

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİK SAYAÇLARININ KABLOSUZ ALGILAYICI AĞ TABANLI
BİR SİSTEM İLE UZAKTAN İZLENMESİ VE KONTROLÜ**

Halil DUMAN

**Danışman
Prof. Dr. Tuncay AYDOĞAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2018**



© 2018 [Halil DUMAN]

TEZ ONAYI

Hallil DUMAN tarafından hazırlanan "**Elektrik Sayaçlarının Kablosuz Algılayıcı Ağ Tabanlı Bir Sistem İle Uzaktan İzlenmesi ve Kontrolü**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Tuncay AYDOĞAN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Ali Hakan IŞIK
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Mevlüt ERSOY
Süleyman Demirel Üniversitesi

Enstitü Müdürü Prof. Dr. Yasin TUNCER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Halil DUMAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Elektronik-Elektrik Sayaçların Yapı ve Özellikleri	13
3.1.1. Tekfazlı (Monofaze) elektronik – elektrik sayaçlar	16
3.2. Elektrik Sayaçlarında Haberleşme.....	20
3.2.1. Seri haberleşme ve RS232 iletişimi	20
3.2.2. RS485 iletişim	24
3.2.3. IEC Standardı optik port iletişimi.....	26
3.2.4. ASCII mod	28
3.2.5. IEC 61107 haberleşme protokol iletişimi	29
3.3. Kablosuz Algılayıcı Ağlar	30
3.4. Otomatik Sayaç Okuma Sistemleri (OSOS)	35
3.5. Araştırmada Kullanılan Donanım Bileşenleri.....	41
3.5.1. Arduino UNO R3.....	41
3.5.2. W5100 Ethernet Shield.....	42
3.5.3.UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) TTL – RS485 dönüştürücü	44
3.5.4.UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) TTL – RS232 dönüştürücü.....	46
3.5.5. nRF24L01 RF kablosuz modül	46
3.5.6. 16x2 Sıvı Kristal Ekran (LCD).....	50
3.5.7. 5V mini röle HK23F-DC (5V-2A)	51
3.5.8. Makel M600.2251 elektronik – elektrik sayaç	52
3.5.9. SP optik port.....	53
3.6. Araştırmada Kullanılan Yazılım Araçları.....	53
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	55
4.1. Ana Düğüm Modülünün Tasarımı	57
4.2. Tekrarlayıcı (Sinyal Güçlendirici) Modülün Tasarımı.....	62
4.3. Optik Port Bağlantılı Modülün Tasarımı.....	65
4.4. RS485 Bağlantılı Uç Düğüm Modülünün Tasarımı	68
4.5. Modüllerin Birleştirilerek Test Edilmesi.....	74
4.5.1.Elektrik sayaçlarının uzaktan izleme ve kontrol için geliştirilen web arayüz.....	78
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	80
KAYNAKLAR	82
EKLER.....	87
EK A. OBIS Kodları Tedaş Asgari Şartları.....	89
EK B. Flag Kodları.....	91

EK C. Elektronik – Elektrik Sayacından Okunan Değerler	93
EK D. MAKEL M600.2251 Sayaç teknik verileri	95
EK E. nRF24L01 Modülünün genel teknik zellikleri	97
EK F. nRF24L01 Alıcı verici entegrasi mod seçimleri.....	98
EK G. nRF24L01 Mod geçiş süreleri.....	99
ÖZGEÇMİŞ.....	100



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ELEKTRİK SAYAÇLARININ KABLOSUZ ALGILAYICI AĞ TABANLI BİR SİSTEM İLE UZAKTAN İZLENMESİ VE KONTROLÜ

Halil DUMAN

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Tuncay AYDOĞAN

Bu tez çalışmasında, elektrik şebekelerinde kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşan Otomatik Sayaç Okuma Sistemleri (OSOS)'ların Kablosuz Algılayıcı Ağ (KAA) teknolojileri ile birlikte kullanılarak daha işlevsel hale getirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca standart elektrik sayaçlarının OSOS sistemine uygun hale getirilmesine olanak sağlayan modüller tasarlanmıştır.

Tasarlanan kablosuz ağ düğümleri donanımsal olarak benzer yapıda olmasına rağmen, çalışma bakımından üç farklı rolde çalışacak şekilde tasarlanmıştır.

Kablosuz sensör düğümlerinden ilki “sayaç okuma, veriyi merkez düğüme aktarma ve elektrik sayaç kesme/açma kontrolü” rolünü üstlenmektedir. Bu amaçla iki modül tasarlanmıştır. Bu modüller arasındaki fark ise elektronik – elektrik sayaçlardan veriyi okuma biçimleridir. Modüller bağlantı özelliklerini göre “RS485 bağlantılı uç düğüm modülü” ve “Optik port bağlantılı uç düğüm modülü” olarak isimlendirilmiştir. Kendisine bağlı olan elektronik – elektrik sayaçlarındaki verileri çıkış düğüm modülü talimatına göre sayaç okuma, verileri çıkış düğüm modülüne iletme ve çıkış düğüm modülü kontrolünde sayaç enerjisini kesme/açma kontrolü işlevlerini gerçekleştirmektedir. Kablosuz sensör düğümlerden bir diğeri ise “ Tekrarlayıcı (Sinyal Güçlendirici)” rolünü üstlenmiştir. Haberleşmenin daha uzun mesafelerde gerçekleşebilmesi için tekrarlayıcı (Sinyal Güçlendirici) modül, kullanılan uç düğüm modüllerinin kapsama alanını genişletmektedir. Kablosuz sensör düğümlerden sonuncu ise “Çıkış düğüm” rolünde görev yapmaktadır. Çıkış düğüm modülü sayaçların web ortamı ile iletişimi ve ağı kontrolünü web üzerinden gerçekleştirebilmek amaçlı çalışmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Otomatik Sayaç Okuma Sistemi (OSOS), Elektronik Sayaç, Sayaç Kontrolü, Kablosuz Algılayıcı Ağlar (KAA), Kablosuz Sensör Düğümü, nRF24L01 RF Kablosuz Modül

2018, 100 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

REMOTE MONITORING AND CONTROL OF ELECTRIC COUNTERS WITH WIRELESS SENSOR NETWORK BASED SYSTEM

Halil DUMAN

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Computer Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Tuncay AYDOĞAN

In this thesis study, AMR (Automatic Meter Reading), which is becoming more and more widely used in electric networks, has been made more functional by using Wireless Sensor Network (WSN) technologies. In addition, modules designed to make standard electricity meters compatible with AMR system are designed.

Designed wireless network nodes are designed to work in three different roles in terms of operation, although they are similar in structure to hardware.

The wireless sensor nodes assume the role of "meter reading, data center switchover and electric meter cut / open control". Two modules are designed for this purpose. The difference between these modules is the way of reading data from electronic - electricity meters. Modules are named "RS485 end node module" and "Optical port end node module" according to their connection properties. According to the output node module instruction, the data in the electronic - electric meters connected to it performs meter reading, data transfer to the output node module, and interruption power control for the control of the output node module. The other one of the wireless sensor nodes has assumed the role of "Repeater (Signal Booster)". The repeater (Signal Strengthening) module extends the coverage of the end node modules used so that the communication can take place at longer distances. The wireless sensor is the last node in the role of "Output node" role. The output node module works to communicate the counters to the web environment and to control the network through the web.

Keywords: Automatic Meter Reading system (AMR), Electronic Meter, Meter Control, Wireless Sensor Networks (WSN), Wireless Sensor Node, nRF24L01 RF Wireless Module

2018, 100 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Tuncay AYDOĞAN'a teőekkürlerimi sunarım. Literatür araştırmalarımnda yardımcı olan değerli eşim Bilgisayar Sistemleri ğretmeni zlem DUMAN'a teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Halil DUMAN
ISPARTA, 2018



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Akıllı sayaçlı bir dağıtım şebekesinde haberleşme durumu.....	2
Şekil 3.1. Elektronik-elektrik sayaçların çalışma prensibi	16
Şekil 3.2. Elektronik-elektrik sayaçların işlem katmanları	16
Şekil 3.3. Makel M600.2251 elektronik-elektrik sayaç	17
Şekil 3.4. Tekfazlı sayaç bağlantı şeması	19
Şekil 3.5. Seri haberleşmede örnek karakter çerçevesi	21
Şekil 3.6. Senkron ve asenkron haberleşme biçimleri	23
Şekil 3.7. RS485 haberleşme basit bağlantı şeması.....	25
Şekil 3.8. RS485 haberleşme bağlantı şekilleri	26
Şekil 3.9. Optik port yapısı	27
Şekil 3.10. Optik port verici ledi örnek yerleşim	28
Şekil 3.11. KAA düğüm mimarisi	32
Şekil 3.12. Kablosuz algılayıcı ağ mimarisi	33
Şekil 3.13. Kablosuz algılayıcı ağ protokol mimarisi	34
Şekil 3.14. Arduino UNO R3	42
Şekil 3.15. W5100 Ethernet Shield	43
Şekil 3.16. UART - TTL RS485 dönüştürücü modül	45
Şekil 3.17. UART - TTL RS232 dönüştürücü modül	46
Şekil 3.18. nRF24L01 sistem blok diyagramı	48
Şekil 3.19. nRF24L01 RF Kablosuz modül	50
Şekil 3.20. 16x2 AMC1602AR-B-B6WTDW-I2C LCD ekran	51
Şekil 3.21. 5V mini röle.....	52
Şekil 3.22. Makel M600.2251 Elektronik - elektrik sayaç.....	52
Şekil 3.23. SP optik port	53
Şekil 4.1. Elektronik – elektrik sayaçların KAA’lar ile haberleşme modeli ...	56
Şekil 4.2. Çıkış düğüm modülü kavramsal tasarımı	57
Şekil 4.3. Çıkış düğüm modülünün nRF24L01 modül pin bağlantıları	58
Şekil 4.4. Çıkış düğüm modülü.....	58
Şekil 4.5. Kütüphane tanımları	59
Şekil 4.6. Nesne tanımlamaları	59
Şekil 4.7. Veri alma ve gönderme fonksiyonları	60
Şekil 4.8. Setup fonksiyonu	60
Şekil 4.9. Modül seçimi ve buton fonksiyonları.....	61
Şekil 4.10. HTML web sayfası.....	62
Şekil 4.11. Tekrarlayıcı modül kavramsal tasarımı.....	63
Şekil 4.12. Tekrarlayıcı (Sinyal Güçlendirici) modül PCB şeması.....	63
Şekil 4.13. Tekrarlayıcı (Sinyal Güçlendirici) modül üst görünüm	64
Şekil 4.14. Tekrarlayıcı modül kütüphaneler ve değişken tanımlamaları.....	64
Şekil 4.15. LCD fonksiyonu.....	65
Şekil 4.16. Optik port bağlantılı uç düğüm modülü kavramsal tasarımı.....	66
Şekil 4.17. Optik port bağlantılı uç düğüm modülü PCB şeması	66
Şekil 4.18. Optik port bağlantılı uç düğüm modülü üst görünüm.....	67
Şekil 4.19. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü kavramsal tasarımı	68
Şekil 4.20. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü PCB şeması	69
Şekil 4.21. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü üst görünüm	70
Şekil 4.22. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü değişken tanımlamaları.....	70

Şekil 4.23. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü setup fonksiyonu.....	71
Şekil 4.24. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü sayaç okuma fonksiyonu.....	72
Şekil 4.25. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü sayaç okuma/açma/kesme işlemleri	73
Şekil 4.26. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü ve sayaç.....	75
Şekil 4.27. Optik port bağlantılı uç düğüm modülü ve sayaç.....	76
Şekil 4.28. Elektrik sayaçlarını uzaktan izleme ve kontrol için kablosuz algılayıcı ağ tabanlı sistem uygulaması.....	77
Şekil 4.29. Elektrik sayaçlarını uzaktan izleme ve kontrol için geliştirilen web arayüz.....	79



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Elektronik-eletrik sayaçların sınıflandırılması	14
Çizelge 3.2. OBIS Kod örnekleri.....	18
Çizelge 3.3. Sayaç flag kodları	19
Çizelge 3.4. RS485 standardı özet tablosu	24
Çizelge 3.5. ASCII mod byte yapısı	29
Çizelge 3.6. ASCII mod karakter çerçevesi	29
Çizelge 3.7. nRF24L01 alıcı verici pin özellikleri.....	49



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AC	Alternatif Current
AMI	Advanced Metering Infrastructure
AMR	Automatic Meter Reading (Otomatik sayaç okuma)
ASCII	American Standart Code for Information Interchange
BCC	Block Check Character (Blok kontrol karakteri)
BEDAŞ	Boğziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.
BPL	Boardbord Power Line
DAD	Denize Adam Düştü
DC	Direct current
EIA	Electronic Industries Assosiation
EKG	Elektrokardiyografi
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
IEC	International Electromechanical Committe
KAA	Kablosuz algılayıcı ağlar
Kcetas	Kayseri ve Civarı Elektrik Türk A.Ş.
LCD	Liquid Crystal Display (Sıvı kristal ekran)
MDM	Mobile Device Management
NED	Networked Embeded Devices
OBIS	Object Identifications System
OSO	Otomatik sayaç okuma
PCB	Printed Circuit Board
PLC	Power Line Carier
RF	Radio Frequency
RS	Recommended Standart
SPI	Serial Peripheral Interface
TCP	Transmission Control Protocol
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.
UCP	Universal Computer Protocol
UDP	User Datagram Protocol
Wimax	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WSN	Wireless Sensor Network

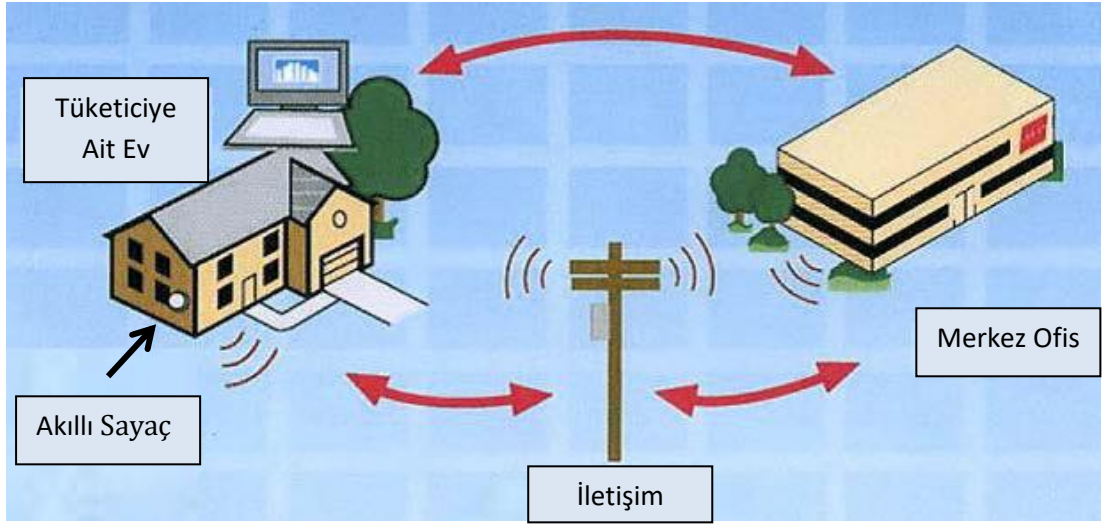
1. GİRİŞ

İnsanoğlunun her zaman enerjiye ihtiyacı olmuş ve enerji üretmiştir. Günümüzde de enerji üretmek ve bu enerjinin verimli tüketimini sağlamaya çalışmak büyük bir zorunluluktur. Enerjinin verimli tüketilmesini sağlamak için hızlı ve şeffaf enerji takibine ihtiyaç duyulmaktadır.

Dünya nüfusu hızlı bir şekilde artmakta ve nüfus şehirlerde yoğunlaşmaktadır. 2025 yılında dünyadaki nüfusun 8 milyara varabileceği öngörülmektedir. 2035 yılında, enerji kullanımının %40 artacağı beklenmektedir. 2050 yılında ise dünyadaki nüfusun %70' inin şehirlere geleceği beklenmektedir. Günümüz dünyasında tüketim açısından çok fazla insanın yoğun bir şekilde şehirlerde yaşadığı bu yüzden daha fazla enerjiye ihtiyacın duyulacağı bir sürece girilmektedir. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de enerji ihtiyacı ve enerjinin verimli kullanımı en önemli gündem konusudur (Cengiz vd., 2015).

Türkiye 2015 referans yılı 263.828GWh ile dünyada en çok elektrik tüketen 16. ülke konumundadır. Türkiye'deki elektrik hatlarında kayıp kaçak oranı ortalama %15' dir (Enerji Atlası, 2018). Enerji verimliliğinin dünya standartlarına ulaşabilmesi için dağıtım şirketlerinin özelleştirilmesi, yasal ayrışma gereksinimi, artan rekabet ve teknolojik gereksinimler sonucunda dağıtım sektöründe akıllı sayaç kavramı ortaya çıkmıştır. Akıllı sayaçlar çift yönlü veri iletişimi sağlayabilen ve gerçek zamanlı elektrik şirketlerine veri aktarabilen sayaçlardır.

Kontrol sinyallerinin haberleşmesi ve enerji tüketim verilerine erişmek için bluetooth bir seçenek olabilir. Power Line Carrier (PLC) ve Boardbord Power Line (BPL) haberleşmesi, TCP/IP gibi bilgi aktarımı diğer olası seçeneklerdir. Kablosuz modem, mevcut internet bağlantısı, şebeke hatları üzerinden iletişim, RS-232/485, Wi-Fi, Wimax ve Eternet veri yükleme işlemleri için kullanılabilir (Garrity, 2008).



Şekil 1.1. Akıllı sayaçlı bir dağıtım şebekesinde haberleşme durumu

İnsan işgücü unsurunun olduğu her türlü yapı dış etkilere açıktır. Tüm dünyada bu durumu görebilen şehir ve şirket yöneticileri akıllı şebekelere yönelmektedirler. Kaynakların verimli tüketilmesi amacıyla bütün süreçler akıllı şebekeler ile yönetilmektedir. Enerji kaynaklarının tüketiminde maliyetlerin azalması, verimliliğin artması ve tasarrufun artırılmasında akıllı sistemler önemli katma değer sağlamaktadır. Akıllı şebeke sistemleri günümüzde gelişmiş pazarlarda önemli enerji projelerinin temelini oluşturmaktadır. 2012' de dünya genelinde 186 milyon adet aktif akıllı sayaç bulunmaktaydı. 2022' de 1,7 milyar akıllı sayacın kullanılacağı beklenmektedir (İpakchi ve Albueh, 2009:52). Örnek olarak, Barcelona, Amsterdam gibi şehirlerin altyapı çalışmaları veya İtalya' da 32 milyon sayacı kapsayan Enel projesi, Fransa' da 35 milyon sayacı kapsayan SOGRID projesi, İspanya' da 13 milyon sayacı kapsayan Enel Endesa projesi, İngiltere' deki 53 milyon sayacı kapsayan elektrik ve gaz sayacı projeleri ve Amerika' da başlatılan Southern California Edison projesi dünyanın akıllı şebekelere verdiği önemi göstermektedir (Cengiz vd., 2015).

Akıllı sayaç sistemleriyle iş gücü yönetimi, iş gücü akışı ve faturalandırmanın sistematik bir şekilde yönetimi sağlanabilir, akıllı sayaçların kullanımı ile SCADA sistemleri artırılabilir, güç sisteminin kontrolü gibi çeşitli faydalarının yanında kayıp ve kesintileri en alt seviyeye indirmek için ihtiyaç duyulduğu

zaman operasyonel kararlar alınabilir. Özellikle mikro şebekeler sayesinde akıllı sayaçların hata analizi, enerji maliyetlerinin düşürülmesi, güç analizi ve talep kontrolü yapılabilir. Akıllı sayaçlar arıza kaynağını tespit etmek, arıza önleyici bakımı planlamak, doğru faturalandırma yapmak ve arızanın giderilmesine yardımcı olmak amacı ile kullanılabilir. Ek olarak akıllı sayaçlar ile sistemden kaynaklanan istenmeyen bileşenlerin varlığı tespit edilebilir (Cengiz vd., 2013).

Mevcut akıllı sayaç sistemlerinde; akıllı sayaç sistemi, akıllı sayaç ve diğer sayaç sistem elemanlarının veri transferi yapmasını sağlar ve veri transfer sürecini yönetir. Bu süreçte transfer edilen veriler kişilere ait özel hayatı ilgilendiren bilgiler verebileceğinden erişimi sınırlı personel ve kullanıcıların erişebileceği güvenli ağlarda transfer edilmeli ve güvenli serverlarda depo edilmelidir. Akıllı sayaç sistemlerinde iletişim için gerekli olan standartlar ve ağ içindeki kurallar veri transferi ve veri depolanmasının güvenli olabilesi için formülize edilmiş olmalıdır. Mevcut akıllı sayaç sistemlerinde kullanıcıların bu sistemlere dâhil edilebilmesi için kullandıkları elektronik elektrik sayaçlarının Otomatik Sayaç Okuma Sistemi (OSOS) uyumlu yeni nesil elektrik sayaçları ile değiştirilmesi gerekmektedir. Bu durum hem kişisel olarak hemde ülke ekonomisi açısından ekonomik olarak yük oluşturmaktadır.

Bu çalışmada elektronik elektrik sayaçlarının haberleşme yöntemleri incelenerek, bu haberleşme yöntemlerinin gömülü sistem geliştirme kartları ile uygulama ve Kablosuz Algılayıcı Ağ (KAA) yapısında kullanılabilme imkânı araştırılmıştır. Çalışma sonunda elektronik elektrik sayaçların verilerinin gömülü sistem geliştirme kartları ile okunup, KAA teknolojisi ile merkezi üniteye alınması, elektronik elektrik sayaçların açma/kapama işlemlerinin bu sisteme dâhil edilmesi amaçlanmaktadır.

Tezin ilerleyen bölümlerinde kaynak taraması ve değerlendirmesi, elektronik elektrik sayaçların yapısı, elektronik elektrik sayaçlarının haberleşme yöntemleri, KAA haberleşme teknolojisi, amaçlanan çalışmanın tasarımı ve uygulaması ayrıca araştırma bulgularına yer verilmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde, elektronik - elektrik sayaçlardan veri okunmasında kullanılan yöntemler, sayaçlardan elde edilen verilerin değerlendirilmesi için geliştirilmiş olan yazılımlar ve değerlendirme yöntemleri hakkında yapılan, bu tez çalışmasına katkı sağlayan kaynak özetleri verilerek değerlendirilmiştir.

Şahin (2007) “Elektronik Sayaçlarda Kullanılmak Üzere Uzaktan GPRS Modül ile Elektronik Elektrik Sayacı Okuma Uygulaması” yüksek lisans tez çalışmasında, elektronik - elektrik sayaçlarının çalışma prensiplerinin incelemiştir. Ek olarak, uzaktan sayaç okuyabilme amaçlı GPRS haberleşme yapılarını inceleyerek, internet ortamında çalışan örnek bir uygulama gerçekleştirmiştir. Çalışmada, elektronik - elektrik sayaçların okunmasında GPRS haberleşme teknolojileri kullanarak performans testi için yeni bir modül devresi tasarlanmıştır. Haberleşme için farklı ölçüm yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen veriler aralarında karşılaştırılarak irdelenmiştir.

Yetişken (2010)' nin çalışmasında uzaktan sayaç okuma teknikleri ile yapılan otomatik sayaç okuma otomasyonları hakkında bilgiler verilmiş, elektrik enerjisi ölçümünde kullanılan sayaçlar ve ölçü düzenekleri incelenmiştir. Dünyada ve ülkemizde yapılan uygulamalar tanıtılmıştır. Çalışmada kullanılan, RS-485, seri haberleşme ve RS-232 haberleşme konularından bahsedilmiştir. Elektronik elektrik sayaçlarının haberleşme standartları incelenmiş, Modbus ve IEC 61107 haberleşme protokolleri hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışma kapsamında önceki uygulamalar referans alınarak bir OSOS tasarlanmıştır. Bu çalışmada IEC 61107 protokolü C modu kullanılarak uzaktan sayaç okuma yazılımı geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım sayesinde bilgilerin bir veri tabanında tutulup incelenmesine olanak sağlanmıştır. Çalışmada elde edilen sayaç verilerinin paylaşımı için web servisler hazırlanmıştır.

“Akıllı Sayaçların Şebeke Entegrasyonu ve Türkiye Uygulaması” çalışmasında akıllı sayaç birkaç önemli yönden incelenmiştir. Çalışmada şirketin akıllı sayaç kullanımında enerji sisteminde oluşacak avantajlar yanı sıra müşteri bakış açısı

da ele alınmıştır. Akıllı sayaç iletişimi için çeşitli potansiyel iletişim ağları sunulmuştur. Buna ek olarak tasarım, geliştirme ve kurulumda ki birçok zorluk, gereksinim ve sorunlar tartışılmıştır. Gelişmekte olan ve akıllı sayaç kurulum statüsünde olan ülkeler için bu ülkelerin akıllı sayaçlara olan ihtiyaçları anlatılmıştır. Sonuç olarak yasal ayrışma ihtiyacı, dağıtım şirketlerinin özelleştirilmeleri, teknolojik ihtiyaçlar ve artan rekabet sonucunda Türkiye'nin dağıtım sektöründe akıllı sayaç ihtiyacı ön plana çıkmıştır. Bu doğrultuda dağıtım şirketleri ve diğer paydaşların bu dönüşüme ve değişime hazır olmaları gerekliliği vurgulanmıştır (Cengiz vd., 2015).

Erkal (2009)'a sayaç okumada önemli sorunlardan bir tanesi de geniş alana yayılmış olan sayaç yerleşim yapılarıdır. Sayaç verilerinin toplanması ve değerlendirilmesinde bilgilerin hatasız olarak elde edilmesine Otomatik Sayaç Okuma Sistemleri (OSOS) ekonomik bir çözüm olarak görülmektedir. OSOS' lar günümüzde enerjinin verimli bir şekilde üretilmesi, dağıtılması, iletilmesi, tüketimi ve klasik sayaç okuma yöntemlerinin yetersiz kaldığı gibi konularda önemli avantajlar sağlamaktadır. Gelişen teknoloji OSOS' lara karşı olan ilginin her geçen gün artmasını sağlamaktadır. Günümüzde hızla tükenen enerji kaynaklarının verimli yönetiminin ancak OSOS gibi gelişkin veri toplama ve yönetimi sistemlerinin enerji sistemleri ile uyumlu bir şekilde çalışmasıyla mümkün olabileceği görülmüştür. Bu makale, modern OSOS yapısını, dağıtım sistemlerindeki uygulamalarını ve avantajlarını incelemeyi amaçlamaktadır.

“Elektrik Sayaçlarının GPRS ile Uzaktan Okunması” çalışmasında amaç bir elektronik - elektrik sayaç tarafından kaydedilen verileri; sayacın RS485 seri iletişim portu ve optik portu kullanılarak, GPRS modem kullanılarak uzaktan okumaktır. Çalışma kapsamında, gelişmelerin çok hızlı yaşandığı Otomatik Sayaç Okuma teknolojisinin olumlu ve olumsuz yönleri, detayları, düzenleme çalışmaları ile ülkemizdeki muhtemel uygulamaları incelenmiştir. Çalışma sonunda örnek bir model geliştirilmiştir (Demir, 2006).

“Sayaç Okumalarında Mobil Uygulama Kullanımı ve E-Abone Uygulamaları” isimli çalışmada, sayaç okuma amacıyla kullanılan el terminallerinin yerine

mobil cihazların kullanılması önerilmektedir. Çalışma kapsamında geliştirilen sayaç okuma mobil uygulaması ve kiosk, E-Abone web ve mobil web uygulamaları anlatılmıştır. Çalışmada otomasyon sistemi önerilmiş ve sistemin mimari yapısı verilmiştir. Önerilen sistemin geliştirilmesi için gerekli teknik bilgiler aktarılmıştır. Önerilen sistem ile mevcut sistem kıyaslanmakta ve önerilen sistemin sağlayacağı avantajlar belirtilmektedir (Birant vd., 2015).

“Automatic Electric Meter Reading System: A Cost-Feasible Alternative Approach In Meter Reading For Bangladesh Perspective Using Low-Cost Digital Wattmeter And Wimax Technology” isimli çalışmada, Bangladesh için en uygun OSOS önermek amaçlanmıştır. Yüksek kapsama alanı, yüksek veri aktarımı ve yüksek performans ile Bangladesh için en uygun düşük maliyetli otomatik sayaç okuma sistemi önerilmiştir. Bu Otomatik Sayaç Okuma (OSO) sistemi dört temel birimden oluşmaktadır. Bu birimler iletişim birimi, okuma birimi, veri alma - işleme birimi ve faturalandırma birimleridir. Çalışmada, diğer sayaç okuma teknikleri incelenmiş ve Bangladesh için uygun olmadığı görülmüştür. Bu sebeple mekanik sayaçlardaki disk dönüşlerini tespit edilip, bu verileri depoladıktan sonra WIMAX kullanılarak sayaç okuma sistemi tasarlanmıştır (Tanvir vd., 2011).

“A Review on Smart Meter System” isimli çalışmada, akıllı ölçüm sistemleri üzerine inceleme yapılmıştır. Hindistan’da dijital sayaçlar ve elektromekanik kullanılmaktadır. Klasik yöntemler daha fazla zaman ve emek kaybına yol açmaktadır, ayrıca faturalandırmalarda hatalar yapılmaktadır. Akıllı sayaçlar kaydettiği bilgileri uzak bir aygıt veya bilgisayarlara kablosuz yöntemler ile gönderebilmektedir. Bu şekilde verilerin izlenmesi ve analizi kolayca yapılabilmektedir. Akıllı ölçümlerde kullanılan AMI, WIMAX, Zigbee gibi iletişim incelenmiştir. Sonuç olarak PLC yüksek başlangıç maliyetine sahipken, zigbee düşük maliyetlidir. Zigbee yönteminin daha fazla batarya ömrünün olması ve daha güvenli olması sebebi ile akıllı ölçme iletişim uygulamalarında zigbee tercih edilmelidir (Patel ve Modi, 2015).

Varshney vd. (2016), makelelerinde akıllı sayaç kavramı, Power Line Carrier (PLC) kullanan iletişim, maliyet optimizasyonu, farklı iletişim türleri ve veri setlerini açıklanmıştır. Teknolojik gelişmeler beraberinde birçok zorluk getirmiştir. Zorlukların üstesinden gelmek için akıllı ölçüm sistemi yaklaşımı geliştirilmiştir. Yapılan çalışmada, ölçüm sistemlerinin temel mimarisi ve bir vaka çalışması gerçekleştirilmiştir.

Günümüzde birçok alanında gelişmeler yaşanmaktadır. Ağa Gömülü Aygıtlar (NED-Networked Embedded Devices), elektrik şebekelerini, fabrikaları ve evleri daha akıllı hale getirmekte ve aralarındaki işbirliği olanaklarını arttırmaktadır. NED'ler tüketilen veya üretilen enerjinin gerçek zamanlı ölçümünü sağlayacaktır. Dağınık heterojen altyapılarda ölçmenin klasik anlayış ile gerçekleşmesi zamanla zorlaşacaktır. Bu çalışmada, birden çok web hizmeti özelliği bulunan cihazların olay tabanlı modda ölçme verilerini sunması ve bunları değerlendirmek için bazı ölçümler sağlayan büyük ölçekli altyapıları simüle etmesi gibi konularda çalışmalar yapılmıştır (Karnouskos ve Izmaylova, 2017).

Lin vd., (2004), makalelerinde kablosuz veri aktarımı uygunluk çalışmalarının sürdürüldüğünü tespit etmişlerdir. Makalede, gömülü hesaplama teknolojisi ve kablosuz haberleşmedeki gelişmelerle beraber uzaktan sağlık izleme hizmetlerindeki gelişmelerin önemine vurgu yapılmıştır.

Geliştirilen uygulama askeri amaçlıdır. Uygulamada belirlenen alana uçak ile binlerce sayıda algılayıcı düğüm bırakılmıştır. Uçaktan bırakılan düğümlerin kablosuz haberleşme üniteleri aracılığıyla organize olarak tespit ettikleri verileri birbirleri üzerinden merkeze ilettikleri tespit edilmiştir (Mohammad ve Mahgoub, 2004).

Çakıroğlu (2006) “Kablosuz Algılayıcı Ağlar için Dinamik Kanal Atlamalı Güvenlik Sistemi Tasarımı” adlı doktora tezinde KAA'lara dışarıdan gönderilen radyo sinyalleri ile iletişimi ortamının sürekli meşgul olmasına ve paketlerin

bozulmasına neden olan boğma saldırılarını önlemek amacı ile bir sistem tasarlamıştır.

“Kaçak Elektrik Kullanımının GSM Aracılığıyla Takibi” adlı çalışmada kaçak elektrik kullanımlarının takibi ile Arduino ve GSM modülleri gerçekleştirilmiştir. Sayaç ile belirlenen bir nokta arasındaki akım ölçülerek, herhangi bir izinsiz müdahale durumu gerçekleştiğinde algılayıp merkezde yer alan arayüz ekranına aktaran bir sistem geliştirilmiştir. Çalışma GSM haberleşmesini kullanarak gerçekleştirilen benzer örneklerinden farklıdır. Elektrik sayaçlarına monte edilerek, kaçak kullanımı takip etmeyi sağlamaktadır (Güngör, 2014).

Bal vd., (2015), çalışmalarında elektrik enerjisi ölçme sistemi geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistemde bir elektronik - elektrik sayacının kaydettiği veriler enerji hatları sayesinde uzaktan takip edilmiştir. Ayrık kod değiştirme anahtarlama modülasyon tekniğiyle bilgi iletişimi sağlanmıştır. Sistemin güvenilirliğini test etmek amacı ile değişik çalışma koşullarında deneyler yapılmıştır. Sonuçlar çalışma sonunda sunulmuştur.

Elektronik - elektrik sayaçlarının fiziksel bağlantıları, haberleşme frekans aralıkları, haberleşme modları ve bu modlara ait protokol yapıları belirtilmiştir (IEC, 2002).

Süzer, (2006), çalışmasına uzaktan sayaç okuma tekniklerinden olan RS-485 hattı ile haberleşme, akım ilmiğiyle haberleşme, RS-232 haberleşme hattı ile haberleşme, telefon hattı üzerinden haberleşme, GPRS ile haberleşme, radyo, fiber optik kablo ile haberleşme frekansıyla haberleşme ve enerji hattı üzerinden haberleşme konularından bahsederek başlamıştır. Çalışmada incelenen teknikler, haberleşme sürecine ait teknik bilgiler verilerek açıklanmıştır. Sonraki bölümde ise IEC OSOS' larda ve endüstriyel sistemlerde kullanılan IEC 61107 ve Modbus-RTU haberleşme protokolleri incelenmiştir. Çalışmada bu protokolleri kullanan test yazılımı geliştirilmiştir. Yazılımın geliştirilmesinde Visual Basic 6.0 ortamı kullanılmıştır. Çalışma sürecinde mevcut haberleşme yazılımları haberleşme kapısı izleme yazılımlarıyla

incelenmiş ve taklit edilmiştir. Çalışma şekillerinin anlaşılmasıyla yazılım geliştirilmeye başlanmıştır. Yazılım karakteristikleri ve haberleşme kapısı parametrik oldmasından dolayı oluşturulan raporlar sonucunda sistemi analiz etme imkânı ve birçok deneme yapma imkânı sunmuştur.

“Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Bulut Bilişim ile Servis Kalitesinin Artırılması” adlı çalışmada, düşük maliyetle, bulut bilişim sanallaştırılmış ve ölçeklenebilir şekilde depo alanı, yazılım altyapısı hizmeti ve esnek hesaplama sağlaması sebebiyle kullanışlılığı artacak bir teknoloji olarak tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında tasarlanan sistem sınırsız depolama kapasitesi içermesi ve yüksek hesaplama gücüyle, herhangi bir akıllı cihazla çevresel bilgilerin gerçek zamanlı olarak takip edilmesine olanak sağlamaktadır. Çalışmada nRF24L01 kablosuz modülü ile LM35 ısı sensöründen okunan ısı bilgisi yıldız topoloji kurularak merkez düğümden okunmuştur (Ateş ve Şaykol, 2015).

Uzun (2016) tarafından gerçekleştirilen “Kablosuz Sensör Ağ Uygulamaları için Düğüm Modülü Tasarımı” yüksek lisans tez çalışmasında amaçlanan, yüksek çıkış gücünde sensör düğümü tasarlayarak, RF kanal anahtarlama yöntemini kullanarak veri aktarımı uygulaması gerçekleştirilebilmektir. Çalışma kapsamında geliştirilen kablosuz algılayıcı düğümler üç farklı rolde çalışacak biçimde tasarlanmıştır. Kablosuz algılayıcı düğümlerden birincisi “verici” rolüne sahip algılayıcı düğümdür. Kablosuz olarak düğüme bağlı olan algılayıcılardan aldığı dijital veriyi, RF alıcı verici modülü ile GFSK modülasyonu sayesinde dâhili anten aracılığıyla ilgili algılayıcı düğüme iletir. Verici düğüm tarafından iletilen veriyi, farklı bir algılayıcı düğüm olan “akıllı tekrarlayıcı” görevindeki algılayıcı düğüm alır ve RF sinyalini demodüle ederek veri doğrulama işlemi gerçekleştirir. Bir sonraki adımda da göndermesi gereken veriyi RF haberleşme yöntemi ile algılayıcı düğüme gönderir. KAA’ da bulunan bir diğer algılayıcı düğüm de “alıcı” görevinde işlem yapan algılayıcı düğümdür. Alıcı düğüm “Akıllı tekrarlayıcı” algılayıcı düğümden almış olduğu veri sinyalini RF kanalı üzerinden alarak son kullanıcının uygulamasına hazır hale getirir. Geliştirilen sistem ve tasarlanan modüller sayesinde tüm KAA’ larda daha uzak

mesafelerdeki veri alış verişi güvenli ve şeffaf bir biçimde gerçekleşmiş olacaktır.

Sazak vd. (2014), makalelerinde KAA tasarımında esas alınmak üzere yeni bir kavram olarak “aktif düğüm” ve işlevsel özellikleri üzerinde durmaktadır. Genel anlamda bütün düğümlerin periyodik biçimde veri iletişimi gerçekleştirdiği uygulamalara önemli bir alternatif sunan aktif düğüm tabanlı sistem tasarımı, KAA kurulum / bakım / işletim maliyeti ve başarımlarında önemli iyileştirmeler sağlamaktadır.

Sevin (2011) yüksek lisans tez çalışmasında yeni bir yaklaşım olarak KAA’larda bir Acil Durum Tespit Sistemi (K-ADTS) tasarımı ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Deniz taşıtlarında K-ADTS ile Denize Adam Düştü (DAD) durumundaki ilk ve hızlı müdahale sorununa çözüm üretilmiştir. Denizcilik sektöründe karşılaşılan sorunların başında DAD durumu gelmektedir. Sistemin en büyük sağladığı avantaj olan gerçek zamanlı algılama ve konum tespiti ile sorun çözülmüştür. Geleneksel yöntemlerde yer almayan acil durum alanının gerçek zamanlı olarak aydınlatılması da geliştirilen sistemin önemli bir avantajıdır. Gözetmen denetiminde bulunan anlık konum bilgisi ile birlikte olay yeri aydınlatması, tasarlanan sistemin en zor gece şartları altında yüksek başarımlarını garanti edebilmektedir. Kullanılan yöntem sistemin bir parçası olan maliyet - etkin KAA altyapısı, standartlaştırma çalışmalarına da esas oluşturabilecek şekilde ilk kez çalışmada yer almıştır. Günümüzde kullanılan geleneksel sistemlerin acil durumlarda maksimum sekiz saat çalışabilme özelliklerine karşın, geliştirilen K-ADTS yaklaşık bir yıl bakım yapılmadan çalışabilme özelliği ile geleneksel yaklaşımdan ayrılmaktadır. Geliştirilen sistemin temel avantajları, standart enerji kaynakları kullanımı, kurulum basitliği ve bakım maliyetlerinin düşük olmasıdır. Gerçekleştirilen K-ADTS, genel olarak maliyet - etkin yazılım ve donanım bileşenlerinden oluşmaktadır.

Türker (2011)’ in “Kalp Atışının Sezilmesi ve Alınan Sinyalin Kablosuz Algılayıcı Ağlar ile İletimi” yüksek lisans tez çalışmasında, hareket sınırlılığı olmadan hastaların anlık veya sürekli olarak takibini gerektiren durumlarda kalp

sinyallerini izlemek için, giyilebilir bir elektrokardiyogram (EKG) devresi tasarlanmıştır. Geliştirilen sistem ile verilerin uzak mesafeye iletim uygulaması yapılmıştır. Elektrotlar kullanılarak hastadan alınan EKG sinyali, gerekli filtreler uygulandıktan sonra kablosuz haberleşme teknolojileri kullanılarak iletilmiştir. Bu amaçla doğrultusunda Kablosuz Algılayıcı Ağ (KAA) kullanılmış; elde edilen kalp sinyalleri Zigbee 802.11.4 standardına göre çalışan algılayıcı düğümler sayesinde dijital forma dönüştürülerek, merkezi bir düğüme iletilmiştir. Bilgisayarda bulunan seri porta bağlı bulunan merkezi düğüm aracılığıyla elde edilen veri, sürekli akış grafiğine dönüştürülmüştür. Gerçekleştirilen bu sistem sayesinde hasta EKG' lerinin izlenmesinde mesafe kısıtlaması ve kablo kullanma zorunluluğu sorunu çözümlenmiştir.

Turhan (2011)' ın "Kablosuz Algılayıcı Ağlar İçin Matlab ile Kullanıcı Arayüz Tasarımı" isimli tez çalışmasında, KAA' larda düğümlerden elde edilen verileri görüntüleme işleminin MATLAB GUI tabanlı gerçekleştirilerek geliştirilmeye açık bir yapıya kavuşması, farklı amaçlar için yeni bir yaklaşım geliştirilmesine ve çok çeşitli uygulama alanlarına hitap etmesi katkıda bulunması sağlanmıştır.

Bekçibaşı (2011) "Kablosuz Algılayıcı Ağlar İle Çocuk Oyun Alanı Güvenliği" yüksek lisans tez çalışmasında Kablosuz Algılayıcı Ağlar' da konum saptama tekniklerinden, gelen sinyal gücü ölçümü tekniğine katkı sağlanmayı ve konum saptamanın hava şartlarından bağımsız şekilde gerçekleştirilebilmesini amaçlamıştır.

Öztürk (2012) çalışmasında önerdiği Eliptik Eğri ile Güvenli Veri Kümeleme (EEiGVK) Prosedürü sayesinde KAA' ların önemli sorunlarından olan güvenlik ihtiyacına ve enerji tüketimine birlikte çözüm olabilecek yeni bir yaklaşım sunulmuştur.

Glover (2009) "Antenna and Base-Station Diversity for WSN Livestock Monitoring" çalışmasında KAA' lar ile hayvanların hareketliliklerini izleme amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında besi çiftliğinde hayvanların bulunduğu alana iki adet alıcı düğüm yerleştirmiş, hayvanlara bağlı

sensörlerden elde edilen verilerin verimliliğini ve ileride projelerde kullanılabilirliğini ölçmüştür.

Lokhorst (2011) "WSN for healthy cows and welfare friendly farm management" isimli çalışmasında kablosuz algılayıcı ağlar ile hayvanlara bağlı sensörlerden gelen yatma süreleri, adım sayıları, ayakta durma sürelerini ve hareket etme sıklıklarını bilgisayar ortamına aktardıktan sonra, hayvan hareketlerini üç boyutlu modelleme üzerine bir çalışma yapmıştır.

Akça (2013) çalışmasında KAA kullanılarak, mera hayvanlarının sağlık durumlarını değerlendirmek için hareketlilik ve vücut sıcaklığı verilerinin algılanıp izlenmesi ve değerlendirilmesini sağlayacak bir sistem tasarlanması amaçlamıştır. Tasarlanan sistemin donanım altyapısında XBee Seri 1 modülleri, ivme sensörleri ve sıcaklık sensörleri kullanılmıştır. Yazılım altyapısında ise modülleri programlayabilmek için Arduino IDE, izleme sistemi yazılımında ise MSSQL, C#, web arayüzü geliştirme amacıyla da Asp.Net araçlarından faydalanılmıştır.

Kaynak özetleri incelendiğinde KAA ile ilgili askeri, endüstriyel ve tıbbi alanlar başta olmak üzere birçok alanda uygulamalar ve araştırmalar yapıldığı ve gün geçtikçe KAA özellikleri esnek bir yapıya büründüğü tespit edilmiştir. Buna karşın özellikle ulusal literatürde KAA'ların elektronik - elektrik sayaç sistemleri uygulamalarına rastlanmamıştır. Araştırmalar sonucunda GPRS, Wifi, bluetooth, RF haberleşme teknolojilerinin yaygın olarak elektronik - elektrik sayaç sistemlerine uygulandığı görülmüştür. Ayrıca kaynak özetlerinden anlaşılacağı üzere AMR sisteminin geçmişinin çok önceye dayanmasına karşın, ülkemizde çok yeni olduğu görülmektedir. AMR sisteminin her geçen gün gelişen modern elektronik, yazılım teknolojileri ile yeni özellikler kazandırılması ve hizmet sunan işletme ile müşterilerin yeni ihtiyaç ve taleplerini karşılayacak çözümler içeren çalışmalar olduğu görülmektedir. Özellikle ulusal yayınların bu alanda yetersiz seviyede olduğu görülmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde, araştırma kapsamında geliştirilen sistemde kullanılan teknolojiler, kavramlar, donanımsal ve yazılımsal bileşenlerden bahsedilmiştir.

3.1. Elektronik – Elektrik Sayaçların Yapı Ve Özellikleri

1881'de Amerikalı William Edward Ayrton ve John Perry tarafından sayaç çalışma prensibi sunulmuştur. 1884 yılında, Hermann Aron ilk sayacı üretmiştir. İlk elektrik tüketimini ölçen sayaç 1883 yılında Dr. Hermann Aron tarafından patenti alınan DC bir sayaç olmuştur. Bu sayaçlar belirli bir andaki güç tüketim oranları ölçme amaçlı çalışmaktaydı. Aron' un sayacı belli bir zamandaki kullanılan toplam enerjiyi kaydetmekte ve bu tüketimin bir gösterge üzerinden görülmesi sağlanmaktaydı (Metering and Smart Energy, 2006).

İlk Alternatif Akım (AC) sayaç örneği, Macar Ottó Bláthy tarafından patenti alınan ve onun ismiyle anılan sayaçtır ve 1889 yılında Frankfurt fuarında Ganz Works şirketi tarafından sunulmuştur. İlk indüksiyonlu kilowatt-saat sayacı 1889 yılının sonlarında satışa sunulmuştur. Bláthy sayaçları bilinen ilk alternatif akım sayaçlardır (Metering and Smart Energy, 2006).

Günümüzde elektrik, su ve doğalgaz gibi artık zorunlu ihtiyaç sayabileceğimiz insanların hayatını kolaylaştıran imkânlar hayatın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu gereksinimler karşılanırken kullanılan miktarının ölçülmesinde ve faturalandırma işleminin gerçekleşmesinde elektronik aygıtların kullanımı zorunlu bir hal almıştır. Ayrıca faturalandırma işlemleri gerçekleştirilmesinde ve kayıp kaçakların tespit edilmesinde, elektronik sistemler önemli avantajlar sağlamıştır. Bu işlemler gerçekleştirilirken belirlenen standartlara uygun sayaçlar üretilmeli ve kullanılmalıdır (IEC, 2004).

Elektrik sayaçları; iş yerlerinde, konutlarda veya elektrikle çalışan cihazların tükettiği elektrik enerjisi miktarını veya bir generatör vb. cihaz tarafından üretilen elektrik enerjisi miktarını ölçebilen cihazlardır. Elektrik sayaçları,

faturalandırma işlemlerinin hatasız bir biçimde yapılabilmesi için oldukça önemli bir araçtır. Çalışma amacı olarak üretilen / tüketilen gücün zaman içerisindeki miktarını ölçme prensibine göre çalışan bu cihazlarda zaman dilimi olarak “saat” belirlenmiştir. Sayaçların ölçüm birimleri Wh (watt/saat), kWh (kilowatt/saat), MWh (megawatt/saat) ve katları şeklinde belirlenmiştir (Aktif, 1996).

Elektrik sayaçları farklı amaçlar ile farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu durum elektrik sayaçlarının yapısına göre, devreye bağlanma şekline göre, imalat ve bağlantı şekline göre, ölçülen enerjinin cinsine göre, fonksiyonlarına ve kullanım yerine göre sınıflandırılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Elektrik sayaçlarının sınıflandırılmasına ait tablo Çizelge 3.1’ de mevcuttur.

Çizelge 3.1.Elektrik sayaçlarının sınıflandırılması

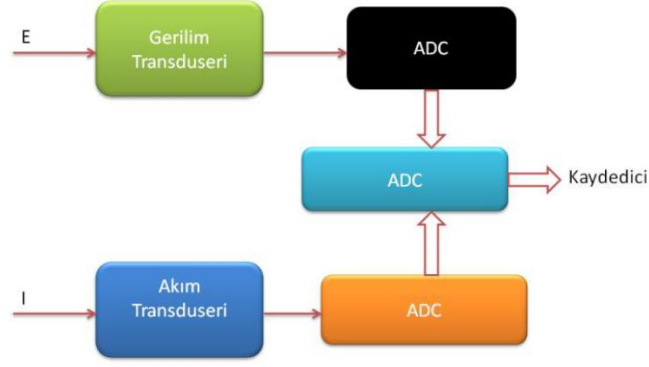
Yapısına Göre	✓ Elektronik Mekanik Elektromekanik
İmalat ve Bağlantı şekline Göre	✓ Bir faz iki telli (bir elemanlı) Üç faz dört telli (üç elemanlı) Üç faz dört telli (2½ elemanlı) Üç faz üç telli (Aron veya 2 elemanlı)
Devreye Bağlanma şekline Göre	✓ Sekonder ,Doğrudan bağlanan Primer, Akım trafosu ile bağlanan (x/5,AG) Akım ve gerilim trafosu ile bağlanan (x/5,OG)
Ölçülen Enerjiye Göre	✓ Aktif Sayaçlar Reaktif Sayaçlar Aktif-Reaktif (Kombi) sayaçlar VA sayaçları
Fonksiyonlarına göre	✓ Normal sayaçlar Demantmetreli sayaçlar Çok tarifeli sayaçlar Çift yönlü sayaçlar (İmport-Export) Yük profili kaydeden sayaçlar Haberleşme özellikli sayaçlar
Kullanım Yerine Göre	✓ Tüketici Sayaçları Dengeleme Uzlaştırma Sisteminin Gerektirdiği Haberleşmeyi Sağlayacak

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

Elektronik - elektrik sayaçlar, bağlı buldukları devrenin gerilim ve akım bilgilerini eşzamanlı olarak elektronik devreler sayesinde değerlendirip, sayısal işaretlere dönüştürerek, mikro kontrol ünitesi yardımıyla tüketilen enerji değerlerini hesaplar ve tüketim bilgisi olarak üzerindeki LCD ekrana aktarırlar. Elektronik sayaçlardan aktif tüketim(kWh), endüktif reaktif tüketim (kVarh), kapasitif reaktif tüketim (kVarh), anlık güç (demant-kw), görünür güç (kVa-kVar), akım (A), gerilim (V) parametreleri okumak ve kayıt altına almak tek bir cihaz üzerinden mümkündür. Elektronik sayaçlar bu bilgileri belirli zaman dilimlerinde saklayan ve istenildiğinde geçmişe yönelik bilgilerin alınabilmesine imkân sağlayan, silinmeyen ünitesi EEPROM' a sahiptirler (Elektrik Dağıtım Sistemi Temel Eğitimi, 2008).

Elektronik sayaçlarının ön yüzünde bulunan optik port ünitesi yardımıyla sayaçta depolanan anlık ve geçmişe dönük bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılabilmesi önemli bir özelliğidir. Ayrıca, sayaçtaki kullanım bilgilerinin endeksör cihazları yardımı ile anında ve yerinde, satışa esas fatura ve ihbarnameye dönüştürülmesi mümkündür. Bununla birlikte tüm bilgilere, sayaca uygun donanımlar tesis edilmesi ile erişimi de mümkündür (Elektrik Dağıtım Sistemi Temel Eğitimi, 2008).

Elektronik-elektrik sayaçların yapısı Şekil 3.1' de blok diyagramda verilmiştir. Elektronik-elektrik sayaçlar, elektrik hattından elde ettikleri gerilim, akım ve $\cos\alpha$ değerlerini alarak akım, gerilim ve güç/enerji verilerin, yük profilinde saklayabilen fonksiyona sahiptirler.



Şekil 3.1. Elektronik-elektrik sayaçların çalışma prensibi

Elektronik-elektrik sayaçların işlem katmanları Şekil 3.2’de verilmiştir. Elektrik hattından geçen bilgilerin okunup işlenmesinden sonra dış ortama aktarabilmek için LCD ekran ve bilgileri saklayabilmek için depolama alanına ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 3.2. Elektronik-elektrik sayaçların işlem katmanları

3.1.1. Tekfazlı (Monofaze) elektronik – elektrik sayaçlar

Monofaze(Tekfazlı) elektronik – elektrik sayaçlar Şekil 3.3.’te görüldüğü gibi genel olarak bir okuma butonu ve LCD ekrandan oluşurlar.



Şekil 3.3.Makel M600.2251 Sayaç

Tarife/tüketim bilgilerinin okunması oldukça kolaylaştırılmıştır. 5 saniye süre ile değerler LCD ekran üzerinden okunabilmektedir. Değerler arasında hızlı geçiş yapmak için mavi butona basılmalıdır. Mavi butona 5 saniye basılı tutulursa genişletilmiş menüye geçiş yapılır. Bu durumda mavi butona her basışta genişletilmiş menüdeki bir başka bilgi ekranına geçiş yapar. Butona basıldıktan 30 saniye sonra ekran yeniden otomatik değişim moduna döner.

Elektronik-elektrik sayacına faz bağlı değil iken sayaçta tutulan bilgileri görmek için mavi butona basılır. Her mavi butona basışta bir sonraki menü gelir.

Elektronik - elektrik sayacın tuttuğu veriler üzerinde bulunan optik port sayesinde de okunabilir. Bunun için optik port okuyucu donanımı sayacın üzerinde optik port üzerine takılır ve okuma işlemi gerçekleştirilir. Eğer sayaca bağlı bir faz bulunmuyorsa mavi butona bir kez basılır. Okuma işlemi 10 saniye içinde başlamaz ise butona tekrar basılır.

RS485 haberleşme özelliği bulunan sayaçlarda A ve B uçlarından sayacın tuttuğu veriler okunabilmektedir. Ancak bu işlem yalnızca sayaca faz bağlı ve elektrik enerjisi var iken yapılabilir.

Elektronik ölçüm yapan cihazlarda teknolojinin gelişimiyle ölçülmesi istenen değerler artmaktadır. Bundan dolayı genel bir tanımlama altyapısı geliştirilmiştir. OBIS "Object Identification System" sayaçlarda ortak olarak kullanılan verilerin tanımla kodlarıdır. Yoğun olarak elektrik uygulamalarında

kullanılmakta olup, gaz, su, sıcaklık ölçümlerinde de kullanılmaktadır (Lipinski vd, 1999).

IEC, OBIS kodlarının yapısını "A"dan "F"ye kadar hiyerarşik harfleri temsil eder. OBIS kodları 6 farklı gruptan oluşmuş ve 62056-61 standartlaştırılmıştır (Lipinski vd, 1999).

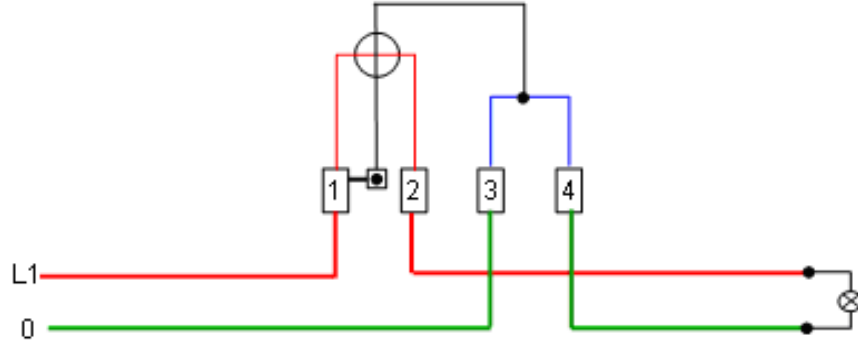
"A", "B" ölçme kanalı, "C" işleme yöntemi ve ülkeye özgü OBIS kodları, "E" tarife veya diğer ölçülen miktar, "D" ölçülen enerji türünü gösterir, "F" Kısmen A'dan E' ye kadar tanımlanmış olan değerlerin daha ileri alt bölümlerinin değerleri için kullanılır. Alışılmamış kullanımı ise değerleri farklı zaman periyotlarına bölerek saklamaktır. Genellikle tarihsel değerler için kullanılır (Lipinski vd, 1999).

Elektronik-elektrik sayaçları için OBIS-IEC 62056-21 kod örnekleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir. Daha geniş liste Ek A'da verilmiştir.

Çizelge 3.2. OBIS kod örnekleri

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

Elektronik – elektrik sayaçların ölçüm yapabilmeleri ve doğru veri elde edebilmeleri için, öncelikle ölçüm yapacağı şebekeye doğru olarak bağlanması gereklidir. Şekil 3.4'te tek fazlı sayaç bağlantı şeması verilmiştir.



Şekil 3.4. Tek fazlı sayaç bağlantı şeması (Tedaş, 2007)

Elektronik – elektrik sayaçlar üretilirken hangi üretici tarafından üretildiğinin tespiti açısından seri numarası ile birlikte flag kodu adı verilen üç karakterli üreticiye özel kodlar kullanılır. Bu sayaçların hangi üreticiye ait olduğunun tespiti için büyük önem taşımaktadır.

Çizelge 3.3.'de örnek olarak bazı üretici firmaların flag kodları verilmiştir. Detaylı liste Ek B'de verilmiştir (DLMS, 2018).

Araştırma kapsamında geliştirilen sistemde MSY flag kodlu MAK-SAY Elektrik Elektronik Malzemeleri A.Ş.'ye ait elektronik – elektrik sayaç kullanılmıştır.

Çizelge 3.3. Sayaç flag kodları

ABB	ABB Kent Meters AB
AEG	AEG
AEL	Kohler, Turkey
ATF	AKTIF Otomasyon ve GS ve Tic, Turkey
ATL	Atlas Elektronik, ANKARA, Turkey
AXI	UAB „Axis Industries“, LT-47190, Lithuania
EVK	EV KUR ELEKTRİK, İstanbul, Turkey
✓ MSY	MAK-SAY Elektrik Elektronik Malzemeleri, Turkey
KHL	Kohler, Turkey
KKE	KK-Electronic A/S
LSZ	Siemens Building Technologies
LUG	Landis+Gyr GmbH, Germany
LUN	Protokol Sanayi ve Ticaret, Karacaoglan Mah., 167 Sok., No 42 Isikkent, Izmir, Turkey

3.2. Elektrik Sayaçlarında Haberleşme

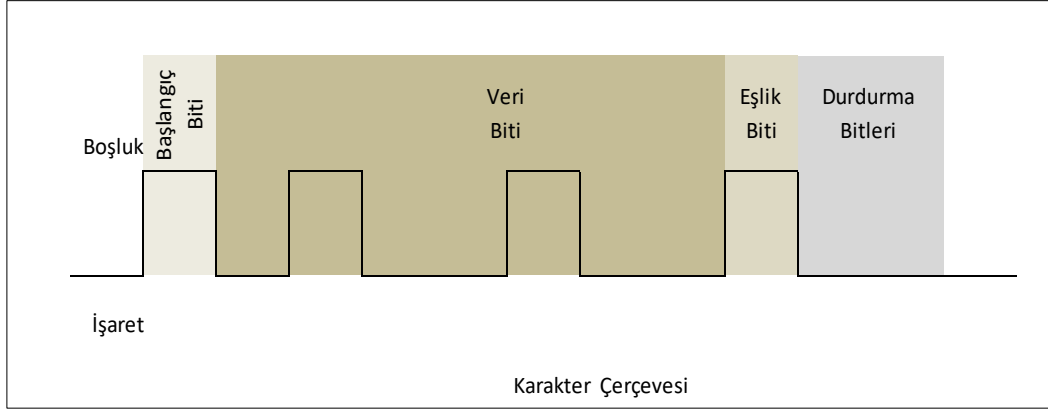
Cihazlar birbirlerinden farklı olsalar bile haberleşmeleri gerektiğinde daha önceden belirlenmiş haberleşme yöntem ve şekilleri ile aralarında haberleşebilirler. Bu bölümde elektronik – elektrik sayaç okumada yeralan ve bu çalışmada kullanılan haberleşme standartlarından bahsedilmiştir.

3.2.1. Seri haberleşme ve RS232 iletişimi

Seri haberleşme en yaygın haberleşme protokollerindendir. Seri bir bağlantıda gönderici veya sürücü bir dizi içindeki bitleri belli bir zamanda tek tek gönderir. Bir bağlantı iki tane cihaz arasında kurulursa her bir cihaz için tek bir yol tanımlanır. Üç veya daha fazla cihazda her bir haberleşme için paylaştırılmış yollar ve ağ protokolleri tanımlamaları kullanılır (Drapela ve Machacek, 2008).

Seri haberleşme dört adet parametreye ihtiyaç duyar. Bu parametreler haberleşmenin veri hızı, bir karakter olarak kodlanmış veri bitlerinin sayısı, eşlik biti tercihi ve durdurma bitleridir. Her bir haberleşme karakteri bir karakter çerçevesi içinde paketlenmiştir. Bu çerçeve, tek başlangıç bitini izleyen veri bitleri, eşlik biti tercihi ve durdurma bit veya bitlerinden oluşur (Drapela ve Machacek, 2008).

Şekil 3.5.'de Seri haberleşmede "m" harfi için kodlanmış karakter çerçevesi gösterilmektedir. En yaygın seri haberleşme protokolü olan RS232 sadece iki voltaj seviyesi kullanır. Bunlara işaret (Mark), boşluk (Space) adı verilir. Bu iki durumdaki kod şemasında veri hızı, kontrol bitlerini içeren mesajın maksimum bit sayısının her saniye için iletimi ile tespit edilir (Drapela ve Machacek, 2008).



Şekil 3.5. Seri haberleşmede örnek karakter çerçevesi (Drapela ve Machacek, 2008)

RS232 için gerçek değerler aşağıdaki gibidir.

$Sinyal > +3 V = 0$, $Sinyal < -3 V = 1$

Bir çıkış sinyalinin seviyesi genellikle +12 V ve -12 V arasında salınır. Dizaynda yok sayılan ve “ölü alan” olarak kabul edilen kısım +3 V ve -3 V arasındadır ve bu gürültü olarak kabul edilir (Drapela ve Machacek, 2008).

Başlangıç biti sinyalleri her bir karakter çerçevesinin başlangıcıdır. Bu negatif ve pozitif voltajlar arasındaki geçiştir. Burada geçen süre veri iletim hızına göre değişiklik gösterir. Eğer cihaz 9600 boundrate veri hızında haberleşiyorsa başlangıç bitinin ve onu takip eden her bir bitin süresi yaklaşık 0.104 ms kadardır. Onbir bitten oluşan tam bir karakter çerçevesinin iletimi yaklaşık 1.14 ms sürmektedir.

Karakter çerçevesi içinde veri bitlerinin yorumlanması karakter çerçevesinin sağdan sola okunması ile olur. Negatif voltaj “1” , pozitif voltaj “0” olarak okunur. Şekil 3.5.’de “m” harfi için verilen çerçeve 1101101 (ikilik düzen) olarak okunur ve ASCII kod karşılığı 6D(hex)“dir (Drapela ve Machacek, 2008).

Eşlik biti tercihi karakter çerçevesinde veri bitlerini takip eder. Eşlik biti basit bir hata kontrol şeklidir. Önceden eşlik bitinin tek mi çift mi olduğu tespit edilir (even- odd). Eğer eşlik biti tek (odd) tercih edildi ise eşlik biti ve veri bitlerindeki 1’lerin toplamı tek olacaktır. Data bitlerindeki 1’lerin adedi beş ise eşlik biti 0 olmalıdır ki toplam adet tek olsun (Drapela ve Machacek, 2008).

Karakter çerçevesinin son bölümü ise 1, 1,5 veya 2 durdurma bitidir. Bu bitler daima negatif voltajla ifade edilir. Eğer daha fazla karakter iletimi yoksa hiza negatif (İşaret) voltaj konumunda kalır. Yeni bir karakter gelecek ise yeni karakter çerçevesinin habercisi olarak pozitif voltaj (boşluk) başlangıç biti iletilir (Drapela ve Machacek, 2008).

Bütün seri haberleşmelerde bir sinyal veri akışını kontrol edebilmek için bir saat sinyali ve zamanlama referansına ihtiyaç duyar. Alıcı ve verici her bir bitin ne zaman alınacağına ve gönderileceğine saat sinyali ile karar verir. Saat sinyalinin farklı kullanışlarına göre iki çeşit seri veri gönderme formatı vardır. Bunlar eşzamanlı (senkron) ve eşzamansız (asenkron) haberleşmedir (Axelson, 2000).

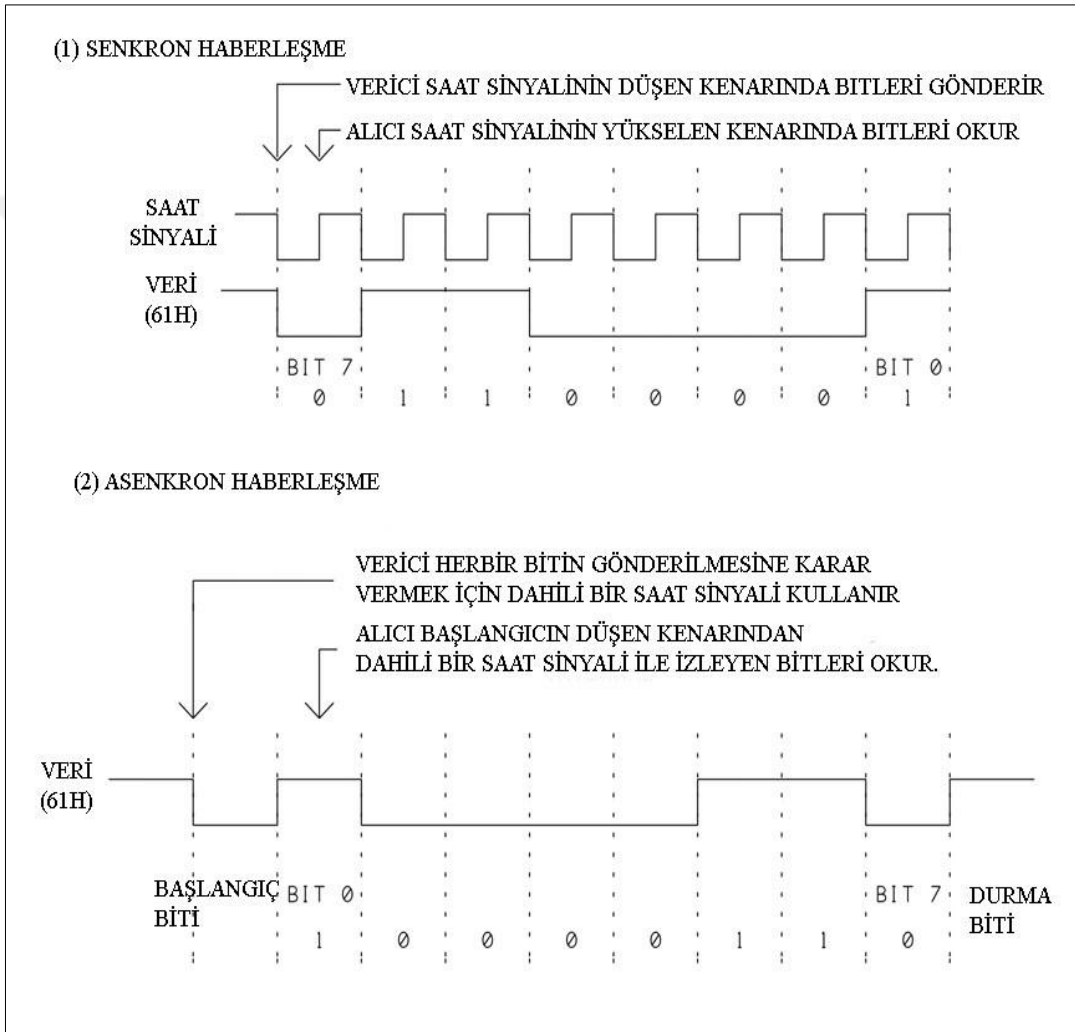
Senkron haberleşmede bütün cihazlar, bir cihaz tarafından veya harici bir kaynak tarafından üretilen ortak bir saat sinyali kullanırlar. İletilen bütün bitler saat sinyali ile senkronizedir. Bir başka deyişle iletilen her bir bit saat sinyalinin (yükselen veya alçalan kenar) değişmesine kadar geçerlidir. Alıcı, saat sinyali geçişlerini gelen her bitin ne zaman okuyacağına karar vermek için kullanır (Axelson, 2000).

Asenkron bağlantılarda harici bir saat sinyali kullanılmaz. Çünkü her ucun kendi saat sinyalini sağlayan bir yapısı vardır. Her bir ucun, saat sinyali frekansını kabul etmiş olması ve kendi içinde eşleşebiliyor olması gerekmektedir. RS232 ve RS485 iletişimler asenkron haberleşmelerdir (Axelson,2000).

Asenkron haberleşme birçok ortak format kullanabilir. Muhtemelen bunların en popülerleri [8-N-1] dir. Verici her bir byte için 1 başlangıç biti ve bunu izleyen 8 veri biti gönderir. "0", en az ağırlıklı bit (LSB) ile başlar ve "1" durdurma biti ile biter. [8-N-1] haberleşme de eşlik biti kullanılmaz. Eşlik bit kullanılan formata örnek [7-E-1] formatıdır. Bu format verici 1 başlangıç biti, 7 veri biti, 1 eşlik biti ve 1 durdurma bitinden oluşur (Axelson, 2000).

Araştırma kapsamında geliştirilen sistemde asenkron (eşzamansız) seri haberleşme [7-E-1] formatı kullanılmıştır. Elektronik – elektrik sayaçlarında kullanılan IEC 62056-21 protokolüne göre sayaçlar ile iletişime geçebilmek için [7-E-1] formatını kullanmak gerekmektedir.

Şekil 3.6.'da Senkron ve asenkron haberleşme biçimleri açıklanarak gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Senkron ve asenkron haberleşme biçimleri (Axelson, 2000)

RS232 standardı 1962' de ortaya atılmıştır. 3. sürümü 1969 tarihinde RS-232C ismini alarak piyasaya çıkmıştır. RS-232C standardı geliştirilerek 1987 yılında RS-232D standardı ismini alarak ortaya çıkmıştır. RS232D standardı haberleşme EIA-232-D ismi ile de bilinmektedir (Karabük, 2009).

RS-232 C standardı hatlar TTL sinyal seviyeleri ile uyumsuzdur. RS-232 C standardı hatların gerilim seviyeleri +12V ile -12V arasındadır. Bunu yanında RS-232 hatları ile +25V DC ve -25 V DC gerilim seviyelerine kadar olan sinyaller taşınabilir.

RS-232 standardı haberleşmede aktarım seri biçimde ve eşzamansız olarak gerçekleşir. RS-232 standardı haberleşmede sağlamakla görevli birim DCE (Data Communication Equipment) birimidir (320Volt, 2009).

3.2.2. RS485 iletişim

RS485 veya EIA (Electronic Industries Association) 485 iki yönlü (half-duplex) gönderme yapan sistemlerde haberleşme mesafesini 1,2 km kadar çıkarabilen haberleşme yapısıdır. Dengelenmiş (balanced) hatlarda kullanılır. Seri haberleşmede RS232'nin taşıyabileceği mesafeden daha uzak bir mesafeye veri iletimi için gerektiğinde RS 485 tercih edilir. Çizelge 3.4.'de RS485 standartları özet tablosu verilmiştir.

Çizelge 3.4. RS485 standartları özet tablosu

Parametreler	
İletim Modu	Dengeli
Sürücü ve Alıcı sayısı	32 Alıcı, 32 Sürücü
Maksimum kablo uzunluğu (metre)	1200
Maksimum data hızı (baud)	10 M
Maksimum ortak mod voltajı	12 ile -7 Volt
Maksimum sürücü çıkış seviyeleri	./+- 1.5
Maksimum sürücü çıkış seviyeleri	./+- 6
Sürücü yükü (ohms)	60 (min)
Sürücü çıkışı kısa devre akım limiti (mA)	150 Toprağa, 250 -7 ve 12 V,'ta
Minimum alıcı giriş direnci (12 kohms)	12
Alıcı Hassasiyeti	./+- 200 mv

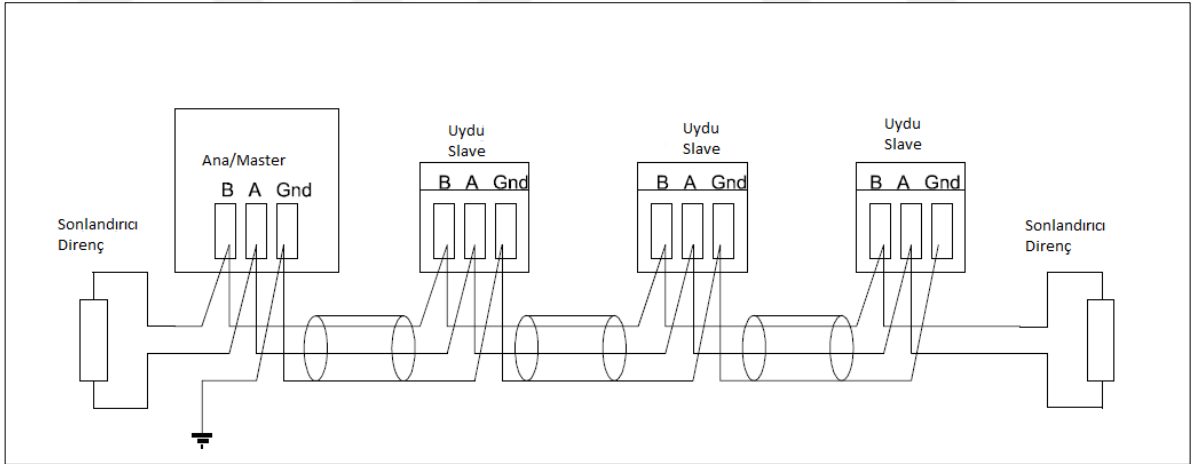
RS485 dengelenmiş hatlarla daha uzak mesafelere bilgi taşıyabilmektedir. Her bir sinyal bir kabloda negatif voltajıyla beraber kablo çiftlerine atanmıştır. Alıcı

iki voltaj arasındaki farkla cevap verir. Dengelenmiş hatların gürültüden etkilenmemeleri en büyük avantajıdır.

Dengelenmemiş bir hatta bir sinyal kablosu kullanılırken, dengelenmiş bir hatta iki adet sinyal kablosu kullanılmaktadır (Axelson, 2000).

Bir yarı-çift yönlü (half duplex) bir sistemde bir veya daha fazla verici bir veya daha fazla alıcı ile herhangi bir zamanda sadece bir tanesi aktif olacak şekilde haberleşebilir. Half-duplex haberleşmelerde iki aygıtta alıcı veya verici olabilmektedir. Komut gönderme ve alma işlemlerini gerçekleştirebilirler (Tyco Electronics Energy, 2014).

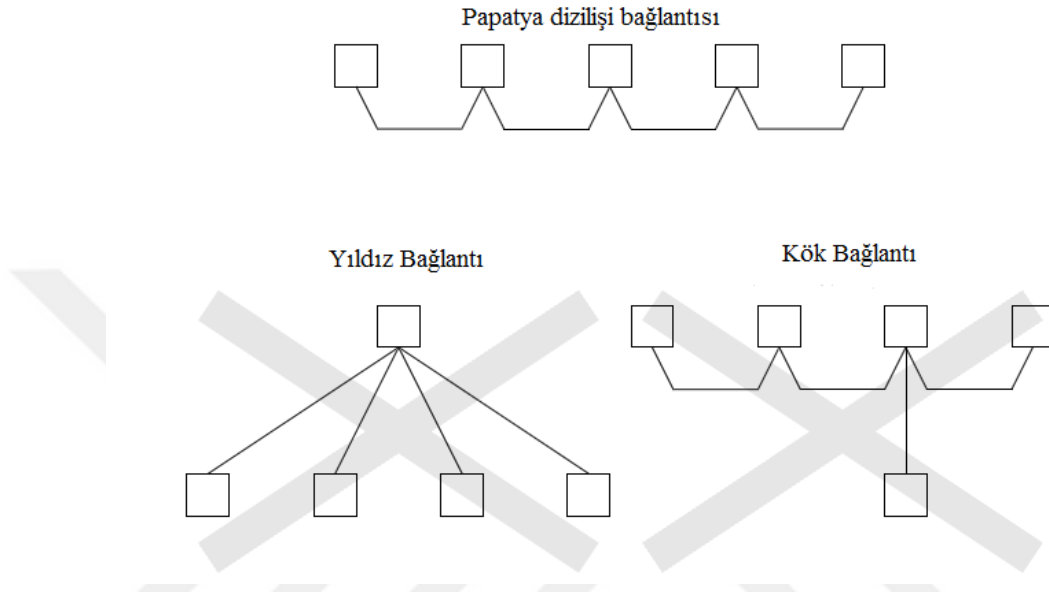
Bir RS485 ağında Anasistem (master) özel olarak adreslenmiş olan uydu sistemle (slave) bir söz dizisi ile konuşmaya başlar. Uydu sistemin cevap vermesini bekler. Önceden tanımlanmış periyotta uydu sistem cevap vermezse anasistem konuşmayı sonlandırır. Şekil 3.7.'de RS485 basit bağlantı şeması gösterilmiştir.



Şekil 3.7. RS485 haberleşme basit bağlantı şeması (Tyco Electronics Energy, 2014)

Bükülmüş kablo içindeki A ucuna bağlanan kablo diğer uydularında A uçlarına bağlanmıştır. Diğer B ucu da uyduların B uçlarına bağlanmıştır. Aynı bir topraklama kablosu kullanılarak, topraklarda birleştirilmiştir. Sonlandırıcı direnç olarak 120 ohm önerilmektedir. Her bir terminale iki kablodan daha

fazla kablo girmemelidir. Bunun için Papatya zinciri (Daisy Chain) veya Hatboyu (straight line) diye tarif edilen bağlantı tipleri kullanılmalıdır. Data bozulmalarına sebep olacağından Yıldız (star), Kök (Stubs-Tees) bağlantı şekilleri tavsiye edilmemektedir. (Tyco Electronics Energy, 2014) Şekil 3.8.'de RS485 bağlantı şekilleri verilmiştir.



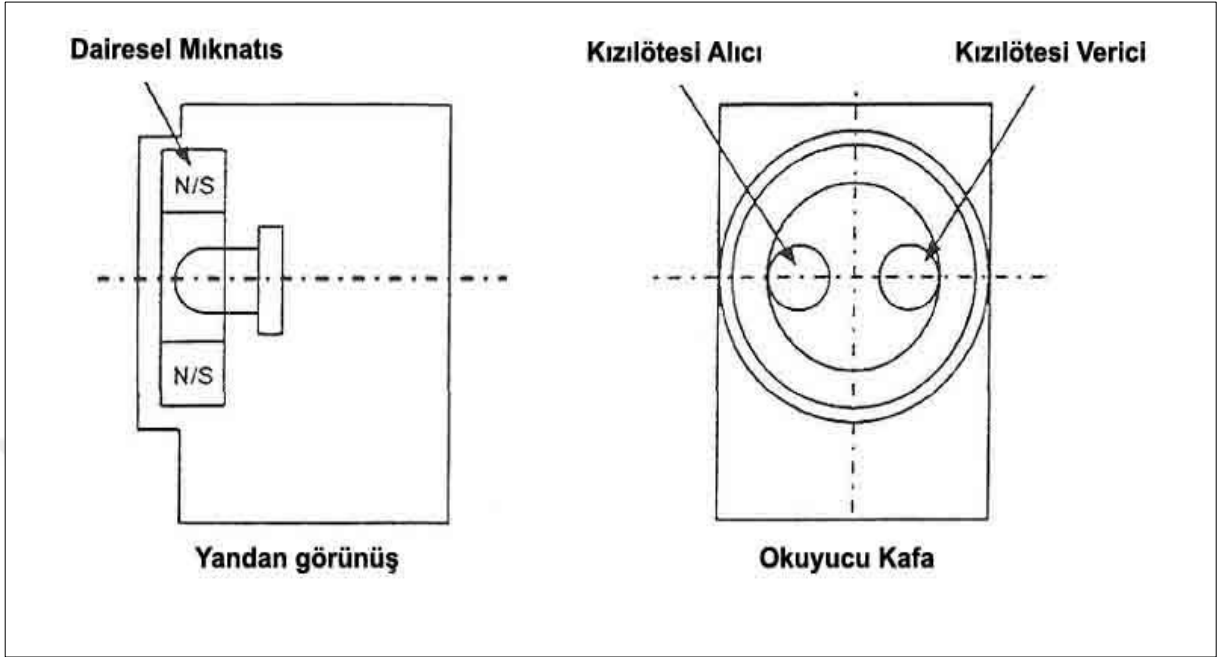
Şekil 3.8. RS485 haberleşme bağlantı şekilleri (Tyco Electronics Energy, 2014)

AMR (Automatic Meter Reading) 'lerde kullanılan sayaçlarda genellikle RS485 tercih edilmektedir. Bunun en önemli sebepleri RS232'ye göre daha uzak mesafelere (1200 metre) bilgi taşınabilmesi ve 32 adet cihaz bağlanabilmesidir. Bu sayede bütün veriler bir tek noktada toplanarak ana merkeze bu noktadan aktarma yapılabilecektir.

3.2.3. IEC 61107 Standardı optik port iletişimi

Sayaç haberleşme bağlantılarından bir tanesi de kızılötesi haberleşmedir. Okuyucu kafa ve cihaz üzerindeki optik porttan oluşur. IEC 62056-21 standartlarında elektrik sayaçlarında optik ara yüzün özellikleri verilmektedir.

Şekil 3.9.' da optik ara yüz için kullanılan elemanların dizilişleri verilmektedir. Haberleşme sırasında alıcı ve vericinin tam temasını sağlamak için mıknatıs kullanılmıştır (IEC, 2002).



Şekil 3.9. Optik port yapısı (IEC 62056-21, 2002)

Sayaç üzerine yerleştirilen optik port donanımının yapısında kızıl ötesi verici ledi ve alıcı ledinden bulunmaktadır.

Yayılan sinyalin dalga boyu her iki yön için 800 nm ve 1000 nm arasında olmalıdır.

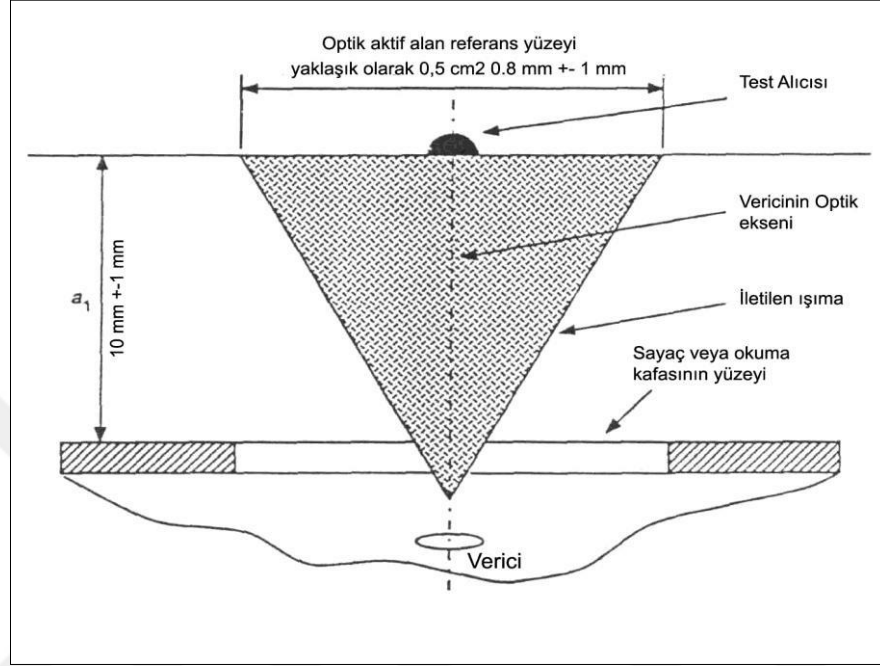
Verici, okuma kafası ile birlikte sayaç üzerinde olur. Okuma kafası veya sayacın yüzeyinden $a_1 = 10 \text{ mm} (\pm 1 \text{ mm})$ lik mesafede tanımlanmış referans yüzeyde (optik aktif alan) E_e/T ışımaya şiddetinde sinyali üretmektedir.

Sayacın doğru olarak çalışabilmesi için limit değerleri aşağıda sıralanmıştır. Açık durumda (AÇIK=BOŞLUK=İkilik düzende 0):

$$500 < E_e/T < 5\,000 \text{ uW/cm}^2$$

Pasif konumda (Kapalı=İşaret (Mark-Hareketsiz durum)=ikilik düzende 1):
 $E_e/T < 10 \text{ uW/cm}^2$

Şekil 3.10.' de Optik port verici ledi için örnek yerleşim verilmiştir. Optik port alıcı ledi içinde aynı özellikler ters yönde bulunur.



Şekil 3.10. Optik port verici ledi örnek yerleşim (IEC 62056-21, 2002)

3.2.4. ASCII Mod

Haberleştirilecek cihazlar Modbus-ASCII (American Standard Code for Information Interchange) modda haberleştirilmek amacıyla ayarlamalar yapıldığında, iletilen mesajdaki her bir 8 bitlik veri ikili ASCII karakter olarak gönderilmektedir. ASCII modda avantaj gönderilen karakterler arasında bir hata durumu oluşmadan bir saniyeye kadar bir zaman aralığına imkân tanınmasıdır (MODICON, 1996).

Kodlama sistemi: Hexadecimal, ASCII karakterler 0 - 9, A - F mesajın her bir ASCII karakteri bir hexadecimal karakter içerir. Byte' ın bit olarak yapısı Çizelge 3.5.'deki gibidir.

Çizelge 3.5. ASCII mod byte yapısı

1 başlangıç biti,	1 bit
7 Data bit, en az değerlikli ilk gönderilir	7 bit
1 bit çift/tek parite biti; parite biti yoksa gönderilmez.	1 veya 0 bit
Eğer parite biti varsa 1 yoksa 2 durdurma biti gönderilir.	1 veya 2 bit

ASCII modda mesajlar ":" "iki nokta üst üste" karakteriyle başlar (3A Hex) ve "satır başı" CR – "satır atlama" LF (0D-0A) karakteriyle biter.

Bütün diğer alanlar için izin verilen karakterler hexadecimaldır. (0-9, A-F) Haberleşen cihazlar sürekli olarak ":" karakterini izlerler. ":" karakterini aldığı zaman eğer adreslenmiş bir cihaz ise her bir cihaz gelecek alanı (adres alanını) çözer. Mesajda iki karakter arasında bir saniyeye kadar süre geçer. Eğer daha büyük bir ara olursa alıcı cihaz bir hata meydana geldiğini fark eder. (Modbus-IDA, 2006). Tipik ASCII modu mesaj çerçevesi Çizelge 3.6.'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. ASCII Mod mesaj çerçevesi

Başla	Adres	Fonksiyon	Veri	LRC Kontrol	Son
1 Karakter	2 Karakter	2 Karakter	n Karakter	2 Karakter	2 Karakter

3.2.5. IEC 61107 Haberleşme protokol iletişimi

Bilgisayar ile sayaç okuma uygulamalarında Avrupa Birliğinde kullanılan en yaygın protokoldür. Seri port kullanarak ASCII kod gönderir. Yarı çift yönlü (half duplex) bir protokoldür. Seri port olarak RS485 portu ve optik port kullanır.

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

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

Veri alışverişi tek yönlü olan mod D modudur. Sadece okuma işlemi yapılır. Bilgi sayaçtan okuma cihazına boşalır. Veri alışverişi, işlem tuşuna basılarak veya sayaç üzerindeki algılayıcı ile başlatılır. Ancak okuma için farklı güvenlik seviyeleri içerir.

İletişimin güvenliğinde her byte gönderimi için even parity kullanılmasının yanında pariti bitinin yetersiz kaldığı durumları engellemek içinde BCC (Block Check Character) kullanılmaktadır. BCC hesabı her paket için yapılır ve oldukça basittir. Paketin tüm baytları BCC fonksiyonundan geçirilir ve paket sonunda bcc değeri pakete eklenir ve değişken sıfırlanır.

IEC 62056-21 protokolünde istek mesajı, tanımlama mesajı, onay mesajı, veri mesajı, hata mesajı ve iptal mesajı kullanılır (IEC, 2002).

Tasarlanan sistemde, gömülü sistem geliştirme kartları ile elektronik – elektrik sayaçlarının haberleşebilmesi için IEC 62056-21 protokolünde bulunan B haberleşme modu kullanılmıştır.

3.3.Kablosuz Algılayıcı Ağlar

Güncel yaşamda ölçülmesine ihtiyaç duyduğumuz ses, nem, basınç, sıcaklık, ışık, titreşim, nesne hareketleri gibi parametrelerin izlenmesi için algılayıcı kullanan ve bağımsız olarak çalışabilen elektriksiz bileşenler barındıran kablosuz ağlara “Kablosuz Sensör Ağı” denir (Akyıldız, 2002).

Kablosuz algılayıcı ağlar üzerine 1978’li yıllardan itibaren artarak devam eden çalışmalar vardır. İlk defa ABD savunma bakanlığında askeri araştırma ve uygulamalarında kullanılmıştır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte günümüzde tasarlanması ve gereken donanım yapısı için az maliyetli, küçük boyutlu ve az enerji tüketimine sahip olmasından dolayı sadece askeri amaçlı değil, endüstriyel, çevresel, ulaşım, sağlık vb. alanlarda sıklık ile kullanılmaktadır.

Kablosuz Algılayıcı Ağlar, uygulandığı uygulamaya yönelik istenen sayıda ve birbirleri ile haberleşebilen algılayıcı düğümlerin bir araya gelmesiyle oluşur. Algılayıcı düğümlerin yapabildiği işlemleri algılama, işleme ve iletişim olarak sıralayabiliriz. Çalışma sahasına yerleştirilen algılayıcı düğümler ile nesne hareketi, toprak yapısı, ses, ısı, ışık, nem, basınç ve titreşim gibi birçok çevresel koşul algılanıp, işleme tabi tutulma avantajı sağlar.

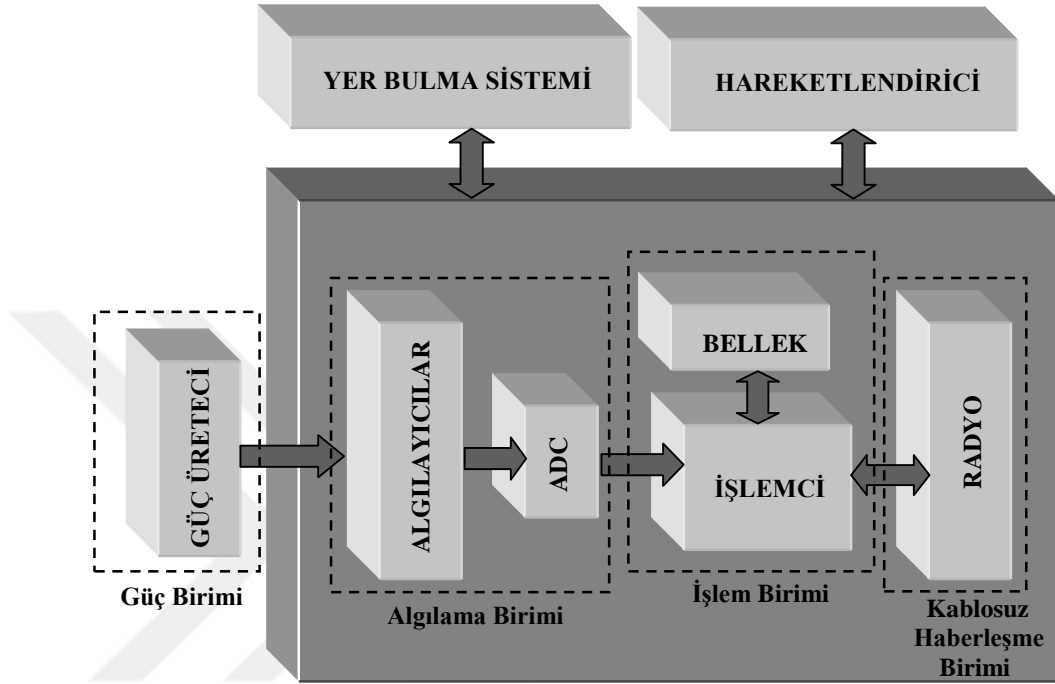
KAA’lar, sınırlı kaynak, enerji ve hesaplama yeteneğine sahip küçük algılayıcı düğümlerden oluşan özel bir ağ türüdür. Klasik ağlarda kullanılan birçok protokol KAA’larda doğrudan kullanılamamaktadır.

KAA’ların avantajları hareketlilik, taşınabilirlik, yeniden kullanılabilirlik, kolay kullanım, ölçeklenebilirlik, düşük maliyet olarak özetlenebilir.

Bir KAA düğümü, dört temel birimden oluşmaktadır. Bunlar:

- **İşlem birimi:** Mikroişlemci ya da mikrodenetleyiciler ile bellekten meydana gelmektedir.
- **Kablosuz haberleşme birimi:** Kısa mesafeli radyo alıcı/vericiden oluşmaktadır.
- **Algılama birimi:** Fiziksel ortamdaki büyüklükleri ölçmek için algılayıcılardan ve algılayıcıların ölçtüğü analog sinyalleri sayısal sinyallere çeviren ADC’lerden (Analog/Digital Converter – Analog/Sayısal Çevirici) oluşmaktadır.
- **Güç birimi:** Sınırlı kapasiteye sahip güç üreteçlerinden oluşmaktadır.

KAA düğümleri, kullanılacağı uygulamanın gereksinimlerine bağlı olarak konum/yer bulma sistemi ve hareketlendirici gibi ek birimler de içerebilmektedir (Akyıldız, 2002). Şekil 3.11.'de KAA düğüm mimarisi gösterilmiştir.

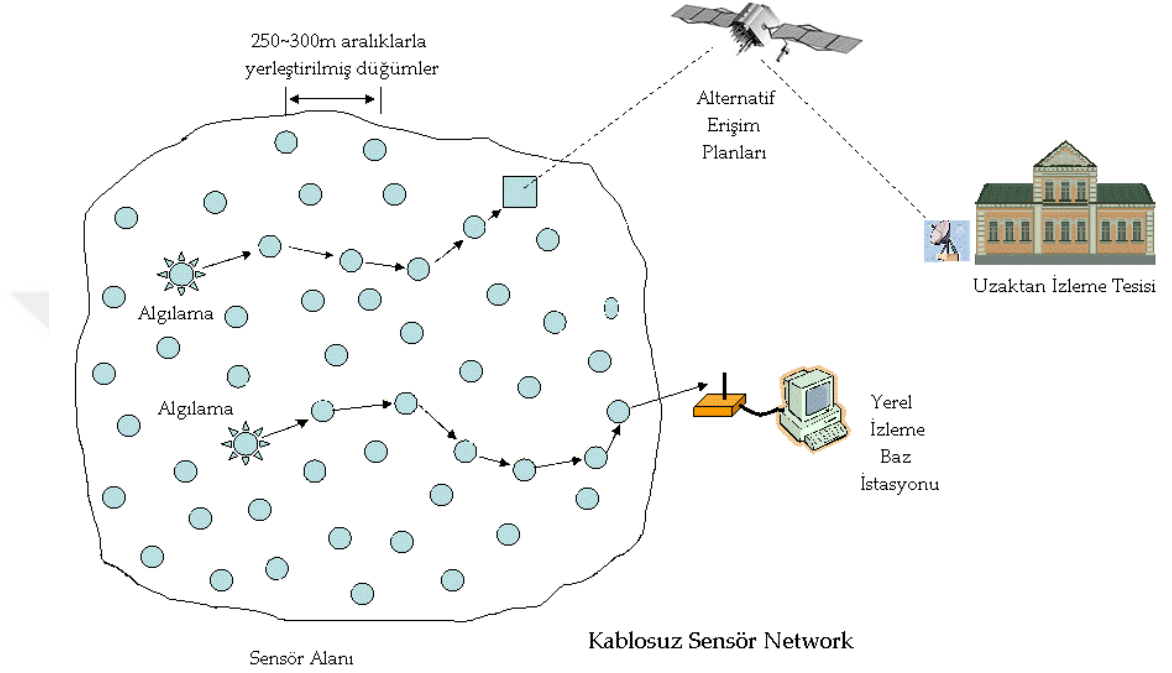


Şekil 3.11. KAA düğüm mimarisi.

Kablosuz Algılayıcı Ağları oluşturan elemanlar haberleşme, veri işleme ve algılama özelliklerine sahip olan algılayıcı düğümlerdir. Algılayıcı düğümler, herhangi bir fiziksel bağlantı olmadan, takip edilecek alana rastgele olarak dağıtılmış bir biçimde bulunurlar. Şekil 3.12'de bir Kablosuz Algılayıcı Ağ mimarisini karakterize etmektedir. Takibin gerçekleştiği alanda elde edilen veriler genelde 3 aşamada işlenmektedir (Raghavendra vd., 2004).

1. Takip edilen ortamdaki durumlardaki değişiklikler algılayıcı düğümler aracılığıyla algılanır.
2. iki numaraları adımda düğümler algıladığı ve işlediği verileri en yakın düğümlere aktarmaktadır.
3. KAA iletişimde haberleşmenin en son aşamasında, işlenen verilerin merkez olarak isimlendirilen baz (base) istasyonuna gönderilmesidir.

Baz istasyonuna gelen veriler yeniden analiz işlemine tabi tutulacaksa veya farklı amaçlarla kullanılacak ise işlemlerin yapılabilmesi için farklı işlemlerin yapılacağı sistemlere veya merkezlere akatarımı sağlanır. Şekil 3.12.'te örnek bir kablosuz algılayıcı ağ mimarisi gösterilmiştir.



Şekil 3.12. Kablosuz algılayıcı ağ mimarisi

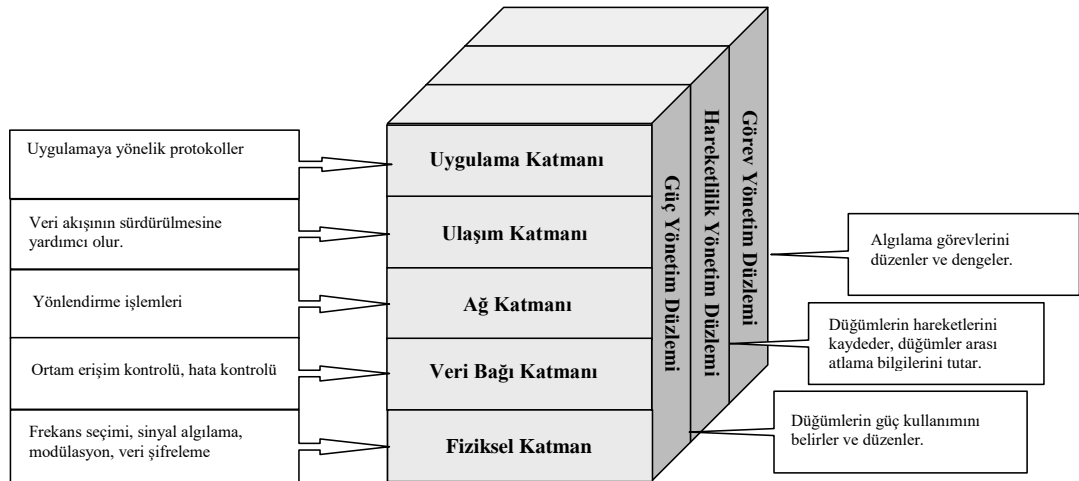
KAA protokol mimarisi Şekil 3.13'te görüldüğü gibi **fiziksel, veri bağı, ağ, ulaşım ve uygulama katmanlarını** içeren **güç, hareketlilik ve görev yönetim düzlemlerinden** oluşmaktadır. Algılayıcı düğümleri ve çıkış düğümü bu temel protokol yapısını kullanmaktadır.

- **Fiziksel Katman:** Frekans seçimi, taşıyıcı frekans üretimi, sinyal belirleme, modülasyon ve veri şifreleme fonksiyonlarından oluşmaktadır. Bu katmanda kablosuz iletişim için ücretsiz olan ISM (Industrial, Scientific and Medical – Endüstriyel, Bilimsel ve Tıbbi) frekans bandı kullanılmaktadır.
- **Veri Bağı Katmanı:** Veri akışını çoklama (multiplexing), veri çerçevesi belirleme, ortam erişim ve hata kontrol fonksiyonlarını içermektedir. Ağ içerisinde noktadan-noktaya ve noktadan-çok noktaya güvenli

bağlantılar sağlar. Ortam erişim kontrolü (Medium Access Control – MAC) ve hata kontrolü olmak üzere iki alt katmandan oluşmaktadır. Ortam erişim kontrolü, KAA düğümleri arasında veri transferi için gerekli ağ bağlantılarını düzenler. Hata kontrolü mekanizmaları ise gönderilen verinin güvenli olarak iletiminden sorumludur.

- **Ağ Katmanı:** Yönlendirme protokolleri yardımıyla mevcut en fazla kaynak yolu, minimum enerji yolu, minimum atlama yolu gibi değişik kriterleri göz önüne alarak çıkış düğümüne giden en uygun yolu tespit eder. (Raghavendra vd., 2004)
- **Ulaşım Katmanı:** Düzenli iletişim, akış/tıkanıklık kontrolü, paket kayıp oranının iyileştirilmesi ve muhtemel servis kalitesi taleplerinin sağlanması gibi işlevleri yerine getirmektedir.
- **Uygulama Katmanı:** Algılama görevlerine bağlı olarak farklı tür ve amaçta geliştirilen uygulama yazılımları bu katmanda tanımlanmaktadır.

Güç yönetim düzlemi, algılayıcı düğümlerin gücü nasıl kullanacaklarını yönetir ve düzenler. **Hareketlilik yönetim düzlemi**, algılayıcı düğümlerin hareketlerini algılar ve kaydeder. Böylece kullanıcıya giden yol (bağlantı) korunmuş olur. **Görev yönetim düzlemi**, KAA içerisindeki düğümlerin algılama görevlerini planlar ve ayarlar (Akyıldız, 2002).



Şekil 3.13.KAA protokol mimarisi. (Akyıldız, 2002)

3.4. Otomatik Sayaç Okuma Sistemleri (OSOS)

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

“Akıllı Şehirler” ile doğru enerji kullanımına olanak sağlanmakta; yaşam konforunu artırıcı bir şehirleşme yapısı öne çıkmaktadır. Şehirlere ve insanlara, başta finansal olmak üzere birçok yarar getirmektedir.

Nüfusa bağlı olarak artış gösteren enerji ihtiyacı, elektrik akımı nedeniyle kabloların ısınması, buna bağlı olarak kayıplardaki artış ve bulunan tesislerde üretim kapasitesinin sınırlı olması gibi sorunlar akıllı şebekelere geçişi zorunlu hale getirmektedir. Tüm şebeke sistemlerinin akıllı sistemlere dönüşmesi devrim niteliği taşımaktadır.

Otomatik Sayaç Okuma, AMR (Automatic Meter Reading) sayaçların geliştirilen sistemler ile okunabilmesi anlamına gelmektedir. AMR sistemleri, elektrik, su ve gaz sayaçlarından elde edilen verilerin uzaktan otomatik olarak toplanmasıdır. AMR sistemleri, elektrik hatları (PLC-powerline carrier), GSM/GPRS bağlantısı, PSTN telefon hatları, RF (Radyo Frekansı) ve wi-fi gibi birden fazla haberleşme ortamından tasarlanabilmektedir.

AMR sistemleriyle elde edilen bilgiler ilk olarak, abonelerin aylık faturalandırılabilmesi ve faturalandırmadaki maliyetin düşürülmesi amaçlı kullanılmaktadır. AMR sistemleri, sayaç (haberleşebilen), veri iletişiminin gerçekleştiği ağ, verilerin toplanabilmesi için baz (base) istasyonu ve elde edilen verilerin yönetilebildiği ve kullanımının gerçekleştiği yazılımlardan oluşmaktadır. (3eelektrotech, 2018).

Otomatik Sayaç Okuma (AMR) ile ilgili denemeler 1962 yılında AT & T ve Westinghouse şirketlerinden bir grup tarafından yapılmıştır. AT & T, telefon sistemi bazlı AMR servislerini ölçüm başına 2 dolar maliyetine indirmeyi sağlamak amacıyla başarılı deneyler yapmıştır. Belirtilen tarihlerde bu fiyat bir kişinin bir ayda dört kez okuyacağı sayaç başına maliyeti olan 50 cent'den daha fazla bir maliyetti. Böylece program ekonomik olarak imkânsız kabul edildi (Tamarkin, 1992).

AMR'nin modern çağı 1985 yılında başladı ve bu yıllarda birkaç büyük ölçekli proje uygulanmıştır. İlk olarak Hackensack Su A.Ş. ve Equitable Gas şirketlerinde su ve gaz sayaçları üzerinde tam ölçekli uygulamalar gerçekleştirilmiştir. 1986 yılında, Minnegasco şirketi 450.000 noktada radyo tabanlı AMR sistemi başlatmıştır. 1987 yılında, Philadelphia Electric Co., yüklü dağıtım hatları üzerinde ve birbirinden çok uzak mesafeler arasındaki binlerce sayacını okuma problemiyle karşılaşınca bunu AMR kullanarak çözmüştür (Tamarkin, 1992).

Ülkemizde ise ilk en yaygın uygulaması Kayseri ve Civarı Elektrik T.A.Ş. tarafından gerçekleştirilen "Sayaç Otomasyonu" uygulamasıdır. 2003 yılında projeye, şirketin yatırım programı kapsamında başlanmış, 2004 yılında işletmeye açılmıştır. Sayaç Otomasyon Projesiyle elektrik dağıtım sektöründe Türkiye' de ilk defa bu alanda çalışılmıştır. Proje ilk etapta Şirketin trafo merkezlerinde enerjinin alındığı noktalar 95 tane tüketimi yüksek aboneler otomasyon sistemine dâhil edilmiştir. Ek olarak trafo merkezleri dâhil toplamda 61 adet ölçüm noktasına enerji analizörleri konumlandırılarak alınan ve satılan enerjinin kalite yönünden incelenmesi ve incelenme imkânı sağlanmıştır (kcetas, 2017).

Otomatik Sayaç Okuma Sistemi 2012 yılında Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş. (BEDAŞ) tarafından proje kapsamında değerlendirilmiştir. Bu projede BEDAŞ'ın toplam tahakkukunun yüzde 30'unu oluşturan 10 bin 195 büyük tüketimli müşteriyi kapsadığını belirtilmiştir. Proje kapsamında kurulan sistem mevcut

haliyle 50 bin noktaya hizmet edebilecek, donanım ilavesiyle 100 bin noktaya hizmet verebilecek kapasitede yapılmıştır.

BEDAŞ tarafından gerçekleştirilen projenin uygulama sürecinde 313 müşteriye ait 23 milyon 685 bin kWh eksik tüketim tespit edilmiş, 29 abone için 7 milyon 413 bin kWh kaçak elektrik tüketimi tespit edilerek kurulum maliyetinin 3 katı maddi gelir elde ettiği tespit edilmiştir.

Kayseri ve Civarı Elektrik T.A.Ş. tarafından 2017 yılında başlatılan ve devam eden "Longrange Teknolojisi İle Mevcut Dijital Sayaçların Uzaktan Okunması Ve Abone Bazlı Kesintilerin Anlık Olarak Alınabilmesi ARGE Projesi"nde amaç, dağıtım şebekesine dâhil olan abonelere ait uzaktan elektronik sayaçların uzaktan okuma sistemlerine katılması için hazırlanan bu projede amaç sayaçların endeksör personeli yardımı ile okunmasının yerine geliştirilecek RF tabanlı cihaz üzerinden merkezde bulunan AKM yazılımına veri aktarımını sağlamaktır (kcetas, 2017).

Dünya genelinde, farklı haberleşme teknolojileri ile çok sayıda proje gerçekleştirilmektedir. Örnek olarak İtalya' da PLC teknolojisi ile 35 milyon elektrik sayacı enerji hatları vasıtasıyla haberleştirilmeye başlamıştır. Geniş coğrafyaya sahip Amerika kıtasında PLC teknolojisi ile birlikte havadan RF teknolojisi ile haberleşebilen RF sayaçları tercih edilmektedir. Ek olarak, Avrupa ülkelerinde de geniş kapsamlı projeler hızla artmaktadır. Kuşkusuz bu 2020 yılına kadar %80 aktif akıllı sayaca sahip olmayı hedefleyen Avrupa Birliği Direktifi (DIRECTIVE 200972EC) büyük etkiye sahiptir (Sevük, 2018).

Türkiye 2018 yılı itibari ile enerji piyasasında bu teknolojilerde ülke genelinde bir milyon civarı akıllı sayaç kullanımı ile yavaş atılım yapmaktadır. Geçmiş yıllarda kullanılan PLC ve RF teknolojileri o dönem için kullanılan sayaç sayısı içinde %10' dan fazla olamamasına rağmen, günümüze bakıldığında şebeke iyileşme çalışmaları ve kayıp kaçak tespiti amacı ile bu tür teknolojilerde artış görülmektedir. Bu tür teknolojilere geçiş ilk aşamalara bakıldığında yavaş olması beklenirken, yatırımların karşılıkları alındıkça geçiş süreci hızlanmıştır.

Yeni teknolojilere geçilebilmesi için AR-GE çalışmaları yapılmış ve pilot projelerde uygulanmıştır. Yatırımların doğru yönde ilerleyebilmesi için anlamlı sonuçlar ortaya konmuştur. Pilot uygulamaların sonucunda ihtiyaç duyulan dönüşüm projelerine ve uygulanması gereken doğru teknolojilere karar verilebilecektir. Ayrıca, gerçekleştirilen projelerin ekonomik katkıya dönüştüğü gözlemlendikçe, projeler için maddi destek sağlayacak kurumların desteğinin alınmasını ve teknolojilerin yaygınlaşmasını sağlayacaktır (Sevük, 2018).

Günümüzde ülkemizdeki akıllı sayaç uygulamaları genellikle trafo üzerindeki sayaç abone sayısının yoğun olduğu yerlere uygulanmaktadır. Bölgesel olarak yoğunlaşmış bu tip yerleşimlerde, hibrit haberleşme çözümlerinin kullanılması ile şebeke takip imkânı sağlanacak ve toplam maliyet azalacaktır.

Elektrik enerji sektöründe kesinti yönetimi ve kalite takibi, şebeke kazanımları (kayıpların izlenebilmesi, yük kontrolü ve faz dengelemesi vb.) gün geçtikçe kritik öneme sahip olmaktadır. Sayaç abonelerinin ihtiyaçları gün geçtikçe değişmekte ve dağıtıcı firmalara bu değişiklikler birer talep olarak geri dönmektedir. Gerçek zamanlı takibi yapılan abonelerin bulunduğu ortamda dağıtıcı firmaların eli güçlenmekte ve karşılaşılabilecek sorunları öngörebilmektedir. Oluşan kesinti veya arıza durumlarının tespitinin hızlı gerçekleşmesi ile kesinti müdahale süresi azalmakta, abonelere anlık gerçek durumun bildirilmesi müşteri memnuniyetini arttırmaktadır. Tüm abonelerin izlenebilmesi ile kayıplar ve dengesiz durumlar azaltılabilecektir (Sevük, 2018).

Sayaç Veri Yönetimi (MDM), anlık olarak elde edilen yüksek boyutlu verilerden sonuç alınmasını sağlayan büyük veri (Big Data) uygulamalarının yapıldığı ortamlardır. Big Data platformu sahadan toplanan sayaç verilerinin fayda sağlaması amacı ile OSOS verileri için kullanılır. Çok sayıda sayaca ait büyük miktardaki veriler, kullanıcı yorumuna kapalı ve güvenli bir biçimde hızlı olarak otomatik işlenmektedir (Sevük, 2018).

Advanced Metering Infrastructure (AMI), gelişmiş sayaç altyapısı anlamında kullanılmaktadır. Enerji kullanım verilerini sık zaman aralıklarında detaylı

olarak toplayabilen sistem çözümleridir. Bu sistem sayesinde abonelere, dağıtıcı firmalar zaman tabanlı fiyatlandırma seçeneği sunabilmekte, ayrıntılı veri elde edebilmektedir.

Gelişmiş Sayaç Altyapısı (AMI) yalnızca sayaç montajı olarak değerlendirilmemelidir. Alana sayaçların montajı ile başlayan, haberleşme alt yapısı ve veri toplama merkezleri ile sistem bağlantı noktalarını da kapsayan işlevsel ve teknik yapının belirlenmesi işlerini kapsamaktadır.

Gelişmiş Sayaç Altyapısı (AMI), OSOS' ların ve daha gelişkin mimari ve kabiliyete sahip olan sistemlerin bir bütün olarak tanımlanabilmesidir.

AMI kapsam olarak akıllı şebekeleri, sayaçları, otomatik sayaç okumayı, veri yönetim merkezini, şebeke yönetimini, kesinti arıza yönetimini, kayıp/kaçak kullanım önlemeyi, ev ağını (Home Area Network), faturalandırmayı ve bunların web arayüzleri dâhil, tüm bileşenleri içine alan bir altyapı kavramıdır.

Otomatik Sayaç Okuma (AMR) sistemleri, elektronik – elektrik sayacında tutulan verilerin (elektrik, gaz, su v.s.) otomatik olarak uzak mesafelerden hata yapılmadan ve eksiksiz olarak okunmasını sağlayan sistemin bütünüdür (kçetas, 2017).

Otomatik sayaç okuma, mobil ve ağ haberleşme teknolojileri kullanılarak, kablolu veya kablosuz telefon haberleşme altyapısı ile el terminali cihazlarıyla, radyo frekansı kullanılarak veya enerji nakil hatları üzerinden haberleşerek gerçekleştirilebilmektedir.

Otomatik sayaç okuma sistemleri yapısı; elektrik ölçümün yapılacağı sayaçlar ve sayaç okuma modülleri, sayaç bilgisini taşıyacak haberleşme yapıları ve bilgilerin değerlendirilip saklanacağı merkezlerden meydana gelir.

OSOS sistemlerinde yaygın olarak PLC, GPRS, hibrit fiber-coaxial çift yönlü haberleşme ve RF haberleşme yöntemleri kullanılır.

Elektrik hattı haberleşmesi (Power Line Communication) düşük voltaj seviyesinde elektrik hatları üzerinden veri iletim tekniklerinin bir çeşididir. PLC' de veri elektrik hatları üzerinde özel taşıyıcı frekanslara modüle edilir. Böylece her kullanıcı düşük voltaj seviyesinde bir veri modülü gibi davranarak sisteme bağlanır. İlk indirici trafoya kadar veriler toplanır. Buradan sonra diğer haberleşme metotlarıyla bilgiler ana sisteme aktarılır (Pasdar ve Mirzakuchaki, 2007).

GPRS (General Packet Radio Service) ses, görüntü veya veri iletimi amacıyla geliştirilen GSM hatlarını kullanan modemdir. İki yada daha fazla noktadaki aygıtların GSM hatlarını kullanarak haberleşebilmesini sağlayan cihazlardır. GSM ve GPRS data modem olarak isimlendirilmektedir. GSM hatlarının kapsama alanlarını genişletmeleri ile birlikte, teknolojinin gelişmesiyle ucuzlayan bu modemlerin endüstride kullanımı artmaktadır.

GPRS ve GSM modemler sayesinde dünya üzerindeki bir noktadan yine dünya üzerindeki bir aygıt kontrol edilebilmekte ve bu durum ile ilgili kişilere anında (SMS, e-posta v.s.) bildirilebilmektedir.

GPRS (General Packet Radio Service) kullanılarak yapılacak olan sayaç okuma otomasyonları, gerçek zamanlı, kablosuz, düşük haberleşme maliyeti ve geliştirilebilir kullanımıyla cazip hale gelmektedir.

Yerleşim merkezlerinde, kablo TV kullanılan alanlarda hızlı bir şekilde kablosuz TV kullanımına geçiş artmaktadır. Yeni haberleşme yayını teknolojilerinin son on yılda yavaş yavaş gelişmesi ile birlikte HFC (Hibrid Fiber-Coaxial) ağlarında kablo modem kullanımı yaygınlaşmıştır. HFC ağlarının veri hızı 34 Mbps'ye ulaşabilmektedir. Bugün geleneksel kablo TV ağları tek yönlü haberleşmeden, karşılıklı veri alışverişi yapabilen veri haberleşme ağlarına dönüşmüştür.

Karşılıklı haberleşmeli HFC sayaç okuma sistemleri iyi bir HFC altyapısı ile şehirler gibi kalabalık yerleşim yerleri için güzel bir çözüm olarak

görülmektedir. Ancak uzak yerleşim bölgeleri olan yerler için HFC uygun değildir. Bu yerler için farklı haberleşme yöntemleri kullanmak gerekmektedir (Li vd., 2007).

Radyo Frekansı ile bir alıcı cihaz ve bir verici cihaz arasındaki veri aktarımına RF haberleşme denir. Gezici bir arabaya konulan sayaç okuma ekipmanı ile sayaçlara bağlı olan radyo alıcı-vericisinin haberleşmesi ile yapılan okumadır. Avrupa ve A.B.D’de yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Haberleşme için kör noktaların olması, binaların ve yerleşiminin haberleşmeye engel teşkil etmesi, yüksek binalarda okumanın yapılamaması en büyük dezavantajlarıdır. Uygulanabilirliği için bina yerleşimleri çok önemlidir (Li vd., 2007).

3.5. Araştırmada Kullanılan Donanım Bileşenleri

Geliştirilen sistem donanımsal olarak, Arduino UNO R3, W5100 Ethernet Shield, 16x2 LCD ekran, UART(Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) TTL - RS485 dönüştürücü, UART TTL – RS232 dönüştürücü, DC röleler ve Makel M600.2251 RS485 çıkışlı monofaze elektronik-elektrik sayaçlardan oluşmaktadır. Sistemi oluşturan donanımsal bileşenler bu bölümde teknik olarak detaylandırılmıştır.

3.5.1. Arduino UNO R3

(Arduino) basit düzeyde giriş veya çıkış kartıdır. Processing & Wiring dilini kullanan ve gelişime açık mantık ile çalışan açık kaynaklı hesaplama işlemlerinin yapıldığı platformdur. Gömülü sistem geliştirme kartı bilgisayarın seri portu aracılığıyla bilgisayarda kurulu olan yazılımlar ile iletişim halinde çalışabilmesinin yanında tek başına interaktif nesnelerin geliştirilmesi amacıyla da kullanılabilir. Örnek olarak bilgisayarda yüklü olan Flash, İşleme, MaxMPS yazılımlarına bağlanabilmektedir. Açık kaynaklı olarak üretilen IDE yazılımı, ücretsiz olarak arduino web sitesinden temin edilebilmektedir (Standart olarak Mac OS X, Windows ve Linux işletim sistemlerini

desteklenmektedir). Şekil 3.14.'te Arduino'ya ait UNO R3 modelindeki ürün görülmektedir.



Şekil 3.14. Arduino UNO R3

Arduino Duemilanove otomatik olarak kendisine uygun güç kaynağını (USB ya da harici güç) seçebilmektedir. USB sigorta koruması ve yazılımsal sınırlama gibi özelliklere sahiptir. Gömülü sistem geliştirme kartı ATmega328 denetleyicisi ve daha önce yüklenmiş bootloader programı ile test edilmiş olarak satışa sunulmaktadır.

Gömülü sistem geliştirme kartlarında Atmega şirketine ait 8 veya 32 bit mikrodenetleyicileri (arduino due) bulunur. Harici güç giriş voltajı ise 7-12V aralığında değişmektedir. Arduinonun 6 adet analog girişi ve 14 adet dijital giriş-çıkış pini bulunmaktadır. Gömülü sistem geliştirme kartları kendisi için geliştirilmiş olan kütüphaneler sayesinde mikrodenetleyicileri kolaylıkla programlamaya izin vermektedir. Kart üzerinde bulunan analog ve dijital pinler yardımıyla alınan analog ve dijital veriler işlenebilmektedir. Bağlı bulunan sensörlerden elde edilen veriler kullanılabilir. (Robotiksystem, 2018).

3.5.2. W5100 Ethernet Shield

Ethernet Shield Wiznet W5100, Arduino ile tam uyumlu olarak devre şemasına uygun üretilmiş shieldidir. Arduino kartlar için hazırlanan kütüphaneler ve kodların tamamı Ethernet Shield için kullanılabilir.

W5100 Ethernet Shield, Arduino boardların Ethernet protokolü üzerinden internete bağlanmasını sağlayan bir modüldür. Wiznet W5100 entegresini üzerinde barındıran bu kart hem TCP hem de UCP ile uyumludur. Shield üzerindeki standart RJ45 ethernet soketine ethernet kablosunu bağlayarak, Arduino ethernet kütüphanesi ile hızlı bir şekilde Arduino internete bağlanabilmektedir.

W5100 Ethernet Shield, 5V ile çalışır ve besleme arduino board tarafından sağlanır. Ethernet kontrolcü olarak W5100 kullanılmaktadır. Bağlantı hız seçenekleri 10/100Mbps'dir. Arduino ile bağlantı SPI üzerinden kurulmaktadır. Ethernet Shield TCP ve UDP protokollerini desteklemektedir. Ethernet Kütüphanesi kullanılarak kolaylıkla bu protokoller üzerinden internete bağlanılabilmektedir. Ethernet Shield, uzun headerlere sahiptir ve üzerinde başka bir shield bağlanmasına uygun olarak üretilmiştir. Standart olarak RJ45 konnektörünü kullanmaktadır ve üzerinde POE modülünün bağlanabileceği pin deliklerine sahiptir. Uygun bir POE modülü kullanılarak enerjinin doğrudan Ethernet yakından elde edilmesi sağlanabilir. W5100 ethernet shield görünümü Şekil 3.15.'te verilmiştir.



Şekil 3.15. W5100 Ethernet Shield

Modül, varsayılan olarak üzerinde SD kart soketi ile gelmektedir. SD kartın kullanılmasının en büyük sebebi, internet üzerinde gezinirken bazı verilerin SD kartta depolanmasını sağlamaktır. SD kart modülünün kullanılabilmesi için de SD kart kütüphanesinin çağırılması gerekmektedir.

Ethernet Shield, Arduino ile SPI üzerinden iletişim kurmaktadır. Fakat hem W5100 ethernet entegresi hem de SD kart entegresi SPI birimi üzerinden iletişim kurmaktadır. Bu nedenle her iki birim de aynı pinlere bağlanmıştır ve sırayla iletişim kurulmaktadır. Arduino'nun 10 numaralı pini high olduğunda W5100, 4 numaralı pin high olduğunda ise SD kart ile iletişimin aktif olması sağlanır.

Ethernet Shield, anlık bağlantı durumunu kullanıcıya bildirmek için üzerinde ledler barındırır (Robotiksistem, 2018). Bu ledler yanıp sönmeye göre:

PWR: Shield'e enerji verildiği zaman yanar.

LINK: İnternet bağlantısı kurulduğunda veya veri alınıp gönderildiğinde yanıp söner.

FULLD: İnternet bağlantısı Fullduplex modda kullanıldığı zaman yanar.

100M: İnternet hız modu 100Mbps olduğu zaman yanar.

RX: Veri alındığında yanıp söner.

TX: Veri gönderildiğinde yanıp söner.

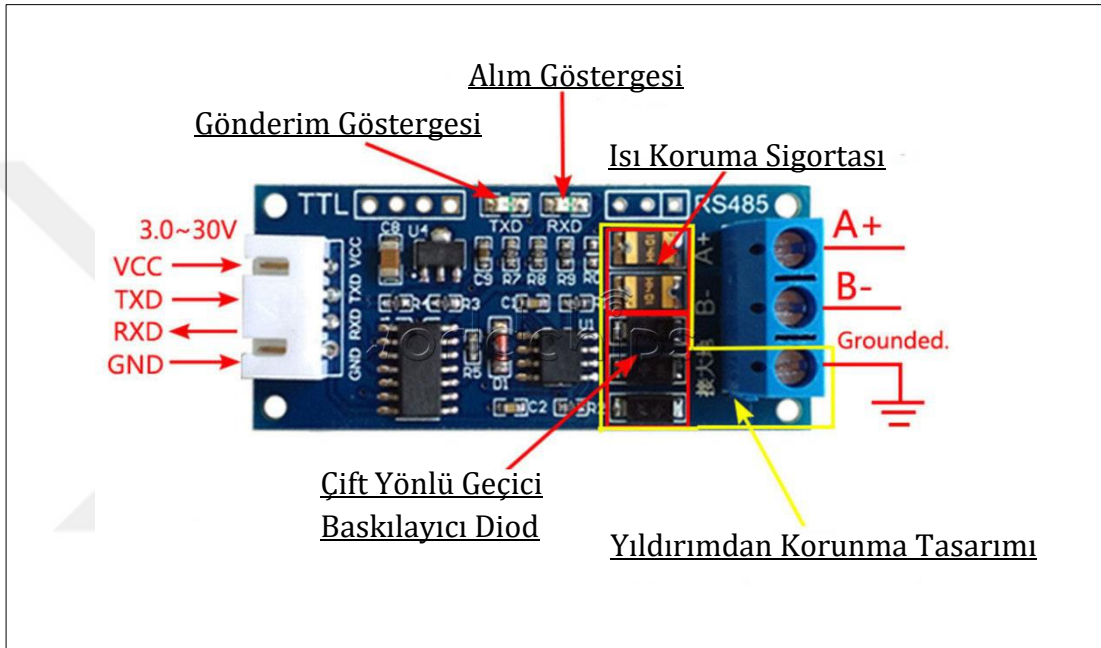
COLL: Ağda oluşan bir kilitlenme, tıkanma durumunda yanar.

3.5.3. UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) TTL – RS485 dönüştürücü

UART TTL – RS485 dönüştürücü modül, TTL sinyallerinin RS485 Sinyallerine dönüşümünü ve RS485 sinyallerinin TTL sinyallerine dönüşümünü sağlamaktadır. Tek modül üzerinde bütün ağ RS485 sinyali uyumlu olarak bütün akışı otomatik olarak kontrol edilebilmektedir. Bu modül basitçe seri port işlemlerini yapmayı sağlar. 800m den daha uzun mesafeli iletişim yöntemleri için aynı modül ara bağlantı yeri olarak eklenebilir. Bu modül ile birden fazla arduino kartınızı, raspberry pi kartınızı vb. birbiri arasında haberleştirebilirsiniz. Genellikle endüstriyel otomasyon alanında kullanılmaktadır. UART TTL – RS485 dönüştürücü modül, yıldırımdan korunma ve anti-parazit özellikleri mevcuttur. Açık alanda kullanıldığında ve uzun

mesafeli iletişim yapıldığında, yıldırımdan korunma ve parazitlerin oluşmaması için GND ucunu bağlanmalıdır.

UART TTL - RS485 dönüştürücü modül, sonlandırma direnci de denilen 120 ohm'luk direnci bünyesinde barındırır. Modül ayrıca, birden fazla mikro denetleyici arasında iletişimi destekler, veri yolu üzerinde 128 cihaza kadar izin verir. Şekil 3.16.'da UART TTL - RS485 dönüştürücü modül gösterilmiştir (Elecrow, 2018).



Şekil 3.16. UART TTL - RS485 dönüştürücü modül

UART TTL - RS485 dönüştürücü modülün özellikleri;

Besleme voltajı: 3.3V veya 5V

Mantıksal Seviyesi: 3.3V veya 5V

Çalışma sıcaklık aralığı: -40 ° ile + 85 ° arası

Baskı devre kalınlığı: 0.8mm

RXD, TXD gösterge durum ledi

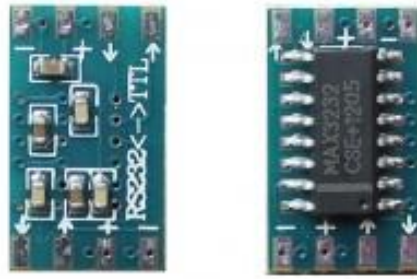
Standart pin aralığı

Ek olarak kart yanında ek bağlantı için yarı delikler

Sonlandırma direnci 120 ohm

3.5.4. UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) TTL – RS232 dönüştürücü

TTL – RS232 dönüştürücü modül, TTL (3.3V-5V) seviyesindeki sinyalleri RS232 sinyallerine dönüştürerek mikrodenetleyiciler ile kullanılacak seviyeye getirir. Dönüştürücü modül üzerinde MAX3232 entegresi bulunmaktadır. Modülün her iki ucunda güç girişleri mevcuttur. Modül 3V-5V DC gerilim aralığında çalışmaktadır. Şekil 3.17.'de UART TTL – RS232 dönüştürücü modül gösterilmiştir (Sunrow, 2018).



Şekil 3.17. UART TTL – RS232 dönüştürücü modül

Teknik özellikleri;

Boyut: 10mm x 15mm (0,39 inç x 0,59 ")

Çalışma Voltajı: 3 V ~ 5.5 V

Maksimum Datarate: 120 kbps

Sıcaklık aralığı: -40 ° C ~ 85 ° C

Operasyon: Tam Dupleks

Protokolü: RS232

Telsiz: 2 (1 TTL -> RS232 + 1 TTL <- RS232)

Alıcı Histerezi: 300mV

3.5.5. nRF24L01 RF Kablosuz Modül

Geliştirilen sistemde kablosuz haberleşmeyi sağlamak amacıyla kullanılan nRF24L01 kablosuz RF modülünden ve teknik özelliklerinden bahsedilecektir. Sistemde kablosuz veri aktarımını sağlayan Nordic Semiconductor firmasının üretmiş olduğu nRF24L01 RF alıcı verici modülü kullanılmaktadır. nRF24L01

kablosuz RF modülü yüksek veri aktarım hızı ihtiyaç duyulan sistemler için tercih edilen RF haberleşme teknolojisine sahip modüldür.

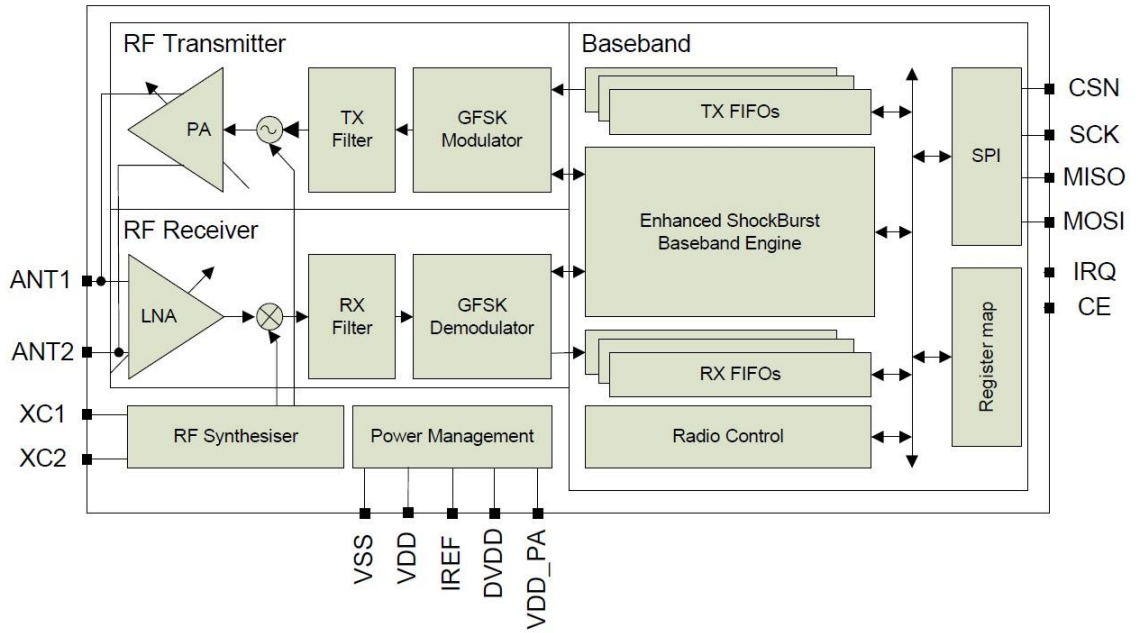
nRF24L01 kablosuz RF modülü, 2.4GHz ISM bandında lisans gerektirmeden çalışabilen, tek çipe sahip RF alıcı-verici modüldür. RX / TX tepe akımları 14mA'den daha düşük seviyededir. Modülün çalışabilmesi için 1.9V ile 3.6V aralığında gerilime ihtiyaç duyulmaktadır. nRF24L01 kablosuz RF modülü, RF sentezleyici ile tam entegredir ve Enhanced ShockBurst™ donanım protokolü hızlandırıcısını içerir. nRF24L01, SPI ile yapılandırılır ve işletilir.

nRF24L01 RF kablosuz modül GFSK modülasyonunu kullanır. İhtiyaç duyduğu voltaj DC 3.3V gerilimdir. Havada veri aktarım hızları 250Kbps, 1Mbps ve 2Mbps' dir. RF kanal sayısı 126 adettir. Ek E.'de nRF24L01 modülünün genel teknik özellikleri verilmektedir (Nordic Semiconductor, 2007).

nRF24L01 ayarlanabilir LNA kazancı ile çıkış gücü seviyesine göre kısa ve orta mesafedeki uygulamalarda sistem optimizasyonu yapılabilmesine katkı sağlar.

Örneğin; yakın mesafede yüksek güçte veri iletimi yapmak, verici modülün fazla akım çekmesine sebep olacaktır. Kısa mesafelerde haberleşmek için verici modülün yüksek güçte RF çıkışı yapmasına gerek olmayacağından, LNA kazancı ayarlanıp, çıkış gücü düşürülecektir ve dolayısıyla verici modülün daha az akım tüketmesi sağlanacaktır.

Şekil 3.18.' de nRF24L01 radyo frekans alıcı verici modülünün sistem blok diyagramı görülmektedir.



Şekil 3.18. nRF24L01 Sistem Blok Diyagramı

nRF24L01 kablosuz RF modülü çalışma biçimlerinin mimarisi Ek F'de gösterilmiştir.

Verici Modu-1' de CE pini mantıksal '1' yapılmışsa TX FIFO boşaltılır ve onay paketi ile tekrar aktarılanlar atılır. Aktarım sürecinde TX FIFO 'da veri bulunur. CE pini mantıksal '1' yapıldığında TX FIFO veri yok ise nRF24L01 bekleme - II durumuna gelir. Bu durumda bir aktarım paketi için CSN pini mantıksal '1' olduktan sonra TX FIFO için paket yükleme işlemi kısa zaman içinde başlatılır (Nordic Semiconductor, 2007).

Verici Modu-2' de CE pini minimum 10µs için mantıksal '1' düzeyinde tutulur. Bu durum veri paketi iletilmesi için gereklidir. Modül standart olarak bu modda çalışır. Veri paketi iletilince nRF24L01 bekleme-I durumuna gelir (Nordic Semiconductor, 2007).

nRF24L01 kablosuz RF alıcı verici entegresi, çalışırken anahtarlama süreleri önem taşır ve yazılım yapılırken anahtarlama sürelerine dikkat edilmelidir. Zamanlama bilgisi modlar arasındaki geçişler ve CE pinin zamanlaması ile ilgilidir.

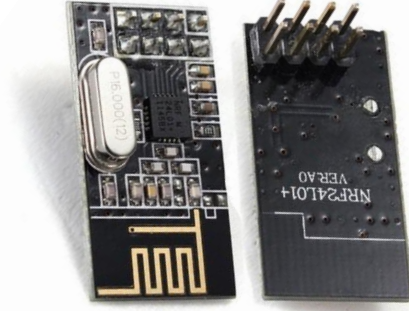
Ek G.'de nRF24L01 anahtarlama ve bekleme süreleri verilmiştir.

Aşağıdaki Çizelge 3.7.'de nRF24L01 kablosuz RF modülüne ait pinlerin adları ve işlevleri verilmiştir.

Çizelge 3.7. nRF24L01 Alıcı Verici Entegresi Pin Özellikleri (Nordic Semiconductor, 2007)

PIN #	PIN AÇIKLAMASI	PIN FONKSİYONU	AÇIKLAMA
1	CE	Dijital Giriş	"Chip Enable" Alıcı veya verici modu aktif eder
2	CSN	Dijital Giriş	SPI Çipini Seçme Girişi
3	SCK	Dijital Giriş	SPI Clock Sinyal Girişi
4	MOSI	Dijital Giriş	SPI Slave Data girişi
5	MISO	Dijital Çıkış	SPI Slave Data çıkışı
6	IRQ	Dijital Çıkış	Maskelenebilir kesme pini
7	VDD	Güç	Giriş Beslemesi (1.9 V, 3.6 V)
8	VSS	Güç	Toprak (0V)
9	XC2	Analog Çıkış	Kristal Pin 2
10	XC1	Analog Giriş	Kristal Pin 1
11	VDD_PA	Güç Çıkışı	Güç Kaynağı Çıkışı (1.8V) Dâhili nRF24L01 Güç Amplifikatörü için
12	ANT1	RF	Anten 1
13	ANT2	RF	Anten 2
14	VSS	Güç	Toprak (0V)
15	VDD	Güç	Giriş Beslemesi (1.9 V, 3.6 V)
16	IREF	Analog Giriş	Referans Akımı. Toprağa 22kΩ direnç ile bağlanır
17	VSS	Güç	Toprak (0V)
18	VDD	Güç	Giriş Beslemesi (1.9 V, 3.6 V)
19	DVDD	Güç Çıkışı	Dekuplaj amaçlı dâhili dijital besleme çıkışı
20	VSS	Güç	Toprak (0V)

Şekil 3.19.'da nRF24L01 RF kablosuz modülünün üstten ve alttan görünümü verilmiştir.



Şekil 3.19. nRF24L01 RF modül

3.5.6. 16x2 Sıvı Kristal Ekran (LCD)

Sıvı Kristal Ekran (Liquid Crystal Display - LCD) elektrik uygulanınca kutuplanabilen sıvı maddenin ışığı tek fazlı geçirmesi ve eklenen kutuplanma filtresiyle görülebilir olma prensibine dayalı görüntü teknolojisidir.

Sıvı kristal ekranlarda yeralan sıvı kristaller sıcaklık, madde yapısı gibi durumlara göre termotropik ve liyotropik fazlarda bulunurlar. Termotropik fazlı sıvı kristallerin alt grubu olan nematik likit kristaller, kıvrık nematikler (twisted nematics - TN) ismi ile anılan türü uygulanmış olan akımın gerilimine göre düz konuma, kıvrık olmayan nematikler durumuna gelirler. Nematik sıvı kristaller, sıvı kristal ekranların imal edilmesini sağlayan sıvı kristal fazıdır. Sıvı kristal ekranların üretilebilmesi için ışık polarize edilmeli, sıvı kristaller polarize edilmiş ışığı geçirmeli, sıvı kristallerin molekül düzeni elektrik akımı ile değiştirilebilmeli ve iletken yapıya sahip olmalıdır.

LCD panellerde çoğunlukla 16 bağlantı ucu bulunmaktadır. LCD panellerdeki uçların ilk 14 adedi kontrol amaçlı, iki adediye arka ışık aydınlatması için kullanılmaktadır. LCD panellerden bazılarında kontrol amacıyla kullanılan 14 uç 2 tane 7'li grup halinde bulunur. Şekil 3.20.' de 16x2 AMC1602AR-B-B6WTDW-I2C LCD ekran görüntüsü verilmiştir (Orientlcd, 2018).



Şekil 3.20. 16x2 AMC1602AR-B-B6WTDW-I2C LCD ekran

VSS: LCD panel kontrastını ayarlayabilmek için kontrast girişine ayarlı direnç bağlanır. Direnç değerine ters orantılı olarak kontrast değişir.

RS: LCD panele komut veya veri gönderilirken kullanılır. RS pin girişi '0' (ground) konumundaysa komut saklayıcısı, 5V konumundaysa veri saklayıcısı tercih edilmiş olur.

RW: LCD panelden veri okuma ve veri yazma tercihini belirleyen pindir. RW pin girişi "0" konumundayken LCD panel yazma moduna alınmıştır.

E: LCD panel ve uçlar arasında veri alış-verişinin gerçekleşmesini sağlayan pindir. Mikrodenetleyiciye yüklenen yazılımda bu pin tanıtılır daha sonra denetleyici kendisi LCD paneli kullanırken yetkilendirme (Enable) pinini kullanır.

D0 - D7: Bu pinler veri hattıdır. Mikrodenetleyicide belirlenen pinlere (portlara) bağlanır. Veriler 4 bitlik veya 8 bitlik veri yolu kullanılarak gönderilebilir.

3.5.7. 5V Mini Röle HK23F-DC (5V 2A)

Röle, elektriksel yöntemlerle kontrol edilebilen mekanik anahtarlama ünitesidir. Röle bobini ve kontaktörler olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. Üzerinden akım geçen röle bobini manyetik alan oluşturur ve kontakları çeker. Böylece röle kontakları konum değiştirmiş olur (İNT-EL, 2018).

Telekom uygulamalarında, gaz dedektör devrelerinde, RF kontrol uygulamalarında, Infrared kontrol uygulamalarında, küçük hacimli devrelerde(ciklet röle) vb. çalışmalarda tercih edilen devre elemanlarındanr.

5V, 9V, 12V, 24V, 48V, 220V çalışma gerilimlerinde, 1A-40A arası yük akımlarının kontrolünde kullanılmaktadır. Tekli ve çoklu kontak çıkış imkânları mevcuttur. Şekil 3.21.' de 5V DC mini röle görülmektedir.



Şekil 3.21. 5V Mini Röle

3.5.8. Makel M600.2251 elektronik- elektrik sayaç

Makel M600.2251 Elektronik- elektrik sayaçlar RS485 çıkışı ve optik portundan veri okunabilecek şekilde dizayn edilmişlerdir. Şeil 3.22.'de Makel M600.2251 Elektronik- elektrik sayaç gösterilmektedir.



Şekil 3.22.Makel M600.2251 Elektronik- elektrik sayaç

Makel M600.2251 elektronik-elektrik sayacın tuttuğu veriler üzerinde bulunan optik port sayesinde de okunabilir. Bunun için optik port okuyucu donanımı sayacın üzerinde optik port üzerine takılır ve okuma işlemi gerçekleştirilir. Eğer sayaca bağlı bir faz bulunmuyorsa mavi butona bir kez basılır. Okuma işlemi 10 saniye içinde başlamaz ise butona tekrar basılır.

Makel M600.2251 elektronik-elektrik sayaçta RS485 çıkışında bulunan A ve B uçlarından sayacın tuttuğu veriler okunabilmektedir. Ancak bu işlem yalnızca sayaca faz bağlı ve elektrik enerjisi var iken yapılabilir.

3.5.9. SP optik port

SP optik port Grup Arge Enerji ve Kontrol Sistemleri firması tarafından, yine aynı firma tarafından üretilen modemler için kullanılmaktadır.

SP optik port, elektrik sayacı ile ETHERNET veya GPRS modüllerini irtibatlamak için tüm optik porta sahip elektronik – elektrik sayaçlarında bulunan optik yuvaya ve mıknatıs yapısına uygun olarak dizayn edilmiştir. Şekil 3.23.'te SP optik port görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.23. SP optik port

3.6. Araştırmada Kullanılan Yazılım Araçları

Geliştirilen sistemin KAA ile haberleşmesi için yazılım alt yapısı gömülü sistem geliştirme kartının programlanması ve kullanılan kütüphanelerden oluşmaktadır. Arduino yazılımında geliştirme ortamı (IDE) ve kütüphaneler

bulunur. Yazılım geliştirme ortamı IDE, Java diliyle yazılmış ve Processing ortamına dayanmaktadır. Yazılım ortamında bulunan kütüphanelerse C dili ve C++ dilleri kullanılarak yazılmıştır, AVR-GCC ve AVR Libc. ile derleme işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Gömülü sistem geliştirme kartının geliştirme ortamı Processing adlı platforma dayanmaktadır. Processing, Java diliyle geliştirilen bir geliştirme ortamı (IDE) ve bir programlama platformudur.

IDE yazılımı, kütüphaneler, Arduino bootloader (Optiboot), AVR Dude (Mikrodenetleyiciye program yükleyebilen yazılım) ve derleyici (AVR-GCC) bileşenlerinde oluşmaktadır.

Optiboot, gömülü sistem geliştirme kartının bootloader aracıdır. Optiboot aracı sayesinde gömülü sistem geliştirme kartında yer alan mikrodenetleyicinin programlanabilmesi gerçekleştirilmektedir.

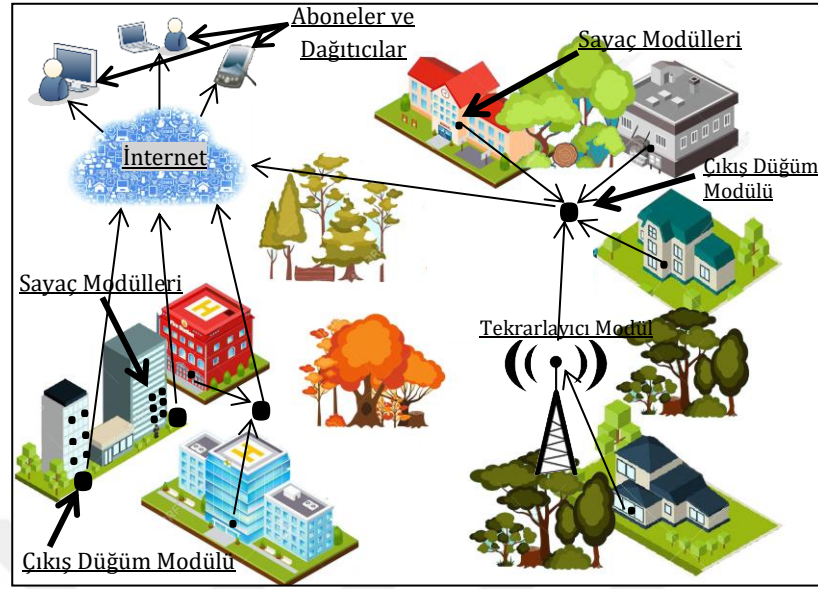
Gömülü sistem geliştirme kartının seçilmesinin sebebiyse modüllere kolay bir şekilde uyum sağlaması ve iletişimi sağlayan kütüphanelerin bulunmasıdır. Gömülü sistem geliştirme kartlarında kullanılan kütüphaneler, geliştirme ortamıyla beraber gelmekte ve "libraries" klasöründe yer almaktadır. AVR Dude bileşeni ise derlenen kodları programlamak için kullanılmaktadır.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

Elektronik – elektrik sayaçların uzaktan okunması ve kontrol edilmesi verimli enerji üretimi, iletimi, dağıtımı ve tüketimi gibi konularda önemli avantajlar sağlamaktadır.

Geniş bir uygulama alanına sahip olan elektronik – elektrik sayaçların okunabilmesi dağıtıcı firmalar için ciddi bir problem olmaktadır. Otomatik sayaç okuma sistemleri sayaç bilgilerinin hata barındırmadan okunması ve toplanması sorunu için ekonomik bir çözümdür. OSOS'lar için geliştirilmiş sayaçlar enerjinin takibini ve okunmasını kolaylaştırmışlardır. Ancak sistemin çalışabilmesi için mevcut elektronik – elektrik sayaçlarının OSOS uyumlu sayaçlar ile değiştirilmesi gerekmektedir. Bu işlem kullanıcılara ve elektrik dağıtım firmalarına maddi bir yük getirmektedir.

Bu çalışmada, monofaze elektronik – elektrik sayaçlarda depo edilen verilerin IEC-62056-21 protokolüne uygun olarak uzaktan okunması ve bu verilerin KAA'lar ile iletimi gerçekleştirilerek, elde edilen verilerin internet üzerinden izlenmesi ve kontrolüne olanak sağlayacak bir sistem tasarımı ve uygulaması üzerine bir araştırma yapılmıştır. Şekil 4.1.'te elektronik – elektrik sayaçların uzaktan okunması ve kontrol edilmesi için bu çalışmada önerilen haberleşme modeli yer almaktadır.



Şekil 4.1. Elektronik – elektrik sayaçların KAA'lar ile haberleşme modeli

Araştırma kapsamında önerilen modelde toplu konutlarda dağınık sayaç yerleşimleri, toplu konutlarda toplu sayaç yerleşimleri, dağınık yerleşim yerlerindeki yakın sayaç yerleşimleri ve dağınık yerleşim yerlerindeki uzak sayaç yerleşimleri dikkate alınmıştır.

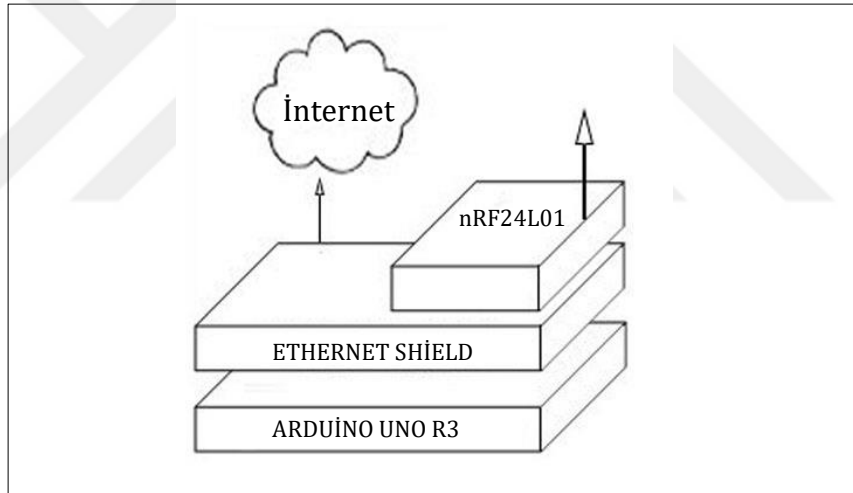
Önerilen model sayaç uç düğüm modülleri, çıkış düğüm modülleri ve tekrarlayıcı modüllerden meydana gelmektedir. Okuma işlemi sırasında uç düğüm modülü sayaçtan okuduğu verileri açık alanda 250 mt. mesafedeki çıkış düğüm modülüne ulaştırabilmektedir. Ancak çıkış düğüm modülü bu mesafeden daha fazla uzakta ise uç düğüm modülü, tekrarlayıcı modüle bağlanacak ve verileri bu düğüm üzerinden çıkış düğüm modülüne ulaştıracaktır. Çıkış düğüm modülü üzerinde bulunan W5100 Ethernet Shield sayesinde bir server görevi üstlenmemdir. Çıkış düğüm modülünün kendisine ait bir web arayüzü bulunmaktadır. Bu web arayüz sayesinde uç düğüm modüllerine bağlı bulunan sayaçlardaki verileri internet üzerinden okuyabilmekte ve kesme /açma kontrolü yapabilmektedir.

Tezin ilerleyen bölümlerinde araştırma kapsamında geliştirilen modüllerin kavramsal, donanımsal ve yazılımsal tasarımları verilmiştir.

Geliştirilen sistem için çıkış düğüm modülü, tekrarlayıcı (sinyal güçlendirici) modül, optik port bağlantılı uç düğüm modülü ve RS485 bağlantılı uç düğüm modülü olmak üzere dört farklı modül tasarlanmıştır.

4.1. Çıkış Düğüm Modülünün Tasarımı

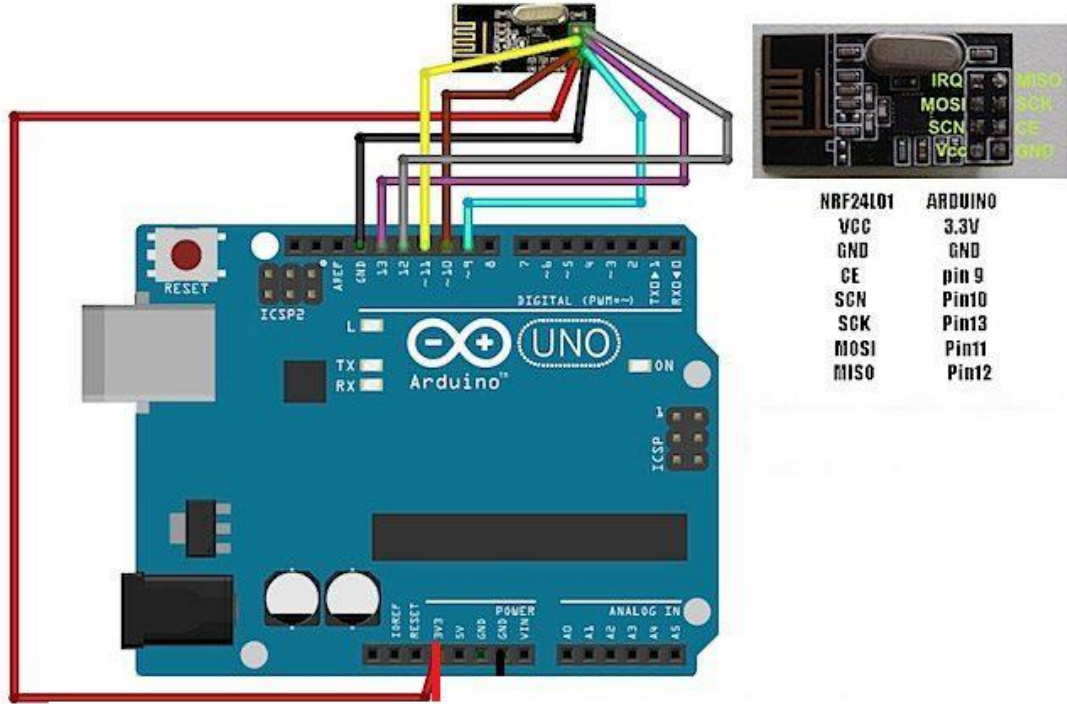
Tasarlanan çıkış düğüm modülü yazılımsal ve donanımsal öğelerden oluşmaktadır. Sistemin yazılımsal alt yapısı düğümler arası bağlantıyı kurmak ve çıkış düğüm modülünü server olarak kullanmak için c++ kütüphanelerinden faydalanılmıştır. Şekil 4.2.'de kavramsal tasarımda görüldüğü gibi donanım alt yapısında ise Arduino UNO R3, Arduino UNO R3 için tasarlanan modüller arası bağlantı birimi, 16x2 LCD ekran, W5100 Ethernet Shield ve nRF24L01 Kablosuz modülden meydana gelmektedir.



Şekil 4.2. Çıkış düğüm modülü kavramsal tasarımı

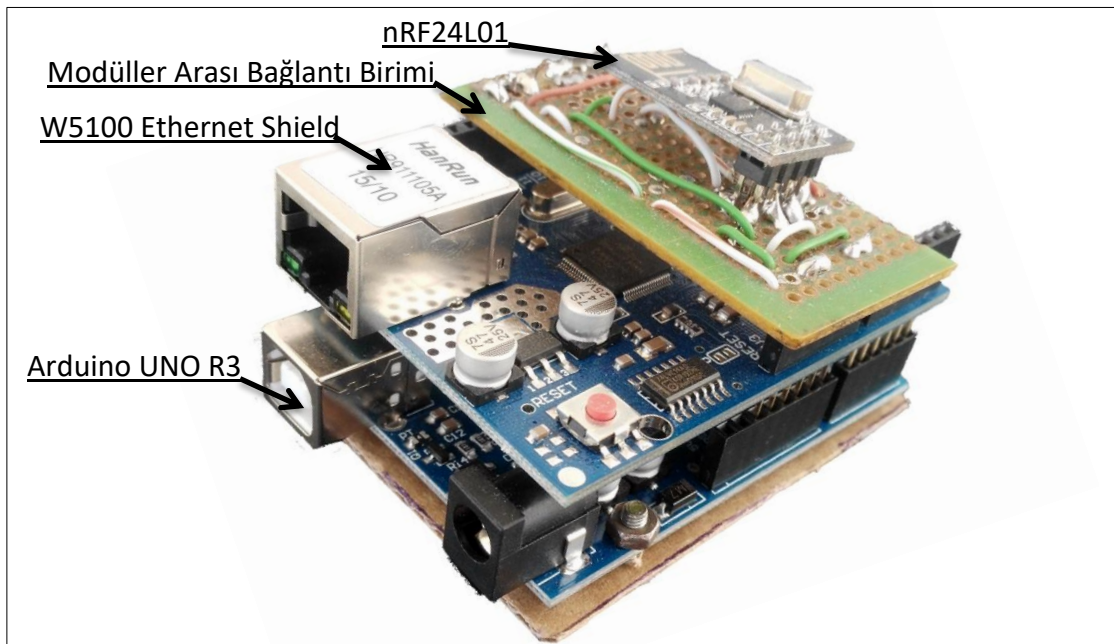
Şekil 4.4.'te tasarlanan çıkış düğüm modülü gösterilmiştir. Çıkış düğüm modülü, W5100 ethernet shield ve nRF24L01 kablosuz RF modüllerinden oluşmaktadır.

Şekil 4.3.'te çıkış düğüm modülünün nRF24L01 kablosuz RF modülü ile pin bağlantıları görülmektedir. Arduino UNO R3 kartının 3.3v çıkışı stabil olarak bu gerilimi sağlayamazsa kablosuz bağlantıda sorunlar yaşanabilir bu durumu daha stabil hale getirebilmek için modül üzerinde vcc ve gnd arasına 10uf kondansatör bağlanmalıdır.



Şekil 4.3. Çıkış düğüm modülü nRF24L01 modül pin bağlantıları

Şekil 4.4.'te tasarlanan çıkış düğüm modülünün donanımsal tasarımında W5100 Ethernet Shield arduino UNO R3 kartı üzerine monte edilmiştir. W5100 Ethernet Shield arduino UNO R3 pin bağlantılarını nRF24L01 kablosuz RF modülüne taşımış ve Şekil 4.3.'te görüldüğü gibi pin bağlantıları gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.4. Çıkış düğüm modülü

Geliştirilen sistemde çıkış düğüm modülü için gerçekleştirilen yazılımsal tasarımda Şekil 4.5.'te görüntülenen kod bloğunda seri port, ethernet ve nRF24L01 modüllerinin kütüphaneleri modüle eklenmiştir.

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <nRF24L01p.h>
```

Şekil 4.5. Kütüphane tanımlamaları

Şekil 4.6.'da verilen tanımlamalarda “*nRF24L01p alici(7,8);*” satırında nRF24L01 kablosuz modülü için CSN ve CE pin bağlantıları Arduino UNO R3' ün 7. ve 8. pinlerine ayarlanmıştır. “*byte mac[] = {0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED};*” satırında ise W5100 ethernet shield modülünün mac adresi tanımlanmıştır. W5100 Ethernet shield için port numarası 80, ip adresi “192.168.1.177” olarak ayarlanmıştır. String tipinde gelen ve giden verileri tutmak için nesnelere tanımlanmıştır.

```
nRF24L01p alici(7,8) //CSN,CE
byte mac[] = {0xDE, 0xAD, 0xBE,
0xEF, 0xFE, 0xED}
IPAddress ip(192, 168, 1, 177)
EthernetServer server(80)
String readString
String giden=""
String gelen=""
bool modul=false
```

Şekil 4.6. Nesne tanımlamaları

Şekil 4.7.'de nRF24L01 kablosuz modülleri için veri alma ve veri gönderme fonksiyonları gösterilmiştir. Eğer nRF24L01 kablosuz modülüne veri gelmişse veriyi gelen değişkenine atamaktadır. Gönderilmek istenen veri ise giden değişkenine atandıktan sonra fonksiyon sayesinde belirtilen kanal vasıtasıyla nRF24L01 kablosuz modülünden gönderilmektedir.

<pre> void verial(){ // Gelen veri varsa if(alici.available()){ alici.read(); alici.rxPL(gelen); }} </pre>	<pre> void verigonder(){ alici.txPL(giden); alici.send(SLOW); } </pre>
--	--

Şekil 4.7. Veri alma ve gönderme fonksiyonları

Şekil 4.8.'de gömülü sistem geliştirme kartı için çalıştırıldığında bir defa çalışacak kodların tutulduğu setup fonksiyonu görülmektedir. Setup fonksiyonunda seri port kütüphanesi çalışılmış, seri port baudrate hızı ayarlanmış, nRF24L01 kablosuz modülü için kanal belirtilmiş ve TX, RX adresleri ayarlanmıştır. Ayrıca W5100 Ethernet shield kütüphanesinde çağrılmış, mac ve ip değerleri ayarlanmıştır.

```

void setup() {
  delay(150);
  Serial.begin(9600);
  SPI.begin();
  SPI.setBitOrder(MSBFIRST);
  alici.channel(90);
  alici.TXaddress("Oda 1");
  alici.RXaddress("Oda 2");
  alici.init();
  // -----Ethernet ve Server Bağlantılarını aç-----
  Ethernet.begin(mac, ip);
  server.begin();
  Serial.print("Server Yerel IP = ");
  Serial.println(Ethernet.localIP());}

```

Şekil 4.8. Setup fonksiyonu

Şekil 4.9.'da çıkış düğüm modülüne uç düğüm modüllerinin bağlanabilmeleri için gerekli kriterler belirtilmiştir. Bu sayede çıkış düğüm modüllerine izinsiz bağlanma engellenmeye çalışılmıştır. Bağlantı kurulduktan sonra çıkış düğüm modülü üzerinde yer alan W5100 ethernet shield web server görevini üstlenerek belirlenen ip adresinde yayın yapmaya başlamaktadır. Yayınlanan

web sayfasında bulunan butonların kontrolü için gerekli kodlar Şekil 4.9.'da verilmiştir. Ayrıca sayaç okuma modunda uç düğüm modüllerinden çıkış düğüm modülüne aktarılan verilerin süzülme işlemide gerçekleşmektedir. Bu sayede istenilen veriler elde edilmiştir.

```
verial();
delay(100);
if(!modul){ if(gelen=="istek"){giden="Ana Modul";verigonder();}
if(gelen=="Repeater"){giden="Ana Modul";verigonder();modul=true;}}
gelen="";giden="";
if(buton!=""){
if(buton=="oku" || buton=="okul"){
giden="oku";if(buton=="okul"){giden="okul";}if(modul){giden="Roku";
if(buton=="okul"){giden="Rokul";}} verigonder();giden="";
int sayac=0;
while(sayac<15){
verial();
sayacveri[sayac]=gelen;
if(sayacveri[sayac]!=""){sayac++;Serial.println("sayaç saydı");}
gelen="";}}
if(buton=="kes" || buton=="kes1"){
giden="sayackes";if(buton=="kes1"){giden="kes";}if(modul){giden="Rsa
yackes";if(buton=="kes1"){giden="Rkes";}} verigonder();}
if(buton=="ac" || buton=="ac1"){
giden="sayacac";if(buton=="ac1"){giden="ac";}if(modul){giden="Rsayac
ac";if(buton=="ac1"){giden="Rac";}} verigonder();}
```

Şekil 4.9. Modül seçimi ve buton fonksiyonları

Şekil 4.10.'da çıkış düğüm modülünün yayın yaptığı web sayfası HTML kodlar ile oluşturulmuştur. Ayrıca sayfada bulunan butonlar kontrol edilmiş ve istenilen verilerin sayfa içerisinde görüntülenmesi sağlanmıştır. Oluşturulan web sayfası 5 sn aralıklar ile tazelenerek verilerin güncelliği sağlanmıştır. Web sayfasında sayaç seri numarası, tarih, saat, kümülatif toplam eneri, t1 enerji tüketimi, t2 enerji tüketimi, t3 enerji tüketimi ve t4 enerji tüketimleri gösterilmiştir.

```

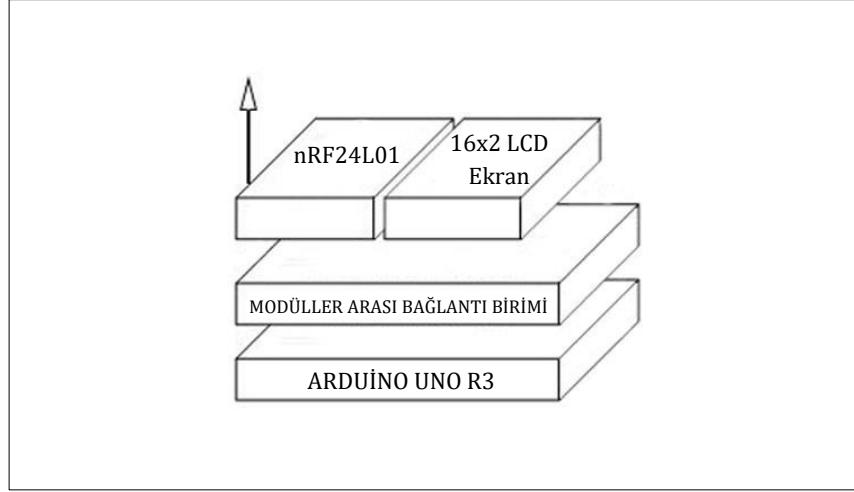
EthernetClient client = server.available();
if (client) {while (client.connected()) {if (client.available()) {
char c = client.read(); if(readString.length()<100){readString+=c;}
if (c == '\n') { // send a standard http response header
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-Type: text/html");
client.println(); client.println("<HTML>");
client.println("<HEAD>");
client.println("<meta http-equiv=\"refresh\"
content=\"5;URL=http://192.168.1.177\">");
client.println("</HEAD>"); client.println("<BODY>");
client.println("<center>");
client.println("<a href=\"?sayacoku\">Sayac OKU</a>");
client.println("<a href=\"?sayackes\">Sayac KAPAT</a>");
client.println("<a href=\"?sayacac\" >Sayac AC</a>");
client.println("<br/>");
client.println("<a href=\"?sayacoku1\">Sayac1 OKU</a>");
client.println("<a href=\"?sayackes1\">Sayac1 KAPAT</a>");
client.println("<a href=\"?sayacac1\" >Sayac1 AC</a>");
client.println("<br/>");
client.println("</center>");
for(int i=0;i<15;i++ )
{if(sayacveri[i].indexOf("0.0.0(")>-1){client.println("Seri
No=");client.println(sayacveri[i]);client.println("<br/>");}
if(sayacveri[i].indexOf("0.9.2(")>-
1){client.println("Tarih=");client.println(sayacveri[i]);client.prin
tln("<br/>");}
if(sayacveri[i].indexOf("0.9.1(")>-
1){client.println("Saat=");client.println(sayacveri[i]);client.print
ln("<br/>");}
if(sayacveri[i].indexOf("1.8.0(")>-1){client.println("Kumulatif
Enerji=");client.println(sayacveri[i]);client.println("<br/>");}
if(sayacveri[i].indexOf("1.8.1(")>-1){client.println("T1 Enerji
Tuketimi=");client.println(sayacveri[i]);client.println("<br/>");}
if(sayacveri[i].indexOf("1.8.2(")>-1){client.println("T2 Enerji
Tuketimi=");client.println(sayacveri[i]);client.println("<br/>");}
if(sayacveri[i].indexOf("1.8.3(")>-1){client.println("T3 Enerji
Tuketimi=");client.println(sayacveri[i]);client.println("<br/>");}
if(sayacveri[i].indexOf("1.8.4(")>-1){client.println("T4 Enerji
Tuketimi=");client.println(sayacveri[i]);client.println("<br/>");}
}client.println("</BODY>"); client.println("</HTML>");client.stop();
}
}
}

```

Şekil 4.10. HTML web sayfası

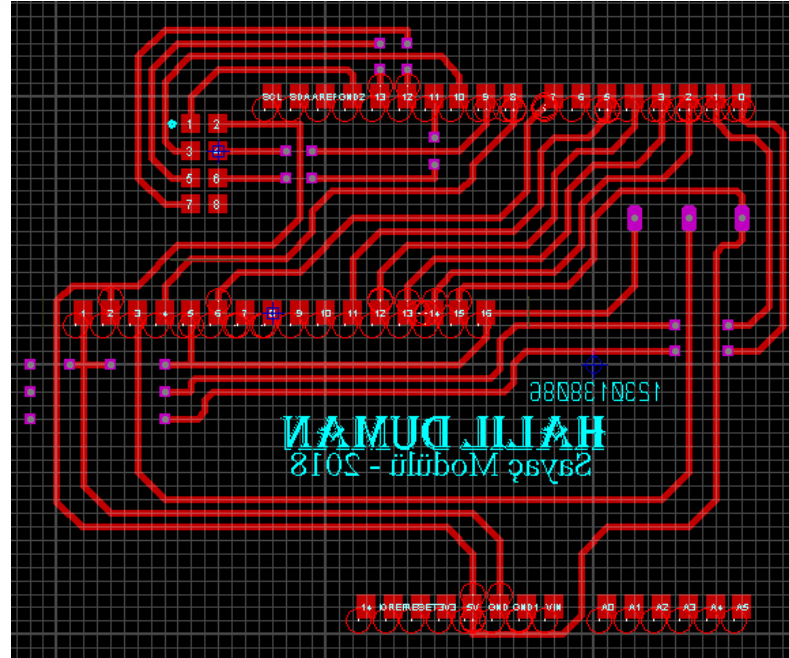
4.2. Tekrarlayıcı (Sinyal Güçlendirici) Modülünün Tasarımı

Tasarlanan tekrarlayıcı (Sinyal Güçlendirici) modülü yazılımsal ve donanımsal öğelerden oluşmaktadır. Sistemin yazılımsal alt yapısında düğümler arası bağlantıyı kurmak ve çıkış düğüm modülü ile iletişim kurmak için c++ kütüphanelerinden faydalanılmıştır. Şekil 4.11.'de kavramsal tasarımda görüldüğü gibi donanım alt yapısında ise Arduino UNO R3, Arduino UNO R3 için tasarlanan modüller arası bağlantı birimi, 16x2 LCD ekran ve nRF24L01 Kablosuz modülden meydana gelmektedir.



Şekil 4.11. Tekrarlayıcı modül kavramsal tasarımı

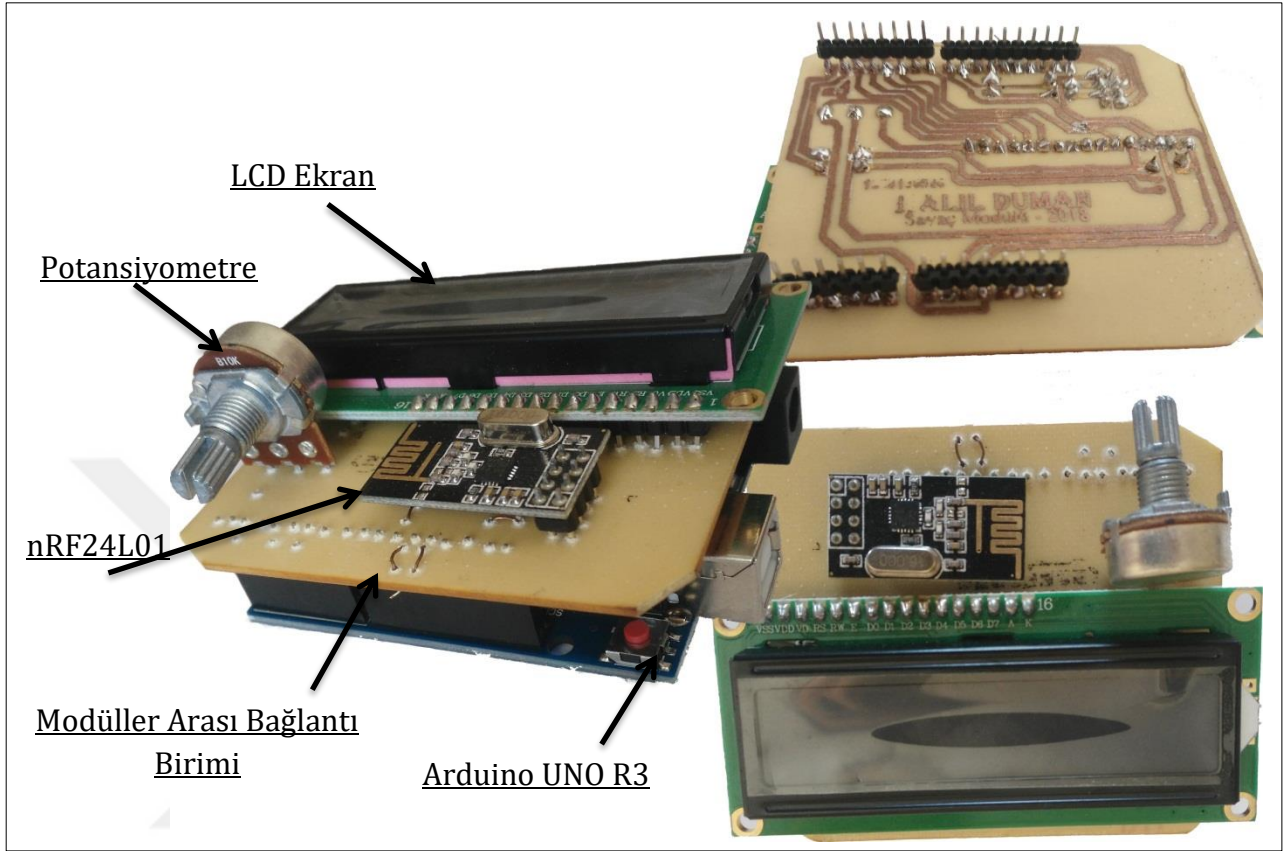
Sinyal güçlendirici modül çıkış düğüm modülü 250 mt. mesafeden daha uzak ise uç düğüm ve çıkış düğüm modülü arasında bağlantıyı sağlamak amacı ile tasarlanmıştır. Tasarlanan sinyal güçlendirici modülünün PCB(Printed Circuit Board) şeması Şekil 4.12.'de verilmiştir.



Şekil 4.12. Tekrarlayıcı (Sinyal Güçlendirici) modül PCB şeması

Şekil 4.13.'de gösterilen sinyal güçlendirici modülün donanımsal tasarımında, modül üzerindeki veri trafiğini takip etmek için 16x2 LCD ekran, diğer modüller

ile iletişimi sağlamak ve sinyal tekrarlamak amacı ile nRF24L01 kablosuz RF modülü ve 16x2 LCD ekran ışığını ayarlamak için 10K değerinde potansiyometre bulunmaktadır.



Şekil 4.13. Tekrarlayıcı (Sinyal Güçlendirici) modül üst görünüm

Sinyal güçlendirici modül yazılımsal tasarımında ek olarak 16x2 LCD ekran kütüphanesi olan "LiquidCrystal.h" kütüphanesi vardır. 16x2 LCD ekran pin bağlantıları ve nRF24L01 kablosuz modül pin bağlantıları Şekil 4.14.'deki kod bloğunda ayarlanmıştır.

<pre>// Kablosuz modül #include <LiquidCrystal.h> #include <SPI.h> #include "nRF24L01p.h" #include "RF24.h" //Modül ile ilgili kütüphaneleri ekliyoruz const uint64_t kanal = 0xE8E8F0F0E1LL; LiquidCrystal lcd(8,7,5,4,3,2); nRF24L01p alici(9,10); //CSN,CE /*kablosuz modül tanımlamaları */ String gelen=""; String giden=""; String ekran="Repeater Modul"; String lcdbilgi="Kablosuz Aglar"; bool baglanti=true; String durum="";</pre>	<pre>void verial(){ // Gelen veri varsa if(alici.available()){ alici.read(); alici.rxPL(gelen); }} void verigonder(){ alici.txPL(giden); alici.send(SLOW); }</pre>
---	---

Şekil 4.14. Tekrarlayıcı modül kütüphaneler ve değişken tanımlamaları

16x2 LCD ekranı kontrol etmek için gerekli olan “lcdekran” fonksiyonu Şekil 4.15. 'de verilmiştir. Fonksiyonda 1 satır ve 2. satırın başlayacağı sütunlar ayarlanmıştır ve “delay(1000)” komutu ile gelen iletinin bir saniye beklemesi okunabilmesi sağlanmıştır.

```
void lcdekran() {  
  lcd.begin(16,2);  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print(lcdbilgi);  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print(ekran);  
  delay(1000);}
```

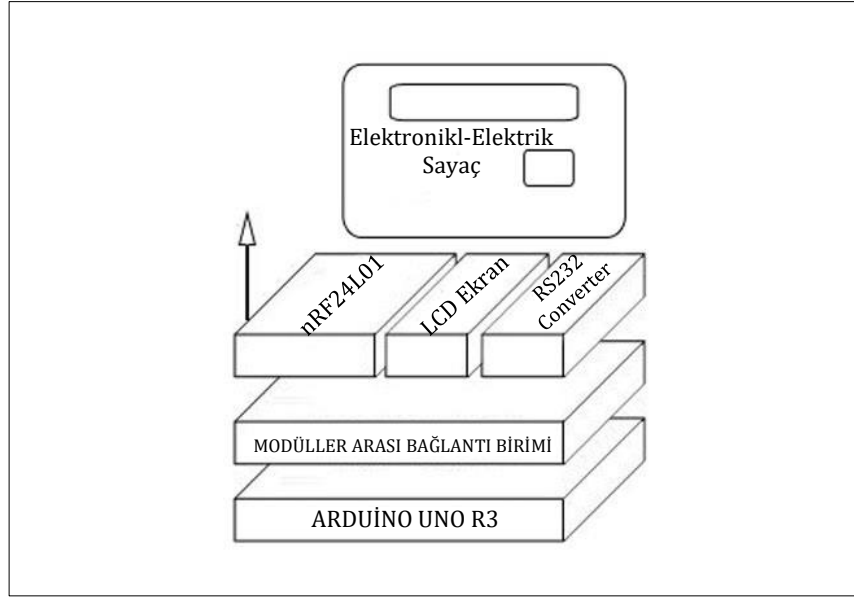
Şekil 4.15. LCD fonksiyonu

Sinyal güçlendirici modül KAA ortamına bırakıldığı zaman öncelikle çıkış düğüm modülünü aramaktadır. Çıkış düğüm modülüne bağlanırsa daha sonra uç düğüm modüllerini beklemeye başlar. Uç düğüm modüllerinin bağlantısı gerçekleştiğinde, çıkış düğüm modülünden gelecek olan komutları ile uç düğümler arasında iletişimi sağlamaktadır.

İlk olarak çıkış düğüm modülü veriyi sinyal güçlendirici modüle aktarır daha sonra siyal güçlendirici modül çıkış düğüm modülü gibi davranarak uç düğüm modüllerine komutları gönderir. Haberleşme okuma modunda ters yöne döner uç düğüm modülünden alınan verileri sinyal güçlendirici modül alır ve daha sonra uç düğüm modülü gibi davranarak çıkış düğüm modülüne iletir.

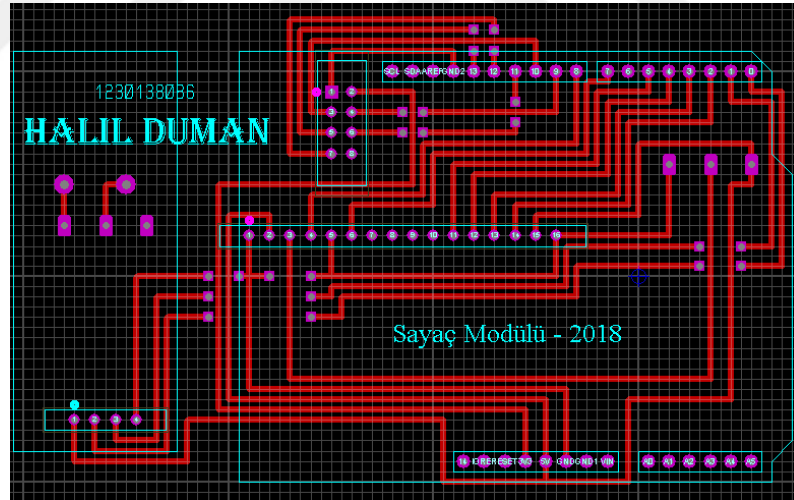
4.3. Optik Port Bağlantılı Uç Düğüm Modülünün Tasarımı

Tasarlanan optik port bağlantılı uç düğüm modülü yazılımsal ve donanımsal öğelerden oluşmaktadır. Sistemin yazılımsal alt yapısında çıkış düğümü ve tekrarlayıcı düğüm modülü ile iletişim kurmak için c++ kütüphanelerinden faydalanılmıştır. Şekil 4.16.'de kavramsal tasarımda görüldüğü gibi donanım alt yapısında ise Arduino UNO R3, Arduino UNO R3 için tasarlanan modüller arası bağlantı birimi, 16x2 LCD ekran, nRF24L01 Kablosuz modül ve RS232 dönüştürücü modülden meydana gelmektedir.



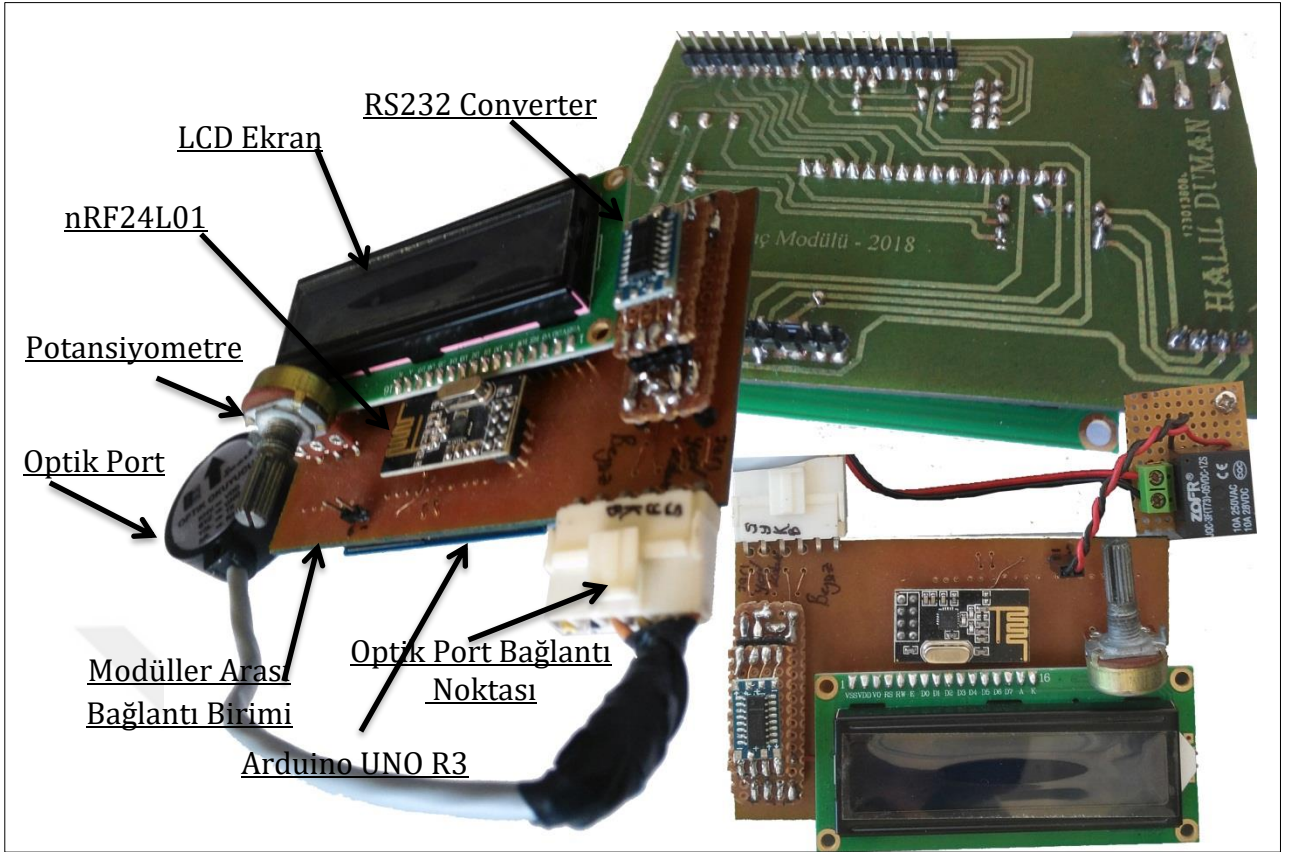
Şekil 4.16. Optik port bağlantılı uç düğüm modülü kavramsal tasarımı

Optik port bağlantılı uç düğüm modülünün ARES programında çizilmiş PCB şeması Şekil 4.17.'de verilmiştir.



Şekil 4.17. Optik port bağlantılı uç düğüm modülü PCB şeması

Optik port bağlantılı uç düğüm modülü donanımsal tasarımı, optik portun sayaç bağlantısını sağlamak için RS232 convertera, modülün KAA ağına bağlanma durumu ve sayaç okuma durum takipleri için 16x2 LCD ekrana, 16x2 LCD ekranın ışığının ayarlanabilmesi için 10k değerinde potansiyometreye ve KAA'ına dâhil olabilmesi için nRF24L01 kablosuz RF modüle sahiptir. Optik port bağlantılı uç düğüm modülünün üst görünümü Şekil 4.18'de verilmiştir.



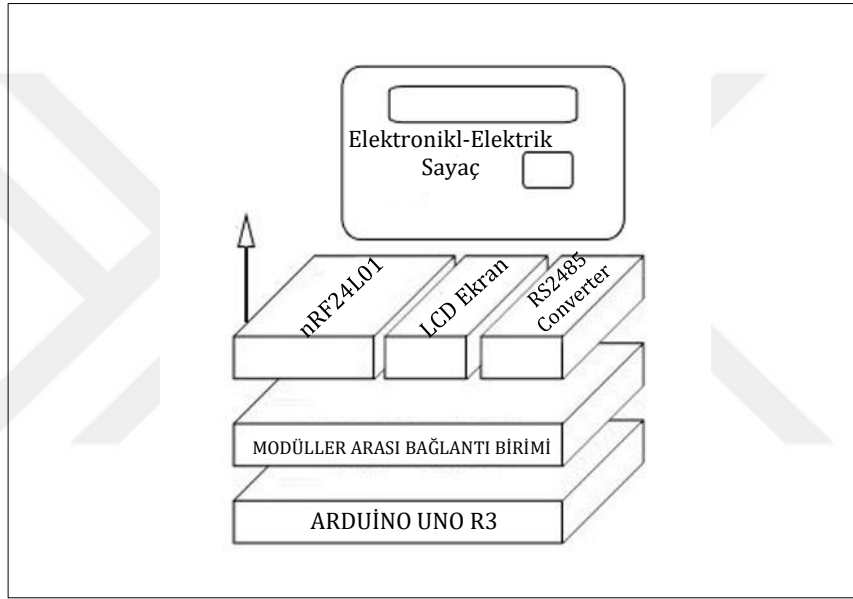
Şekil 4.18. Optik port bağlantılı uç düğüm modülü üst görünüm

Optik port bağlantılı uç düğüm modülü, yazılımsal olarak RS485 bağlantılı uç düğüm modülünden bir farklılık içermez. Ancak donanımsal olarak farklılık göstermektedir. Optik port bağlantılı uç düğüm modülü, RS232 sinyallerine çevrilen verileri optik port elemanına aktarır.

Optik port bağlantılı uç düğüm modülü yazılımsal tasarımında, sayaç okuma işleminde çıkış düğüm modülü veya sinyal güçlendirici düğüm modüllerinden gelen "oku" komutu ile if karar yapısı içerisindeki kodlar işletilir ve optik port bağlantılı uç düğüm modülüne bağlı olan UART TTL RS232 dönüştürücüye sayaç okuma fonksiyonunda bulunan kodlar hexadecimal olarak gönderilir. Dönüştürücü, TTL sinyallerini RS232 sinyallerine çevirerek verileri optik porta gönderir. Sayaç verileri algılayınca içerisindeki verileri OBİS kodlarına uygun olarak optik port bağlantılı uç düğüm modülüne aktarır. Arduino UNO R3 gömülü sistem geliştirme kartının hafızasının yetersiz olması sebebi ile veriler anlık olarak bölünerek çıkış düğüm modülü veya sinyal güçlendirici modüle aktarılır.

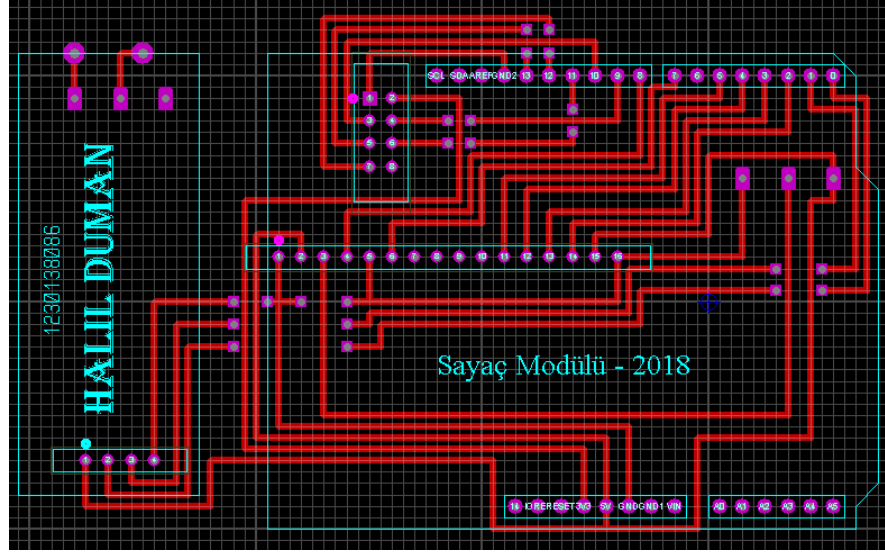
4.4. RS485 Bağlantılı Uç Düğüm Modülünün Tasarımı

Tasarlanan RS485 bağlantılı uç düğüm modülü yazılımsal ve donanımsal öğelerden oluşmaktadır. Sistemin yazılımsal alt yapısında çıkış düğümü ve tekrarlayıcı düğüm modülü ile iletişim kurmak için c++ kütüphanelerinden faydalanılmıştır. Şekil 4.19.'da kavramsal tasarımda görüldüğü gibi donanım alt yapısında ise Arduino UNO R3, Arduino UNO R3 için tasarlanan modüller arası bağlantı birimi, 16x2 LCD ekran, nRF24L01 Kablosuz modül ve RS485 dönüştürücü modülden meydana gelmektedir.



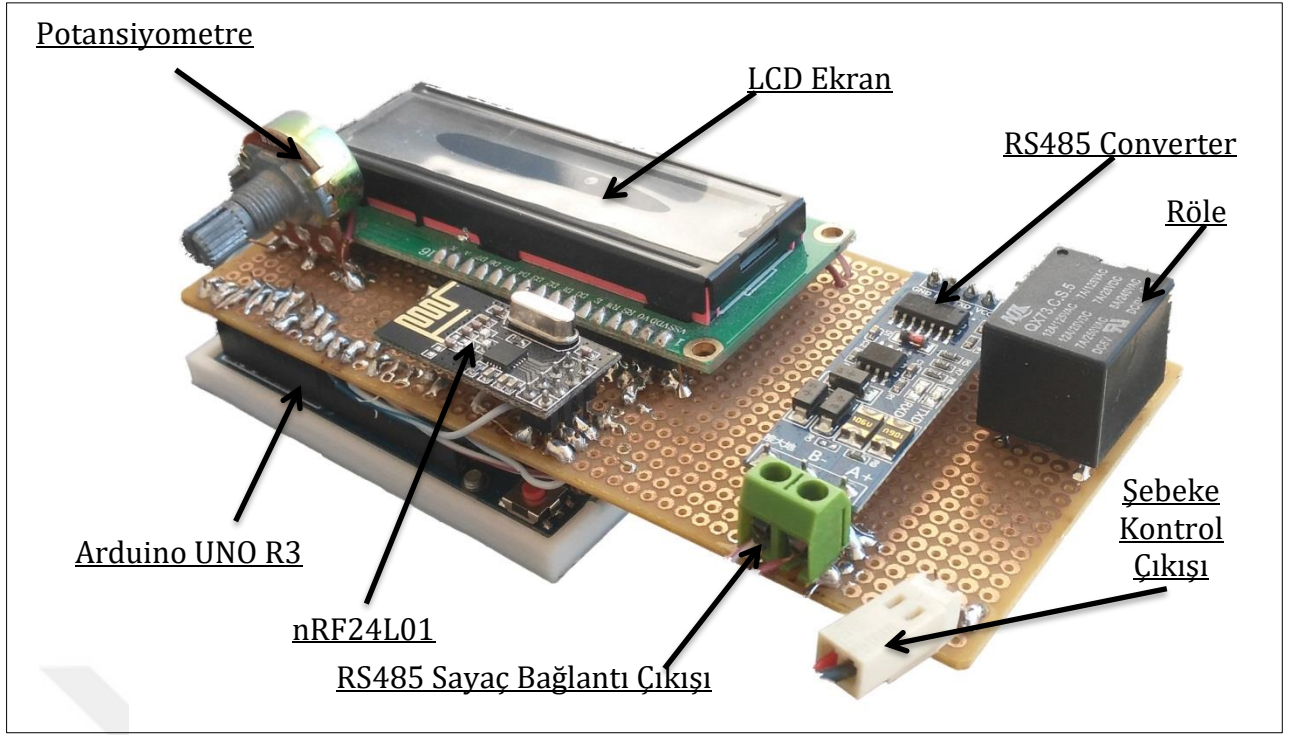
Şekil 4.19. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü kavramsal tasarımı

RS485 bağlantılı uç düğüm modülünün ARES programında çizilmiş PCB devre şeması Şekil 4.20.'de verilmiştir. İlk olarak uygulandığından dolayı RS485 bağlantılı uç düğüm modülünün devresi delikli peltenaxa uygulanmıştır.



Şekil 4.20. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü PCB şeması

RS485 bağlantılı uç düğüm modülü, RS485 çıkışı bulunan elektronik elektrik sayaçları okumak ve KAA üzerinden haberleşmeyi sağlamak için tasarlanmıştır. Çalışma boyunca birçok modül denenmiştir. Bu nedenle bu modülünün donanımsal tasarımı uygulamada daha esnek olan delikli peltenax üzerinde gerçekleştirilmiştir. Modülde, elektronik – elektrik sayaçlar ile haberleşebilmek için TTL to RS485 converter, KAA ile haberleşmeyi sağlamak için nRF24L01 kablosuz RF modülü, KAA bağlantı durumu ve sayaç okuma işlemlerinin takibi için 16x2 LCD ekran, 16x2 LCD ekranın ışığını ayarlamak için potansiyometre ve elektronik – elektrik sayaç üzerindeki gerilim/akım kontrolü için DC 5v röle kullanılmıştır. Şekil 4.21.'de RS485 bağlantılı uç düğüm modülü devresi üst görünümü verilmiştir.



Şekil 4.21. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü devresi üst görünüm

RS485 bağlantılı uç düğüm modülü RS485 çıkışlı elektronik –elektrik sayaçlarını okumak üzere tasarlanmıştır. Tasarlanan bu modülün yazılımsal tasarımı, elektronik – elektrik sayacı için gerekli olan haberleşme hızına Arduino UNO R3 gömülü sistem geliştirme kartının baudrate hızının ayarlanması ile erişilmektedir. Şekil 4.22.'de verilen kod bloğunda sayaç haberleşmesi için gerekli olan karakterler char tipinde değişkenlere atanmıştır. Burada önemli olan nokta sayaçlara verilerin hexadecimal olarak gönderilmesidir.

```

/*kablosuz modül tanımlamaları */
String ileti="";
String ileti2="";
String ekran="ALICI DEVRE";
String lcdbilgi="Kablosuz Modulo";

//tanımlamalar
char SOH=0x01;
char STX=0x02;
char ETX=0x03;
char LF=0x0a;
char CR=0x0d;
char ACK=0x06;
char baslangic=0x2f; //" /"
char istek=0x3f;    // "?"
char Zbit=0;
String durum="";
int a=0;
bool baglanti=true;

```

Şekil 4.22. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü değişken tanımlamaları

RS485 bağlantılı uç düğüm modülünde setup fonksiyonunda seri port ayarlamaları farklılık göstermektedir. Şekil 4.23.'te görülüşü gibi baudrate hızı 300' e ayarlanmıştır. Frame yapısı ise 1 start biti 7 data biti 1 stop biti ve even party şeklinde ayarlanmıştır. Aksi durumlarda elektronik – elektrik sayaç ile iletişim kurulamayacaktır. Arduino UNO R3 gömülü sistem geliştirme kartının 6 digital pini çıkış olarak ayarlanmıştır. Bu sayede bağlı bulunan elektronik – elektrik sayacın akım/gerilim kontrolü sağlanmıştır.

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

Şekil 4.23. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü setup fonksiyonu

Şekil 4.24.'de verilen kod bloğunda sayaca istek mesajı gönderen istek fonksiyonu ve okuma işlemini gerçekleştiren okuma fonksiyonları yer almaktadır. Sayaç istek mesajı fonksiyonu sayaca ayarlanmış olan hızda (/ , ? , ! , CR , LF) istek mesajını gönderir. Sayaç cevap olarak kabul mesajı gönderir ve okuma işlemi gerçekleştirilmiş olur. Sayaçtan her gelen veri satır sonu karakteri ile bölünür. Sayaçtan gelen veriler fazla olmasından dolayı veriler bekletilmeden çıkış düğüm modülüne aktarılır.

```

//-----SAYAÇ İSTEK MESAJI-----
void istekmesaji(){
byte message[] = {baslangic, istek, 0x21, CR, LF}; // (/, ?, !, CR, LF)
Serial.write(message, sizeof(message));
delay(500);
if (Serial.available()>0){lcdbilgi="Sayac okuma modu";
while (Serial.available() > 0 ) {
iletisi2= Serial.readStringUntil(0x0a); }
verigonder(); iletisi2="";}}

//-----SAYAÇ OKUMA-----
void sayacoku(){byte ack[] = {ACK,0x30,Zbit,0x30,CR,LF};
Serial.write(ack, sizeof(ack));
delay(200);
if (Serial.available()>0){lcdbilgi="Sayac okuma modu";
while (Serial.available() > 0 ) {
for(int i=0;i<48;i++){
iletisi2=Serial.readStringUntil(0x0a);
verigonder();delay(200);}
}delay(1000);a=2;}
iletisi2="\n-----";
verigonder();iletisi2="";}

```

Şekil 4.24. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü sayaç okuma fonksiyonu

RS485 bağlantılı uç düğüm modülü, çıkış düğüm modülü veya sinyal güçlendirici modül ile bağlantı kurduktan sonra sayaç okuma, sayaç akım/gerilimi kesme, sayaç akım/gerilimi açma işlemleri yapabilmektedir. Şekil 4.25.'te bu işlemlerin gerçekleştirildiği kod blokları verilmiştir.

```

//-----Sayaç Okuma-----
if(ileti=="oku"){
if(durum=="Repeater" ){lcdbilgi="Repeater
Kullanimda";ekran="Okumaİslemi.";lcdekran();}else{lcdbilgi="Ana
Modul Kullanimda";ekran="Okumaİslemi.";lcdekran();}
lcdbilgi="Sayaç Okuma";ekran="Baslatiliyor";lcdekran();ekran="Okuma
Baslatildi.";lcdekran();delay(1000);
for(int i=0;i<2;i++){ if(a==0){istekmesaji();}
a=1;delay(1000);
if(a==1){sayacoku();}
ileti=""; }
ekran="Tamamlandi.";lcdekran();lcdbilgi="Kablosuz Modul";
ekran="19825242";lcdekran();}
a=0;

//-----Sayaç Açma-----
if(ileti=="sayacac"){
if(durum=="Repeater" ){lcdbilgi="Repeater
Kullanimda";ekran="Acmaİslemi.";lcdekran();}else{lcdbilgi="Ana Modul
Kullanimda";ekran="Acmaİslemi.";lcdekran();}
lcdbilgi="Sayaç Acma";ekran="Baslatiliyor";lcdekran();
digitalWrite(6, HIGH);
delay(1000);
ekran="Sayaç Acik.";lcdekran();
ileti2="Sayaç Açık";
verigonder();}

//-----Sayaç Kesme-----
if(ileti=="sayackes"){
if(durum=="Repeater" ){lcdbilgi="Repeater
Kullanimda";ekran="Kesmeİslemi.";lcdekran();}else{lcdbilgi="Ana
Modul Kullanimda";ekran="Kesmeİslemi.";lcdekran();}
lcdbilgi="Sayaç Kesme";ekran="Baslatiliyor";lcdekran();
digitalWrite(6, LOW);
delay(1000);
ekran="Sayaç Kapali.";lcdekran();
ileti2="Sayaç Kapalı";
verigonder();}
//-----

```

Şekil 4.25.RS485 bağlantılı uç düğüm modülü sayaç okuma/açma/kesme işlemleri

Sayaç açma işleminde çıkış düğüm modülü veya sinyal güçlendirici düğüm modüllerinden gelen “sayacac” komutu ile if karar yapısı içerisindeki kodlar işletilir ve RS485 bağlantılı uç düğüm modülüne bağlı olan röle kontakları yön değiştirilerek sayaç akım/ gerilimi açılır.

Sayaç kesme işleminde çıkış düğüm modülü veya sinyal güçlendirici düğüm modüllerinden gelen “sayackes” komutu ile if karar yapısı içerisindeki kodlar

işletilir ve RS485 bağlantılı uç düğüm modülüne bağlı olan röle kontakları yön değiştirilerek sayaç akım/ gerilimi kesilir.

Sayaç okuma işleminde çıkış düğüm modülü veya sinyal güçlendirici düğüm modüllerinden gelen “oku” komutu ile if karar yapısı içerisindeki kodlar işletilir ve RS485 bağlantılı uç düğüm modülüne bağlı olan UART TTL RS485 dönüştürücüye sayaç okuma fonksiyonunda bulunan kodlar hexadecimal olarak gönderilir. Dönüştürücü, TTL sinyallerini RS485 sinyallerine çevirerek sayacın verileri algılamasını ve sayacın cevap vermesini sağlar. Sayaç daha istenen verileri RS485 bağlantılı uç düğüm modülüne aktarır.

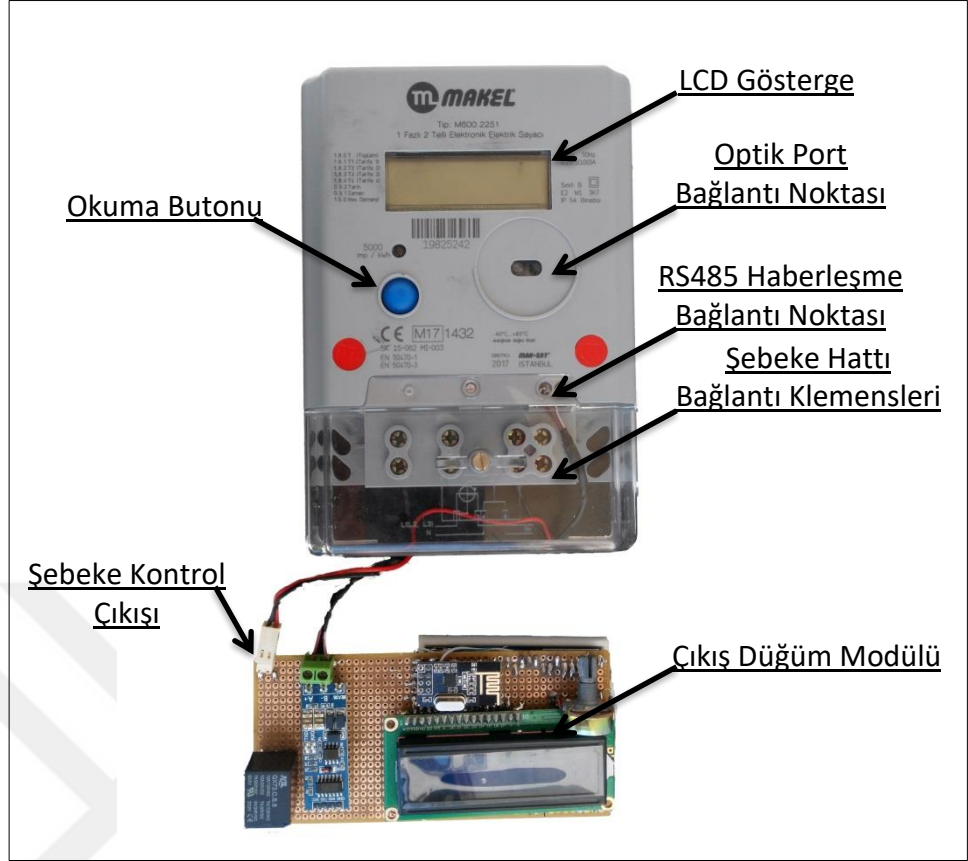
4.5. Modüllerin Birleştirilerek Test Edilmesi

KAA düğümleri Arduino UNO R3 gömülü sistem geliştirme kartı ile oluşturulmuştur. Kablosuz bağlantı için nRF24L01 kablosuz RF modülleri kullanılmıştır.

Arduino IDE, arduino kitleri için geliştirdiği; komutların yazılmasına, derleme işleminin yapılmasına ve son olarakta derlenen kodları doğrudan (Bilgisayarın USB portuna bağlı olan) Arduino kite yüklenmesine olanak sağlayan yazılım geliştirme platformudur. Arduino UNO R3 gömülü sistem geliştirme kartları için Arduino IDE programı kullanılmaktadır.

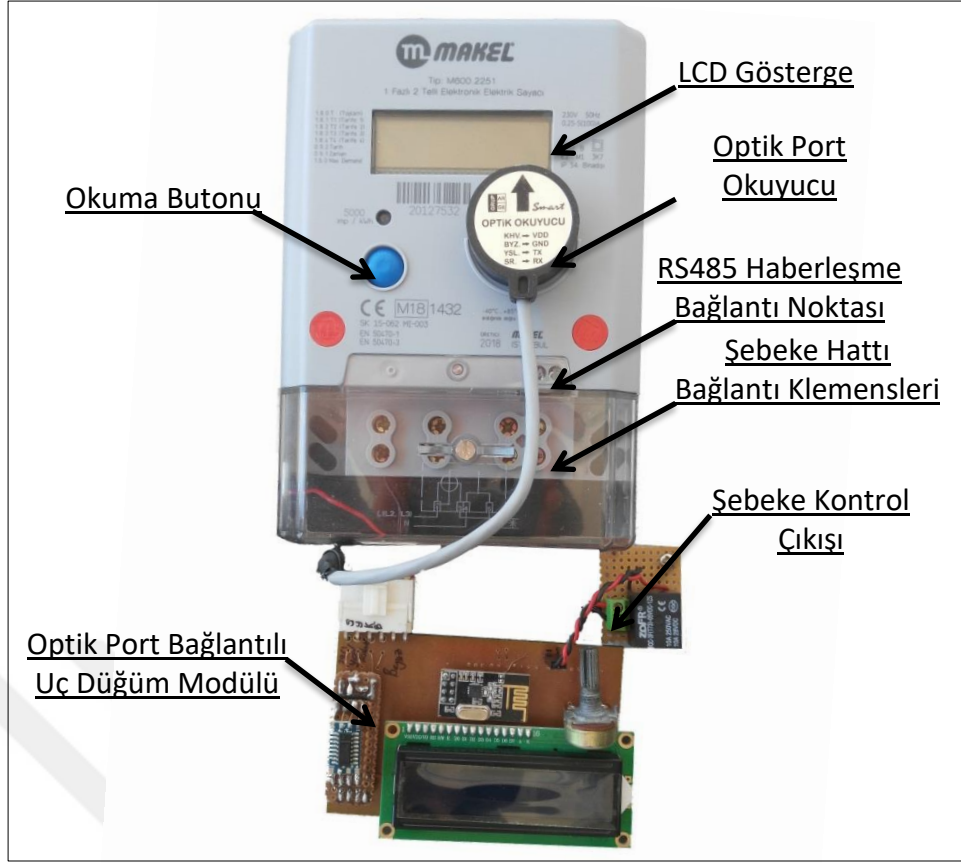
Bu bölümde çalışma sonunda elde edilen sistemin donanımsal ve yazılımsal uygulama özellikleri ve web arayüzü anlatılmaktadır.

Çalışma sonunda Şekil 4.26.'da görünen RS485 bağlantılı uç düğüm modülü devresi kablosuz algılayıcı ünitesi, akım/gerilim kontrol ünitesi ve gösterge paneli ile donatılmıştır. Modül Şekil 4.26.'da görüldüğü gibi elektronik – elektrik sayacının RS485 çıkış portu üzerinde IEC 62056-21 protokolüne uygun ve RS485 bağlantı özelliklerine cevap verebilecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca modüle, KAA üzerinden uzaktan sayaç okuma ve kontrol sistemine dahil olabilecek nitelikler kazandırılmıştır.



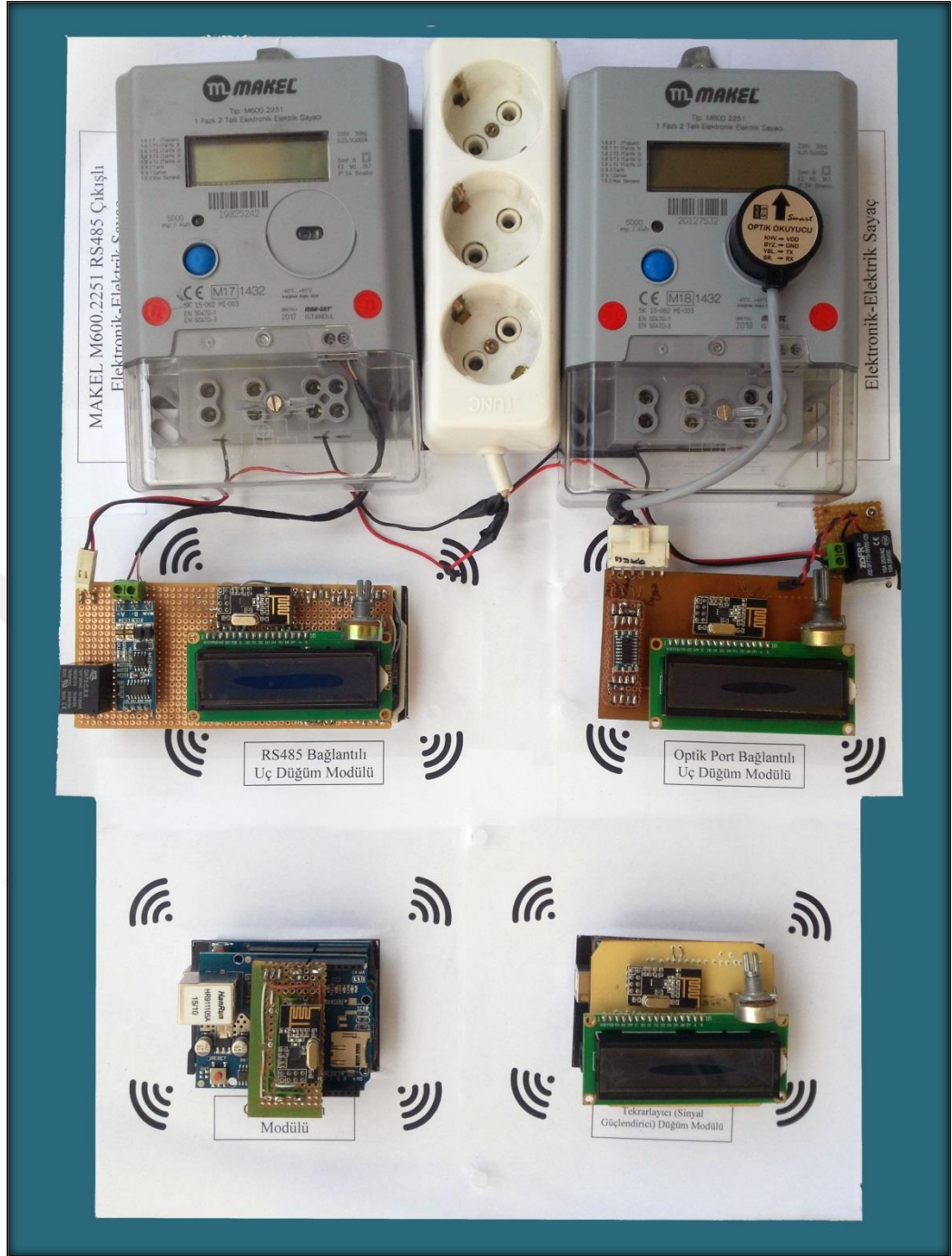
Şekil 4.26. RS485 bağlantılı uç düğüm modülü ve sayaç

Çalışma sonunda Şekil 4.27.'te görünen optik port bağlantılı uç düğüm modülü devresi kablosuz algılayıcı ünitesi, akım/gerilim kontrol ünitesi ve gösterge paneli ile donatılmıştır. Modül Şekil 4.27.'de görüldüğü gibi elektronik – elektrik sayacının optik portu üzerinde IEC 62056-21 protokolüne uygun ve optik port bağlantı özelliklerine cevap verebilecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca modüle, KAA üzerinden uzaktan sayaç okuma ve kontrol sistemine dahil olabilecek nitelikler kazandırılmıştır.



Şekil 4.27. Optik port bağlantılı uç düğüm modülü ve sayaç

Çalışma sonunda dört farklı düğüm modülü tasarlanmıştır. Bu düğüm modülleri çıkış düğüm modülü, tekrarlayıcı (Sinyal Güçlendirici) düğüm modülü, RS485 bağlantılı uç düğüm modülü ve optik port bağlantılı uç düğüm modülüdür. Şekil 4.28.'de elektrik sayaçlarını uzaktan izleme ve kontrol için kablosuz algılayıcı ağ tabanlı sistem uygulaması gösterilmiştir.



Şekil 4.28. Elektrik sayaçlarını uzaktan izleme ve kontrol için kablosuz algılayıcı ağ tabanlı sistem uygulaması

Modüller elektrik panolarına sığabilecek boyutlarda ve elektronik - elektrik sayaca monte edilebilecek şekilde tasarlanmıştır. Sistemin çalışabilmesi herhangi ek bir ağıta ihtiyacı yoktur. Çıkış düğüm modülü üzerinde bulunan W5100 Ethernet Shield'in RJ45 portuna bağlantı sağlandığında belirtilen ip

adresi ile çıkış düğüm modülü yayın yapmaya (server olarak çalışmaya) başlamaktadır.

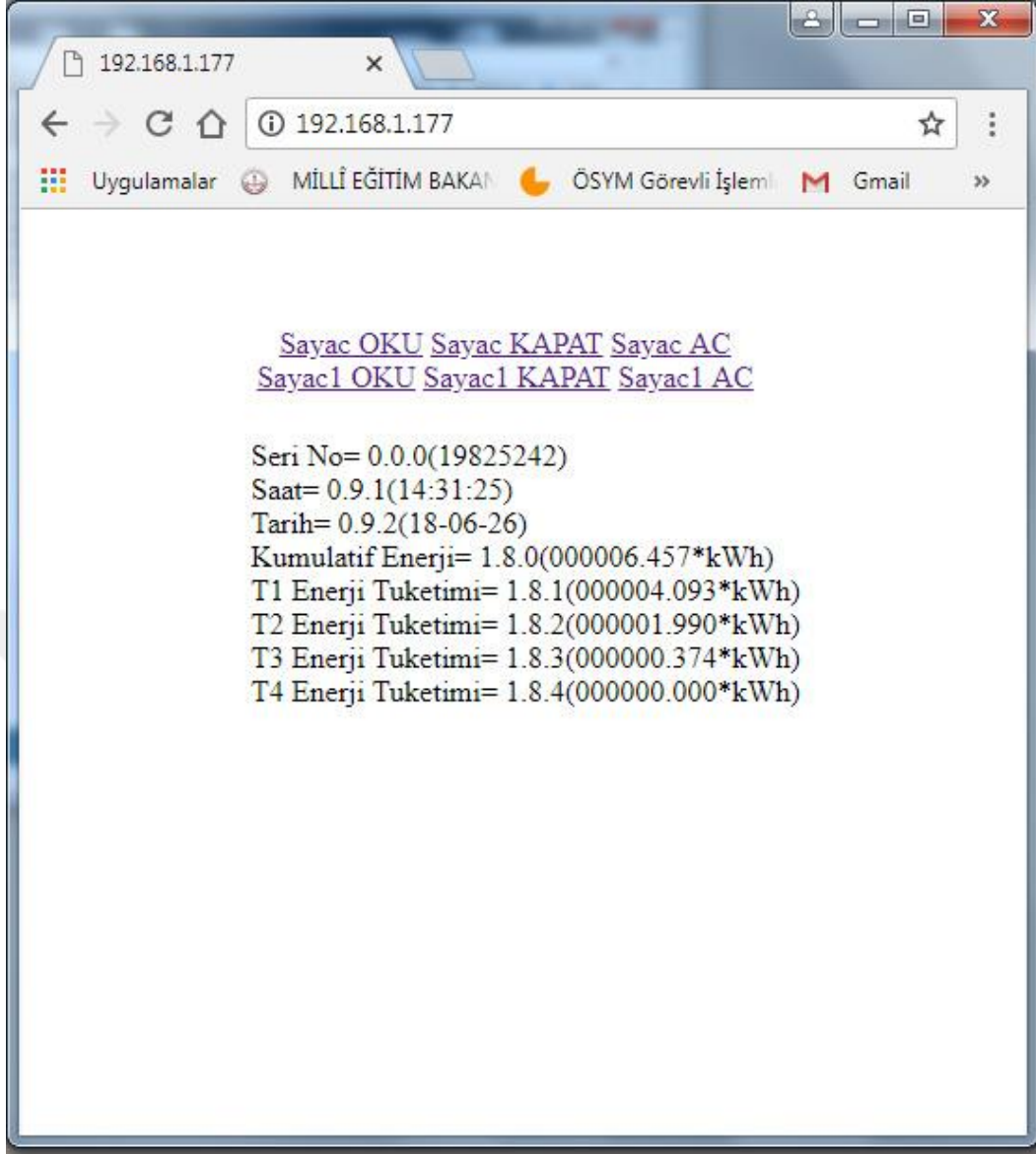
Uç düğüm modülerinin arasındaki mesafe 250 mt. 'den daha fazla olduğunda tasarlanan sinyal güçlendirici modüller sayesinde bu mesafe 1 km 'ye kadar arttırılabilir. Modüller arasındaki mesafe arttıkça uygun sayıda sinyal güçlendirici kullanılabilir. Ancak bu sistemde veri trafiğini arttırıp, veri iletişimini yavaşlatacaktır. Bu sebeple modüller arası mesafe 750mt.'yi aştığında sinyal güçlendirici kullanmak yerine modüllerde bulunan radyo bölümü daha güçlü bir model ile değiştirmek tercih edilmelidir. Modül değişimi ile uç düğüm ve çıkış düğüm modülü arasındaki mesafe 1 km'ye kadar arttırılabilir. Mesafe daha fazla arttırılmak istenirse router ile iki modül arası mesafe kilometrelerce arttırılabilir.

4.5.1. Elektrik sayaçlarını uzaktan izleme ve kontrol için geliştirilen web arayüz

Elektrik sayaçlarını uzaktan izleme ve kontrol için geliştirilen web arayüzüne çıkış düğüm modülü üzerindeki W5100 Ethernet Shield modülüne RJ45 portu ile bağlı olan ağdaki herhangi bir cihazdan ulaşılabilir. Port yönlendirme işlemi yaparak web arayüzüne internet ortamına dahil olan tüm cihazlardan erişilebilir sayaçların akımları/gerilimleri kontrol edilebilir. KAA içindeki elektronik – elektrik sayaçlarının okuma işlemi gerçekleştirilebilir.

Şekil 4.29.'da verilen sistem arayüzüne "192.168.1.177" ip adresi ile bağlandıktan sonra sistem üzerinde sayaç okuma, sayaç akım/gerilim açma ve sayaç akım/gerilim kesme işlemleri arayüz üzerinden KAA sayesinde gerçekleştirilebilmektedir.

Okuma işleminde sayaç üzerinden alınabilen verilerin tam listesi EK C'de verilmiştir. Geliştirilen web arayüzünde ise sayaç seri numarası, okuma tarihi, okuma saati, kümülatif enerji, t1 enerji tüketimi, t2 enerji tüketimi, t3 enerji tüketimi, t4 enerji tüketimi gösterilmektedir.



Şekil 4.29.Elektrik sayaçlarını uzaktan izleme ve kontrol için geliştirilen web arayüzü

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kablosuz Algılayıcı Ağlar (KAA), fiziksel bir bağlantı olmadan dağılık halde bulunan alanlardan veri toplamak ve veri takibi yapmak amacı ile gerçek zamanlı işlemlerin gerçekleştirildiği ve bu işlemlerin ekonomik bir şekilde yapılmasından dolayı kendisine geniş bir uygulama alanı oluşturmuş önemli bir haberleşme teknolojisidir.

Bu yüksek lisans tezinde, KAA haberleşme teknolojilerinin özelliklerinden faydalanılarak monofaze elektronik – elektrik sayaçlarının uzaktan okunması ve akım/gerilim kontrolü sağlanmıştır. Bu sayede gelişmekte olan OSOS(Otomatik Sayaç Okuma Sistemleri)’lara ev tipi sayaçların dâhil olabilmesi için ekonomik bir çözüm önerilmiştir. Bu sayede OSOS uyumu bulunmayan sayaçlar hurdaya ayrılmayacak sisteme dâhil edilebilecektir. Ayrıca toplu konutlardaki sayaçların ve dağılık sayaç panolarının düşük maliyetle okunması ve kontrolü sağlanmış olacaktır. Geliştirilen sistem özellikle tarımsal alan, şantiye çok trafolu işletmeler gibi sayaçların sahaya yayılmasından, zaman zaman yerinin değişmesinden ve mevsimsel etkenlerden dolayı çekilen ulaşım güçlüğü ortadan kaldırmak için çözüm olabilecektir.

Çalışma kapsamında geliştirilen sistemin donanımı nRF24L01 kablosuz RF modülleri, W5100 Ethernet Shield, Arduino UNO R3, UART TTL RS485 dönüştürücü, UART TTL RS232 dönüştürücü, SP optik port ve Makel M600.2251 Elektronik – elektrik sayaçlardan oluşmaktadır. Yazılım olarak ise, modüller için algılama ve haberleşmeye yönelik algoritmalar geliştirilmiş, daha sonra elektronik – elektrik sayaç haberleşme algoritmaları oluşturulmuştur. Son olarakta W5100 Ethernet Shield sunucu olarak ayarlanıp web arayüzü tasarlanmıştır. Sistemin internet üzerinden takibi ve kontrolü sağlanmıştır.

OSOS sistemlerine ev abonelerinin bağlanabilmesi için standart elektronik – elektrik sayaçlarının değiştirilerek OSOS uyumlu akıllı sayaç bağlanması gerekmektedir. OSOS uyumlu sayaçları fiyat olarak değerlendirmek gerekirse, Emlite ASL Tek Fazlı Akıllı Sayaç güncel fiyatı 418” ‘dir(ebay, 2018). Ancak

çalışmada tasarlanan modüllerin sayaç başına maliyeti 45" 'dir. Çalışma kapsamında geliştirilen sistem sayesinde OSOS uyumu bulunmayan elektronik – elektrik sayaçlarının OSOS sistemlerine dahil olabilmesi % 90 civarında daha ekonomik olmaktadır. Bu sayede mevcut bulunan sayaçların OSOS sistemlerine geçişte hurdaya atılmasının engellenmesi ve ekonomik israfın önlenmesi sağlanmış olacaktır.

Araştırma sonunda KAA teknolojisinin elektronik - elektrik sayaçlarını uzaktan izleme ve kontrol için uygun olduğu anlaşılmıştır.

Daha sonraki çalışmalarda çıkış düğüm modülünün client olarak çalıştırılması ve bağımsız bir veri tabanına veri aktarması sağlanabilir. Bu sayede modüller üzerinde düşen kod yükü azalacağı için KAA veri güvenliği algoritmaları eklenebilir. Ayrıca sayaçtan elde edilen tüm veriler depolanarak tüketici enerji tüketimi ve enerji verimliliği konusunda çalışmalar yapılabilir.

Akıllı sayaçlar için yatırım yapma fırsatının ve sunmuş olduğu fırsatları kaçırmamanın, enerji şirketleri için de akıllıca tercih olduğu yakın zamanda kanıtlanmıştır. Otomatik sayaç okuma sistemlerine daha fazla şans verilerek, bu sistemlerin hayatımızı kolaylaştırabilecek çözümler sunması, kaynaklarımızı verimli kullanmamıza olanak sağlaması ve sonuç olarak enerji yönetiminde daha etkin rol oynaması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Akça M., A., 2013. Kablosuz Algılayıcı Ağlar ile Mera Hayvancılığı Üzerine Bir Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 85s, Isparta.
- Aktif Group, 1996. Elektrik/Enerji Sayaçları. Erişim Tarihi: 28.04.2018. <https://aktif.net/tr/>
- Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., Cayirci, E., "Wireless Sensor Networks-A Survey", Elsevier Computer Networks, 38, 393-422, Mart 2002.
- Ateş, B., Şaykol, E., 2015. "Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Bulut Bilişim ile Servis Kalitesinin Artırılması", Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(2), 1-32.
- Axelson, J. Seri Port Complete, Programing and Circuits for RS-232 and RS-485 Links and Networks, 11-13:186-188, 2000.
- Bal, G., Gülönü, R., Demirbaş, Ş., 2015. "Enerji Hatları Üzerinden Elektrik Sayacının Okunması", Gazi University Journal of Science, 4(1), 1-11.
- Bekçibaşı U., 2011. Kablosuz Algılayıcı Ağlar İle Çocuk Oyun Alanı Güvenliği. Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 176s, Muğla.
- Birant, D., Bakırlı, G., Çetin, D., Mutlu, E., Denктаş, L., Kut, A., 2015. Sayaç Okumalarında Mobil Uygulama Kullanımı ve E-Abone Uygulamaları. Erişim Tarihi: 14.11.2016. https://www.researchgate.net/publication/322752530_Sayac_Okumalarinda_Mobil_Uygulama_Kullanimi_ve_E-Abone_Uygulamalari
- Cengiz M.S., Rüstemli S., Almalı M. N. (2013). "The Advantages of the Applicability of New Generation Sectionalisers and Reclosers Over the Pole", Przegląd Elektrotechniczny, 89(2):155-159.
- Cengiz, Ç., Atıç, S., Parlakyıldız, Ş., Palta, O., El, E., 2015. "Akıllı Sayaçların Şebeke Entegrasyonu ve Türkiye Uygulaması", Uluslararası Avrasya Enerji Sorunları Sempozyumu, 28-30 Mayıs, İzmir, 348-355.
- Çağlar, M., Çayırıcı, E., 2005, "Yardımlaşan Nesne Ağlarında Güvenlik Sorunları ve Çözümler", 1.Ağ ve Bilgi Güvenliği Ulusal Sempozyumu Bildirileri, 9-11 Haziran, İstanbul
- Çakıroğlu , M., 2006. Kablosuz algılayıcı ağlar için dinamik kanal atlamalı güvenlik sistemi tasarımı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 183s, Sakarya.

- Çakmak, B., Sokullu, R., I., 2004. Elektrik Sayaçlarına Uzaktan Bilgi Aktarımı. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 109s, İzmir
- Demir, M., 2006. Elektrik Sayaçlarının GPRS ile Uzaktan Okunması. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 124s, Sakarya
- DLMS, 2018. Manufacturers Identification Characters. Device Language Message Specification, Erişim Tarihi: 29.04.2018. <https://www.dlms.com/organization/flagmanufacturesids/index.html>
- Dongmei, S., Shuhua, M., Chunguo, J., Study of the Automatic reading of Watt Meter Based on Image Processing Technology, Northeastern University at Qinhuangdao, China. 2007.
- Drapela J., Machacek J., Control of Serial Port (RS-232) Communication in LabVIEW, International Conference Modern Technique and Technologies. 2008.
- Ebay, 2018. Erişim Tarihi: 06.07.2018. <https://www.ebay.com/itm/Emlite-ASL-Single-Phase-Smart-Meter-GSM-Wireless-Module-H382-CIN-INT-EMA1/123008444573?hash=item1ca3dfe89d:g:t84AAOSwIH1amWmX>
- Elecrow, 2018. Erişim Tarihi:06.05.2018. <https://www.elecrow.com/uart-ttl-to-rs485-twoway-converter-p-1545.html>
- Elektrik Dağıtım Sistemi Temel Eğitimi, TEDAŞ Performans Yönetimi Dairesi Başkanlığı.79-83, 2008.
- Enerji Atlası, 2018. Ülkelere Göre Elektrik Tüketimi, Erişim Tarihi: 20.05.2018. <http://www.enerjiatlası.com/haber/ulkelere-gore-elektrik-tuketimi>
- Erkal, B., 2009. “Dağıtım Sistemlerinde Otomatik Sayaç Okuma (OSO) Sistemleri ve Uygulamaları”, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, 13-15 Mayıs, Karabük
- Garrity, T.F. 2008. “Getting smart”, IEEE Power Energy Mag. 6(2):38-45.
- Glover, A., 2009. Antenna and Base-Station Diversity for WSN Livestock Monitoring Wireless Sensor Network, 1, 383-396.
- Güngör, O., 2014. “Kaçak Elektrik Kullanımının GSM Aracılığıyla Takibi”, EMO Bilimsel Dergi, 4(8), 29-33.
- IEC 62056-21, 2002. Electricity metering – Data exchange for meter reading, tariff and load control. IEC, UK.

International Electromechanical Committee, "Electricity metering equipment (AC) – General requirements, tests and test conditions - Part 11: Metering equipment", IEC 62052-11, 3-11 (2004).

İNT-EL, 2018. Erişim Tarihi:06.05.2018. <https://www.direnc.net/5v-mini-role-hk23f-dc--5v-2a>

Johanson Technology, Impedance Matched Balun Filter Integrated Passive for Nordic's nRF24L01 and nRF24L01+ Chipsets, November 2009
Karabük Üniversitesi, 2009, RS232 Seri İletişim Protokolü. Erişim Tarihi: 01.05.2018. web.karabuk.edu.tr/emelkocak/indir/MTM406/

Karnouskos S., Izmaylova A. , 2017, Simulation Of Web Service Enabled Smart Meters In An Event-Based Infrastructure, Erişim Tarihi: 08.03.2017. <https://pdfs.semanticscholar.org/9165/6167ee3c284222c7500a07f54fa6a0bf2ef0.pdf>

Kayseri ve Civarı Elektrik Türk A.Ş., 2017, Erişim Tarihi : 06.05.2018. <http://www.kcetas.com.tr>

Li, L., Hu, X., Huang, J., He, K. Research on the architecture of Automatic Meter Reading in Next Generation Network. The IEEE International on Industrial Informatics, Daejeon, Korea. Temmuz 2007.

Lin Y.H., Jan I.C., Chow P., Chen Y., Wong J.M., Jan G., 2004. A Wireless PDABased Physiological Monitoring System for Patient Transport IEEE Transactions On Information. Technology In Biomedicine, 8(4), 233-239.

Lipinski K., Lachner H., Kafga G., Niemann A., Raasch E., Radonic A., Schoon B., Companion Specification for Energy Metering, COSEM Identification System, Device Language Message Specification, 8-15, 1999.

Lokhorst, K., 2011. WSN for healthy. IST-034963, 9.

MAKEL, 2018. Erişim Tarihi:06.05.2018. <http://www.makel.com.tr/tr/sayaclar/elektronik-elektrik-sayaclari/monofaze/monofaze-152011008>

Metering and Smart Energy, 2006. The History of The Electricity Meter. Erişim Tarihi: 29.04.2018. <https://www.metering.com/top-stories/the-history-of-the-electricity-meter/>

Modbus.org, MODBUS over Serial Line Specification and Implementation Guide V1.02, 44s, Kasım 2006.

MODICON, Modicon Modbus Protocol Reference Guide, PI-MBUS-300 Rev. J. , 121s, Ocak 1996.

- Mohammad, I., Mahgoub, I., 2004. Handbook of Sensor Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems. CRC Press, 84, 68-72.
- Mohammed, I., Imad, M., Sensor Network Applications, Architecture and Design, Boca Raton, 352, Mart 2016.
- Nordic Semiconductor, nRF24L01 Single Chip 2.4GHz Transceiver, Product Specification v2.0, July 2007
- Orientlcd, 2018. Erişim Tarihi:06.05.2018.
http://www.orientlcd.com/AMC1602BR_B_B6WTDW_I2C_16x2_Char_in_I2C_p/amc1602ar-b-b6wtdw-i2c.htm
- Ölçü Devreleri Seminer Notları, TEDAŞ Genel Müdürlüğü-Sistem İşletme Dairesi Başkanlığı, Mayıs 2007.
- Örencik B., Nar P., Bilgin İ., 2005, Askeri İşbirlikli Nesne Ağlarında Güvenlik, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 47s
- Öztürk A., 2012. Kablosuz Algılayıcı Ağlarında Veri Kümeleme Uygulamaları. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 111s, Ankara.
- Pasdar, A., Mirzakuchaki, S. A Solution to Remote Detecting of Illegal Electricity Usage Based on Smart Metering. Industrial and Science University of Iran, 2007.
- Patel, U., Modi, M., 2015. A Review on Smart Meter System. Erişim Tarihi: 08.03.2017.
<https://pdfs.semanticscholar.org/3877/55fadf615d12ee8edcb727905e0e5b9cca61.pdf>
- Perrig A., Stankovic J., Wagner D., Security in Wireless Sensor Networks, Communication of the ACM, 47, 53-57, 2004.
- Raghavendra C. S., Sivalingam K. M., Znati T., Wireless Sensor Networks, Springer, 2004.
- Robotiksistem, 2018. Erişim Tarihi: 06.05.2018.
<http://www.robotiksistem.com/>
- Sazak, N., Ertürk, İ., Köklükaya, E., 2014. "Aktif Düğüm Esaslı Enerji Etkin Kablosuz Algılayıcı Ağ tasarımı", Sakarya University Journal of Science, 18, 125-130.
- Sevin, A., 2011. Kablosuz Algılayıcı Ağlar İle Acil Durum Tespit Sistemi Tasarımı ve Uygulaması. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 70s, Sakarya

- Shi, E., Perrig, A., 2004, Designing Secure Sensor Networks , IEEE Wireless Communications, Kasım 2004
- Slipcevic, S., Wong, J., Potkanjak, M., 2005, Security and Privacy Protection in Wireless Sensor Networks, CRC Press
- Sunrom, 2018. Erişim Tarihi:06.05.2018. <https://www.sunrom.com/p/rs232-ttl-module-max3232>
- Süzer, E. S., 2006. Uzaktan Sayaç Okuma Teknikleri ve Modbus-RTU, IEC 61107 MOD C Protokoller ile Örnek Yazılım. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 84s, İstanbul
- Şahin, H., 2007. Elektronik Sayaçlarda Kullanılmak Üzere Uzaktan GPRS Modül ile Elektronik Elektrik Sayacı Okuma Uygulaması. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 105s, Ankara
- Tamarkin, T. D., Automatic Meter Reading. Public Power Magazine,20, Ekim 1992.
- Tanvir, A., Suzan, M., Manirul, I., Rakib, U., 2011. Automatic Electric Meter Reading System: A Cost-Feasible Alternative Approach In Meter Reading For Bangladesh Perspective Using Low-Cost Digital Wattmeter And Wimax Technology. Erişim Tarihi: 08.03.2017. https://www.researchgate.net/publication/258727466_Automatic_Electric_Meter_Reading_System_A_Cost-Feasible_Alternative_Approach_In_Meter_Reading_For_Bangladesh_Perspective_Using_Low-Cost_Digital_Wattmeter_And_Wimax_Technology
- Turhan E., 2011. Kablosuz Algılayıcı Ağlar İçin Matlab ile Kullanıcı Arayüz Tasarımı. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 103s, Kocaeli.
- Türker G.F., 2011. Kalp Atışının Sezilmesi Ve Alınan Sinyalin Kablosuz Algılayıcı Ağlar İle İletimi. Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 53s, Muğla.
- Tyco Electronics Energy, 2014. Erişim Tarihi: 01.05.2018. <https://www.theengineer.co.uk>
- Uzun, H. S., 2016. Kablosuz Sensör Ağ Uygulamaları için Düğüm Modülü Tasarımı. Maltepe Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 67s, İstanbul
- Varshney P., Sharma M., Rastogi S., 2016. Internet Of Things Based Smart Electricity Meters. International Journal of Computer Applications, 133(8), 13-16.

Yetişken, M.F., 2010. Elektrik Sayaçlarını Uzaktan Okuma Teknikleri ve Prototip Geliştirilmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 110s, Sakarya

320Volt, 2009. Erişim Tarihi: 01.05.2018. <http://320volt.com/rs232-seri-iletisim-portu-hakkinda-bilgiler/>

3eelectrotech, 2018. Erişim Tarihi: 06.05.2018. <https://www.3eelectrotech.com>



EKLER

EK A. OBIS Kodları Tedaş Asgari Şartları

EK B. Flag Kodları

EK C. Elektronik - elektrik sayacından okunan değerler

EK D. Makel M600.2251 Sayaç teknik verileri

Ek E. nRF24L01 Modülünün genel teknik özellikleri (Johanson Technology, 2009)

Ek F. nRF24L01 Alıcı verici entegrasi mod seçimleri (Nordic Semiconductor, 2007)

Ek G. nRF24L01 Mod geçiş süreleri(Nordic Semiconductor, 2007)

EK A. OBIS Kodları Tedaş Asgari Şartları

AÇIKLAMA	KODU	DATA FORMAT
Sayaç ID	---	16 karakter max
Seri Numarası	0.0.0	12345678
Sayaç Saati	0.9.1	HH:MM:SS
Sayaç Tarihi	0.9.2	YY-MM-DD
Haftanın Günü	0.9.5	1
Kümülatif Aktif Enerji (İmport)	1.8.0	12345.678
Toplam Enerji T1	1.8.1	12345.678
Toplam Enerji T2	1.8.2	12345.678
Toplam Enerji T3	1.8.3	12345.678
Toplam Enerji T4	1.8.4	12345.678
Maximum Aktif Güç	1.6.0	123.456 ve (YY-MM-DD,HH:MM)
Önceki ay Max. Akt. Güç	1.6.0*1	123.456 ve (YY-MM-DD,HH:MM)
	1.6.0*2	123.456 ve (YY-MM-DD,HH:MM)
	1.6.0*3	123.456 ve (YY-MM-DD,HH:MM)
	1.6.0*4	123.456 ve (YY-MM-DD,HH:MM)
	1.6.0*5	123.456 ve (YY-MM-DD,HH:MM)
	1.6.0*6	123.456 ve (YY-MM-DD,HH:MM)
Pil Durum Kodu	96.6.1	0
Son Klem. Kapak.Aç.Tarihi ve Sayısı	96.71	(YY-MM-DD,HH:MM) ve 12
1 Önceki Ay Klem.	96.71*1	(YY-MM-DD,HH:MM) ve 12
"	"	"
12 Önceki Klem.	96.71*12	(YY-MM-DD,HH:MM) ve 12
Gövde Açılma Tarihi	96.70	(YY-MM-DD,HH:MM)
Tarife Saatleri Hafta içi	96.50	06001700220099999999999999999999
Tarife Saatleri Cumartesi	96.51	06001700220099999999999999999999
Tarife Saatleri Pazar	96.52	06001700220099999999999999999999
Tarife Dilimleri Hafta içi	96.60	12340000
Tarife Dilimleri Cumartesi	96.61	12340000
Tarife Dilimleri Pazar	96.62	12340000
Tarife Bilgi Değişikliği tarihi	96.2.2	(YY-MM-DD,HH:MM)
Aylık Enerji T1 önceki ay	1.8.1*1	12345.678
Aylık Enerji T2 önceki ay	1.8.2*1	12345.678
Aylık Enerji T3 önceki ay	1.8.3*1	12345.678
Aylık Enerji T4 önceki ay	1.8.4*1	12345.678
"	"	"
Aylık Enerji T1 önceki 12. ay	1.8.1*12	12345.678

Aylık Enerji T2 önceki 12. ay	1.8.2*12	12345.678
Aylık Enerji T3 önceki 12. ay	1.8.3*12	12345.678
Aylık Enerji T4 önceki 12. ay	1.8.4*12	12345.678
En Yüksek güç ölçü süresi	0.8.0	12
Üretim Tarihi	96.1.3	(YY-MM-DD)
Kalibrasyon Tarihi	96.2.5	(YY-MM-DD)
Reaktif Endüktif	5.8.0	12345.678
Reaktif Kapasitif	8.8.0	12345.678
Aylık Endüktif Toplam önceki ay	5.8.0*1	12345.678
"	"	"
Aylık Endüktif Toplam 12. ay	5.8.0*12	12345.678
Aylık Kapasitif önceki ay	8.8.0*1	12345.678
"	"	"
Aylık Kapasitif 12. ay	8.8.0*12	12345.678
Demant Sıfırlama Sayısı	0.1.0	12
Son Altı Adet Demant Sıfırlama Tarih ve Saatleri	0.1.2*1	(YY-MM-DD,HH:MM)
	"	"
	0.1.2*6	(YY-MM-DD,HH:MM)
Gerilim Uyarı Sayısı	96.77.4	12
Son 10 Adet Gerilim Uyarısının Başlangıç ve Bitiş Tarih Saatleri	96.77.4*1	(YY-MM-DD,HH:MM,YY-MM-DD,HH:MM)
	"	"
	96.77.4*10	(YY-MM-DD,HH:MM,YY-MM-DD,HH:MM)
Akım Uyarı Sayısı	96.77.5	12
Son 10 Adet Akım Uyarısının Başlangıç ve Bitiş Tarih Saatleri	96.77.5*1	(YY-MM-DD,HH:MM,YY-MM-DD,HH:MM)
	"	"
	96.77.5*10	(YY-MM-DD,HH:MM,YY-MM-DD,HH:MM)
Üç Faz Kesilme Sayısı	96.7.0	12
Son 10 Adet Üç Faz Kesintisinin Başlangıç ve Bitiş Tarih Saatleri	96.77.0*1	(YY-MM-DD,HH:MM,YY-MM-DD,HH:MM)
	"	"
	96.77.0*10	(YY-MM-DD,HH:MM,YY-MM-DD,HH:MM)
1. Faz Kesilme Sayısı	96.7.1	12
1. Faza ait Son 10 Kesintinin Başlangıç ve Bitiş Tarih Saatleri	96.77.1*1	(YY-MM-DD,HH:MM,YY-MM-DD,HH:MM)
	"	"
	96.77.1*10	(YY-MM-DD,HH:MM,YY-MM-DD,HH:MM)
2. Faz Kesilme Sayısı	96.7.2	12
2. Faza ait Son 10 Kesintinin Başlangıç ve Bitiş Tarih Saatleri	96.77.2*1	(YY-MM-DD,HH:MM,YY-MM-DD,HH:MM)
	"	"
	96.77.2*10	(YY-MM-DD,HH:MM,YY-MM-DD,HH:MM)
3. Faz Kesilme Sayısı	96.7.3	12
3. Faza ait Son 10 Kesintinin Başlangıç ve Bitiş Tarih Saatleri	96.77.3*1	(YY-MM-DD,HH:MM,YY-MM-DD,HH:MM)
	"	"
	96.77.3*10	(YY-MM-DD,HH:MM,YY-MM-DD,HH:MM)

EK B. Flag Kodları

AAA	Aventies GmbH, Linzerstraße 25, 53577	MSB	MISA SDN BHD, LOT 30, JALAN MODAL
ABB	ABB AB, P.O. Box 1005, SE-61129	MSE	Mahashakti Energy Limited, A-8, New
ABN	ABN Braun AG, Platenstraße 59, 90441	MSM	MS-M Co., Ltd., 237 Bukjung-Dong
ABR	ABB s.r.o., Videnska 117, Brno, Czech	MSO	Metiso, Tr anska 21, Zemun, Belgrade,
ACA	Acean, Zi de la Liane, BP 439, 62206	MST	Microsoft Taiwan Corporation, 18F., No.
ACB	AcBel Polytech Inc., No. 159, Sec. 3,	MSY	MAK-SAY Elektrik Elektronik
ACC	Accurate (Pvt) Ltd, Office # 2, first floor,	MTD	Removed - November 2006
ACE	Actaris, France. (Electricity) C/O Itron	MTC	Metering Technology Corporation, USA
ACG	Actaris, France. (Gas) C/O Itron S.A.S	MTH	njmeter, Binjiang Development Zone of
ACH	Acantho S.p.A. Via Molino Rosso 8	MTI	Micrtotech Industries Pakistan,
ACL	Aclara Meters UK Ltd, Lothbury House,	MTL	Advance Metering technology Limited,
ACN	ACN Advanced Communications	MTM	Metrum Sweden AB, Vestagatan 2A,
ACS	Tianjin Chuangshi Technology Developing CO.,LTD, NanKaiQu ZhuYuan Road C#, Tianjin, China	MTN	Merytronic 2012,S.L, Paque Empresarial Boroa, Amorebieta-echano, Spain
ACT	Activis Metering GmbH, Roedgener Strasse 18, D-57234 Wilnsdorf, Germany	MTP	Modern Transformers Pvt. Ltd., C-137, Bulandshahr Road Industrial Area, Ghaziabad (U.P.) India
ACW	Actaris, France. (Water and Heat) C/O Itron S.A.S 52, Rue Camille Desmoulin, 92120 Issy-les-Moulineaux, FRANCE	MTR	METER, 32 Borovaya street, St Petersburg, Russia
ADA	Andrea Informatique, 30 Rue Jules Guesde, Paris, France	MTS	MeterSit S.r.L., Viale dell'Industria, 31, Padova, Italy
ADE	Yantai Aerospace Delu Energy-saving Technology Co., Ltd., No. 6 Mingda Road, Chengyuan Industrial Zone	MTX	Matrix Energy Pvt. Ltd., Soni Arcade, No. 242, 2nd Floor, 7th Cross, 6th Block, Benevolence 2nd Stage, Bangalore
ADD	"ADD-Production S.R.L., 36, Dragomirna str., MD-2008, Chisinau, Republic of Moldova	MUK	Meters UK Ltd, Whitegate, White Lund Trading Estate, Lancaster, UK
ADF	ADFweb.com S.r.l., Via Strada Nuova 17, Mareno di Piave, Italy	MWU	METRONA Wärmemesser Union GmbH, Aidenbachstraße 40, 81379 München, Germany
ADR	Adrem Engineering SRL, 20A Aleea Alexandru, Bucharest, Romania	MXM	Maxim India Integrated Circuit Design Pvt Ltd., 132/133, Divyasree Technopark, Off Airport Road
ADX	ADD-Production S.R.L., 36, Dragomirna str., MD-2008, Chisinau, Republic of Moldova	MYS	MODEMSYS S.L., Sector Literatos 36 2A, TRES CANTOS, SPAIN
ADN	Aidon Oy, 40101 Jyvaskyla, Finland	NAE	Nanjing NengRui Automation Equipment Co., LTD.NO.108, Ganjiabian East Yeohua Town, Qiqin
ADU	Adunos GmbH, Am Schlangengraben 16, D-13597 Berlin, Germany	NAR	NARI Group Corporation-NARI Technology Development Co., Ltd, No.8 NARI Rd, Gulou District, Nanjing, China
AEA	Abam Electronic Alborz, Iran, alborz, karaj, golsharvila, east abooreyhan, number107, Karaj, Iran	NAT	Natural Heat Ahorro Energetico SL Marques de San Nicolas 37Logroño (La Rioja) Spain

AEC	Advance Electronics Company, Riyadh, Saudi Arabia	NDF	NÚCLEO DURO FELGUERA, Avda. de la Industria, 24, 28760, Tres Cantos, Madrid
AEE	Atlas Electronics, 17530 Surdulica, Serbia and Montenegro	NDM	Northern Design, 228 Bolton Road, Bradford, United Kingdom
AEG	AEG	NEE	Northern Electric Equipment Joint Stock Company, Que Vo Industrial Zone, Phuong Lien Ward, Que Vo District, Bao
AEI	Ajay Electrical Industries, Ajay Electrical Industries, B-257 , Naraina Industrial Area, Phase 1, New Delhi 110028, New	NES	NORA ELK. MALZ. SAN. ve T C. A. ., nönü Cad. Sümer Sok. Zita Merkezi C1 Blok No:0 Keşute, Kadıköy, STANBUL
AEL	Kohler, Turkey	NET	Netatmo, 17 route de la Reine; 92100, Boulogne-Billancourt, France
AEM	S.C. AEM S.A. Romania	NIK	NIK-ELEKTRONIKA, 13A Marshala Tymoshenka Str., office 606, ZIP Code: 04212, Kiev, Ukraine
AER	Aerzener Maschinenfabrik GmbH, Reherweg 28, 31855 Aerzen, Germany	NIS	Nisko Industries Israel
AFX	Alflex Products, Zoetermeer, Holland	NJC	NAMJUN Co Ltd, Gimhae Gyoungnam, South Korea
AGE	AccessGate AB, Rissneleden 144, 174 57 Sundbyberg, Sweden	NKS	N-ERGIE Kundenservice GmbH, Sandreuthstr. 41, Nuremberg, Germany
AGT	Agnitio Technologies Pvt Ltd, G 251 Sector 63, Noida 201307 India	NLI	Next Level Integration GmbH, Nattermannallee 1, Cologne, Germany
AHV	aventies GmbH Corinthstraße 54 Berlin Germany	NMG	NMG S.A., Fordonska 246, 85-766 Bydgoszcz, Poland
ALC	Zenner Gas S.r.l., C.da S. Eufemia 276, Fara Filiorum Petri, Italy	NMS	Nisko Advanced Metering Solutions Israel
ALF	Alfatech Elektromed Elektronik, Ankara, Turkey	NMT	Nova-met s.r.o. Sumavska 530/8, 787 01 Sumperk, Czech Republic
ALG	Algodue Elettronica srl, Via Passerina, 3/A, Fontaneto D\ Agogna, Italy	NNT	2N Telekomunikace a.s., Modranska 621, 14301 Praha 4, Czech Republic
ALL	Allied Engineering Works Pvt. Ltd., M-11, Badli Industrial area Delhi-42(India)	NOQ	NorthQ, Bryggervangen 19, 2.sal, 2100, Copenhagen, Denmark
ALR	Algorab S.R.L., via Negrelli 21/13, Lavis (TN) Italy	NOV	NovaTech LLC, 261 Brodhead Road, Bethlehem, Pa, 18018, USA
ALT	Amplitec GmbH, Gootkoppel 28, Reinfeld, Germany	NPS	NEOPIS CO., LTD 4F, Neo Bd, 47, Jeonpa-ro 23beon-gil, Manan-gu Anyang-si, Gyeonggi-do Korea
ALV	Alvicom Ltd. Infopark walkway 1. Budapest Hungary	NPT	CJSC PROGTECH Amet-Khan Sultan Street 7A Russia
AMB	Amber wireless GmbH, Rudi-Schillings-Str. 31, 54296 Trier, Germany	NRM	Norm Elektronik, Turkey
AMC	Arch Meter Corporation 4F, No.3-2, Industry E. Rd. 9, Hsinchu Science Park Hsinchu, Taiwan	NRN	Neuron GmbH, Stahlrain 6, Brugg, Switzerland

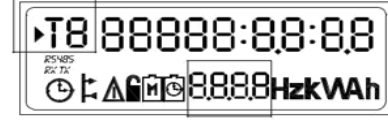
EK D. Makel M600.2251 Sayaç teknik verileri

TEK FAZLI ELEKTRONİK ELEKTRİK SAYACI M600.2251 TEK YÖNLÜ / M600.2251T ÇİFT YÖNLÜ KULLANMA KILAVUZU



LCD EKRAN

Tarife



Obis

▶	Geçerli tarife
⌚	Saat hatası
RX TX	Haberleşme ikonları. Sayaç veri gönderirken Tx, veri alırken Rx ikonu çıkar.
▶	Import Enerji. (Şebekeden alınan)
◀	Export Enerji. (Şebekeye verilen)
⚠	Ana kapak açıldı ihbarı.
🔒	Klemens kapağı açıldı ihbarı.
MCS	Pil zayıflaması.

LCD EKRAN MENÜSÜ

Gösterilen Bilgi	Obis Kodu	Birimi
Tarih	0.9.2	Yıl.ay.gün
Saat	0.9.1	Sa:dk:sn
Toplam enerji	1.8.0	kWh
Tarife 1 enerjisi	1.8.1	kWh
Tarife 2 enerjisi	1.8.2	kWh
Tarife 3 enerjisi	1.8.3	kWh
Tarife 4 (Yedek tarife) enerjisi	1.8.4	kWh
Maksimum demand	1.6.0	kW
Export toplam enerji (Çift yönlü sayaçta)	2.8.0	kWh
Export tarife 1 enerjisi (Çift yönlü sayaçta)	2.8.1	kWh
Export tarife 2 enerjisi (Çift yönlü sayaçta)	2.8.2	kWh
Export tarife 3 enerjisi (Çift yönlü sayaçta)	2.8.3	kWh
Export tarife 4 enerjisi (Çift yönlü sayaçta)	2.8.4	kWh
Export maksimum demand	2.6.0	kW
Anlık akım	31.7.0	A
Anlık gerilim	32.7.0	V
Sayaç seri no	0.0.0	
Maksimum demand tarihi	1.6.0	Yıl.ay.gün
Maksimum demand saati	1.6.0	Sa:dk:sn
Geçmiş dönem enerjisi	h01	kWh
Geçmiş dönem export enerji	h01	kWh
Geçmiş ay maksimum demand	P01	kW
Tarife başlangıçları	C50	Sa:dk
Kalibrasyon tarihi	C.2.5	Yıl.ay.gün
Ana kapak açılma tarihi	C70	Yıl.ay.gün
Klemens kapağı açılma tarihi	C71	Yıl.ay.gün
Klemens kapağı açılma saati	C71	Sa:dk
Klemens kapağı açılma sayısı	C71	adet
Hata menüsü	FF	
Metroloji checksum	Ch.95	
Application checksum	Ch.96	
Yazılım versiyonu	96.95	

GÜVENLİK UYARILARI

- Bu ürünün montajı ve işletmeye alınması yetkili elektrik dağıtım şirketi elemanları tarafından gerçekleştirilmelidir.
- Kullanma kılavuzu mutlaka okunup gerektiğinde referans olarak alınmalıdır.
- Sayaçın takılması ve sökülmesi sırasında elektriği kesilmelidir.
- Sayaçın elektrikli bölümlerine kesinlikle dokunulmamalıdır.

KULLANIMDA UYULMASI GEREKEN KURALLAR

- Sayaçın montaj yeri toz, su, nem gibi dış etkilere arındırılmış olmalıdır.
- Mühürlü ana kapak kesinlikle açılmamalıdır. Klemens kapağı, elektrik dağıtım şirketi yetkilileri dışında kesinlikle açılmamalıdır. Bunların açılması durumunda sayaç açılma tarihini kaydeder ve elektrik dağıtım şirketi tarafından gerekli cezai müeyyide uygulanır.

TAŞIMA VE NAKLİYEDEN DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN KURALLAR

- Koliler üzerinde gösterilen işaretlere göre taşınmalı ve istiflenmelidir.
- Sudan korunmalıdır.

MAKEL: ÖLÇÜM TEKNOLOJİSİNİN DORUK NOKTASI

Makel elektrik sayaçları çok yüksek bir hassasiyet ve doğrulukla ölçüm yapar. Tüm ürünler %100 kontrol edildikten sonra satışa sunulur.

SAYAÇ BİLGİLERİNİN OKUNMASI

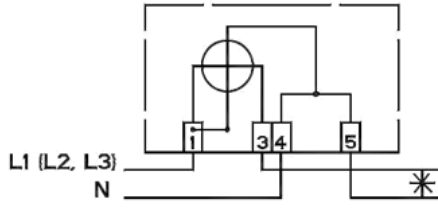
Sayaç elektrik şebekesine bağlı iken sayaçın tuttuğu ana bilgiler 5 saniyede bir sırayla otomatik olarak LCD ekrana gelmektedir. Sayaçın üzerinde bulunan mavi butona basarak da menüdeki bir sonraki bilgiye hızlı geçiş yapabilirsiniz. Ayrıca, mavi butona 5 saniye boyunca basılı tutulduğunda ekran genişletilmiş menüye geçiş yapar. Bu durumda mavi butona her basışta genişletilmiş menüdeki bir sonraki bilgi ekrana gelir. Butona basıldıktan 30 saniye sonra ekran yeniden otomatik değişme moduna döner.

Elektrik yok iken sayaçın tuttuğu bilgileri ekranda görmek için mavi butona basılır. Her basışta ekrana bir sonraki bilgi gelir.

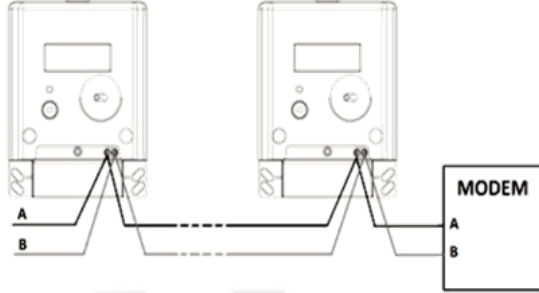
Sayaçın tuttuğu bilgiler, üzerinde bulunan optik port üzerinden de okunabilir. Bunun için optik port okuyucu donanımını sayaçın üzerindeki optik port üzerine takarak veri transferi işlemi yapılır. Elektrik yok iken mavi butona bir kez basıldıktan sonra okuma yapılabilir. Okuma işlemine 10 saniye içerisinde başlanmaz ise butona tekrar basılmalıdır.

RS485 haberleşme opsiyonu bulunan sayaçlarda bilgiler RS485 portu üzerinden de okunabilir. Bu işlem elektrik varken yapılabilir.

ELEKTRİK BAĞLANTI ŞEMASI



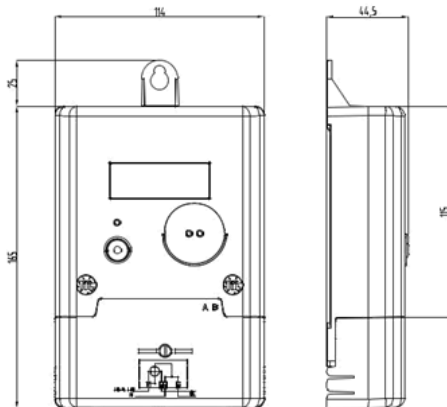
RS485 BAĞLANTI ŞEMASI



TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Anma gerilimi	230V
Çalışma gerilimi aralığı	100-300V
Anma akımı	20mA - 5(100)A
Frekans	50 Hz ±%10
Sayaç sabiti	5000 imp/kWh
Doğruluk	Sınıf B (Sınıf 1)
Akım devresi güç tüketimi	< 4VA
Gerilim devresi güç tüketimi	< 2W, 10VA
Pil ömrü işletmede/rafta	10 yıl / 4 yıl
Saat hassasiyeti	< 0.5 sn/gün
Koruma sınıfı	IP54
Koruma sınıfı(gövde)	II
Çalışma ve depolama sıcaklık aralığı	-40 °C ile +85 °C
Bağlantı uçları(Kablo kesiti)	25mm ²
Veri koruması	Silinmeyen Bellek(FLASH), >100yıl
LCD gösterge	9 haneli, opsiyonel aydınlatma
İletişim	Optik port (TS EN 62056-21)
Yük profili kaydı	1 saat 30 gün, opsiyonel 360 gün
Kullanım ömrü	10 yıl

DIŞ ÖLÇÜLER



GARANTİ BELGESİ ve GARANTİ ŞARTLARI

GARANTİ BELGESİ



MAMÜLÜN

Çişi : Elektronik Elektrik Sayacı
 Markası : MAKEL
 Model : M600 Serisi
 Seri No :
 Teslim Tarihi ve Yeri :
 Azami Tamir Süresi : 20 İŞ GÜNÜ
 Garanti Süresi : 5 YIL

İMALATÇI FİRMA

Ünvan : Makel Elektrik Malzemeleri Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
 Adres : Osmangazi Mah. Mareşal Fevzi Çakmak Cad. No:38 Kıracı Esenyurt / İstanbul
 Tel/Fax : (0212) 689 50 50 / 689 50 61
 Firma Yetkilisinin İmza ve Kaşası :

SATICI FİRMA

Ünvan :
 Adres :
 Telefon :
 Fatura No :
 Satış Tarihi :
 İmza ve Kaşe :

*Sayaçın plakası üzerinde bulunan numaranın aynı satış sırasında satıcı firma tarafından doldurulacaktır.

GARANTİ ŞARTLARI

- 1-Garanti süresi, malın teslim tarihinden itibaren başlar ve 5 yıldır.
- 2-Malın bütün parçaları dahil olmak üzere tamamı firmamızın garantisine kapsamındadır.
- 3-Malın garanti süresi içerisinde arızalanması durumunda tamirde geçen süre garanti süresine eklenir. Malın tamir süresi en fazla 20 iş günüdür. Bu süre, mala ilişkin arızanın servis istasyonuna, temsilciliği, ithalatçısı veya imalatçısı-üreticisinden birisine bildirim tarihinden itibaren başlar. Tüketicinin yolla yapması mümkündür. Malın arızasının 10 gün içerisinde giderilmemesi halinde, imalatçı-üretici veya ithalatçı malın tamiri tamamlayıncaya kadar, benzer özelliklere sahip başka bir malı tüketicinin kullanımına tahsis etmek zorundadır.
- 4-Malın garanti süresi içerisinde, gerek malzeme ve işçilik, gerekse montaj hatalarından dolayı arızalanması halinde, işçilik masrafı, değiştirilen parça bedeli ya da başka herhangi bir ad altında hiçbir ücret talep etmeksizin tamiri yapılacaktır.
- Satın alınan malın ayıplı çıkması durumunda satılan mal firma tarafından yenisi ile değiştirilir.
- 5-Tüketicinin onarım hakkını kullanmasına rağmen malın;
 - Tüketicinin teslim edildiği tarihten itibaren, garanti süresi içinde kalmak kaydıyla, bir yıl içerisinde en az dört defa veya imalatçı-üretici ve/veya ithalatçı tarafından belirlenen garanti süresi içerisinde altı defa arızalanmasının yanı sıra, bu arızaların maldan yararlanamamayı sürekli kılması,
 - Tamiri için gereken azami sürenin aşılması,
 - Firma servis istasyonunun, servis istasyonunun mevcut olmaması halinde sırayla satıcısı, bayii, acentesi, temsilciliği, ithalatçısı veya imalatçı-üreticisinden birisinin düzenleyeceği raporla arızanın tamirinin mümkün bulunmadığının belirlenmesi durumlarında, tüketici malın ücretsiz değiştirilmesini, bedel iadesi veya ayıp oranda bedel indirimi talep edebilir.
- 6-Malın kullanma kılavuzunda yer alan hususlara aykırı kullanılmasından kaynaklanan arızalar garanti kapsamı dışındadır.
- 7-Satın alınan mal/hizmete ilişkin uyumsuzluk durumunda uyumsuzluğun çözülmesi için alıcı ikamet ettiği yerdeki veya malı satın aldığı yerdeki Ticaret İl Müdürlüğü ve Kaymakamlık bünyesinde yer alan Tüketici Hakem Heyetine veya Tüketici Mahkemesine başvurabilir.

Tel: 0212 689 50 50

Faks: 0212 689 50 61

Osmangazi Mah. Mareşal Fevzi Çakmak Cad.

No:38

Kıracı Esenyurt/İSTANBUL

m.hizmetleri@makel.com.tr

www.makel.com.tr



Online kullanma kılavuzu



150010662-REV2



UM.005/00/060117

Ek E. nRF24L01 modülünün genel teknik özellikleri (Johanson Technology, 2009)

Radyo	<ul style="list-style-type: none">· 2.4 - 2.4835 GHz ISM bandı kullanımı· GFSK Modülasyonu· 126 RF haberleşme kanalı· 0.25, 1, 2 Mbps veri iletim hızı· Ortak RX ve TX pinleri
Verici	<ul style="list-style-type: none">· Programlanabilir LNA kazancı· Programlanabilir 0, -6, -12 veya -18dBm çıkış gücü· 0 dBm çıkış gücünde 11.3mA akım çekmektedir.
Alıcı	<ul style="list-style-type: none">· Entegre kanal filtreleri· 2 Mbps de 12,3 mA· 2 Mbps de -82 dBm duyarlılık· 1 Mbps de -85 dBm duyarlılık· 250 Kbps de -94 dBm duyarlılık
RF Sentezleyici	<ul style="list-style-type: none">· Tam entegre sentezleyici· ± 60ppm 16MHz kristal
ShockBurst Protokol	<ul style="list-style-type: none">· 1 ila 32 bayt arası dinamik yük uzunluk· Otomatik paket işleme
Güç yönetimi	<ul style="list-style-type: none">· Entegre voltaj regülatörü· 1.9 V-3.6V besleme aralığı

Ek F. nRF24L01 Alıcı verici entegresi mod seçimleri (Nordic Semiconductor, 2007)

MOD	PWR_UP Kaydedicisi	PRIM_RX Kaydedicisi	CE Pini	FIFO Durumu
Alıcı Modu	LOJİK 1	LOJİK 1	LOJİK 1	-
Verici Modu- 1	LOJİK 1	LOJİK 0	LOJİK 1	Veri TX FIFO'dadır. TX FIFO her düzeyde boşaltılır.
Verici Modu-2	LOJİK 1	LOJİK 0	Minimum 10uS Yükselen Kenar	Veri TX FIFO'dadır.
Bekleme Modu-1	LOJİK 1	LOJİK 0	LOJİK 1	TX FIFO Boş
Bekleme Modu-2	LOJİK 1	-	LOJİK 0	Devam eden paket gönderimi yok
Güç Kesme	LOJİK 0	-	-	-

Ek G. nRF24L01 Mod geçiş süreleri(Nordic Semiconductor, 2007)

Bekleme Adı	nRF24L01	Maksimum	Minimum	Açıklama
Tpd2stby	Güç kesme → Bekleme	15 mS		Dâhili kristal osilatör
Tpd2stby	Güç kesme → Bekleme	150 uS		Harici clock sinyali
Tstby2a	Bekleme → Verici/Alıcı	130 uS		
Thce	CE yükselen kenar olma süresi		10 uS	
Tpece2csn	CE → CSN		4 uS	

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Halil DUMAN
Doğum Yeri ve Yılı : ANTALYA, 1989
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : duman5010@hotmail.com

Taranmış
Fotoğraf
(3.5cm x 3cm)

Eğitim Durumu

Lise :Antalya Teknik Endüstri Meslek Lisesi, 2006
Lisans :SDÜ, Teknik Eğitim Fakültesi, Bilgisayar Sistemleri
Öğretmenliği

Mesleki Deneyim

Şanlıurfa Süleymaniye Anadolu Lisesi	2013-2014
İğdır Atatürk Anadolu Lisesi	2014-2017
İğdır Aşağıerhacı Ortaokulu	2017-2017
Şarkikaraağaç Yunus Emre Ortaokulu	2017-2018(Halen)