

# PİLLE ÇALIŞAN SAYAÇLAR İÇİN AMİ SİSTEM ÇÖZÜMLERİ

## AMI SYSTEM SOLUTIONS FOR BATTERY OPERATED METERS

Ercan Ertaş<sup>1</sup>, Serdar Arslan<sup>2</sup>

1. AR-GE Bölümü  
ELEKTROMED Elektronik A. Ş.  
ercanertas@elektromed.com.tr

2. AR-GE Bölümü  
ELEKTROMED Elektronik A. Ş.  
serdararslan@elektromed.com.tr

### ÖZETÇE

*Uzaktan Sayaç Okuma (AMR) ve İleri Ölçüm Altyapısı (Advanced Metering Infrastructure - AMI) yatırımları yakın gelecekte daha da artacaktır. Doğal kaynaklarımız ise her geçen gün hızla azalmaktadır. Bütün sayaç ortamlarını destekleyen AMI çözümleri, doğal kaynakların kullanımı ve yüksek enerji tüketimleri ile ilgili olduğundan önem kazanacaktır. Bu şartlarda en efektif AMI yatırımını seçmek önemli bir tanımlama gerektirmektedir. Tercih edilen sistemin uzun süre yaşatılması ve birden fazla tedarikçilerin hizmet verebilmesi için beraber çalıştırılabilir (inter-operable) ve geleceğin taleplerine uygun (future-proof) yapıda olması gerekmektedir. Böyle bir sistem ancak güncel uluslararası standartlara göre tasarlanırsa sağlanabilir. Elektrik sayacı üzerine birçok AMI projesi yapılmaktadır. Ancak pille çalışan sayaçlarda bu çalışmaların direk kullanılması mümkün değildir. Bu makalemizde özellikle gaz, ısı ve su sayaçlarında da kullanılacak AMI sisteminin yapısı ve gereksinimleri tanıtılacaktır. Karşılaşılan sıkıntılar ve çözüm yolları değerlendirilecektir.*

### ABSTRACT

*Automatic Meter Reading (AMR) and Advanced Metering Infrastructure (AMI) investments will increase in the near future. Under these conditions, the natural resources are decreasing every passing day. AMI solutions for all meter media will gain importance because it is related to natural resources and high-rate energy consumption. Choosing the most efficient AMI investment will be needed a great description. Then AMI systems must be an inter-operable and future-proof systems. Such a system can be made in accordance with international standards. There are a great number of projects on AMI solution for electricity meters. But these studies could not be used directly for battery operated meters. The structure of AMI system, especially available in also gas, heat and water meters, and its requirements will be introduced in this article. Some problems which may be encountered and their solutions will be evaluated.*

Bu bildirideki çalışmalar TUBİTAK Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı (TEYDEB) tarafından 3110133 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

### 1. GİRİŞ

Enerji üretim, iletim ve dağıtım hatlarında akıllı şebeke tarif edilirken son kullanıcı sayacı olarak öncelikle elektrik sayacının tanımı yapılmaktadır. Şebekenin büyüklüğü içinde sayaçların elektrik, gaz, ısı ve su ortamı şeklinde çeşitliliği küçük bir resim halini almaktadır. Ancak diğer üç sayaç ortamının elektrik sayacından ortak farkı pille beslenmeleridir. Akıllı şebeke içinde bir AMI sistem tanımlanacağı zaman bu dört sayaç ortamının birden fotoğrafını almak gerekmektedir. Akıllı şebekelyi AMI sistem ölçeğinde tarifi gerektiğinde pilli sayaçlar ile nasıl bir akıllı yapı kurulabileceğini belirlemek önemli bir tanımlama gerektirmektedir. İlerleyen bölümlerde pille çalışan gaz, ısı ve su sayaçları ile nasıl bir akıllı sistem kurulabileceği ve karşılaşılan zorlukların nasıl çözülebileceği değerlendirilecektir.

### 2. AMİ SİSTEM ÇÖZÜMLERİ

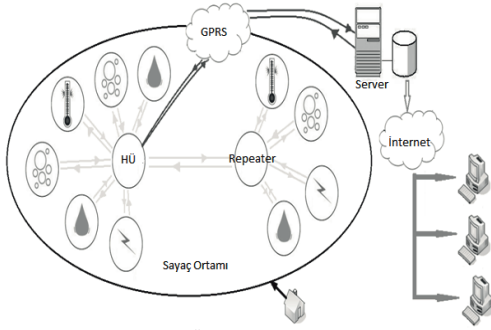
AMR sayaçlardan tüketim ve durum bilgilerinin otomatik olarak toplanması ve bu bilgilerin merkez bir noktaya iletilerek faturalama ve hata analiz işlemlerinin yapılmasını sağlayan bir teknolojidir.

AMI ise bir adım öteye geçerek sayaçla iki yönlü iletişim kuran bir teknolojidir. AMI sisteminde kullanılan sayaçlar verileri programlanmış mantıkla kullanabilen ve gerektiğinde kaynak kullanımını açık kapatabilen sayaçlardır.

Akıllı şebeke (*smart grid*) ise üretim, iletim ve dağıtım hatlarını kapsayan büyüklükte bir şebekenin her organının bütünlüğe yönetilmesi teknolojisidir. Bu üç teknolojiye de sayaç temel unsurdur ve şebekenin sahip olduğu teknolojiye uyumlu donanıma sahip olması gerekir.

#### 2.1. AMİ Sistem Bileşenleri

AMI sisteminde temel olarak sayaç, Haberleşme Ünitesi (HÜ) ve yönetim yazılımı vardır. Bu unsurların beraber uyumlu ve amaca uygun çalışması sistemin gereksinimlerinin iyi tanımlanmasına bağlıdır. Başarılı bir tanımlama da standartları iyi belirlemekle mümkündür.



Şekil 1: Örnek bir AMI sistemi

Sayaç ile yönetim merkezi arasında iki yönlü iletişim haberleşme üniteleri üzerinden sağlanır. Mesken kullanıcılarında birbirine yakın mahalde olan sayaçlar tek bir HÜ üzerinden haberleşme sağlar. Bu bağlantının yetersiz olduğu durumlarda ise sisteme *repeater* yada *router* dahil olur.

## 2.2. AMI Sisteminin Faydaları

AMI sistemi doğal kaynakların verimli kullanılması için ihtiyacımız olan bir yatırımdır. Özet olarak faydaları:

- Verimli kaynak kullanımı,
- Güvenli veri toplama,
- İşletme maliyetinin azalması,
- Kayıp kaçak oranının düşmesi,
- Müşteri memnuniyetinin artması,
- Diğer sistemlerle kolay entegrasyon imkanı.

## 3. SİSTEM MODELLEME

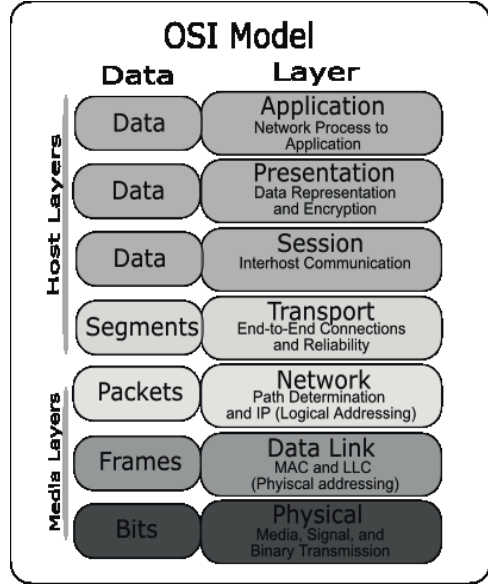
Standartlar olmadan bir akıllı şebeke kurmak akılcı bir fikir değildir. Standartlar akıllı şebekenin uzun ömürlü yaşaması için 'olsa iyi olur' değil 'elzem' bir unsurdur.

Birden fazla tedarikçi tarafından aynı anda hizmet verebilen çözümler 'interoperable' olarak kabul edilir. Yüksek maliyetli ve ileride sahadan sökülmesi ve yenileri ile değiştirilmesi gerekeceğinden kurulacak AMI sisteminin 'interoperable' olması büyük önem kazanmaktadır. Inter-operable yapı için tedarikçilerin tek bir çatıda bulunması ise ancak standartları önceden belirlenmiş, tecrübe edilmiş ve iyi tanımlanmış bir sistem ile mümkün olur.

Standartlar sistem modeli, ağ topolojisi, protokol ve güvenlik altyapısını kapsar.

### 3.1. OSI Modeli

Açık Sistemler Bağlantısı (OSI) modeli haberleşme sisteminin iç fonksiyonlarını şekillendiren ve standardlaştıran bir kavramsal bir yapıdır. Model tanımlama, ISO / IEC 7498-1 tarafından yapılmaktadır.



Şekil 2: OSI kavramsal modeli

### 3.2. Ağ Topolojileri

Topoloji bir ağın fiziksel ve mantıksal yapısını ifade eder. Ağ oluşturan bileşenlerin birbirlerine bağlantı şekilleri, kullanılacak birimler, kablolama standartları, iletişim protokolünün seçimi ve bu protokollerin ağ yapısına uygulanabilirliği de yine topolojinin kapsamı içerisindedir. En çok kullanılan topoloji türleri yıldız (star), ağaç (tree) ve ağ (mesh) topolojileridir.



Şekil 3: Kullanılan topoloji türleri

## 4. STANDARTLAR ve PROTOKOLLER

Standard bir haberleşme protokolünün kullanımı değişik marka sayaç ve haberleşme üniteleri arasında ortak çalışmayı mümkün kılmaktadır. Pili sayaçlar için kablosuz iletişimde en çok kullanılan MBUS ve Zigbee protokolleridir.

### 4.1. MBUS

Pille çalışan sayaçlarda mevcutta kullanılan belli başlı standartlar vardır. Kablolu ve kablosuz iletişim için ilk aklı gelen EN 13757 MBUS standardıdır. MBUS star yada tree topolojisi üzerine bina edilir.

Kablosuz MBUS (wMBUS) standardında haberleşmenin fiziksel, link ve uygulama katmanının özellikleri nasıl olması gerektiğini belirtmiştir. Haberleşme mesafesi ve yönü, pil tüketimi, RF telegram yollama sıklığı, tree yapısının kullanılıp kullanılmaması gibi özelliklere göre değişik modlar tanımlanmıştır.

#### 4.1.1. Fiziksel katman

Fiziksel katmanda EN 13757-4 ve ETSI EN 300 220-1 v2.3.1 gereklerine göre değişik modlar vardır.

Tablo 1: wMBUS haberleşme modları

Mode	WAY	Typical Application	Chip-rate kcps	Duty cycle %	Maximum duty cycle	Data coding + Header
S1	1	Transmit only meter for stationary receiving readout	32,768	1%	0,02 %	Manchester + Long header
S1-m	1	Transmit only meter for mobile or stationary readout	32,768	1%	0,02 %	Manchester + short header
S2	2	All meter types. Stationary reading	32,768	1%		Manchester + short header or option long header
T1	1	Frequent transmission (short frame meters)	100	0,1 %		3 to 6 + short header

Sabit haberleşme üniteleri ile yapılacak okumalar için *S mode* (Stationary mode), walk-by yada drive-by olarak hareketli üniteler ile yapılacak okumalarda *T mode* (frequently Transmit mode) tercih edilir.

#### 4.1.2. Veri link katmanı

Veri link katmanında veriyi formatlayan telegramın bloklar (frame format) halinde tarifi yapılır. Kullanılacak telegram yapısı uygulama katmanındaki MBUS protokolü ile birlikte EN 13757-4 Ek-A ve Ek-C' de anlatılmaktadır.

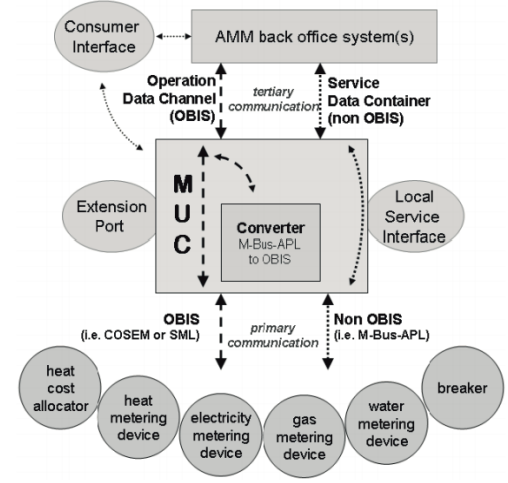
#### 4.1.3. Uygulama katmanı

Uygulama katmanında *protokol* olarak isimlendirdiğimiz verinin kod yapısı tanımlanmaktadır. Veri sayaçtan HÜ'ye nasıl kodlanarak gideceği, HÜ nasıl bir tepki vereceği ve ortak bir HÜ yazılımının nasıl sağlanacağı tarif edilir. MBUS protokolü EN 13757-3 olarak standarda girmiştir.

## 4.2. OMS

OMS (The Open Metering System) elektrik, gaz, ısı ve su ortamlarını Avrupada bir bütün içinde entegre eden bir sistem tanımlamasıdır. OMS gelecekte birlikte çalışabilirliği (interoperability) garantilemek için sistem tedarikçileri tarafından geliştirilmiştir ve devamlı güncellenmektedir. Avrupada ciddi bir kabul görmeye beraber ülkeden ülkeye de küçük değişikliklerle kullanılmaktadır. Bu ülkelerdeki uygulama farklılıkları hem MBUS, hem de OMS dokümanlarında tanımlanmakta ve standarda yeni bir başlık halinde dahil edilmektedir.

OMS (Open Metering System) Cilt1'de sistem özellikleri genel hatlarıyla açıklanır. Cilt 2'de sayaç ile HÜ arasında kablolu ve kablosuz haberleşme (*primary communication*) için asgari gereksinimler vardır. Cilt 3'te ise OMS-MUC (Multi Utility Communication Controller) ismi verilen HÜ ile merkez arasındaki haberleşme (*tertiary communication*) yapısı tanımlanmıştır.



Şekil 4: OMS sistem şeması

Veri görselleştirme (tüketimi) işlevi bina otomasyonu (akıllı ev) entegrasyonu için ISO / IEC 14543-3 standardına göre OMS uygulama profili içine dahil edilmiştir. Fiziksel katman, link katmanı, şifreleme ve uygulamadaki genel ihtiyaçları kapsar.

OMS, protokolün yer aldığı uygulama katmanında MBUS, DLMS/OBIS ve SML temelli katmanları alternatifli olarak destekler. Gerekli değerler ve zaman çözünürlüğü detaylı olarak açıklanır.

MBUS standardında istenen DES şifreleme yerine OMS'de AES-128 kullanılması şart koşulmuştur.

#### 4.3. IEEE 802.15.4

IEEE 802.15.4 düşük güç tüketimi, düşük veri hızı gerektiren kablosuz ağlarda kullanılmak üzere IEEE tarafından 2003 yılında tanımlanan bir standardır. Haberleşmenin fiziksel (PHY) ve veri link (MAC) katmanlarını tanımlar. Zigbee ve 6LoWPAN (Low power Wireless Personal Area Networks) IEEE 802.15.4 yapısını (MAC ve PHY) kullanır. Ayrıca kendi uygulama katman protokolünü tanımlar.

Standard, 20 ve 40 kbits hız tanımlamasıyla başlamış ve sonradan 250 kbits gibi daha yüksek hızlar eklenmiştir. Garanti edilmiş zaman aralıklarının (guaranteed time slots) kullanımı, CSMA/CA ile çakışmaların önlenmesi, güvenli veri alış verişinin desteklenmesi, link kalitesi ve güç yönetimi özelliklerine sahiptir.

3 ayrı frekans bandı için 26 ayrı kanal tanımlıdır. Cihazlar kendi frekans bölgesinde gürlütsüz bir kanalı otomatik olarak seçebilmektedir.

Tablo 2 : IEEE 802.15.4 RF bandları

RF Band (MHz)	Frekans (MHz)	Kanal Sayıları	Modülasyon	Veri-hızı (kbps)	Yer
868	868.3	0 (1 kanal)	BPSK O-QPSK ASK	20 100 250	Avrupa
915	902 - 928	1-10 (10 kanal)	BPSK O-QPSK ASK	40 250 250	Amerika Avustralya
2400	2405 - 2480	11-26 (16 kanal)	O-QPSK	250	Dünya Çapında

#### 4.4. Zigbee Protokolü

Zigbee şebeke topolojisinde PAN Co-ordinator, Router (Co-ordinator) ve End-device olmak üzere üç ayrı birim vardır.

##### 4.4.1. PAN co-ordinator

Bir ağda sadece bir tane bulunur ve elektrik hattına bağlıdır. Kendisine router ve end-device direk bağlanabilir. Görevi:

- Diğer ağlar ile haberleşmeyi sağlar.
- Ağın PAN kimliğini (ID) belirler.
- Ağın kullanacağı uygun frekansı bulur.
- Kendi kısa adresinin atamasını yapar.
- Router ve end-device birimlerin ağa dahil olmasını ve ağdan ayrılmasını yönetir.
- Bir düğümden (node) gelen mesajı diğerine iletir.

##### 4.4.2. Router (co-ordinator)

Tree yapısındaki bir ağda birden fazla sayıda router bulunabilir ve elektrik hattına bağlıdır. Görevi:

- Kendisine bağlı düğümlerin ağa dahil olmasını ve ağdan ayrılmasını yönetir.
- Bir düğümden gelen mesajı diğerine iletir. End-device uyku modunda olduğundan router mesajı depolar ve aktif olduğunda iletir.
- Ağın kapsama alanını artırmış olur.
- PAN Co-ordinator erişilemez olduğunda yeni düğümler eklenebilir.

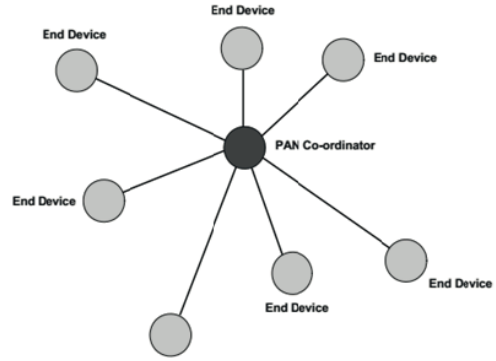
##### 4.4.3. End-device

Koordinasyon özelliği olmayan cihazlardır. AMI sisteminde sayaçlara denk gelmektedir. End-device olan iki düğüm direk haberleşmezler.

End-device genellikle pille çalışmaktadır. Düğüm adresleme iki türdür. MAC adresi 64 bittir ve IEEE tarafından verilir. Tüm cihazlar için tekindir. Kısa adres (short address) 16 bittir ve sadece bulunduğu ağ için tekindir. Aynı iki ağdaki farklı iki düğümün kısa adresi aynı olabilir. Bu adres cihaz ağa ilk dahil olduğunda co-ordinator tarafından verilir.

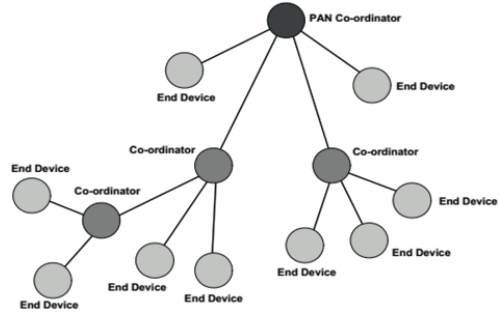
#### 4.5. Zigbee Topoloji Yapısı

Star topolojisi en basit yapıdır. Bir adet PAN Co-ordinator ve ona bağlı sayaçlardan (end-device) oluşur. Tüm sayaçlar coordinator aracılığıyla birbiri ile konuşabilir. Bir sayaç, diğer sayaca mesaj gönderecekse mesaj ilk önce PAN Co-ordinator cihazına gelir, o da mesajı ilgili sayaca iletir.



Şekil 5: Zigbee star topoloji

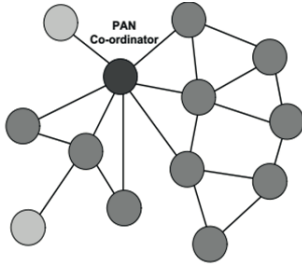
Tree topolojisinde ebeveyn-çocuk (parent-child) ilişkisi vardır. PAN Co-ordinator dışındaki tüm sayaçlar bir router cihaza adreslidir. Bir router sadece başka bir ebeveyn router ve kendisine adresli çocuk düğümlerle (end-device) haberleşebilir. End-device ile PAN Co-ordinator arası birden fazla atlama olduğu için *multi-hop* olarak bilinirler.



Şekil 6: Zigbee tree topoloji

Mesh topolojisi tree yapısına benzemekle birlikte önemli farklar vardır. Bir router sadece ebeveyn router ile değil, diğer bir router ile de haberleşebilir. Yakın olanlar birbiri ile direk mesajlaşabilir. Rota optimizasyonu ile mesajlar en kısa sürede iletilir. Ağ yapısı karmaşık ama daha güvenlidir. Mesafe sebebiyle haberleşemeyen sayaçlar ise arada bulunan

sayaçların mesajı router gibi taşımasıyla haberleşirler. Bir rotada haberleşme koparsa otomatik tanımlanan yeni bir rota üzerinden bağlantı devam eder.



Şekil 7: Zigbee mesh topoloji

## 5. ZORLUKLAR VE ÇÖZÜM YOLLARI

Uluslar arası standartlarda ve inter-operable bir yapıda kurulan sistemlerde yaşanan zorlukların çözümleri de yine kuruldıkları standartların içinde aranır. Müşteri istek ve gereksinimlerine göre uygulamalar değişkenlik gösterir. Bu çeşitliliği de yönetmek gerekir. Çözüm için sistemi yöneten kurum ile üretici firmalar beraber çalışmalı ve sistem tasarımı dokümanında çözümler açıkça tanımlanmalıdır. Şimdi en çok karşılaşılan zorluklar ve çözüm yollarını inceleyelim.

### 5.1. Haberleşme Mesafesi

Haberleşme mesafesini alıcı-verici anten tipleri, kullanılan frekans, veri hızı, verici gücü, alıcı duyarlılığı gibi faktörler etkilemektedir.

#### 5.1.1. Frekans ve anten tipi

Düşük frekans kullanımı mesafeyi artırmaktadır. Ancak bu frekanslarda anten boyu uzamaktadır. Sayaç içine büyük bir anten yerleştirilmesi mümkün olmayabilir. Aynı zamanda düşük frekanslı (i.e. 169 MHz) antenler kazancının düşük olması sebebiyle verimli olmamaktadır. 2.4 GHz'te anten boyu kısalmakta ancak frekans yüksek olduğundan haberleşme mesafesi kısalmaktadır. Şu an için en uygun frekans aralığı 433 MHz veya 868 MHz ISM bandları olmaktadır. 868 MHz'te PCB antenlerin verimi 2.4 GHz'e göre daha iyidir. PCB antenler daha ekonomiktir. Sayaç ile HÜ veya el terminalinin yönü değişken olduğu için mesafe artırmak için yönlü anten kullanımı pek faydalı olmayacaktır.

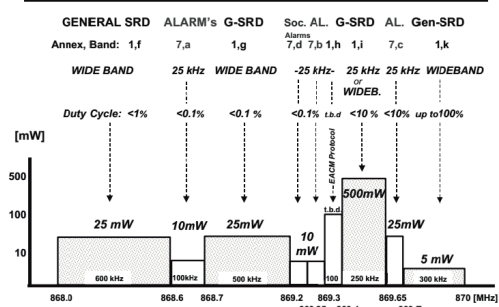
#### 5.1.2. RF veri hızı

Düşük hızlarda alıcı duyarlılığı artmaktadır. Fakat düşük veri hızı kullanımı telegram süresini artırmakta dolayısıyla pil tüketimi artmaktadır. Günde bir kaç kez sayaç okuma gereken yerler için düşük veri hızları (baud rate) kullanılabilir.

#### 5.1.3. Verici gücü ve alıcı duyarlılığı

ETSI EN 300 220 standardına göre CEPT/ERC REC 70-03 dokümanında 25 MHz ile 1000 MHz arası RF bandında verici gücü azami 500 mW olarak sınırlandırılmıştır. Bu değer Amerika için 2 W'a kadar çıkmaktadır. 500 mW verici güç kullanımı ancak bir yükselteç yardımıyla mümkündür. Sayaç

pilli olduğundan genelde 10 mW ve 25mW gibi güçler kullanılmaktadır. Alıcı duyarlılığı LNA kullanılarak artırılabilir. Alıcı duyarlılığının veya verici gücünün 6dB artması mesafeyi iki katına çıkaracaktır.



Şekil 8: ERC Rec 70-03 868 MHz bandı için azami verici güçleri

### 5.2. Topoloji Seçimi

Yerleşim olarak apartman ve müstakil villa tarzı binalar bulunmaktadır. Apartman tarzı binalarda çok sayıda sayaç verilerini belli bir noktada HÜ ile toplamak ve GSM üzerinden merkeze iletmek daha ekonomik olacaktır. Villa tipi binalarda ise el terminali ile sokaktan yürüterek (walk-by) veya araçla (drive-by) toplayıp okumak daha etkilidir.

Toplu yerleşimlerin çoğunda dairelerin su ve elektrik sayaçları toplu olarak ayrı iki odaya bulunmaktadır. Ancak ısı ve gaz sayaçları ise daire girişinde bulunmaktadır. Toplu halde bulunan sayaçlar HÜ ile arada bir RF repeater'a gerek kalmadan star topoloji ile toplanabilmektedir. Fakat farklı yerlerde (katlarda) bulunan sayaçlar için repeater kullanımı veya sayaçların verileri birbiri üzerinden aktardığı tree yapısı gerekmektedir. Repeater kullanımı OMS standardında tanımlanmıştır. Bina yapısından dolayı haberleşme link kalitesi binadan binaya farklılık göstermektedir.

Tree yapısında sayaçlar birbirini üzerinden veri aktarımı yaparlar. Haberleşmede belli rotalar (route) belirlenir. Bu rota bilgisine göre sayaç verileri HÜ'ye ulaşır. Belirli bir rotadaki bir sayacın erişilemez olduğu durumda başka bir sayaç üzerinden rota tamamlanır. Fakat başka bir sayaç ile rota tamamlanamıyorsa rota üzerindeki sayaçlar artık erişilemez olur. Tree yapısında repeater görevi gören sayaçlar kendi verileri dışında diğer sayaçların da verilerini HÜ'ye ilettiği için bu sayaçların akım tüketimi daha fazla olur.

Sorunu çözmek adına mesh topoloji de yer yer kullanılmaktadır. Bu noktada *sleepy mesh* olarak adlandırılan bir çözüm üretilmiştir. Yapı tamamıyla mesh topoloji olmakla birlikte sayaçlardaki RF modülleri günde bir defa kısa süreliğine açık konumundadır. Haberleşme tamamlandıktan sonra tekrar uyku modunda bekletilir. Mesh topolojisi kullanılan çözümler MBUS ve OMS standardında tanımlı değildir. Ancak Zigbee protokolünde bu topoloji kullanılabilir.

### 5.3. Çakışmaların Önlenmesi

Sayaçlar sabit bir sıklıkta telegram yolladıkları için ortamdaki

sayaç sayısı fazla ise RF bandında çakışmalar olacaktır. Zigbee protokolünde CSMA/CA ile, OMS standardında ise periyodun sabit kalmayıp zamanla erişim numarasına (access number) göre değişmesi ile bir tedbir alınmıştır.

#### 5.4. PİL ÖMRÜ

Pille beslenen sayaçlarda pil ömrü önemli bir sorundur. Biten pillerin sahada değiştirilmesi servis maliyetlerini artıracığından genellikle pil ömrü asgari sayaç ömrü kadar olması istenir. Avrupa normlarına göre bu süre asgari 10 yıldır. Kullanılacak pilin ömrü, pil kapasitesi ve sayacın ortalama tüketim değerine göre hesaplanır.

Optimum kapasite değeri üreticiler tarafından beyan edilir. Ancak çevre şartlarına göre pilin iç tüketimi (Sd) de hesaba katıldığında pilin kullanılabilir kapasite değeri hesaplanır.

Co optimum kapasite, Ca kullanılabilir kapasite ve Ia ortalama tüketim iken;

$$Ca = (Co - Sd) \quad (1)$$

$$Pil \ Ömrü = Ca / Ia \quad (2)$$

Sayaçlarda kullanılmak üzere uzun ömürlü pil olarak şarj gerektirmeyen lityum piller (primary lithium battery) tercih edilmektedir. Pil seçiminde kapasite ile birlikte pilin pulse akımları karşılama kabiliyeti de dikkate alınır. Kesici ünite veya haberleşme modülü gibi ağır yükler için pilin akım basma kabiliyeti yetersizse ikinci bir pil yada ultra kapasitör (EDLC) kullanılabilir.

Pil ömrü hesaplamasında anlık akım olarak yer alan haberleşme modülünün güç tüketiminde haberleşme süreleri ve periyodu belirlenmesi gerekir. OMS standardı Cilt.2'de bu değerler aşağıdaki tabloda yer aldığı şekilde verilmiştir.

Tablo 3 : Farklı ortamlar için tüketim bilgisi güncelleme sıklığı

Ölçüm Ortamı	Zorunlu		Bilgi Amaçlı
	Ortalama güncelleme max (dk)	Yönetim için Görüntüleme Sıklığı (saat)	Tüketici için Görüntüleme Sıklığı (dk)
Elektrik	7.5	1	15
Gaz	30.0	1	60
Isı	30.0	1	60
Su	240.0	24	-
Repeater	240.0	-	-

#### 5.5. Future-proof Tasarım

Sistemde kullanılan birimlerin yıllar geçtikçe güncelliğini kaybetmemesi (future-proof) gerekmektedir. Yüksek hızda yenilenen bir teknolojiye bu ancak kısmen sağlanabilir. Elektrik hattı ile beslenen ve yönetim yazılımına doğrudan bağlı birimler için yazılım güncellemesi bir çözüm olur. Ancak pille beslenen sayaçlar için bu hiç te o kadar kolay değildir. Sistemin en uç noktası olan sayaçlar için hazırlanabilecek en akılcı çözüm haberleşme modüllerini sayacın metrolojik

özelliklerini bozmadan değiştirilebilir yapmaktır. İlerleyen yıllarda yüksek verim veya yeni bir teknolojiye haiz bir modül geliştirildiğinde eskisini çıkarıp, yenisini takmak suretiyle sayaç ölçeğinde güncelleme tamamlanmış olur.

#### 6. SONUÇ

Yakın gelecekte akıllı şebeke ve AMI sistemine ait yatırımlar elektrik sayacı ile birlikte gaz, ısı ve su sayaçları ortamı içinde de yapılacaktır. Modern şebeke yapıları oldukça büyük ve karmaşık olacaktır. Bu makalede yeni şebeke ihtiyaçlarını daha iyi anlamaya ve karşılaşılan zorlukları değerlendirmeye çalıştık. Kurulacak sistemde future-roof ve inter-operable yapı sağlanamazsa, yatırımlar kısa sürede eskimiş, güncellenemeyen, yeni tedarikçilere açık olmayan bir hal alacak ve yeni yatırımlar yapmak zorunda bırakacaktır. Beklentimiz ülkemiz genelinde bu konuda yapılacak yatırımlarda tarafların uluslararası standartları referans alması ve sistemlerin gereksinimlerini güncel standartlar ve ülkemiz şartlarına uygun şekilde hazırlamalarıdır.

#### 7. KAYNAKÇA

- [1] Gungor, V. C., Sahin D., Kocak T. ve Ergut S., "Smart Grid Technologies: Communication Technologies and Standards", *IEEE Trans. Speech and Audio Proc.*, 7(4):529-539, 2011.
- [2] Peral, J., "Automated Meter Reading Based On IEEE 802.15.4", *IECON 2012 - 38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, Montreal, 2012*, p5996-6001.
- [3] OMS-Group Executive Board, *Open Metering System Specification*, OMS-Group Publishers, Munchen, 2013.
- [4] Parikh, P. P., Kanabar, M. G., Sidhu, T. S., "Opportunities and Challenges of Wireless Communication Technologies for Smart Grid Applications", *IEEE Power and Energy Society General Meeting - Minneapolis, 1-7, 2010*.
- [5] Bennett, C., Highfill, D., "Networking AMI Smart Meters", *Energy 2030 Conference Atlanta, IEEE Energy Conference Publications, 1-8, 2008*.