla okunabilmekte, “Enerji Verimliliği Kanunu” ve ilgili yönetmeliğe göre faturalandırılmaktadır.



Resim 5.3. M-BUS midi ana ünite

Cihaza ait özellikler Çizelge 5.6’da, teknik bilgiler ise Çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.6. M-Bus midi ana ünite özellikleri

Özellikler	Aşırı akıma karşı korunum
	Kısa devreye karşı korunum
	Galvaniz izolasyon
	USB-RS232 arayüzü
	RS485 arayüzü
	Durum bildirim ışıkları
	Ethernet ile uzaktan erişim
	Maks. 60 sayaca kadar okuma
	TS EN 1434-3/13757-2'ye uygun

Çizelge 5.7. M-Bus midi ana ünite (teknik) bilgileri

Güç Girişi	110-220 V AC
Güç Tüketimi	Maks 5W
M-Bus Voltajı	32 V DC
Veri Transfer Hızı	2400 Baud
Fiziksel Ölçüler	70*90.6*58.8 mm
Çalışma Sıcaklığı	-10/+60 °C

5.2.4. M-BUS Mini ana ünite

Bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen prototip okuyucular (Resim 5.4.), M-Bus protokolüne göre üretilen bütün marka ve model sayaçları okuyabilme özelliğine sahip olup,

bilgiler bilgisayara USB vasıtasıyla iletilebilmektedir. Sayaç içerisinde kayıtlı dönüş suyu sıcaklığı, giriş suyu sıcaklığı, giriş debisi, tüketim, gibi veriler bilgisayar yazılımı vastasıyla okunabilmekte, “Enerji Verimliliği Kanunu” ve ilgili yönetmeliğe göre faturalandırılmaktadır.



Resim 5.4. M-BUS mini ana ünite

Cihaza ait özellikler Çizelge 5.8’de, teknik bilgiler ise Çizelge 5.9’da verilmiştir.

Çizelge 5.8. M-Bus mini ana ünite özellikleri

Özellikler	Aşırı akıma karşı koruma
	Kısa devreye karşı koruma
	USB-RS232 arayüzü
	Durum bildirim ışıkları
	Ethernet ile uzaktan erişim

Çizelge 5.9. M-Bus mini ana ünite teknik özellikleri

Güç Girişi	USB
Hat Voltajı	32 V DC
Cihaz Kapasitesi	10 Adet
Veri Transfer Hızı	300-57.600 Baud

5.4. RF Toplayıcı

Bu tez çalışması kapsamında yapılan RF toplayıcı (Resim 5.5.) sistemde iki ayrı özellik seçeneğinde el terminali, “USB El Terminali” ve “Hafızalı USB El Terminali” olarak üretilmiştir.

5.4.1. USB El terminali

Bu tez çalışması kapsamında yapılan Kablosuz payölçer ve sayaçlardan 868 Mhz' de gelen bilgileri bilgisayara aktarmak için geliştirilen ürün beslemesini de USB'den sağlamaktadır. El terminali 868 Mhz frekans bandına 12 ayrı kanalı desteklemektedir. Kablosuz MBus (EN13757-4:2005) protokolüne uygun olarak geliştirilen ürün su sayaçları, gaz sayaçları, enerji sayaçları, pay ölçerler gibi cihazlardan gelen verilerin USB-RS232 ara yüzü ile bilgisayarlara aktarılmasını sağlamaktadır. Kablosuz M-Bus çalışma modlarından S1, S2, T1, T2, R2 modlarını desteklemektedir. Küçük hacmi ve Düşük pil tüketimi sayesinde taşınabilir uygulamalar için idealdir.

5.4.2. Hafızalı USB el terminali

Bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen kablosuz pay ölçer ve sayaçlardan 868 Mhz, 13757-4:2005 standardındaki verileri toplamak için geliştirilen bu ürün bilgisayar olmadan yapılacak okumalar için ve saha uygulamaları için geliştirilmiştir. Okuma öncesinde cihazlar ve iş emri hafızaya yüklenir. 12 ayrı ayarlanabilir kanaldan gelen verileri toplayarak ve ayrıştırarak hafızasına kaydeder. Okunacak, okunan ve okunamayan sayaçların listesini gösterir. Su sayaçları, gaz sayaçları, enerji sayaçları, pay ölçer gibi cihazlardan gelen verileri cinslerine göre değerlendirir, ve sonuç dosyalarını bilgisayara aktarır. Bilgisayar haberleşmesi USB üzerinden olup, 128x64 grafik ekran üzerinden durum bilgileri izlenebilmektedir. Şarjlı pil ile 6-7 güne kadar okuma yapılabilmesini mümkün kılmaktadır.

İşletim sistemi olarak ise; Microsoft Windows, Linux ve Macintosh işletim sistemlerini desteklemektedir.



Resim 5.5. RF toplayıcı

Cihaza ait özellikler ise Çizelge 5.10’de verilmiştir.

Çizelge 5.10. RF toplayıcı özellikleri

Özellikler	TS EN 13757-4’e uygun
	100 m’ye kadar okuma mesafesi
	OMS açık sayaç okuma sistemi
	Tüm OMS modları (S, T, R desteği)
	Düşük pil tüketimi

Özet olarak bu çalışmada OSO sistemler ve alt sistemler detaylı şekilde incelenmiş olup, firma bünyesinde yerli imkanlarla uzaktan sayaç okuma sistemi geliştirilmiştir. Daha sonra sistemin çalışması seçilen pilot binada yapılan deneylerle gösterilmiştir. Aşağıdaki bölümde deney sonuçları hakkında detaylı bilgiler verilmektedir.

6. DENEY DÜZENEGİ, DENEY SONUCLARI VE UYGULAMA ÇALIŞMASI

6.1. Deney Düzenegi

Uzaktan okuma sayaç sistemlerinin deney düzeneğinde bu tez çalışması kapsamında yapılan M-Bus okuyucu (Resim 6.1.), özellikle gelecekte yaşanabilecek sıkıntıları öngörebilmek için piyasada sıkça kullanılan 2 adet referans kalorimetre (Resim 6.2. ve Resim 6.3.) ile ve okuma işlemini görsel olarak kayıt altına almak için bir adet dizüstü bilgisayar ile Resim 6.4'te deney düzeneği görülmektedir.



Resim 6.1. M-Bus okuyucu



Resim 6.2. (1. Kalorimetre)

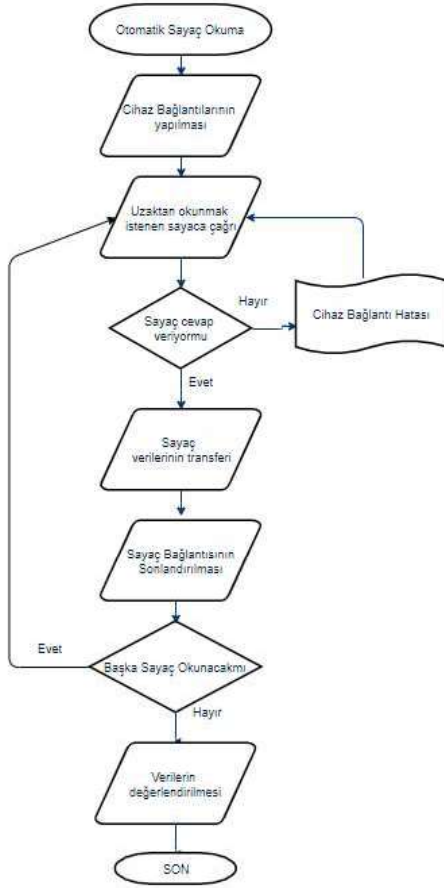


Resim 6.3. (2. Kalorimetre)



Resim 6.4. Deney düzeneği

Uzaktan okuma işlemi yapılırken genel olarak aşağıdaki adımlar izlenir.

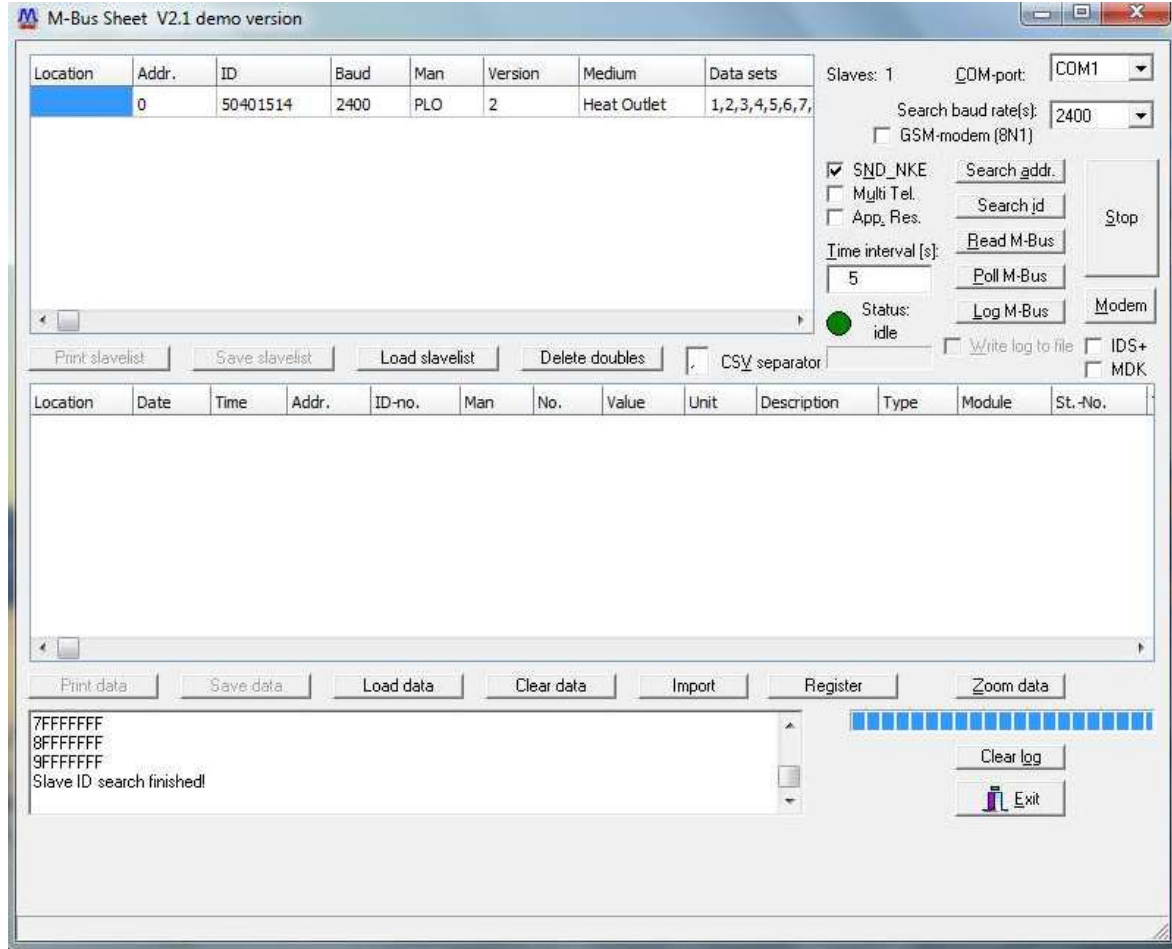


6.2. Testlerin Uygulanması

Testleri gerçekleştirmek için 2 adet farklı Program kullanılmıştır. Bu programlar ile gerçekleştirilmiş ürünün kalorimetre okuma işlemleri detaylı olarak yapılmıştır.

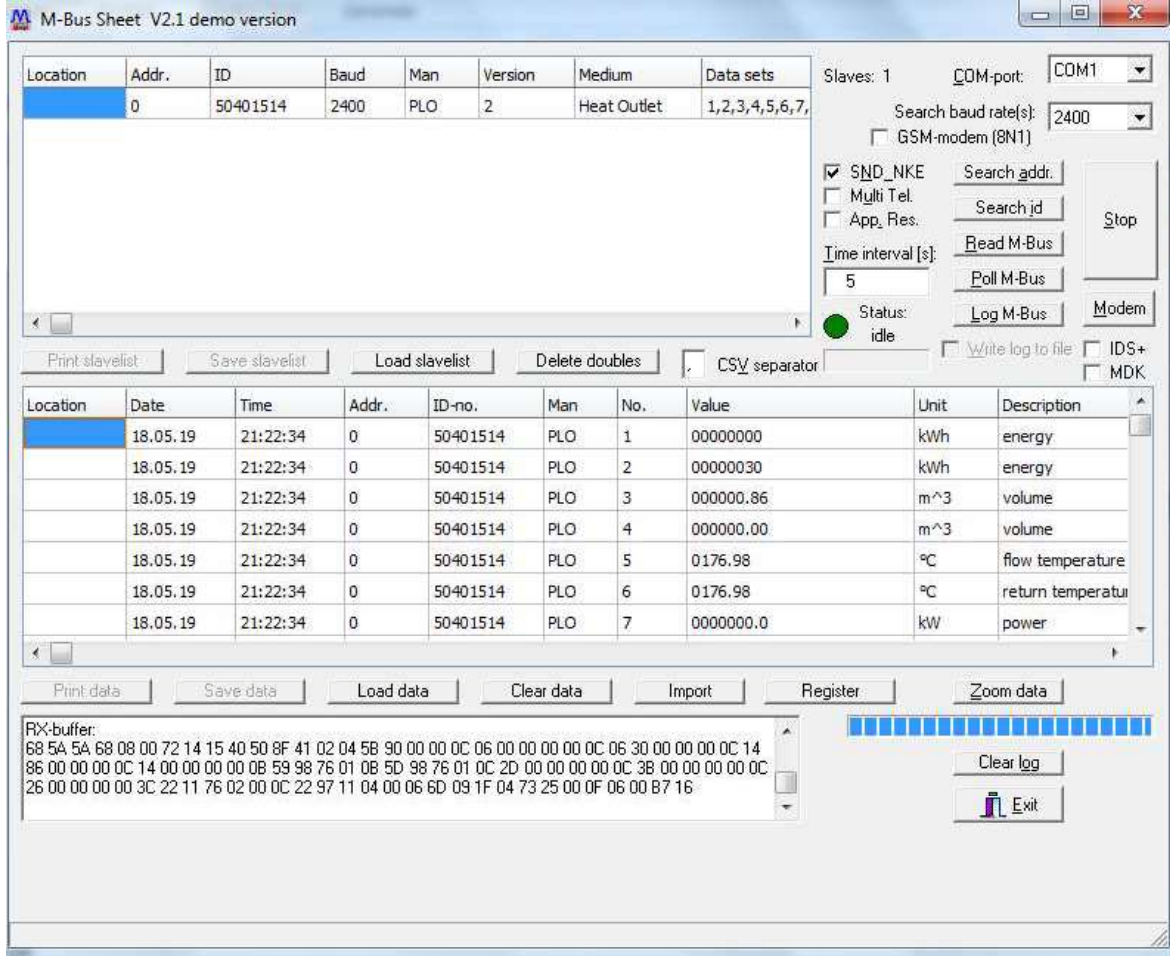
İlk yazılımda bu kullanıldığında (Resim 6.5.1) arama verilerini gösterilen genelde sıkıntı veren kalorimetre genelde bulunamış olup düzgün çalışan kalorimetre ise bulunmuştur. Arama 2400 baud hızında yapılmış olup 0FFF FFFF ile aramaya başlayıp 9FFF FFFF ile sonlamıştır (Resim 6.5.).

Sıkıntılı olan cihazı (ID'si 4965 4145) program bulamamıştır, sıkıntısız olan cihazı (ID'si 5040 1514) bulmuştur.



Resim 6.5. 1. Programda kalorimetre ID'sinin bulunması

Program tarafından bulunan Kalorimetrenin değerleri Resim 6.6. te gösterilmiştir.



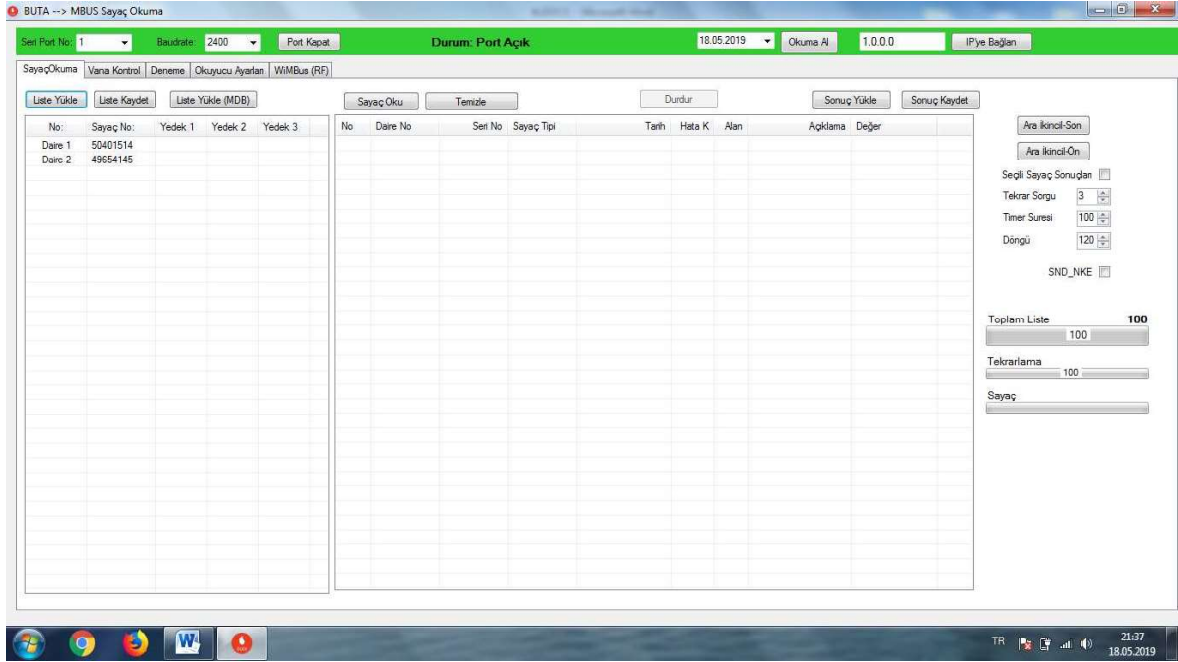
Resim 6.6. 1. Programda ID'si bulunan kalorimetrenin değerlerinin okunması

Program tarafından bulunan değerler Kalorimetrenin verdiği verilerdir. Okunan kalorimetreye ait Resim 6.6.1.'de ekranda aşağıdaki değerleri görülmektedir:

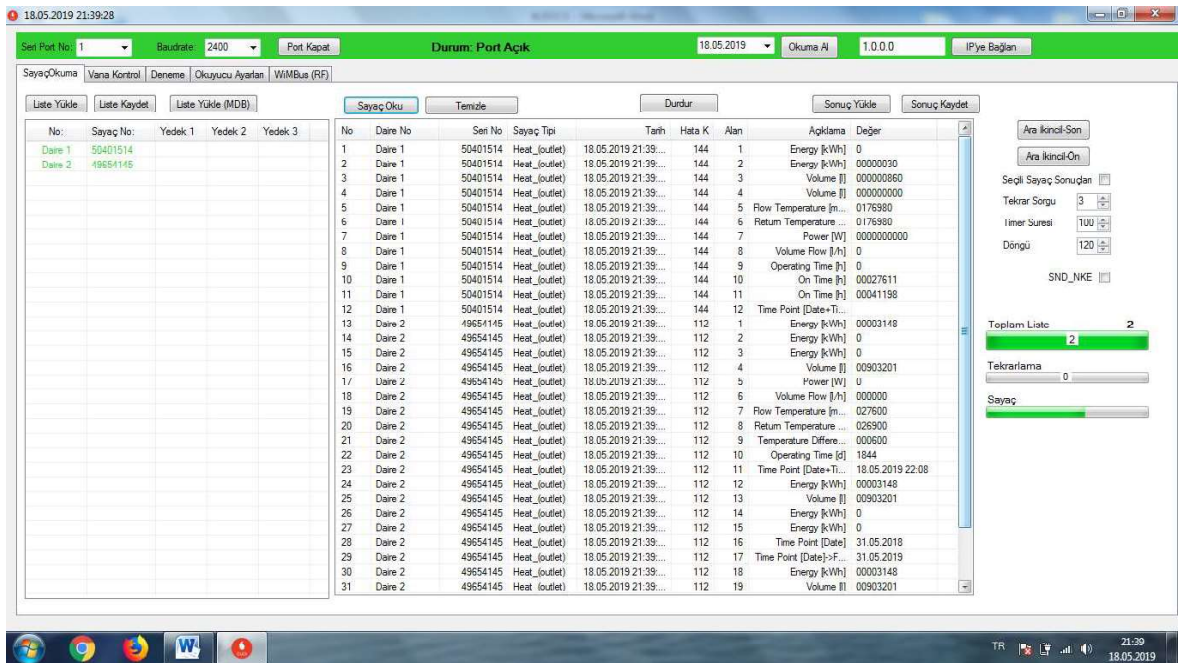
- 1) Anlık Elektrik Enerji,
- 2) Kullanılan Elektrik Enerjisi,
- 3) Kullanılan Suyun Hacmi,
- 4) Anlık Geçen Suyun Hacmi,
- 5) Gidiş Suyu Sıcaklığı,
- 6) Dönüş Suyu Sıcaklığı,
- 7) Elektrik Gücü değerlerini vermektedir.

İkinci Programda ise daha önce ID 'leri yüklenen kalorimetrelerin hem test hem de ölçüm değerlerini görülmektedir. Kalorimetreler okuma yapamadığı takdirde veya herhangi bir arıza anında arıza kodu göndermektedir. İlk etapta problem uzaktan online olarak çözülmeye

çalışılır. Problem çözülemezse teknik ekip yerinde inceleme için sayacın bağlı olduğu yere giderek gerekli işlemleri yapar.



Resim 6.7. 2. Programda kalorimetrelerin yüklenmiş hali



Resim 6.8. 2. Programda kayıtlı kalorimetreden değerlerin okunması

Resim 6.8. de görüleceği gibi 2 Kalorimetrenin de değerleri başarı ile alınmıştır.

6.3. Testlerden Elde Edilen Sonuçlar

İki Program ve 2 Kalorimetre ile yapılan testler sonucunda apartmanlarda bulunan konutlar için (yeni kurulan veya önceden kurulmuş olan) bağlanan kalorimetrelerin ID'lerinin kaydedilip, kaydedilen ID'lerin arattırılması en kısa ve başarılı sonuç alınabilen bir metottur.

6.4. Gerçekleştirilen Sistemin Uygulaması

İstanbul da bulunan 24 daire 3 dükkandan oluşan toplamda 27 bağımsız bölüme sahip bir site de (Resim 6.9.) dairelere ait ısı pay ölçerler de uygulanmıştır. Uygulamada (Resim 6.10. daki) M-Bus midi ana nite, Resim 6.11. deki M-Bus okuyucu ve RF toplayıcı kullanılmıştır.



Resim 6.9. Uygulamanın yapıldığı sitesinin bir resmi



Resim 6.10. M-Bus midi ana ünite



Resim 6.11. M-Bus okuyucu

Uygulamada kullanılan RF toplayıcı Resim 6.12. de gösterilmiştir.



Resim 6.12. RF toplayıcı

Uygulama çıktıları (Resim 6.13. de) program üzerinde görülmektedir.

Abone	Sayıç ID	Sayıç No	Sayıç Tipi	Tüketim	Ürün	Ağız	S.1	S.2	Sekt	Açıklama
DAİRE 01	1	73400585	Kalorimetre İhtiva	11280	kW	6	34.0°C	13.0°C	19.46.57	73400585 - okundu
DAİRE 02	2	73401470	Kalorimetre İhtiva	21006	kW	9	57.0°C	56.0°C	18.46.59	73401470 - okundu
DAİRE 03	3	73400588	Kalorimetre İhtiva	12143	kW	0	50.0°C	47.0°C	18.47.02	73400588 - okundu
DAİRE 04	4	00000004	Kalorimetre İhtiva	0	kW	0	50.0°C	47.0°C	18.47.05	73400588 - okundu
DAİRE 05	5	73400584	Kalorimetre İhtiva	15007	kW	0	56.0°C	43.0°C	18.47.07	00000004 - okunmadı
DAİRE 06	6	73400763	Kalorimetre İhtiva		kW				18.47.07	00000004 - okunmadı
DAİRE 07	7	73400595	Kalorimetre İhtiva		kW				18.47.08	00000004 - okunmadı
DAİRE 08	8	73401466	Kalorimetre İhtiva		kW				18.47.08	00000004 - okunmadı
DAİRE 09	9	73400604	Kalorimetre İhtiva		kW				18.47.08	00000004 - okunmadı
DAİRE 10	10	73401468	Kalorimetre İhtiva		kW				18.47.08	00000004 - okunmadı
DAİRE 11	11	73400603	Kalorimetre İhtiva		kW				18.47.11	73400584 - okundu
DAİRE 12	12	73401362	Kalorimetre İhtiva		kW				18.47.14	73400763 - okundu
DAİRE 13	13	73400798	Kalorimetre İhtiva		kW					
DAİRE 14	14	73401369	Kalorimetre İhtiva		kW					
DAİRE 15	15	73401360	Kalorimetre İhtiva		kW					
DAİRE 16	16	73401481	Kalorimetre İhtiva		kW					
DAİRE 17	17	73400620	Kalorimetre İhtiva		kW					
DAİRE 18	18	73401480	Kalorimetre İhtiva		kW					
DAİRE 19	19	73401349	Kalorimetre İhtiva		kW					
DAİRE 20	20	73401483	Kalorimetre İhtiva		kW					
DAİRE 21	21	73400999	Kalorimetre İhtiva		kW					
DAİRE 22	22	73401475	Kalorimetre İhtiva		kW					
DAİRE 23	23	00000023	Kalorimetre İhtiva		kW					
DAİRE 24	24	00000024	Kalorimetre İhtiva		kW					
DÜKKAN 1	25	00000025	Kalorimetre İhtiva		kW					
DÜKKAN 2	26	00000026	Kalorimetre İhtiva		kW					
DÜKKAN 3	27	00000027	Kalorimetre İhtiva		kW					

Resim 6.13. Uygulama sonucu alınan çıktılar

Uygulama sonucunda kalorimetreler vasıtasıyla bilgiler doğru bir şekilde okunup faturalandırma işlemi için hazır hale getirilmiştir.

Resim 6.13 de kullanılan programda sütunlar sırasıyla aboneleri (daire no), sayaç ID'lerini ve numaralarını, tüketim miktarlarını, S1 ve S2 iki kalorimetreden ölçülen sıcaklıkları göstermektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Uzaktan okumalı sayaç sistemleri; hızlı haberleşme, hatasız faturalandırma, kaçak denetimi, enerji tasarrufunun yapılması ve takip edilebilmesi gibi avantajlarından dolayı son yıllarda sıkça tercih edilmektedir.

Mevcut çalışmada ülkemizde son yıllarda kullanımı artan merkezi ısıtma sisteminin önemli bir sorunu haline gelen faturaların kullanım oranlarına göre kat maliklerine adil bir şekilde yansımaları için yeni bir sistem prototipi gerçekleştirilmiştir. Bu sistem, kalorimetre ve pay ölçerler vasıtası ile ölçülmekte olup Rf toplayıcılar ve kablolu Mbus okuyucular ile tüketim bilgileri GPRS modem kullanılarak internet ortamına aktararak bir veri tabanına kaydedilmektedir. Veri tabanına kaydedilen bilgilerin kullanıcılar (şirket yetkilisi, yöneticiler vb.) tarafından izlenebilir halde gerçekleştirilmiştir. Sistem faturalandırma mantığı ise apartman merkezi ısıtma yönetmeliği baz alınarak; gelen faturanın % 30'luk kısmı kat maliklerine eşit olarak paylaştırıldıktan sonra kalan % 70'lik kısım kullanım oranlarına göre kat maliklerine faturalandırılmıştır. Faturalar şirket tarafından her aboneye ayrı ayrı ulaştırılabilmekte ve ayrıca her abone kendisine özel tahsis edilen kullanıcı adı ve şifre ile sisteme giriş yaparak günlük/haftalık/aylık ısı gider verilerini grafiksel ve tablo olarak kıyaslamalı raporlarla izleyebilmektedir. Tüm izleme işlemleri internet bağlantısı bulunan telefon, televizyon, tablet ve bilgisayarlar aracılığı ile yapılabilme kolaylığı sağlamakta olup, merkezi ısıtma sisteminden dolayı kaynaklanan faturalandırma karmaşasını ortadan kaldıran bir teknoloji ürünü gerçekleştirilmiştir.

Ürün yurtdışından ithal edilen benzer ürünlere göre fiyat-performansı üstünlük göstermektedir. Isı gider paylaşım sistemi, merkezi ısıtma sistemi ile ısınan konutlarda, ısınma harcamalarının kullanıcılar tarafından harcadıkları enerji miktarlarına göre adil bir şekilde paylaşılmasını amaçlamaktadır. Sistemin en önemli avantajı ise, kullanıcıların kullandığı miktarda enerjinin faturalandırmasının yapılması ve kullanılan miktarlarının günlük, haftalık, aylık olarak dağılımlarının takip edilmesi sağlanarak ve tasarruf sağlanması ile ülke ekonomisine de katkı sağlanabilecektir.

Geçmişte sayaçların yanına giderek gerçekleştirilebilen sayaç okuma işlemleri, gelişen teknoloji ile önemli değişiklikler göstererek piyasa şartlarına göre enerji sektöründe yeni ihtiyaçların ve kolaylıkların gerçekleştirilmesini sağlamıştır.

Çalışma da önerilen ve gerçekleştirilen yaklaşımın uygulanması sonucunda, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Prototipi geliştirilerek gerçekleştirilen ürün ile adil ısı gider paylaşımı sistemi oluşturulmuştur. Bu sistemin geleceği ile ilgili gelişen teknoloji şartlarına bağlı olarak sürekli bir iyileştirme planına bağlı olarak Ar-Ge çalışmaları büyük önem arz etmektedir. Ar-Ge çalışmalarında kullanıcı istekleri de ön planda tutulmak; kullanıcılardan gelen istek ve önerilerin sistemin sürekli iyileştirilmesi öngörülmektedir. Yazılımın ve ürünün gerçekleştirilmesi için müşteri ilişkileri birimi kurulması gerekmekte olup, etkin bir şekilde anket, istek, öneri şikayet gibi formların eksiksiz işletilmesi ve bu formlardan alınacak verilerin üst yönetim ve teknik personel çalışmaları gerçekleştirilmesi çalışmanın devamının da yapılması planlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Agusman, M. (2000). *Akıllı Elektrik Sayaçları, Elektrik Enerjisi Tüketim Yönetim Sistemi ve Çok Zamanlı Tarifeli Tüketim*. Türkiye 8. Enerji Kongresinde sunuldu. Ankara.
- Agusman, M., Erdem, F., ve Nadar , A. (1999). *Enerji Tüketiminde Yönetim Sistemi Uygulamalarının Enerji Tasarrufu Açısından Önemi*. 18. Enerji Tasarrufu Haftası, Ulusal Enerji Verimliliği Kongresinde sunuldu. Ankara.
- Aydın, A. F., Uyak, V., Öztürk, İ., Çakmakçı, M., Özger, M., Soyer, E. (2008). *İçme suyu Şebekelerindeki Su Kayıplarının Durumu ve Kontrol Yöntemleri*. Kent Yönetimi, insan ve Çevre Sorunları Sempozyumunda sunuldu. İstanbul.
- Bassewitz , B. (2003). *Power Line Communications (PLC) management summary*. Paper presented at the Bmp Telecommunications Consultants GmbH, Duesseldorf, Germany.
- Çakmak, B. (2004). *Elektrik su ve gaz sayaç verilerinin uzaktan okunması*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 30-40.
- Çakmak, B., Sokullu, R. (2005). *Elektrik Sayaçların Uzaktan Bilgi Aktarımı*. III. Otomasyon Sempozyumunda sunuldu, Denizli.
- Demir, M. (2006). *Elektrik Sayaçlarının Gprs ile Uzaktan Okunması*, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon, 15-20.
- Erkal, B. (2001). *Automatic Meter Reading (AMR) in Distribution Systems*, Yüksek lisans tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 35-40.
- Facchini, F., Losi, A., Vitetta, G. M., and Ruscelli, F. (2017). *On the performance of 169 MHz WM-Bus and 868 MHz LoRa technologies in smart metering applications*. Paper presented at the International Forum on Research and Technologies for Society and Industry, Modena, Italy.
- Farber, G. (1987). *Bus systeme*. (First edition) München: R.Oldenbourg Verlag, 8-10.
- Gabele, E., Kroll, M., and Kreft , W. (1991). *Kommunikation in Rechnernetzen*. (First edition) Berlin: Springer-Verlag, 5-8.
- HungWu, C., ChienChang, S., WeiHuang, Y. (2004). *Design of a wireless ARM based automatic meter reading and control system*. Paper presented at the Power Engineering Society General Meeting, Denver, USA.

İnternet: Komtaş Yazılım AŞ. Komtaş Yazılım AŞ. Sayaç Okuma Sistemleri. URL: www.komtas.com, Son Erişim Tarihi: 26.08.2019

İnternet:Tesisat Org. URL:<https://www.tesisat.org/su-sayaci-calisma-prensibi-ve-montaji.html>, Son Erişim Tarihi: 26.08.2019

İnternet:UGATEM A.Ş. URL:<https://www.ugetam.istanbul/wp-content/uploads/2017/05/38-Ocak-2014-Do%C4%9FulGaz-Saya%C3%A7lar%C4%B1-ve-%C3%87al%C4%B1%C5%9Fma-Prensipleri>, Son Erişim Tarihi: 26.08.2019

Little, A. D. (2002). White Paper on Powerline Communications (PLC) and its impact on the development of Broad band in Europe. *Commission Of The European Communities Report*. Brussels. 55-65.

Liu, M. (2013). *Development of heat meter based on the internet of things*. Paper presented at the 2013 Fourth International Conference on Digital Manufacturing and Automation. Shandong, China.

Ovalı, B., Uzun , T. (2005). *Bir Radyo Modem Aracılığı İle Kablosuz RS232 Haberleşmesi*. 11. Elektrik - Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği Ulusal Kongresinde sunuldu, İstanbul.

Ozdemir, A. T., Danisman, K. (2005). *GPRS Üzerinden Web Tabanlı Bölgesel Enerji Takip Sistemi*. III. Otomasyon Sempozyumunda sunuldu, Denizli.

Resmi Gazete Kararları. (14 Nisan 2008). *Resmi Gazete* . 1-10

Sajaya, S. (1999). *Revenue Protectionand a Deregulated Environment*. Paper presented at the Metering International, PRI, UK.

Spinsante, S., Squartini, S., Gabrielli, L., Pizzichini, M., Gambi, E., and Piazza, F. (2014, May). Wireless M-Bus Sensor Networks for Smart Water Grids: Analysis and Results. *International Journal of Distributed Sensor Networks*. 1-16.

Squartini, S., Gabrielli, L., Mencarelli, M., Pizzichini, M., Spinsante, S., Piazza, F. (2013). *Wireless M-Bus sensor nodes in smart water grids: the energy issue*. Paper presented at the Fourth International Conference on Intelligent Control and Information Processing, Beijing, China.

Şahin, H. (2007). *Elektronik Sayaçlarda Kullanılmak Üzere Uzaktan Gprs Modül İle Elektronik Elektrik Sayacı Okuma Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 3-10.

Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi. (2005). *Üretim-İletim İstatistikleri, 2001, 2004, 2005*. Ankara: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi. 1-100.

- Texas Instruments Deutschland GmbH. (1994). *Applications Report . Designing Applications for the Meter-Bus*. Dallas: Texas Instruments. 5-75
- T.C. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü. (2009). *Merkezi Isıtma Ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma Ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik*. Ankara: T.C. Başbakanlık. 5-18.
- Yu, J. Y., Chong, P. J., So, P. L., and Gunawan, E. (2005). *Solutions for the silent node problem in automatic meter reading system using powerline communications*. Paper presented at the Power Engineering Conference. Singapore.
- Živorad, M., Milankov, A., Živković, L., and Tolić, M. (2016). *Implementation of wireless m-bus concentrator/gateway for remote reading of smart gas meters*. Paper presented at the 24th Telecommunications Forum. Belgrade, Serbia.
- Zorlu, S. P., Acarkan, B., Kılıç, O., Küçüksarı, S. (2005). *Elektrik Tesislerinde Scada Sistemleri İçin Tcp/Ip Tabanlı Uç Birim Sistemleri*. 3. Otomasyon Sempozyum ve Sergisinde sunuldu, Denizli.
- International Telecommunication Union (2003). *Birth of Broadband*. Geneva: International Telecommunication Union, 5-7.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı,adı : GÜVEN, Tunç
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 05.05.1984, Ankara
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0(535)454 24 57
 e-mail : guventunc@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi/ İleri Teknolojiler	Devam Ediyor
Lisans	Girne Amerikan Üniversitesi	2008
Lise	Türk Telekom Anadolu Teknik Lisesi	2003

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2018-	GMGE Bilgi Teknolojileri LTD. ŞTİ.	Elektrik Elektronik Mühendisi
2018-2018	Hekimoğlu Grup A.Ş.	Elektrik İşleri Şefi
2017-2018	O.N.E. Osman Nuri ESEN İNŞ. Ltd. Şti.	Elektrik İşleri Şefi
2015-2017	ÖZOĞUZ İnşaat Ltd. Şti.	Elektrik İşleri Şefi
2014-2015	PROJEM Elektrik Taahhüt Ltd. Şti.	Keşif, Metraj, Proje Mühendisi
2010-2014	Ateş Elektrik Müh. Ltd. Şti.	Saha Mühendisi
2009-2010	Gazi Üniversitesi	Laboratuvar Asistanı

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Kitap okumak, Yüzme, Satranç, Elektronik



GAZİ GELECEKTİR..