

**M-BUS İLE SU SAYAÇLARININ OKUNMASI İÇİN ÇOK
İSTASYONLU HABERLEŞME SİSTEMİ, FATURALANDIRMA
YAZILIMI**

Ali Rıza ERTEKİN

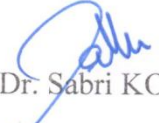
**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK-BİLGİSAYAR EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2012

ANKARA

Ali Rıza ERTEKİN tarafından hazırlanan M-BUS İLE SU SAYAÇLARININ OKUNMASI İÇİN ÇOK İSTASYONLU HABERLEŞME SİSTEMİ, FATURALANDIRMA YAZILIMI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.


Doç. Dr. Sabri KOÇER
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof. Dr. İnan GÜLER



Üye : Doç. Dr. Sabri KOÇER (Danışman)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin POLAT



Tarih : 31.07.2012

Bu tez, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Ali Rıza ERTEKİN

**M-BUS İLE SU SAYAÇLARININ OKUNMASI İÇİN ÇOK İSTASYONLU
HABERLEŞME SİSTEMİ, FATURALANDIRMA YAZILIMI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Ali Rıza ERTEKİN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ
TEMMUZ 2012**

ÖZET

Geniş bir alana dağılmış olan sayaçların okunması dağıtım sistemlerinde önemli bir problemdir. Otomatik sayaç okuma sistemleri, sayaç bilgilerinin hatasız bir şekilde toplanması ve değerlendirilmesi problemine ekonomik bir çözüm sunmaktadır. Otomatik sayaç okuma sistemlerine olan ilgi gelişen teknolojinin de yardımıyla her geçen gün biraz daha artmaktadır. Günümüzde hızla tükenen enerji kaynaklarının verimli yönetiminin Otomatik sayaç okuma sistemleri gibi gelişkin veri toplama ve yönetim sistemi ile uyumlu bir entegrasyonu yoluyla mümkün olabileceği anlaşılmıştır.

M-Bus, düşük maliyetli, uzak mesafelerden veri okuyabilen seri haberleşme protokolüdür. M-Bus sayaçların uzaktan okunması ihtiyacını gidermek amacıyla geliştirilmiştir, bu sayede su ve gaz sayaçlarının tüketimlerinin ölçülmesi yapılabilmektedir. Sayaçların içindeki veriyi okuyarak ortak merkezi bir birimde toplar, istenildiğinde bilgisayar yardımıyla bağlantı kurularak periyodik aralıklarla bir binanın sayaçları okunabilir.

Bu çalışmada, M-Bus tüketim sayaçlarının uzaktan okunması ve faturalandırılması için bir yazılım geliştirilmiştir. Ara yüz Visual Basic 2010 kullanılarak programlanmıştır. Bu yazılım M-Bus sayacını periyodik aralıklarla sorgulayacak, tüketim verilerini sayaçtan bilgisayara aktaracak ve

veri merkezinde tüketimleri hesaplayıp, gerekirse faturalandıracaktır. Diğer bir yandan tüketimin, abone bazında doğru hesaplanması sonrasında kullanıcıların tüketim bedellerine en adil şekilde katılımları sağlanacaktır.

Bilim Kodu : 702.1.014
Anahtar Kelime : M-Bus, otomatik sayaç okuma, veri merkezi, sayaç
Sayfa Adedi : 74
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Sabri KOÇER

**FOR READING WATER METERS VIA M-BUS, MULTI-STATION
COMMUNICATION SYSTEM, BILLING APPLICATION**

(M.Sc. Thesis)

Ali Rıza ERTEKİN

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF INFORMATICS**

JULY 2012

ABSTRACT

In distribution systems, reading the meters of spread over a large area is an important problem. Automatic Meter Reading Systems provide an economic solution to problem of collecting and evaluating the meter data accurately. The interest in automatic meter reading systems is increasing by developing technology day by day. Nowadays, efficiently management of rapidly running out of energy resources are understood to be possible through the integration of compatible with improved data collection and management systems such as Automatic Meter Reading.

M-Bus is a low cost, serial communication protocol that can read data from long distances. The M-Bus (Meter Bus) was developed to supply the need for remote reading of utility meters, for example, for measuring the consumption of gas or water meter in the home. When interrogated, the meters deliver the data they have collected to a common master, which can be a computer connected at periodic intervals to read all utility meters of a building.

In this study, software has been developed for billing and remote reading utility meters. The interface has been programmed by being used Visual Studio 2010. This software will interrogate M-Bus utility meter at periodic intervals, will transfer consumption data from meter to computer, will calculate consumption

and bill consumption if necessary in this data center. On the other hand, the most equitable way is ensured by the participation of users in the consumption grid operating owing to accurate calculation of consumption by subscribers.

Science Code : 702.1.014
Key Words : M-Bus, automatic meter reading, data center, meter
Page Number : 74
Adviser : Doç. Dr. Sabri KOÇER

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla ben yönlendiren tez danışmanım Doç. Dr. Sabri KOÇER'e, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. OTOMATİK SAYAÇ OKUMA (OSO) SİSTEMLERİ	4
2.1. Giriş	4
2.2. OSO Sistemleri Hakkında Genel Bilgiler.....	5
2.3. OSO Sistemlerinin Genel Yapısı.....	7
2.4. Türkiye’de Otomatik Sayaç Okuma Uygulamaları.....	9
3. SERİ VERİ YOLU SİSTEMİNİN TEMELLERİ.....	11
3.1. Uygulamalar ve Tanımlamalar.....	11
3.2. Veri Yolu Sisteminin Temel Fonksiyonları.....	12
3.3. OSI Referans Modeli.....	13
4. M-BUS PROTOKOLÜNE GENEL BAKIŞ	17
4.1. M-Bus Sistemi Genel Bilgiler.....	17
4.2. Sayaçlar İçin Veri Yolu Sistem Gereksinimleri.....	17
4.3. OSI Model’inde M-Bus Protokolü.....	18
4.4. M-Bus Çalışma Prensipleri.....	20

	Sayfa
4.5. Veri Yolu Özellikleri.....	22
4.6. Slave Tasarımı.....	23
4.7. Veri Bağı Katmanı	24
4.7.1. İletim parametreleri.....	24
4.7.2. Telegram formatı.....	25
4.7.3. Telegramlarda bulunan alanların anlamları.....	26
4.8. İletişim Süreci	28
5. M-BUS PROTOKOLÜ UYGULAMALARI.....	30
5.1. Sisteme Genel Bakış.....	30
5.2. Kullanıcı Faydaları	31
5.3. M-Bus Teknolojisi.....	31
5.4. İletişim Esasları.....	32
5.5. M-Bus Sistem Mimarisi.....	33
5.6. M-Bus Ağları İçin Sistem Bileşenleri	37
5.6.1. M-Bus master.....	37
5.6.2. M-Bus terminal (uçbirim) cihazları	39
5.6.3. M-Bus çeviriciler	39
5.6.4. M-Bus repeater (tekrarlayıcı).....	40
5.6.5. M-Bus uzaktan veri okuma.....	41
5.6.6. M-Bus elle okuma.....	41
5.6.7. M-Bus faturalama merkezi	41
5.7. Yaygın Kullanılan Topolojiler	41
5.8. M-Bus Hata Analizi.....	43

Sayfa

6. M-BUS UYUMLU SU SAYAÇLARI VE ISI PAYLAŞIM SİSTEMLERİ	44
6.1. M-Bus Sıcak Su Sayaçları	44
6.1.1. M-Bus su sayaçlarının avantajları	44
6.2. M-Bus Kesme Vanası	45
6.3. M-Bus Isı İstasyonu	46
6.4. M-Bus Isı Gider Paylaşım Sistemleri	46
6.4.1. Isı paylaşım sistemi yasal dayanağı	47
6.5. Kalorimetre (Isı Sayacı)	49
6.5.1. Bir ısı sayacı nelerden oluşur	49
6.5.2. Kalorimetre çalışma prensibi	49
6.5.3. Isı sayacının montajı	50
6.5.4. Gövde montajı	50
6.5.5. Kalorimetre m-bus sistemi	52
6.5.6. Sistem ile ilgili bilinmesi gerekenler	53
7. M-BUS UYUMLU SU SAYACI OKUMA UYGULAMASI	55
7.1. Visual Basic Kullanımı	55
7.2. M-Bus Su Sayacı Okuma ve Faturalandırma Yazılımı Ara Yüz Tasarımı ...	55
7.2.1. Abone kayıt ekranı	57
7.2.2. Sayaç kayıt ekranı	58
7.2.3. Sayaç atama ekranı	59
7.2.4. Okuma ayar ekranı	61
7.2.5. Sayaç okuma ekranı	62
7.2.6. Aylık veri ekranı	66

	Sayfa
7.2.7. Aylık veri ekranı	66
7.2.8. Faturalama ekranı.....	66
8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	69
KAYNAKLAR.....	71
ÖZGEÇMİŞ.....	74

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. OSI modeli katmanları.....	14
Çizelge 4.1. OSI model’inde m-bus katmanları.....	19
Çizelge 4.2. OSI model’inde yönetim katmanı	19
Çizelge 4.3. M-Bus protokolü için telegram formatları.....	25
Çizelge 4.4. Kontrol alanının kodlanması.....	26
Çizelge 4.5. M-Bus protokolünün kontrol kodları.....	27
Çizelge 5.1. M-Bus hataları ve muhtemel çözümler	43

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. OSO sistemi birimleri.....	7
Şekil 2.2. Sayaç otomasyonu haberleşme yapısı.....	8
Şekil 3.1. Ağ topolojileri.....	12
Şekil 3.2. Seri veri yolu sisteminin sınıflandırılması.....	12
Şekil 3.3. OSI model’inde veri iletimi.....	16
Şekil 4.1. M-Bus sisteminin çalışma prensibini gösteren blog diyagram.....	20
Şekil 4.2. M-Bus sisteminde bitler’in temsili.....	21
Şekil 4.3. M-Bus kablo bağlantısı.....	23
Şekil 4.4. M-Bus cihaz sayısı.....	23
Şekil 4.5. İstek ve cevap yönlerinde bir karakterin iletimi.....	25
Şekil 5.1. M-Bus’lı basit bir otomatik sayaç okuma uygulaması.....	34
Şekil 5.2. M-Bus ile kurulmuş tipik bir sistem.....	35
Şekil 5.3. Otomatik sayaç okuma sistemi topolojisi.....	36
Şekil 5.4. M-Bus master cihazı.....	37
Şekil 5.5. M-Bus master çeşitleri.....	38
Şekil 5.6. M-bus terminal cihazları – su sayacı, ısı sayacı, enerji sayacı.....	39
Şekil 5.7. Pals girişli m-bus çeviricisi.....	40
Şekil 5.8. Analog girişli m-bus çeviricisi.....	40
Şekil 5.9. M-Bus ve intranet’li otomatik sayaç okuma sistemi.....	42
Şekil 5.10. Tipik bir uzaktan sayaç okuma sistemi.....	42
Şekil 6.1. M-Bus uyumlu su sayacı.....	45

Şekil	Sayfa
Şekil 6.2. M-Bus kesme vanası	45
Şekil 6.3. M-Bus ısı istasyonu	46
Şekil 6.4. Kalorimetre çalışma prensibi şeması.....	50
Şekil 6.5. Kalorimetre gövde montajı	51
Şekil 6.6. Kalorimetre montaj şeması	51
Şekil 6.7. Kalorimetre montaj şeması sembolleri.....	51
Şekil 6.8. Merkezi ısıtma sistemi.....	52
Şekil 7.1. Visual Basic'te program oluşturmak.....	55
Şekil 7.2. Su sayacı okuma ve faturalandırma yazılımı ara yüzü.....	56
Şekil 7.3. Abone kayıt ekranı	57
Şekil 7.4. Sayaç bilgileri görüntüleme ekranı	58
Şekil 7.5. Cihaz ekleme ekranı	59
Şekil 7.6. Sayaç atama ekranı.....	60
Şekil 7.7. Okuma ayar ekranı	61
Şekil 7.8. M-Bus uyumlu su sayacı	62
Şekil 7.9. Sayaç okuma ekranı	62
Şekil 7.10. M-Bus cihazlarından elde edilen değerler	64
Şekil 7.11. Okuma kayıt ekranı	65
Şekil 7.12. Faturalama ekranı.....	66

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Kısaltmalar	Açıklama
OSO	Otomatik Sayaç Okuma
OSI	Open Systems Interconnection (Açık Sistem Bağlantısı)
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standardizasyon Örgütü)
AMR	Automatic Meter Reading (Otomatik Sayaç Okuma)
GSM	Global System for Mobile Communications (Mobil İletişim için Küresel Sistem)
GPRS	General Packet Radio Services (Genel Paket Radyo Servisleri)
GAN	Global Area Networks (Küresel Alan Ağları)
WAN	Wide Area Network (Geniş Alan Ağı)
PC	Personal Computer (Kişisel Bilgisayar)
LSB	Least Significant Bit (En Az Önemli Bit)
DFC	Data Flow Control (Veri Akış Kontrolü)
ACD	Access Demand (Erişim Talebi)
DIB	Data Information Blog (Veri Bilgi Bloğu)
VIB	Value Information Blog (Değer Bilgi Bloğu)
FCB	Frame Count Bit (Çerçeve Sayısı Bit'i)
RF	Radio Frequency (Radyo Frekansı)

1.GİRİŞ

Ekonomi ve toplumsal refah için enerjinin idareli kullanımı şarttır. Evlerdeki enerji kullanımını en iyi duruma getirmek ve kullanıcıları enerji kullanımı konusunda bilinçlendirmek önemlidir. Evlerde enerji tüketen değişik sistemler vardır. Bir taraftan modern cihazların kullanımının artması, diğer bir taraftan da enerji kaynaklarının kısıtlı olması, enerjiyi daha verimli ve akıllı yöntemlerle kullanmayı zorunluluk haline getirmiştir [1].

Tüketiciler enerjinin etkili ve idareli kullanımı konusunda bilinçli olmalıdırlar. Tüketiciler; gazeteler, seminerler, işyerleri aracılığıyla bilinçlendirilebilir veya kullanıcıların enerji tüketimini azaltıcı ve kullanıcıları enerji kullanımı konusunda uyaran, gelişmiş enerji izleme ve otomasyon cihazları kurulabilir.

Bu izleme cihazlarının kurulumundaki temel prensip,

“Ne kullandığının daha çok farkında ol, nasıl daha verimli kullanabileceğini düşün ve daha verimli kullan, daha fazla koru [1].”

Geniş bir alana dağılmış olan sayaçların okunması dağıtım sistemlerinde önemli bir problemdir. Otomatik sayaç okuma sistemleri sayaç bilgilerinin hatasız bir şekilde toplanması ve değerlendirilmesi probleminde ekonomik bir çözüm sunmaktadır.

Otomatik sayaç okuma sistemleri günümüzde, klasik sayaç okuma yöntemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda, enerjinin verimli bir şekilde üretilmesi, iletilmesi, dağıtılması ve tüketimi gibi konularda önemli bir avantaj sağlamaktadır. Buna ek olarak, bir bina veya yapıda, merkezi ısıtma sisteminde üretilen ısınma amaçlı sıcak su tüketiminin kalorimetre ile, yine aynı sistemden kullanılan sıcak suyun, sıcak su sayaçları ile, soğuk su tüketimlerinin soğuk su sayaçları ile uzaktan okunması gibi konularda da çok önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu nedenle, Otomatik sayaç okuma sistemlerine olan ilgi gelişen teknolojinin de yardımıyla her geçen gün biraz daha artmaktadır. Günümüzde hızla tükenen enerji kaynaklarının verimli yönetiminin

ancak Otomatik sayaç okuma sistemleri gibi gelişkin veri toplama ve yönetimi ile uyumlu bir entegrasyon yoluyla mümkün olabileceği anlaşılmıştır.

Bu tez kapsamında; M-Bus (Meter Bus) uyumlu su sayaçlarının Otomatik sayaç okuma sistemi sayesinde okunması ve okunan değerlere göre bu sayaçların faturalandırılması işlemlerinin gerçekleştirilmesi için yazılım çalışmaları yapılmıştır.

M-Bus, ağ sistemleri ve uzaktan sayaç okuma konusundaki ihtiyacı gidermek için geliştirilmiştir. M-Bus, tüketici sayaçları dahil, uzaktan enerji veya batarya ile çalışan sistemlerin özel gereksinimlerini karşılar. Sorgulandığı zaman, sayaçlar veriyi ortak merkezi bir birimde toplanmak üzere teslim eder. Bir binanın tüm sayaçlarını ölçmek amacıyla periyodik aralıklarla bağlanan, elde taşınabilir bir bilgisayar kullanılabilir [2].

Bu tez çalışması 8 ana bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde enerjinin verimli kullanımı, Otomatik sayaç okuma (OSO) sistemleri ve M-Bus protokolü hakkında genel bir bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde OSO (Otomatik sayaç okuma) sistemleri ve uygulamaları, Otomatik sayaç okuma sistemlerinin sağladığı faydalar hakkında detaylı bir bilgi verilmiştir.

Üçüncü bölümde M-Bus sisteminin temelini oluşturan seri veri yolu sistemleri, uygulamaları ve OSI katmanı hakkında detaylı bir bilgi verilmiştir.

Dördüncü bölümde M-Bus protokolü hakkında genel bilgiler, M-Bus sisteminin çalışma prensibi ve veri yolu yapısı hakkında detaylı bir bilgi verilmiştir. Aynı zamanda M-Bus sisteminde kullanılan kablo yapısı, iletişim süreci, iletişim sürecinde kullanılan telegram'ların yapısı ve mesaj türlerinden de detaylı bir şekilde bahsedilmiştir.

Beşinci bölümde M-Bus uygulamaları ele alınmıştır. M-Bus uygulamalarında Master-Slave yapısı ve Master-Slave cihazları arasındaki iletişim süreci detaylı bir şekilde incelenmiştir. M-Bus sistem mimarisi ve bu mimarinin içerisinde kullanılan sistem bileşenleri hakkında detaylı bir bilgi verilmiştir.

Altıncı bölümde M-Bus uyumlu sayaç çeşitleri ele alınmıştır. M-Bus uyumlu ısı paylaşım sistemleri, bu sistemlerin yasal dayanakları ve montaj şekilleri detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Yedinci bölümde Visual Basic 2010 dili kullanılarak yazılan M-Bus sayaç okuma ve faturalandırma yazılımı ele alınmıştır. Yazılımın görsel tasarımı ve kodlanmasıyla ilgili bilginin yanı sıra, yazılımın kullanımı hakkında da detaylı bir bilgi verilmiştir.

Sekizinci bölüm, sonuç ve değerlendirme bölümüdür. Bu bölümde yapılan çalışmanın değerlendirmesi yapılmıştır.

2. OTOMATİK SAYAÇ OKUMA (OSO) SİSTEMLERİ

2.1. Giriş

Daha önceki zamanlarda, geleneksel elektromekanik sayaçların yardımı ile enerji izleme yapılabilirdi. Fakat bu sistemin temel dezavantajı sadece tüketilen enerjinin gözlemlenebilmesiydi. Bundan dolayı, tüketiciler sadece toplam tüketim miktarını biliyorlardı ve kişisel cihazlarının tüketimlerinden habersizlerdi. Diğer temel sorunlardan bir tanesi de, “Sayaçlarla Oynanması” idi. Tüketiciler enerji tüketimini daha az göstermek için sayaçların mimarisini değiştirmeyi alışkanlık haline getirmişlerdi, bu da kamu kuruluşlarının finansal kayıp yaşamasına neden olmaktadır [1].

Akıllı sayaçlar, tüketicilerin geçmiş enerji kayıtlarını kendi hafızasında tutabilirler. Bu sayaçlar akım, gerilim, güç ve belirli bir zaman dilimindeki okuma kayıtlarını gösterebilir. Bu sayaçlar bir tüketicinin anında faturasını hesaplayabilecek kapasiteye sahiptir ve bu hizmeti sunan servis sağlayıcı ile otomatik olarak iletişim kurabilir [3].

İletişimin temelinde, akıllı sayaçlar 2 ana türe ayrılabilir [3] :

- Otomatik Sayaç Okuma : Burada iletişim sadece sayaçtan veri kayıt sistemindedir.
- Otomatik Sayaç Yönetimi : Burada daha işlevsel iki yönlü iletişim gerçekleştirilir.

Yukarıdaki sıralamaya ek olarak, görüntüleme (izleme) sistemleri birbirleriyle haberleşme durumuna göre sınıflandırılabilir [3]. Bunlar:

- Kablolu/Sabit İletişim: Telefon hatları, Fiber optikler, M-Bus, Modbus, Çift bükümlü kablolar, v.b.
- Kablosuz İletişim: Gsm, Z-Wave, ZigBee, GPRS, v.b.

Microsoft gibi birçok büyük firma güç yönetimi konusunda yatırım yapmaktadır. Buradaki amaç, akıllı sayaçlar yardımıyla enerjinin toplanması ve kullanıcılara kendi enerji kullanımları hakkında bilgi vererek bilinçlendirmek, enerjiyi korumaktır.

2.2. OSO Sistemleri Hakkında Genel Bilgiler

OSO (Otomatik sayaç okuma), enerji ölçüm cihazlarından (elektrik, gaz, su vb. sayaçları) verilerin otomatik olarak okunması, okunan verilerin faturalandırılması ve veritabanı içeren merkezi bir istasyona analiz edilmek amacıyla iletilmesidir [6]. OSO sistemi, her türlü elektronik sayacın servisini sağlayan şirketlerin verimliliğini artırarak, müşteriye sunulan hizmetleri genişletme özelliğine sahiptir. Ayrıca sayaç okuma maliyetini düşürerek, kritik bilgilerin anında merkeze bildirilmesini de sağlar [4].

OSO sistemlerinin faydaları 3 kategoride ele alabiliriz; işletmeci, müşteri ve devlet perspektifleri.

OSO sistemlerinin işletmelere sağladığı faydalar kısaca özetlenecek olursa [11-12];

1. Gelişmiş faturalama doğruluğu,
2. Kısaltılmış gelir toplama çevrimi,
3. İyileştirilmiş yük yönetimi,
4. Kaçak ve kayıpların sıkı denetimi,
5. Uzaktan sayaç açma kapama,
6. Artırılmış müşteri bağımlılığı,
7. Şikâyetlerde azalma,
8. İnternet bağlantı hizmeti, ev güvenliği ve otomasyonu gibi ek hizmetler aracılığıyla yeni gelir kapılarının açılması.

OSO sistemlerinin tüketicilere sağladığı faydalar kısaca özetlenecek olursa [11-12];

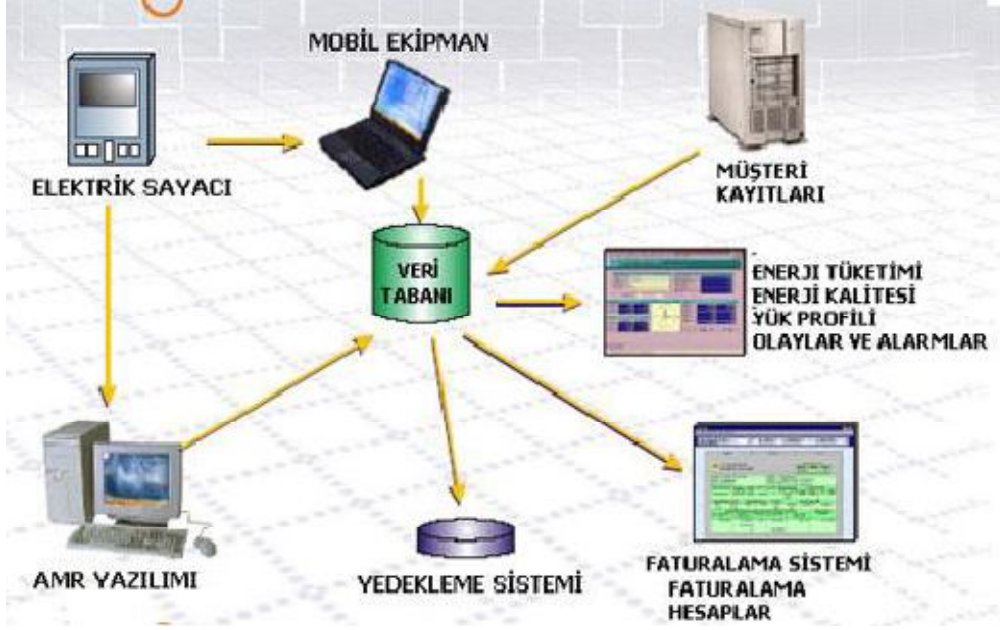
1. Fiyatlarda ucuzlama,
2. Hizmet kalitesinde artış,

3. Hatasız faturalama (tahmine dayalı faturalama ortadan kalkar),
4. Ödeme seçeneklerinde çeşitlilik (önce ve sonra ödeme şekilleri, kredi kartı ile internet, telefon, sayaç veya ödeme noktası üzerinden anında ödeme v.s.),
5. Çeşitli ek hizmetler (otomatik yük kesme, ev güvenliği ve otomasyonu).

OSO sistemlerinin kamuya sağladığı faydalar kısaca özetlenecek olursa [11];

1. Ulusal boyutta enerji tasarrufu sağlanır,
2. Enerji sektörünün özelleştirilmesinde kolaylık temin edilir,
3. Enerji piyasasının etkin denetimine imkân sağlar, sağlıklı bir rekabet ortamı oluşur,
4. Üretimde verimlilik artışı sağlanır,
5. Açılacak yeni pazarlar sayesinde ekonomiyi canlandırır,
6. Yeni sektörler sayesinde istihdam artar, kalkınma hızlanır,
7. Enerji ağının etkin denetimi sayesinde ulusal güvenliği sağlamak kolaylaşır, ülke savunması güçlenir.

OSO temel olarak üç ana birimden oluşur. Bu birimler; elektronik sayaç, iletim hattı (veri hattı) ve merkezi sistem birimi (veri tabanı)'dır. Şekil 2.1' de OSO sisteminin birimleri görülmektedir [4].



Şekil 2.1. OSO sistemi birimleri [4].

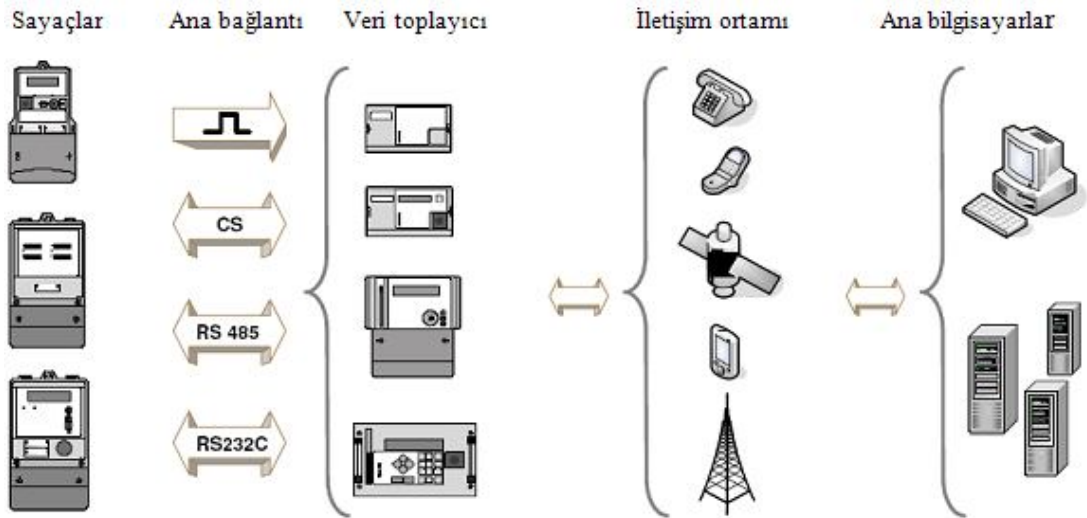
2.3. OSO Sistemlerinin Genel Yapısı

Günümüzde enerji sektöründeki ulusal ve uluslar arası boyuttaki hızlı yapılanma süreci, enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında tam ve sıkı bir denetim altında olmasını zorunlu kılmaktadır. Rekabetçi piyasa koşulları ve hızlı değişen maliyet ve fiyatlar, enerjinin daha verimli bir şekilde yönetilmesini ve tüketiciye daha cazip koşullarda sunulmasını gerektirmektedir. Günümüzde, bilgi teknolojileri altyapılarının gelişkin yapısı sayesinde, enerji sistemleri hakkında daha detaylı bilgilere sahip olmak mümkün hale gelmiştir [5].

Bu durum sayaçların okunmasında ciddi değişiklikler meydana gelmesine neden olmuştur. Enerji üreticileri üretimlerini planlamak için, enerji tedarikçileri talebi eksiksiz karşılayabilmek için ve tüketiciler de tüketimlerini kontrol altına alıp, maliyetlerini azaltmak için enerjinin tüketimini yakından takip etmek ve geçmiş kullanım alışkanlıkları hakkında detaylı verilere sahip olmak isterler. Klasik bir düzende bu verilerin tüketiciden üreticiye doğru akışı gayet yavaş olmaktaydı. Dolayısıyla gelirlerin geri dönüş süresi gayet uzun olmaktaydı. Günümüzde sayaç

verilerini dakikalarla ifade edilecek bir sürede elde etme imkânı vardır. Bu iş ancak modern bir Otomatik sayaç okuma (OSO veya AMR – Automatic Meter Reading) sistemi aracılığıyla gerçekleştirilebilir. OSO sistemi, sayaç verilerinin (elektrik- su – gaz v.b.) uzaktan ve tamamen otomatik bir şekilde hatasız ve eksiksiz biçimde okunmasını sağlar [5].

Otomatik sayaç okuma sistemlerinin yapısının genel görünümü Şekil 2.2’de gösterilmiştir. Sisteme bakıldığında ilk katmanda sayaçlar görülür. Kullanılan sayaçlar, akıllı sayaç diye tabir edilen sayaçlardır. Akıllı sayaçlar kullanılan enerji miktarlarına ek olarak, enerji hattındaki birçok elektriksel parametreyle ilgili de ölçüm yapar. Bir başka özelliği ise çeşitli haberleşme çıkışları yardımıyla uzaktan okunabilmeleridir [5].



Şekil 2.2. Sayaç otomasyonu haberleşme yapısı [5].

İkinci katmanda ise haberleşme ekipmanları bulunur. Bu ekipmanlar haberleşme tipine göre GSM, GPRS, PSTN modem, veri toplayıcı üniteler vb. olabilir. Amaçları bağlı oldukları sayaçlarla haberleşme bağlantısını sağlamaktır. Bu katmandan sonra haberleşme katmanı vardır. Bu katman şehir telefon şebekesi, uydular vb. sistemler

olabilmektedir. Verilerin toplandığı merkezi üniteyle haberleşme ekipmanları arasında haberleşme için yol görevi görürler [5].

Son katman ise merkezi veri toplama ünitelerinin bulunduğu katmandır. Burada sayaç okuması emirleri verilir, okunan veriler veritabanında saklanır ve gerektiği zamanlarda faturalar ve raporlar oluşturulur [5].

Elektrik, su ve doğalgaz sayaç verilerinin (tüketim bilgisi v.b.) otomatik olarak toplanması şeklinde ifade edebileceğimiz 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 getirmektedir. 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 [11-7].

2.4. Türkiye'de Otomatik Sayaç Okuma Uygulamaları

Türkiye'de Otomatik sayaç okuma uygulaması çok uzun bir geçmişe sahip olmamasına rağmen, kısa sürede piyasada oldukça fazla çeşidi oluşmuştur. Özelleştirme ile birlikte bu çeşitliliğin daha da artacağı kaçınılmazdır. Bir taraftan piyasaya yeni giren sayaçlar, diğer taraftan uzaktan okuma, asgari şartlar gibi kavramlar, içinde bulunduğumuz özelleştirme sürecinde, üretici firmaları, işletmeleri ve aboneleri zor durumda bırakmaktadır [8-9].

Ülkemizde farklı özellikte çok sayıda sayacın piyasaya girmesi, ITRON ve FIMM gibi şirketlerin çalışmalarına benzer çalışmaların ülkemizde de yapılmasına neden olacaktır. Bu durum, optik veri toplama konusunda büyük bir deneyim sahibi olan şirketlerin ülkemizde çözüm ortağı aramasına neden olacaktır. Enerji piyasasında özellikle son bir kaç 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 uygulamalar gecikmiştir [8-9].

Günümüzde sayaç okuma konusunda birçok firma ortaya çıkmıştır. 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. Türkiye de bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde şu anda mekanik sayaçların çokluğundan dolayı elektronik sayaçlara geçiş dönemi yaşanmaktadır [8-9].

3. SERİ VERİ YOLU SİSTEMİNİN TEMELLERİ

3.1. Uygulamalar ve Tanımlamalar

Birbirleriyle haberleşen veri işleme sistemleri, aralarındaki mesafelere göre çeşitli sınıflara ayrılırlar. Dünya çapındaki ağlara Global (Evrensel) Area (Alan) Networks (Ağı) GAN olarak, kıtalar ve daha büyük kara kütlelerini kapsayan ağlar Wide (Geniş) Area (Alan) Networks (Ağı) WAN olarak adlandırılır. Local (Yerel) Area (Alan) Networks (Ağı), birkaç kilometreye kadar olan, belirli bir coğrafi alanla sınırlı olan, laboratuvar, ofis ve şirket binaları gibi alanları kapsar. Bu tip yerel ağlar terminalleri, bilgisayarları, ölçüm cihazlarını ve otomasyon modüllerini birbirine bağlamaya yarar. Yerel ağların birçoğunda, bileşenleri birbirlerine bağlamakta aşağıda bahsedilen topolojiler kullanılır [13]:

- Yıldız Topolojisi:

Her bir bileşen ayrı bir iletim hattı ile merkezi bir birime bağlıdır. Merkezi birimle veri alış verişi eş zamanlı olarak ya da sırasıyla gerçekleştirilebilir. Bu dizilişin tek dezavantajı kullanılan kablo miktarının fazla olmasıdır [13].

- Halka Topolojisi:

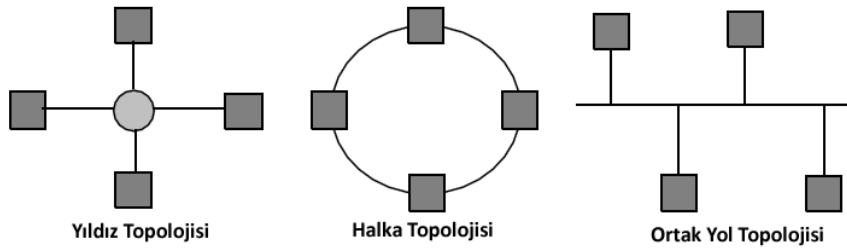
Bu durumda bileşenler birbirlerine bir halka şeklinde bağlıdır ve veri noktadan noktaya iletilir. Bu topolojinin dezavantajı halkadaki bileşenlerden birinin devre dışı kalması durumunda tüm ağın devre dışı kalmasıdır [13].

- Ortak Yol (Bus) Topolojisi:

Bileşenlerin veri yolu adı verilen paylaşılmış bir iletişim hattı üzerinden bağlı olduğu ağ mimarisidir. Birden çok istemciyi birbirine bağlamanın en kolay yolu ortak yol topolojisidir, ancak iki istemci aynı veri yolunu aynı anda kullanmak isterse bazı sorunlar ortaya çıkabilir. Bu yüzden ortak yol topoloji mimarisini kullanan sistemler,

çakışmadan kaçınmak veya çakışmayı önlemek için bazı planlara sahip olmalıdır [14].

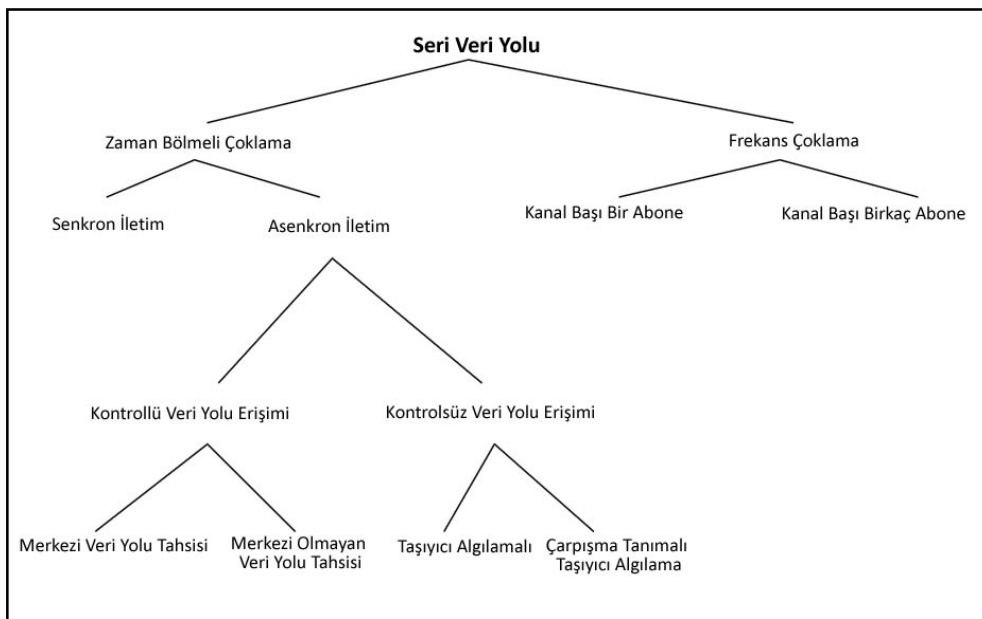
Ortak Yol topolojisi geniş bant bir yayın kanalına benzer, ağa bağlı istasyonlar her işlemi ve her iletimi duyabilirler [14].



Şekil 3.1. Ağ topolojileri [13].

3.2. Veri Yolu Sisteminin Temel Fonksiyonları

Şekil 3.2'deki diyagram, seri veri yolu sisteminin çeşitli formlarına genel bir bakış açısı kazandırmak için tasarlanmıştır:



Şekil 3.2. Seri veri yolu sisteminin sınıflandırılması [1].

Şekil 3.2’de seri veri yolu ilk olarak kullanılan çoklama (multipleks) tekniğine göre bölümlendirilmiştir. Frekans çoklama ile iletim ortamının frekans spektrum’u her biri bir kanal’a sunulmak üzere frekans bantlarına bölünür. Her katılımcıya daha sonra bir kanal tahsis edilir. Zaman bölmeli çoklama kullanarak sınıflandırma yapmak için ise senkronizasyon türü ve erişim teknikleri kullanılır [13].

3.3. OSI Referans Modeli

OSI referans modeli, **Open (Açık) Systems (Sistemler) Interconnection (Ara bağlantı)** için standartların geliştirilmesinde bir temel teşkil eder. “Uluslar arası Standardizasyon Örgütü (ISO)” tarafından tasarlanan bu modelle farklı üreticiler tarafından yapılan, farklı mimariye sahip sistemlerden veri almak amaçlanmıştır. Standart prosedürlerin uyumuyla da verilerin sistemler arası değişimine ve yorumlanmasına imkân tanınmıştır [2].

Bu model, 7 katmanda haberleşme fonksiyonlarını düzenler. Bu katmanların her biri diğer katmanlar ile iletişim kurmak için sanal bir bağlantıya sahiptir. Sadece en alt katman (Katman 1) sinyal değişimi için fiziksel bir bağlantıya sahiptir. 1. Katman haricindeki tüm katmanlar alttaki katmandan gerekli hizmetleri alır. OSI modeli sadece, katmanların hizmet ve fonksiyonlarını tanımlar [13].

- 7. Katmanda katmanlar arası protokol uyumu var ise iki kullanıcı programı veri alış verişi yapabilir.
- 6. Katman bilginin sunumu.
- 5. Katman haberleşme akışı.
- 4. Katman bilginin bütünlüğü ve iletim güvenliği.
- 3. Katman verinin ağdan iletileceği yol bilgisi.
- 2. Katman iletim güvenliği.
- 1. Katman fiziksel ortam

Çizelge 3.1. OSI modeli katmanları [2].

Uygulama Katmanı	Uygulamaya Dayalı Katmanlar
Sunum Katmanı	
Oturum Katmanı	
Taşıma Katmanı	Taşımaya Dayalı Katmanlar
Ağ Katmanı	
Veri İletim Katmanı	
Fiziksel Katman	

Çizelge 3.1’de verilen OSI modeline ait katmanlar incelendiğinde:

Uygulama Katmanı (Application Layer)

Uygulama programlarının ağa erişimi için gerekli işlevleri kapsar; kullanıcının etkileşimde bulunduğu uygulama programları doğrudan bu katmanla iletişim içindedir. Bu katman için dosya aktarımı, elektronik mektuplaşma, uzaktan dosya erişimi, ağ yönetimi, terminal protokolleri gibi standartlar geliştirilmiştir [15].

Sunuş Katmanı (Presentation Layer)

Bilginin iletimde kullanılacak biçiminin düzenlenmesini sağlar: Sıkıştırma/ açma, Şifreleme/ Şifre çözme, EBCDIC-ASCII dönüşümü ve ters dönüşümü gibi işlevlerin yerine getirilmesini kapsar [15].

Oturum Katmanı (Session Layer)

Uç düğümler arasında gerekli oturumun kurulması, yönetilmesi ve sonlandırılması işlerini kapsar. İletişimin mantıksal sürekliliğinin sağlanması için, iletişimin kopması durumunda bir senkronizasyon noktasından başlayarak iletimin kaldığı yerden devam etmesini sağlar [15].

Ulaşım Katmanı (Transport Layer)

Bilginin son alıcıda her türlü hatadan arındırılmış olarak elde edilebilmesini sağlar. Ulaşım katmanının oluşturduğu bilgi bloklarına bölüm (bölüt) denir. Bunlar son alıcıya sırası bozulmuş olarak gelirse, düzgün olarak sıralanmalıdır [15].

Ağ Katmanı (Network Layer)

Veri paketlerinin bir uçtan diğer uca ağdaki çeşitli düğümler (yönlendirici, geçit yolu vs.) üzerinden geçirilip yönlendirilerek alıcısına ulaşmasını sağlayan işlemlere sahiptir. Veri paketinin alıcısına giderken ağ koşullarına, önceliklere ve diğer parametrelere göre hangi yolun uygun olacağı bu katmanda değerlendirilir. Bu amaçla düğümlere ağ adresi denilen numaralar verilir. Ağ adresi taşıyan bilgi bloklarına paket adı verilir. İnternet' in temel protokol kümesi olan TCP/IP'nin IP protokolü bu katmanda yürütülen bir protokoldür [15].

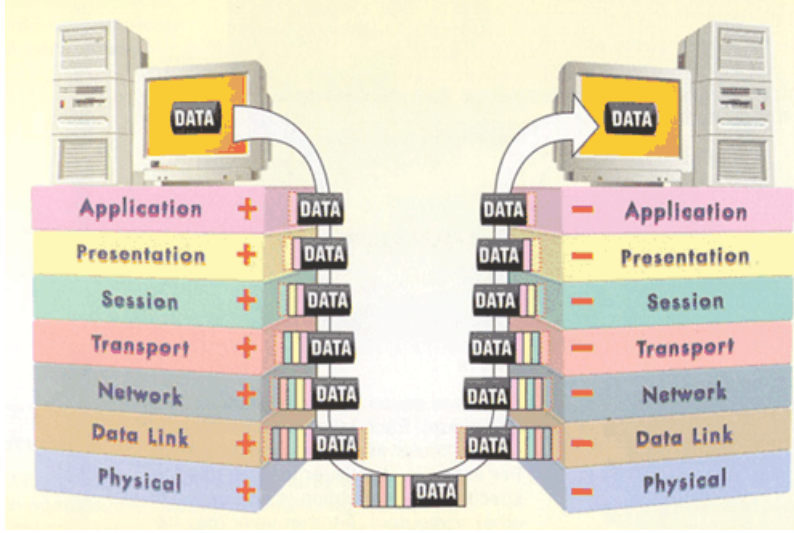
Veri Bağı Katmanı (Data Link Layer)

Gönderilecek bilginin hatalara bağışık bir yapıda mantıksal işaretlere dönüştürülmesi, alıcıda hataların sezilmesi, düzeltilemiyorsa doğrusunun elde edilmesi için göndericinin uyarılması gibi işlevleri vardır. Gönderilen / alınan mantıksal işaret bloklarına çerçeve (frame) denir [15].

Fiziksel Katman (Physical Layer)

Verinin fiziksel olarak hat üzerinden aktarılması için gerekli işlevleri kapsar. Veri, bu katman için sıradan bit dizisi olarak algılanır; bitlerin taşıdığı anlam bu katmanda yorumlanmaz. Bu katman için tanımlanan standartlar taşıyıcı işaretin şekli, verici ve alıcı konumdaki uç noktaların elektriksel ve mekanik özelliklerini belirler. Örneğin RS-232C, V.35 fiziksel katman standartlarıdır. Kablo standartları, tanımlamaları, işaret şekilleri, gerilim seviyeleri, işaret hızları bu katman için anlamlıdır [15].

OSI referans modelinde, veri paketleri en alttan başlayarak uygulama katmanına kadar çıkar. Veri iletişiminde bulunan iki taraf arasında her katman kendi arasında eşleşir ve paket içeriğinin algılanması ve değerlendirilmesi bu şekilde olur. İletişimin güvenilirliği ulaşım katmanının sorumluluğundadır [15].



Şekil 3.3. OSI model’inde veri iletimi [15].

4. M-BUS PROTOKOLÜNE GENEL BAKIŞ

4.1. M-Bus Sistemi Genel Bilgiler

M-Bus düşük maliyetli bir ev elektroniği sistemidir. M-Bus evlerdeki gaz, su ve elektrik tüketimlerini uzaktan okumak için kullanılır. Bus uzaktan ya da batarya ile çalıştırılabilir. Gerekli zaman sayaçlar veriyi Master'a iletir ve bir bilgisayar yardımıyla bağlantı kurularak veri farklı seviyelerde okunabilir. M-Bus uygulamaları alarm sistemlerinde, esnek aydınlatma tesisatlarında ve ısıtma kontrollerinde kullanılabilir [1].

M-Bus sistemi Texas Instruments Deutschland GmbH ve Techem GmbH işbirliği ile Paderborn üniversitesinden Prof. Dr. Horst Ziegler tarafından geliştirilmiştir. M-Bus kullanmanın avantajları şu şekilde sıralanabilir: Slave'ler için basit iki telli veri yolu ara yüzü, değiştirilebilir polarite, yüksek iletişim hızı, kısa devre korumalı, Slave başına düşük maliyetli bileşen ve kolay kullanılabilir bileşen. Aynı zamanda M-Bus sürücülerinin ThereGate firması tarafından önceden yüklenmiş olması ve her hangi bir problem olması durumunda teknik destek verilmesi de avantajlar arasında sayılabilir [1].

M-Bus sistemini seçmekteki diğer nedenler şunlardır: 250 slave'e kadar destekler, isteğe uygun bus topolojisi sunar, tek bir cihaz için mesafe 10 km'ye kadar uzatılabilir, uygulamayı geliştirmek için kendini adanmış bir kullanıcı grubu vardır ve mevcut modülasyon yoluyla hata giderme ve hatasız veri iletimi sağlar [1].

4.2. Sayaçlar İçin Veri Yolu Sistem Gereksinimleri

Çeşitli topolojiler M-Bus sistemi içerisinde kullanılabilir. Güvenirlik, maliyet ve etkinlik gibi kriterler göz önünde bulundurulduğunda en uygun topolojinin bus topolojisi olduğu görülmektedir [2].

En önemli gereksinim uzun mesafeler boyunca hatta birkaç km'ye kadar olan sayaçlar arasındaki bağlantıyı sağlamaktır. Sayaçtan verilerin gönderilmesinden faturalamaya kadar yüksek derecede iletim güvenliği gerekmektedir. Diğer taraftan verinin yüksek hızda iletilmesi de bir gereksinimdir. İletimin yüksek derecede güvenli olması için, veri yolunun dış etkenlere ve parazitlere karşı duyarsız olması gerekmektedir. Şasi döngülerini önlemek için, slave'ler elektriksel olarak izole edilmelidir [13].

Yönetici ve sayaçlar arasında etkili ve kusursuz bir iletişim sağlayabilmek için bir M-Bus sistemi aşağıdaki gereksinimleri yerine getirmelidir [1]:

- 1- Aralarında uzun mesafeler olan (birkaç km'ye kadar) birkaç cihazı birbirine bağlaması.
- 2- Son kullanıcı faturalaması için yüksek güvenilirlikli iletişim.
- 3- Küçük miktarda veri aktarımı sebebiyle yüksek hızlı iletişim.
- 4- Dış etkenlere karşı duyarsız kapasitif ve endüktif kublaj.
- 5- Slave'in yerle temasının önlenmesi için elektriksel olarak izole edilmesi gerekir.

4.3. OSI Model'inde M-Bus Protokolü

Kavram OSI modelini temel alan ISO modeline dayandırılmıştır. Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi M-Bus sisteminde, taşıma, oturum ve sunum katmanları yoktur. OSI modelinde 4 ile 6 arasındaki seviyeler boştur. Dolayısıyla sadece fiziksel katman, veri bağı katmanı, ağ ve uygulama katmanlarının işlevleri vardır [1].

OSI modelinde olduğu gibi üst katmanlar tarafından hızların veya adreslerin değiştirilmesine izin verilmez, Çizelge 4.2. 'de görüldüğü gibi yedi OSI katmanının yanında ve üzerinde bir yönetim katmanı vardır [1].

Dolayısıyla 253 numaralı adres ağ katmanı için ayrılmıştır, 254 ve 255 numaralı adresler ise Çizelge 4.2. 'de gösterildiği gibi fiziksel katmanı yönetmek için ayrılmıştır [1].

Çizelge 4.1. OSI model’inde M-Bus katmanları [1].

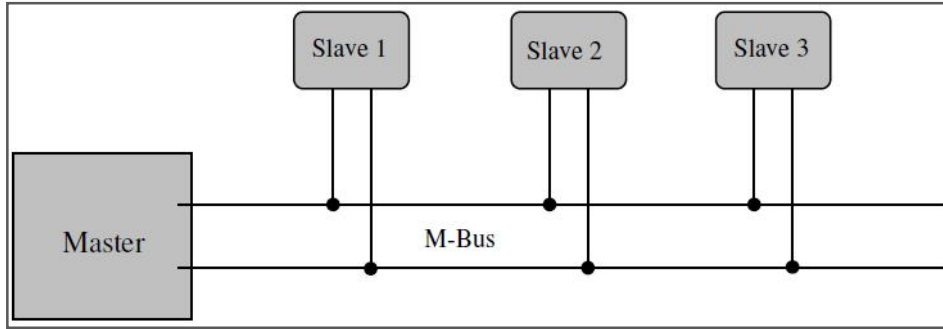
KATMAN	FONKSİYON	STANDART
Uygulama Katmanı	Veri Yapıları, Veri Tipleri, İşlemler	EN1434-3
Sunum Katmanı	Boş	
Oturum Katmanı	Boş	
Taşıma Katmanı	Boş	
Ağ Katmanı	Genişletilmiş Adresleme(İsteğe Bağlı)	-
Veri Bağı Katmanı	İletim parametreleri, Telegram biçimleri, Adresleme, Veri bütünlüğü	IEC 870
Fiziksel Katman	Kablo, Bit gösterimi, Veri yolu genişlemeleri, Topoloji, Elektriksel tanımlamalar.	M-Bus

Çizelge 4.2. OSI model’inde yönetim katmanı [1].

YÖNETİM KATMANI	
Uygulama Katmanı	
Sunum Katmanı	
Oturum Katmanı	
Taşıma Katmanı	
Ağ Katmanı	
Veri Bağı Katmanı	Adres 253
Fiziksel Katmanı	Adres 254 (255)

4.4. M-Bus Çalışma Prensibi

M-Bus sistemindeki iletişim bir Master tarafından kontrol edilir. Tipik bir M-Bus sisteminin, Şekil 4.1’de gösterildiği gibi bir adet Master’ı, bir dizi slave’i ve iki telli bir bağlantı kablosu bulunmaktadır.



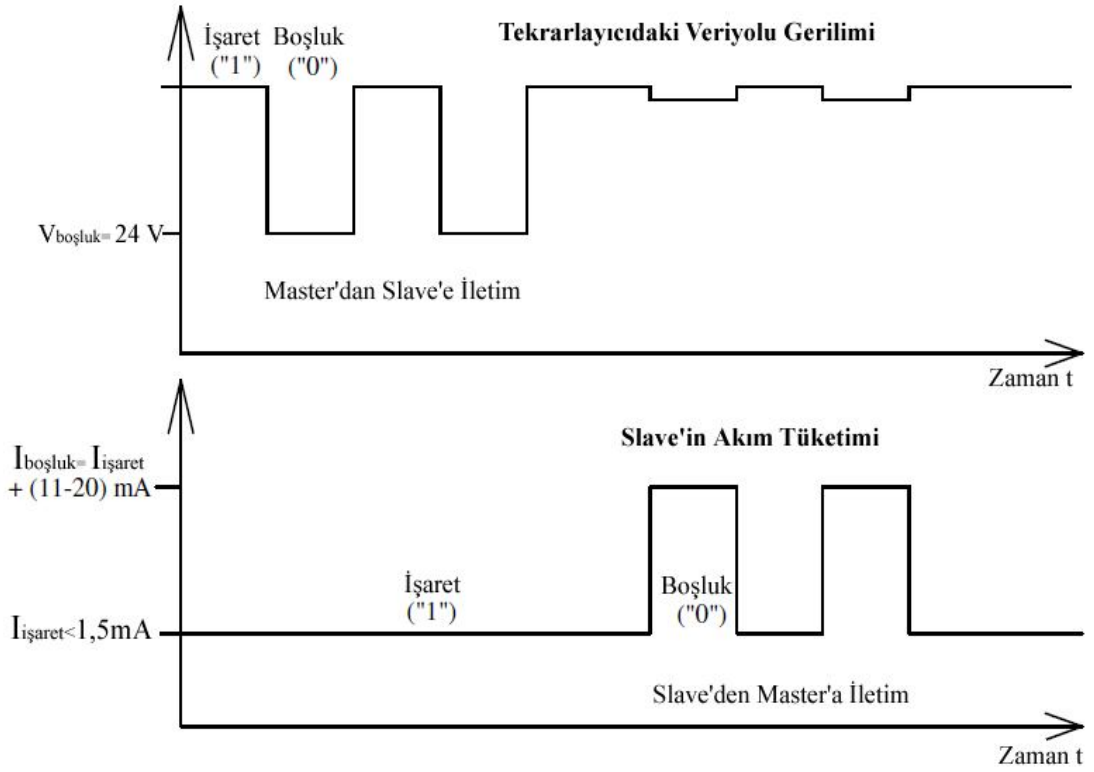
Şekil 4.1. M-Bus sisteminin çalışma prensibini gösteren blok diyagram [13].

Slave iletişim ortamına daima paralel bağlanır. Seri veri transfer teknolojisi kullanılır. Slave'lere uzaktan güç sağlamak için, bit'ler Şekil 4.2'deki gibi temsil edilir.

Master'dan Slave'e bit'lerin transfer edilmesi işlemi voltaj seviyesi değiştirme yoluyla başarı ile tamamlanır. Mantıksal "1" Master'ın bir parçası olan veri yolu sürücüsünün çıkışında +36 volt değerine karşılık gelir. Mantıksal "0" gönderildiği zaman, tekrarlayıcı veri yolu gerilimini 12 V azaltarak +24 volt'a getirir [13].

Slave'den Master'a cevap olarak bit'lerin gönderilmesi işlemi Slave'in akım tüketiminin modüle edilmesi yoluyla başarı ile gerçekleştirilir. Mantıksal "1" 1.5 mA'e kadar olan sabit bir akım (gerilime karşı sıcaklık ve zaman) tarafından temsil edilir, Mantıksal "0" da ise Slave akımı ek olarak 11–20 mA arasında artırılır [13].

Mevcut işaret durumu ara yüze ve imkan dahilinde sayaç'a veya sensör'e güç sağlamak için kullanılabilir. Şekil 4.2'de çıkış empedansına göre veri yolu gerilimindeki azalma gösterilmiştir [2].



Şekil 4.2. M-Bus sisteminde bitler'in temsili [2].

Mantıksal "1" çalışma durumunda tekrarlayıcıda ki veri yolu gerilimi +36 volt'tur ve her bir Slave maksimum 1.5 mA sabit çalışma akım'na ihtiyaç duyar.

Slave boşluk (0) göndermediği zaman, tekrarlayıcıdan veri yolunu sürecektir sabit bir akım akar. Bunun bir sonucu olarak, Slave'deki işaret gerilimi +36 volttan daha azdır. Bu nedenle, Slave mutlak voltaj seviyesini algılamamalıdır, fakat bir boşluk yerine 12 voltluk gerilim düşümünü algılamalıdır. Tekrarlayıcı kendini çalışma akımı seviyesine ayarlamalıdır, ve boşluk (0) durumunun temsil ettiği veri yolu akımını 11-20 mA bir artış seviyesine çıkarmalıdır. İşaret durumu (1) 36 volt olarak belirlendiği zaman, bu sadece kabul edilebilir bir karmaşıklıkta gerçekleştirilebilir. Bu demektir ki, herhangi bir anda iletim sadece tek bir yönde mümkündür- ya master'dan slave'e yada slave'den master'a (Yarı Dublex) [1].

Master-Slave yönündeki 12 voltluk gerilim değışikliği, ve en az 11 mA'lık cevap ile, bununla birlikte yüksek derecede duyarlıklı dışarıdan bir girişim ile Slave'lerin uzaktan çalıştırılması gerçekleştirilir [1].

4.5. Veri Yolu Özellikleri

Segmentasyon

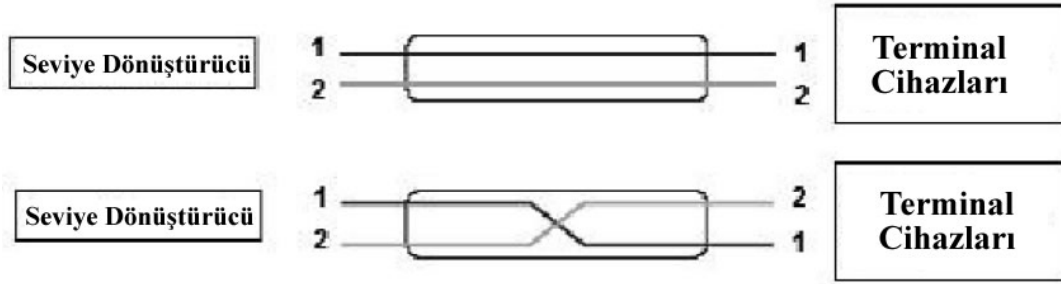
M-Bus sistemi birçok kısma ayrılabilir; bunların her birinin kendi grup adresleri vardır ve her biri kontrol bölgesi vasıtasıyla bir birleriyle bağlantı kurabilirler. Her bir bölge uzaktan tekrarlayıcılar aracılığı ile bağlı olan segmentlerden oluşur.

Normalde, M-Bus sistemi Master diye isimlendirilen yerel bir repeater aracılığıyla kişisel bir bilgisayara (PC) bağlı olan sadece tek bir segmente sahiptir [13].

Kablo

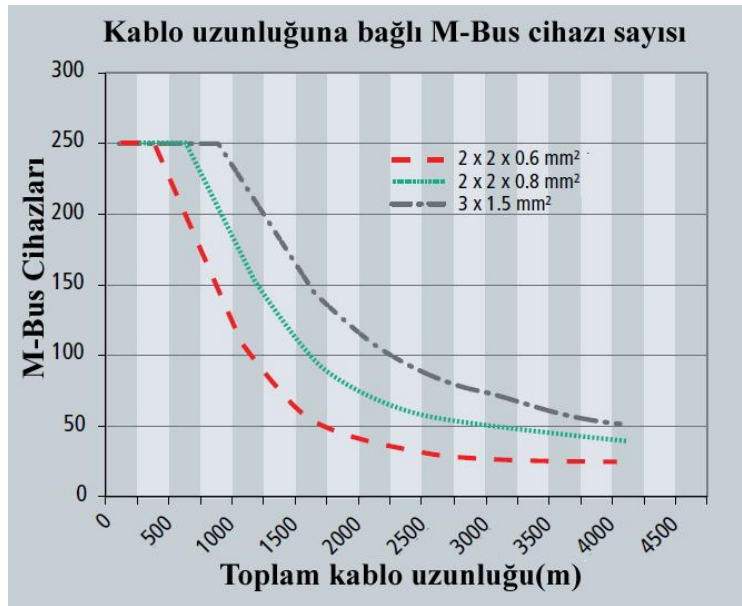
Standart iki telli bir kablo M-Bus için iletim aracı olarak kullanılır. Slave ve Repeater arasındaki maksimum uzaklık 350 metre olmalıdır; bu uzunluk 29Ω 'luk bir kablo direncine karşılık gelir. Bu mesafe 300 ve 9600 Baud arasında iletişim hızına sahip ve maksimum 250 Slave'e sahip standart bir yapılandırma için geçerlidir. İletişim hızını sınırlayarak ve daha az sayıda Slave kullanarak maksimum uzaklık arttırılabilir, fakat Slave'lerin uzaktan çalıştırılması nedeniyle, boşluk (0) durumunda bir segmentteki veri yolu gerilimi 12 volt noktasının aşağısına düşmemelidir. Maksimum kablo kapasitansı olan 189 nF gereksinimini karşılayabilmek için, standart yapılandırmada, toplam kablo uzunluğu 1000 metreyi aşmamalıdır [13].

M-Bus kablosu ters polariteye karşı korumalıdır ve kabloların yerleri değiştirilebilirdir [26].



Şekil 4.3. M-Bus kablo bağlantısı [26].

Daha düşük kablo direnci ile kablo boyu daha da uzatılabilir. Bununla birlikte, temel bir kural olarak kablo kesiti $0,5 \text{ mm}^2$ 'den az olmamalıdır. Maksimum kablo uzunluğu aşılmışsa veya kablo kesiti çok küçükse iletim hataları oluşabilir [28].



Şekil 4.4. M-Bus cihaz sayısı [28].

4.6. Slave Tasarımı

Uzaktan Çalıştırma

Slave ve veri yolu arasındaki ara yüz ihtiyaç duyduğu akımı veri yolu sisteminden karşılayabilmelidir. Mümkünse Slave'lerin tamamı veri yolundan beslenebilmelidir. Veri yolunda aksama olması durumunda, Slave'in topladığı veriyi kaydedebilmesi

için, otomatik olarak bataryadan çalışma durumuna geçmesi gerekir. Slave'ler sadece bataryadan çalıştırılacaksa, bu durumda uzun ömürlü (belki birkaç yıl) bataryaların kurulması hususuna dikkat etmek gerekir [1].

Koruyucu Önlemler

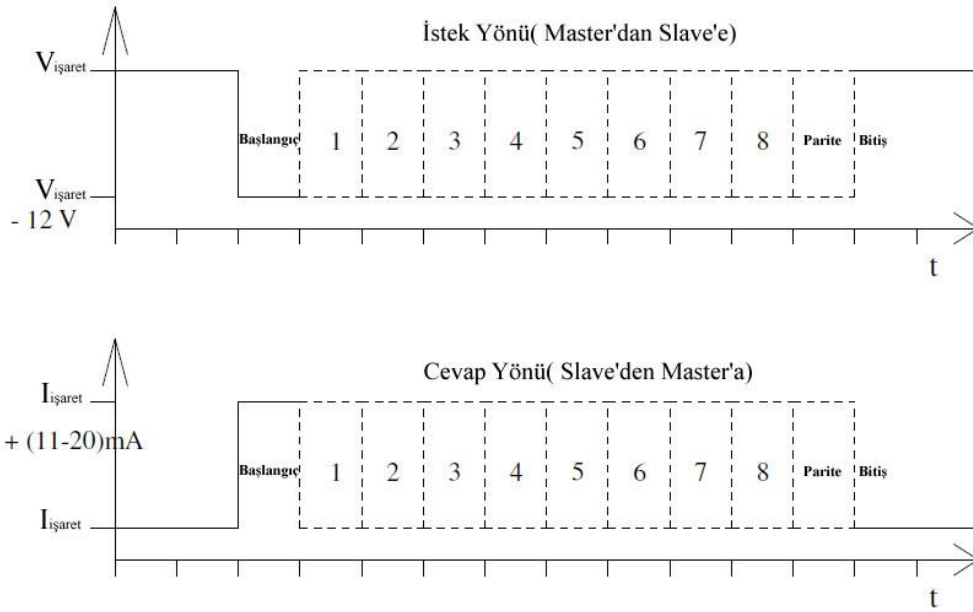
Slave'lerin veri yolu arabirimleri polarite bağımsızdır. Slavelerden birinin kısa devre yapması durumunda, veri yolunun kullanılması için, veri yolu hattında nominal değeri $450 \pm 10 \Omega$ olan bir koruma direnci bulunmalıdır. M-Bus sistemi için Slave dizayn ederken, ters polarite koruması, iletim ve işlemciyi çalıştırmak gibi bazı özellikler dikkate alınmalıdır [1].

4.7. Veri Bağı Katmanı

Veri bağı katmanı protokolü IEC 870-5 standardına dayanmaktadır. Master ve Slave arasındaki sinyal kalitesi gereksinimi, Slave'lerin kendi aralarında iletişim kuramamaları nedeniyle, Master-Slave yapısına sahip olmak için IEC 7480 standardı tarafından tanımlanmıştır [2].

4.7.1. İletim parametreleri

Burada iletim asenkron seri bir bit tarafından yürütülür ve her bir karakter için senkronizasyon, başlangıç (start) ve bitiş (stop) bitleri ile sağlanır. Telegram içinde duraklamalara izin verilmez. Başlangıç biti bir boşluk (0) ve bitiş biti bir işaret (1) olmalıdır. Bunların arasında, en azından her on birinci bitin işaret (1) olmasını garanti etmek için, sekiz veri biti ve bir çift eşlik biti iletilir. En düşük değere sahip veri biti (LSB) ilk olarak gönderilir. İletim half-duplex'tir (yarı çift yönlü) ve en az 300 Baud veri iletim hızına sahiptir. Şekil 4.5'de, istek ve cevap yönlerinde bir bayt'ın iletimi gösterilmiştir [2].



Şekil 4.5. İstek ve cevap yönlerinde bir karakterin iletimi [2].

4.7.2. Telegram formatı

IEC 807-5 standardına göre, uzaktan veri iletimi I1, I2 ve I3 isiminde üç farklı veri bütünlüğü sınıfı ile gerçekleştirilebilir. M-Bus protokolü için, veri bütünlüğü sınıfı I2 içinde yer alan, FT (Format Type) 1.2 format sınıfı kullanılır. M-Bus protokolünde kullanılan telegram formatları Çizelde 4.3’de gösterilmiştir [13].

Çizelge 4.3. M-Bus protokolü için telegram formatları [13].

Tek Karakter	Kısa Frame	Kontrol Frame	Uzun Frame
E5h	Başlangıç 10h	Başlangıç 68h	Başlangıç 68h
	C Field	L Field = 3	L Field
	A Field	L Field = 3	L Field
	Check Sum	Başlangıç 68h	Başlangıç 68h
	Bitiş 16h	C Field	C Field
		A Field	A Field
		CI Field	CI Field
		Check Sum	Kullanıcı Verisi (0-252 Byte)
		Bitiş 16h	Check Sum
			Bitiş 16h

- **Tek Karakter:** Bu format E5h (desimal 229) isminde tek bir karakterden oluşur. İletimin kabul edilmesi hizmetini sunar [13].
- **Kısa Frame:** Bu formatın sabit bir uzunluğu vardır ve 10h karakteri ile başlar. Devamında C field, A field, checksum (sağlama toplamı) ve bitiş karakteri olan 16h telegram içerisinde yer alır [13].
- **Uzun Frame:** Uzun framede başlangıç karakteri olan 68h'dan sonra length field (L field – uzunluk alanı) telegramda iki kez yer alır. Bunu function field (C field – fonksiyon alanı), adres field (A field – adres alanı) ve control information field (CI field – kontrol bilgi alanı) takip eder. L field kullanıcı veri giriş miktarını verir [13].

4.7.3. Telegramlarda bulunan alanların anlamları

Bu bölümde telegram formatlarında bulunan alanların anlamları açıklanacaktır. Bu alanların her biri 1 bayt yani 8 bit'lik bir uzunluğa sahiptir [13].

C Field (Kontrol Alanı, Fonksiyon Alanı)

Fonksiyon alanı verinin akış yönünü belirler, hem istek hem de yanıt yönünde ek olarak çeşitli görevlere sahiptir. Çizelge 4.4'de bu alanının kodlanması gösterilmiştir:

Çizelge 4.4. Kontrol alanının kodlanması [2].

Bit Numarası	7	6	5	4	3	2	1	0
İstek Yönü	0	1	FCB	FCV	F3	F2	F1	F0
Cevap Yönü	0	0	ACD	DFC	F3	F2	F1	F0

En yüksek değerlikli bit (en önemli) gelecek fonksiyonlar için ayrılmıştır ve şuanda 0 değeri tahsis edilmiştir. 6 numaralı bit verinin akış yönünü belirlemek için kullanılır. Frame sayısı biti FCB (Frame Count Bit- Çerçeve Sayısı Bit'i) iletim kayıplarını ve

çoğalmalarını önlemek için başarılı iletim prosedürlerini gösterir. Beklenen cevap hatalı ya da kabul edilen cevap yanlış ise, Master tamamen aynı bir FCB ile aynı telegram'ı tekrar gönderir ve Slave daha önceki gibi aynı telegram ile yanıt verir. Master FCB kullandığı zaman, FCV (geçerli frame sayısı bit'i) bit'i 1 ile belirtir. FCV 0 içerdiği zaman, Slave'in FCB'yi göz ardı etmesi gerekmektedir [2].

Yanıt yönünde, bu bitlerin her ikisi de başka görevler üstlenebilir. DFC (Data Flow Control- Veri Akış Kontrolü) veri akışını kontrol etme hizmeti yapar, DFC=1 olduğu durumda Slave daha fazla veri kabul edemeyeceğini belirtir. ACD (Access Demand- Erişim Talebi) bit'inin değerinin 1 olduğu durumda, Slave Class 1 (Sınıf 1) verisi iletmek istediğini gösterir. Daha sonra Master Class 1 veri istemek için komut göndermelidir. Class 1 verileri Class 2 verilerinin aksine yüksek önceliğe sahiptirler ve mümkün olan en kısa zamanda iletilmelidirler. Class 1 verisi ve DFC ve ACD bitlerinin desteği standart olarak gerekli değildir. Çizelge 4.5'de istek ve cevap yönünde kullanılan fonksiyon kodları gösterilmiştir [2].

Çizelge 4.5. M-Bus protokolünün kontrol kodları [2].

İsim	C Field Binary	C Field Hex.	Telegram	Tanım
SND_NKE	0100 0000	40	Short Frame	Slave'i başlatır
SND_UD	01F1 0011	53/73	Long/Control Frame	Kullanıcı verisini Slave'e gönderir
REQ_UD2	01F1 1011	5B/7B	Short Frame	2. Sınıf veri için istek
REQ_UD1	01F1 1010	5A/7A	Short Frame	1. Sınıf veri için istek
RSP_UD	00AD 1000	08/18/28/38	Long/Control Frame	İstekten sonra Slave'den Master'a veri transferi

A Field (Adres Alanı)

Adres alanı, istek yönünde alıcıyı adresleme hizmeti verir ve alıcı yönde gönderici verisini teşhis eder. Alanın boyutu 1 bayt'tır ve bu nedenle 0 ile 255 arasında

değerler olabilir. Maksimum 250 olacak şekilde, 0 ile 250 arasındaki adresler Slave'ler için ayrılabilir. Yapılandırılmamış Slave'lere üretimde 0 adresi verilir ve bir kural olarak, M-Bus'a bağlandıkları zaman bu adreslerden birisi tahsis edilir. 254 (FEh) ve 255 (FFh) adresleri ağdaki tüm katılımcılara veri iletmek için kullanılır. 255 adresi ile hiçbir Slave yanıt vermez ve 254 adresi ile her Slave kendi adresi ile yanıt verir [2].

Adres 254: Tüm M-Bus slave'ler bu adrese yanıt verir. Adres sadece tek bir slave'in test amaçlı bağlı olduğu sistemlerde kullanılmalıdır [29].

Adres 255: Hiçbir M-Bus slave'i bu adrese cevap vermez fakat M-bus Slave'lerinin tamamı bu mesajı alır. Bu mesaj, M-Bus master'dan gönderilen tek bir format ile tüm sistemin iletişim hızını değiştirme imkanı sunar [29].

CI Field (Kontrol Verisi Alanı)

Kontrol verisi alanı zaten uygulama katmanının bir parçasıdır. Telegram formatlarında kullanılma nedeni, uzun formatları ve kontrol frame'leri birbirinden ayırmaktır. Kontrol verisi Master veya Slave'de çeşitli eylemlerin gerçekleştirilmesine izin verir [2].

Checksum (Sağlama Toplamı)

Checksum iletim ve senkronizasyon hatalarını teşhis etme hizmeti sunar. CheckSum verinin aritmetik olarak toplanmasıyla hesaplanır [2].

4.8. İletişim Süreci

Veri bağı katmanı iki tür iletim servisi kullanır:

- Send/Confirm : SND/CON
- Request/Respond : REQ/RSP

İletişim sürecinde kullanılan kısaltmalar aşağıdaki gibi tarif edilmiştir [19]:

- SND_UD : Kullanıcı verisini slave'e gönderen M-Bus telegram'ı [19].
 REQ_UD2 : 2. sınıf veri sorgulayan M-Bus telegram'ı [19].
 RSP_UD : M-Bus telegram'ı talep edildikten sonra slave'den master'a veri transferi [19].
 CI : M-Bus telegram'ı için kontrol verisi alanı [19].
 DIB : M-Bus telegram'ı için veri bilgi bloğu [19].
 VIB : M-Bus telegram'ı için değer bilgi bloğu [19].

Send/Confirm Prosedürü:

- SND_NKE: Bu prosedür başlangıçta ya da kesintiden sonra iletişimi başlatma hizmeti verir. Frame sayısı bit'i FCB Master ve Slave'de ayarlanır. Slave doğru alınan SND_NKE'ye tek bir karakterden oluşan bir alındı cevabı gönderir [13].
- SND_UD : Bu prosedür ile Master kullanıcı verisini Slave'e transfer eder. Slave tek bir karakter onayıyla doğru veri aldığını kesinleştirir ya da onaylama sinyalini yok sayarak Telegram'ı doğru bir şekilde almadığını belirtir [13].

Request/Respond Prosedürü:

- REQ_UD2 → RSP_UD : Master Slave'den 2. Sınıf'a (Class 2) göre veri sorgular. Slave ya verisini RSP_UD ile transfer eder ya da REQ_UD2 telegram'ını doğru bir şekilde almadığını belirterek cevap vermez [13].

5. M-BUS PROTOKOLÜ UYGULAMALARI

M-Bus, geniş alana yayılmış ağ iletişimi ve farklı üreticilerin ısı, gaz, su ve enerji sayaçlarını uzaktan okumak için ekonomik bir çözümdür. Geniş zaman aralıklarında iletim hızına bağlı olarak enerji tüketim sayaçları başına düşen verileri en az hata ile okur ve basit, standart kabloları kullanarak çok uzun mesafelerde iletim sağlar. M-Bus veri alışverişi ve ara yüzleri ile ilgili EN 1434-3 isminde ısı sayaçları için geliştirilmiş bir Avrupa standardıdır [16].

5.1. Sisteme Genel Bakış

Ev ve sanayi işleri için kullanılan tüketim sayaçları M-Bus üzerinden bir ana Master'a bağlanır. Bu sistem elektrik gücü ile bir birine bağlı tüm sayaçları destekler, verileri toplar, tüketim profillerini oluşturur ve bunları ana tüketim kaydı ve faturalama merkezine iletir. Sayaç okuma verileri ya doğrudan seri arabirim üzerinden ya da dolaylı yoldan genel telefon hatları veya optik ara yüzler aracılığıyla modemden iletilir [16].

Gelen veri bir ana bilgisayarda toplanır ve veri tabanına kaydedilir. Çeşitli kullanıcılar uygun yazılımı kullanarak müşterilerin verilerini görselleştirme ve analiz etme işlemlerini yapabilirler. Bunun yanında faturalama yazılımları kullanarak faturalama işlemlerini de yapabilirler. Bir web sunucu uygulaması da verilerin işlenmesinde kullanılabilir, böylece internet üzerinden dünyada kullanılabilir bir sistem ortaya çıkmış olur [16].

Birden fazla bina söz konusu olduğunda, M-Bus tüketim-faturalama verileri genellikle paralel kurulmuş bina servis kontrol sistemlerine iletilir ve bu veriler bina yönetim kavramının bir parçası olarak işlem görür [16].

5.2. Kullanıcı Faydaları

Tüketim sayaçlarını uzaktan M-Bus yardımıyla okumanın hizmet şirketlerine, fatura servis sağlayıcılarına ve son kullanıcılara sunduğu çeşitli avantajlar vardır [18]:

- Hızlı ve hatasız okuma,
- Basit elektronik veri işleme,
- Tüketim verileri elde edildiğinde, anlık faturalama sayesinde fatura ödemelerinin hızlandırılması,
- Uzaktan sayaç okumada minimum personel kullanımı,
- Müşterinin özel alanının korunması,
- Kısa sürede sayaç okuma sayesinde, sayaç ve tarife değiştirme ile ilgili maliyetlerin azaltılması,
- İstatistiksel tüketim verilerinin elde edilmesi ile sistem ve tarife optimizasyonunun sağlanması.

Sayaç üreticileri, planlamacılar, montaj teknisyenleri ve son kullanıcılar arasında M-Bus sisteminin kabul görmesiyle sağlanan avantajlar şunlardır [18]:

- Tüketim sayaçlarının veri yoluna bağlanması için minimum maliyet,
- Ticari olarak kullanımı mümkün, kullanımı kolay teknoloji,
- Güvenli veri iletimi,
- Uluslar arası standardizasyon ile açık sistem.

5.3. M-Bus Teknolojisi

M-Bus sisteminin teknik özellikleri, uzaktan sayaç okuma gereksinimlerini tam olarak karşılar. Bu özellikler şunlardır [18]:

- Veri iletimi ve güç beslemesi için basit, ters polarite korumalı bir çift kablo kullanılması,

- Yaklaşık 1000 metre uzunluğunda bir kablo ile 250 kullanıcının iletişim kurabilmesi. Herhangi bir segmentte esnek bus topolojisi, yıldız ve ağaç konfigürasyonu sağlanabilmesi,
- Repeater (tekrarlayıcı) veya Master'ların yardımı ile segmentlerin ağ ile birleştirilmesi yoluyla sınırsız sistem genişlemesi,
- 2400 olan standart iletim hızının, özel uygulamalar için 300 ila 38400 baud arasında bir değere ayarlanabilmesi,
- Sistemin elektriksel olarak yalıtılmış ve kısa devre korumalı olması sayesinde, kullanıcıda meydana gelen hataların veri yolunda her hangi bir aksamaya neden olmaması,
- Yüksek sinyal seviyesi, veri yolu izleme ve tanı sayesinde üstün veri güvenliği sağlanması,
- Otomatik hata tespit etme özelliğinin bulunması.

5.4. İletişim Esasları

Ölçülen değerlerin merkezi olarak bir Master yardımıyla sorgulanması için M-Bus sistemi optimize edilmiştir. Bu nedenle iletişim için Master-Slave yapısı kullanılır [16].

M-Bus Master iletişimi başlatır ve doğrudan terminal cihazlarının birincil adreslerini kullanarak Slave'leri adresler (1 ile 250 arası), kullanıcı sayısının 250'den fazla olduğu durumlarda ise ikincil adresleme prosedürü kullanılır. Master birincil adresleme yoluyla veri iletmek için terminal cihazını (1-250) sorgular. Adreslenmiş Slave standart bir veri kaydı ile yanıt verir. Bu veri kaydı içerisinde sayaç okuma değeri, ölçülen madde, cihaz tipi, seri numarası ve üretici kodu bulunur [18].

İkincil adresleme sayesinde, Master özel bir adres olan 253'ü kullanır ve tüm terminal cihazlarını veri iletmek amacıyla sorgular. Daha sonra seri numarası, üretici

kodu ve medium¹ kullanılarak tek bir terminal cihazı adreslenir. Adreslenmiş Slave standart bir veri kaydı ile yanıt gönderir [18].

Master'dan Slave'e çift yönlü veri iletimi M-Bus voltajının değiştirilmesi yoluyla tetiklenir. Boşta çalışma durumunda (işaret), Master'ın çıkışında 36 volt'luk veri yolu voltajı etkili olur. Master voltajı, 12 volt azalarak 24 volt değerine düşer. Böylece aktif duruma geçer. Terminal cihazlarındaki giriş devreleri bu azalmayı algılar ve veri alma durumuna geçer [16].

Slave'den Master'a veri iletimi terminal cihazındaki akımın değiştirilmesi ile tetiklenir. Bekleme durumundayken Slave maksimum 1.5 mA akıma gereksinim duyar. Bu akım da, güç ile beslenen Slave'in desteklenmesi için maksimum izin verilebilir akım talebine karşılık gelir. Aktif duruma geçmek için, Slave akım talebini 11 mA seviyesinden 20 mA seviyesine yükseltir. Master'ın giriş devresi akım artışını algılar ve veri alma pozisyonuna geçiş yapar [16].

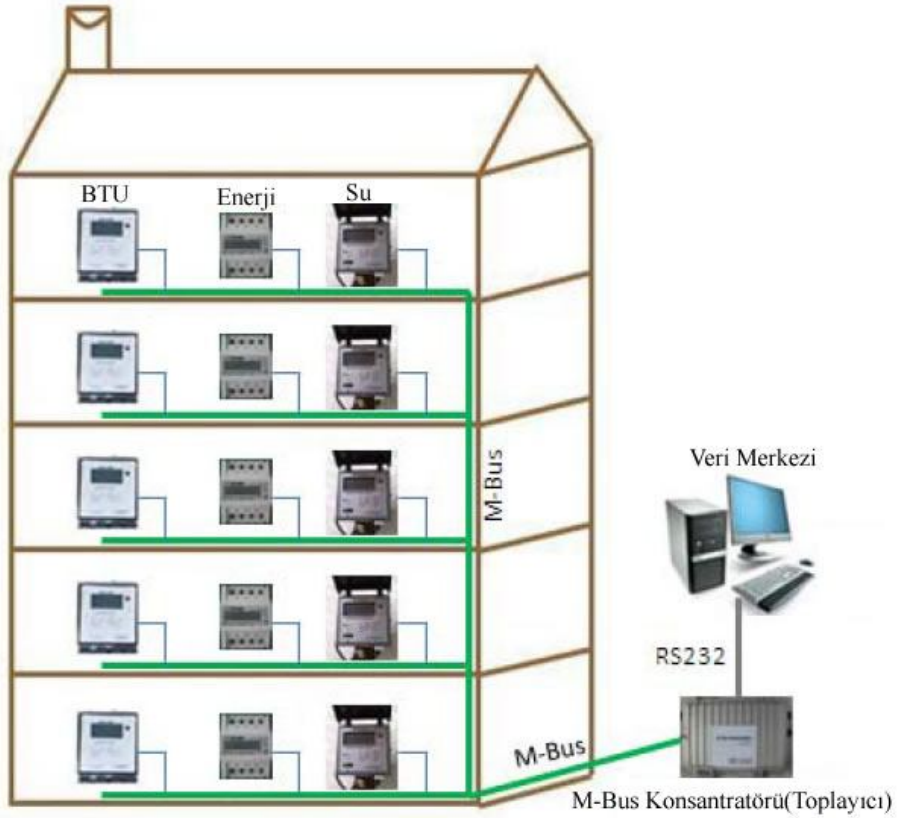
5.5. M-Bus Sistem Mimarisi

Otomatik sayaç okumada (OSO) bir M-Bus konsantratörü (toplayıcı) veya veri merkezi ile su ve enerji sayaçlarının haberleşmesinde M-Bus sistemi kullanılır [17].

M-Bus sistemi evde kullanılan su sayacı, ısı sayacı, gaz sayacı v.b. ölçüm cihazlarının veri merkezi ile haberleşebilmesi için dizayn edilmiş bir Avrupa veri yolu standardıdır [13]. Güvenilir sayaç okuma, uzaktan tanı, uzaktan kontrol, artırmalı fiyatlandırma, zaman bazlı fiyatlandırma, toplu hizmet, ön ödemeli faturalama v.b. çeşitli opsiyonları gerçekleştirmek için M-Bus sistemi basitçe polarize olmayan iki kablo kullanır. Bu veri yolu sisteminin kontrol edilmesi ve uygulaması da basit ve ekonomiktir [17].

¹ Medium: Otomatik sayaç okuma sistemlerinde, sayaçtan okunan maddenin cinsine verilen isimdir. Gaz, Elektrik, Su v.b.

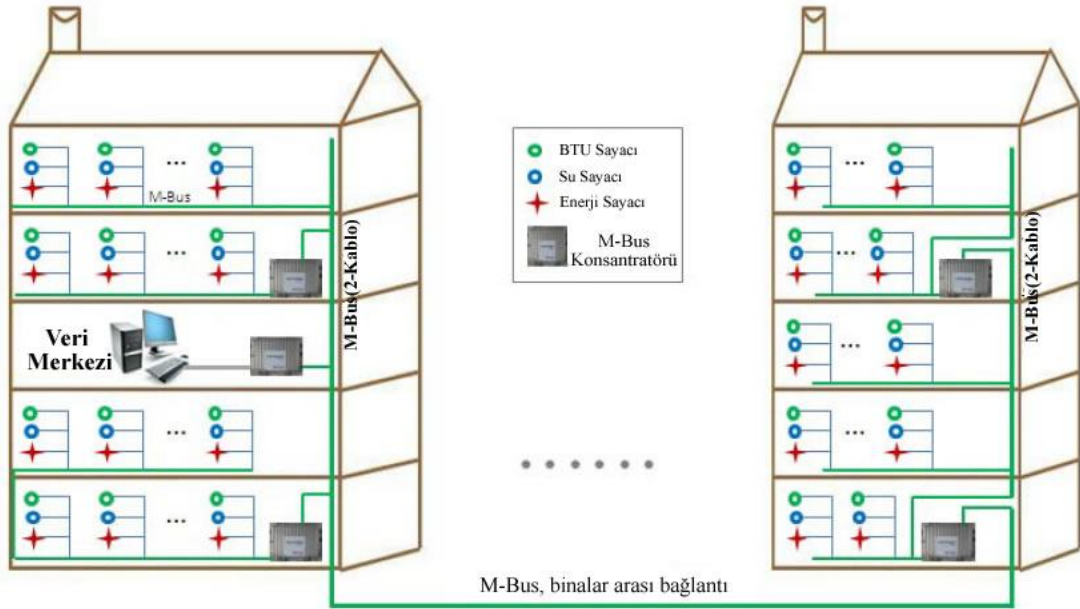
Basit bir otomatik sayaç okuma sistemi aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi birkaç M-Bus sayacı (su sayacı, enerji sayacı v.b.) , bir M-Bus konsantratörü (toplayıcısı) ve bir veri merkezi bilgisayarından oluşur.



Şekil 5.1. M-Bus'lı basit bir otomatik sayaç okuma uygulaması [17].

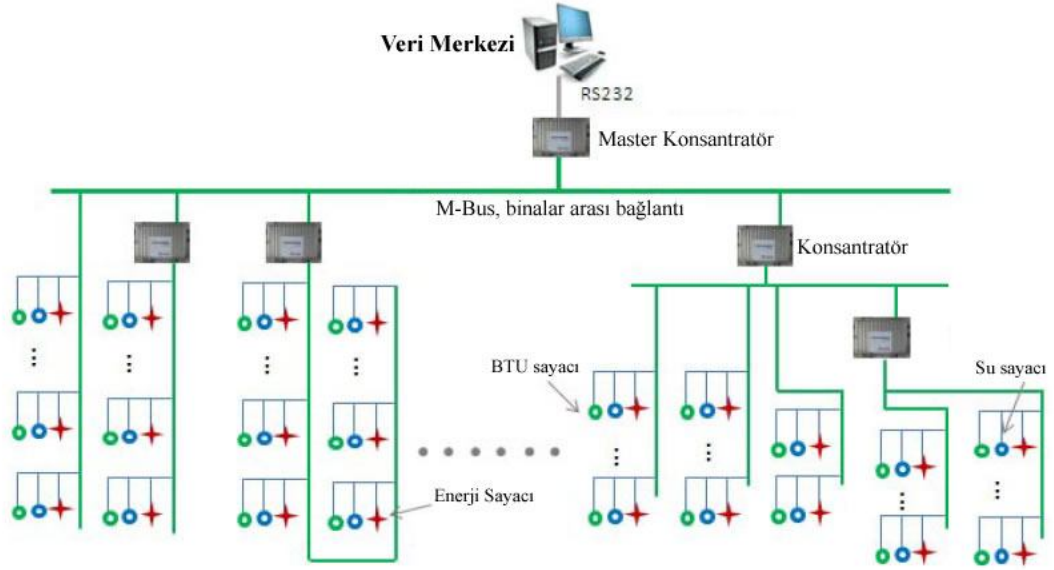
Şekil 5.1'de görüleceği üzere, binadaki tüm sayaçlar iki kablolu bir veri yoluna bağlıdır. Bu veri yolu daha sonra bir M-Bus konsantratörüne (toplayıcı) bağlanır. Konsantratör veri merkezi bilgisayarı ile RS232 ara yüzü ile doğrudan iletişim kurar. Veri merkezi yazılımı ilk olarak konsantratöre bir sayaç okuma komutu gönderir. Konsantratör komutu aldığı zaman, komutu yorumlar ve belirtilen sayaç veya sayaçlara sorgu gönderir. Sayaç(lar) daha sonra istenen veriyi konsantratöre geri gönderir, konsantratör ise veriyi paketler ve kaydetme, yazdırma, araştırma, faturalama v.b. işlemler için veri merkezine gönderir [17].

Yukarıda ki basit sistem normalde 250 metre ile sınırlıdır. Daha büyük bir ölçüm sistemi oluşturmak için, bir dizi konsantratör kullanmak gereklidir. Şekil 5.2’de M-Bus sayaçlarından oluşan birden fazla birimi gösteren bu sistem görülmektedir. İki kablolu M-Bus birkaç bina arasında yönlendirilmiştir. Her binada, veri yolu kabloları normal olarak birinci kattan yukarıya üst kata doğru dikey hatlı kablo kanallarından geçerek yönlendirilir. Her bir kattaki M-Bus sayaçları doğrudan dikey bir veri yoluyla birbirine bağlanabilir veya daha sonra dikey veri yoluna bağlanacak olan bir M-Bus konsantratörüne bağlanabilir. Bir konsantratör sistemi daha da genişletmek için başka bir konsantratöre bağlanabilir [17].



Şekil 5.2. M-Bus ile kurulmuş tipik bir sistem [17].

Otomatik sayaç okuma sistemine ait topoloji ve hiyerarşik yapısı Şekil 5.3’te gösterilmiştir. En üst katmanda veri merkezi bilgisayarı, bir sonraki katmanda bir Master konsantratörü, üçüncü katmanda alt konsantratör ve M-Bus sayaçları, daha ileri ki katmanda da aynı şekilde alt konsantratörler ve M-Bus sayaçları bulunmaktadır. Katmanlar ihtiyaç duyulduğu kadar derine gidebilir. Temel kural şudur, her bir konsantratörün altındaki toplam M-Bus sayacı ve alt konsantratör sayısı 250 birimi geçmemelidir [17].



Şekil 5.3. Otomatik sayaç okuma sistemi topolojisi [17].

M-Bus standardına göre, her M-Bus sayacının bir birincil adresi ve bir ikincil adresi olmalıdır. Birincil adres 1 ila 250 arasındadır. İkincil adres 8 baytlık bir numaradır. Şekil 5.1'deki gibi basit bir sistem için, biri diğer tüm sayaçlarla iletişim kurmak için birincil M-Bus adresini kullanabilir. Veri merkezi yazılımı her birincil adresi birbiri ardına okuyacaktır [17].

Şekil 5.2'deki daha geniş bir sistem için, toplam sayaç sayısı 250'yi aşmaktadır. Bu sebeple, ikincil adres her sayacı adreslendirmek için kullanılabilir. Veri merkezi yazılımı her ikincil adresi birbiri ardına okuyacaktır [17].

Sayaç sayısı önemli olduğunda, bir defada sayaçlardan birini okumak çok yavaş olabilir. Bu durumda akıllı M-Bus konsantratörü kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu konsantratör otomatik olarak 250 sayaca kadar okuyabilir. Bunun yanı sıra, veri merkezi tek seferde 250 sayacın tüm verisini alabilir ve büyük ölçüde sayaç okuma hızı artırılmış olur [17].

5.6. M-Bus Ağları İçin Sistem Bileşenleri

5.6.1. M-Bus master

M-Bus Master, sayısı 250'ye kadar olan terminal cihazlarına ait verileri bağımsız olarak elde eder ve yönetir. Master birbirine bağlı tüketim sayaçlarını belirli zaman aralıkları ile okur ve sayaçtan okuduğu verileri hafızasında kalıcı olarak saklar. Master'a bir ekran entegre edilmesi durumunda, daima güncel sayaç okuma değerlerine erişim sağlanabilir [16].

Seri bir arabirim ya da bir ethernet port'u, hem veri kaydını hem de işlemlerini yapan bilgisayara bağlantı yapmak için kullanılır. Eğer Master'a dahili ya da harici olarak bir modem bağlı ise, tüketim kayıt ve faturalama merkezi doğrudan genel telefon hatları üzerinden sayaç okuma verilerine erişim sağlayabilir. Radyo ara yüzüne sahip bir Master cihazıyla da aynı işlem yapılabilir [16].



Şekil 5.4. M-Bus master cihazı [16].

Alternatif olarak, gerekli yazılıma sahip bir bilgisayar ve M-Bus seviye dönüştürücüsü kullanılarak bir Master meydana getirilebilir. Bu durumda, bilgisayarın doğrudan sinyal dönüştürücüye ya da modeme bağlı olması herhangi bir problem teşkil etmez. Bu uygun maliyetli çözüm öncelikli olarak küçük sistemlerde ve geçici sayaç okuma durumlarında kullanılır [18].

Dizüstü bilgisayarlara bağlanarak kullanılan M-Bus Mikro-Master'lar mobil kullanım için önerilmektedir. Bunlar bireysel terminal cihazlarını ayarlama ve 10 Terminal cihazına kadar olan küçük sistemleri okumada kullanılır. Master uygulaması bağlı olduğu dizüstü bilgisayarda çalışır ve dizüstü bilgisayar da mikro master'a ve kendisine bağlı olan tüm terminal cihazlarına güç sağlar [18].

M-Bus Master'ın üç tipi vardır (Şekil 5.5):

1.Tip: M-Bus sayaçlarına güç sağlar ve M-Bus protokolünün M-Bus sayacı ile üst katman cihazı arasında kullanılmasını sağlar. Üst katman cihazının ara yüzü M-Bus ya da Ethernet uyumlu olmalıdır [17].

2.Tip: Bu akıllı bir M-Bus Master'dır. Tarifeli sayaç okuma için bir mikroişlemciye ve geniş bir depolama alanına sahiptir. Bu tip Master'lar sadece M-Bus sayaçlarına güç sağlamazlar, bunun yanında M-Bus sayaçlarından verileri otomatik olarak okurlar, depolarlar ve istek üzerine bu verileri üst katmana iletirler. Üst katman cihazının ara yüzü M-Bus ya da RS232 uyumlu olmalıdır [17].

3.Tip: Bu M-Bus sayaçları için bir BACnet Master'dır. Sadece M-Bus sayaçlarına güç sağlamazlar, bunun yanında M-Bus protokolünü BACnet protokolüne çevirirler veya tam tersi yönde de çevirme işlemi yaparlar [17].



Şekil 5.5. M-Bus master çeşitleri [17].

5.6.2. M-Bus terminal (uç birim) cihazları

M-Bus ara yüzüne entegre olmuş tüm tüketim sayaçları M-Bus terminal cihazları ya da slave'leri olarak kullanılabilir. Ara yüz ve cihaz, veri yolundan elde edilen güç ile desteklenir. Ara yüz modülü, terminal cihazını dahili güç kaynağı kullanarak faaliyete geçirir ve ya güç kesintisi durumunda kalıcı belleğe (EEPROM) veri depolama işlemi başlatır. Dahili güç kaynağı ya da bataryası bulunmayan cihazlar sadece Master çalıştığı sürece çalışabilirler [16].

Su, ısı, elektrik ve gaz olmak üzere geniş bir yelpazeye sahip M-Bus tüketim sayaçları birçok üretici tarafından piyasaya sunulmaktadır.



Şekil 5.6. M-bus terminal cihazları – su sayacı, ısı sayacı, enerji sayacı [16].

5.6.3. M-Bus çeviriciler

Pals çıkışlı yaygın olarak kullanılan tüketim sayaçları, M-Bus sistemine pals çevirici modülü ile bağlanabilir (Şekil 5.7). Modüller bir ya da daha fazla girişi okuyabilir, ve güç kesintisi olması durumuna karşın dahili bataryası sayesinde kesintiye uğramadan çalışmalarına devam edebilirler. Ayarlanabilir parametreler yardımıyla giriş pals'leri tüketim değerlerine dönüştürülür [18].



Şekil 5.7. Pals girişli m-bus çeviricisi [16].

Analog evirici modülleri sayaçları ya da 4-20 mA akım çıkışına sahip sensörleri M-Bus sistemine bağlamak için uygundur (Şekil 5.8). Bu M-Bus sistemi ile sıcaklık, basınç, dolum seviyesi ve akış hızı gibi işlem sonuçlarını elde etmek mümkündür. Genellikle harici bir güç paketi bu modüllerin çalışması için gereklidir [16].



Şekil 5.8. Analog girişli m-bus çeviricisi [16].

5.6.4. M-Bus repeater (tekrarlayıcı)

Çok kullanıcılı kurulumlar yapılması durumunda M-Bus, istenilen topolojiyle oluşturulmuş, 250'ye kadar Terminal cihazı içerebilen segmentlere bölünebilir. Her bir segment Master'in çıkışı ile haberleşen bir Repeater ıkışı ile kontrol edilir. Repeater'in giriş kademesi terminal cihazının giriş kademesi ile aynıdır. En basit haliyle, repeater bir analog seviye çeviriciden farklı bir cihaz değildir [16].

5.6.5. M-Bus uzaktan veri okuma

M-Bus sistemlerinde genel telefon hatları üzerinden uzaktan veri okuma mümkündür. Analog ve ISDN telefon kablolarının yanı sıra kablosuz GSM şebekelerinden de veri iletimi amacıyla faydalanılır. Saf veri iletimi için uygun tarifeler mevcuttur. M-Bus Master kendine ayrılan modem aracılığıyla ilgili telekomünikasyon ağına bağlanır ve faturalama merkezi ile veri alışverişi yapar. Tek bir yerleşimde, 20 terminal cihazı için bir modem ve masterdan kombine edilmiş olan M-Bus Modem Master ise çok küçük sistemleri uzaktan okumak için elverişlidir [16].

5.6.6. M-Bus elle okuma

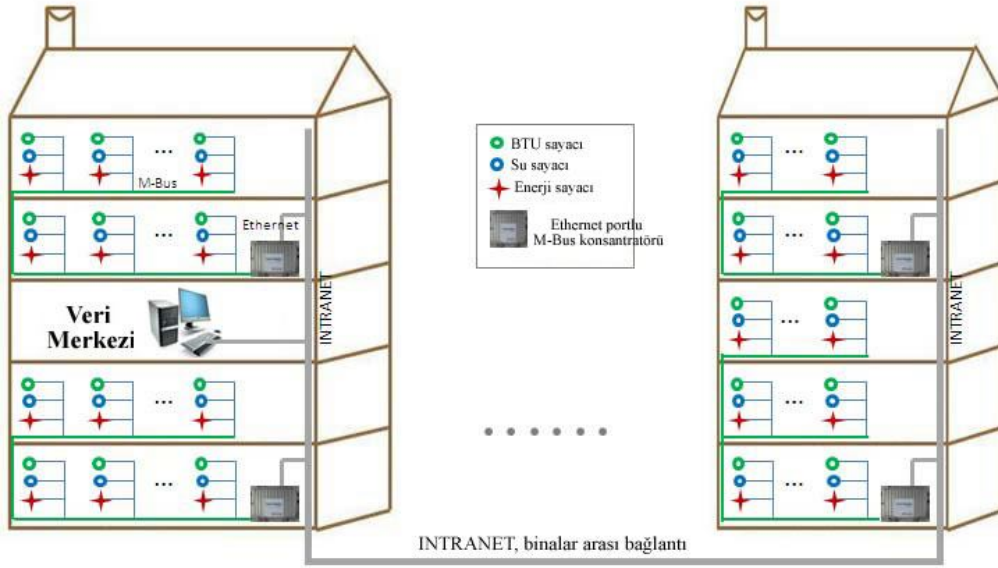
M-Bus ağlarının manuel okunması işlemi, telefon bağlantısının mümkün olmadığı uygulamalarda öncelikli olarak kullanılır. Ticari amaçla kullanılan cep bilgisayarları veya uygulama yazılımına sahip diz üstü bilgisayarlar ve özellikle bu amaç için geliştirilmiş elle tutulan görüntü cihazları M-Bus sistemlerinin okunmasında kullanılır [16].

5.6.7. M-Bus faturalama merkezi

Faturalama merkezi, uzaktan veri okuma yoluyla M-Bus ağlarından tüketim verilerini toplayan ve bunları veritabanına kaydeden bir server'dan meydana gelir.

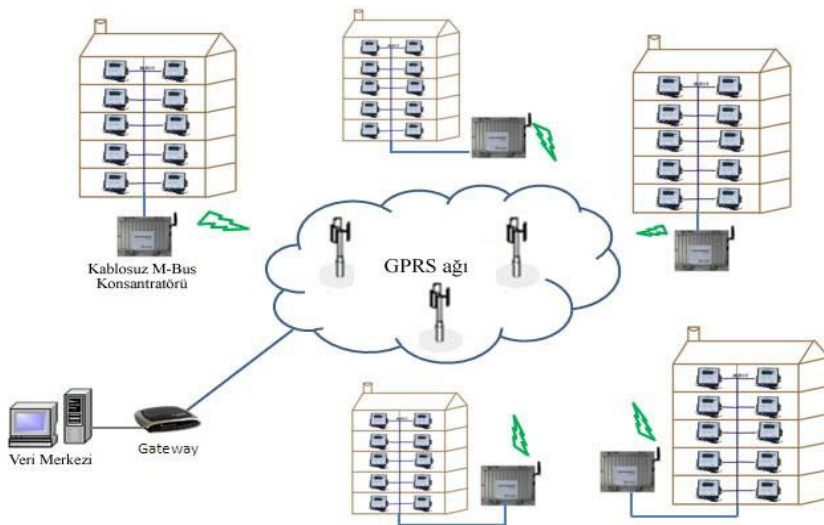
5.7. Yaygın Kullanılan Topolojiler

Sayaçların fiziksel düzenine bağlı olarak, M-Bus ağlarından birinin kullanımı tercih edilebilir. Bu ağlar intranet, BACnet veya kablosuz ağdır. Bu ağlar çoğunlukla kullanılan otomatik sayaç okuma sistem mimarileridir [17]. Şekil 5.9'da M-Bus ve intranet'li bir otomatik sayaç okuma sistemi görülmektedir.



Şekil 5.9. M-Bus ve intranet’li otomatik sayaç okuma sistemi [17].

Şekil 5.10’da görülen tipik bir uzaktan sayaç okuma sistemi bir dizi M-Bus sayacından, birkaç M-Bus konsantratöründen, her M-Bus konsantratörü için bir GPRS telsizinden ve bir veri merkezinden oluşur. M-Bus konsantratörü veri merkezi bilgisayarını ile GPRS ağı yardımıyla haberleşir. Veri merkezi ilk olarak bir sayaç okuma komutu yayınlar ve bunu ağa gönderir. GPRS telsizi komutu alır ve konsantratöre iletir [17].



Şekil 5.10. Tipik bir uzaktan sayaç okuma sistemi [17].

5.8. M-Bus Hata Analizi

Çizelge 5.1’de karşılaşılabilecek muhtemel hatalar ve karşılıklarında muhtemel çözümler gösterilmiştir [27].

Çizelge 5.1. M-Bus hataları ve muhtemel çözümler [27].

Problem	Neden/Muhtemel Çözüm
Maksimum kablo uzunluğundan büyük mesafe	<ul style="list-style-type: none"> – Hattı daha fazla kısma bölmek. – Yedek kablo çekmek.
Alan genişletildi	<ul style="list-style-type: none"> – Yeni hatları devreye sokun – Yeni M-Bus ağı kurun
Bir M-Bus hattında kısa devre (Henüz projelendirme aşamasında hata tespiti yapılacağı hesaba katılmalı)	<ul style="list-style-type: none"> – Planlamada Level Converter ‘dan yıldız bağlantı tasarlayın böylece her hattın tek tek iletişimi kesilebilir ve arıza daha kolay bulunabilir.
Kablo başına damar çifti sayısı	<ul style="list-style-type: none"> – Bir damar çifti fazla olması eksik olmasından iyidir. Kablo miktarı için olan maliyet, kablolama maliyeti yanında ihmal edilebilir. M-Bus ağının genişletilmesi daha kolaydır.
Yerleştirilen kablo uzunluğu planlanandan daha fazla	<ul style="list-style-type: none"> – Kullanım amaçlı başka kablo varsa, yeni hat devreye sokulabilir. – Kablo çiftlerini dolayarak kablo kesitini büyütün. - Repeater (güçlendirici) kullanın
Hiçbir sayaç yanıt vermiyor	<ul style="list-style-type: none"> – M-Bus’ta kısa devre? – Hat doğru bağlanmış mı? –Level-Converter ‘a (230 V) güç beslemesi bağlı mı?
Birden fazla sayaç yanıt vermiyor	<ul style="list-style-type: none"> – Bir ana hat iptal olmuş – M-Bus hattı kesilmiş – Sayaçlar iki kere adreslendirilmiş
Bir sayaç yanıt vermiyor	<ul style="list-style-type: none"> – Bus adresi verilmemiş – Bus adresi hatalı – Sayaç bağlı değil – Okuma direkt sayaca bağlı ör. Bir Micro Master ile – Sayaçtaki gerilim ölçümü (yaklaşık 36 V) – M-Bus hattı kesilmiş?

M-Bus hattında herhangi bir problem meydana gelmesi durumunda Çizelge 5.1’de anlatılan çözüm yolları uygulanarak problem çok kısa bir sürede giderilebilir.

6. M-BUS UYUMLU SU SAYAÇLARI VE ISI PAYLAŞIM SİSTEMLERİ

6.1. M-Bus Sıcak Su Sayaçları

Su tüketimlerinin ölçülmesi için dizayn edilmiş sayaçlardır. M-Bus iletişim sistemli su sayaçları; sürekli- düzenli izleme ve istenildiği anda bilgi alınabilen su sayaçlarıdır [24]. Şekil 6.1’de M-Bus uyumlu bir su sayacı görülmektedir.

M-Bus elektronik ve mekanik sıcak su sayaçları, gelişmiş teknolojisi ile hassas ölçüm yapabilen ve geri bildirim için çeşitli seçenekler sunabilen bir çeşitliliğe sahiptir [20]. Sıcak su sayaçları M-Bus ve RF iletişim opsiyonu ile satın alınabilir. M-Bus sistemli sıcak su sayaçları kalorimetrelerde olduğu gibi tek kablo üzerinden haberleşerek tüketimler sorgulanabilir. Bunun için en üst kattan itibaren aşağı inen tek bir kabloya, polarite farkı olmadan tüm sayaçlar bağlanır. Bu kablo üzerine M-Bus konvertör bağlanarak tüm sayaçlardaki tüketimler, sayaçların yanına gitmeye gerek kalmadan sorgulanabilir. Burada, kullanılan su sayaçları ile kalorimetreler aynı kablo üzerinde bileştirilebilir. Böylece bir kablo ve ayrı bir konvertör ile hem sıhhi sıcak su hem de ısınma tüketimleri bir program üzerinden sorgulanabilir fatura çıktısı alınabilir [21].

6.1.1. M-Bus su sayaçlarının avantajları

M-Bus su sayaçlarının sunmuş olduğu avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir [20]:

- Düşük maliyet,
- Tek bir kablo ile tüm cihazlardan veri toplama,
- Bilgisayarlı izleme ile merkezi gider bildirim sistemi,
- Diğer mekanik sayaçlarla uyumlu çalışabilme,
- Sızıntı algılama sistemi.



Şekil 6.1. M-Bus uyumlu su sayacı [21].

6.2. M-Bus Kesme Vanası

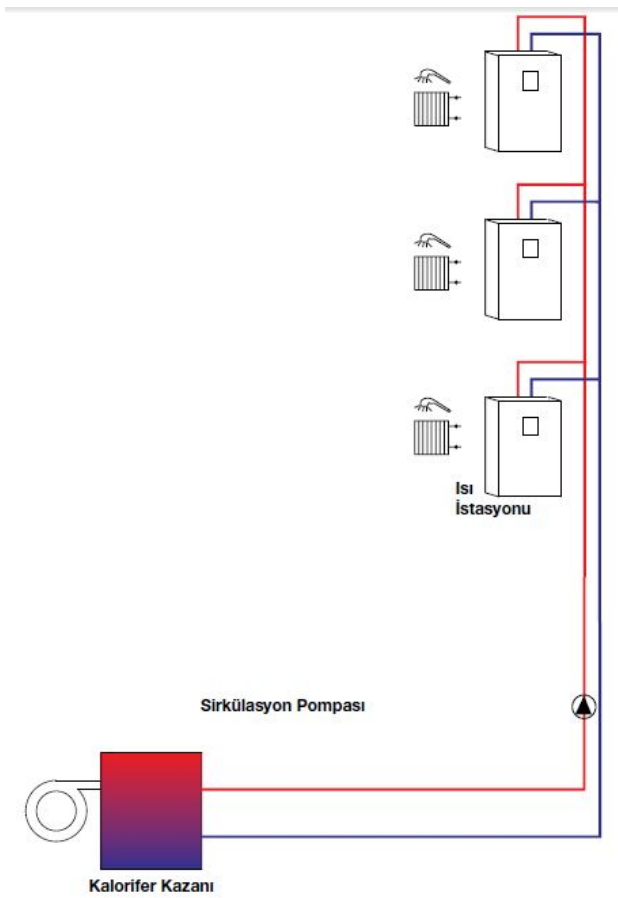
Şekil 6.2’de görülen M-Bus kesme vanası ile M-Bus hattı üzerinden bilgisayar ile yüzlerce defa açma/kapama işlemi yapılabilir. Açma ve kapama işlemi bilgisayar üzerinden yapılabilir. Kullanıcının müdahalesine imkan vermeyen yapıdadır. Merkezi bilgisayar ile istenen dairelerin girişindeki M-Bus Kesme vanaları kumanda edilebilir. Ön ödemeli sistemler için ve bina yönetimi için büyük kolaylık sağlar [21].



Şekil 6.2. M-Bus kesme vanası [21].

6.3. M-Bus Isı İstasyonu

M-Bus ısı istasyonu, merkezi kalorifer sistemlerinde daire girişlerinde ısınma ve sıcak kullanma suyu temini amacıyla kullanılır. Isı istasyonları ile hem kullanım sıcak suyu hem de ısınma bedeli kalorimetre üzerinden M-Bus sistemi ile merkezi olarak paylaşılır. Ayrıca ısı istasyonları içerisine merkezi olarak bilgisayardan kontrollü M-Bus kesme vanaları monte edilebilir [21].



Şekil 6.3. M-Bus ısı istasyonu [21].

6.4. M-Bus Isı Gider Paylaşım Sistemleri

Gider paylaşım sistemiyle, ısı, sıcak su, soğuk su bağımsız bölümlere, yönetmeliğe uygun olarak, tüketim değerlerine göre paylaşılır [25].

6.4.1. Isı paylaşım sistemi yasal dayanağı

2 Mayıs 2007 tarihinde çıkarılan 5627 sayılı Enerji verimliliği kanunu;

Madde 1 – Bu kanunun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır [20].

Madde 16 – 23.06.1965 tarihli ve 634 sayılı Kat Mülkiyeti Kanununun 42’nci maddesinin dördüncü ve beşinci fıkraları aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir. “Kat maliklerinden birinin isteği üzerine ısı yalıtımı, ısıtma sisteminin yakıt dönüşümü ve ısıtma sisteminin merkezi sistemden ferdi sisteme veya ferdi sistemden merkezi sisteme dönüştürülmesi, kat maliklerinin sayı ve arsa payı çoğunluğu ile verecekleri karar üzerine yapılır. Ancak toplam inşaat alanı 2000 metrekare ve üzeri olan binalarda merkezi ısıtma sisteminin ferdi ısıtma sistemine dönüştürülmesi, kat maliklerinin sayı ve arsa payı olarak oybirliği ile verecekleri karar üzerine yapılır. Bu konuda yapılacak ortak işlerin giderleri arsa payı oranına göre ödenir. Merkezi ısıtma sistemlerinde ısınma giderlerinin paylaşılmasına ilişkin usul ve esaslar Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından yürürlüğe konulacak yönetmelikle düzenlenir [20].

14 Nisan 2008 yılında da yönetmelik yayınlanmıştır;

Amaç ve Kapsam, Dayanak, Tanımlar

Amaç ve Kapsam

Madde 1 - (1) Bu Yönetmeliğin amacı; mevcut ve yeni yapılacak birden fazla bağımsız bölüme sahip merkezî veya bölgesel ısıtma sistemli ve sıhî sıcak su sistemli binalarda, ısıtma ve sıhî sıcak su giderlerinin, bağımsız bölüm kullanıcılarına paylaşılmasına ilişkin usul ve esasları belirlemektir [23].

Tanımlar

Madde 3

i) Isıölçer: Üzerine veya giriş hattına yerleştirildiği radyatör ve benzeri ısıtıcı cihazların harcadığı enerjiyi ölçerek hafızasına kaydeden cihazı [23],

j) Isı sayacı: Üzerine yerleştirildiği ısıtma hattından geçen ısı enerjisi miktarını debi ve sıcaklık farkına göre ölçen cihazı [23],

Madde 5

(2) Isıtma ve sıhhi sıcak su tüketimlerini ölçmek için mahaller ölçüm ekipmanları ile donatılır. Bağımsız bölüm kullanıcıları bu maksatla yapılacak iş ve işlemlere izin vermek mecburiyetindedir. Arıza ve bakım halleri hariç olmak üzere bağımsız bölüm kullanıcıları ölçüm ekipmanlarına müdahale edemez [23].

(5) Tüketilen enerjiyi sınırlandırabilmek için merkezî ısıtma sistemi kullanılan binalarda TS EN 215'e uygun termostatik radyatör vanası kullanılır [23].

Isıtma ve sıhhi sıcak su gider paylaşımı hesaplaması

Madde 8 - (1) Merkezî ısıtma sistemlerinde toplam ısıtma giderlerinin % 70'i bağımsız bölümlerin ölçülen ısı tüketimlerine göre paylaşılır. Toplam ısıtma giderlerinin % 30'u ortak kullanım mahalleri, sistem kayıpları, asgari ısınma ve işletme giderlerinden kaynaklı ısı giderleri olarak bağımsız bölümlerin kullanım alanlarına göre paylaşılır [23].

(2) Bölgesel ısıtma sistemlerinde toplam ısıtma giderlerinin % 20'si asgari ısınma, ortak kullanım mahalleri, sistem kayıpları ve işletme giderlerinden kaynaklı ısı giderleri olarak bağımsız bölümlerin kullanım alanlarına göre paylaşılır [23].

6.5. Kalorimetre (Isı Sayacı)

Kalorimetreler, ısıtma ve soğutma sistemlerinde tüketilen enerjinin ölçülmesinde kullanılan cihazlardır. Isı sayacı, harici ve dahili sıcaklık sensörleri ile gidiş sıcaklığını ve dönüş sıcaklığını ölçerek arasındaki farkı hesaplar (ΔT). Aynı zamanda geçen debiyi de anlık olarak ölçülerek tüketilen enerjiyi bulur. Tüketilen ısı kWh cinsinden hesaplanır [21].

6.5.1. Bir ısı sayacı nelerden oluşur?

Isı sayaçları üç ana bileşenden oluşur [21].

1. Debimetre (dairenin radyatörlerinde dolaşan ısıtma suyu miktarını ölçer).
2. Sıcaklık sensör takımı (ısıtma suyunun daireye girmeden önceki sıcaklık değerini ve radyatörlerde dolaştıktan sonra daireden çıkış sıcaklık değerini ölçer).
3. Hesaplama birimi.

6.5.2. Kalorimetre çalışma prensibi

Merkezi kalorifer sisteminde ısı dairelere sıcak su ile taşınır. Gidişle dönüş suyu arasındaki sıcaklık farkı ve suyun debisi Kalorimetre ile ölçülerek ısı miktarı hesaplanır. Debimetreden ve gidişle dönüş hatlarındaki sıcaklık sensörlerinden gelen bilgiler hesaplama ünitesinde değerlendirilir. Tüketilen ısı kWh cinsinden hesaplanır [21]. Şekil 6.4'de kalorimetreye ait bir çalışma diyagramı görülmektedir.

Isı sayaçları, debi ölçer ile borudan geçen debiyi, sıcaklık sensörleri ile gidiş ve dönüş boru hatlarının sıcaklık farkını ölçerek tüketilen enerji miktarını hesaplar [25].

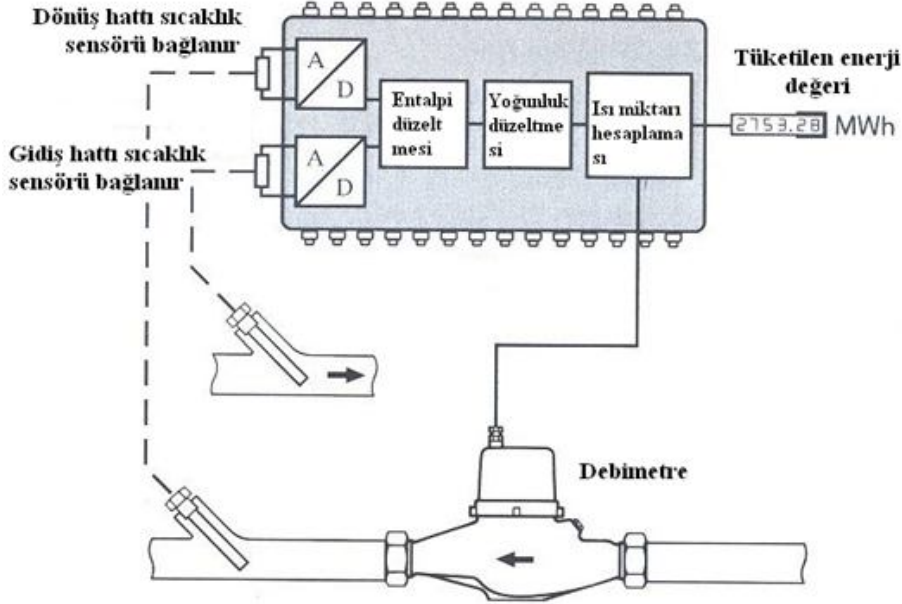
$$Q = V \times Dt \times k$$

$$Q = \text{Enerji (MWh / kWh, Joule veya BTU)}$$

$$V = \text{Hacim (m}^3\text{)}$$

Dt = Sıcaklık farkı (Kelvin)

k = k-faktörü (ısı katsayısı)



Şekil 6.4. Kalorimetre çalışma prensibi şeması [25].

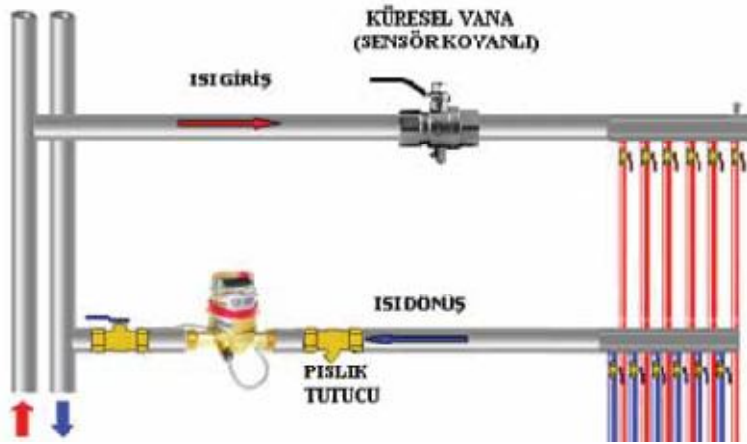
6.5.3. Isı sayacının montajı

Isıtma / soğutma hattı kolon kesme vanası ile daire giriş kolektörü arasında, T parçası ve sıcaklık sensör kovanı montaj edilir veya kolon kesme vanası yerine, özel tip sıcaklık sensörü montaj edilebilen küresel vana kullanılır. Isıtma / soğutma hattı kolon kesme vanası ile daire dönüş kolektörü arasında dönüş hattının akış yönüne dikkat edilerek ısı sayacı ve pislik tutucu filtre montaj edilir. Isı sayacının montajı; gövde montajı ve sıcaklık sensörlerinin montajından oluşur [21].

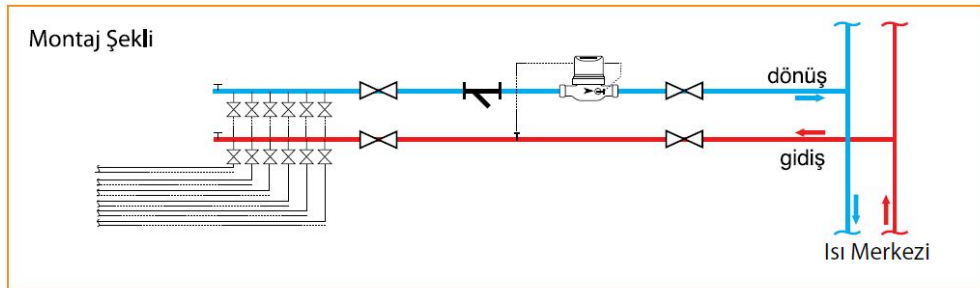
6.5.4. Gövde montajı

Montajda gövde önüne mutlaka pislik tutucu eleman montajı yapılmalıdır. Aksi takdirde ısıtma suyunun içindeki kir, tortu, kum gibi maddeler ölçüm hassasiyetini olumsuz etkileyebilir [21]. Şekil 6.5’de kalorimetre gövde montajına ait bir diyagram görülmektedir.





Hem gidiş hem dönüş hattına monte edilebilir. Fakat dönüş hattı gidiş hattından daima lineer bir akışa sahip olduğundan cihazın ölçüm hassasiyeti açısından tercih edilir. Debi ölçer üzerindeki okun hattın akış yönüne uygun olmasına dikkat edilmesi gerekir. Ok yönü akış yönünü göstermiyorsa çalışmayacaktır [21]. Şekil 6.6'da kalorimetreye ait montaj şeması ve Şekil 6.7'de bu şemadaki sembollerin anlamları görülmektedir.



Şekil 6.5. Kalorimetre gövde montajı [21].

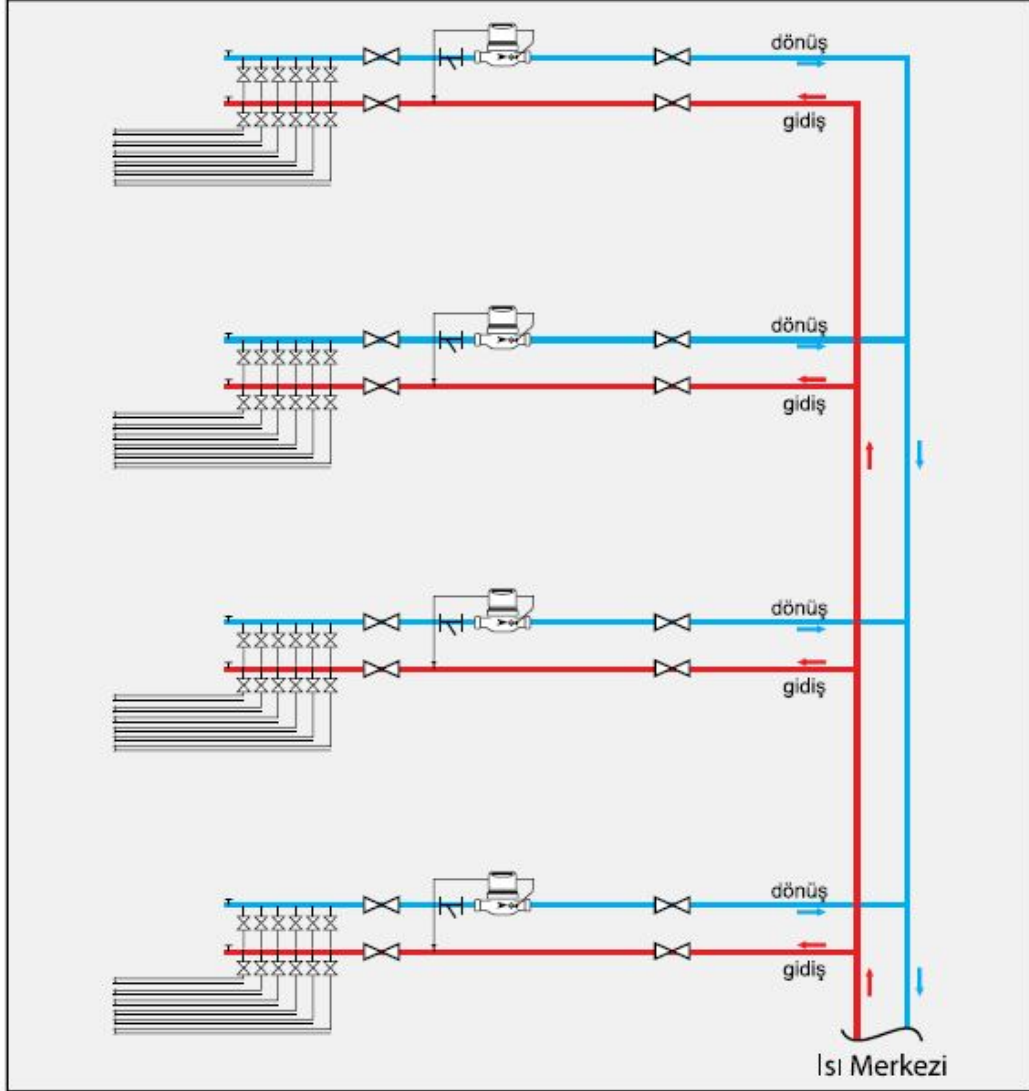


Şekil 6.6. Kalorimetre montaj şeması [21].

	Kalorimetre		Vana
	Filtre		PT 500 sıcaklık sensör

Şekil 6.7. Kalorimetre montaj şeması sembolleri [21].

Şekil 6.8'de merkezi ısıtma sistemine ait bir şema görülmektedir. Isı merkezinde ısıtılan sıcak su gidiş yönündeki hattan çıkarak tüm birimleri dolaşır. Bu işlem sonucunda ısı kaybeden su dönüş hattından merkezi birime ulaşarak tekrar ısıtılır.



Şekil 6.8. Merkezi ısıtma sistemi [21].

6.5.5. Kalorimetre m-bus sistemi

Kalorimetre M-Bus Sistemi temel olarak 2 bileşenden oluşur [21]. Bunlar;

- 1- M-Bus'lı Kalorimetre
- 2- M-Bus Konvertör

M-Bus sistemine sahip kalorimetreler montaj edildikten sonra 2x0.5 mm²' lik kablo ile tüm sayaçlar tek kablo üzerinde toplanır. Binalarda tek kablo üzerinde toplanan sayaçlar M-Bus konvertör aracılığı ile sorgulanıp, her bir sayacın tüketim değerleri bilgisayar programı aracılığıyla paylaşılır. Sayaçlar tek kabloya bağlanır. En üst daireden aşağı inen tek bir kabloya tüm sayaçlar bağlanır. Böylece her bir sayaca ayrı kablo çekmek gerekmeden tek kablo ile tüm sayaçlar sorgulanabilir [21].

6.5.6. Sistem ile ilgili bilinmesi gerekenler

Yeni ısı gider paylaşımı nedir?

Isı gider paylaşımı; Merkezi sistem ile ısınan yapılarda, ısı giderlerinin paylaşılmasıdır. 2007'de yayınlanan "Enerji verimliliği yasası" ile ısı giderinin paylaşılması sistematiğe bağlanmış ve "Isı gider paylaşım sistemi" hayata geçirilmiştir. Yasanın yürürlüğe girmesi ile ısı giderlerinin tüketim değerlerine göre paylaşımını sağlayan "Isı gider paylaşım sistemi" kullanılmaya başlanmıştır. Bununla her bir kullanıcı tükettiği ısı miktarına göre ödeme yapacaktır [21].

Isı Gider Paylaşım Sisteminin kombili ısıtma sisteminden farkı nedir?

Kombi sistemlerinde etraftaki konutlar kombilerini kapattıklarında ısınma için daha fazla enerji harcamak gerekmektedir. Hâlbuki merkezi sistemlerde müşterek ortamların ısıtılmasına tüm daireler eşit olarak katılır. Böylece kalorimetre kullanmakla hedef, merkezi ısınma sistemlerinin verimli ısınma özelliğini ve kombili ısınmanın adaletli masraf dağılımı avantajlarını birleştirmek ve ısınma konforundan ödün vermeden enerji tasarrufu bilincini yerleştirmektir [21].

Isı gider paylaşım sistemleri hangi ekipmanlardan oluşur?

2007'de yayınlanan "Enerji verimliliği yasası" ile binaların iyi bir ısı izolasyonu yaptırması zorunlu hale gelmiştir. Bunun yanı sıra merkezi ısıtma sistemlerinde

kalorimetre, termostatik vana, frekans konvertörlü sirkülasyon pompası ve otomatik kontrol sistemi birlikte kullanılmalıdır [21].

Uzun süre evde olmayan tüketiciler tüm radyatörlerini tamamen kapatabilir mi?

Yönetmeliğe göre evin sıcaklığı 15 °C'nin altına düşürülemez. Bunun amacı, boş dairelerin aşırı soğumasının önlenmesidir. Tüm radyatör vanaları kapatılmış dairedeki cihazlar okuma yapamadığı için okuyucuya manipülasyon uyarısı verir. Bu nedenle radyatör vanaları tamamen kapatılamaz, vanaların kapatılması durumunda gerekli cezai işlemlere maruz kalır [21].

7. M-BUS UYUMLU SU SAYACI OKUMA UYGULAMASI

7.1. Visual Basic Kullanımı

Programın geliştirilmesinde, görsel tasarım için çeşitli araçların kullanımının mümkün olması ve programlama konusunda sunulan kolaylık nedeniyle Visual Basic 2010 kullanılmıştır (Visual Basic kullanmanın asıl avantajı diğer programlama dilleri ile günler alabilecek bir işin dakikalar içinde yapılabilmesidir).

VB programları oluşturmak için 3 aşamalı bir yaklaşım vardır (Şekil 7.1).



Şekil 7.1. Visual Basic'te program oluşturmak [1].

7.2. M-Bus Su Sayacı Okuma ve Faturalandırma Yazılımı Ara Yüz Tasarımı

Visual Basic 2010 programı kullanılarak yazılımın ara yüzü tasarlanmıştır. Ara yüz'ün tasarımına başlanmadan önce programda bulunması gereken özellikler belirlenmiştir. Bu özellikler temel alınarak su sayacı okuma ve faturalandırma ara yüzüne Şekil 7.2'deki gibi menüler oluşturulmuştur.



Şekil 7.2. Su sayacı okuma ve faturalandırma yazılımı ara yüzü

Programın hem sol bölümüne hem de üst bölümüne menü yerleştirilmiştir. Her iki menüden de programla ilgili tüm özellikler kullanılabilir. Aşağıda menülerin görevleri sırasıyla açıklanmıştır:

Abone Kayıt : Uygulamadaki abone kayıt işlemleri için kullanılır.

Sayaç Kayıt : Uygulamada bulunan sayaçların kayıt işlemlerinde kullanılır.

Sayaç Atama : Sayacın hangi aboneye ait olduğunu belirlemek için kullanılır.

Okuma Ayar : Bağlantı ve fatura ile ilgili ayarların yapılmasını sağlayan bölümdür.

Okuma : Okuma merkezine bağlı tüm sayaçların okunması için kullanılır.

Aylık Veri : Sayaç okuma döneminde bina ile ilgili toplam masraf, abone sayısı v.b. bilgilerin girişi için kullanılır.

Faturalama : Yasa ve yönetmeliklere uygun olarak abonelerin kullanımına bağlı aylık faturalama işlemleri için kullanılır.

Dönemsel Tüketim: Bir binadaki aylık toplam tüketim verilerini elde etme amacıyla kullanılır.

7.2.1. Abone kayıt ekranı

Şekil 7.3'deki görülen abone kayıt ekranında, sırasıyla “Güncelle”, “Yeni”, ”Kaydet”, ”Sil”, ”Geri”, ”İleri”, “İlk”, ”Son” butonları yer almaktadır. Butonların her biriyle adlarından da anlaşılacağı işlemler yapılmaktadır. Yeni abone kaydı yapmak için ilk olarak “Yeni” butonuna basılır ve tüm kutucuklar boş hale getirilir, daha sonra bu kutulara gerekli bilgiler yazılarak “Kaydet” butonuna basılır ve yeni bir kayıt eklenmiş olur.

NO	ABONE KODU	ADI VE SOYADI	ALAN
14	ARE2011-1	METE DEMİREL	110
21	ARE2011-2	Fevzi ERTEKİN	90
31	ARE2011-3	Ali Rıza ERTEKİN	120
32	ARE2011-4	Erkan TOPRAK	140
33	ARE2011-5	Özkan TOPBAŞ	150

Şekil 7.3. Abone kayıt ekranı

Şekil 7.3'de görüldüğü üzere form'un sağ tarafında daha önce yapılmış abone kayıtları listelenmiştir. Her hangi bir abonenin bilgilerinin görüntülenmesi istenildiği zaman, o abone kaydı üzerine gelinir ve bir kez tıklanır. Bilgiler ekrana geldiği zaman, bu bilgiler üzerinde istenilen değişiklikler yapılabilir. Bilgiler üzerinde

değişiklik yapıldıktan sonra “Güncelle” butonuna basılır ve işlem tamamlanır. Aynı zamanda abone kaydını silme, abone kayıtlarını sırasıyla görüntüleme, ilk kaydı görüntüleme, son kaydı görüntüleme işlemleri de yapılabilir. Abone listesinin altında bulunan kutucuğa aranan abonenin adı ya da soyadı yazıldığında abone kayıtlarına daha hızlı bir şekilde ulaşılabilir.

7.2.2. Sayaç kayıt ekranı

Şekil 7.4’deki sayaç kayıt ekranında sırasıyla “Sayaç Ekle”, “Güncelle”, ”Sayaç Sil” butonları yer almaktadır. Sistemde bulunan tüm sayaçların buradan tanıtılması gerekmektedir. Sol tarafta yer alan listede kayıtlı olan tüm sayaçlar listelenmektedir. Listedeki her hangi bir sayaç üzerine tıklanarak, sağ tarafta cihazla ilgili bilgiler görüntülenebilir.

The screenshot shows a web interface for meter management. At the top, there are three buttons: "SAYAÇ EKLE" (Add Meter), "GÜNCELLE" (Update), and "SAYAÇ SIL" (Delete). Below these is a table with columns "NO", "SAYAÇ NO", and "AÇIKLAMA". The table contains several rows, with the last row (NO: 23, SAYAÇ NO: 13486253, AÇIKLAMA: Denenmiş Sayaç) highlighted in blue. To the right of the table is a detailed view of the selected meter, titled "SAYAÇ BİLGİLERİ GÖRÜNTÖLEME". This view includes fields for "Sayaç Numarası" (13486253), "Sayaç Tipi" (KALORİMETRE ISITMA), "Durumu" (Aktif), "CİHAZ BAŞLANGIÇ BİLGİLERİ" (Başlangıç Tarihi: 07.11.2011 00:00:00, Başlangıç Değeri: 0, Çarpan: 1), "CİHAZ SÖKÜM BİLGİLERİ" (Sökme Tarihi, Söküm Değeri: 0), and "AÇIKLAMALAR" (Denenmiş Sayaç). At the bottom left, there is a search field with the text "Aramak İstedığınız Sayaç Numarasını Aşağıdaki Kutuya Yazınız !" and a "ÇIKIŞ" button.

NO	SAYAÇ NO	AÇIKLAMA
1	33331	Gece saat 02:37 de tamamlandı.
3	777777	yessssssssssssssssssss
12	34567	Firma Sorumlusu AİErtekin tarafınd...
21	3678	yeni ekleme
22	90666	yyuyy
23	13486253	Denenmiş Sayaç

SAYAÇ BİLGİLERİ GÖRÜNTÖLEME

Sayaç Numarası: 13486253
 Sayaç Tipi: KALORİMETRE ISITMA
 Durumu: Aktif

CİHAZ BAŞLANGIÇ BİLGİLERİ

Başlangıç Tarihi: 07.11.2011 00:00:00
 Başlangıç Değeri: 0
 Çarpan: 1

CİHAZ SÖKÜM BİLGİLERİ

Sökme Tarihi:
 Söküm Değeri: 0

AÇIKLAMALAR

Denenmiş Sayaç

Aramak İstedığınız Sayaç Numarasını Aşağıdaki Kutuya Yazınız !

ÇIKIŞ

Şekil 7.4. Sayaç bilgileri görüntüleme ekranı

Yeni bir sayaç ekleneceği zaman “Sayaç Ekle” butonuna basılır ve sağ taraftaki bilgi görüntüleme ekranı gider ve yerine Şekil 7.5’deki “Cihaz Ekleme” ekranı gelir. Bu

ekranda Sayaç Numarası, Sayaç Tipi, Değer v.b. bilgiler yazılarak “Kaydet” butonuna basılır ve yeni bir sayaç ekleme işlemi tamamlanmış olur.

Şekil 7.5. Cihaz ekleme ekranı

Cihaz bilgilerinde her hangi bir değişiklik yapılacağı zaman “Güncelle” butonuna basılır ve sağ tarafa “Cihaz Güncelle” ekranı gelir. Bu ekran üzerinde cihazın aktif, pasif durumu değiştirilebilir, bunun dışında yanlış girilen değerler var ise bu değerler de düzeltilebilir.

7.2.3. Sayaç atama ekranı

Yazılımın en önemli aşamalarından bir tanesi de abone-sayaç ilişkisinin kurulmasıdır. Şekil 7.6’deki sayaç atama ekranı üç bölümden oluşmaktadır. Sol tarafta sisteme kayıtlı kullanıcılar listelenir, orta kısımda aktif sayaçlar listelenir, sağ tarafta ise seçilen aboneye ait bilgiler ve abone adına kayıtlı sayaçlar listelenir. Bir aboneye ait birden fazla sayaç olabilir. Orta kısımda listelenmiş olan sayaçlar, her hangi bir aboneye ataması yapılmamış olan sayaçlardır ve daha sonra bir aboneye atanmak üzere listelenmektedirler.

KAYITLI KULLANICILARIN LİSTESİ		AKTİF SAYAÇLARIN LİSTESİ			SEÇİLİ ABONEYE AIT BİLGİLER				
ABONE NO	ADI VE SOYADI	ID	SAYAÇ NO	AÇIKLAMA	ABONE KODU				
ARE2011-1	METE DEMİREL	22	90666	yyuyu	ARE2011-2				
ARE2011-2	Fevzi ERTEKİN				ADI VE SOYADI	Fevzi ERTEKİN			
ARE2011-3	Ali Rıza ERTEKİN				ADRESİ	Gazi Sitesi No:5/2 Yozgat/Merkez			
ARE2011-4	Erkan TOPRAK				ALAN	90	m ²		
ARE2011-5	Özkan TOPBAŞ				CEP NUMARASI	0543 566 78 66			
					ABONEYE AIT SAYAÇLAR				
					ID	SAYAÇ NO	KURULUM	DEĞER	AÇIKLAMA
					1	33331	09.06.2011	788	Gece saat 02:37 de ta...
					23	1348...	07.11.2011	0	Denenmiş Sayaç

Şekil 7.6. Sayaç atama ekranı

Aboneye sayaç atamak için:

- Sol taraftaki listeden abone seçilir,
- Ortadaki listeden eklenmek istenen sayaç seçilir,
- Seçilen sayaç üzerine çift tıklanılır,
- “Aboneye sayaç atamak istediğinizden emin misiniz?” sorusuna Evet cevabı verilir,
- İlgili sayaç orta kısımdaki listeden silinir ve sağ taraftaki aboneye ait sayaçlar listesine eklenir.

Aboneye atanmış sayacı listeden çıkarmak için:

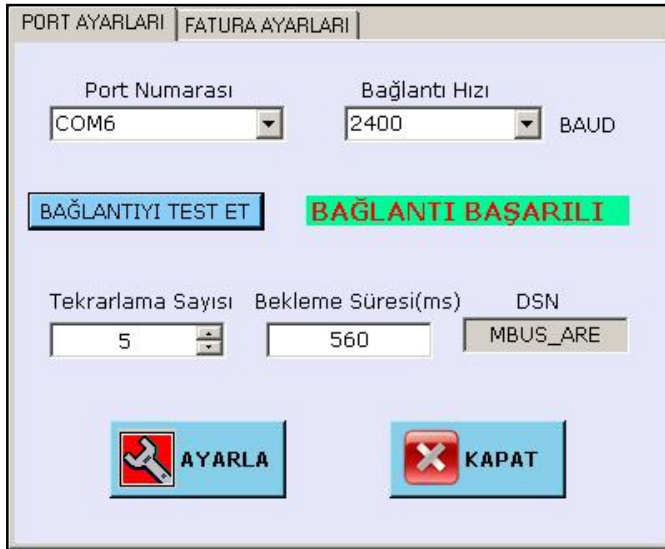
- Sol taraftaki listeden abone seçilir,
- Sağ taraftaki listeden silinmesi istenilen sayaç seçilir,
- Seçilen sayaç üzerine çift tıklanılır,
- “İptal etmek istediğinizden emin misiniz?” sorusuna Evet cevabı verilir,
- İlgili sayaç sağ taraftaki listeden silinerek, orta kısımdaki sayaçlar listesine eklenir.

7.2.4. Okuma ayar ekranı

Şekil 7.7'deki okuma ayar ekranı programla ilgili iletişim ve fatura ayarlarının yapıldığı ekrandır. İlgili bölümden port numarası ve bağlantı hızı seçilerek bağlantı test edilebilir. Genel olarak iletişim hızı 2400 baud olarak seçilir. Eğer ağ bu hıza izin vermiyor ise hız değeri düşürülebilir, en düşük 300 baud seçilir [22].

Baud rate (iletim hızı)

Verilerin toplanması amacı ile kullanılan bilgisayarın iletim hızını belirtir. 300, 2400 veya 9600 Baud olabilir ve mevcut durumda kullanılan M-Bus Baud hızına karşılık gelir. Şuan piyasada bulunan bazı M-Bus seviye çeviriciler 2400 Baud'u aşan hız değerlerini desteklememektedir (Şekil 7.8). Bu nedenle bu konuya dikkat etmek gerekmektedir. Ayarlanan Baud hızı, M-Bus cihazının Baud hızı ile aynı olmalıdır. Baud Hızının kullanılan sayaca göre farklılık göstermesi nedeniyle M-Bus faturalama yazılımında farklı hız değerlerinin seçimine imkan tanınmıştır [10].



Şekil 7.7. Okuma ayar ekranı

7.2.5. Sayaç okuma ekranı

Sisteme kayıtlı olan sayaçların okunduğu ve faturalanmak üzere kaydedildiği ekrandır.



Şekil 7.8. M-Bus uyumlu su sayacı [10].

Şekil 7.9'daki sayaç okuma ekranında "Tüm Sayaçları Oku" butonuna basıldığında eğer bağlantıda herhangi bir problem yok ise, sisteme bağlı olan tüm sayaçlara ilişkin okuma verileri listeye eklenir.

		TÜM CİHAZLARI OKU		OKUMAYI KAYDET							
	NO	SAYAÇ NO	ÜRETİCİ FIRMA	Adrs-uygunmu1	Adrs-uygunmu2	DEĞER3	DEĞER4	DEĞER5	DEĞER6	DEĞER7	
▶	1	13486253	EFE	0	8	114	0	Heat_(outlet)	55	39	

Şekil 7.9. Sayaç okuma ekranı

Sayaç okuma işlemi sonunda aşağıdaki değerler elde edilir:

ID (Sayaç Numarası)

8 haneli bir M-Bus ID numarasıdır. İkincil adres olarak kullanılır. Seri numarası bir fabrika ayarı olarak belirlenir ve sayaç üzerine bir etiket olarak yapıştırılır [10].

Örnek sayaç okuma uygulamasında Şekil 7.9.'da da görüldüğü gibi bu değer 13486253 olarak elde edilmiştir.

Manufacturer (İmalatçı)

Başarılı bir sayaç okumadan sonra görüntülenen 3 haneli (ASCII büyük harf) bir üretici kodudur. Üretici kodu sadece okunabilir ve değiştirilemez [10].

Örnek sayaç okuma uygulamasında Şekil 7.9.'da da görüldüğü gibi bu değer EFE olarak elde edilmiştir.

Generation (Üretim)

Bağlı bulunan M-Bus sayacının ya da M-Bus modülünün yazılım versiyonunu görüntüler. Bu alan değiştirilemez, sadece okunabilir (read only) bir değerdir [10].
Örnek: Gen-01, Gen-02

Model

Bağlı bulunan cihazın modelini gösterir. Bu alan değiştirilemez, sadece okunabilir (read only) bir değerdir [10].

Status (Durum)

Bağlı bulunan cihazın durumunu gösterir. Bu alan değiştirilemez, sadece okunabilir (read only) [10].

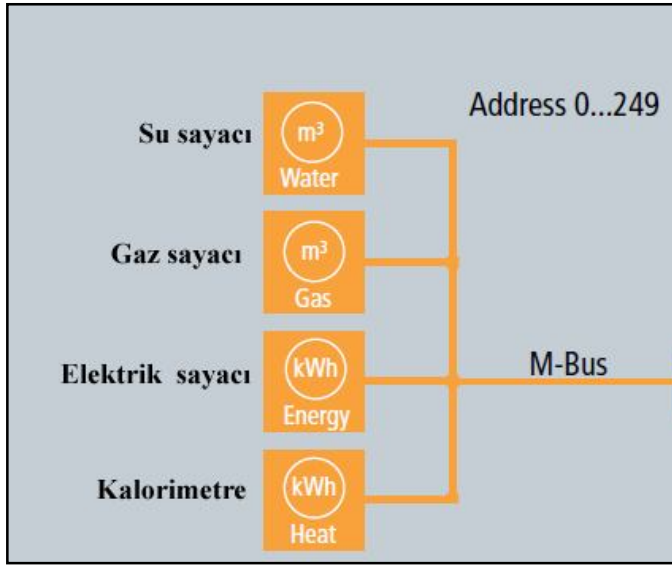
Medium (madde)

Seçilen sayaç tarafından ölçülen maddeyi tanımlar [10].

Seçim: Su, Sıcak Su, Soğuk Su, Sıcak/Soğuk Su, Gaz, Elektrik v.b.

Value (Değer)

Okuma sonucu sayaçlardan elde edilen tüketim değerleri value bölümünden elde edilir. Value bölümünden elde edilen değerlerin birimi sayaç türüne göre farklılık göstermektedir. Su ve gaz sayaçlarında m^3 , elektrik sayaçları ve kalorimetrelerde kWh birimleri kullanılır (Şekil 7.10).



Şekil 7.10. M-Bus cihazlarından elde edilen değerler [28].

Sayaç okumada kullanılan örnek visual basic kodları

Aşağıda yazılımın M-Bus cihazı ile bağlantı kurmasını sağlayan ve veri okumasını sağlayan kodların bir kısmı incelenmiştir [30].

Sub MBus_Test()

Dim DeviceID As Long

Dim Address As Long

Dim Value As Long

Dim DataStr As String

Dim Manufacturer As String

Set MBus = CreateObject("MBusRacX.MBusRacX.1") 'M-Bus nesnesi

oluşturuluyor.

MBus.APPInitCom 1, 300 ' Port ve iletişim hızı ayarları yapılıyor.

If MBus.APPIsComOpen <> 0 Then GoTo MBExit ' Com port açılmadıysa programdan çıkış yapılıyor.


```

Address = 254 ' Adres değeri 254 olarak ayarlanıyor.
DataStr = "5103A60C" ' DataStr değeri ayarlanıyor.
Mbus.APPSNDUDHex Address, DataStr ' SND_UD işlemi yapılıyor.
Do While Mbus.APPReceiveTest = 255 ' SND_UD işlemi sonlanana kadar
bekleniyor.
DoEvents
Loop
If Mbus.APPReceiveTest <> 0 Then GoTo MBEExit
.
.
.
.
.
.
.
.
.
Mbus.APPCloseCom ' Com port ve diğer tüm uygulamalar kapatılıyor.
End Sub

```

Sayaçtan okunan değerlerin kaydedilmesi

Sisteme bağlı sayaçlardan elde edilen okuma değerleri listeye eklendikten sonra, sıra bu değerlerin faturalanmak üzere veritabanına kaydedilmesine gelmektedir.

Şekil 7.11. Okuma kayıt ekranı

Sayaç okuma ekranından “Okumayı Kaydet ” butonuna basılır, daha sonra fatura için gerekli bilgiler ayrı bir pencerede gelir, bu pencereden “Fatura İçin Kaydet” butonuna basılarak işlem tamamlanır (Şekil 7.11).

7.2.6. Aylık veri ekranı

İlgili fatura dönemi ile ilgili veri girişinin yapıldığı ekrandır. Bu ekrandan sabit masraflar, toplam tüketim tutarı v.b. bilgilerin girişi yapılır.

7.2.7. Faturalama ekranı

Faturalama yazılımı Merkezi Isıtma Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmeliğe tam uyumlu olarak geliştirilmiştir.

Fatura İçin Aşağıdaki Bilgileri doldurunuz?

Sayaç Numarasını Giriniz İlgili Fatura Dönemini Giriniz(Yıl/Ay,Örnek: 2011/1)

Sayaca İlişkin Fatura Bilgileri Ekranı

Abone Bilgileri
 Sayın, Fevzi ERTEKİN Abone No: ARE2011-2 Fatura Dönemi : 2012/7
 Adresi : Gazi Sitesi No:5/2 Yozgat/Merkez

Fatura Bilgileri

Sayaç Numarası :	34354358	Marka/Model :	DFS
Önceki Okuma :	4/6/2012	ilk Endeks :	25500 kWh
Son Okuma :	31/7/2012	Son Endeks :	26031,4 kWh
Birim Fiyat :	0,21 TL	Miktar :	531 kWh

Abone Ödemeleri

	TUTAR
Isıtma Gideri Paylaşılan(%70) :	111,51 TL
Isıtma Gideri Sabit(%30) :	3,47 TL
Sabit Giderler :	4,29 TL

TOPLAM BORCUNUZ : 119,27 TL

Şekil 7.12. Faturalama ekranı

Şekil 7.12'deki görüldüğü üzere faturalama ekranına sayaç numarası ve fatura dönemi bilgileri girildikten sonra, aylık fatura bilgileri ekrana getirilebilir. Faturanın hesaplanmasında Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın 2008 yılında yayınlamış olduğu

“Merkezi Isıtma Ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma Ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik” esas alınmıştır. Fatura hesaplaması yönetmelik gereği aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmaktadır.

MADDE 8 – (1) Merkezî ısıtma sistemlerinde toplam ısıtma giderlerinin % 70’i bağımsız bölümlerin ölçülen ısı tüketimlerine göre paylaştırılır. Toplam ısıtma giderlerinin % 30’u ortak kullanım mahalleri, sistem kayıpları, asgari ısınma ve işletme giderlerinden kaynaklı ısı giderleri olarak bağımsız bölümlerin kullanım alanlarına göre paylaştırılır.

$$P_1=0,70 \times M \times (S/St)$$

$$P_2= 0,30 \times M \times (A/At)$$

$$P = P_1 + P_2$$

M : Binanın toplam ısı tüketim tutarı (TL)

P : Bağımsız bölümün toplam tüketim tutarı (TL)

P1 : Bağımsız bölümün ısı sayacına göre tüketim tutarı (TL)

P2 : Bağımsız bölümün ortak tüketim tutarı (TL)



S : Bağımsız bölümde bulunan ısı sayacında okunan değer

St : Binada bulunan bütün bağımsız bölümlerdeki ısı sayaçlarından okunan değerlerin toplamı

A : Bağımsız bölümün kapalı kullanım alanı (m²)

At : Binadaki bağımsız bölümlerin kapalı kullanım alanları toplamı (m²).

Faturalama ekranında “Faturalanmak Üzere Gönder ” butonuna basıldığı zaman aboneye ait fatura oluşturulmuş olur. Oluşturulan fatura Excel, Word ve Pdf formatlarında kaydedilebilir ve yazdırılabilir. Şekil 7.13’de örnek bir fatura gösterilmiştir.

 FATURALAMA YAZILIMI			
Firma Adı	ERTEKİN M-BUS UYUMLU SAYAÇ OKUMA VE FATURALANDIRMA YAZILIMI		
Abone No	ARE2011-2	Fatura Dönemi	2012/7
Sayın,	Fevzi ERTEKİN Gazi Sitesi No:5/2 Yozgat/Merkez		
Marka/Tip	DFS	Sayaç Numarası	34354358
İlk Okuma	4/6/2012	İlk Endeks	25500
Son Okuma	31/7/2012	Son Endeks	26031,4
Birim Fiyat (TL)	0,21	Tüketim Miktarı (kWh)	531
Isıtma Gideri Paylaşılan (%70)---(TL)	111,51		
Isıtma Gideri Sabit (%30)----- (TL)	3,47		
Sabit Giderler----- (TL)	4,29		
TOPLAM BORCUNUZ	119,27 TL		

Şekil 7.13. Örnek fatura

8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Uzaktan sayaç okuma tekniği ile sayaç okuma ve faturalandırma işlemleri otomatik olarak gerçekleştirilebilir. Bu işlemler arasındaki sürenin kısaltılması otomatik sayaç okuma sistemleri ile mümkün hale gelmektedir. Sayaç bazında nokta kontroller ile kaçak kullanım adresleri kolayca belirlenebilmektedir. Faturalı sistemde, ödenmeyen iki veya üç faturadan sonra abone takibi yapılabilmesine rağmen, uzaktan okuma sistemi ile anlık takipler mümkün olabilmektedir.

Eskiden sadece sayaçların başına gidilerek gerçekleştirilebilen ve endeks değerlerinin kaydedilmesinden ibaret olan sayaç okuma işlemleri günümüz teknolojisinin sunduğu imkânlar neticesinde önemli gelişmeler göstermiştir. Değişen piyasa şartları, enerji sektöründe yeni ihtiyaçları beraberinde getirmiştir.

M-Bus sistemlerine ilk yatırım Alman Techem GmbH firması tarafından yapılmıştır. Sonrasında, sırasıyla; Alman Siemens AG, Danimarka Danfoss GG firmaları kendi ürünleri ile uluslar arası piyasaya girmişlerdir.

M-Bus haberleşme sistemi, Profi-Bus (Process Field Bus), Can-Bus (Controller Area Network Bus) veya Mod-Bus (Modicon Bus) gibi haberleşme ağında çalışan bir protokoldür. Bu sistem tüm fonksiyonları çift yönlü veri aktarımı yapan bir kablo ile yerine getirmektedir. Diğer haberleşme sistemlerinde (özellikle çift yönlü haberleşme uygulanan sistemlerde) çoklu kablo kullanma zorunluluğu vardır. Çift yönlü veri aktarımı, enerji iletimi ve abonelere sunduğu kolaylıklar göz önüne alındığında bu sistem, ısı paylaşımı ve uzaktan sayaç okuma konusunda uygulanabilecek en doğru yöntemdir.

Günümüzde kullanımı son derece ekonomik olan bu arayüz, hata oranını en aza indirmekte, ısı sayaçları ve kalorimetrelerin otomatik olarak okunması işlemlerinde büyük kolaylık sunmaktadır.

Bu tez çalışmasında, her bir sayacın ayrı ayrı kontrol edilerek, tüketilen enerji verilerinin okunması ihtiyacı ortadan kaldırılmıştır. Bu uygulama sayaçların haftanın/ayın belirli günlerinde veya sürekli olarak okunmasını otomatik olarak gerçekleştirebilir. Desteklediği haberleşme yöntemi (M-Bus), sayaçların iletişimde kullanılacak ortamlar konusunda farklı alternatifler sunmaktadır. Ayrıcı okuma işlemlerini marka ve modelden bağımsız olarak gerçekleştirebilen yaygın sayaç haberleşme protokollerini desteklemektedir. M-Bus sistemine takılan tüm sayaçlar ya doğrudan sayaçtan ya da harici bir merkezi birimden veri aktarımı yapılarak okunabilmektedir. Bu yöntem binaların enerji dengesini daha esnek bir şekilde gözlemlenmeyi sağlamak ve böylece yaşam kalitesini yükseltmektedir.

Sayaç değerlerinin manuel okunması işlemi tez kapsamında hazırlanan M-Bus yazılımı ile uzaktan, hatasız bir şekilde yapılabilmektedir. Bunun yanında sayaçtan okunan tüketim değerlerine göre faturalandırma olanağı da sağlamaktadır.

Bu çalışma; ileriye dönük M-Bus uyumlu sayaç okuma uygulamalarında ve benzer projelerde referans olarak kullanılabilir. Aynı zamanda M-Bus sisteminin tanıtıldığı ve detaylı bir şekilde incelendiği bu tez çalışması, bundan sonra konu ile ilgili araştırma yapacak kişilere ve kurumlara yol gösterici nitelikte olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Mukul, M. J., “Design of a graphical user interface for home energy monitoring system”, Yüksek Lisans Tezi, *AALTO-University School Of Science And Technology Department of Electronics*, Espoo, 7-23 (2010).
2. Papenheim, A., Bories, C., Ziegler, H., “The M-Bus: A Documentation Version 4.8”, *Universität-GH Paderborn*, Paderborn, 5-28 (1997).
3. Hochwallner, T., Lang, L., “Approaches for monitoring and reduction of energy consumption in the home”, Lisans Tezi, *Vienna University of Technology Faculty of Informatics*, Wien, 13-15 (2009).
4. Ming-Chia, J. , Jyh-Cheng, C. , Yi-Wen, L. , “WLAN-centric authentication inintegrated GPRS-WLAN Networks”, *Vehicular Technology Conference*, 4: 6-9, 2242-2246 (2003).
5. Çakmak, B., “Elektrik, su ve gaz sayaç verilerinin uzaktan okunması”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 5-9 (2004).
6. Süzer, E., “Uzaktan sayaç okuma teknikleri ve modbus-rtu, iec 61107 mod c protokolleri ile örnek yazılım”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2-4 (2006).
7. Özdemir, A.T., Danışman, K., Erbay, M., “Enerji sistemlerinde kullanılan elektrik sayaçlarının otomatik sayaç okuma uyumlu hale getirilmesi”, *II. Mühendislik bilimleri genç araştırmacılar kongresi*, İstanbul, (2005).
8. İnternet: Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (TEDAŞ) “Elektronik Sayaçlarda Tedaş Tarafından İstenen Asgari Şartlar” <http://www.tedas.gov.tr/attached/Duyurular/tedas-elktro-sayac.doc> (2012).
9. Çakmak, B., Sokullu, R., “Elektrik-su-gaz vb. cihazların uzaktan bilgi aktarımı” , *Elektrik - elektronik - bilgisayar mühendisliği sempozyumu*, İzmir ,1-5 (2004).
10. Aweinsheimer, D., “Installation and user’s guide for the attachable tmp-a m-bus module”, *Elster Messtechnik GmbH, Lampertheim*, 2-11 (2008).
11. Erkal, B., “Dağıtım sistemlerinde otomatik sayaç okuma sistemleri ve uygulamaları” , *5. Uluslar arası ileri teknolojiler sempozyumu*, Karabük ,1-4 (2009).
12. Erkal, B., “Automatic meter reading (amr) in distribution systems”, Yüksek Lisans Tezi, *ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 8-21 (2001).

13. İnternet: M-Bus Documentation: Table of Contents “ The M-Bus Documentation” <http://www.m-bus.com/mbusdoc/default.php> (2012).
14. İnternet: Ortak Yol(BUS) Topolojisi-Vikipedi “Ortak Yol(Bus) Topolojisi” [http://tr.wikipedia.org/wiki/Ortak_Yol_\(BUS\)_Topolojisi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Ortak_Yol_(BUS)_Topolojisi) (2012).
15. Başkaya, O., “Osi katman modelinde 3. katman güvenlik duvarı uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 9-11 (2010).
16. Richter, K.,” Remote meter reading via m-bus”, *Gossen Metrawatt GmbH, Nuremberg*, 2-8 (2005).
17. Shen, C., “Automatic meter reading system”, *Shenitech LLC, Acton*, 1-9 (2011).
18. İnternet: Meter Reading Via Bus “M-Bus” <http://www.gossenmetrawatt.com/gmc/resources/marcom/prospekte/153pgb.pdf> (2012).
19. İnternet: Syclar-Heat “General Information” http://cdn.ista.com/fa/media_ista/belarus_by/qIIos/QIIOS_M-bus.pdf (2012).
20. İnternet: Su Sayaçları “Sıcak Soğuk Su Sayaçları” <http://www.isipayolcum.com/IsiPayOlcer/9-su-sayaclari.htm> (2012).
21. İnternet: Kalorimetre Isı Sayacı Ultrasonik ve Mekanik Kalorimetreler “Kalorimetreler(Isı Sayaçları)” <http://www.envotek.com.tr/index.php?r=urunler&y=lifos20> (2012).
22. Dürrenberger, U., “Description of the m-bus protocol”, *Aquametro AG, Therwil*, 4-9 (1999).
23. İnternet: Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılması “Birinci Bölüm: Amaç ve Kapsam, Dayanak, Tanımlar” <http://www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/27881.html> (2012).
24. İnternet: Su Sayacı Tanıtımı, Avantajları ve Teknik Bilgileri “Sıcak Su ve Soğuk Su Sayaçları” http://www.isigiderpaylasimi.com/urunler/su_sayaci/su_sayaci-tanitimi-avantajlari-teknik-bilgileri/ (2012).
25. İnternet: Isı Gider Paylaşım Sistemleri “Isı Gider Paylaşımı” <http://www.isigiderpaylasimi.com/haberler/isi-gider-paylasimi-ana-hizmetler/> (2012).

26. Andy, A., "M-Bus network planning and installation instructions", *Annicom Axio Ltd, Bordon Hants*, 1-6 (2007).
27. Tischler, R., "M-Bus network planning and installation instructions", *Engelmann Sensor GmbH, Wiesloch-Baiertal*, 1-9 (2010).
28. Beckhoff, H., "M-Bus connection for energy and consumption meters via TwinCAT", *Beckhoff Automation GmbH, Verl*, 1-9 (2010).
29. Internet: Description Technical Mbus "M-Bus System, M-Bus Master"
<http://www.icesa.com/img/downloads/Descripcion%20tecnica%20Mbus%20EN.pdf> (2012).
30. Rac, M., "Programmer's Manual for M-Bus ActiveX Control (Windows PC)", *Entwicklung und Vertrieb von Computer Hard- und Software*, Ansbach, 21-23 (2008).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ERTEKİN, Ali Rıza
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 23.05.1984 Yozgat
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (543) 515 53 66
 e-mail : alirizaertekin@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi	2007
Lise	Yozgat, Anadolu Ticaret Meslek Lisesi	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007-2010	Yozgat, Yerköy Ticaret Meslek Lisesi	Bilişim Tekn. Öğrt.
2010-	Yozgat, Kız Teknik ve Meslek Lisesi	Bilişim Tekn. Alan Şefi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Tekindal, B., Ertekin, A., Tekindal, M., “Meslek liselerinde eğitim-öğretim gören öğrencilerin bilgisayara yönelik tutumlarının değerlendirilmesi (Yozgat ili Yerköy ilçesi örneği)”, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 3 (1):23-30, 2010.

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, Futbol, Bilgisayar oyunları