

“ELEKTRİK SAYAÇLARININ  
GPRS İLE UZAKTAN OKUNMASI”

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa DEMİR

Danışman  
Doç. Dr. Hasan ÇİMEN

ELEKTRİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Eylül 2006

T.C.  
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

“ELEKTRİK SAYAÇLARININ  
GPRS İLE UZAKTAN OKUNMASI”

Mustafa DEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı  
Danışman  
Doç. Dr. Hasan ÇİMEN

AFYONKARAHİSAR  
2006

Mustafa DEMİR 'in yüksek lisans tezi olarak hazırladığı “Elektrik Sayaçlarının GPRS İle Uzaktan Okunması” başlıklı bu çalışma, lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

19/ 10/ 2006

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Süleyman TAŞGETİREN  
(Başkan)

Jüri Üyesi : Doç.Dr. Hasan ÇİMEN  
(Danışman)

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Ömer DEPERLİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .....Gün  
ve .....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

‘‘ELEKTRİK SAYAÇLARININ GPRS İLE UZAKTAN OKUNMASI’’

Mustafa DEMİR

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hasan ÇİMEN

Bu çalışmanın amacı bir elektronik sayacın kaydettiği bilgileri; sayacın optik portu ve RS485 seri iletişim portu kullanılarak, GPRS modem aracılığı ile uzaktan okumaktır. Bu çalışmada, hakkında çok az şey bilinen ve gelişmelerin çok hızlı yaşandığı Otomatik Sayaç Okuma teknolojisinin detayları, olumlu ve olumsuz yönleri, düzenleme çalışmaları ile ülkemizdeki muhtemel uygulamaları incelenmiş, genel bir çerçeve oluşturulmuş ve örnek bir model geliştirilmiştir.

Bu çalışmada önerilen uzaktan sayaç okuma sistemi; örnek olarak geliştirilmiş uluslar arası bir ağ sistemi olan Otomatik Sayaç Okuma sistemi referans alınarak geliştirilmiş bir sistemdir. Önerilen sistem esnek ve genişletilebilir bir sistemdir. Önerilen sistem sayesinde abonelerin işlemleri uzaktan merkezi kontrol birimi tarafından otomatik olarak yapılabilecektir.

Sonuç olarak; GPRS modem kullanılarak uzaktan sayaç okuma işlemi başarıyla gerçekleştirilmiş olup çalışmanın önemi ve faydaları vurgulanmıştır

**2006, 110 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Sayaç, modem, uzaktan okuma, GPRS

## **ABSTRACT**

Ms.Sc

‘‘REMOTE READING OF ELECTRICITY METERS VIA GPRS’’

Mustafa DEMİR

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electrical Education

Supervisor: Doç.Dr. Hasan ÇİMEN

The aim of this study is remote reading of the information recorded by a digital meter by using the optical port of the meter and RS485 serial communication port with the intervention of GPRS modem. In this study, the details of Automatic Meter Reading technology, about which there is a little known and in which developments are experienced very fast, the positive and negative sides of this technology, preparation studies and the probable applications in our country is examined, a general aspect is constituted and a sample model is developed.

The remote meter reading system proposed in this study is a system which is developed with reference of Automatic Meter Reading system which is developed as a sample of international network system. The proposing system is a flexible and expansible one. With the assistance of the system the procedure of the subscribers can be done automatically by remote central control unit.

As a result, the remote meter reading process by using GPRS modem is done successfully and the importance and advantages of the study are stated.

**2006, 110 pages**

**Key Words:** Meter, modem, remote reading, GPRS.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xii
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ .....	8
2.1 OSO Sisteminin Tarihçesi ve Dünyadaki Uygulamaları.....	8
2.2 Türkiye’de OSO Uygulamaları.....	11
2.2.1 Elster’in KCETAŞ Uygulaması.....	11
2.2.2 Siemens’in Enerjisa Uygulaması.....	13
2.3 Sayaçların Uzaktan Okunması İle İlgili Çalışmalar ve Makaleler.....	14
3. SAYAÇLAR.....	17
3.1 Mekanik Sayaçlar .....	17
3.2 Elektronik Sayaçlar .....	19
3.2.1 Elektronik Sayaçların Yapısı.....	21
3.2.2 Elektronik Sayaçların Çalışması.....	29
3.2.3 Elektronik Sayaçların Okunması .....	32
4. UZAKTAN SAYAÇ OKUMA YÖNTEMLERİ .....	36
4.1 Genel Bilgi.....	36
4.2 Telemetry (Mobil Otomasyon) .....	42
4.3 Modemler.....	47
4.4 Seri Portlar ile Bilgisayar Tabanlı Veri Toplama .....	51
4.5 RF Sistemi ile Uzaktan Okuma Yöntemi .....	54
4.6 GPRS Sistemi İle Sayaç Okuma .....	57
5. GPRS MODEM İLE UZAKTAN SAYAÇ OKUMA UYGULAMASI.....	62
5.1 Genel Bilgi.....	62
5.2 Donanım Özellikleri.....	65
5.3 Yazılım Özellikleri.....	70
5.4 Sistemin Çalışması.....	73
6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	88

6.1 Sonuçlar.....	88
6.2 neriler.....	92
KAYNAKLAR.....	95
TEŐEKKÜR	
ÖZGEÇMİŞ	
EKLER	
Ek 1: Dünyadaki OSO alıŐmaları.....	99
Ek 2: Elektronik Sayacın Blok Diyagramı ve İŞlevsel Elemanları .....	100
Ek 3: Sayaç Ekranındaki Semboller ve Anlamaları.....	101
Ek 4: l Devresinde Oluşabilecek Hata ve Problem Kodları .....	103
Ek 5: C Protokol Kipini Diyagramı.....	104
Ek 6: Doğrudan Veri Değişimi Protokolü, C Protokol Kipi İçin Akış Şeması..	105
Ek 7: Program Algoritması.....	107
Ek 8: PIC18F252 Mikrodenetleyicinin Blok Diyagramı.....	108
Ek 9: ST485 Pin Yapısı ve İç Yapısı.....	109
Ek10: ICL232 Pin Yapısı ve Fonksiyonel Diyagramı.....	110

## KISALTMALAR DİZİNİ

<b><u>Kısaltmalar</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
ASA	Açık Sistem Arayüzü (Open System Interface-OSI)
ASAH	Asimetrisik Sayısal Abone Hattı (Asymmetric Digital Subscriber Line-ADSL)
ASÇ	Analog/Sayısal Çevirici (Analog/Digital Converter-ADC)
DTP	Dosya Transfer Protokolü (File Transfer Protocol-FTP)
EAAV	Evrensel Asenkron Alıcı/Verici (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter-UART)
İKP/İP	İletim Kontrol Protokolü / İnternet Protokolü (Transmission Control Protocol/Internet Protocol- TCP/IP)
İSS	İnternet Servis Sağlayıcı (Internet Service Provider - ISP)
MİKS	Mobil İletişim için Küresel Sistem (Global System for Mobile Communications-GSM)
OSO	Otomatik Sayaç Okuma (Automatic Meter Reading-AMR)
PAVİS	Paket Anahtarlama Veri İletim Servisi (General Packet Radio Systems-GPRS)
PMD	Programlanabilir Mantık Denetleyici (Programmable Logic Controller-PLC)
RF	Radyo Frekansı (Radio Frequency-RF)
SSİ	Sayısal Sinyal İşlemcisi (Digital Signal Processing-DSP)
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
THSA	Tümleşik Hizmetler Sayısal Ağı (Integrated Services Digital Network- ISDN)
UATA	Ulusal Anahtarlama Telefon Ağı (Public Switched Telephone Network-PSTN)
UEK	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (International Electrotechnical Commission-IEC)
VTKGS	Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi (Supervisory Control and Data Acquisition- SCADA)
YAŞ	Yerel Alan Şebekesi (Local Area Network-LAN)



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>		<u>Sayfa</u>
2.1	OSO Denemelerinde Kullanıcı Sayısı Dağılımı	10
2.2	Elster-KCETAŞ Çözüm Önerisi Blok Diyagramı	12
2.3	Sayaç İzleme Sistemi Prensiş Şeması	13
3.1	Tek-Fazlı Mekanik Aktif Sayaç ve Bağlantı Biçimi	18
3.2	Sayacın Dış Ön Panel Görünümü ve İşlevsel Elemanları	21
3.3	Elektronik Sayaçların Fonksiyon Devre Şeması	30
3.4	Sayaçların El Terminali ile Optik Porttan Okunması	33
3.5	Sayaçların PC Aracılığıyla Optik Porttan Okunması ve Set Edilmesi	33
3.6	T1 Modunda Çalışan Sayacın Ekran Bilgi Görüntüsü	35
4.1	Genel Amaçlı OSO Sisteminin Blok Şeması	37
4.2	OSO Sisteminin Fonksiyon Şeması	38
4.3	Telemetry Uygulama Şeması	43
4.4	Çok Uç Birimli Telemetry Uygulaması	45
4.5	Modemlerin Telefon Ağı Üzerinden Veri Aktarımı	47
4.6	Modemin İç Yapısı	50
4.7	RS232 Seri Haberleşme Çerçevesi	51
4.8	Senkron bir haberleşme protokolü	52

4.9	7 Bitlik Veri ve Eşlik Biti	53
4.10	RF Sistemi İle Sayaç Okuma ve Cihazların Bağlantısı	57
4.11	GPRS2COM cihazının görünümü	58
4.12	Genel Otomasyon ve Uzaktan Okuma	61
4.13	GSM/GPRS Sistemi ile Sayaç Okuma	61
5.1	Uzaktan Okuma Temel Biçimi	62
5.2	GPRS İle Sayaç Okuma Sistemi Blok Diyagramı	63
5.3	Çok Sayıda Sayacın GPRS Modem İle Uzaktan Okunması	65
5.4	RA7758 Modem İle Uzaktan Okuma Blok Şeması	66
5.5	RA7758 GPRS Modem	68
5.6	Kullanıcı Arayüz Örneği	72
5.7	Program Okuma Ara Yüzü	73
5.8	RA7758 GPRS Modem İle OSO Sistemi	74
5.9	Modemden Sayaca Gönderilen İstek Mesajı	75
5.10	Sayacın İstek Mesajına Cevabı	75
5.11	Sayaca Gönderilen Doğrulama Mesajı	75
5.12	Sayaçtaki Bilginin Veri Dizisi Karşılığı	76
5.13	Veri Aktarımı Onay Mesajı	76
5.14	Tekrar İstek Mesajı	76

5.15	Söz Dizimi Diyagramı – Okuma Kipi	77
5.16	Önerilen baud hızında programlama kipine geçişin kabulü	78
5.17	Önerilen baud hızında programlama kipine geçişin reddi	78
5.18	RA7758 GPRS Modemin İç Yapısı ve Fonksiyon Şeması	79
5.19	PIC Dış Yapısı (Pin Diyagramı)	80
5.20	PIC Programının Akış Şeması	81
5.21	PIC Programlama Adımları	82
5.22	GPRS Modemin RS232 Bağlantısı	83
5.23	GPRS Modem (Motorola-G20) Blok Diyagramı	83
5.24	GPRS Modemin SIM Bağlantısı	84
5.25	TCP/IP bağlantısı sistem görünüşü	84
5.26	Sayaç Endeks Bilgilerinin Web-Arayüzünden Okunması	85

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Önemli EDIS kodları	34
4.1 Otomatik Sayaç Okuma Sistem Uygulamaları İstatistiği	41

## 1. GİRİŞ

Otomatik Sayaç Okuma Sistemi (OSO): sayaç bilgisinin radyo, sabit veya mobil telefonlar, enerji hattı ve diğer hatlarla uzaktan okunarak değerlendirilmesidir. Bu teknoloji elektrik, su ve gaz dağıtımı konusunda müşteri hizmetlerinin daha iyi yapılmasını sağlar. Sayaç okuma, faturalama ve tahsilat işlemlerini karlı bir rekabet avantajına dönüştürür. OSO uygulamaları elektrik, su dağıtım ve satışı yaparak hizmet üreten şirketlere yeni müşteriler kazandırma ve hizmetlerini geliştirme konusunda bir fırsattır.

Ülkemizde elektrik enerjisine olan ihtiyaç yıldan yıla yaklaşık %10 oranında artış göstermektedir. Enerji üretimi ve tüketimi göz önüne alınırsa, enerji ihtiyacındaki artışı karşılayabilmek için yılda yaklaşık 500 MW (Megawatt) gücünde bir santral kurmak gerekir. Fakat teknik ve ekonomik sebeplerden dolayı bunun gerçekleşmesi çok zordur. Bu sebeple büyük sıkıntıya düşmeden mevcut tesislerle ihtiyacı karşılamak için bazı idari ve teknik tedbirlere başvurulması gerekmektedir. En önemli teknik tedbir olarak güç katsayısının düzeltilmesi ve kompanzasyon uygulamaları gösterilebilir. En önemli idari tedbir de enerjinin daha fazla tüketildiği dönem ve saatlerdeki kullanımı azaltmak için bu saatlerde kullanılan enerjiye yüksek ücret tarifesi uygulanması gösterilebilir.

Ülkemizde enerji üreten ve dağıtan kurumların Yük-Tevzi birimlerinden alınan sonuçlara göre belirli saatlerde elektrik tüketimimiz, enerji üretimimizi aşmaktadır. Bu sonuçlara göre gün içinde en fazla tüketimin 17:00 ile 22:00 saatleri arasında yapıldığı belirlenmiştir [1]. Dolayısıyla bu saatlerdeki tüketimin diğer zamanlara kaydırılarak, üretilen enerjinin dengeli tüketimi ile tasarruf sağlanması düşünülmüştür. Bu düşünce, gün içerisinde farklı zamanlarda tüketilen elektrik enerjisinin ayrı ayrı ölçümünü ve faturalandırılmasını sağlayan elektronik sayaçların kullanılması fikrini doğurmuştur. Elektronik sayaç kullanımı gün içerisindeki farklı zaman dilimleri için farklı tarifeler uygulanabilmesini sağlayan ve bu sayede hem tüketicilerin elektrik faturalarını düşürebilen hem de ülke içerisinde genel enerji tüketimini dengeleyen bir uygulamadır.

Enerji satışı yapan kuruluş (Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi, TEDAŞ) gün içerisinde çekilen enerjiyi, tüketim istatistiklerine göre 3 zaman dilimine bölmüş ve her bir zaman dilimindeki tüketilen enerji bedellerini farklı belirlemiştir. Bu dönemler 06:00-17:00 saatleri arası gündüz dönemi (gündüz tarifesi), 17:00-22:00 saatleri arası puant dönemi (puant tarifesi) ve 22:00-06:00 saatleri arası gece dönemi (gece tarifesi) olarak adlandırılmıştır. Buradaki amaç, gün içerisinde elektrik tüketiminin en çok olduğu 17:00 ile 22:00 saatleri arasındaki yığılmayı önlemek ve bu dönemde kullanılan enerjinin birim fiyatı daha pahalı tutularak, abonelerin tüketimlerini daha ucuz olan gece dönemine kaydırmaktır.

Abonelerin farklı zamanlardaki tüketimlerinin farklı bedellerle fatura edilmesi için öncelikle ölçü devresine elektronik sayaç tesis ettirerek üç zamanlı tarifeye geçme talebinde bulunması gerekmektedir. Böyle bir talepte bulunmayan abone faturalarını normal tarifeden (mekanik sayaçlarda olduğu gibi) ödeyecektir. Eğer aboneler üç zamanlı tarifeyi seçerek tüketimlerini puant dönemi dışında yaparlarsa daha az enerji bedeli ödeyeceklerdir.

Puant dönemdeki tüketim miktarı yıl içerisinde değişmekle birlikte 2005 yılı için ortalama 19.000 MW' tır. Elektrik tüketimi günün diğer saatlerinde ise 14.000-15.000 MW arasındadır. Tüketim 01:00- 05:00 saatleri arasında 12.000 MW' a kadar düşmektedir [1]. Tüketimin puant saatleri dışına kaydırılmasının günlük karşılığı ise yaklaşık 1.500 MW'lık bir termik santralin günlük üretimine eşittir. Yani 1.500 MW'lık bir termik santral çalıştırılmayabilir ve puant dönem tüketimi 19.000 MW' tan 17.500 MW' a düşürülerek kayıplar azaltılabilir.

Kayıpların azaltılması ile birlikte çok tarifeli sayaçların özendirilmesi, puant dönemi yükün azaltılacağı ve böylelikle santrallerinin devreye alınmamasıyla yaklaşık % 7 oranında tasarruf sağlanacağı bilinmektedir. Ülkemizde 2005 yılı en yüksek ani puant değeri 23.485 MW olup, bu değer %7 oranında düşürülebilmesi halinde yaklaşık 1.644 MW puant kapasiteli santralin yapımına gerek kalmayacak, KW'ı 1200 USD sayıldığında yaklaşık 1,9 Milyar USD'lık yatırım ertelenebilecektir [2].

Elektronik sayaç kullanımı sayesinde yığılmanın önüne geçilerek hem bakım masrafları en aza indirgenmiş olacak, hem de rahatlıkla talep edilen enerji miktarı karşılanabilecektir. Tüketimin dengelenmesi beraberinde aşırı yüklenme ve arızaların azalmasını (bu fazla mesai, malzeme giderleri, işletme giderlerinden tasarruf demektir), teknik kayıpların (güç kayıpları, gerilim düşümü, ısınma v.s.) azalmasını ve enerjide kaliteyi getirir. Santraller verimli ve ekonomik çalışır, santral arızaları azalır, hidroelektrik santrallerde daha fazla su tutma olanağı doğar. Ayrıca kaçak elektrik kullanımı tamamen olmasa bile belirli bir oranda engellenmiş olacaktır.

Elektronik sayaçların ülkemize girişi 1997 yılından sonra hızlanmıştır. 1 Şubat 1998 tarihinden itibaren TEDAŞ tarafından elektronik sayaçların mesken aboneleri dışında kullanımına izin verilmiştir. Daha sonra Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 18.12.2000 tarih ve 24254 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği gereği 08 Aralık 2001 tarihinden itibaren tüm yeni abonelere elektronik sayaç takılması zorunlu hale getirilmiştir.

Bu karar gereğince birçok yerli firma elektronik sayaç üretimi yapmaya başlamıştır. Ve elektronik sayaç üretici firma sayısı günden güne artmaktadır. Elektronik sayaç uygulamasına geçiş sürecinde; farklı üreticilerin farklı özelliklerde sayaç üretmeleri, elektronik sayaç teknolojisindeki gelişmelerin takip edilememesi, arızalanan sayaçların ve arızalı sayaçlardaki tüketimlerin tespit edilememesi, tüketicilerin ve bu uygulamada sorumlu kuruluşların personelinin bu sayaçlar hakkında yeterli bilgiye sahip olmamaları gibi birçok problemle karşılaşmıştır.

Günümüzde, kullanımına izin verilecek sayaçların özellikleri; 22 Mart 2003 tarih ve 25056 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmış olan ‘‘Elektrik Piyasasında Kullanılacak Sayaçlar Hakkında Tebliğ’’ ile belirlenmiştir.

2000 yılında yaşanan küresel kriz sonrası, bu krizden en az etkilenen güçlü elektrik iletim ve dağıtım şirketleri için yeni bir pazar ortaya çıkmıştır. Bu pazar, özellikle 1998 yılından itibaren serbestleşmeye başlayan elektrik sektörü için, elinde bulunan altyapının telekomünikasyon amaçlı kullanılabilmesi fırsatına

dayanmaktadır. Telekomünikasyonda tam rekabet ortamının sağlanması, Otomatik Sayaç Okuma (OSO) sistemini gündeme getirerek yeni pazar oluşumlarına olanak sağlamıştır. Şirketler, iletişim teknolojilerinin gelişmesine bağlı olarak OSO uygulamalarına ağırlık vermişlerdir.

Elektrik şirketleri bu teknoloji yardımıyla hizmetlerinde farklılıklar meydana getirerek, bu sayede kullanıcı sayısını ve çeşidini artırmayı planlamaktadırlar. Elektrik üretim ve dağıtım şirketleri; Otomatik Sayaç Okuma, kayıp-kaçak takibi, alarm izleme ve gözetleme gibi maliyet düşürücü, ilave bir takım hizmetlerin serbestleşen enerji piyasasında kendilerine avantajlar sağlayacağını farkına varmışlardır.

Avrupa, ABD ve Uzak Doğu'da OSO uygulamaları ve ticari denemeler 2003 yılından itibaren yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu arada Ulusal ve Uluslararası Düzenleme Otoriteleri de bu yeni teknolojinin verimli kullanımı için gerekli düzenlemeleri yapmak üzere çalışmalarını sürdürmektedirler [3].

Gelişmiş ülkelerde, elektrik dağıtım ve satış sektöründe yaşanmakta olan yeniden yapılanma sürecinde ortaya çıkan rekabet koşulları, bu ülkelerdeki dağıtım ve satış şirketlerine teknik olmayan kayıpları çok daha yakından izleme ve bu tür kayıpları en aza indirmeye zorunluluğu getirmiştir.

Kalkınmakta olan ülkelerde ise; iletim ve dağıtım şebekelerinde dünya standartlarının üzerinde oluşan teknik kayıplara ilaveten yüksek oranlı teknik olmayan kayıplar büyük gelir kaybına neden olmaktadır. Bu ülkelerde de, elektrik dağıtım ve satış sektöründe henüz başlayan yeniden yapılanma süreci kapsamında, teknik olmayan kayıpları en aza indirmeye çalışmaları öncelik kazanmıştır. Alınacak önlemlerle, bir şekilde tüketiciye yüklenmekte olan bu kayıplar azaltılacak ve elektrik birim fiyatlarının artış hızı düşürülebilecektir.

Teknik olmayan kayıplar veya başka bir deyişle tüketim kayıpları, aşağıdaki nedenlerden oluşmaktadır:



- Ölçümü yapılamayan tüketim (bedelsiz kullanım)
- Yasadışı bağlantılar
- Ölçüm hataları
- Sayaç okuma sırasında oluşan hatalar
- Sayaçlar üzerinde yapılan yasadışı oynamalar
- Sağlıklı "Tüketim İzleme" olanaklarının yokluğu
- Faturalandırma ve tahsilat işlemlerinde yapılan hatalar

Herhangi bir bölgede elektrik enerjisinin tüketiminin doğru bir şekilde izlenip, sağlıklı yönetilebilmesi ve teknik olmayan kayıpların en aza indirilebilmesi, öncelikle tüketimin doğru ölçülmesi ile başlar.

Güncel ölçüm teknolojilerinden faydalanılarak geliştirilen modern elektronik sayaçların elektrik enerjisi tüketiminin ölçümünde kullanılması artık kaçınılmaz bir duruma gelmiştir. Elektronik sayaçlar bir yandan daha hassas ölçüm yaparken, diğer yandan yasa dışı müdahaleleri zorlaştırmakta, hatta büyük ölçüde ortadan kaldırmaktadır. Bu tip sayaçlar yasa dışı müdahaleler yapıldığında, olayları hafızalarına kaydedebilmektedir.

Teknik olmayan kayıpların neden olduğu gelir kayıplarını en aza indirmek için aşağıda belirtilen stratejiler uygulanmalıdır:

1. Dışarıdan müdahalelere olanak tanımayan elektronik sayaçların kullanımı zorunlu hale getirilmeli veya bu sayaçları kullanan abonelere avantajlar tanınmalıdır (Örneğin, çok zamanlı tarife uygulaması).
2. Yönetmeliklerin tanımladığı kapsamda gerçekleşen bedelsiz tüketim mutlaka ölçülmeli ve bu değerler bölgesel tüketim analizlerinde dikkate alınmalıdır.
3. Dağıtım trafolarında ölçüm yapılarak bu değerler her trafo bölgesinden gelen tüketim değerleri ile karşılaştırılıp, periyodik analizler yapılarak, yasadışı tüketimler takip ve tespit edilmelidir.
4. Dağıtım/Satış şirketlerinin hizmet verdikleri bölgeler yeniden yapılmalı ve bilgi teknolojisi destekli altyapılar oluşturularak; şirket ile sayaçlar arasındaki iletişim mutlaka güncel bilgi teknolojilerine dayanan araçlarla (Akıllı Kart/anahtar, PLC, RF, Optik) gerçekleştirilmelidir.

5. Şirketler ile sayaçlar arasında iletişim mutlaka iki yönlü ve uçtan uca (end to end) korunarak, kasti veya kazara müdahalelere kapalı olmalıdır.
6. Dağıtım Şirketleri etkin bilgi işlem sistemi kurarak, tüketimi abone, sokak, mahalle, semt, bölge bazında periyodik ve önceki dönemlerle karşılaştırmalı olarak izleyebilmelidir.
7. Dağıtım Şirketleri sayaçların okunmasından tahsilata kadar geçen süreyi en aza indirgeyecek alt sistemleri mutlaka yönetim sistemlerine dahil ederek; yıllık işletme masraflarını azaltmalı, tahsilatı güvence altına alıp tahsilat süresini de kısaltarak finansal kayıplarını en aza indirgemelidir.

#### Otomatik Okuma Sisteminin Yararları

##### 1. Dağıtım/Satış Şirketleri Açısından

- Elektromekanik ölçüm yerine daha hassas ve güvenilir olan elektronik ölçüm,
- Sayaçlara yasa dışı müdahalelerin en aza indirgenebilmesi,
- Yasa dışı müdahalelerin tespit edilmesi,
- Şebeke problemlerinin daha hızlı bir şekilde tespiti ve düzeltme olanağı sağlaması,
- Sayaç okuyucuların başına gelebilecek olası aksiliklerin kaldırılması,
- Sağlıklı veri tabanlarının oluşturulabilmesiyle, tüketimin periyodik bir şekilde bireysel ve tümsel olarak izlenebilmesi ve ileriye dönük planların sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi,
- Sayaç okuma ve faturalandırma işlemlerinde hataların ortadan kaldırılması ile zaman ve personel tasarrufu sağlanması,
- Yasa dışı kullanımların en aza indirgenmesiyle gelir artırımı,
- Kredili veya ön ödemeli satışlarla, nakit akışının düzenlenmesi,
- Uzaktan açma ve kapama işlemlerini gerçekleştirebilir.

##### 2. Aboneler Açısından

- Çok zamanlı tarife gibi yeni uygulamalardan istifade edebilme,
- Tüketim bilincinin oluşması,
- Hizmet kalitesinin artması,
- Ayrıntılı fatura temin edebilme,

- Abone grubuna bağlı olarak, değişik oranlarda elektrik faturaları ödeyebilme,
- İhbar-alarm servisi ile uyarılma.

Dünyada yaşanan ve özellikle 2003 yılından itibaren hız kazanan bu gelişmelerden ülkemizin de etkilenmemesi kaçınılmazdır. Yaygınlaşması devam eden OSO uygulamalarının gerçekleşmesi; teknik uygunlukların sağlanmasıyla birlikte yeni düzenlemelere gidilmesini de gerektirmektedir. Bu amaçla; OSO teknolojisi, standartları, dünyadaki uygulamaları, avantajları ve ülkemizin durumu gibi konular ele alınarak örnek uygulamanın yer aldığı bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde OSO teknolojisi hakkında tanımlamalar yapılmakta, sayaçların uzaktan okunmasının gerekliliği ve avantajları anlatılmaktadır. İkinci bölümde ise konuyla ilgili Türkiye ve dünyadaki OSO sistemleri hakkında literatür bilgileri verilmektedir. Üçüncü bölümde sayaçlar hakkında detaylı bilgiler sunulmaktadır.

Dördüncü bölümde ise, OSO sistemi hakkında genel bilgiler, telemetri yöntemleri, RF ve GPRS modem ile uzaktan okuma detaylı olarak anlatılmaktadır. Beşinci bölümde de ilk dört bölümde anlatılan bilgiler eşliğinde yapılan GPRS modem ile uzaktan sayaç okuma uygulaması anlatılmıştır. Çalışmalar sonucunda elde edilen bilgi ve deneyimler de altıncı bölümde, sonuç ve öneriler başlığı altında açıklanmıştır.

## 2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

### 2.1 OSO Sisteminin Tarihçesi ve Dünyadaki Uygulamaları

1980'lerde hızla gelişen elektronik ve bilgi teknolojileri, sayaçların okunmasında ve okunan verilerin değerlendirilmesinde de yeni ufuklar açmıştır [4]. O zamana kadar süregelen göz ile okuyup deftere kaydetme (kalamoza) ve daha sonra faturalandırma yöntemi yerine, işlemleri hızlandıracak okuma ve faturalandırma, veri tabanı oluşturma ve değerlendirme yöntemleri de hızla gelişmiştir.

Dünyada kullanılmakta olan bir milyardan üzerindeki sayacın tamamı otomatik okumaya uygun hale getirilemeyeceği gibi, bir tür el terminali cihazı ile de değişik türde sayaçlardan veri toplanması mümkün değildir. Kaldı ki, aynı ülke içerisinde tek işletmeden hizmet alan abonelerin kullandıkları sayaçlar bile çok çeşitlilik göstermektedir. Böyle bir ortamda el terminali ile sayaç okuma yöntemi, sayaç üretici şirketler ile okuma yapan şirketleri aynı platformda buluşturmuştur. Bunun sonucunda ise sayaç üretici firmalar IEC1107 standardına uygun, el terminali ile okunabilen sayaçların "okuma protokollerini" ve "veri anlamlarını" el terminali üreticilerine vererek ortak bir el terminali çözümü aramışlardır [4].

Sadece ASA (Açık Sistem Arayüzü, Open System Interface-OSI) Referans Modelinin ilk beş katmanını tanımlayan IEC1107 standardı "uygulama" katmanını kullanıcıya bırakmıştır. Bu durum bütün sayaç üreticilerinin uygulamalarını tek bir veri tabanına uygun olarak toplayıp değerlendiren şirketlerin gelişimine neden olmuştur. Bu şirketlerden Amerika'da yerleşik ITRON, bu alanda MV90 adını verdiği sistemiyle 40 ülkede 1500 civarında işletmeye 300 milyondan fazla sayaç için hizmet vermektedir. İtalya'da yerleşik FIMM firması ise bu alanda hizmet veren bir diğer büyük uygulayıcıdır. Avrupa'da en büyük OSO sistemleri Alman Görlitz firması tarafından gerçekleştirilmiştir [5].

Bu firmalar, serbest piyasa ekonomisine paralel olarak, çeşitli firmalar tarafından üretilen elektronik sayaçlardan verilerin okunmasını ve tek bir veri tabanına uygun hale getirilme işlemini yapmaktadırlar. Bu uygulama, gelişen teknolojilere paralel olarak çok büyümüştür, öyle ki; İngiltere'deki uygulamada firmaların ürün

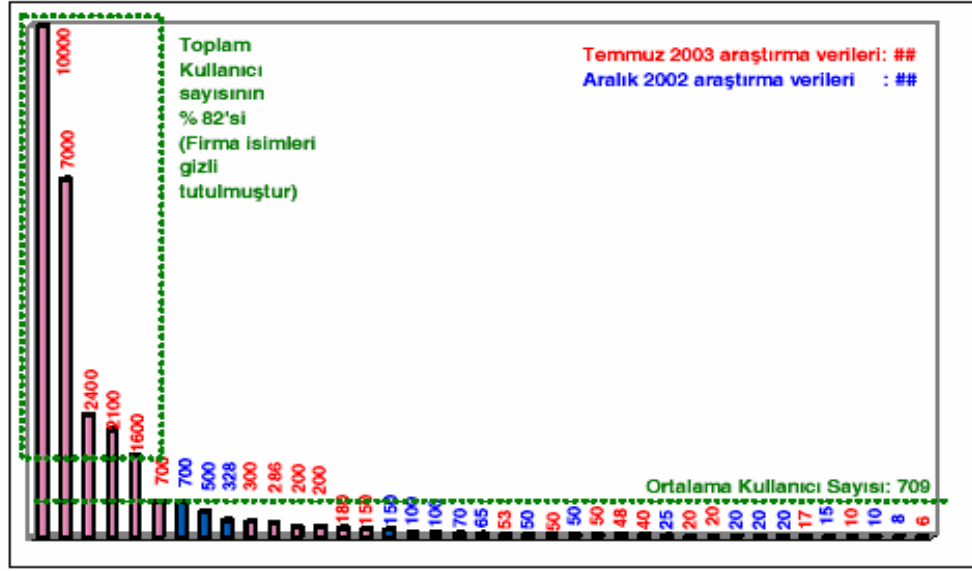
çeşitlilikleri ve değişen bilgiler nedeniyle, okumayı yapan personel, sayaç okuma alanındaki her çeşit sayacı okuyabilecek yazılımların ve abone veritabanı bilgilerinin yüklenmiş olduğu bir "notebook PC" ile dolaşmakta ve her sayaç için uygun yazılımı çalıştırarak sayacı okuyabilmektedir [6].

Uygulayıcı firmalar ITRON ve FIMM' in, üretilen her yeni tip sayacı ve dağıtım şirketlerinin değişen veri taleplerini, işletme yazılımlarına dahil etmek için çok yüksek ücret talep etmeleri uygulamanın dikkate alınması gereken diğer önemli bir boyuttur. İngiltere'de optik okuma yönteminin büyük bir karmaşa içinde olduğu ve yeni yöntemlerin arandığı bilinmektedir [5]. Avrupa Birliği ülkeleri aralarında bir çalışma grubu kurarak, IEC 1107 protokolünün "uygulama" katmanını standardize edebilmek için çalışmalara başlamıştır.

Halen, OSO sistemlerini kapsayan 150'den fazla pilot proje uygulaması sürmektedir. Projeleri sürdüren şirketler ve çalıştıkları ülkelerin bir kısmı Ek-1'de gösterilmiştir [7].

Bu projelerde 2003 yılı ortasında 27.000 olan OSO kullanıcı sayısının 2006 yılı sonuna kadar 3 milyon – 5 milyon arasında bir değere ulaşması beklenmektedir. Kullanıcı sayısının yalnızca Almanya, İsviçre ve Avusturya'da 2006 yılı sonuna kadar 500.000'e ulaşacağı öngörülmektedir [8].

Şekil 2.1'de OSO uygulamalarında kullanıcı sayısı dağılımı gösterilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi pilot uygulama ve deneme başına düşen ortalama kullanıcı sayısı 709 olup, kullanıcıların % 82'si 5 şirket tarafından yapılan uygulama kapsamındadır [9].



Şekil 2.1 OSO Denemelerinde Kullanıcı Sayısı Dağılımı

OSO uygulamaları enerji hatlarından iletişim konusunda yapılan tüm uygulamaların %19' unu teşkil etmektedir. Bu uygulamaların yapıldığı ülkeler arasında ABD, Kanada, Almanya, İtalya, İspanya, İngiltere, Finlandiya ve diğer kuzey Avrupa ülkeleri ön sıralarda yer almaktadır [10]. Bu ülkelerin OSO uygulamalarında ön plana çıkmalarında ülke içinde donanım üreten şirketlerin fazla sayıda olmasının etkisi çok büyüktür. Dolayısıyla bu şirketler ellerindeki donanım ve teknoloji yardımıyla ülke ve dünya çapında büyük bir pazar oluşturmayı hedeflemişlerdir. Bu firmalar teknolojik gelişmelerini artırırken aynı zamanda da mevcut uygulamaların maliyetleri ile kendi uygulamaları arasındaki maliyet farklılıklarını en aza indirmek için sürekli rekabet halindedirler. Bu ülkeler ve firmalar OSO uygulamalarını öncelikle resmi kurum, okul, hastane, otel v.b. binalarda gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra da belirli bir pilot bölge seçerek ilk planda 30-40 sayıda kullanıcıya OSO uygulaması başlatmışlardır. Daha sonra da kullanıcı sayısını artırarak 1000-2000 civarında kullanıcıda OSO uygulaması yapmışlardır. Şirketlerin yapmış oldukları çalışmalara ve teknolojik gelişmelere dayanarak 2008 yılındaki uygulama sayısının günümüze göre %20 oranında artacağı düşünülmektedir [11].

## **2.2 Türkiye'de OSO Uygulamaları**

Türkiye'de elektronik sayaç uygulaması bir kaç yıllık bir maziye sahip olmasına rağmen, piyasada şimdiden oldukça fazla çeşit oluşmuştur. Özelleştirme ile birlikte bu çeşitliliğin daha da artacağı kaçınılmazdır. Bir taraftan piyasaya yeni giren sayaçlar, diğer taraftan uzaktan okuma, asgari şartlar gibi kavramlar, içinde bulunduğumuz özelleştirme sürecinde, üretici firmaları, işletmeleri ve aboneleri zor durumda bırakmaktadır.

Ülkemizde farklı özellikte çok sayıda sayacın piyasaya girmesi, ITRON ve FIMM gibi şirketlerin çalışmalarına benzer çalışmaların ülkemizde de yapılmasına neden olacaktır. Bu durum, optik veri toplama konusunda büyük bir deneyim sahibi olan şirketlerin ülkemizde çözüm ortağı aramasına neden olacaktır. Enerji piyasasında özellikle son 1,5 yıldır sayaçların uzaktan okunmasına yönelik birçok çalışma yapılmaktadır. Bazı firmalar bu konuda mevcut proje ve uygulamalarının olduğunu belirtmiş olsa da gerek enerji piyasasında yaşanan belirsizlikler gerekse bu uygulamayı yapacak olan enerji üreten özel firmaların müşterilerinin sık sık değişmesi nedeniyle elektrik piyasasında uygulamalar gecikmiştir.

### **2.2.1 ELSTER'in Kayseri ve Civarı Elektrik T.A.Ş. (KCETAŞ) için OSO Sistemi Projesi**

Bu proje ile yüksek tüketimi olan 95 adet müşteriye, TEİAŞ Enerji alışveriş noktalarına, Bünyan ve Sızır Hidroelektrik santralleri ve Otoproduktörlere Elektronik Elektrik Sayaçları ve EPDK mevzuatınca istenen ölçme ve izleme alt yapısı tesis edilmesi düşünülmüştür. Bu ölçüm noktaları ile KCETAŞ Merkez Binası arasında veri alış verişi temin edecek haberleşme ortamı kurulması planlanmıştır. KCETAŞ, sayaç otomasyonu projesi ile dağıttığı enerjinin %65'ini uzaktan okumayı planlanmaktadır [12].

Şirket merkezine kurulacak yazılım ve donanım ile birlikte, ölçme noktasının aktif, reaktif, kapasitif, demantmetre ölçüm değerleri ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) mevzuatınca istenen ölçme değerlerinin belirlenen zamanlarda izlenmesi, önemli olaylarda sistemin ikaz vermesi, cezai durumların



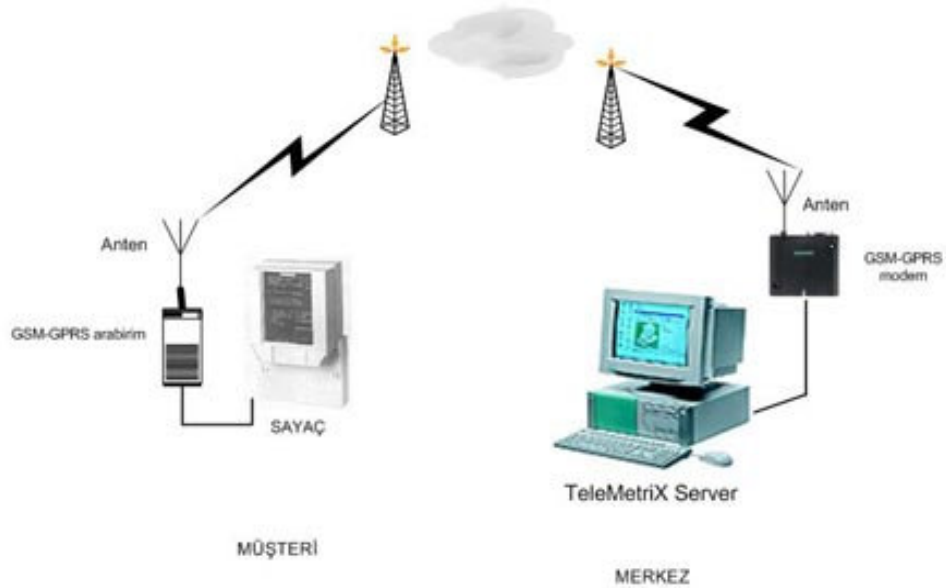


## 2.2.2 SIEMENS'in ENERJİSA için OSO Uygulaması

Ülkemizde otoprodüktör şirketi olarak faaliyette bulunan Enerjisa, tesislerine müşterilerinin sayaçlarını uzaktan okumak için Sayaç İzleme Sistemi ile proses ve üretim bilgilerini elektronik ortamda izlemek amacıyla Tesis Bilgi Yönetim Sistemi kurmaktadır [13].

Sayaç İzleme Sistemi kapsamında, Enerjisa'nın yaklaşık 75 müşterisindeki elektrik sayaçlarının, merkez Kentsa Santralına kurulacak TeleMetriX yazılımı sayesinde GPRS teknolojisi ile uzaktan okunması hedeflenmektedir.

Sayaç İzleme Sisteminde, müşteri tarafında bulunan elektronik olarak haberleşen sayaçlara GSM/GPRS modem içeren haberleşme arabirimi "Comset" bağlanırken, merkez Kentsa santralinde ise TeleMetriX yazılımı; Comset ile istenen yöntemle (GPRS, GSM, Telefon Modem vb.) haberleşerek sayaç verilerini okuyacak ve depolayacaktır. Okunacak veriler, TeleMetriX yazılımında raporlanabileceği gibi, Tesis Bilgi Sistemi'nde oluşturulacak detaylı üretim ve performans raporlarında girdi olarak kullanılabilir [13]. Kurulacak Sayaç İzleme Sisteminin prensip şeması Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Sayaç İzleme Sistemi Prensip Şeması

### 2.3 Sayaçların Uzaktan Okunması ile İlgili Çalışmalar ve Makaleler

- Mikrosay firması 2003 yılının ilk çeyreğinde, TEOSMETER Otomatik Sayaç Okuma Sistemini geliştirmiştir. TEOSMETER Otomatik Sayaç Okuma Sistemi özellikle haberleşmeli dijital elektrik sayaçları için geliştirilmiş Veri Toplama Sistemi olarak tasarlanmıştır. Sistem, kullanıcının sayaçlara ait enerji parametrelerini merkezden izlemesini ve operasyonlarını en etkin ve güvenilir şekilde yönetmesini sağlamaktadır [14].

GPRS haberleşme teknolojisini kullanan sistem, sayacın yanına gitmeden GSM Modem desteği ile sayaç parametrelerini alarak merkezdeki ORACLE veritabanı üzerinde toplamaktadır. Sistem, özellikle Türkiye'deki Elektrik Üretim ve Dağıtım Şirketlerinin ihtiyaçlarına yönelik olarak geliştirilmiş olup, PMUM (Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi) tarafından istenilen aylık standart raporların tariflenmiş formatta alınmasına imkan tanımaktadır [15].

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

- Burak OVALI ve Tuncay UZUN tarafından yayınlanan “Bir Radyo Modem Aracılığı ile Kablosuz RS232 Haberleşmesi” adlı bildiride RS232 arabirimi üzerinden telsiz veri haberleşmesi yapabilen, internet ortamından erişimini sağlayan, programlanabilir tüm-devre üzeri sistem tabanlı bir dar bant modemin temel özellikleri ve tasarımı anlatılmıştır.

Bu bildirinin konusu olan çalışmada RS232 haberleşmesini, radyo frekanslarda atmosferi iletim kanalı olarak kullanan bir telsiz modem uygulaması gerçekleştirilmiştir. Telsiz modem veri terminal cihazı ile RS232 fiziksel bağlantısı üzerinden haberleşir. Modem iletimi için gönderilen verileri seri kanal üzerinden okur ve özgün bir protokol çerçevesinde biçimlendirerek, radyo kanalı üzerinden hedef veri terminal cihazına gönderir [16].

- Alman Görlitz AG firması 1995 yılında PLC tabanlı ağ sistemi ile alçak gerilim hatlarından veri aktarımını gerçekleştirmiştir [17]. Daha sonra firma sistemini genişletilerek GPRS/GSM/Ethernet/Kiralık Hat/Çevirmeli Hat gibi çeşitli haberleşme yolları üzerinden haberleşen ENZ2000 adını verdiği sayaç okuma sistemlerini kurmuştur.

ENZ2000 Uzaktan Sayaç Okuma sistemi, 3 ayrı modülden (Veritabanı, modem sunucuları ve istemci) oluşan ölçeklendirilebilir esnek bir OSO çözümü sunar. Sistem üzerinde istenilen periyotlarda çalışan sınırsız sayıda çizelge oluşturmak mümkündür. Sayaçlardan anlık olarak da alınabilen tüm verilerin (kW, kWh, kVaR, P, vb) yanında faturalama bilgileri, yük profilleri, veritabanı yedekleme, sayaç programlama, dışarıya dosya aktarma veya dışardan bilgi alma için de ayrı çizelgeler oluşturmak mümkündür. Detaylı kayıt günlüğü sayesinde sayaçların okuma durumları, verdikleri hata veya durum kodları da alarm değerleri olarak kaydedilmektedir. Firma tarafından geliştirilen uzaktan sayaç okuma sistemi 350 enerji kuruluşunda ve 450 endüstri şirketinde kullanılmaktadır [17].

- Bora ACARKAN, Osman KILIÇ, Sadık KÜÇÜKSARI, Sibel ZORLU tarafından yayınlanan “Elektrik Tesislerinde SCADA Sistemleri İçin TCP/IP Tabanlı Uç Birim Sistemleri” adlı bildiri enerji tesislerinde izleme, kontrol ve veri toplama sistemleri olarak kullanılan SCADA sistemleri ve bu sistemlerde veri toplama ünitesi olarak kullanılabilen Ethernet I/O ve TCP/IP protokolü anlatılmıştır [18]. Bu çalışmada enerji sistemlerinde verilerin doğru ve ekonomik olarak toplanması ve bilgisayar ortamına iletilmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışmada telli iletişime uygun olmayan mesafelerde kontrol edilen cihaz ile kontrol merkezi arasındaki iletişimin Ethernet I/O üzerinden gerçekleşmesi üzerinde durulmuştur. Bu işlem internet üzerinden yapılmaktadır. Ethernet I/O sistemi SCADA fonksiyonları arasında “Veri Toplama” fonksiyonundan “Uzak Uç Birim” kısmına dahil edilmektedir. Bu sistemde alışılmış iletişim sisteminden farklı olarak arabirimde modem yerine Ethernet kullanılmaktadır. Ethernet I/O iki kısımdan oluşmaktadır. Bilgisayarla haberleşmeyi sağlayan Ethernet kısmı ve

sahadan bilgi toplama ve kumanda işlemlerini gerçekleştiren PIC (Programmable Interrupt Controller) kısmından oluşmaktadır [18].

- Ahmet Turan ÖZDEMİR ve Kenan DANIŞMAN tarafından yayınlanan “GPRS Üzerinden Web Tabanlı Bölgesel Enerji Takip Sistemi” adlı bildiride, sayaçlardaki tüketim bilgilerinin bir merkez tarafından okunarak faturalandırılmasını sağlayan ve sayaçlardaki yasadışı müdahaleleri algılayabilen izleme ve faturalandırma sistemi önerilmektedir [19]. Sistem kurumsal abonelik ile birleştirilmiş bir GPRS iletişim ağı üzerine kurulmuştur. Sistemde sayaçlar sunucu aracılığıyla kontrol edilir ve bu şekilde Yerel Alan Şebekesi (Local Area Network, LAN) kurulur. GPRS kapsamı alanı içerisindeki bütün aboneler bu sunucu tarafından izlenebildiği gibi coğrafi bölgelere ayrılarak, bölgesel sunucular ile de kontrol edilebilir [19].

Bu çalışmada önerilen sistem temel anlamda üç farklı donanımdan oluşur. Bunlar modem+kontrol kartı, sayaç ve kontrol merkezidir. Sistemde kullanılan modemler GPRS modemdir ve sayaç bilgilerinin okuma merkezi tarafından toplanmasını sağlarlar. Modem bir kontrol kartının üzerinde yer alır, bu kontrol kartı RS232, RS485 ve I2C haberleşme modellerini desteklemektedir [19].

- Bilal ÇAKMAK ve Radosveta I. SOKULLU tarafından yayınlanan “Elektrik Sayaçların Uzaktan Bilgi Aktarımı” adlı bildiride elektronik sayaçların optik port üzerinden uzaktan okunması konusunda çalışmaları anlatılmaktadır. Bu çalışmada IEC 1107 protokolüne uygun C-Builder 6.0 programlama dili ile istemci ve sunucuda çalışan sayaç okuma yazılımları geliştirildiği bildirilmiştir [20]. Yazılımda bilgisayar ile sayaç arasında seri port haberleşmesi için Comport Delphi komponenti kullanılmıştır [20]. Bu çalışmada geliştirilen yazılım paketi ve donanımın daha kapsamlı bir biçimde uzaktan kontrol edilebilen otomatik sayaç okuma sistemine dönüştürülmesi planlanmıştır.

### 3. SAYAÇLAR

Tüketicinin hizmetine sunulan enerjisinin ölçülerek parasal bedel tahakkuk ettirilmesinde kullanılan sayaçlar ölçü devrelerinin imalat özelliklerine göre; mekanik elektrik sayaçları ve elektronik elektrik sayaçları olmak üzere iki kategoride ele alınır. Enerji sisteminin durumuna göre tek fazlı şebekelerde ölçüm yapan sayaçlar monofaze, üç fazlı şebekelerde ölçüm yapan sayaçlar da trifaze sayaç olarak adlandırılır. Trifaze sayaçlar, monofaze sayaçların ölçme prensiplerine uygun olarak bir araya getirilmeleri ile oluşturulmuşlardır. Ayrıca belirli dönemdeki maksimum gücü ölçebilen demantmetreli sayaçlar da vardır.

Elektronik alanındaki köklü gelişmeler (EEPROM'un bulunması, hızlı ve çözünürlüğü yüksek işlemci ve analog-sayısal çeviricilerin keşfedilmesi gibi) sayaçların elektromekanik yapısının tamamen elektronik bir yapıya dönüşmesine neden olmuştur [2]. Elektronik sayaç teknolojisi günden güne gelişmekte olup yeni gelişmeler sayaçların sadece tüketilen enerjiyi kaydetmekten daha farklı işlemler için de kullanılabilmesini göstermektedir.

#### 3.1 Mekanik Sayaçlar

Elektrik enerjisini ölçmek için kullanılan mekanik sayaçların ölçme sistemi Ferraris Prensibi (döner diskli) temeline dayanmaktadır. Bu sebeple mekanik sayaçlar indüksiyon tipi olarak da adlandırılırlar.

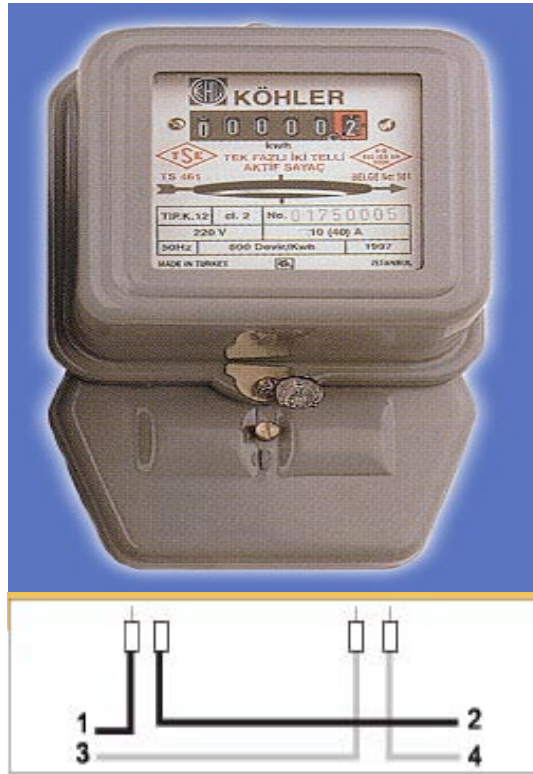
Mekanik elektrik sayaçlarında rotor olarak bir alüminyum disk kullanılır. Elektromanyetik kuvvetler bu disk içinde üretilir. Bu kuvvetlerden dolayı diske bir döndürme momenti etki eder ve disk döner. Mekanik sayaçların çalışma prensibi nedeniyle döndürme momenti ile tüketici yükü arasında doğrusal bir bağıntı vardır. Yani tüketici yükü arttığında döndürme momenti de doğrusal olarak artar [21].

Alüminyum diske etki eden daimi mıknatıs ise döndürme momentinin tersi yönde frenleme momenti oluşturur. Frenleme momenti de disk hızı ile doğrusal

bağıntılıdır. Disk hızı arttığında frenleme momenti doğrusal olarak artar. Numaratör de disk miline bağlı nihayetsiz dişli tertibatından hareket alır [21].

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

Şekil 3.1’de tek-fazlı monofaze aktif sayacın dış görünümü ve bağlantı biçimi gösterilmiştir [22].



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

Şekil 3.1 Tek-Fazlı Mekanik Aktif Sayaç ve Bağlantı Biçimi

### 3.2 Elektronik Sayaçlar

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

Bu sayaçlarda akım ve gerilim değerleri ayrı ayrı kanallarda eş zamanlı olarak yüksek çözünürlükte örneklenerak sayısal işaretlere dönüştürülür. Bu işaretlerin yüksek hızlı bir mikrodenetleyici aracılığı ile sinyal işlemcisinde birleştirilmesi sonucunda istenilen ölçüm değerleri elde edilir. Elde edilen değerlerden enerji değerleri hesaplanır ve sonuçlar ekranda gösterilir. Tüketim bilgileri besleme voltajı kesintilerinden etkilenmez, bilgi saklama süresi 100 senenin üzerindedir. [2].

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

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

Elektronik sayaçlar tüketilen enerjiyi kullanılan teknoloji ile mekanik sayaçlara göre daha hassas ve güvenli olarak ölçerler. Bu sayaçlar en basit aktif tüketimin ölçülmesinden tutun da, birçok tarifeye göre aktif ve reaktif tüketimin itinalı ölçümüne, birçok tarifeye göre maksimum tüketim hesaplanmasına, yük profilinin belleğe kaydedilmesine ve seri iletişime kadar geniş bir kullanım sahasına sahiptirler [2]. Ölçüm noktasında kullanılan son teknolojilerin güvenilirliği artıracığına, hataları en aza indireceğine ve çeşitli ölçüm kolaylıkları sağlayacağına şüphe yoktur.

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

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

Bu tebliğde elektrik piyasasında kullanılacak elektronik sayaçlar hakkında; bir günü en az dört zaman dilimine bölerek ölçme ve kayıt yapabilme, enerji kesik olsa dahi kaydedilen bilgileri en az dört ay süre ile saklama, sayaca yapılan müdahaleleri algılama ve kaydedebilme, işletme esnasında meydana gelen faz kesilmelerini, akım yönü değişikliklerini, şebekede veya sayaçta oluşabilecek her türlü kesinti ve programlama değişikliklerini algılayarak, tarih ve saat bilgileri ile birlikte kaydedilmesini ve haberleşme donanımı üzerinden okunabilmesini sağlayan özellikleri taşımaları gerektiği belirtilmektedir [23].

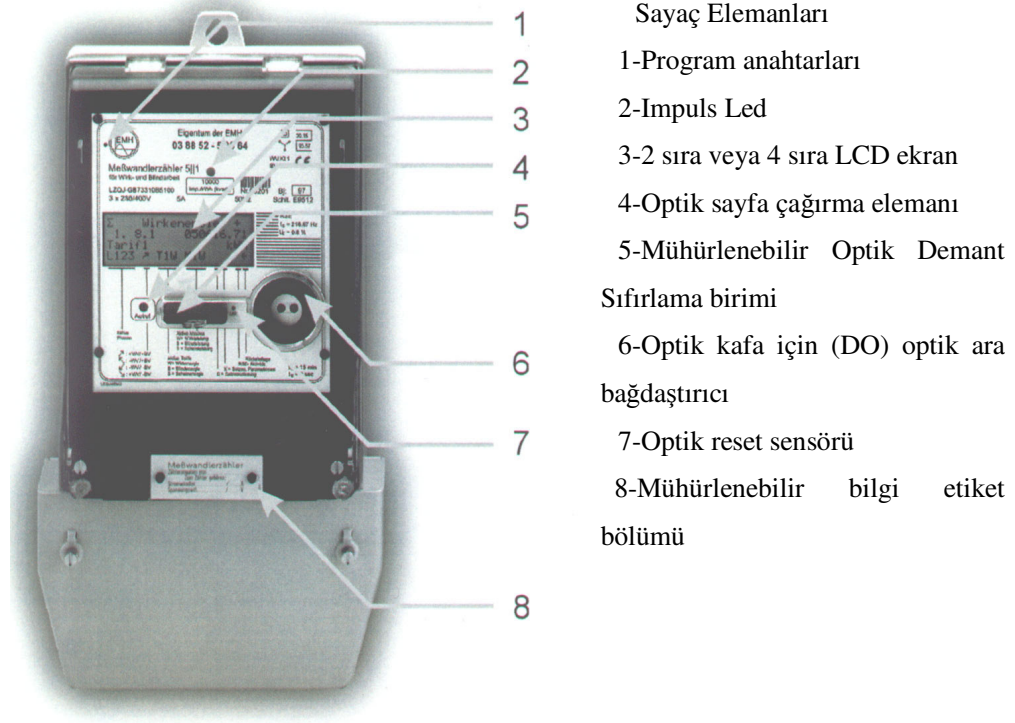
Bu asgari şartların dışında elektronik sayaçlar için uluslararası standartlar da mevcuttur [24]. Bu standartlar da sayaçlarda bulunması gereken özellikler ile ilgili standartlardır. Bu standartlar; sayaçların temel boyutları, maksimum ölçüm değerleri, tarifelendirme, enerji değerleri tanıma sistemi, sayacın ölçüm hassasiyeti, sayaç okumaları ve yük kaydedici için veri değişimi- direk yerel veri değişimi ile ilgili standartlardır.



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

### 3.2.1 Elektronik Sayaçların Yapısı

Bir elektronik sayacın dış görünüşü ve ön panel üzerindeki önemli işlevsel elemanlar Şekil 3.2’de gösterilmiştir [24].



Şekil 3.2 Elektronik Sayacın Dış Ön Panel Görünümü ve İşlevsel Elemanları

Ön paneldeki elemanlar yardımıyla sayacın kaydettiği istenilen bilgilere ulaşılabilir.

Sayaç iki temel elemandan oluşur:

- Dijital ölçüm mekanizması
- Tarife mekanizması

Ölçüm mekanizması ölçüm hassasiyeti için önemlidir. Temel ölçüm sağlandıktan sonra dijitalleştirilen bilgiler tarife mekanizmasına ve işlemciye taşınır. Her iki modül de sayaçlarda bulunduğu için mekanik sayaçlar gibi ölçüm birimine ayrı tarifelenme birimine ve zaman saatine ayrı bir ücret ödenmemektedir.

Çok işlevli olan elektronik sayaçların imalatları da çeşitli standart ve normlara uygunluk gösterecek biçimde yapılmaktadır. Dolayısıyla mekanik özellikleri açısından da güvenilirlik teşkil etmektedirler. Ek-2’de bir elektronik sayacın blok diyagramı ve içerisinde bulunan işlevsel elemanlar gösterilmiştir [24]. Ek-2’de görüldüğü gibi sayacın yapısında aşağıda belirtilen birimler bulunmaktadır:

#### 1- Güç Besleme Ünitesi

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

Tek-fazlı elektronik sayaçlar %20 gerilim düşümlerine kadar hatasız çalışmaya devam eder. Çok yönlü elektronik sayaçlar ölçüm terminalinden bağımsız olan yedek besleme ünitesine sahiptir. Bu sayede ölçüm esnasında hataları artıracak farklı bir yük sayaçta olamayacak ve sayaç, enerjisinde bir sorun yaşandığı hallerde bile doğru ölçüm yapacaktır.

Sayaç çalışırken akım ölçümlerini hafızasında (RAM) saklar. Her 24 saatte bir ölçüm değerlerini silinemez hafızaya aktarır. %20 gerilim düşümlerinde ve enerji kesintilerinde de (50 Hz sinyali kaybolduğunda) silinemez hafızayı kullanarak ölçüm değerlerini kayıt altına alır. Enerji kesintilerinde veya sayaç minimum çalışma voltajı seviyesinin altına düştüğünde 500 ms ölçme fonksiyonuna devam eder. Bunu enerji şarj-kapasitörü vasıtasıyla gerçekleştirir. Eğer kesintisi 500 ms altında bir süre zarfında gerçekleşmişse sayaç işlemine duraksamadan devam

edecektir. Eğer sayaç bu süre zarfından daha fazla enerji kesintine uğramışsa yeni ölçüm, sayaç çalışmaya başladığı anda başlayacaktır.

## 2- Koruyucu Devre

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

## 3- Ölçüm Birimi

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

## 4- Tarife Birimi

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

## 5- İşlem Modülü

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

- 4 tarifeli çalışma kaydı
- 1 tarifersiz çalışma kaydı
- 4 maksimum tarife kaydı
- Çalışma ve/veya maksimum için 15 ön değer kaydı

## 6- Kumanda Tertibatı

- 8 kumanda girişi

8 kumanda girişinin fonksiyonlarını aşağıda verilen girişler olarak parametrelmek mümkündür:

- 4 çalışma tarifesi
- 4 maksimum tarifesi
- Ölçme periyodu kumandası
- Reset fonksiyonu

- Senkron (uzaktan) kumanda alıcı modülü (RCR)

Dijital filtrelili senkron kontrol alıcıları sayaçlarda kontrol elemanları olarak kullanılabilir. Sayaç, tercihi olarak bir RCR modülüyle de üretilebilir. Bu modül optik bilgi arabirimi üzerinden parametrelendir.

- Gerçek zaman saati

Diğer bir fonksiyon da bir gerçek zaman saatinin ilave edilebilmesidir. Bu saat süper-kapasitör ve tarife takvimi ile donatılmıştır.

## 7- Kayıt Belleği

- Yük profil belleği

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

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

- Tampon belleği

Tampon bellek; cihaz hataları, enerji kesintileri, yerel parametreleme, yerel saat ayarı, uzaktan kumanda ile saat ayarı, yaz saatinden kış saatine geçme ve tersi işlemlerinin yürütülmesini ve gerekli bilgileri kaydedilmesini sağlar.

## 8- Sinyal Çıkış Birimi

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

Çıkış kontakları SO çıkışı, röle ve Mos-Fet çıkışlarıdır. Röle çıkışı konum değiştirebilen (normalde açık, normalde kapalı) çıkışlardır. Bu üç çıkışın yetersiz kaldığı durumlarda veya ileride daha fazla çıkış kontaklarına ihtiyaç duyulduğunda, sayaçta bulunan optik fiber bağdaştırıcı birimine ayrı olarak bağlanan optik fiber izoleli röle kutusu çıkışları çoğaltma imkanı sunmaktadır.

## 9- Gösterge Birimi

Bu birim ana kontrol ünitesi ve tüketim ile kullanım bilgilerinin görüntülenmesinde kullanılmaktadır. Düğme kombinasyonları sayesinde iki sıralı (sadır) göstergede mevcut konum bilgilerini ve ölçüm değerlerini görüntülemek mümkündür. Söz konusu ekran en az 1-1,5 metre uzaklıktan okunabilecek parlaklık ve punto büyüklüğündedir. Çalışma göstergesi aşağıdaki bilgileri içermektedir.

- Çalışma tarifesi
- Aktif ve reaktif tüketiminin enerji akış yönü
- Maksimum tarifesi
- Bilgi arabirimi aktif
- Reset kilitlemesi aktif
- Faz kesilmesi (kaybı)
- Pil seviyesi
- Servis (arıza) durumu v.b.

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

#### 10- Işık Diyotlu (LED) Gösterge

- 2 kırmızı ışık diyotu, sayma impulsları ile aktif ve reaktif tüketimi gösterirler.
- 2 kızılötesi diyot, detektörler üzerinden aktif ve reaktif tüketim sayıplarının hızlı kontrolünü sağlarlar.

#### 11- Optik Bilgi Arabirimi

Sayaç üzerinde her türlü haberleşme ve programlama işlemlerini gerçekleştirmek için IEC 1107 haberleşme protokollerine uygun optik port bulunmaktadır. Optik port ile sayaçtan alınabilecek bilgiler şunlardır:

- Tarife dilimlerindeki tüketim bilgisi
- Toplam tüketim değeri
- Demant bilgisi
- Tarih saat bilgisi
- Pil seviyesi
- Sayaç no

Optik port ile sayaca aktarılan bilgiler ise şunlardır:

- Yeni tarife bilgileri
- Yeni tarih-saat bilgileri

#### 12- Elektriksel Bilgi-Haberleşme Arabirimi

Elektrik haberleşme çıkışları (CL0, RS232, RS485) sayacın alt kısmında mühürlenebilir terminallerin olduğu yerde bulunmakta olup uzaktan haberleşme bağlantılarından biriyle 300-19200 baud arasındaki hızlarda sayaç ile dış ortam arasında haberleşmeyi sağlarlar. Bu bağlantılar IEC 62056-21 (eski IEC 1107) protokolünü kullanır. IEC 62056-21 sayaç okuma sistemlerinde en yaygın kullanılan haberleşme protokolüdür. Bu arabirimler yaptıkları işleve göre 3 kısma ayrılır.

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

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

Bilgi arabirimleri şu işlemlerde kullanılır:

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

### 13- Kullanım Elemanları

- Çağrı düğmesi
- Reset düğmesi
- Optik tarama sensörü

Bu elemanlar; toplam tüketim, tarih, saat, tarifelerdeki tüketim, demant gibi işletim ve tüketim bilgilerine ekranda ulaşmayı sağlamaktadır.

### 14-Silinmeyen Bellek EEPROM

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

### 15-Sayaç Pili

Sayaçların içerisinde mevcut bir pil bulunmaktadır. Pilin raf ömrü garanti süresi 10 yıldır. Burada kastedilen raf ömrü garantisi, pilin üretimi yapıldığı tarihten itibaren 10 yıl içerisinde kullanımı söz konusu değil ise aynı voltaj değerini sağlamasıdır. Bu anlamda eğer sayacın bağlı bulunduğu yerde enerji kesintisi

fazla ise, pilin devreye girip-çıkması ile kullanım ömrü kısılacaktır. Ülkemizde enerji kesintilerinin yurt dışına oranla daha fazla olmasından dolayı pilin işletme ömrünü uzatmak amacı ile süper-kapasitör kullanımı yaygınlaşmıştır.

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

#### 16- Gerçek Zaman Saati

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

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

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

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



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

#### 17- Mantıksal Matris (PLA)

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

#### 18- Fiber Optik Çıkış (LLS)

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

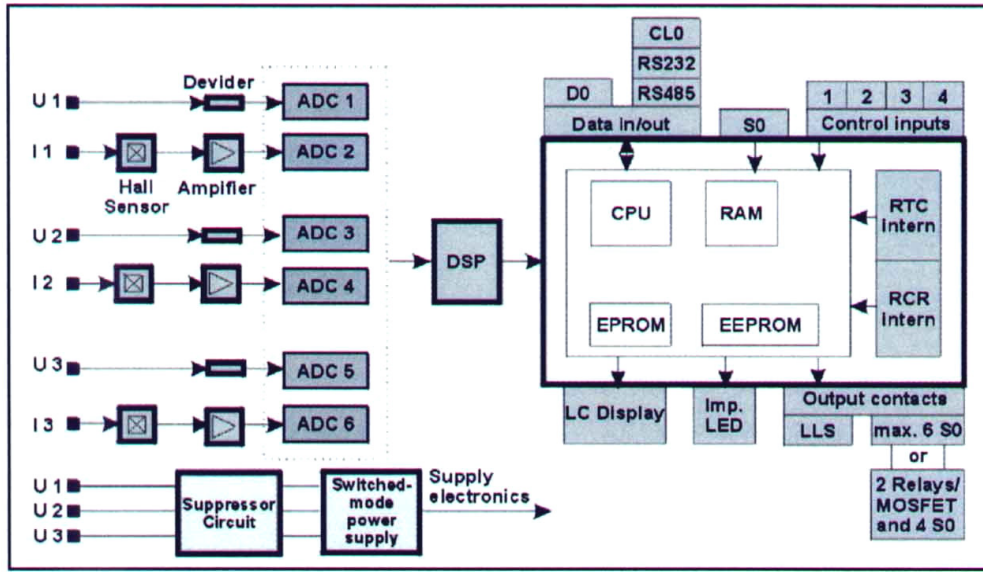
Röle kutusu, sayaç üzerinde bulunan fiber optik çıkışa bağlanarak 6 adet röle çıkışı sunmaktadır. Kutu üzerinde de fiber optik çıkış bulunmaktadır. Bu çıkış sayesinde 5 adet röle kutusu daha bağlanabilir. Böylelikle sayaç 30 röle çıkışlı cihaz haline gelir. Sayaçla röle kutusu arasındaki veri iletişimi 9600 bauddur. Röle çıkışları 100V ila 230V arasında kullanılmasında bir sakınca yoktur. Sayaç ile röle kutusunu bağlayan fiber optik kablo 30 ila 50 metre arasında iletişimi sorunsuz olarak sağlamaktadır.

### **3.2.2 Elektronik Sayaçların Çalışması**

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

Ölçüm, akım ve gerilimin çok kısa aralıklarla ölçülmesiyle oluşur. Analog akım ve gerilim değerleri dijitale çevrilir. Dijitale çevrilmiş akım ve gerilim değerleri (örnekleme değerleri) ayrı ayrı dijital sinyal işlemcisine gönderilir. Dijital sinyal işlemcisi (DSP-Digital Signal Processing) enerjiyi hesaplayan ve enerjiye orantılı impulslar gönderen bir birimdir.

İmpulslar ilave bir hesaplama ve kayıt yapılan bir mikrodenetleyici tarafından alınır. Akımı ölçmek için bir akım transformatörü kullanılır. Gerilimi ölçmek için direnç bölücüler kullanılır. Elektronik sayaçların ölçüm elemanları (Direct Field Sensor- Doğrusal Alan Algılayıcı) Hall etkisini esas almakta ve her fazın gücünü doğal yolla ve doğrudan ölçmektedir. Tüm fazlar için toplamı alınan ve uygulanan tarife göre işleme tabi tutulan elektriksel güce orantılı bir frekansta sinyaller iletir. Elektronik sayaçlarda işleyiş fonksiyon şemaları Şekil 3.3’de görüldüğü gibidir [24].



Şekil 3.3 Elektronik Sayaçların Fonksiyon Devre Şeması

Gerilim ölçümünde; şebeke gerilimi orantılı olarak küçültülerek sayaç tarafından kullanılabilir gerilim seviyesine getirilir. Küçültülmüş gerilimler analog-dijital çevricinin (ADC) girişlerine gönderilir.

Akım ölçümü, akımın demir çekirdek üzerinden geçirilerek küçültülmesi ve akım orantılı voltaj üretmesine dayanır. Bu voltaj iki analog-dijital çevricinin girişine yükselticiler vasıtasıyla gönderilir.

Analog-dijital çeviriciler vasıtasıyla orantısal olarak küçültülmüş ve dijitale çevrilmiş anlık akım, gerilim değerleri Dijital Sinyal İşlemcisine (DSP- Digital Signal Processing) gönderilir. Bu işleme dijitalleştirme denilir.

DSP ayrı ayrı bütün fazlardaki  $I^2$ ,  $U^2$ ,  $U \cdot I$  ve  $U_{90^\circ} \cdot I$  değerlerini hesaplar. Bu integral değerler ve diğer bilgiler tarife mekanizmasına ve tarife kontrol işlemcisine (CPU) gönderilir. Burada  $U_{\text{eff}}$ ,  $I_{\text{eff}}$ , P, Q ve S her bir faz için tek tek hesaplanıp daha önceden programı yapılmış olan tarife bölümlerine işlenerek enerji veya güç değeri olarak kayıt edilir.

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

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

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

- Sabit fonksiyonlar
- Programlanabilir fonksiyonlar

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

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

### **3.2.3 Elektronik Sayaçların Okunması**

Güç ölçümü için, yük dengeleme ile birlikte uygulanan Zaman-Bölünmeli (Time-Division, TD) Metodu kullanılır. Reaktif tüketim, suni bir devre (90 derece faz değiştirme) ile gerçekleştirilir. Sayma impulsları işlem modülüne iletilir. Orada mevcut parametreler dikkate alınarak maksimum tüketim ve çalışma değerleri belirlenir.

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

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

Yukarıda belirtilen okuma yöntemleri ile her bir fazda veya faz toplamlarından anlık, aktif, reaktif, görünür güç değerleri, ayrı ayrı akım ve gerilim değerleri, çalışan aktif fazları, sistem frekansını, güç faktörünü ayrıca her bir faz için ayrı

ayrı güç faktörünü izleme imkanı sağlanır. Aşağıda Şekil 3.4'te sayacın el terminali ile optik porttan okunması ve Şekil 3.5'de ise sayaçların PC aracılığıyla optik porttan okunması ve ayarlanması gösterilmiştir.



Şekil 3.4 Sayaçların El Terminali ile Optik Porttan Okunması



Şekil 3.5 Sayaçların PC Aracılığıyla Optik Porttan Okunması ve Set Edilmesi

Burada önemli bir hususta ekranda görüntülenecek değerlerin daha anlaşılır olmasını sağlamak için Alman Elektrik Mühendisleri Komisyonu tarafından oluşturulmuş olan EDIS kod sistemidir. EDIS kodlarının kullanımındaki amaç farklı sayaç üreticilerinin sayaç ekranında gösterdikleri değerlerin aynı standartta olmasıdır. Buna göre kabul edilen kodlar ve parametre açıklamaları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Önemli EDIS kodları

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

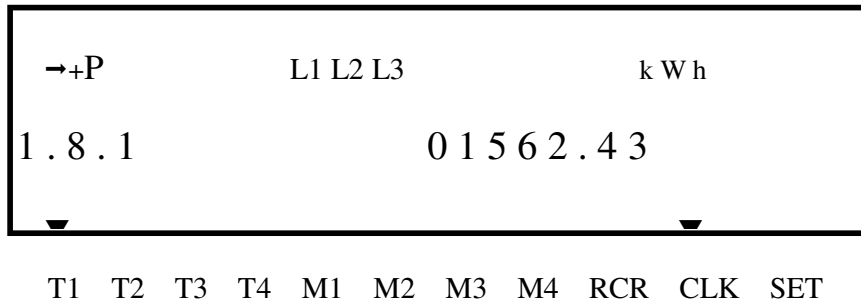
EDIS kodlarının dışında sayaç ekranında belirli bir anlamı olan semboller mevcuttur. Bunlar sayacın dış dünya ile iletişimini sağlayarak bir takım uyarılarda bulunmaktadır. Sayaç ekranında görülen uyarı sembolleri ve anlamları Ek-3’te açıklanmıştır.

Bazı tipteki elektronik sayaçlar ölçü devresinde oluşan birçok problemi hafızasına tarih-saat ve süre bilgileri ile kaydettiği gibi LCD ekranında da Ciddi Olmayan Hata Kodları ile gösterir. Sayaç ve ölçü devresinde oluşabilecek hata ve problemlerin her biri numaralandırılmıştır. Bu hatalara ilişkin bilgiler Ek-4’te tablo biçiminde sunulmuştur.

Ciddi olmayan hata kodu, ekrana F.F.2 ekran kodu ile gelen 9 haneli bir ifadedir ve her bir hanede bu hatalar 0,1,2,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F ile gösterilirler.

Şebekede oluşan herhangi bir problem yok ise sayaçta ( F.F.2 000000000 ) gözükecektir. Ancak herhangi bir problemin varolması durumunda hatanın cinsi Ek-4'teki tablo yardımı ile tespit edilebilir.

Aşağıda Şekil 3.6'da aktif enerji T1 (Gündüz) modunda çalışan bir sayaç ekranı görülmektedir.



Şekil 3.6 T1 Modunda Çalışan Sayacın Ekran Bilgi Görüntüsü

Sayaçların okunması ile ilişkili diğer önemli bir husus demant ölçümüdür. Maksimum demant zamana göre güç ölçümünün ortalama değerlerinin hesaplanmasıyla oluşur. Zaman integrali enerjiye bölünerek ölçüm periyodu oluşturulur. Eğer güç faturalama periyodunun başlangıcından itibaren en yüksek değere erişmiş ise eski maksimum güç değerini hafızasından silerek yerine yeni oluşan maksimum gücü kayıt edecektir.

## 4. UZAKTAN SAYAÇ OKUMA YÖNTEMLERİ

### 4.1 Genel Bilgi

Elektrik, su ve doğalgaz sayaç verilerinin (tüketim bilgisi v.b.) otomatik olarak toplanması şeklinde ifade edebileceğimiz Otomatik Sayaç Okuma (OSO) sistemleri işletme maliyetlerini düşürdüğü gibi, kayıp/kaçak oranının azaltılmasında da önemli katkı sağlamaktadır. Ayrıca, yeni hizmet çeşitlerine imkan sağlamak açısından da işletmecilere ve kullanıcılara kolaylıklar getirmektedir.

Günümüzün modern uygulamalarında pek çok işlevin eşzamanlı olarak zamanında gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle sayaçların, tüketim bilgilerini ve yük profillerini günlük olarak aynı zamanda göstermesi gerekmektedir. Bunun sonucu olarak enerji verilerinin okunmasının belirli bir standarda bağlanması zorunluluğu doğmuştur. Benzer şekilde serbestleşen enerji piyasasında dengeleme/uzlaştırma ve sözleşmeye esas olan tüketim periyotlarının gittikçe kısalmasının öngörülmesi ile OSO sistemlerinin kurulması bir ihtiyaçtan çok zorunluluk haline gelmiştir.

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

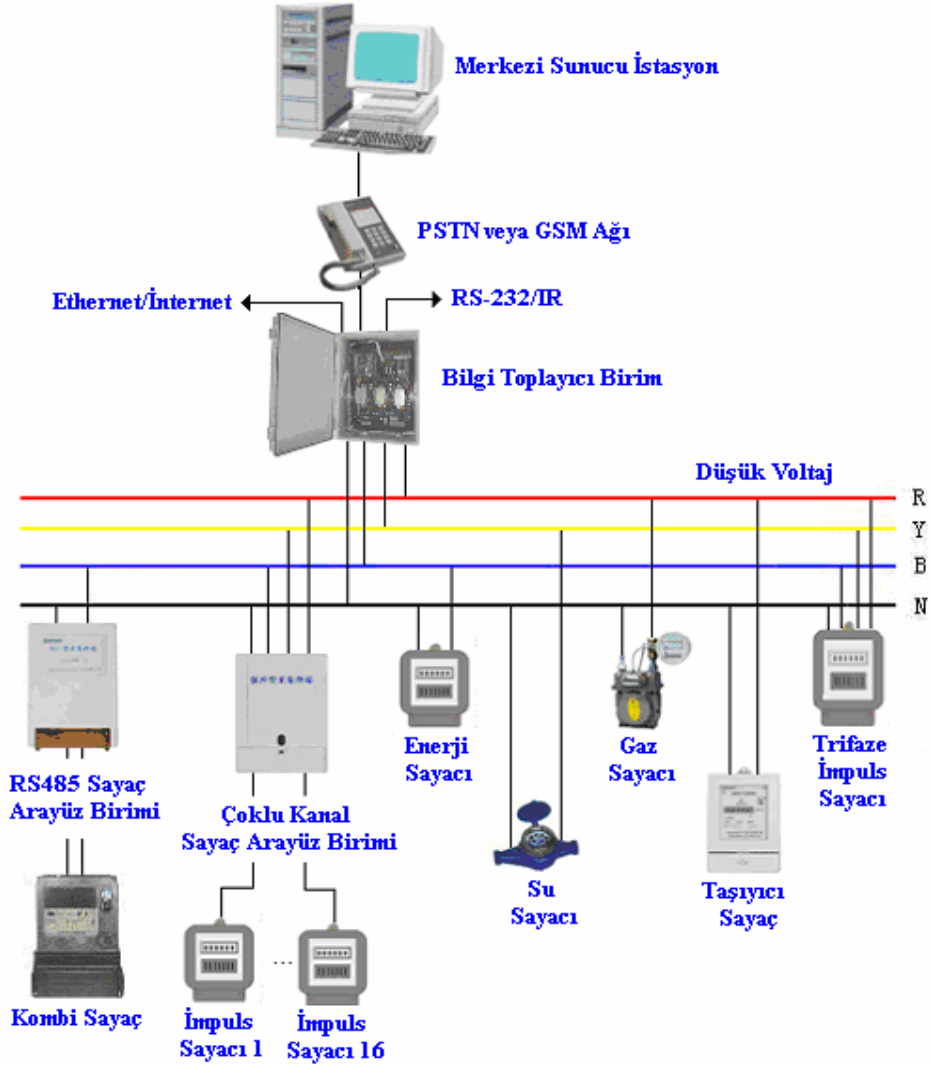
- Düşük maliyetli veri iletimi,
- Düşük maliyetli kurulum ve bakım,
- Düşük güç tüketimi
- Çift yönlü haberleşme olanağı (tarifelerin otomatik olarak güncelleştirilmesi, uzaktan açma kapama kontrolü v.b.)



Kullanılabilecek çeşitli OSO yöntemleri ise şöyle sayılabilir:

1. Sabit telsiz haberleşmesi
2. Mobil telsiz haberleşmesi
3. Normal telefon hattı üzerinden modemle haberleşme
4. GSM şebekesi üzerinden haberleşme
5. Güç hattı haberleşmesi
6. Fiber optik veya koaksiyal kablolar aracılığıyla haberleşme.

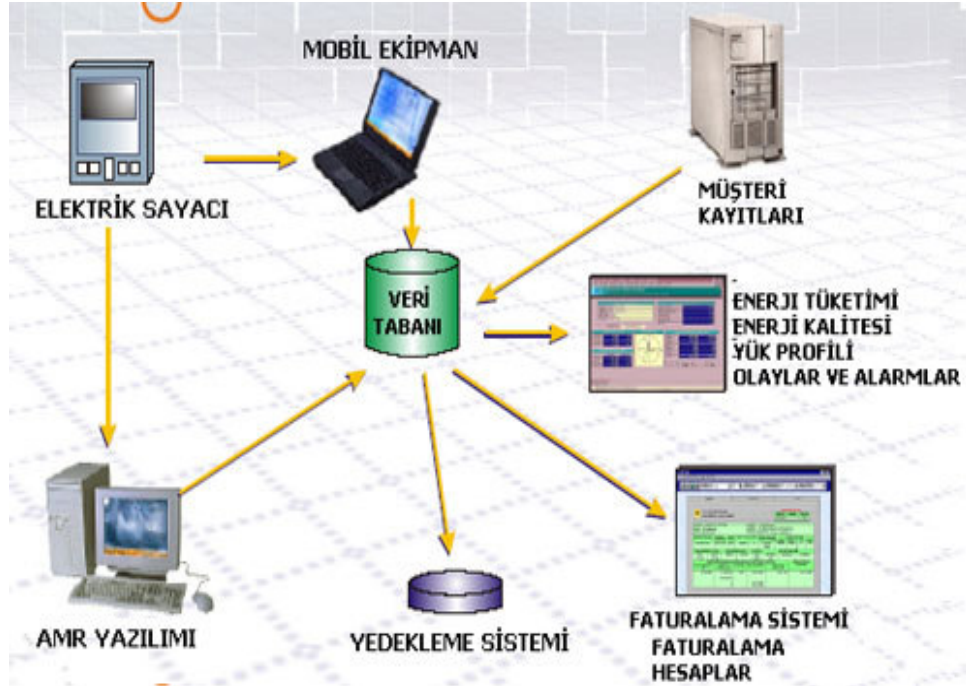
Şekil 4.1’de genel amaçlı OSO sisteminin blok şeması gösterilmiştir [25].



Şekil 4.1 Genel Amaçlı OSO Sisteminin Blok Şeması

Otomatik Sayaç Okuma Sistemleri, dijital elektrik sayacı ve enerji analizörleri için geliştirilmiş Denetleyici Gözetim ve Veri Toplama Sistemleridir. Bu sistemler, kullanıcılara ait sayaçlardaki enerji parametrelerinin merkezden izlenmesini ve operasyonlarını en etkin ve güvenilir şekilde yönetmesini sağlar. Sistem içerdiği anlaşılır proses kapasitesi, kolay kullanımı, güçlü hesap teknikleri ve gerçek zamanlı saha haberleşmesi ile öncelikle Organize Sanayi Bölgeleri, Elektrik Üretim Şirketleri, Elektrik Dağıtım Şirketleri, Otoprodüktör firmaları, Fabrikalar, İş ve Alışveriş Merkezlerinde enerji parametreleri ve enerji tüketim bilgisini izlemek ve faturalamak için komple bir çözüm sunmaktadır.

Geniş kapsamlı kullanıcı yönetimi ile her kullanıcıya fonksiyonlar ve veri içeriklerine erişim izni verilebilir ya da erişim engellenebilir. Yapılan her işlem tarih sırasına göre kaydedilir. Uyarı mesajları ayrı bir alarm listesinde gösterilir ve müdahale edebilme durumlarına göre idare edilir. Uyarı mesajları faks, kısa mesaj ya da e-posta yöntemleriyle de iletilebilir. Şekil 4.2’de OSO sisteminin fonksiyon şeması gösterilmiştir [26].



Şekil 4.2 OSO Sisteminin Fonksiyon Şeması

Elektronik sayaçlar bir haberleşme hattı üzerinden bilgisayara bağlanır ve şebeke bilgileri ile tüketimler sürekli olarak bilgisayara kaydedilir. Diğer bir uygulama ise impuls çıkışlı sayaçların verilerinin bir veri kaydedici (data-logger) veya PLC üzerinde toplanarak faturalandırmaya dahil edilmesidir. Sistemde kullanılan sayaçların özelliklerine göre, okunan değer ve parametreler faturalama programı üzerinden anlık olarak izlenebilmekte ve bu değerlere ait grafik çıktıları alınabilmekte, okunan değerler için alarm eşik değerleri tanımlanabilmektedir.

Otomatik sayaç okuma sistemleri, temelde sayaç sayısından bağımsız olarak sayaçların farklı yöntemlerle otomatik okunması ve merkezi faturalama ünitesi üzerinden otomatik olarak faturalanmasını sağlar. Genelde sayaçların merkezi faturalama ünitesinden okunması için seri haberleşme kullanılır. Genel tasarım RS485 veya RS232 fiziksel yapısındadır. Sayaçların seri haberleşme ile okunması ile sayacın ölçtüğü ve kendi ekranında gösterdiği tüm değerler bire bir bilgisayar ekranında gözlenecektir. Kullanılan haberleşme protokolü, uluslararası bir sayaç protokolü olan IEC 61107'dir. Kullanılan başlıca haberleşme altyapıları şu şekildedir [25]:

- Taşıyıcı dağıtım hattı (Distribution line carrier-DLC),
- Kablolu TV (CaTV)
- GSM (Global System of Mobile Communication)
- ISDN (Integrated system of digital network)
- Yerel veya ulusal telefon ağı (PSTN)
- Kablosuz haberleşme (RF, GPRS)
- Fiber optik ağ (FiOp)
- Bakır kablolu

Bu sistemde sayaç sayısının sınırı yoktur. Sistemin sınırlaması sadece PC'nin konfigürasyonuna ve istenilen haberleşme hızına bağlıdır. Sistem farklı haberleşme altyapılarında çalışabildiğinden çok geniş alana yayılmış sayaçların bir merkezden okunması, izlenmesi, raporlanması istenildiğinde sayaçların uzaktan programlanması mümkündür.

İşletme tarafından istenilen fatura ve makbuz dizaynı yapılabilir. Sistem faturaları istenilen zaman aralıklarında (aylık, haftalık, vb) otomatik olarak düzenlenebildiği gibi fatura düzenleme tarihlerinde operatörleri uyararak manuel fatura düzenleme de yapılabilir. Aboneler tarafından ödenen faturaların yine otomatik olarak makbuzları düzenlenir. Tüm fatura ve makbuzlar kayıt altında tutulduğu için geçmişe yönelik fatura ve ödeme analizi yapılabilir.

Son ödeme tarihinden sonra ödeme yapmayan müşterilerin listesi yazıcıdan doğrudan çıktı olarak alınır. Faturasını son ödeme tarihinde ödemeyen müşterilere sayaç üzerinden uyarı yollamak veya enerjisini kesmek mümkündür. Bu opsiyonel işlemler doğrudan sayaç üzerinden yapıldığı için PLC gibi ek cihazlara gereksinim yoktur.

Tesisteki ortak alanlara ait giderler ise faturalama süresinde harcanan enerji miktarına göre (gider/kWh) veya abone kullanım alanı (gider/m<sup>2</sup>) üzerinden otomatik olarak yapılabilir.

Otomatik sayaç okuma sistemlerinde verilerin farklı formatlarda işlenebilmesi için bir yazılım programına gereksinim vardır. Ülkemizdeki yazılım firmalarının bu amaçla hazırlamış oldukları çok fonksiyonel ve kullanımı kolay programları mevcuttur. Bu programlar uzaktan sayaç okuma, veri akışı düzenleme ve işleme fonksiyonlarının yanında faturalamada da kullanılır. Sistem içeriği olarak bilgisayarlar, modemler, veri kaydediciler, arama modülleri, RS485, CS20 çıkışlı sayaçlar bulunur. Merkezi istasyonda Microsoft Access ve Oracle veri tabanı kullanılır ama program SQL ve Sybase veri tabanlarını da destekler. Ölçüm verileri aynı zamanda veri kaydediciler ve arama modüllerinde yerel olarak işlenir [27].

Son yıllarda dünya genelinde giderek yaygınlaşan OSO uygulamaları, Dr. Howard Scott tarafından detaylı olarak incelenmiş ve "Scott Report" adı altında yaygınlaşmıştır [28]. Bu rapora göre;

- Dünya genelinde OSO özelliğine sahip 45,8 milyon sayaç kullanılmaktadır.
- Toplam 5.458 adet OSO projesi hayata geçirilmiştir.

- 45,8 milyon sayacın %77'si RF teknoloji tabanlı OSO metodunu tercih etmiştir.
- Mevcut OSO uygulamalarının büyük çoğunluğu (%92,7) Kuzey Amerika'da bulunmakta olup, OSO uygulamaları Uzak Doğu ülkelerinde de hızla yaygınlaşmaktadır.
- Dünyanın en geniş OSO projesi, ENEL tarafından İtalya'da başlatılmış olup, önümüzdeki 3-4 yıl içinde 27 milyon ünitenin kullanıma geçirilmesi beklenmektedir.

Günümüzde, en çok kullanılan OSO teknolojisi, radyo frekansı (RF), bunu takiben PLC teknolojisidir. RF teknolojisinin en çok tercih edildiği bölge Kuzey Amerika, PLC teknolojisinin en çok tercih edildiği ülkeler ise Ukrayna ve Çin'dir. Çizelge 4.1'de OSO teknolojilerinin proje ve uygulama sayıları gösterilmiştir [28].

Çizelge 4.1 Otomatik Sayaç Okuma Sistem Uygulamaları İstatistiği

İletişim Teknolojisi	Satılan Birim Adedi	Proje Adedi
RF	34.483.073	3.290
PLC	6.945.640	816
Telefon	3.482.883	1.223
Karışık	634.713	65
Geniş bant	25.444	47
Çeşitli	4.465	15
Akıllı kart	2.000	1
Modbus	5	1
<b>Toplam</b>	<b>45.578.223</b>	<b>5.458</b>

## 4.2 Telemetry (Mobil Otomasyon)

Telemetry, kablosuz ya da sabit bir ağ aracılığıyla elektronik sayaçların uzaktan izlenebilmesi ya da kontrol edilebilmesidir. Telemetry, sayaçlarla yerinde temasa gerek kalmadan uzaktan iletişim kurabilmeyi sağlar. Telemetry sayesinde kablosuz ağlar ya da radyo linkleri üzerinden sayaçlara birtakım komutlar göndermek, sayacın durumu hakkında merkeze bilgi iletmek, sayaçla merkez arasında bilgi alışverişinde bulunmak mümkündür.

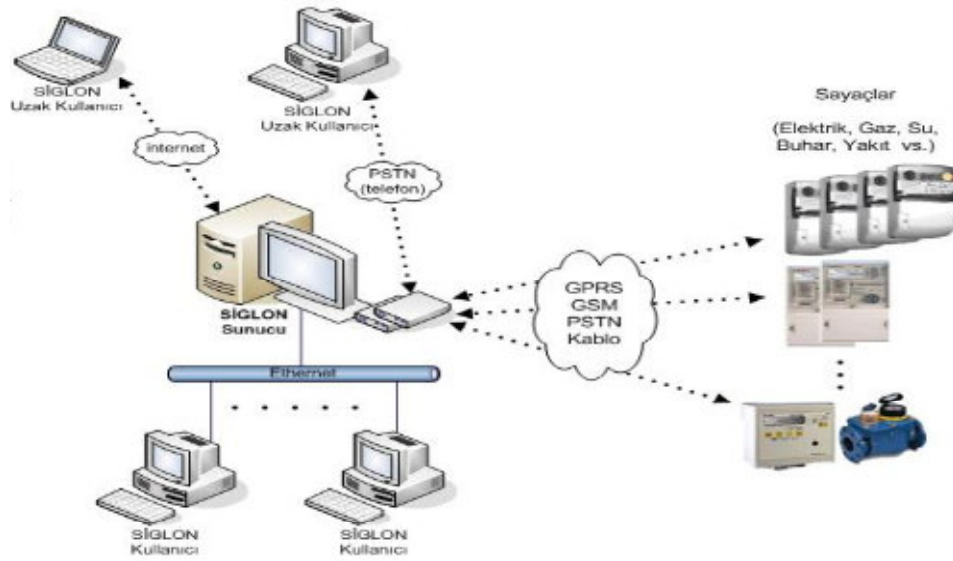
Uygulanabilir bir telemetry projesi birkaç temel işlevi kapsamaktadır. Bunlar, işlenebilir bilginin elde edilmesi, veri aktarımı ve veri-işleme (değerlendirme, karar ve yürütme) işlevleridir. Bu işlevlerin gerçekleştirildiği zemin ve ortam ise uç birimler, iletişim ağı ve merkezi işlem (veya işletim) birimleridir.

Uzaktan algılama, ölçüm ve izleme işlevleri; sayaçtan üretilen temel bilginin (uygulamanın temel verisi) modem ve sunucu tarafından alınması ve uygulanması esasına dayanmaktadır. Uzak Telemetry Birimleri (Uzak Uç Birimler – Remote Telemetry Units) bilgiyi analog veya sayısal giriş-çıkış arayüzleri ile edinirler, bu bilgiyi gerekiyorsa ön işlemlerden geçirip başka birimlerdeki uygulamalara iletişim arayüzleri üzerinden aktarırlar [29].

Aktarım hızı, aktarımın doğru ve zamanında gerçekleşmesi uygulama platformunu etkileyebilir. Bu nedenle bir telemetry ağı tasarımında; olay-zaman dizgesinin doğru analizi ve taşınacak veri trafiği iletişim ağının gereksinimlerini belirleyen en önemli faktörlerdir. Bu yaklaşımın tamamlayıcı öğeleri maliyet ve gerçekleştirilebilirliktir.

Telemetry ağları üzerinden aktarılan bilgiler başı sonu belli veri paketleri şeklinde iletilir. Bu paketleme, zorunlu bir iletişim biçimlendirilmesi (veri iletim protokollerinin oluşturulması ve tasarımı) yoluyla ağ üzerindeki tüm birimlerin anlaşabileceği bir ortak dilin yaratılması veya kullanılması anlamına gelir. İletişim ağının bir “alt yapısı” yani donanımsal yapısı ve bir “üst yapısı” yani iletişim protokolleri ve ağ denetimi vardır. Ağ üzerindeki tüm birimlerin iletişimi, hem “alt yapı” hem de “üst yapı” nitelik ve işlevleriyle tam bir

uyumu gerektirir. Teknik olarak komünikasyon sistemi uygulamayla ilişkili olsa da, yapısal tasarımındaki işlevsel katmanlar Açık Sistem Arayüzü veya benzeri bir yapıyla tasarlandığında sistemin açık ve genişleyebilir olması bir anlamda güvenli hale gelir. Şekil 4.3'te telemetri uygulaması şeması gösterilmiştir [30].



Şekil 4.3 Telemetri Uygulama Şeması

Telemetri ağlarında kaçınılmaz bir katman veri bağlaşım sunucusu (transaction server) olup, bu sunucunun en önemli işlevi telemetri ağının veri işleme merkezleri yada ana uygulama birimlerindeki gerçek zamanlı olmayan uygulamalar ile gerçek zamanlı olan komünikasyon ağının arasındaki geçişi sağlamaktır. Bağlaşım sunucusu bir demet veri anahtarlama ve sunum işlevini gerçekleştirir ve ağ üzerinde birden fazla uygulamanın ve hizmetin yürütülüyor olması durumunda bunlara uygun ve birbirinden farklı uç birimlerin (örneğin sayaçlar ve alarm detektörleri) verilerinin işlendiği ilgili merkezlere dağıtımını üstlenerek, başka hiç bir katman yada modül tarafından üstlenilemeyecek vazgeçilmez bir görevi yürütür.

Genel olarak kablosuz bir ağ tasarımında en önemli kaynak olan frekans bandı kullanımı ve modülasyon türü ile veri aktarımındaki bant genişliği doğrudan ilişkili olup, kesintisiz veya kabul edilebilir gecikmelerle bilginin zamanında

doğru şekilde aktarımı en önemli kavramdır. En iyi tasarım için, veri paketlerinin biçimi, boyu, eklentileri, adresleme yapısı, topolojisi ve veri aktarım yolları, yedeklemeler, hata düzeltme olanakları dikkatle tasarlanarak, gelecekteki değişikliklere uygun bir esneklikle belirlenmelidir.

Komünikasyon ağında telemetri birimlerinin tasarımındaki diğer bir önemli öğe, uç birimdeki algılayıcı, sayaç, makine vb. aygıt ile bu aygıtın iletişimini sağlayan arayüzün (modem, RS232-RS485/LAN çevirici vs.) tasarımında ve elbette ağ tasarımında farklı üreticilerden sağlanan ürünlerin sisteme eklenip eklenmeyeceğidir. Bir akıllı kent telemetri ağı oluşturulurken, bu çözüme yatırım yapan kurumlar ileride başka uç birimlerin de kolaylıkla sisteme katılabilesini isteyebilirler. Bu durumda hem komünikasyon ağı donanımının hem de komünikasyon protokollerinin diğer üreticilere açılması veya hali hazırda açık olanlardan seçilmesi gerekir.

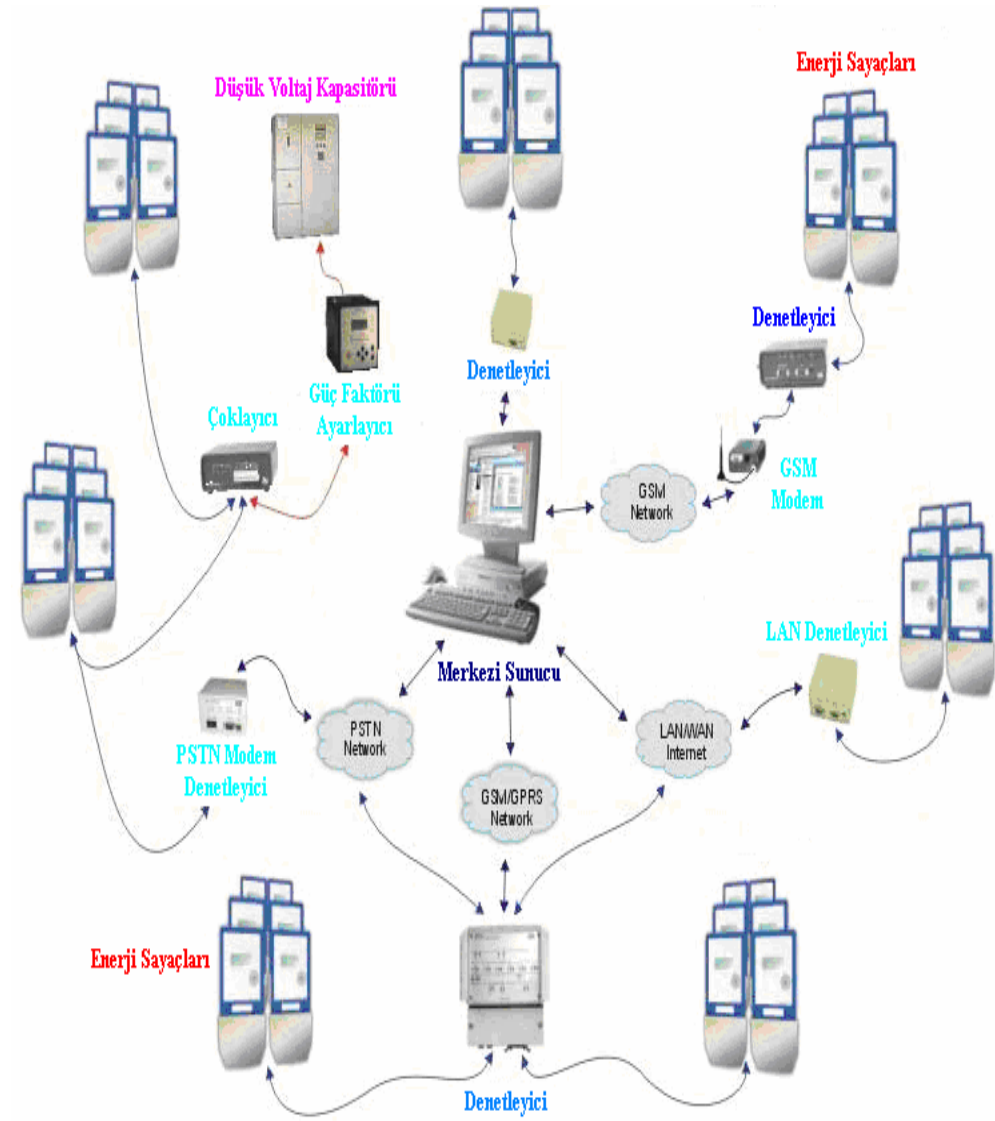
Telemetri ağlarının tasarımında karmaşıklıktan kaçınmak, veri kaynaklarında (uç birimler) üretilen bilginin yalnızca gerekli olan kısmını (enformasyon) iletmek ve işlemek, zorunlu olmadıkça farklı işlevlerin örtüşmemesini sağlamak; sistemin tasarım kalitesini, gerçekleştirilebilirliğini arttıran ve sistem maliyetlerini azaltan yaklaşımlardır. Özellikle geniş ölçekli uygulamalarda başka üreticilerin de geliştirme yapmakta olduğu platformların seçiminden özellikle kaçınmak; eşgüdüm, uyumluluk ve güncelleme sorunlarından kurtulmayı sağlar.

Veri iletim güvenliği; uygulamaların kendi aralarında, sunum katmanında ayrı bir ara uygulama ile gerçekleştirilebildiği gibi, doğrudan ağ üzerindeki komünikasyon düğümleri ve uç birim komünikasyon arayüzleri arasındaki veri komünikasyon güvenliği uygulamaları ile de gerçekleştirilebilir. Gereksiz ek veri ve işlem yükünden sakınmak için sistemin diğer üreticilere açık olup olmadığına bakılarak karar verilebilir. Veri paketlerinin optimum boyda olması için uygulanacak veri güvenliği işlemi, veri iletimi ortamına yapılan kötü niyetli bir saldırı halinde ne tür sonuçlar doğacağına bakılarak da seçilebilir.

Verinin uç veya merkezi birimlerde veya ağ komünikasyon birimlerinde saklanması, ardışık veri aktarımı yoluyla veri doğrulama olanakları, zaman



parametreleri, ağ üzerinde yer ve kimlik tanımlamaları gibi özellik ve uygulamalar da veri güvenliği yaklaşımını belirlerken dikkate alınır. Telemetri ağındaki uç birimlerden veri alma (toplama) yöntemi de yapısal tasarım öğelerinden biridir. Uç birimler ürettikleri bilgileri ardışık rasgele veya önceden belirli zaman aralıkları ile kendileri merkezi sisteme iletebilecekleri gibi, merkezi sistemin de bu uç birimleri rasgele veya belirli aralıklarla sorgulaması yoluyla bilgi toplama sürecini gerçekleştirmek mümkündür. Şekil 4.4'te Çok Uç Birimli Telemetri Uygulaması gösterilmiştir [31].



Şekil 4.4 Çok Uç Birimli Telemetri Uygulaması

Uç birimler bir veya birden fazla durum ve ölçme bilgisini üreterek merkezi sisteme iletirken, merkezi sistem olarak bu verileri bağlaşım sunucusu üzerinden uygun biçimde alan bir veya birden fazla uygulama olabilir. Bu uygulamalar genel olarak gerçek zamanlı uygulamalar değildir ve veri paketlerinin uç birimlere nasıl iletileceği, ağ üzerinde bir sorun olup olmadığı ile değil, doğrudan uç birimlerle ilgili ana uygulamaya ilişkin enformasyonu işlemeye yönelik olarak geliştirilmişlerdir.

Merkezi uygulamalar, veriyi işleyip, belirli sonuçlara ulaştıklarında, uç birimleri denetlemek amacıyla da yürütme komutlarını içeren ters yönde bir veri gönderimini gerçekleştirirler. Gerçekte uç birimlerle merkez veya uç birimler arası haberleşmelerde hatalı iletim olduğunda verinin tekrar gönderimi vb. uygulamalar olabildiğince uç birimlerin ana uygulama işlevi olmayıp, komünikasyon katmanı işlevidir. Örneğin bir elektronik sayaca bağlı harici bir uç birimde, sayacın tüketim bilgisinin (endeks – metering data) sayaçtan alındıktan sonra merkezi sisteme iletilmesi uç birim tarafındaki komünikasyon işlevidir ve sayaçtaki ölçme uygulamasını ilgilendirmez. Aynı şekilde sayaçtan gelen bilginin merkezdeki sayaç otomasyonu ve SCADA uygulamalarına doğru olarak aktarıldığı kabul edilir ki, bu hatalı veri iletiminin düzeltilmesi işlevinin ağ tarafında çözülmesi gerektiği sonucunu yaratır.

Bu nedenle uç birimlerle merkezi birimler arasındaki komünikasyon kalitesi daha çok bir ağ komünikasyon denetçisi (gateway) ve bağlaşım sunucusu (transaction server) katmanlarında çözümlenir. Uç birime aktarılması gereken bir komut, bir posta paketi gibi önce bağlaşım sunucusunda uygun şekilde biçimlendirilerek komünikasyon arayüzüne (gateway) aktarılır ve buradan da varsa aradaki komünikasyon ağı düğümlerine ve uç birimlere iletilir. Her ara katmanda veri paketlerinin aktarımı ayrı ayrı işlevler olarak gerçekleştirilir ve merkezi sistemin bu işlevlerle doğrudan bir ilişkisi yoktur. Merkezi sistem uygulaması gerekli komutu üretmiş ve uç birime iletmiş olup artık bu işlemin gerçekleştirildiğine ilişkin eylem onayını beklemekte olacaktır.

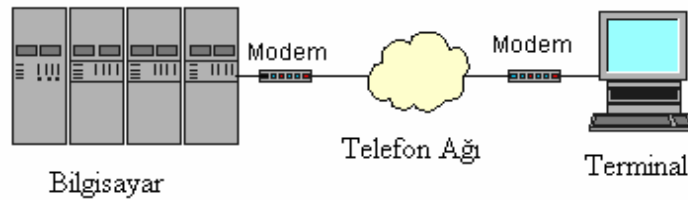
Merkezi uygulama kentsel veya nispeten geniş ölçekli bir alanı kapsayacaksa genel olarak bir coğrafi bilgi sistemi altyapısı yani sayısallaştırılmış – bilgisayar ortamına aktarılmış harita ve krokilerle ilişkilendirilmiş uygulamalar kullanılır. Bu durumda birçok uygulamanın ilişkilendirilmesi zorunlu veya yararlı hale gelir. Örneğin bir elektrik abonesine ilişkin tüketim değerleri bir telemetri ağı üzerinden izleniyor ise ve bir coğrafi bilgi sistemi ile ilişkilendirilmiş ise aynı uygulama platformunda abonenin konutuna kadar gelen elektrik dağıtım şebekesi de sayısal haritaya işlenebilir. Ya da aynı abonenin su-gaz-elektrik tüketim süreçleri farklı dağıtım işletmeleri tarafından hizmet sağlansa bile ilişkilendirilebilir, hatta tek bir faturada birleştirilebilir. Bu tür birleştirmelerin özellikle kentsel telemetri uygulamalarında belediye gibi kamu kuruluşlarına kazanımları çok büyüktür.

### 4.3 Modemler

Modem kelimesi; MOdulator-DEModulator kelimelerinin birleşiminden oluşmuştur. Genellikle telefon hattı üzerinden sayısal (digital) verilerin transferinde kullanılır.

Veri gönderen modem, sayısal veriyi telefon hattıyla uyumlu analog sinyallere dönüştürür, bu işleme modülasyon denir. Veri alan modem ise analog işaretleri tekrardan sayısal veriye çevirir bu işleme de demodülasyon denir. Kablosuz modemler ise sayısal verileri radyo sinyallerine dönüştürür.

Modemler, 1960’li yıllardan itibaren terminallerin ana bilgisayarlara telefon hattı üzerinden bağlanması amacıyla kullanılmaya başlamıştır.



Şekil 4.5 Modemlerin Telefon Ağı Üzerinden Veri Aktarımı

Şekil 4.5'teki sistemde, merkez dışında bulunan basit terminal telefon hattı üzerinden yaklaşık 300 bps (bit per second-saniye başına bit sayısı) hızındaki modemi kullanarak ana bilgisayardan veri alıp veri göndermektedir. 300 bps insanlara uzunca bir süre yeterli gelmiştir çünkü saniyede yaklaşık 30 karakter transfer edilebiliyordu (bir kişi zaten saniyede 30 karakter yazamaz). Elbette günümüzde durum bundan çok farklıdır.

1970'lerin sonuna doğru kişisel bilgisayarların kullanılmaya başlanmasıyla, BBS'ler (Bulletin Board Systems) yaygınlaşmıştır. İnsanlar BBS'lerden büyük programlar ve resimler alıp göndermeye başlayınca, 300 bps yetersiz kalmıştır.

1960'lardan 1983'lere kadar 300 bps kullanımı devam etmiştir. 1984 ve 1985 yılında 1200 bps kullanımı popülerlik kazandı. 1990'larda ise 9600 bps ortaya çıktı. Daha sonra ise sırasıyla 19.2, 28.8, 33.6 ve 1998 yılında da 56 Kbps standart haline geldi. Bu anlamda en son teknoloji olarak kabul edilen ADSL ise teorik olarak saniyede 8 mbit'e (Mbps) varan veri transferi gerçekleştirmektedir [32].

300 bps modem sayısal veriyi telefon hattı üzerinden göndermek için frekans kaymalı anahtarlama (Frequency Shift Keying, FSK) tekniğini kullanır. Bu metotta farklı bitleri ifade etmek için farklı frekanslar kullanılır.

Bir terminal modem, bilgisayar modeminin aradığı zaman, başlangıç modemi olarak adlandırılır ve 0 (sıfır) için 1070 hertz frekans, 1 (bir) için 1270 hertz frekans kullanır. Bilgisayar modeme cevaplayan modem denir ve 0 (sıfır) için 2025 hertz frekans, 1 (bir) için 2225 hertz frekans kullanarak verileri alır. Çünkü başlangıç ve cevaplayan modemler farklı frekanslar ile iletim yaparlar ve hattı eş zamanlı olarak kullanırlar. Buna full-duplex işlem denir. Sadece tek yönlü veri ileten modemlere half-duplex denir ve pek yaygın değildir [32].

Günümüz teknolojisinde artık veri iletişimi basit dosya transferi ile sınırlı kalmayıp birçok genel amaç için kullanılabilir. Bunların başında internet, BBS bilgi bankaları, elektronik posta (e-mail) vs gelir. Modemler; şebeke operatörünün sunduğu iki telli telefon hatları üzerinden çalışabildiği gibi kiralık özel hatlarda (Leased Line), GSM şebekelerde ve diğer dijital veri iletişimi

yapabilen şebekelerde çalışabilirler. Ayrıca VOICE özelliği olan modemler telesekreter olarak sesli mesaj kutusu ve fax back olarak da kullanılmaktadır. Paralel bilgiyi seriye ve seri bilgiyi de paralele çeviren entegreye UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter– Evrensel Asenkron Alıcı/Verici) adı verilir. Dahili modemlerde UART modemin üzerindedir. İletişim esnasında veriler UART üzerinden seri kablosuna oradan da seri arabirim kablosu vasıtasıyla modeme gelir. Modemin bu veriyi iletebilmesi için hat üzerinde karşı modemle bağlantı kurması gerekir. Karşı modemi arar ve karşı modem de hatta beklemede ise otomatik olarak cevap verir. El-Sıkışma (Hand-Shake) denilen bu olay modemlerin hangi hızları, hangi protokolleri desteklediği ve o anda hangi hızda veri iletebileceğini belirler [33].

İki tane 300 bps modemin birbirine bağlandığını düşünelim. Terminaldeki kullanıcı “a” harfini girdiğinde bu harfin ASCII karşılığı 97’dir, bilgisayar bu sayıyı ikilik sisteme çevirir 01100001. Terminalin içindeki UART cihazı (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter – Evrensel Asenkron Alıcı/Verici) byte’ları bit’e çevirerek terminalin içindeki seri port olarak da bilinen RS-232 portuna yollar. Terminalin modemi RS-232 portuna bağlıdır ve bit’leri alarak telefon hattı üzerinden yollar [32].

Modem üreticileri, modemleri daha hızlı hale getirmek için FSK’dan daha karmaşık ve gelişmiş yöntemler kullanmak zorundaydılar. İlk önce Phase-Shift Keying (PSK)’i kullandılar. Daha sonra Quadrature Amplitude Modulation (QAM) tekniğini kullandılar. Bu teknikler, 3000 hertz bant genişliğine sahip telefon hattı üzerinden çok büyük hızlarda veri aktarımına izin vermiştir. 56K modemler en iyi hatlarda bile 48K civarında bağlanarak bu tekniğin limitlerine ulaşmıştır.

Bu hızlı modemler Gradual Degradation tekniğini kullanarak, veri göndermeden önce telefon hattını test ederler ve eğer telefon hattı modemin hızına yetişemeyecekse modemin hızını düşürürler. Şekil 4.6’da modemin iç yapısı görülmektedir [32].



Şekil 4.6 Modemin İç Yapısı

Modemlerin evrimindeki bir sonraki adım Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) ile olmuştur. Asymmetric (asimetrik) kelimesinin kullanım sebebi bu modemlerin veriyi çok hızlı olarak tek bir yönlü değil birçok yönde göndermesidir. ADSL modemlerin avantajı, kullanıcı ile telefon şirketi arasındaki mevcut bakır telefon hatlarını kullanmasıdır. Bakır teller ses iletimi için yeterli olan 3000 hertz'ten fazlasını taşıyabilir. Eğer telefon şirketiyle eviniz ADSL modeme sahipse, aranızdaki telefon hattı çok hızlı bir dijital veri iletim hattına dönüşür. İdeal şartlarda 1 Mbps veri gönderme, 8 Mbps veri alma hızına sahiptir. Aynı hat aynı anda hem telefon görüşmesi hem de dijital veri iletimi için kullanılır.

ADSL modem çalışma prensibi basit bir yapıdadır. Telefon hattının 24000 hertz ile 1100000 hertz arasındaki bant genişliği, 4000 hertz'lik bölümlere ayrılmıştır ve her bir bölüme bir sanal modem atanmıştır. Bu 249 sanal modem her biri kendine ayrılan bant bölümünü kullanarak iletim yapar ve bu sanal modemlerin hızlarının toplamı o hattın toplam hızı demektir.

Günümüzde diğer bilgisayarlara bağlanmak için basit terminaller ve terminal emülatörleri kullanılmıyor. Bunun yerine İSS'ye (İnternet Servis Sağlayıcı,

(Internet Service Provider - ISP) bağlanmak için modemleri kullanıyoruz. İnternet bizim dünyadaki herhangi bir bilgisayara bağlanmamızı TCP/IP ile sağlıyor.

Veri paketlerinin bilgisayardaki modemler aracılığı ile yönlendirilmesine point to point protokolü denir. Bu yöntemde veri paketleri TCP/IP ile ISP üzerinden internete yönlendirilir, aynı şekilde internetten gelen veriler de ISP üzerinden bilgisayara yönlendirilir.

#### 4.4 Seri Portlar ile Bilgisayar Tabanlı Veri Toplama

Seri haberleşmede tek bir kablo üzerinden veriler sıra ile gönderilir. Benzetmek gerekirse bir lokomotifin bağlı vagon gibi hareket ederler. Raylar da verileri taşıyan kabloya benzetilebilir. Şekil 4.7’de RS-232 haberleşmesinin bir baytlık kısmı görülmektedir.



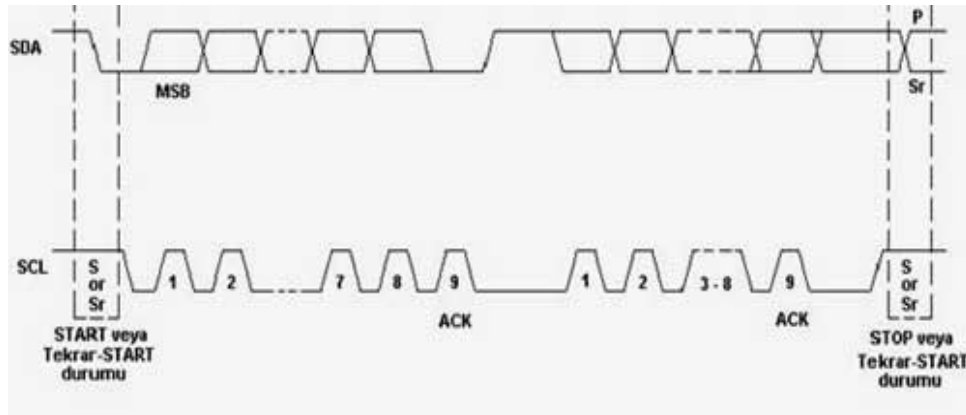
Şekil 4.7 RS-232 Seri Haberleşme Çerçevesi

Seri haberleşme protokollerinde veriler bit tabanlı olarak değil çerçeve tabanlı olarak iletilirler. RS-232, verileri baytlar (8-bit) halinde alır ve gönderirken, Ethernet’in her çerçevesinde 255 baytlık bilgi mevcuttur. Seri haberleşme o kadar önemlidir ki, günümüzde kullanılan tüm internet ağı seri kablolar (fiber optik veya bakır) kullanarak haberleşmeyi sağlar. Aslında protokol denilen şey de budur. Tüm seri haberleşme sistemleri buna benzer bir mekanizma sayesinde anlaşılabilirler, anlaşabilmek için protokollerinin ya aynı olması ya da bir diğerini anlayacak bir protokol olması gerekir [33].

İnternet ağında yüzlerce protokol bulunmaktadır ve bunların beraber kullanılmaları aşılabilir sorunlar değildir. Protokolleri, insanlar arasında konuşulan dillere benzetebiliriz. Nasıl iki farklı konuşan insanı anlaşılabilirlik için tercümanlar kullanıyor isek, iki farklı protokolü de anlaşılabilirlik için kullanılan cihazlar (köprü, arayüz ) mevcuttur.

Tek bir kabloya bağılı cihazların hangisinin o anda veri yolunu (kabloyu) kullanacağına protokol karar verir. Aslında protokol önceden belirlenmiş kurallar bütünüdür. Bu sayede kablo üzerinde birden fazla birim hak iddia edemez (etseydi kaos oluşurdu).

Senkron ve asenkron olarak haberleşme sistemlerini ikiye ayırabiliriz. Senkron haberleşme, zamanı referans olarak yapılan haberleşmedir. Veri ile birlikte zaman bilgisi de hatta yayılır, böylece hatta bağılı olan tüm sistemler zamana bağılı olarak haberleşebilirler. Asenkron haberleşme ise (ki RS-232 böyledir) sadece gönderilen çerçevedeki bitleri kullanarak senkronizasyonu sağlamaya çalışır, başka bir ifadeyle hariçten bir sinyal almadan bu işlemi gerçekleştirir. Şekil 4.8'de senkron çalışan bir seri haberleşme sistemi görülmektedir. I2C (Entegreler Arası Haberleşme) denilen bu protokol özellikle evlerimizde bulunan elektronik cihazların içlerinde kablo karmaşasından kurtulmak için geliştirilmiş bir protokoldür [33].



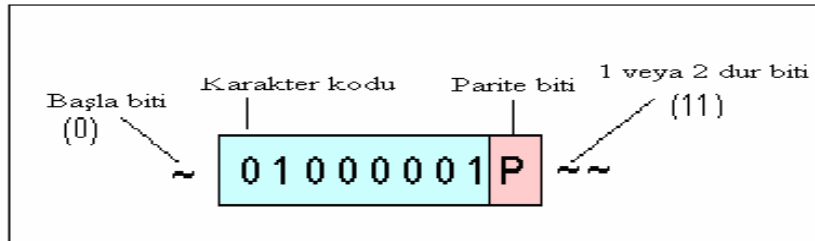
Şekil 4.8 Senkron Bir Haberleşme Protokolü (I2C)

Kişisel bilgisayarlar üzerinde bulunan RS-232 portu modem ve diğer cihazlarla haberleşebilmek için asenkron bir veri transfer yöntemi kullanır. Ancak çerçevelerin formatı farklı uygulamalar için değişebilir. Bu formatlardan en çok kullanılanı 8-N-1 formudur. Gönderilen her bayt bir START biti ile başlar bunu 8-bit veri takip eder ve çerçeve STOP biti ile son bulur. Şekil 4.7'de gösterilen haberleşme çerçevesi bu formatı temsil etmektedir.



N harfi en kolay ve basit hata yakalama metodu olan eşlik (parity) bitinin çerçevede bulunmadığını bildirir. Diğer formatlarda eşlik biti tek (odd) veya çift (even) eşlik biti olarak kullanılabilir. Tek eşlik bitinde, veri bitlerindeki Lojik 1'lerin sayısı çift ise; eşlik biti 1, değilse 0 olur. Çift eşlik bitinde, veri bitlerindeki Lojik 1'lerin sayısı tek ise; eşlik biti 1, değilse 0 olur. Aslında eşlik biti isminden de anlaşılacağı gibi tek eşlik kullanıyorsa, gelen tüm bilgideki (kendisi de dahil) 1'lerin sayısını tek, çift eşlik biti kullanıyorsa çift yapmaya çalışır [33].

7-E-1 formatında, çerçeve START biti ile başlar 7 adet veri bitleri ile devam eder, 1 bit eşlik bitini takiben STOP biti ile son bulur. Şekil 4.9'da görülen şekilde 7 bit veri ve eşlik (parity) biti görülmektedir. Örneğin burada tek eşlik kullanılsaydı, eşlik biti 1, çift eşlik biti kullanılsa idi 0 olacaktı. Veriyi alan karşı taraf gelen bilgideki 1'lerin sayısını kontrol eder ve ona göre gelen bilginin bozulup bozulmadığını anlar. Ancak eşlik biti çok da güvenli değildir, örneğin birden fazla bitin bozulmasını anlayamaz. Ayrıca eşlik bitinin hata düzeltme özelliği yoktur, sadece hatayı fark eder. Böyle bir durumda veri alan hedef cihaz, kaynağı uyararak bilgiyi tekrar göndermesini ister [33].



Şekil 4.9 7 Bitlik Veri ve Eşlik Biti

Seri haberleşmede kullanılan hız ölçüsü bit/sn'dir. Saniyede iletilen bit sayımı veren bu birim, günümüzde bit/s çok yavaş bir hız kaldığından Kbit/s veya Mbit/s olarak kullanılmaktadır. Ancak RS-232 haberleşmesinde Baud denilen bir hız ölçüsü kullanılmaktadır. Baud, saniyede gerçekleşen olay veya veri transferi olarak bilinir. RS-232'de kullanılan Baud hızları aslında bit/s birimi ile aynıdır, çünkü her bir yeni olay yeni bir biti temsil eder. Ancak analog telefon hatlarında durum böyle değildir, bitleri temsil için kullanılan olay birkaç geçişten meydana

geldiği için, gerçek hız daha düşüktür. Örneğin 9600 baud hızında (baud rate) 8-N-1 formatındaki bir RS-232 hattından saniyede toplam 960 bayt gönderilebilir.

#### **4.5 RF Sistemi ile Uzaktan Okuma Yöntemi**

Radyo Frekanslı (RF) Sistemler, adından da anlaşılacağı üzere, sayaçtaki verinin radyo dalgalarıyla kablosuz olarak sayaç ve bilgisayar arasında iletilmesini sağlar. Bu uygulamalarda anında (on-line) iletişim sağlanmakta ve iletişim sırasında kablo ve haberleşme birimleri kullanılmadığından, kablodan veya haberleşme birimlerinden kaynaklanabilecek problemler yaşanmamaktadır. Ayrıca, veri alış-verişi doğrudan arka plandaki uygulamaların çalıştığı platformlarla (bilgisayar sistemleriyle) yapıldığından, genellikle, cihazlar, üzerinde program yazma gereksinimi olmadan "tak ve çalıştır" yapısında (yani terminal emülasyonu olarak) kullanılırlar. Basit terminal olarak yapılan bu bağlantılarla IBM 5250, 3270 ve ANSI+ (telnet) emülasyonları desteklenmektedir. Ek olarak, üzerinde DOS, Windows veya Windows CE İşletim Sistemi bulunan akıllı model cihazlarla, sunucu-istemci (client-server) yapısında uygulamalar da geliştirmek olanaklıdır.

RF yoluyla haberleşme sistemini kısaca açıklayalım: Elektronik sayaçların PCB şemasında bulunan SMD elemanlarından biri olan optocupler' in çıkışları bir anten modülü yardımı ile RF kanalından dış ortama verilir. Sayaçlara ait endeks ve diğer bilgiler seri iletişim portları ya da optik port aracılığıyla verici RF modeme, daha sonra alıcı RF modeme ve merkezi sunucuya iletilerek tahakkuk işlemleri yürütülür.

Sistemin Özellikleri:

- Ana bilgisayar sistemiyle kablosuz ve anında haberleşilir.
- Anlık sorgulamalar kablosuz ve hızlı biçimde yapılır.
- Veri anlık olarak ve kablosuz gönderilir.
- 433 MHz, 450-470 MHz ve 2.4 GHz frekanslarında çalışılabilir.
- Toz, tazyikli su ve helikopter testlerinden geçmiş, endüstriyel standartlara sahip cihazlar kullanılır.
- Mevcut uygulamalarda büyük değişiklik yapmadan kullanılır.

Bu sistem, iki anten arasında radyo frekanslarını (RF) kullanarak haberleşme prensibine dayanmaktadır. Haberleşme mesafesi ve güvenilirliği; antenlerin şekline, boyutuna ve konumuna, iletilen sinyalin gücüne, alıcının hassasiyetine, radyo frekansına, veri iletim hızına, kodlamaya, hata tespit ve giderilmesine, çevre koşullarına (elektro-manyetik gürültü, çeşitli engeller, sıcaklık, nem oranı) bağlıdır.

Bütün kablosuz OSO sistemleri, yerel telekomünikasyon kurulunun belirlediği ve kontrol ettiği radyo frekanslarını kullanır. Bazı sistemler lisanslı, bazıları da lisanssız bantları kullanır. OSO için 1000 MHz'in altındaki frekanslar, özellikle 400 MHz bandı, yüksek frekanslara göre daha uzun mesafelerde haberleşme olanağı sağladığı için, daha uygundur. Çift yönlü haberleşme özelliğine sahip sistemler, tek yönlü haberleşme özelliğine sahip sistemlere göre daha karmaşık ve maliyetlidir.

RF sistemindeki alıcı ve vericiler; frekans, çıkış gücü, veri iletim hızı ve veri kodlaması gibi haberleşme parametreleri için ayarlanabilir. Bu esneklik sayesinde, ürünler değişik standartlara, düzenlemelere ve protokollere adapte olabilmektedir.

Frekans programlanabilirliği, farklı olanaklarda değişik frekans tahsisleri için kullanılabilirliği göstermektedir. Bir başka avantajı ise, "frekans atlama yayılım spektrumu"nun (Frequency hopping spread spectrum - FHSS) kullanılabilirliğidir. FHSS, frekans bantları bir kaç kullanıcı tarafından paylaşıldığı zaman, yüksek güvenlik olanağı sağlamaktadır. RF sistemde kullanılacak modem olarak UKS Elektronik firması tarafından üretilen Wavelink-24 seçilmiştir. Bu modem diğer markaların ürünlerine göre gerek kullanılabilirlik gerekse teknik ve maddi açıdan üstünlükler göstermektedir. Bu modem diğerlerine göre; yüksek hassasiyete, yüksek çıkış gücüne; çift yönlü, uzun menzilli, yüksek derecede güvenilirliği ve uzun ömürlü pil ömrü olan haberleşme bağlantısına sahiptirler.

Wavelink-24, RS232 arabirimi kullanarak iletişim sağlayan her türlü cihazın radyo sinyalleri ile, kablosuz olarak birbirleriyle veya bir merkez ile kesintisiz iletişimini sağlayan, frekans atlamalı geniş spektrum (FHSS) ve lisansa tabi olmayan 2.4 GHz ISM\_bandında çalışan radyo modemdir [34].

Wavelink-24 havada 19.200 Baud hızıyla haberleşebilir, cihazın RS232 arabirim hızı ise 57.600 Baud'a kadar çıkabilmektedir. Wavelink 24, RS232 arabirimleri ile çalışabildiği gibi aynı zamanda RS485 arabirimine sahip cihazlarında kablosuz olarak haberleşmesi için kullanılabilir [34].

Protokolden bağımsız olarak çalışan Wavelink-24; seri arabirimler arasında transparan iletişim kurulmasını sağlar. Bu sayede kablo ile çalışan cihazlar için uygulama yapılacağı zaman herhangi bir yazılım yada donanım değişikliği yapılması söz konusu değildir. Bu da Wavelink-24'ün, montajı yeni yapılacak sistemlerde kolaylıkla uygulanabileceği anlamına gelir. Kablo altyapısıyla çalışan kurulu sistemlerde dahi Wavelink-24 rahatlıkla devreye alınabilir. Çözümümüz telli altyapı şebekesine olan bağımlılığı tamamen ortadan kaldırdığı için işletme giderlerinde de ciddi tasarruflar getirmektedir [34].

Wavelink-24 noktadan-noktaya çalışabildiği gibi noktadan-çok noktaya çalışma sistemine uygundur. Böylece bir merkez ve merkeze bağlı (n) adet uç birim ile sanal bir seri ağ kurmak mümkündür.

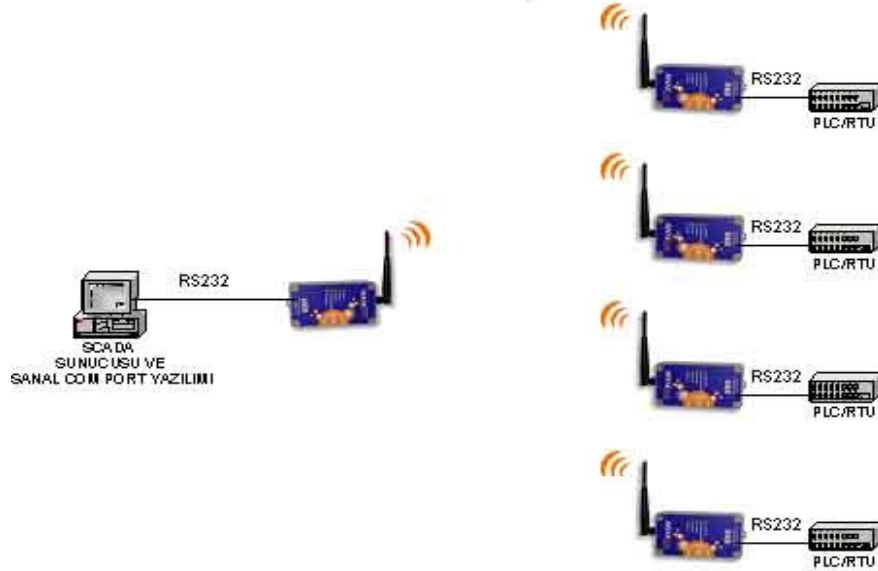
Cihazların entegre antenli veya uzun mesafelerde kullanılmak üzere harici anten bağlantısına izin veren 2 adet modeli bulunmaktadır. Entegre antenli model ile şehir ortamında 500 m, açık alanda 2 km (görüş hattı olması şartıyla) mesafeye ulaşmak mümkündür. Harici anten takılabilen versiyon ile yüksek kazançlı yönlü antenler kullanarak 20 km ve daha uzun mesafelere ulaşmak mümkündür.

Wavelink-24'ün önemli avantajlarından biride alıcı hassasiyetinin çok düşük olmasıdır. Çoğu radyo modem -85 ile -92 dBm alıcı hassasiyetine sahipken Wavelink-24-101 dBm alıcı hassasiyetine sahiptir. Her 6 dBm'lik fark cihazın ulaşabileceği mesafeyi 2 kat arttırmaktadır. Yani Wavelink-24 aynı frekansta ve aynı güçte çalışan bir modemden yaklaşık olarak 4-8 kat daha uzak mesafede iletişim sağlayabilir. Şekil 4.10'da RF sistemi ile noktadan-noktaya ve noktadan-çok noktaya sayaç okumada cihazların bağlantıları gösterilmiştir [34].

## NOKTADAN-NOKTAYA



## NOKTADAN -ÇOK NOKTAYA



Şekil 4.10 RF Sistemi İle Sayaç Okuma ve Cihazların Bağlantısı

### 4.6 GPRS Sistemi İle Sayaç Okuma

GPRS (General Packet Radio Service), verilerin mevcut GSM şebekeleri üzerinden saniyede 28.8 ilâ 115 kilobit'lik hızlarda iletilebilmesine imkan veren, cep telefonu ve mobil cihaz kullanıcılarına kesintisiz internet bağlantısı sunan paket tabanlı (packet-based) bir mobil iletişim servisi [35].

GPRS teknolojisi, kullanıcıya yüksek erişim hızının yanı sıra, bağlantı süresine göre değil gerçekleştirilen veri alışverişi miktarı üzerinden tarifelenen ucuz iletişim olanağı sağlamakta ve böylelikle "sürekli bağlantıda, sürekli gerçek zamanda" (always connected/always online) anlayışını sunmaktadır. GPRS teknolojisini kullanabilmek için mobil şebeke ve servis sağlayıcı altyapısına GPRS donanım ve yazılımları entegre etmek ve GPRS uyumlu mobil telefonlar gereklidir [35].

GPRS-RS232 Çevirici, RS232 protokolü kullanarak iletişim sağlayan her türlü cihazın GPRS altyapısı kullanılarak, kablosuz bir şekilde birbirleriyle veya bir merkez ile kesintisiz ve ucuz iletişimini sağlar. Bu çözüm telli altyapı şebekesine olan bağımlılığı tamamen ortadan kaldırdığı gibi işletme giderlerinde de ciddi tasarruflar getirmektedir.

GPRS2COM kendi özel gerçek zamanlı işletim sistemine sahip, mikroişlemci tabanlı, e-mail, web, FTP gibi ileri seviyede TCP/IP özelliklerini bünyesinde bulunduran ve buna ek olarak bir GSM/GPRS modülü içeren, RS232 sinyallerini TCP/IP üzerinden iletebilen, akıllı bir cihazdır [34]. Şekil 4.11'de bu cihazın görünümü verilmiştir.



Şekil 4.11 GPRS2COM cihazının görünümü

Bu Sayaç İzleme Sisteminde, müşteri tarafında bulunan elektronik olarak haberleşen sayaçlara GSM/GPRS modem içeren haberleşme arabirimi "Comset" bağlanırken merkezde ise, program yazılımı, Comset ile istenen yöntemle (GPRS, GSM, Telefon Modem vb.) haberleşerek sayaç verilerini okuyacak ve depolayacaktır.

Okunacak veriler, yazılımda raporlanabileceği gibi, Enerji Bilgi Yönetim Sisteminde oluşturulacak detaylı üretim ve performans raporlarında girdi olarak kullanılabilir.

Sayaç İzleme Sisteminin Kazandıracakları:

- Tüm sayaç değerlerinin uzaktan okunması ve depolanması
- Anlık ve geçmiş ölçüm bilgilerinin hızlı bir biçimde izlenmesi ve raporlanması
- GPRS teknolojisi ile düşük işletim maliyeti
- İstenen zaman aralığında periyodik olarak veya sürekli veri okunması
- Müşteri tüketim değerlerinin analizi ile talep ve kapasite planlama olanağı
- Veri güvenliği

Enerji Bilgi Yönetim Sisteminin Kazandıracakları:

- Uzun dönemli veri arşivleme (3-10 yıl) yapabilecek ve bu arşivlemeyi yaparken farklı tipte veriler birleştirilebilecek.
- Gerçek zamanlı raporlama yapılabilir.
- Hızlı veri akışı ile proseslere hızlı reaksiyon gösterilerek ürün ve üretim kalitesi arttırılacak.
- Herkesin aynı veri ile çalışmasını sağlayacak ortak veri kaynağı oluşturacak.
- Yöneticiler kritik prosesleri ofis bilgisayarlarından izleyebilecek.

GPRS, tabanında TCP/IP protokolü kullanılması sebebiyle entegrasyon kolaylıkları açısından çok ideal bir kablosuz iletişim alternatifidir. Buna ek olarak GSM şebekesinin yaygınlığı ve telli şebekelerin yurdumuzda halen yetersiz olması, GPRS' i çok avantajlı bir pozisyona getirmektedir.

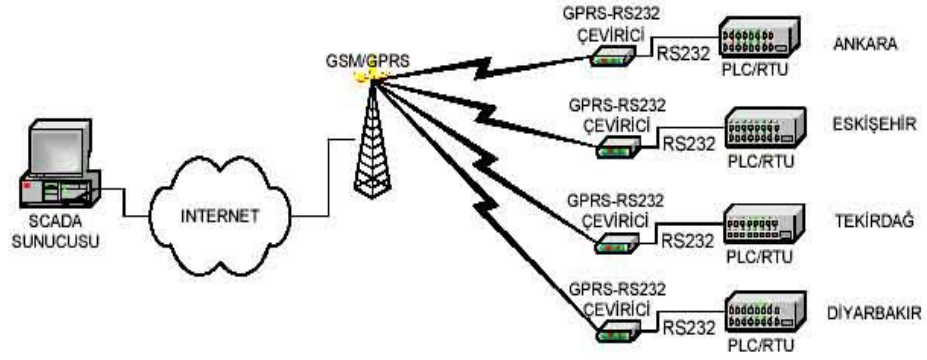
GPRS' in en önemli ve çekici özelliği ise cihazların devamlı on-line olma özelliklerine karşılık, hatta kalınan süre üzerinden değil, hat üzerinden geçen veri kadar ücretlendirilmesidir. Bu gerek sistem entegrasyonu, gerekse işletme maliyetleri konusunda GPRS' i rakipsiz bir teknoloji haline getirmektedir.

GPRS-RS232 çeviricinin kullanım alanı sınırsızdır. RS232 ile iletişim kuran her türlü sistem istenirse birbiriyle, istenirse de merkezi bir sistem ile sorunsuz ve şeffaf olarak haberleşebilir. Windows tabanlı sistemler için; sistem ile beraber temin edilen Sanal COM Port sürücüsü sayesinde bir PC üzerinde sınırsız sanal COM port tanımlanabilir ve sınırsız sayıda bağımsız cihazdan bilgi toplanıp işlenebilir. Sanal COM port, herhangi bir yazılım geliştirmesi yapmadan sisteme yeni cihazların eklenmesini mümkün kılmaktadır. Ancak kullanıcılar kendileri isterlerse, sağlanan örnek rutinlerle kendilerine özel iletişim yazılımı geliştirebilirler.

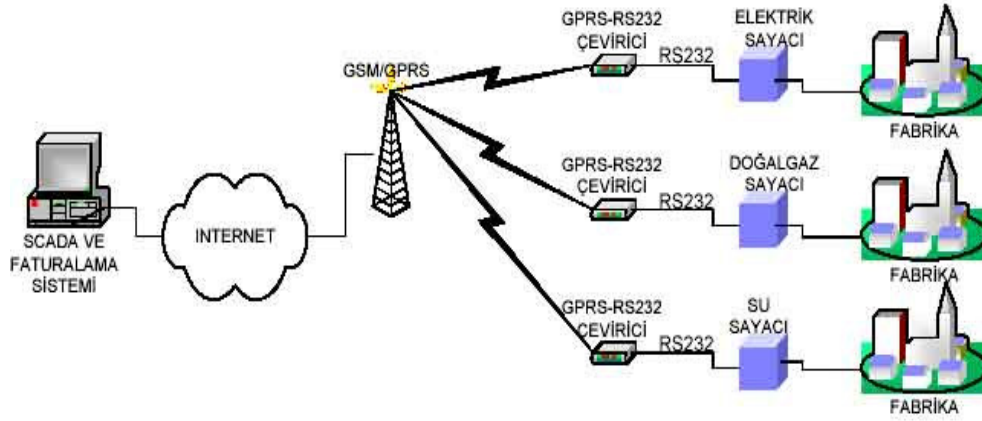
GPRS-RS232 Çevirici ile birlikte gelen VSP (Sanal COM port) yazılımı, sunucu bilgisayara kurulur. VSP yazılımı kullanılarak bilgisayar üzerinde bir sanal COM-Port oluşturulur. Bu sanal COM-Port, belirlenen bir TCP portunu dinlemeye alır ve GPRS-RS232 Çevirici cihazlarından gelecek bilgileri almaya ve bu cihazlara bilgi yollamaya hazırdır.

GPRS-RS232 Çevirici, bağlı bulunduğu cihazdan aldığı bilgileri sunucu tarafındaki sanal COM-Portun dinlediği TCP portuna GPRS üzerinden gönderir. Sanal COM-Port, TCP portuna gelen bilgileri COM arayüzü üzerinden ilgili yazılıma iletir. Aynı şekilde sunucu tarafından uç noktadaki cihazlara gönderilecek olan bilgiler sanal COM-Port tarafından TCP/IP paketlerine çevrilir ve GPRS üzerinden GPRS-RS232 çeviriciye yollanır. GPRS-RS232 çevirici gelen paketler içerisindeki bilgileri seri port üzerinden bağlı bulunduğu cihaza gönderir. Bu tür okuma sisteminin blok diyagramları Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'de gösterilmiştir [34].





Şekil 4.12 Genel Otomasyon ve Uzaktan Okuma Uygulamaları

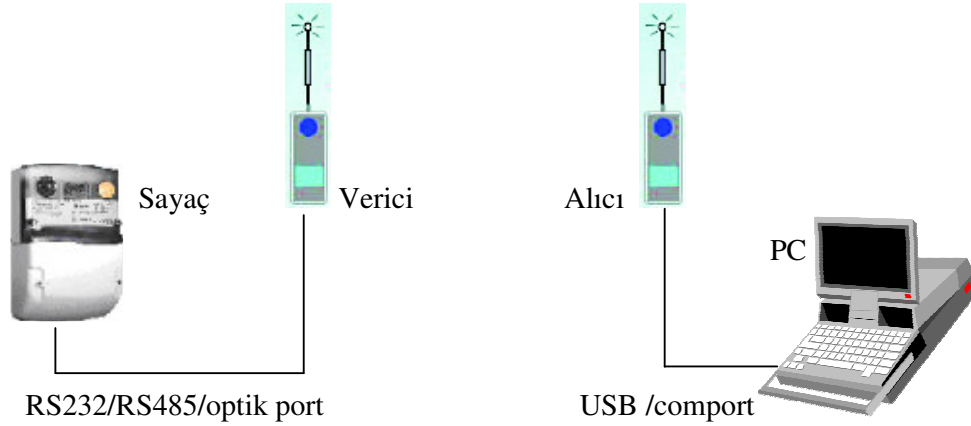


Şekil 4.13 GSM/GPRS Sistemi ile Sayaç Okuma

## 5. GPRS MODEM İLE UZAKTAN SAYAÇ OKUMA UYGULAMASI

### 5.1 Genel Bilgi

Kablosuz sayaç okuma yöntemleri RF ve GPRS tabanlı sistemler olmak üzere ikiye ayrılır. Her iki sisteminde uygulama mantığı aynıdır. Ancak sistemlerin şebeke özellikleri, maliyetleri, içerdikleri donanım ve uygulanış biçimi farklıdır. Şekil 5.1’de kablosuz uzaktan okumanın temel biçimi gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere uzaktan sayaç okuma sistemi, sayaçtaki bilgilerin portlar aracılığı ile verici modeme taşınması, burada bilginin işlenerek alıcı modeme aktarılması daha sonrada alıcı modemdeki bilginin PC aracılığıyla okunması mantığına dayanmaktadır.



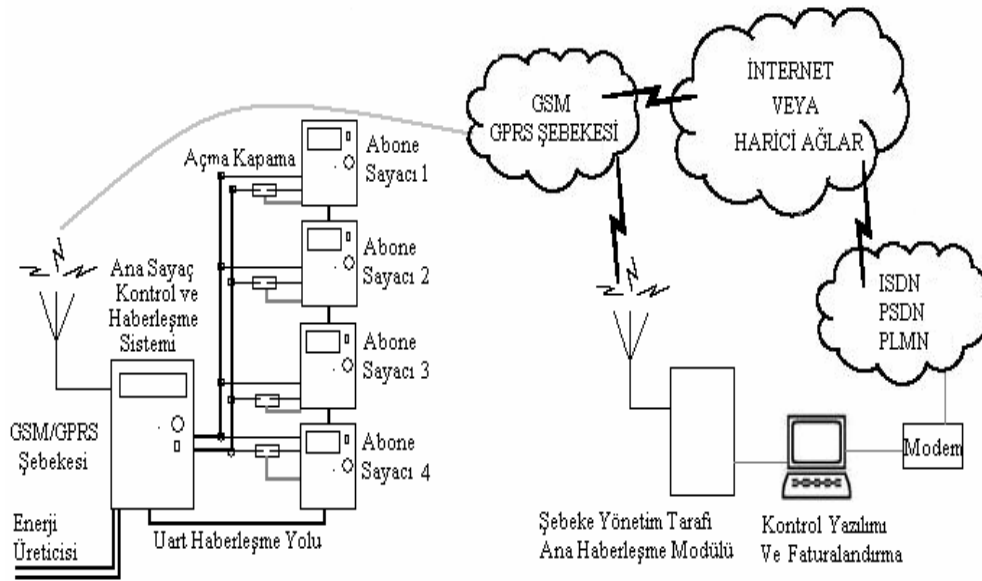
Şekil 5.1 Uzaktan Okuma Temel Biçimi

Araştırmalar sonucunda GPRS teknolojinin RF teknolojisine göre iletişim şebeke özellikleri, düşük kurulum maliyetleri, mesafeden bağımsız iletişim, her zaman hatta olma özelliği gibi üstünlüklerinin olması sebebiyle uygulamamızda GPRS sistemi tercih edilmiştir. Ayrıca veri güvenliği ve gürültüye karşı duyarlılığın çok önemli olduğu uygulamalarda GPRS sistemi daha uygundur. Bu sistemde GPRS sayesinde bir kez bağlantı kurulduktan sonra bu bağlantı ortadan kaldırılincaya kadar sürekli veri iletişimi sağlanabilmektedir.

Şekil 5.1’de sunulan sistem tek bir sayacı okumak için gerekli olan sistemin temel altyapısıdır. Bu altyapı geliştirilerek çok sayıda sayacın uzaktan okunması ve okunan değerler üzerinden otomatik faturalama işlemleri yapılabilir. Bu durumda alıcı modemdeki verinin daha farklı bir özellikteki PC’ye aktarılması gerekmektedir. PC’ye gerekli donanım ve yazılım ilavesi ile PC’nin sunucu olarak kullanımı sağlanabilir. Bu durumda sayaç okuma uygulaması bütün bir sistem haline dönüşür ve merkezi sunucu tarafından abonelerin birçok işlemi otomatik olarak gerçekleştirilebilir.

Farklı bölgelerdeki sayaç bilgilerini, internet üzerinden sunucuya bağlanarak izleyebilmek bu çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır.

GPRS modem kullanılarak çok sayıda sayacın uzaktan okunmasına ilişkin önerilen sistemin bileşenleri Şekil 5.2’de blok diyagramı biçiminde gösterilmiştir [19].



Şekil 5.2 GPRS İle Sayaç Okuma Sistemi Blok Diyagramı

Şekil 5.2’de önerilen sisteme ait yapılar bloklar halinde verilmiştir. Sistem, kurumsal abonelik ile birleştirilmiş bir GPRS iletişim ağı üzerine kurulmuştur. Kurumsal aboneliği olmayan GPRS kullanıcılarına, her bağlantıda farklı bir

İnternet Protokol (Internet Protocol, IP) kimliği verilir. Sistemde IP'lerin bu şekilde sürekli değişmesi kontrolü zorlaştırır ve güvenlik açıklarının oluşmasına sebep olabilir. Fakat kurumsal aboneliklerde her bir abonenin sabit bir IP numarası vardır. Bu yüzden sistemde abonelik tipi kurumsaldır. Aboneler Radius Server (Sunucu) vasıtası ile kontrol edilir ve bu şekilde bir Yerel Alan Şebekesi (Local Area Network, LAN) kurulur. Bu ağın içerisindeki IP'lere ağın dışından erişimler engellenebildiği gibi bu IP'lerin ağın dışına çıkmaları da engellenebilir. Ayrıca Radius sunucu her bir IP'nin ağ içerisinde birbiri ile olan erişimlerini de kontrol edebilir. Radius sunucular GPRS servis sağlayıcısı ile fiziksel olarak bağlıdırlar. GPRS kapsama alanı içerisindeki bütün aboneler bu sunucu tarafından izlenebildiği gibi coğrafi bölgelere ayrılarak, bölgesel Radius sunucular ile de kontrol edilebilir.

GPRS şebekesinin TCP/IP protokolü desteği ile enerji ölçüm donanımlarını ve ana izleme sistemini internet üzerinden birbirine bağlamak mümkündür.

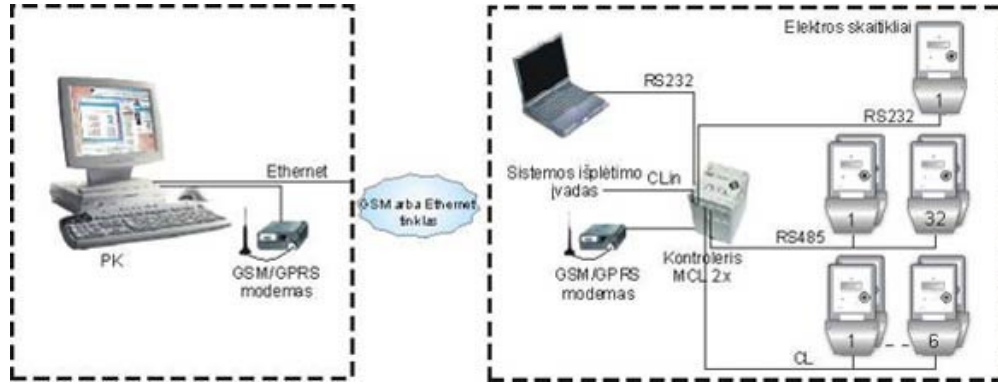
Görüldüğü gibi herhangi bir kurulum maliyeti olmadan, mevcut GPRS radyo kanalları kullanılarak sistem devreye alınmaktadır. Sistemde, sadece aktarılan veri üzerinden ücretlendirme yapılmaktadır.

Önerilen izleme ve faturalandırma sistemi ülke genelindeki aboneleri bir merkezden izleyebileceği gibi, bölgesel paylaşımlar yapılarak her bir dağıtım şirketi için kendi hizmet bölgesinin kontrolü de sağlanabilir. Böyle bir durumda her bir bölge, farklı bir kurumsal ağın içerisinde yer alır.

Merkezi izleme ve faturalandırma birimi sayaçları okurken, sayaçlardan aldığı tüketim verilerini toplar ve ilgili grup sayacının toplam endeks verisi ile kıyaslar. Eğer grup içerisindeki sayaçların tüketim endeksleri toplamı, grup ana sayacının tüketim endeksinden daha az ise bu grupta kaçak olduğu anlaşılır ve bölgeye ekipler yönlendirilir.

Web-arayüzü sayesinde kullanıcılar son okuma tarihindeki güncel fatura bilgilerine ulaşabilir, hatta abone web üzerinden sayacı için özel okuma isteği yapıp anlık tüketim verisini de öğrenebilir.

Ayrıca, yakın mesafeli sayaçlar tek bir modeme bağlanarak uzaktan okunabilir. Bu apartmanlarda, iş merkezlerinde ve organize sanayi bölgelerinde uygulanabilir çok önemli bir özelliktir. Bu tür bağlantılar sistemin maliyetini çok önemli bir oranda düşürmektedir. Şekil 5.3'te bu duruma örnek bir bağlantı gösterilmiştir [31].



Şekil 5.3 Çok Sayıda Sayacın Aynı GPRS Modem ile Uzaktan Okunması

## 5.2 Donanım Özellikleri

Sistem temel anlamda üç farklı donanımdan oluşur. Bunlar; sayaç, modem ve kontrol merkezidir.

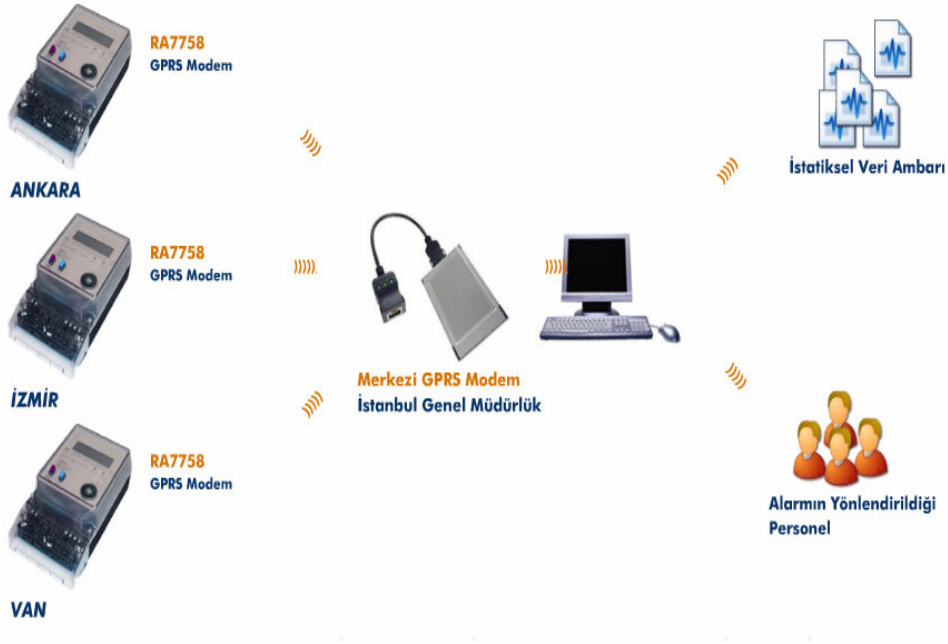
İlk donanım elemanı sayaçtır. GPRS modem ile kablosuz uzaktan sayaç okuma için öncelikle optik port, RS232 ve RS485 seri portlu elektronik sayaçlara gereksinim vardır. Tüm elektronik sayaçlar optik portlu olarak üretilirken, bazı firmalar ürettiği sayaçlarda RS232 ve RS485 portlarını opsiyonel olarak sunmakta, bazı firmalar ise tüm sayaçlarını RS232 ve RS485 portlu olarak üretmektedirler. Bu portlar sayaçın dış ortam ile haberleşmesini sağlamaktadırlar.

İkinci donanım elemanı modemdir. Sayaçın mikroişlemcisinin kaydettiği tüm veriler seri haberleşme portlarına bağlanan modemler aracılığı ile uzak bir noktaya iletilmektedir. GSM şebekesinin çektiği her yerden internete ulaşma imkanı sağlandığından kablosuz iletişim uygulamalarında GSM/GPRS modemler ön plana çıkmaktadırlar. Sistemde kullanılan modemler GPRS modemlerdir ve sayaç bilgilerinin, okuma merkezi tarafından toplanmasını mümkün kılarlar.

Modem bir kontrol kartının üzerinde yer alır, bu kontrol kartı RS232 ve RS485 haberleşme arayüzlerini desteklemektedir. Ayrıca kontrol kartı üzerinde optik okumayı da mümkün kılan optik port bağlantısı da bulunmaktadır.

Üçüncü donanım ise izleme ve faturalandırma merkezindeki modem ve bilgisayardır. Modem sayaç endeks bilgilerini, yasadışı müdahaleleri ve abonelik bilgilerini sistemdeki sayaçlara ait diğer modemlerden toplar ve bu verileri bir bilgisayara aktarır. Bu modem bir GPRS modem olabileceği gibi bir ethernet bağlantısı da olabilir. Merkez bilgisayarında tutulan veri tabanı, toplanan veriler ile sürekli olarak güncellenir. Bu bilgisayar üzerinde çalışan izleme ve faturalandırma programı ise verileri değerlendirip sistem takibini, kaçak durumunu, yasadışı müdahale ihbarlarını ve faturalandırma işlemini yapar.

Abonelerin internet üzerinden fatura bilgilerine ulaşmaları için web sunucu üzerinde çalışan bir uygulama yürütülür. Şekil 5.4'te sistemin blok şeması sunulmuştur [36].



Şekil 5.4 GPRS Modem İle OSO Sistemi Blok Şeması

Uzaktan okuma ve kontrol amaçlı geliştirilen veri iletişim ve izleme sistemleri, hem donanım altyapısı hem de yazılım çözümü ile birlikte gelen bir telemetri-scada uygulamasıdır. Burada üç önemli husus bulunmaktadır. Birincisi uzaktan okunacak sayacın seri haberleşme portundaki bilginin içeriğinin ne olduğudur. İkincisi ise bu bilginin içeriğine göre asgari maliyetle bilginin ne ile ne kadar uzağa iletileceğidir. Üçüncüsü ise iletilen bilginin nasıl değerlendirileceğidir.

Gerek yurtiçinde üretilen gerekse yurtdışından ithal edilen sayaçlar piyasada kullanıma geçmeden önce TEDAŞ'ın 'Tip Sistem Onayını' almaları gerekmektedir. Tip Sistem Onayını alabilmek için ilgili yönetmeliklerde belirtilen asgari şartların yerine getirilmesi gerekmektedir. Söz konusu asgari şartlar kapsamında; sayaç okuma, tarife ve yük denetimi için veri değişimi işlemlerinin nasıl gerçekleştirileceği EN 62056-21 protokolünde açıklanmıştır. Sayaçlarla haberleşmenin temel altyapısını oluşturan bu protokolün iyi bilinmesi gereklidir.

Uzaktan sayaç okuma işlevinin ana elemanı modemdir. Çünkü GPRS'ten komut göndererek sayacı kullanmak ve seri porttan gelen dataları GPRS vasıtası ile ayarlanmış bir IP noktasında, ayarlanmış TCP/IP portunda görebilme imkanı modem tarafından sağlanmaktadır. Bu modem; GPRS tarifelerinin paket başına olması sebebiyle haberleşme maliyetlerini düşürmektedir.

Sistem tasarımında önemli etkenlerden biri de sayaç ve verici/alıcı modemin birbiriyle uyumlu olarak çalışabilmesidir. Çünkü TEDAŞ'ın belirlemiş olduğu asgari şartlara rağmen hala piyasada birbirlerinden farklı özelliklerde sayaçlar bulunmaktadır. Bu da tasarlanan sistemde sayaç marka ve özelliklerine göre sistem değişikliğine gitmek ve ilave maliyet demektir. Ayrıca RF ve GPRS modem gibi kablosuz veri iletimini sağlayan cihazlar genelde yurtdışından ithal edilmekte olup bu cihazlar direk sayaç uygulamaları için üretilmemektedir. Aynı zamanda yurt dışında üretilen sayaçların özellikleri TEDAŞ'ın tip sistem onayında belirlenen özelliklerden farklılıklar içerdiğinden ülkemizde kullanılması zordur. Bu nedenle yurt dışından ithal edilen modemlerin kullanımı hem zor hem de pahalıdır.

Yukarıda anlatılan bilgiler eşliğinde, aldığı ve gönderdiği verilere müdahale etmeden, onların üzerinde işlem yapmadan ve değiştirmeden gönderen özellikte bir GPRS modem seçilmesi gereklidir. Bu modem, ucuna bağlayacağımız sayacın haberleşme protokolü ve sayaçla haberleşmek isteyen yazılımın haberleşme protokolü ile aynı kriterlere sahip olmalıdır. Ya da farklı marka sayaçlar için aktarabileceği verinin özellikleri sonradan değiştirilebilmelidir. Bu sebeple sadece elektrik sayaçları için geliştirilmiş olan Şekil 5.5'te gösterilen RA7758 GPRS modem bu tez çalışmasında kullanılacaktır.



Şekil 5.5 RA7758 GPRS Modem

RA7758, TEDAŞ veya EPDK uyumlu IEC 61107 standardını destekleyen sayaç markasından bağımsız olarak herhangi bir sayacın 900 / 1800 / 1900 MHZ' de GSM veya GPRS üzerinden kablosuz olarak uzaktan okunmasını sağlayan bir modemdir.

RA7758, enerji hattına bağlı olan sayaçları projenin mevcut durumuna göre enerji hattı (PLC), RS485, RS232 ya da optik port vasıtasıyla okuyarak kurulum maliyetlerini olabildiğince düşük seviyelere çeker.

RA7758 ile aralarındaki mesafe 800 metreyi geçmeyen, RS485 seri haberleşme ünitesi çıkışı olan maksimum 35 sayaç uzaktan okunabilmektedir. Elbette bu durumda kablo maliyeti ortaya çıkacaktır. Yine de bu durum PLC'ye göre daha az maliyetli bir çözümdür. PLC ya da RS485 altyapısı olmayan sayaçlarda RS232 ya da optik port bağlantısı ile bilgiler okunarak sunucuya aktarılır. Fakat her sayaca bir modem olduğu için üstteki metotlara göre daha maliyetli bir çözümdür.



RA7758 yük profili, akım profili, gerilim profili ve demant profili bilgilerini kullanıcının talebi doğrultusunda aktif ya da pasif ederek gereksiz veri alışverişi ve sistemin hantallaşmasını engeller. Klemens kapak bilgileri, gövde kapak bilgileri, akım ve gerilim uyarıları bilgileri sadece gerektiğinde transfer edilerek iletişim optimizasyonu sağlanır.

RA7758; sistem üzerine bağlı sayaçların programlanabilen datalarını okuma imkanı tanır. Bu sayede sayacın tarife bilgileri, tarih-saat bilgileri, demant periyodu gibi bilgiler sistem tarafından sorgulanarak sayacın ve sistemin sağlıklı çalıştığı kontrol altına alınmış olur.

RA7758 GPRS modemin; uzaktan okunması ve programlanması için geliştirilmiş bir konfigürasyon ve analiz yazılımı bulunmaktadır. Bu yazılım; RA7758 GPRS modeme hem tüm marka sayaçlar için kullanabilme hem de sayaç okuma dışındaki uygulamalarda kullanabilme özelliği kazandırmaktadır. Olay ve GSM kayıtları; haberleşmeyle ilgili sorunların tespiti ile analizini kolay ve hızlı biçimde yaparak zaman ve paradan tasarruf sağlamaktadır. RA7758 modemlerin parametrelerini yazılımı sayesinde uzaktan da okuyabilir ve değiştirebiliriz.

Merkezi sistem ise şu birimlerden oluşur:

- Arayüz
- Veri Bağlaşım Sunucusu
- Yönetim Uygulamaları Ağı (olmayabilir)
- Müşteri bilgileri, faturalama, sayaç dökümü, müşteri hizmetleri, alarm uygulamaları vb.)
- Yardımcı serverler (internet, GSM mesajı, vb),
- Coğrafi İzleme Sistemi Uygulamaları (diğer uygulamalarla bağlantılı olarak)
- Güç kalitesinin izlenmesi
- Enerji dağıtım şebekesinin izlenmesi, kaçak kullanım ve kayıpların izlenmesi
- Otomatik raporlama
- İsteğe bağlı diğer uygulamalar

Arayüz ağı ve veri bağlaşım sunucusu uygulamaları otomatik sayaç okuma sistemlerinde büyük önem taşır. Arayüzün esas işlevi veri gönderip almak, ilgili haberleşme portu ve modemlerden veri akışını sağlamaktır. Sunucu ise veri trafiğini yöneten, protokol dönüştüren, basit şebeke yönetim işlevlerini yerine getiren, sakla ve yönlendir fonksiyonuyla sağlıklı haberleşme yapılmasını sağlayan, veri paketlerini ilgili noktalara yönlendiren gerçek zamanlı bir uygulamadır.

Sistem Konfigürasyonu:

- İşletim Sistemi: Windows 2000 Server (SP4) olup diğer işletim sistemleri için de geliştirilebilir.
- PC-uyumlu Sunucu Bilgisayar (INTEL veya AMD), en az 2 GHz saat hızı
- RAM: en az 1 GByte bellek
- Sabit Disk: en az 10 GB boş alan
- Ağ bağlantısı: İnternet bağlantısı veya GPRS ağına doğrudan bağlantı veya Intranet

### 5.3 Yazılım Özellikleri

Önerilen sistemde kontrol kartındaki gömülü yazılım, izleme faturalandırma merkezindeki görsel kullanıcı ve web ara yüzü olmak üzere üç farklı yazılım bulunur. Web ara yüzü ve izleme ve faturalandırma merkezindeki kullanıcı görsel arayüzü aynı veri tabanını ortak kullanır.

Kontrol kartındaki gömülü yazılım, sayaçlardaki mevcut haberleşme kanallarından sayaç verilerinin alınıp, GPRS modem üzerinden merkeze bildirilmesinden sorumludur. Bu yazılım bir mikrodenetleyici üzerinde çalıştırılır.

Sistemde kullanılan yazılım sayesinde sistem üzerinde istenilen periyotlarda çalışan sınırsız sayıda çizelge oluşturmak mümkündür. Sayaçlardan anlık olarak da alınabilen tüm verilerin (kW, kWh, kVaR, P, vb) yanı sıra faturalama bilgileri, yük profilleri, veritabanı yedekleme, sayaç programlama, dışarıya dosya aktarma ya da dışardan bilgi alma için de ayrı çizelgeler oluşturmak mümkündür. Detaylı

kayıt günlüğü sayesinde sayaçların okuma durumları, verdikleri hata ya da durum kodları da alarm değerleri olarak kaydedilmektedir.

Sistemin RS232/485, Pulse, CL gibi çıkışları olan farklı hizmet sayaçlarından (elektrik, su, doğalgaz) alınan bilgiler için ayrı yük profilleri oluşturabilmesi ile de çoklu hizmet (multi-utility) sağlayıcılarının ihtiyaçlarını tek bir çözümle karşılar. Bilindiği gibi OSO sistemlerinde son yıllarda internet kullanımı maliyet kalemlerini düşürmesi açısından oldukça yaygınlaşmıştır. En az değer ölçüm (Least Cost Metering- LCM) modülü, birden fazla sayaç verilerinin (faturalama, yazmaç verisi, yük profili vb.) özel sıkıştırılmış düzende FTP protokolü aracılığıyla sayaçtan-merkeze gönderilmesini sağlayarak iletişim maliyetini mevcut sistemlere göre 10 kat kadar düşürür. 5 dakikaya kadar inebilen okumalarla alınan günlük/aylık/yıllık yük profilleri, kapasite planlamalarının daha hızlı yapılmasını ve dolayısıyla hızlı karar alınmasını sağlar. Böylelikle kaçak kullanım vb. gibi durumların da raporlamasına yardımcı olur.

#### Yazılımın Genel Özellikleri:

- Kolay kullanım, kullanıcı dostu arabirim
- Esnek çizelge oluşturma
- Farklı formatlarda (XML, LPEXv2.0 vb) dışa dosya aktarımı
- LCM ile sayaç okuma haberleşme maliyetlerini 10 kata kadar düşürme
- Markadan bağımsız haberleşme özellikli tüm sayaçları okuyabilme
- Çoklu hizmet (multi-utility) yönetimi
- Mevcut sayaç-modem şeklinde çalışan OSO sistemleriyle uyumlu
- Geleceğe yönelik Dijital İmza, Evrensel Mobil İletişim Sistemi gibi yeni teknolojileri destekleme
- Yük profili grafik ve raporlama araçları

Şekil 5.6'daki görsel kullanıcı arayüzü içerisinde veri tabanı yönetimi, sayaç verilerinin değerlendirildiği ve okumanın yönetildiği kontrol kodları yer alır. Web arayüzünde ise veri tabanındaki bilgilerin internet ortamından abonelere ulaştırılmasını sağlayan bir uygulama yürütülür.

FABRİKASYON BİLGİLERİ	
Sayaç Seri No:	00009881
Üretim Tarihi:	16-07-2004
Kalibrasyon Tarihi:	16-07-2004
Sayaç ID:	SP_REV13II

AKTİF ENERJİ BİLGİLERİ	
Kümülatif Aktif Enerji	00000.140 kWh
Tarife 1	00000.140 kWh
Tarife 2	00000.000 kWh
Tarife 3	00000.000 kWh
Tarife 4	00000.000 kWh

Şekil 5.6 Kullanıcı Arayüz Örneği

Sayaç verileri, izleme ve faturalandırma sistemine “http portu” yani “80 nolu port” üzerinden gönderilir. Protokol olarak http üzerinde SOAP/XML kullanılır. Her bir sayacın okunmasında yaklaşık 500 Byte’lık veri transferi yapılır [37].

Web sunucusu üzerinde birçok web servisi çalışır, bu servisler sayaçlardan gelen bilgilerin veri tabanına yazılması veya veri tabanından modemlere bilgi gönderilmesi için kullanılır.

Kaçak veya yasadışı müdahale durumunda ilgili ekipler e-mail veya SMS ile bilgilendirilip yasadışı kullanım bölgesine yönlendirilebilir. Bu sayede görevli ekipler bölgelere çok kısa bir sürede müdahale edebilirler.

## OTOMATİK SAYAÇ OKUMA SİSTEMİ

SEMT  
DANISMENT MAH

ABONE

2233434821E  
5823686839E  
1200432838D  
4568788991F  
5448763541D  
2317878132Y  
2325433154T  
1212325623R  
2343278685G  
4565667893D  
2343879455F  
2316784355F  
8434853432R  
2135676674K  
24272000000

KAPAT

**VERİ KONTROL**

SERİ\_NO  
0325487621E

SERİ_NO	URETİCİ_FİRMA
0325487621E	ÖZK
ÖNCEKI_ENDEKS	SINIFI
00000000978.000 Kwh	0,5
TOPLAM_ENDEKS	GÜÇ
00000001028.000 Kwh	AKTİF
FARK ENDEKS	MODELI
60.000 Kwh	MONO
ABONE TÜRÜ	KONTÖR
STANDART	

### ENERJİ ANALİZ

**SEMT TOPLAM TÜKENEN ENERJİ**  
12128.111 Kwh

**ABONE\_SAYISI**  
2342

**ÜCRETSİZ ENERJİ KURUM SAYISI**  
15

**ANA ŞALTER MERKEZİ**  
ARASMARKET yanı

ADI	SOYADI
DENİZ	AKCALI
BABA_ADI	ADRES
RIZA	DANISMET GAZI MAH. HAYRET SOK. NO9.
TC_KİMLİK_NO	
30354998402	

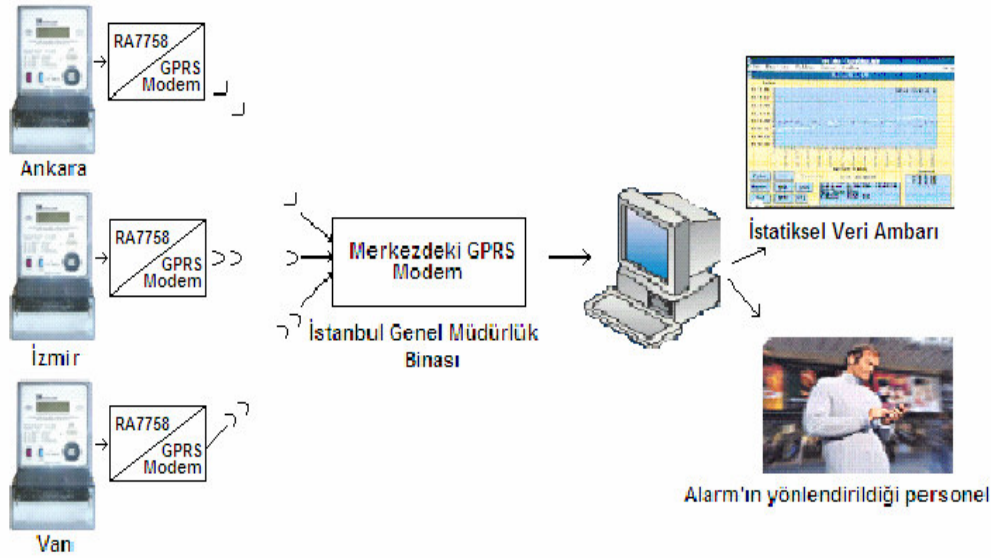
Şekil 5.7 Program Okuma Ara Yüzü

Şekil 5.7’de geliştirilen yazılımın okuma arayüzü görülmektedir [19]. Sayaçtan okunan tüm bilgiler tek bir ara yüzde toplanmıştır.

#### 5.4 Sistemin Çalışması

Şekil 5.8’de verilen sistemde ilk iş sayaçtan bilgilerin alınmasıdır. Modem ile sayaç haberleşmesinde, arabirim olarak optik port veya RS485 seri portu kullanılmıştır [36].

Sayaçların RS485 bağlantısı iki telli bus haberleşme hattı üzerinden sağlanır. Aynı RS485 bus haberleşme hattı üzerinde en çok 32 adet cihaz bulunabilir. Sadece seri bus yapısı desteklenmektedir. Bus bağlantısı olmadan 5 metreden uzun hatlar kullanılmamalıdır.



Şekil 5.8 RA7758 GPRS Modem İle OSO Sistemi

Bus hattının, hattın en başında ve en sonunda (en uzak sayacın bulunduğu noktada) sonlandırma direnci ile sonlandırılması gerekmektedir. Bus hattının sonlandırılması için gerekli olan direnç değeri  $Z=100\Omega$ 'dur. GPRS modem içerisinde RT+ ve RT- terminalleri arasında standart olarak  $100\Omega$ 'luk direnç bulunmaktadır. İzin verilen en uzun mesafe 1000 metredir. Bus haberleşme hattı üzerinde sinyal zayıflaması var ise veya 1000 metreden daha uzak mesafelerdeki sayaçları aynı RS485 hattına bağlamak istenir ise, bus hattında yeteri sayıda RS485 tekrarlayıcı cihazı yıldız veya ağaç bağlantı şeklinde kullanılmalıdır. Haberleşme hattına bağlı olan cihazlar uygun RC devreler kullanılarak hat üzerinde meydana gelebilecek gerilim darbelerine karşı korunmalıdır. Arayüz, besleme bağlantılarından izole edilmiştir.

Sayaç, modem, bilgisayar veya endeksör cihazı arasında haberleşme; uluslararası bir standart olan EN 62056-21 (eski IEC 61107) standardı ile gerçekleştirilir. Bu standardın A,B,C,D ve E olmak üzere beş kipi vardır. D kipi hariç diğer kiplerde veri iletimi çift yönlüdür. Sayaçlar için C kipi istenilmektedir [38]. C protokol kipi, baud hızı değişimli iki yönlü veri değişimini destekler ve artırılmış güvenlik ve üreticiye-özel kipleriyle veri okunmasına ve programlamaya imkan sağlar. C Protokol kipi için diyagramı Ek-5'te verilmiştir.

Sayaçla modemin haberleşmesi için öncelikle sayacın protokol kipi (C), kimlik mesajı ile modeme tanıtılır. Bunun için modemden sayaca 300 baudda Şekil 5.9'da gösterilen bir istek mesajı gönderilir. Burada cihaz adresi serbestçe seçilebilmektedir. Sayaç adresi kısmında bir adres gönderilirse, sadece o adrese sahip sayaç bu isteğe cevap verir. Bu kısım boş olarak gönderilirse, tüm sayaçlar bu isteğe cevap olarak kimlik (Identy) bilgilerini gönderirler.

/	?	Cihaz adresleri	!	CR	LF
1)	9)	22)	2)	3)	3)

Şekil 5.9 Modemden Sayaca Gönderilen İstek Mesajı

Sayacın bu mesaja cevabı Şekil 5.10'da gösterilmiştir. Burada 23. ve 24. alanlar isteğe bağlıdır ve bunlar 14. alanın parçalarıdır. Bu işlem kimlik tanıma işlemi olarak adlandırılır. 3 baytlık (XXX) işareti firma bayrağıdır. Z baytının değerine bağlı olarak protokol data-readout veya programming moduna geçer.

/	X	X	X	Z	\	W	Tanımlayıcı	CR	LF
1)	12)	12)	12)	13)	23)	24)	14)	3)	3)

Şekil 5.10 Sayacın İstek Mesajına Cevabı

Sayaçtan gelen kimlik bilgisini doğrulamak amacıyla, sayaca Şekil 5.11'de gösterilen biçimde doğrulama mesajı gönderilir. Bu aynı zamanda ileri düzeyde iletişime geçişin onaylanması talebidir.

STX	Veri bloğu	!	CR	LF	ETX	BCC
5)	15)	2)	3)	3)	6)	8)

Şekil 5.11 Sayaca Gönderilen Doğrulama Mesajı

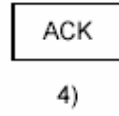
Modem ve sayaç arasında ileri düzeyde iletişimin başlangıcında; yukarıda belirtilen Z baytının değerine bağlı olarak sayacın haberleşme hızı 9600 bauda çıkar. Bu baud değerinde sayaçtan bilgiler modeme, bilgisayara veya endeksör cihazına aktarılır.

Veri aktarımında sayaçtaki bilgilerin normal karşılığı tam veri dizisi olarak Şekil 5.12’de gösterilen veri mesajı biçimindedir.

STX	Veri bloğu	!	CR	LF	ETX	BCC
5)	15)	2)	3)	3)	6)	8)

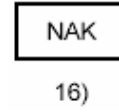
Şekil 5.12 Sayaçtaki Bilginin Veri Dizisi Karşılığı

Veri aktarımının gerçekleştirildiğine dair onay mesajı Şekil 5.13’de gösterilen biçimdedir.



Şekil 5.13 Veri Aktarımı Onay Mesajı

İşlemin döngü biçiminde tekrarlanması isteneceğinden Şekil 5.14’te gösterilen tekrar-istek mesajı gönderilerek, işlem tekrarlanır.



Şekil 5.14 Tekrar İstek Mesajı

Ek-6’da C protokol kipi için akış şeması gösterilmiştir. W (yazma) ACK, NAK veya hata mesajı tarafından izlenir. R (okuma) veri mesajı, NAK veya cevap olarak gelen hata mesajı tarafından izlenir. Sonlandırma, SOH B0 ETX BCC (NAK cevabı olmadan) ardından veya zaman aşımında gerçekleşir [38].

Kimlik mesajının iletilmesinden sonra sayaç modemden bilgi/isteğe bağlı seçim mesajı bekler. Beklenen veri okuma, programlama kipine geçiş veya üreticiye-özel işleme geçiş isteği olabilir.

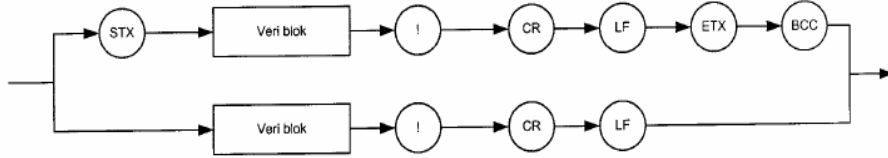
ACK 0 Z 0 CR LF durumunda sayaç, Şekil 5.15’de (“Söz dizim” diyagramları – Okuma kipi – Veri mesajı”) tanımlanmış biçimdeki, şekli önceden tanımlı veri



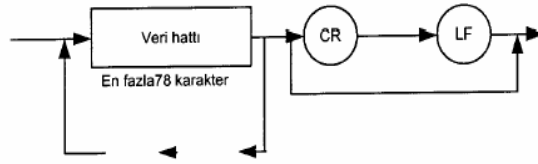
takımına yanıt verir. Veri takımı, bu anlamda veri okumak için tasarlanmamış bu tip sayaçlarda boş olabilir [38].

Data mesajı:

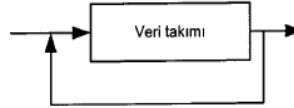
Veri mesajı:



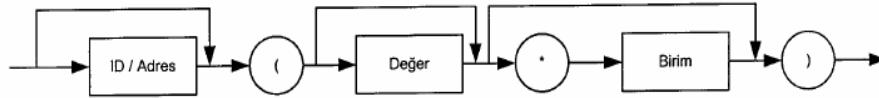
Veri bloğu:



Veri hattı:



Veri takımı:



Şekil 5.15 Söz Dizimi Diyagramı – Okuma Kipi

ACK 0 Z 1 CR LF durumunda sayaç, programlama kipine geçer. Sonraki iletişim; bilgi/isteğe bağlı seçim mesajındaki “Z” karakteri 0 ise 300 baudda (başlangıç baud hızı) gerçekleşir.

İletişim, Z karakteri kimlik cevabında ve bilgi/isteğe bağlı seçim mesajında aynı ise sadece Z bauduna değişir. Bilgi/isteğe bağlı seçim mesaj tutarsız veya tarife cihazı tarafından hatalı olarak algılanırsa, iletişim veri okuma kipinde 300 baudda gerçekleşir. Programlamaya geçilmez ve mesajda Z karakteri 0 olarak görülür. Şekil 5.16 programlama kipine geçişin kabulü, Şekil 5.17’de ise programlama kipine geçişin reddi gösterilmiştir [38].

Veri iletimi, sayaç tarafından veri mesajının iletilmesinden sonra tamamlanır. Bilgi sinyali şart değildir. Modem, iletim başarısızlığa uğrarsa, iletim için yeniden talep mesajı gönderebilir.

Bir mesajın alınması ile cevabın iletilmesi arasındaki zaman;

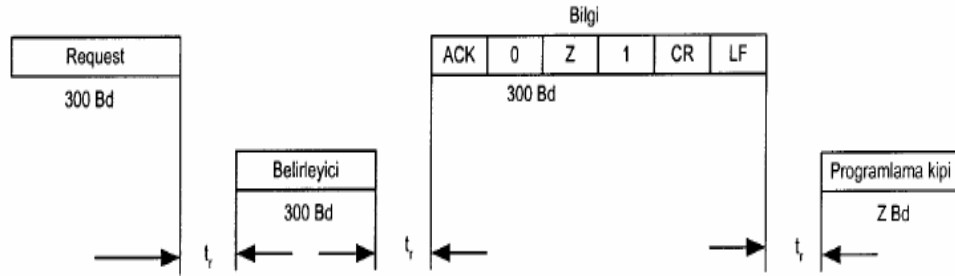
$$(20 \text{ ms}) 200 \text{ ms} \leq t_r \leq 1500 \text{ ms} \text{ 'dir.}$$

Cevap alınmışsa; kimlik mesajının iletiminden sonra iletimin devam etmesinden önce iletim teçhizatının bekleme zamanı;

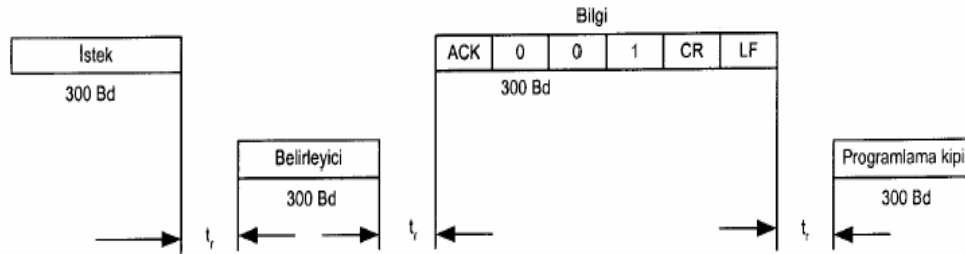
$$1500 \text{ ms} < t_t \leq 2200 \text{ ms} \text{ 'dir}$$

Bir karakter dizisindeki iki karakter arasındaki zaman :

$$t_a < 1500 \text{ ms} \text{ 'dir.}$$



Şekil 5.16 Önerilen Baud Hızında Programlama Kipine Geçişin Kabulü



Şekil 5.17 Önerilen Baud Hızında Programlama Kipine Geçişin Reddi.

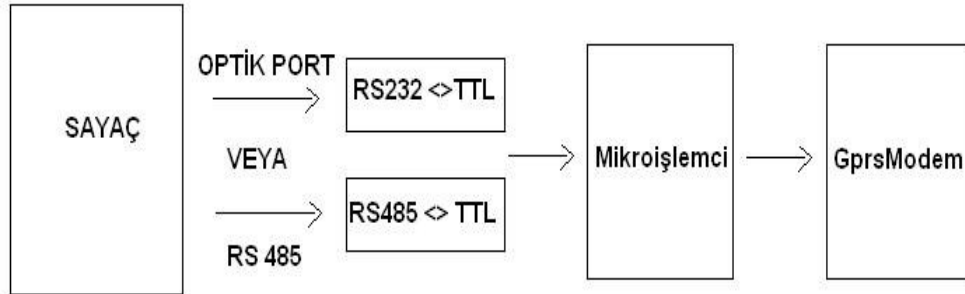
Sayaca erişimin kısıtlanması için değişik güvenlik seviyeleri tanımlanmıştır. Erişimin gerçekleşmesi için sadece bu protokol bilgisi gereklidir. Girişin doğru yapılması için bir ya da daha fazla parola gereklidir. Erişimin gerçekleşmesi için gizli bir algoritmaya sahip bir tuş veya veri kombinasyonu gereklidir. İletişimin

devam etmesine izin verilmesinden önce geçici bir bağlantı veya devre anahtarı gibi fiziksel bir değişikliği sağlayacak sayaca fiziksel giriş gerektirir.

İletilecek bilgi tek yönlü (half-duplex), asenkron seri bit (1 başlangıç biti, 7 veri biti, 1 denklik biti, 1 dur biti) (Başlangıç–Dur) yapısında olmalıdır. Veri iletiminin hızı 300 baud’da başlamalıdır. Standard baud hızı (baud rate) ise 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 olarak bilinmektedir.

Ek-7’de programın algoritması görülmektedir. Algoritmada ilk olarak port kontrolü yapılmaktadır. Eğer port açık değilse, program ekrana hata mesajı verir. İkinci olarak, IEC1107 protokolünün Programlama modu ile Data Read-out modlarında hangisinde işlem yapılacağına göre mod kontrolü yapar. Burada kullanıcı sayaç okuma isteğinde bulunursa; yazılım Data Read-out moduna geçer. IEC1107 protokolüne göre haberleşme 300 baudda başlaması gerekmektedir. Bu nedenle portun baud rate kontrolü yapılır.

Request mesajı sayaca gönderilir. Sayaçtan kimlik bilginin gelmesi beklenir. Eğer sayaçtan 1500 ms içinde cevap gelmezse program time-out olur. Sayaç kimlik kontrolü yapılır. Sayacın identy bilgisi doğru ise; sayaca ACK gönderilir ve port 300 baud değerinden 9600 bauda geçer. Sayaçtan bilgiler 9600 baudda aktarılır.



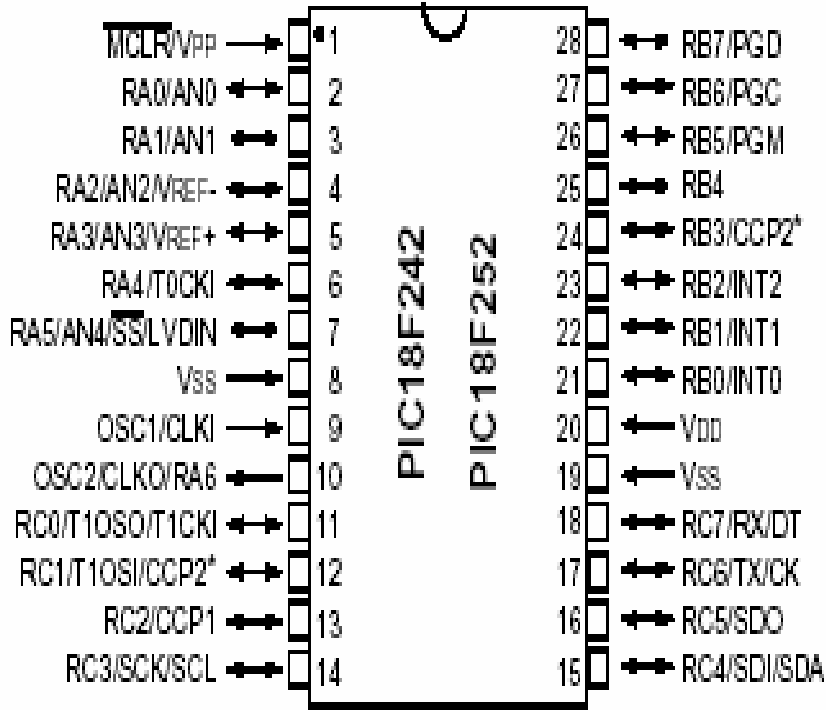
Şekil 5.18 RA7758 GPRS Modemin İç Yapısı ve Fonksiyon Şeması

GPRS modemin içyapısı ve çalışma prensibi Şekil 5.18’deki gibidir. Sayacın bilgileri IEC1107 standardına uygun olarak Optik Port (RS232) veya RS485 üzerinden mikroişlemci (PIC18F252) tarafından alınır. Bu bilgiler mikroişlemcinin haberleşme seviyesine (TTL) çevirmek için RS232<>TTL

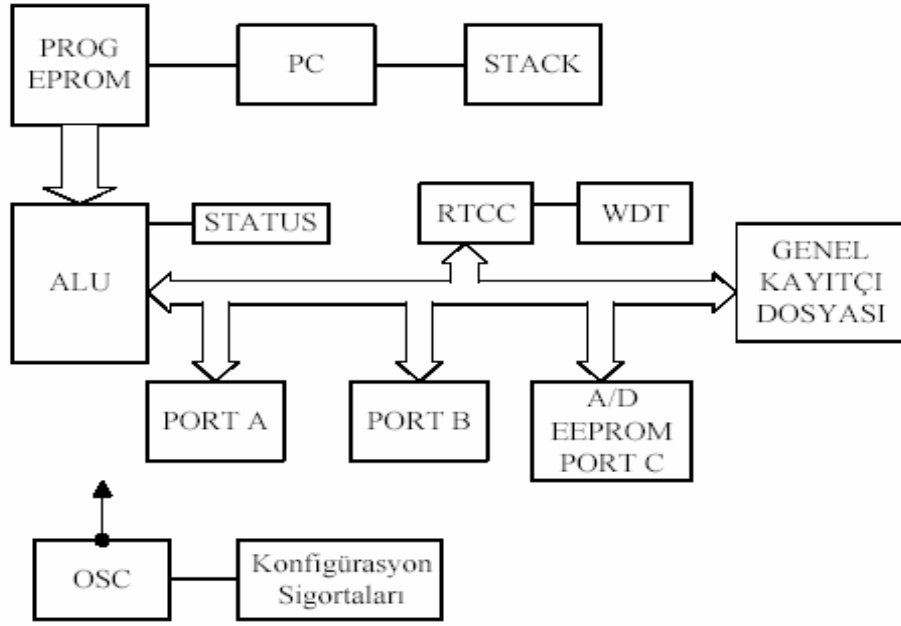
dönüştürücü (ICL232) veya RS485⇔TTL dönüştürücü (ST485) kullanılır. Böylelikle mikrodenetleyici sayaçla haberleşmeyi bitirdikten sonra tüm bilgileri bir paket haline getirerek GPRS modeme (G20) aktarır, bu modemde bilgileri belirlenen IP adresine gönderir.

GPRS ve mikrodenetleyici tek bir cihazda birleştirilmiş olup, sistemde Microchip firması tarafından üretilen 18F252 parça numaralı işlemci kullanılmıştır. Bu firma tarafından üretilen mikroişlemciler kısaca PIC (Peripheral Interface Controller-Çevresel Üniteleri Denetleyici Arabirim) olarak adlandırılmaktadır.

Şekil 5.19'da PIC18F252 mikrodenetleyicinin dış yapısı ve Şekil 5.20'de PIC programının akış şeması gösterilmiştir. Ek-8'de ise PIC18F252'nin blok diyagramı verilmiştir [39].



Şekil 5.19 PIC Dış Yapısı (Pin Diyagramı)

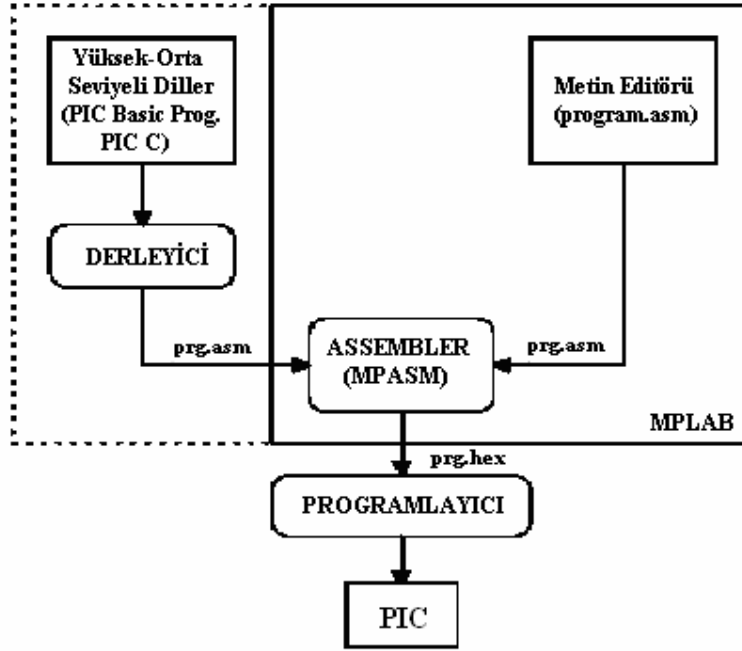


Şekil 5.20 PIC Programının Akış Şeması

PIC tarafından alınan sayaç bilgilerinin; PIC in haberleşme seviyesine dönüştürülmesi ve bilgilerin paket haline getirilerek GPRS modeme gönderilmesi Assembler program ile yapılmaktadır.

Assembler, bir metin editöründe assembly dili kurallarına göre yazılmış olan komutları PIC'in anlayabileceği hexadecimal kodlara çeviren (derleyen) bir programdır. Microchip firmasının hazırladığı MPASM bu işi yapan Assembler programıdır. PIC'in programlama adımları Şekil 5.21'de gösterilmiştir.

MPLAB kullanıldığında ayrıca bir editör kullanmaya gerek yoktur. Çünkü MPLAB'ın içinde hem bir text editörü hem de MPASM bulunmaktadır. MPASM assembler programının yazılan komutları doğru olarak algılayıp, PIC'in anlayabileceği hexadecimal kodlara dönüştürmesi için; komutların hangi PIC için yazıldığı, programın bellekteki hangi adresten başlayacağı, komutların ve etiketlerin neler olduğu ile program bitiş yeri bilgileri gereklidir.

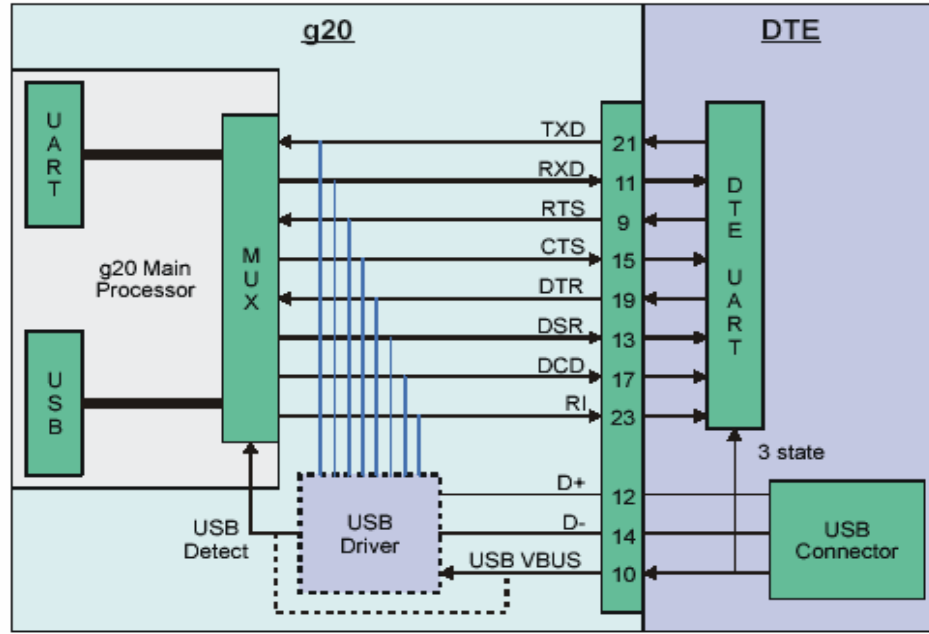


Şekil 5.21 PIC Programlama Adımları

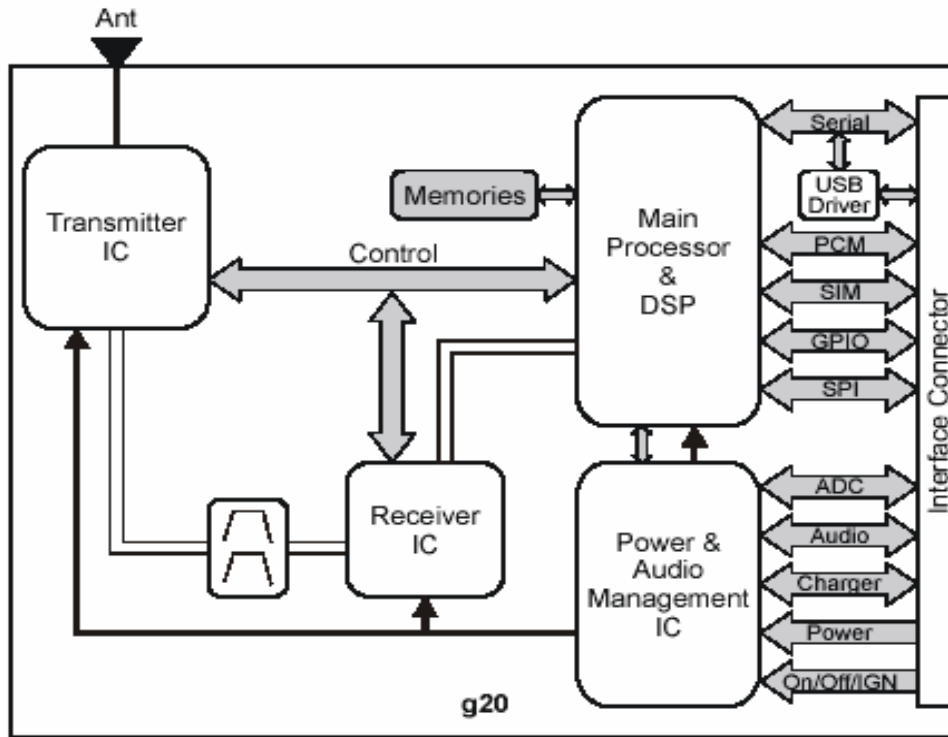
Sayaçtan alınarak programlanan bilgilerin GPRS modeme gönderilmeden önce mikrodenetleyicinin haberleşme seviyesine dönüştürülmesi gerekir. Bu işlem; RS232 kullanılıyorsa ICL232 (Intersil), RS485 kullanılıyorsa ST485 (ST) dönüştürücü ile yapılır. ST485'in pin yapısı ve blok diyagramı Ek-9'da [40], ICL232'nin pin yapısı ve fonksiyonel diyagramı ise Ek-10'da [41] gösterilmiştir.

Dönüştürme işlemi sonucunda mikroişlemci ile sayaç haberleşmeyi bitirmiş olup, sonra bilgiler PIC tarafından bir paket haline getirilerek GPRS modeme (G20) gönderilir. Dönüştürme işleminin RS232 kullanılarak gerçekleştiğini varsayırsa bu işleme ait bağlantı biçimi Şekil 5.22'de gösterilmiştir. Şekil 5.23'de ise Motorola firması tarafından üretilen G20 GPRS modemin blok diyagramı verilmiştir [42]. Şekilden de görüldüğü gibi modemin diğer cihazlarla bağlantısı arayüz bağdaştırıcı ile gerçekleşmektedir.

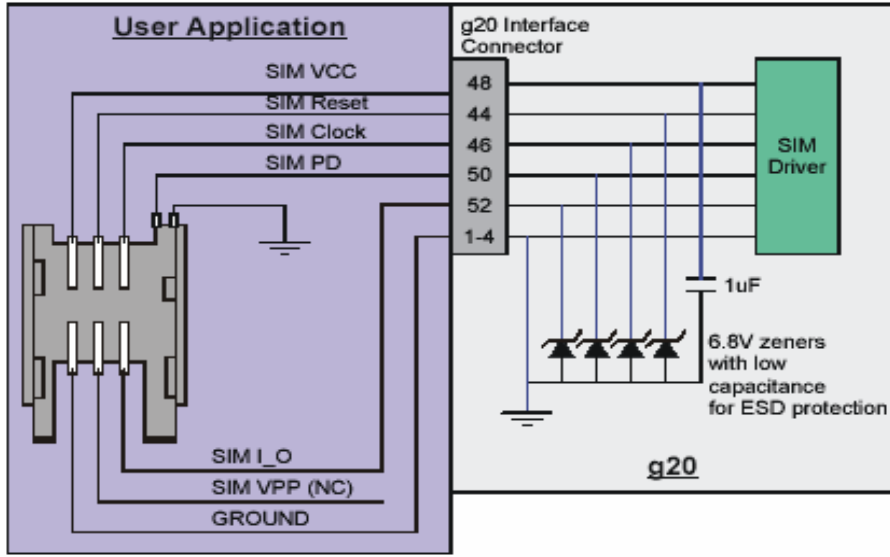
Modem; iletmesi için gönderilen verileri RS232 üzerinden okur ve özgün bir protokol çerçevesinde biçimlendirerek, SIM kart ile GSM şebekesi üzerinden hedef veri terminal cihazına (alıcı modeme) gönderir. Şekil 5.24'te modem ile SIM bağlantısı görülmektedir[42].



Şekil 5.22 GPRS Modemin RS232 Bağlantısı

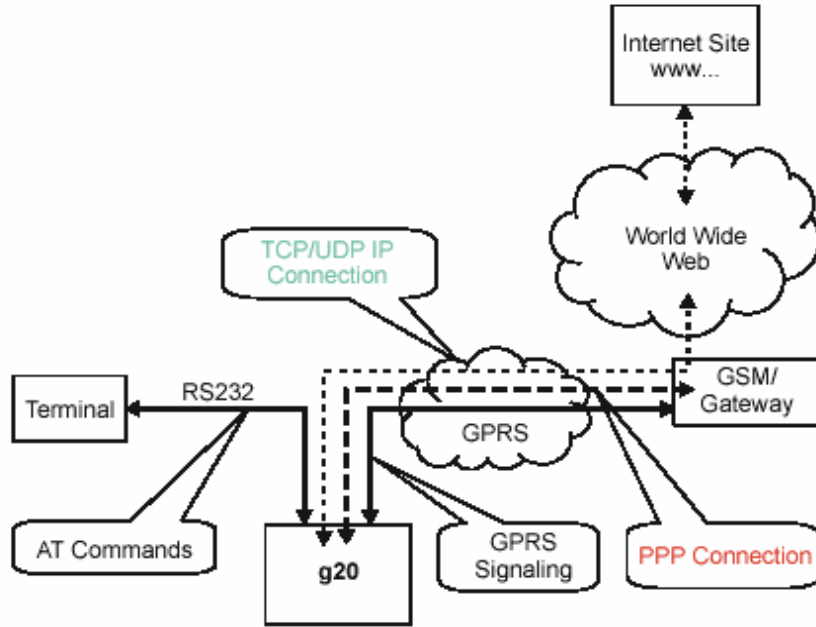


Şekil 5.23 GPRS Modem (Motorola-G20) Blok Diyagramı



Şekil 5.24 GPRS Modemin SIM Bağlantısı

Alıcı modem sunucuya bağlı modemdir. AT komutlarıyla belirlenen IP numarasına bilgiler gönderilir ve burada bulunan yazılım (C#,C Sharp) ile protokole dönüştürülmüş sayaç verileri web-arayüzü sayesinde bilgisayar ekranından görüntülenmektedir. Şekil 5.25’de veri aktarımın blok şeması görülmektedir [42].



Şekil 5.25 TCP/IP bağlantısı sistem görünüşü



GPRS modem tarafından protokolle gönderilen sayaç verilerini okumak için; herhangi bir bilgisayarda İnternet Explorer üzerinden ilgili IP adresi arattırıldığında web-arayüzünde kullanıcı adı ve şifre girilmesiyle sayaç verileri okunmaktadır. Sayaç bilgilerinin okunduğu web-arayüzü Şekil 5.26'da gösterilmiştir.

ID	Seri No	Tarih	Akıf (1.9.0)	Akıf T1 (1.9.1)	Akıf T2 (1.9.2)	Akıf T3 (1.9.3)	Reaktif	Kapasitif	PilDurumu	DemandDeğer	DemandTarih	HıameneTarih	HıameneAdet	GovdeDurumu
16	00267637	16.09.2006 23:48:53	1,348	1,348	0	0	0	0	True	0			0	16.09.2006 23:48:51
16	00267637	16.09.2006 23:25:47	1,348	1,348	0	0	0	0	True	3,540	14.08.2006 14:00:00		0	16.09.2006 23:28:08
14	00267637	16.09.2006 23:18:29	1,348	1,348	0	0	0	0	True	3,540	14.08.2006 14:00:00		0	16.09.2006 23:20:49

Şekil 5.26 Sayaç Endeks Bilgilerinin Web-Arayüzünden Okunması

Bu arayüzde; okunacak sayaçlara, raporlar/tüm kayıtlar-son kayıtlar-günlük kayıtlar menülerinden ulaşılmaktadır. Bu menülerde sunucuya bağlı sayaçların seri numaraları ve bölgesel adresleri sıralanmıştır. Listedeki ilgili sayaç seçildiğinde sayaca ait veriler ekranda gösterilmektedir.

Sistemde 80 nolu http portu kullanılır. Her okumada yaklaşık 500 Byte veri transferi yapılır. Web sunucusunda birçok servis çalışır. Sayaçlardan alınan bilgilerin veri tabanına aktarılması sağlanır. Veri tabanından yorumlanmış veriler ile sayaçlara ulaşılır. Yasadışı oynamalar durumunda SMS veya e-mail ile yetkililer uyarılır. İstatistiki bilgiler ve grafikler hem abone hem de sistem bazında oluşturulur, geleceğe ait tahminler yapılır. Kontrol kartı yasadışı oynamayı okuma

isteği olmadan merkeze gönderir. Kontrol kartındaki RTC her okumada sistem saati ile güncellenir. Sayaç seri numarasının bir fonksiyonu olan şifre okuma esnasında gönderilir, şifreler doğrulanarak okuma yapılır. Böylece sayaçlara yetkisiz ulaşmayı engellemek için şifre koruması bulunur. Modem arandığında doğru şifre girilmezse; sayaç bilgilerinin okunmasına izin vermez. Modemin parametrelendirilmesi için ayrı bir şifre bulunur.

#### İleri Teknolojinin Sağladığı Üstün Özellikler

- Her marka sayaç ve sayaç okuma sistemi ve bütün haberleşme protokollerine uygundur. Bu sayede; sayaç ve sayaç otomasyonu vb. yazılım tedarikçisine bağımlı olmadan kullandığımız ürünleri özgürce belirleyip değiştirebilirsiniz.
- Tüm GSM operatörleri ve SIM kartlarına uyumludur. Tek bir GSM operatörüne bağı kalmanız gerekmez, farklı operatörlere ait SIM kartları aynı sistemde kullanılabilir.
- Tesisinizde kurulu bir yazılım varsa mevcut yazılımda değişiklik veya güncelleme gerektirmez. Kurulumu gerek teknik gerekse ekonomik açıdan çok kolaydır. Daha önce teknik olarak mümkün olmayan veya maliyeti yüzünden tercih edilmeyen M2M uygulamaları bu sayede gerçekleştirilebilir.
- İnternet ve GPRS haberleşme imkanı bulunmayan Kontrol Merkezi Sistemleri ile kullanılabilir.
- 5.000 adete kadar birim veya ölçü noktası, kontrol merkezi ile veya birbirleri ile paralel olarak haberleşebilir.
- Dial-up veya Leased-Line haberleşme yapısına uyumludur.
- Sistemdeki veri şifreleme özelliği sayesinde internet üzerinden güvenli veri transferi sağlar.

- Haberleşilen birimlerde veya ölçü noktalarında dinamik IP adresi kullanılmasını destekler. Statik IP satın alınması zorunlu değildir.
- Verileri istenilen sıklıkta okunabilir.
- Okuma için telefon bağlantısına ihtiyaç duymaz, internete erişim yeterlidir.
- Yazılımın çalıştığı bilgisayarda internet bağlantısı varsa GPRS bağlantısı gerekmediği için GPRS haberleşme maliyeti yarı yarıya azalır.
- Merkezden okuma işlemlerini anlık olarak izleyebilirsiniz.
- Sisteme uzaktan yönetim, izleme ve bakım yapılabilir.
- İstendiğinizde GPRS yerine aynı sistemle GSM üzerinden de cihazlarınızı okuyabilirsiniz.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 6.1 Sonuçlar

- OSO uygulamaları; işletme maliyetlerini düşürür. Normalde bir ya da birçok elemanın yapması gereken rutin işleri otomatikleştirir.
- OSO uygulamaları kazanç kaynağıdır. Herhangi bir personelden bilgi almakla kıyaslandığında bu sistemler hem daha süratlidir hem de daha güncel ve kesin bilgileri sunma imkanı vardır. Ayrıca 24 saat boyunca hizmettedir.
- OSO uygulamaları sayesinde; bilginin erişimi ve dağıtımı konularında karşılaşılan hatalar ve tutarsızlıklar, kontrol edilebilir ortamda asgari düzeye indirgenebilmektedir.
- OSO kaçakla mücadelede en etkili yöntemdir.
- OSO ile müşterilerin sayaçlarının olduğu yere gitme zorunluluğu ortadan kalkacak ve böylece masraflar azaltılmış olacaktır. Faturalandırma daha kolay ve daha şeffaf olacaktır. Ücretlendirme daha esnek yapılabilecektir. Müşteriler faturalarını daha hızlı ödeyebilecektir, nerede olduğu fark etmeksizin her sayaç için ölçüm yapılabilecektir.
- Kolay, hızlı ve güvenilir sayaç okuma, zamandan tasarruf, uzaktan sayaç açma ve kapatma, sayaçların kurcalanmasına karşın raporlama bilgileri, acil bağlantı isteklerinin daha hızlı yönlendirilmesi, mevcut planlara anında ulaşım, işletim giderlerinin azaltılması, güvenli veri iletişimi, gerçek zamanlı enerji planlaması için altyapı kolaylıkları sağlamaktadır.
- Tüm iş mesajlarını, sistem mesajlarını, haberleşme mesajlarını veri tabanında saklar. Hangi kullanıcının ne zaman sisteme giriş veya çıkış yaptığı ile hangi değişiklikleri yaptığı kaydedilmektedir. Sistemdeki herhangi bir cihaz ile haberleşme sırasındaki başarı yüzdesi, değiştirilen iş emirleri, yeni tanımlanan tüketici veya sayaç noktaları, tarife değişiklikleri vb. gibi sistemde yapılan tüm

işlemler ve gerçekleşen olaylar geçmişe dönük olarak tarih ve saati ile birlikte kaydedilir.

- Sistem kullanıcıların her sayaç noktası için ayrı ayrı veya tüm sayaç tipleri için genel alarmlar tanımlamasına imkan verir. Kullanıcı kendi sistemine ait alarm mesajlarını tanımlayabilir, ayarlayabilir, değiştirebilir, alarm limit ve koşullarını belirleyebilir. Anlık ve geçmişe dönük alarmlar, detaylı olarak yazılımın alarm ekranlarından izlenebilir.
- Sayaç sistemi içerisinde yeralan, ancak sayaç bilgilerinin uzaktan okunması imkanı bulunmayan noktalar için yapay yük profilleri tanımlanmasına ve bu yapay yük profillerinin sistemin diğer genel hesaplamalarında kullanılmasına imkan tanır.
- Bir Sayaç Otomasyonu Sisteminin hızı, cevap verme süresi, gerçekleştirilebilirliği ve işletme kolaylığı, sistemde kullanılan veritabanı ve sistemin genel yapısı ile veritabanının uyumu ile doğrudan ilgilidir. Sistem uygulamanın boyutuna, performans ihtiyacına ve kullanıcı tercihine göre farklı veritabanı çözümleri sunmaktadır. Küçük sistemler için tek istemciye sahip MS-ACCESS veritabanı tercih edilebilirken, binlerce sayaç noktasına sahip uygulamalar için çok kullanıcı MS-SQL veya ORACLE veritabanı çözümleri kullanılabilir.
- Tüm ölçülen ve hesaplanan değerler, yük profili ve dengeleme-uzlaştırma değerleri, tablo veya grafik olarak gösterilebilir. Sayaçtan okunan değerlere ait grafikler, saat bazında günlük, gün bazında aylık ve ay bazında yıllık gibi standart zaman dilimleri içerisinde gösterilebildiği gibi, tamamen kullanıcıya özel bir zaman aralığında istenen herhangi bir zaman dilimine bölünerek de sunulabilir. Farklı veri kanalları ve parametreler aynı grafik üzerinde gösterilerek bu parametrelerin birbirlerine göre değişimleri kolaylıkla izlenebilir. Çubuk, çizgi, nokta, vb. gibi kolay anlaşılır grafik gösterimlerle kullanıcı değerleri kolaylıkla inceleyebilir. Tablolar ve grafikler her türlü tut-çuk özelliklerini destekleyen her türlü Windows uygulamasına kolayca aktarılabilir. Tablo ve grafiklerin çıktısı doğrudan yazıcıdan alınabilir.

- Sayaçların uzaktan okunup sınır değerler aşılmadan ölçü devresine müdahale edebilmek ve ayarlı değerlerin aşılması durumunda cep telefonuna mesajla uyarı gelmesi kompanzasyon takibi açısından çok önemli bir uygulamadır.
- Önerilen kablosuz veri iletişim çözümleri sayesinde hemen hemen her yerden bilgi alıp verme imkanına sahip olunmaktadır. Sonuç olarak daha önceleri saatler, hatta günler süren işlemleri, saniyeler içerisinde gerçekleştirmek mümkündür. Sistem müşterilere daha hızlı hizmetler sunulabilecek ve müşteri memnuniyeti arttırabilecektir.

Sonuç olarak elektronik sayaçları uzaktan okumak için en uygun yöntem GPRS modem ile uzaktan okuma yöntemidir. Bu yöntemde kablolu ve RF modem ile yapılan okuma işlemlerindeki gibi mesafe sınırlaması yoktur.

Tüm okuma yöntemlerinde olduğu gibi bu yöntemde de en önemli kriter sistem için gerekli donanımın kendi arasındaki uyumdur. Yani sayacın seri iletişim portuna aktarılan bilginin değiştirilip-dönüştürülmesi gerekmeksizin aynı özelliklerde veri aktarımı sağlayan modemler tarafından iletilmesidir. Burada farklı marka sayaçların seri haberleşme portlarındaki bilgilerin farklı oluşu, piyasada sayaç çeşitliliğinin fazla oluşu, eski jenerasyon sayaçların yeni asgari şartlara uymamasına rağmen piyasada kullanılması sorun teşkil etmektedir. Aynı biçimde uzaktan sayaç okuma işlemi için gerekli olan GPRS modemlerin endüstriyel ürün olmaları, direk OSO uygulamaları için değil de genel uygulamalar için üretilmesi sebebiyle fiyatlarının yüksek olması OSO uygulamalarının yaygınlaşmasını engelleyici etkenlerdir. Örneğin pilot bölge seçilip OSO uygulaması yapılmak istendiğinde mevcut şebekede gerek mekanik sayaçların bulunması gerekse farklı markalarda elektronik sayaç bulunması kontrol biriminde karışıklık sağlayabilmektedir. Tüm sayaçların aynı tipte olması veya eski sayaçların yenilenmesi ise maliyeti arttırıcı etkenlerdir.

Bunlara rağmen yukarıda sayılan avantajları sebebiyle OSO uygulamaları günden güne artmaktadır. 150-200 metreye kadar olan kısa mesafeli çözümler için son zamanlarda Wi-Fi, Bluetooth teknolojileri yaygın olarak kullanılmaktadır. 300-2000 metreye kadar olan çözümlerde saha şartlarına göre kablolu ya da RF'li

çözümler düşünülmektedir. Wi-fi ve Bluetooth teknolojisi hariç diğer teknolojilerin sistematiikleri aynıdır. Bu sistemlerin fiyatları da hemen hemen aynıdır. Hatta GPRS' li sistemin kurulum maliyeti daha da ucuzdur.

Bu çalışmada önerilen sistemin maliyeti diğer firma uygulamalarındaki maliyetin çok çok altındadır. Şöyleki önerilen sistemde kullanılan GPRS modemler sadece AMR uygulamaları için üretilmiş bir modem olduğundan ve gereksiz donanım içermediğinden diğer ithal modemlere göre maliyeti düşüktür. Ayrıca sayaç okuma işleminde en asgari düzeyde donanım kullanılması da sistemin en önemli avantajlarından.

Önerdiğimiz sistemde RS232 veya RS485'li porta sahip bir sayacı okumak için sadece RA7758 GPRS modemin temin edilmesi yeterlidir. Bu da bu sistem için en optimum çözümdür. Bunun için merkezi bir modem ve sunucu oluşturulur. Ve bu sunucuda ilk etapta 3000 adet sayaç verisi işlenebilir. Merkezi modem, sunucu ve yazılım; hizmet sunucu tarafından bir kez tesis edilir ve sürekli kullanılır. GPRS modem sayacın RS232 veya RS485 portuna takılarak (uygun mesafelerde RS485 portu kullanılarak 32 adet sayaç ortak olarak kullanılan tek bir modeme bağlanabilir) sayaç bilgileri merkezi modeme iletilir ve buradanda sunucuya aktarılır. Her abone kendisine tanımlanan kullanıcı adı ve şifresiyle hizmet sunucunun web sayfasına girerek daha önceden tanımlanmış sayacının bilgilerine ulaşabilmektedir. Burada programın ayarlar menüsünden istediğimiz formatta bilgi alabiliyoruz. Geçmiş dönemlerdeki her türlü verilere ulaşılabilir. Ayrıca reaktif-kapasitif oranları izlenebilmekte ve sınır değerler aşıldığında yetkililere cep telefonu ile mesaj gönderilmektedir. Sisteme sonradan dahil olacak yeni aboneler hali hazırda var olan sunucu ve yazılımı kullanacakları için yeni bağlantıda sadece modem ve SIM kart alınması yeterli olacaktır. Bunun dışında veri aktarımında GSM şebekesi kullanıldığı için göz ardı edilebilecek kadar düşük miktarda aktarılan bilginin kapasitesine göre operatör tarafından ücret alınmaktadır.

OSO sistemlerinde teknik anlamda tek sorun RS232 ve RS485 portlarının sayacın mühürlü kapağının altında olmasıdır. Bu da bu portlara yapılacak bağlantı için

dağıtım şirketi tarafından izin almayı gerektirmektedir. Uygulamaların yeni olması sebebiyle bu konuda bir yönetmelik bulunmamaktadır. TEDAŞ Genel Müdürlüğü bu konudaki toplu talepler için olur vermekte ve söz konusu sayaçların mühürlerinin açılmasına izin vererek veri aktarımını sağlayan cihazların portlara bağlantısına izin vermektedir. Bunun dışında TEDAŞ'tan izin almaya gerek duymaksızın optik port aracılığıyla da sayaç bilgileri alınabilmektedir.

## 6.2 Öneriler

- Elektrik tüketim ölçme ve değerlendirme işlemi sadece sayaç okuma ve faturalandırma yerine, bir bütün "sistem" olarak ele alınmalıdır. Bu işlem "tümünden gelim" yöntemi ile çözümlenmelidir.

Bu yöntemde, öncelikle işletmelerin hangi verileri hangi anlam ve formatta talep ettiğinin belirlenmesi gerekmektedir. Daha sonra bu verileri okuyup taşıyabilecek cihazların sayaçlarda hangi ortamlarda (gözle, optik, uzaktan, akıllı kart gibi) verilere ulaşabileceğinin "uygulama" standardı oluşturulmalıdır. Ayrıca TEDAŞ tarafından istenen asgari şartların yeniden gözden geçirilerek güncellenmesi, ileride geri dönülemez sorunları yaratmadan, yerinde bir çalışma olacaktır.

- Türkiye'de elektrik abonelerinin %80'ini oluşturan mesken abonelerinin, kendi kendine tahsilat yöntemini sağlayan Akıllı Kartlı Sayaç uygulamasına geçmesi, uygulamada büyük kolaylık sağlayacaktır.
- Sayaçların uzaktan okunmasına yönelik çalışmalarda bulunan firmaların fizibilite raporlarından elde edilen sonuçlara göre Ön Ödemeli elektronik sayaç kullanımının mali bedeli tahmin edildiği kadar yüksek değildir. Bu iş için gerekli yatırımın yaklaşık %80'i abonelerden tahsil edilemeyen bedeller ve ön ödeme sisteminin sağlayacağı finansman geliri ile karşılanabilir. Bu sistem kendini ortalama 18 ay gibi kısa bir sürede amorti edebilmektedir.



- Yukarıda belirtilen nedenlerle öncelikle salt okuma ve faturalandırma yerine geniş kapsamlı bir “Elektrik Enerjisi Bilgi Yönetim Sistemi” ele alınmalı ve uzun dönemli geçiş sağlanmalıdır. Tespit edilen sisteme uygun sayaçlar seçilmelidir veya tek bir veri tabanına uygunluk şartı aranmalıdır.
- Geçiş için 3 veya 4 yıllık bir süre esas alınmalı ve tespit edilen elektronik sayaçlar abonelere ya ücretsiz dağıtılmalı ya da fatura bedeli üzerinden %10'luk bir sayaç ücreti alınmalıdır. Bu ücretsiz dağıtım herhangi bir ek maliyet getirmeyecektir. Şöyle ki, ülkemizde mevcut kayıp-kaçak oranı %20'leri aşmaktadır. Bu uygulama ile %5 kaçak azalması halinde yaklaşık 5.000.000.000 kWh/yıl tasarruf sağlanır. Yıllık tasarruf miktarı 325.000.000 Amerikan Doları olacaktır. Bu da tanesi 50 Amerikan Doları'ndan yılda 6.500.000 adet sayacın bedava dağıtılması anlamına gelmektedir.
- TEDAŞ'ın test ve kontrol olanakları geliştirilmeli ve yeterli hale getirilmelidir. Tüketici ve uygulayıcılar bilgilendirilmeli, eğitilmelidir.
- Hangi sistem seçilirse seçilsin kartlı (ön ödemeli) sistem de dahil düşen maliyetler (iş gücünden, faturalandırmadan, tahsilattan tasarruf ve ön ödemeden doğan finans girdileri vs) tüketicinin elektrik birim fiyatlarına yansıtılmalıdır. TEDAŞ bu konuda uygulamaya geçişi özelleştirme sonucu alacak şirketlere bırakma eğilimindedir ki bu durum kanaatimce yanlıştır.
- Elektronik sayaçların bakım, tamir ve yedek parça olanakları genişletilmelidir.
- Avrupa Birliği'nde konuyla ilgili yapılan standart çalışmalar (SEC 1107) takip edilmelidir. İleride çok yüksek işletme yazılım bedelleri ödememek için gerekli şartlar oluşturulmalı, İngiltere'de yaşanan kaostan ders alınmalıdır.
- Piyasada oluşan sayaçların çeşitliliğinin çok fazla sayıda olması sebebiyle, ülkemiz ileride bir elektronik sayaç çöplüğüne dönüşmeden bir an önce tedbirler alınmalıdır.
- Pilot iller belirlenerek kademeli geçiş sağlanmalıdır.

- Elektronik sayaç imalatı konusunda ulusal üretim hedeflenmelidir.
- Bu izleme ve faturalandırma sistemi sadece elektrik enerjisi için değil, doğal gaz ve su aboneleri için de kullanılabilir özelliktedir. Hatta enerji, su ve ısı sayaçları tek bir faturada birleştirilebilir. Tek bir elden ya da ayrı olarak tahsil edilebilir.
- Gerek maliyeti düşürmesi bakımından gerekse uygulamalara geçişi hızlandırması açısından GPRS modem devresi sayacın içine dahil edilmelidir. Böylece abonelerin sayaç ve SİM kart temin etmesi durumunda ekstra bir talepte bulunulmadan uygulamaya geçilebilir.

## KAYNAKLAR

- [1] TEİAŞ, Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi, Üretim-İletim İstatistikleri, 2001, 2004, 2005, <http://www.teias.gov.tr/istat2004/19.xls>
- [2] Ağusman M., "Akıllı Elektrik Sayaçları, Elektrik Enerjisi Tüketim Yönetim Sistemi ve Çok Zamanlı Tarifeli Tüketim", Türkiye 8. Enerji Kongresi, 8-12 Mayıs 2000, Ankara
- [3] International Telecommunication Union (ITU), September 2003, Birth of Broadband, ITU Internet Reports, Geneva, page 46, <http://telecom.kondrashov.ru/rating/Birth-of-Broadband-FINAL.pdf>
- [4] Ağusman M., Erdem F., Nadar A., "Enerji Tüketiminde Yönetim Sistemi Uygulamalarının Enerji Tasarrufu Açısından Önemi", 18. Enerji Tasarrufu Haftası, Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi, 35 Şubat 1999, Ankara
- [5] "Prepayment and Smart Card Technologies"; Metering Europe 2000 Conference; 5,7 Eylül 2000; Munich, Germany
- [6] "Revenue Protection and a Deregulated Environment", Sajaya Singhal, Chairman, PRI, UK, Metering International, Ocak 1999
- [7] PUA: PLC Utilities Alliance, 1 October 2003, PLC current situation overview, PLCForum, page 17,20
- [8] Bassewitz B., April 2003, PowerLine Communications (PLC) management summary, bmp Telecommunications Consultants GmbH, Duesseldorf, Germany, page 4, <http://www.bmp-tc.com>
- [9] Arthur D. Little, September 2003, Report: PLC global experiences, sanitized executive summary, PLC Survey, page 15, 16, 18
- [10] Arthur D. Little, November 2002, White Paper on Powerline Communications (PLC) and its impact on the development of Broadband in Europe, Madrid, Spain, page 96, 209, 210, 280, 303, 304.
- [11] OECD, June 2003, Broadband access in OECD countries per 100 inhabitants, <http://www.oecd.org/sti/telecom>
- [12] ELSTER Sayaç Çözümleri Ltd. Şti., [http://www.elster.com.tr/prodtraining\\_files/HaberBulteni.pdf](http://www.elster.com.tr/prodtraining_files/HaberBulteni.pdf)
- [13] Siemens Endüstriyel Çözümler ve Hizmetler, İş-Haber Bülteni, [http://www.siemens.com/index.jsp?sdc\\_p=ft4ml7suo1163602ni1169442pc186z3&sdc\\_sid=24630405726&](http://www.siemens.com/index.jsp?sdc_p=ft4ml7suo1163602ni1169442pc186z3&sdc_sid=24630405726&)

- [14] Mikrosay Yazılım ve Bilgisayar Sanayi Tic. A.Ş.,  
[http://www.mikrosay.com.tr/tmeter\\_urunler.html](http://www.mikrosay.com.tr/tmeter_urunler.html)
- [15] Mikrosay Yazılım ve Bilgisayar Sanayi Tic. A.Ş.,  
<http://www.mikrosay.com.tr/files/teosmeter.pdf>
- [16] Ovalı B.,Uzun T., “Bir Radyo Modem Aracılığı İle Kablosuz RS-232 Haberleşmesi”, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, 11. Elektrik-Elektronik- Bilgisayar Mühendisliği Ulusal Kongresi, İstanbul, Sayfa 243, 22-25 Eylül 2005
- [17] Coreenergy Enerji ve Bilgi Sistemleri A.Ş, 2005, İstanbul,  
<http://www.coreenergy.com.tr/tr/amr.asp>, <http://www.goerlitz.com>
- [18] Acarkan B., Kılıç O., Küçükşarı S., Zorlu S., “Elektrik Tesislerinde SCADA Sistemleri İçin TCP/IP Tabanlı Uç Birim Sistemleri”, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Denizli Şubesi, III. Otomasyon Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 11-12 Kasım 2005, Denizli, Sayfa 119
- [19] Özdemir A.T., Danışman K., “GPRS Üzerinden Web Tabanlı Bölgesel Enerji Takip Sistemi”, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Denizli Şubesi, III. Otomasyon Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 11-12 Kasım 2005, Denizli, Sayfa 63
- [20] Çakmak B., Sokullu R.I., “Elektrik Sayaçların Uzaktan Bilgi Aktarımı”, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Denizli Şubesi, III. Otomasyon Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 11-12 Kasım 2005, Denizli, Sayfa 40
- [21] Gönülal G., “Sayaçlar, Ölçü Trafoları ve Kompanzasyon Seminer Notları”, TEDAŞ, Mayıs 2001, Ankara, Sayfa 19,20.
- [22] KÖHLER Elektrik Sayaçları San. ve Tic. A.Ş., Sayaç Katalogları, 2004,  
<http://www.kohlersayac.com.tr/urunler.asp>
- [23] EPDK, 22 Mart 2003, Elektrik Piyasası Tebliği,  
<http://www.epdk.gov.tr/mevzuat/teblig/elektrik/sayac/sayac.pdf>
- [24] Actaris-Schlumberger, Siemens, EMH Ortak Programlar CD, Aktif Enerji, 2004, Türkçe-İngilizce, Ankara
- [25] Çakmak B., Sokullu İ.R., 24 April 2006, “Design and Implementation of a System For Remote Access to Electronic Meters”, Metering International, Ege University, Department of Electrical and Electronics Engineering, Turkey
- [26] Mas Otomasyon, [http://www.masotomasyon.com/amr\\_sistemleri.asp](http://www.masotomasyon.com/amr_sistemleri.asp)

- [27] Aktif Mühendislik, AMR Sayaç Otomasyonu Kataloğu, 2005, İstanbul, <http://www.aktifmuhendislik.com.tr/otosayac.htm>
- [28] Howard Scott, "Scott Report", Metering International, 02/2002
- [29] Telepati, Ağustos 2003, <http://www.telepati.com.tr/agustos03/konu34.htm>
- [30] Elster Sayaç Çözümleri, Siglon Sayaç Otomasyonu, Genel Broşür, [http://www.elster.com.tr/products/files/ELSTER\\_GPRSAMR\\_200604.pdf](http://www.elster.com.tr/products/files/ELSTER_GPRSAMR_200604.pdf)
- [31] Elgama Sistemlos, Vilnius, Litvanya, 2004, <http://www.elgsis.lt/en/solutions/solutions.php>
- [32] Kurban S., 30 Aralık 2003, ‘‘Modemler Nasıl Çalışır?’’, Teknohaber, Erciyes Üniversitesi, <http://www.teknohaber.net/makale.php?id=33113>
- [33] Wekatronik Dergisi, ‘‘Seri Portlar’’, Bilgisayar Tabanlı Veri Toplama, <http://www.wekatronik.com/seri1.asp>
- [34] UKS Elektronik, Kablosuz İletişim Sistemleri, 2005, Ankara, [http://www.uks.com.tr/portal/alias\\_\\_Rainbow/lang\\_\\_trTR/tabID\\_\\_3358/DesktopDefault.aspx](http://www.uks.com.tr/portal/alias__Rainbow/lang__trTR/tabID__3358/DesktopDefault.aspx)
- [35] İTÜ, Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Kablosuz İletişim Teknikleri, GPRS, <http://www.bidb.itu.edu.tr/?d=374>
- [36] Türkeş Elektrik, Microsis Otomatik Sayaç Okuma, GPRS Broşür, İstanbul, <http://www.sayacokuma.com.tr/Download.asp/RS485.zip>
- [37] Esposito D., Applied XML Programming for Microsoft.NET, Microsoft Press., USA, 2002
- [38] TS EN 62056-21, Türk Standardları Enstitüsü, Elektrik Ölçümü-Sayaç Okuma, Tarife ve Yük Denetimi İçin Veri Değişimi-Bölüm 21: Doğrudan Yerde Veri Değişimi, 21 Nisan 2004, Ankara,
- [39] The Microchip World Site, Microchip Technology Incorporated, DS39564B, 2006, U.S.A, page 3,8. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39564c.pdf>
- [40] STMicroelectronics, 2006, [http://www.st.com/stonline/products/families/analog\\_and\\_mixed\\_signal/interface\\_ics/related\\_info/st485\\_1.htm](http://www.st.com/stonline/products/families/analog_and_mixed_signal/interface_ics/related_info/st485_1.htm)
- [41] Intersil, Dual RS-232 Transmitter/Receiver, June 2001, File Number 3020.6, page 1, <http://www.ortodoxism.ro/datasheets/intersil/fn3020.pdf>

[42] Motorola g20 Cellular Engine Module Description, 98-08901C66-H, 2005,  
U.S.A, page 13,23,24.  
[http://www.motorola.com/governmentandenterprise/contentdir/he\\_IL/Files/  
G20\\_HW\\_book.pdf](http://www.motorola.com/governmentandenterprise/contentdir/he_IL/Files/G20_HW_book.pdf)

## **TEŐEKKÜR**

Bu çalıőmalarımın gerçekleőmesinde değerli görüş ve uyarıları ile beni yönlendiren tez danıőmanım; Sayın Doç. Dr. Hasan ÇİMEN'e sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu tez çalıőmasının her aőamasında maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen müstakbel eőim Sibel KAYA'ya, gerekli cihazların üretiminde ve kurulumunda gerek maddi gerekse teknik açıdan yardımlarını esirgemeyen Mustafa TÜRKEŞ ve Sevan ERSARA'a teőekkürü bir borç bilirim.

## ÖZGEÇMİŞ

26.01.1977 tarihinde Samsun ili Kavak ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Samsun Belediye İlköğretim Okulunda, lise öğrenimini ise Samsun 19 Mayıs Lisesinde tamamladı. 1994 yılında kazandığı Samsun 19 Mayıs Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünü 1999 yılında bitirerek iş hayatına atıldı.

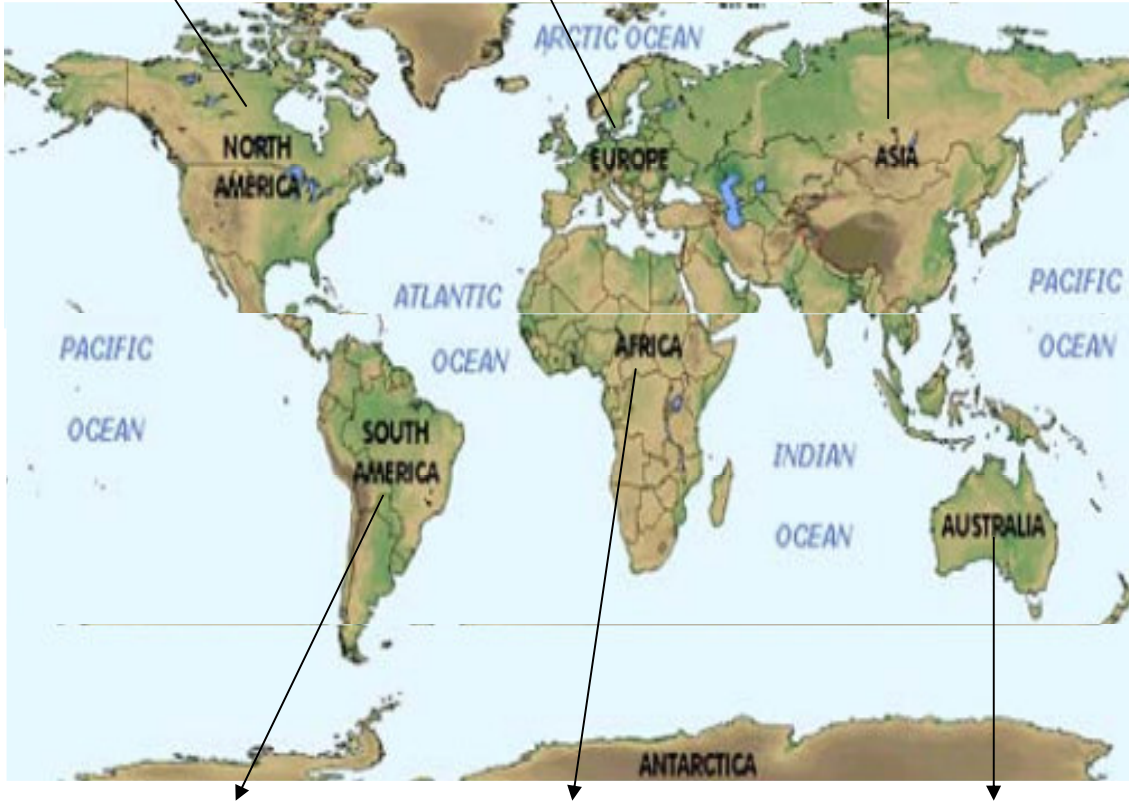
Lisans eğitimini bitirdikten kısa bir süre sonra Serbest Mühendis Müşavir olarak mühendislik hizmetleri ile ilgili konularda faaliyet gösteren kendi firmasını kurarak sektörde 1,5 yıl hizmet sundu. 10 Ağustos 2000 tarihinde TEDAŞ Genel Müdürlüğünde Elektrik Mühendisi olarak göreve başladı ve bu tarihten sonra sırasıyla Samsun ili Çarşamba Tedaş İlçe İşletme Müdürlüğünde Müşteriler Başmühendisi, Samsun ili Kavak Tedaş İlçe İşletme Başmühendisi görevlerinde bulundu.

2003 yılından itibaren Afyon Kocatepe Üniversitesinde Yüksek Lisans öğrenimine devam etmekte olup halen Osmangazi EDAŞ Afyonkarahisar İl Müdürlüğünde çalışmaktadır.



## Ek-1 Dünyadaki OSO Çalışmaları

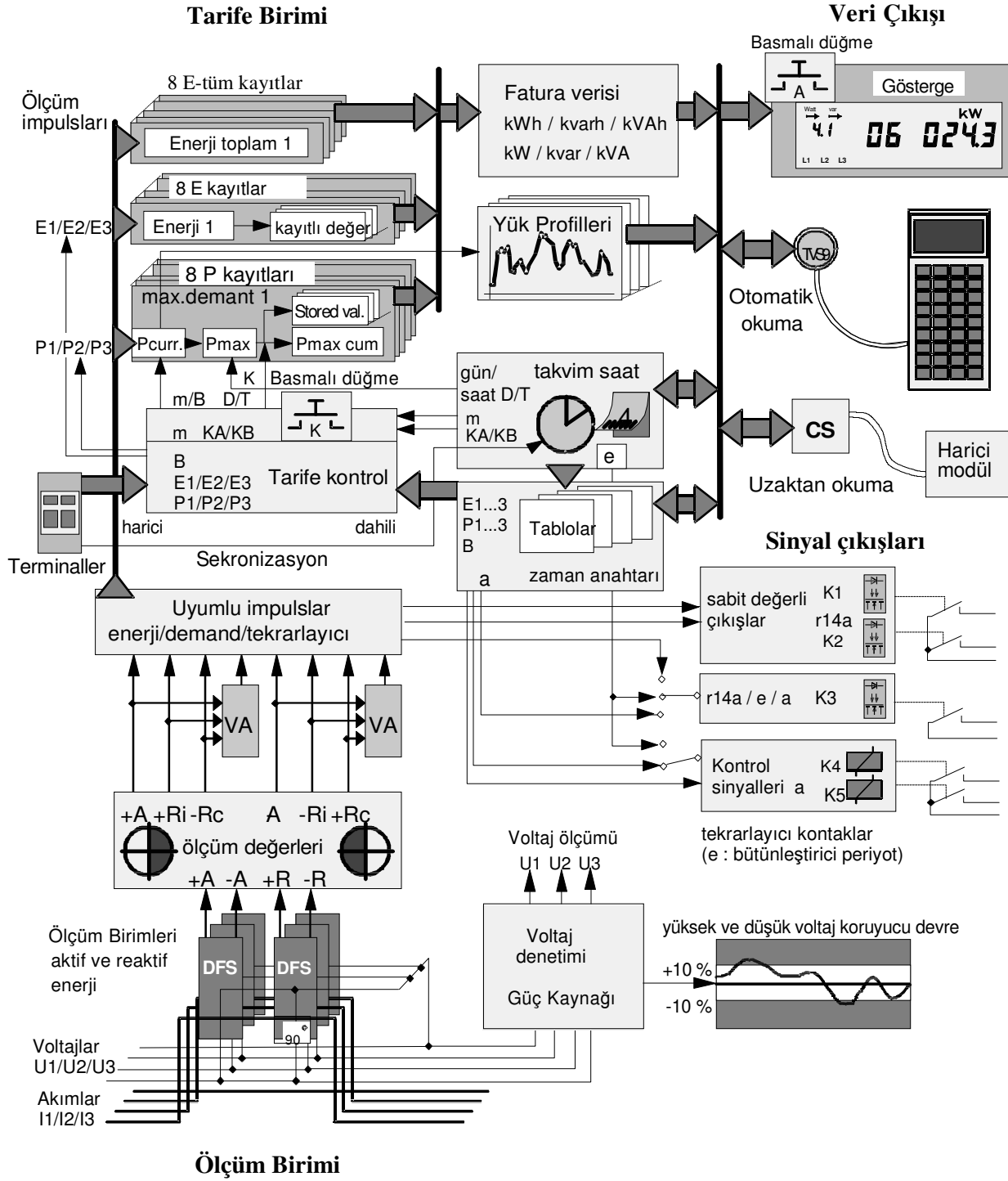
<p><b><u>Avusturya</u></b> EVN Linz ag SSW Twag <b><u>Çek Cum.</u></b> PRE <b><u>Danimarka</u></b> Nesa <b><u>Finlandiya</u></b> Energi Randers SENER Pori Energia Sonera Turku Energia <b><u>İzlanda</u></b> Reykjavien <b><u>İsviçre</u></b> Sunrise <b><u>İngiltere</u></b> SSE</p>	<p><b><u>İtalya</u></b> ACEA ENEL <b><u>Lüksemburg</u></b> CEGECOM <b><u>Hollanda</u></b> Nuon <b><u>Norvec</u></b> BKK Lyse Viken Energie <b><u>Polanya</u></b> Gdansk Pattem Stoen ZKE <b><u>İspanya</u></b> Endesa Iberdrola Union Fenosa</p>	<p><b><u>Portekiz</u></b> Edp <b><u>Fransa</u></b> EDF Evicom <b><u>Almanya</u></b> Avacon EnBN Offenbach GEW MW (PCC) GWS Stadlwerke Solingen <b><u>Macaristan</u></b> Novacom <b><u>İsvec</u></b> Elforsk Birka Energi Vattenfall</p>	<p><b><u>Japonya</u></b> Tepco <b><u>Kore</u></b> Kepco <b><u>Kuveyt</u></b> ITS Qatar <b><u>Rusya</u></b> Enegamegasbit <b><u>Suudi Arabistan</u></b> Electronica <b><u>Endonezya</u></b> PLN-ICON+ PT Indonesia <b><u>Singapur</u></b> Sin. Power Sin. Telecom <b><u>Malezya</u></b> FibreComm Multimedia-Ministerium</p>
--	--	---	---



<p><b><u>Arjantin</u></b> EDENOR <b><u>Brezilya</u></b> Cemig Copel EletrPaulo Light</p>	<p><b><u>Sili</u></b> Chilectra CGE EMEL <b><u>Honduras</u></b> Elite <b><u>Peru</u></b> Luz del Sur</p>
--	--

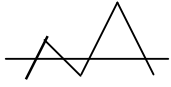
<p><b><u>Cezayir</u></b> Atelcom <b><u>Botsvana</u></b> Media Solutions</p>	<p><b><u>Mısır</u></b> Alkan <b><u>Güney Afrika</u></b> City of Tshwane</p>
---	---

ETSA Adelaide



**Ek-2 Elektronik Sayacın Blok Diyagramı ve İşlevsel Elemanları**

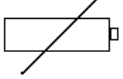
### Ek-3 Sayaç Ekranındaki Semboller ve Anlamları



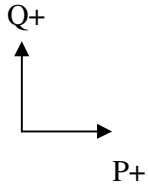
: Rezerv güç aşıldı uyarısı; çekilen gücün anlaşmalı rezerv güç değerini aştığını belirtir.



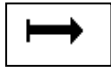
: Hata uyarısı veya Durum ikazı.



: Pil İkazı (Pil çıkarıldığında veya bittiğinde ekranda belirir).



: Aktif ve reaktif enerjinin o anki yönünü gösterir.

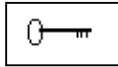


: Enerji akış yönünü gösterir.

L1, L2, L3 : Sayaçta gerilim uygulanan fazları gösterir. Ekranda görünmeyen numaralı faz yada fazlar kesik demektir

L1 L2 L3 : Üçü birden yanıp söniyorsa faz sırası yanlışır.

T1 T2 T3 : Çalıştığı tarife gurubunu gösterir.



: Demant sıfırlama kilidi. Demantmetre sıfırlanınca 15 dakikadan, 30 güne kadar kilit konulabilir. Bu kilit ekranda gözüküyorsa demantı sıfırlayamazsınız.

$\Sigma$  : Enerji veya demantların tümünün aritmetiksel toplamının gösterildiği ekranda gözükcektir.

MAX : Demantta ait Maximum değerleri gösteren ekranda gözükcektir.

M : Hafızada kayıtlı eski bilgileri gösterir.



: Zaman hatası olursa ekranda yanıp söner.

### Ek-3 Sayaç Ekranındaki Semboller ve Anlamları (Devamı)



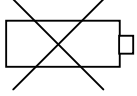
: Klemens Kapağı Açma Bilgisi

T1,T2,T3 ve T4 : Tarife Değerleri

kWh : Aktif Enerji Birimi

ER1 : Zaman Saati Hatası

ER2 : Hafıza Hatası



: Düşük Pil Seviyesi



: İkaz



: Saat ve Tarih

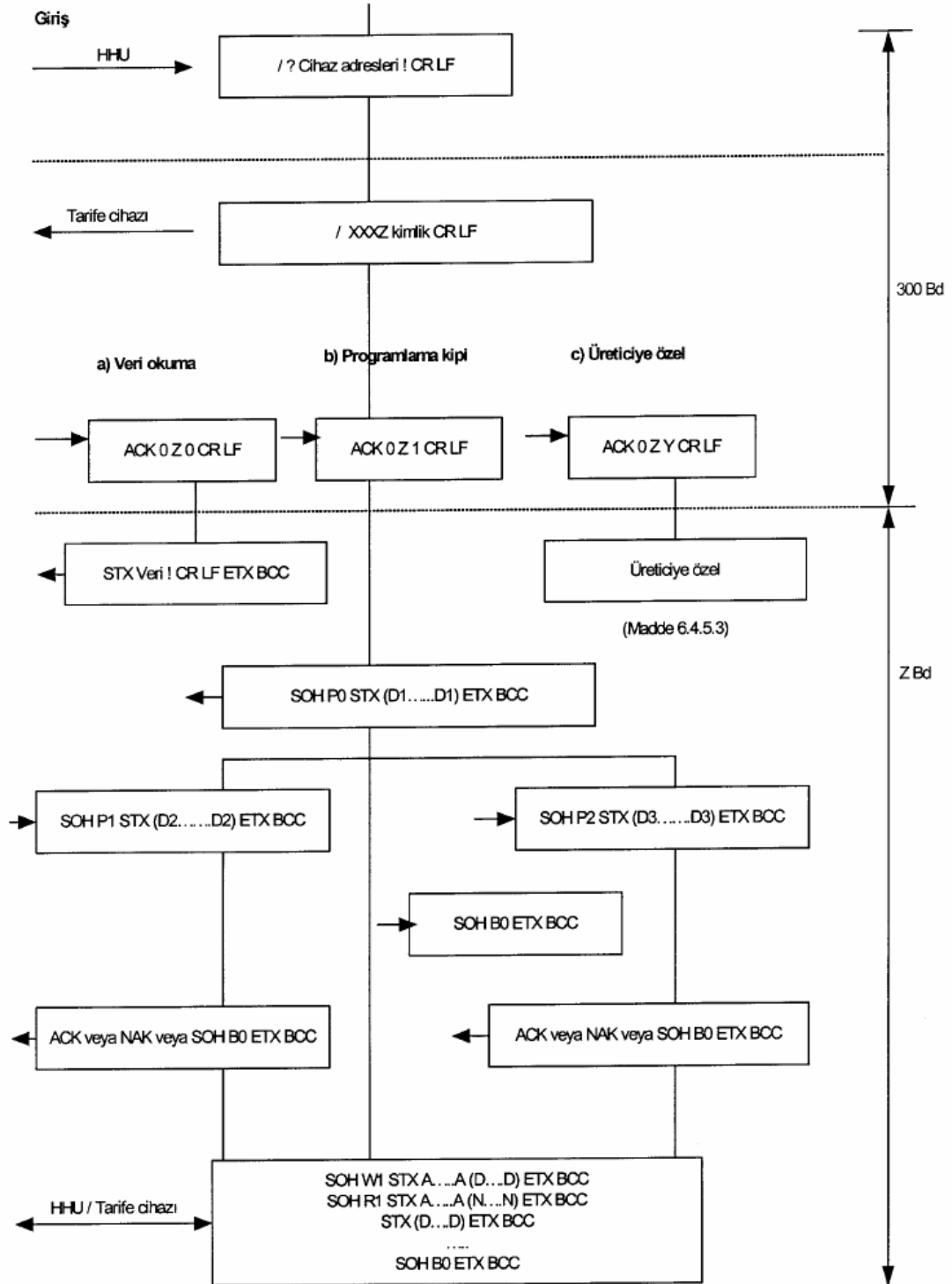
kW

: Aktif Güç Birimi

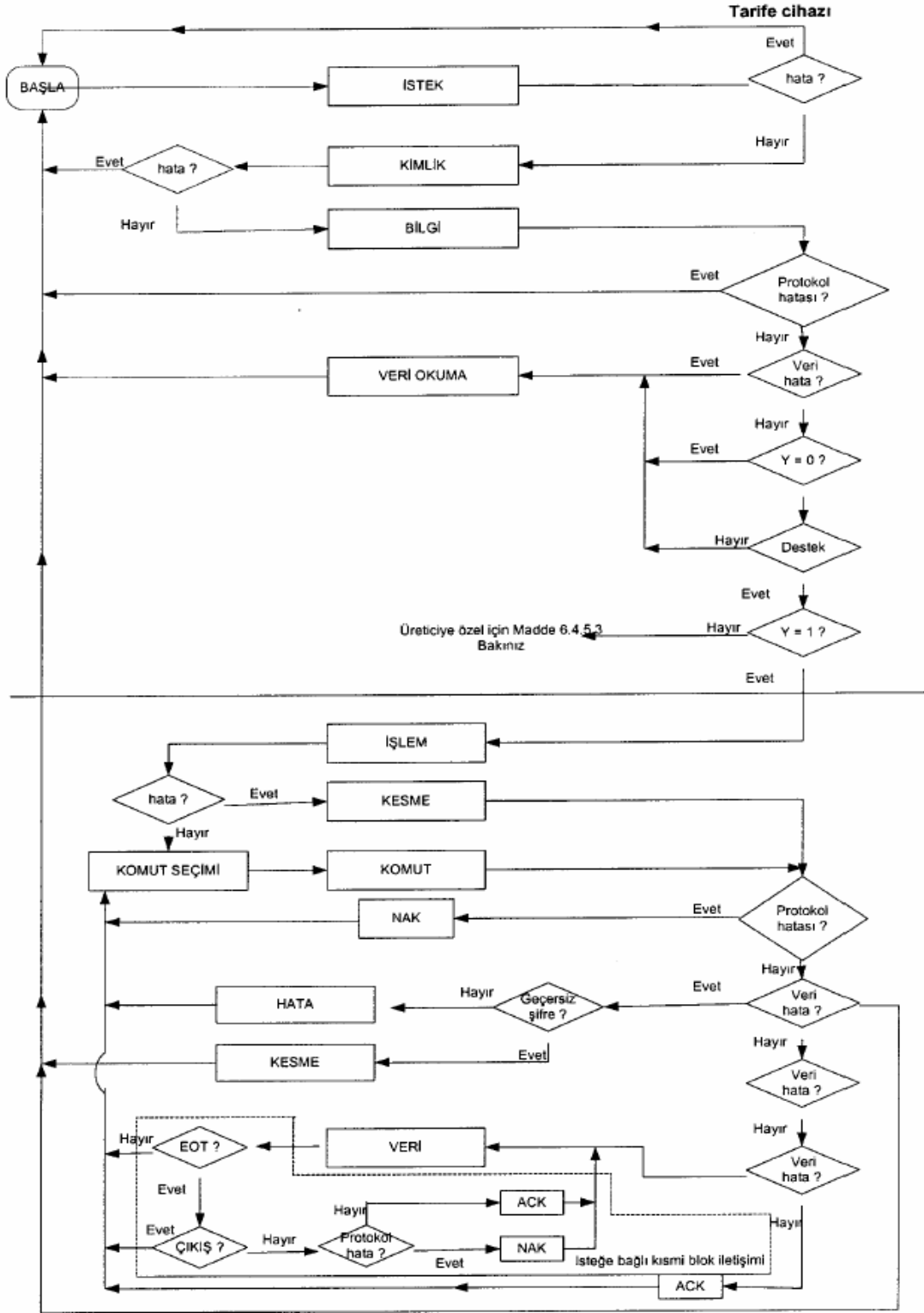
#### Ek-4 Sayaç Ölçü Devresinde Oluşabilecek Hata ve Problem Kodları

Hata No	Ölçü Devresine Ait Hata ve Problemin Cinsi
7	Kapak açık
8	Kontrol girişinden alınan sinyale göre dış bir alarm durumu (Aşırı sıcaklık bilgisi vs.)
9	Konfigürasyon uyumsuzluğu (Sayacın programlanması sırasında ortaya çıkabilir.)
10	Değişmez hafıza hatası
11	Sayaçta iç tüketim yok
12	Sayaçta dış tüketim yok
13	Dengesiz sistem nötr voltajı
14	Dengesiz sistem nötr akımı
15	3. faz voltajı kesik
16	3. faz voltajı düşük
17	3. faz voltajı yüksek
18	3. fazda ters yönde akım var
19	2. faz voltajı kesik
20	2. faz voltajı düşük
21	2. Faz voltajı yüksek
22	2. fazda ters yönde akım var
23	1. faz voltajı kesik
24	1. faz voltajı düşük
25	1. faz voltajı yüksek
26	1. fazda ters yönde akım var
27	Haberleşme hatası
28	Programlama uyumsuzluğu
29	Saat yokluğu
30	Dış saat uyumsuzluğu
31	Sayaç geçici olarak aşırı yüklenme ihbarı
32	Lityum pil çıkarıldı veya tükendi ikazı
33	Nötr kaybı
34	Sayaç ortamında aşırı sıcaklık oluşması

## Ek-5 C Protokol Kipinin Diyagramı



## Ek-6 Doğrudan Yerel Veri Değişimi Protokolü, C Protokol Kipi İçin Akış Şeması



## Ek-6 C Protokol Kipi İçin Akış Şeması (Devamı)

C protokol kipi akış şemasına ilişkin anahtar

Mesaj biçimleri

REQUEST (İstek)	/ ? cihaz adresi ! CR LF
IDENTIFICATION (kimlik)	/ XXX Z profili CR LF
ACKNOWLEDGEMENT (bilgi)	ACK 0 Z Y CR LF
DATA READOUT (veri okuma)	STX DATA ! CR LF ETX BCC
OPERAND (işlem)	SOH P 0 STX (d . . . d) ETX BCC SOH P 0 STX (d . . . d) EOT BCC
COMMAND (komut)	SOH C D STX a . . a (d . . . d) ETX BCC İsteğe bağlı : SOH C D STX a . . a (d . . . d) EOT BCC
DATA (veri)	STX (d . . . d) ETX BCC İsteğe bağlı : STX (d ... d) EOT BCC
ERROR (hata)	STX (e . . . e) ETX BCC
BREAK (kesme)	SOH B 0 ETX BCC

**Not 1** - Tarife cihazı için hareketsizlik zaman aşımı,, işlemin herhangi bir noktadan başlangıç noktasına gelmesinden sonra 60 ila 120 sn. arasındadır.

**Not 2** - Kesme mesajı her hangi bir anda yayınlanabilir. Mevcut işlem tamamlandıktan sonra başlangıç noktasına gelir.

**Not 3** - ACK ve NAK, aşağıdaki tanımlara uygun olarak komut protokol düzeyinde hata teşhisinde kullanılır:

ACK, komut protokol düzeyinin ihtiyaçlarını karşılıyorsa ve tarife cihazında başarılı bir işlem gerçekleştirilmiş (hafızaya yazma gibi) ise tarife cihazı tarafından üretilir. NAK, komut protokol ihtiyaçlarını karşılamıyorsa tarife cihazı tarafından üretilir. Komut protokol düzeyinin ihtiyaçlarını karşılıyor fakat tarife cihazının bazı işlevselliği nedeniyle işletilemiyorsa (hafıza yazma koruması, yasak komutlar gibi) bir hata mesajı döndürülür. Kısmi blok kipinde iken (komut türü 3 veya 4); alıcı cihaz tarafından üretilen “devam et” ve “son kısmi bloğu tekrar et” komutları ACK ve NAK olarak da kullanılır.

**Not 4** - Eğer tarife cihazı komuta 1500 ms. içinde tepki vermezse diğer tüm hata teşhisleri zaman aşımına (time-out) girer, bir hata ortaya çıkar ve HHU gerekli tedbiri almalıdır.

**Not 5** - Protokol hatası, eşlik veya BCC veya mesaj söz dizimi yanlış olduğunda ortaya çıkar.

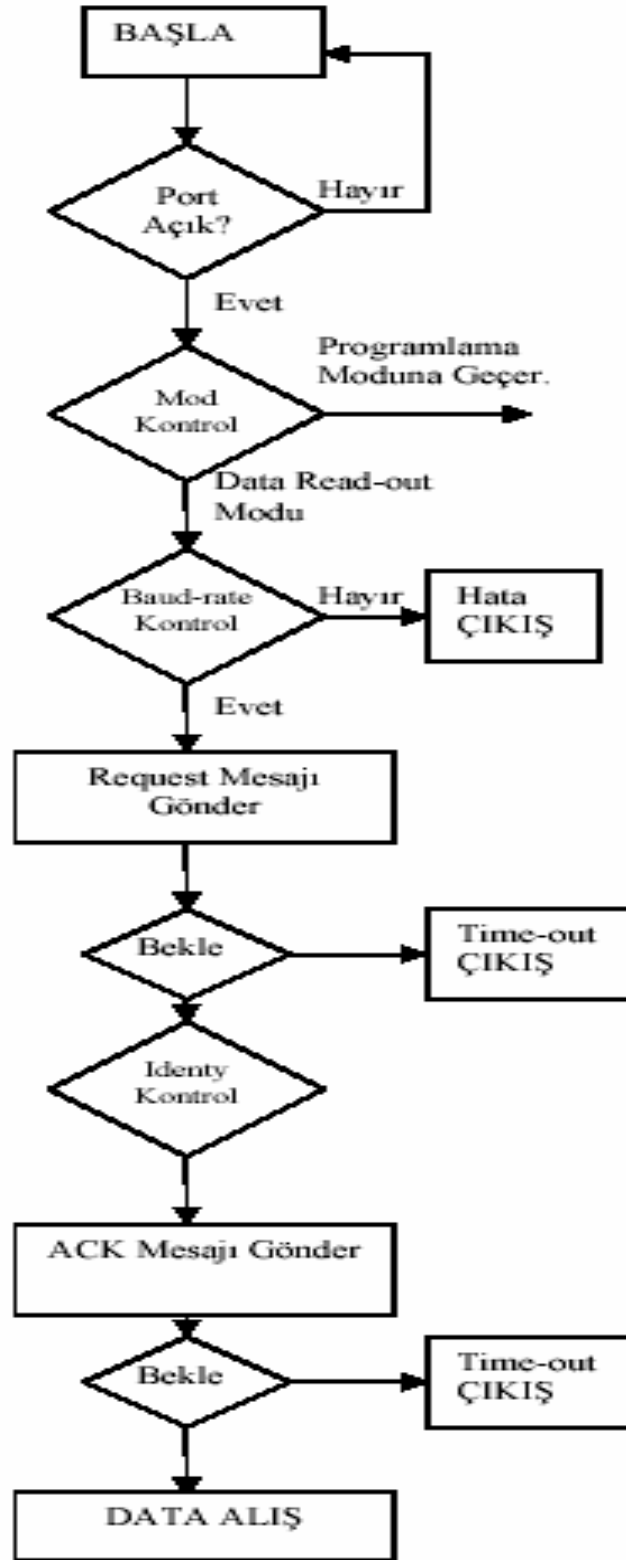
**Not 6** - Adres/veri hatası, alınan adres veya komut yanlışsa veya veri takımı yapısı veya içeriği yanlışsa ortaya çıkar. Bu durumda komut gerçekleştirilemez.

**Not 7** - Hata, her hangi bir tür hatayı ifade eder (protokol, adres/veri gibi).

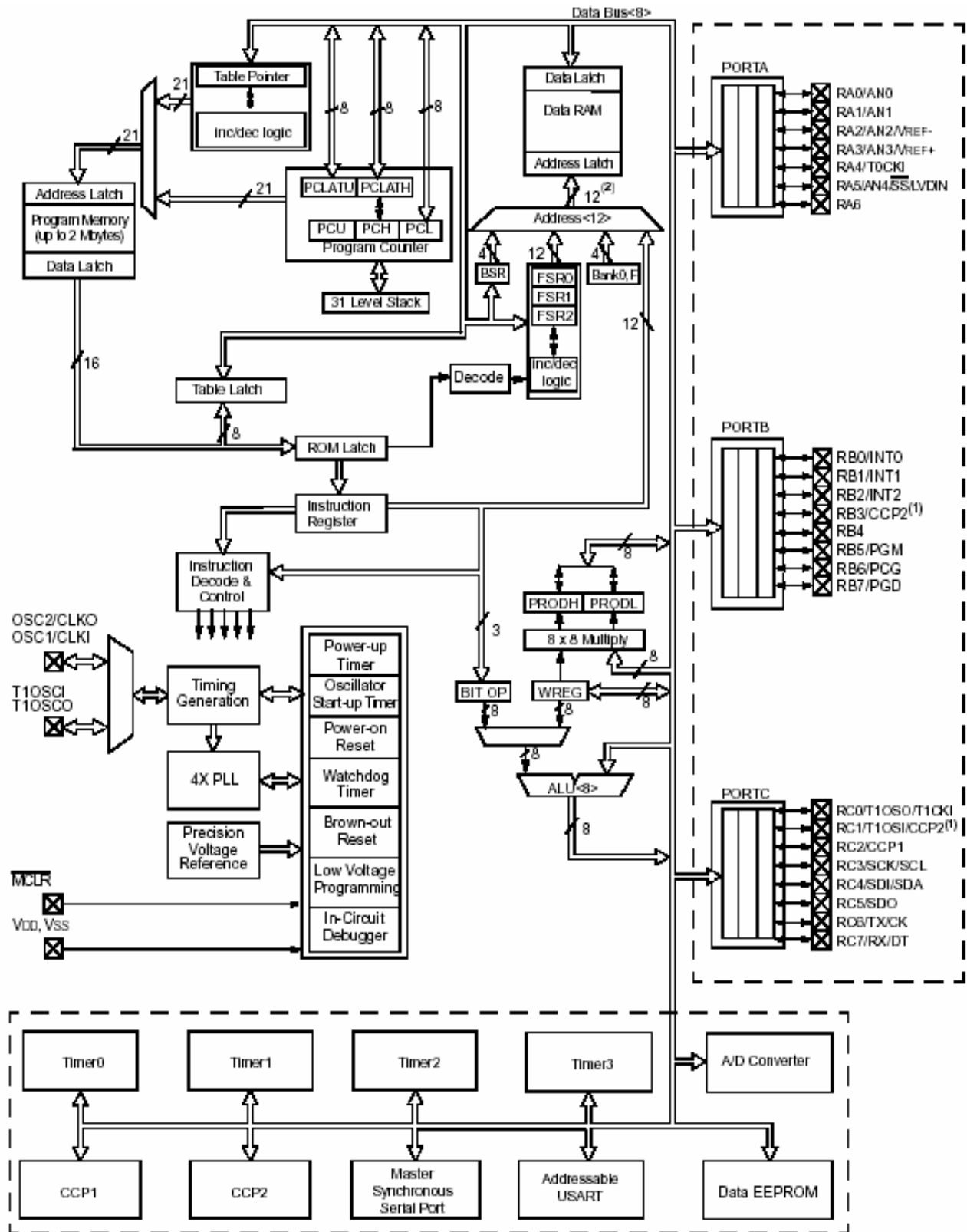
**Not 8** - Diyagram, kısmi blok yazma yöntemini göstermez.



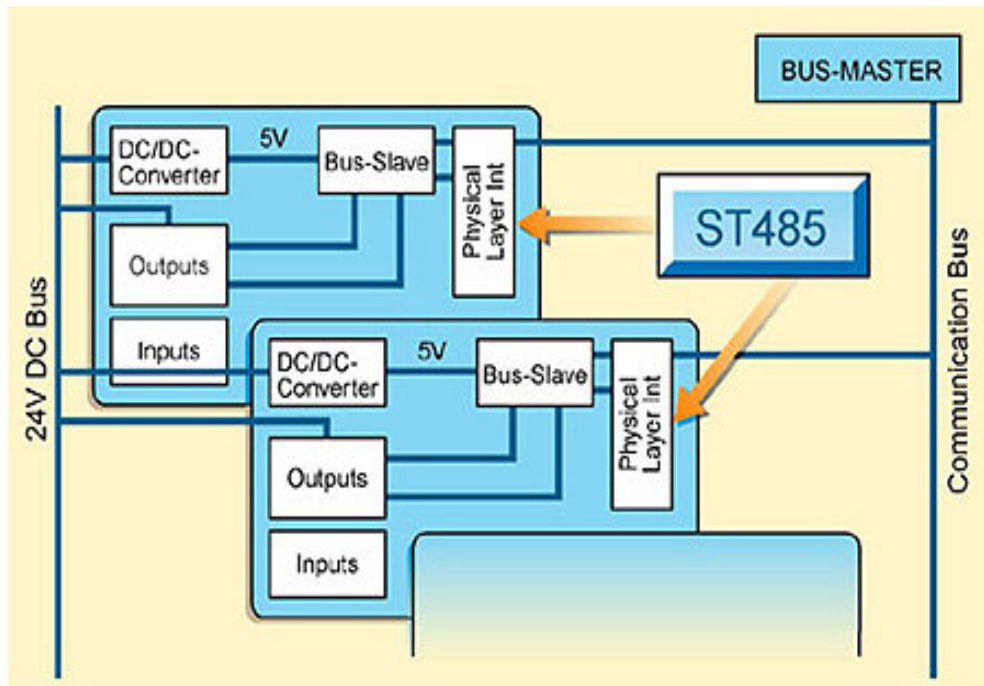
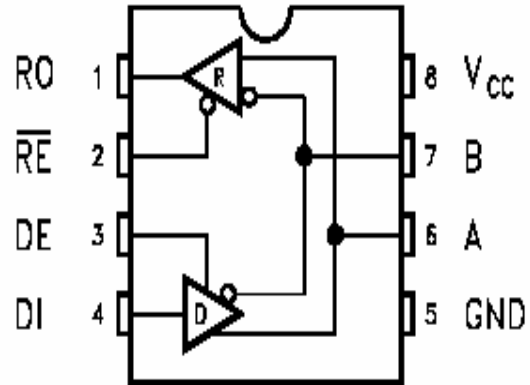
## Ek-7 Program Algoritması



## Ek-8 PIC18F252 Mikrodenetleyicinin Blok Diyagramı



### Ek-9 ST485 Pin Yapısı ve İç yapısı



Ek-10 ICL232 Pin Yapısı (Dış Yapı) ve Fonksiyonel Diyagramı (İç Yapı)

