

# ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMİNDE ENERJİ HATLARI ÜZERİNDEN HABERLEŞMEDE GENİŞ BANT HABERLEŞME

Kürşat TANRIÖVEN, Prof.Dr. Ferhat DALDABAN, Ali Uğur ÇELİK

Kayseri ve Civarı Elk. Türk A.Ş., Erciyes Üniv. Mühendislik Fakültesi Elektronik Mühendisliği Bölümü, Z Telemetry

kursat.tanrioven@kctas.com.tr, daldaban@erciyes.edu.tr, ali.ugur@ztelemetry.com

## ÖZET

*Geleneksel elektrik şebekeleri elektriğin santrallerden üretilerek son kullanıcıya iletim ve dağıtım sistemleri üzerinden iletilmesi üzerine kurulmuştur. Enerji akışı tek yönlü olup buna paralel olarak bilgi akışında tek yönlü haldedir. Akıllı şebeke kavramında ise hem bilginin hem de enerjinin iki hatta çok yönlü iletimi söz konusu hale gelmiştir. Şebekenin işletilmesinde haberleşme altyapısının güvenilirliği, mevcudiyeti ve işletme kolaylığı önem taşımaktadır. Cihazlar ve sistemlerin haberleşmesi özellikle otomatik sayaç okuma sistemi ve SCADA sistemleri için büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma ile Kayseri ve Civarı Elektrik Türk A.Ş. (KCETAS) görev bölgesi içerisinde haberleşme imkanı olmayan Erciyes Tekir Yaylasındaki tesisler için geniş bant haberleşme ARGE projesi ve sonuçları sunulacaktır.*

*Anahtar kelimeler: Akıllı Şebekeler, Geniş Bant Haberleşme*

## 1. GİRİŞ:

Elektrik enerjisiz bir hayatı artık düşünemeyiz; iletişim sektörü, üretim ve hizmet sektörü elektrik olmadan bir işe yaramaz noktaya gelmiştir. Enerjiye özellikle elektrik enerjisine bağımlılığımız her geçen gün artmaktadır. Edison ve Tesla'nın yaptığı atılımlarla elektriğin üretimi, iletimi ve dağıtımını konusunda temel prensipler oluşturulmuştur. Geleneksel elektrik

şebekesinde üretilen elektrik tüketiciye kadar ulaştırılmakta, tüketime bağlı olarak üretimin dengelenmesi sağlanmaktadır. Geleneksel şebekede bilgi ve enerji akışı tek yönlü olup iki yönlü enerji ve bilgi akışı ihtiyacı dağıtık üretim tesislerinin şebekeye entegrasyonu ve smart grid kavramı ile ortaya çıkmıştır. Smart Grid'in tanımına baktığımızda; "Verimli, güvenilir ve birbirleriyle eşgüdümlü olarak çalışan, her biri otomasyona tabi bir çok iletim ve dağıtım sisteminden oluşan bir güç sistemidir.", "Acil durumlarda kendi kendini iyileştirme özellikleri olan ve üretim/iletim/dağıtım şirketi ile enerji pazarının ihtiyaçlarına karşılık veren bir güç sistemidir.", "Sayısı milyonlarla ifade edilen müşteriye hizmet veren ve gelişen dijital ekonominin ihtiyacı olan zamanında, güvenilir ve uyarlanabilir bilgi akışını sağlayan bir akıllı haberleşme altyapısına sahip bir güç sistemidir." tanımlarıyla karşılaşmaktayız. [EPRI] Yukarıda bahsedilen tanımların hepsi smart grid tanımı için geçerlidir [1].

Akıllı şebekeden beklentilere bakıldığı zaman [2]

- Ucuz ve temiz enerji, yenilenebilir kaynakların sisteme entegrasyonu.

- Her ölçekte, dağınık üretim ve depolama ünitesinin şebekede aktif kullanımı ve merkezi olmayan (decentralized) ağ topolojilerinin sağlayacağı imkânlar. Örneğin, talep tabanlı yük yönetimi (demand side load management) uygulamaları gibi.
- Enerjinin üretim ve tüketim noktasında daha aktif ve yerel (domestic) birimler.
- Üretim, iletim, dağıtım ve tüketimde verimi artırmak, yüksek kaliteli elektrik enerjisinin sağlanması.
- Bilimsel gelişmelerin, hayata uygulanabilirliğini artırmak.
- Kendi kendini onaran sistem (Enerji kesintilerini önleme, kesinti sonrası kısa sürede toparlanma )
- Self-healing, saldırı veya doğal afet gibi durumlarda sistemin yük akışını otomatik olarak ayarlaması.
- Elektrik enerjisi pazarının gelişmesi
- Kayıp/kaçak sorunlarını çözmek
- Gerçek zamanlı üretim-talep dengeleme (Real-time energy balance)

dır. Bütün bu beklentilerin hayata geçirilmesi için gerekli olan hızlı, sürekli ve etkin bir haberleşme altyapısının oluşturulması gerekmektedir. Elektrik dağıtım şirketleri mevcut şebekelerinin smartgrid yapısına dönebilmesi için kurulan ve kurulacak olan SCADA, OSOS, yük yönetim sistemleri, arıza

yönetim sistemleri vb teknolojik altyapıların birbirleri ve tüketiciler ile sürekli bilgi akışının sağlanması gerekmektedir. Ülkemizde GSM ve Telekom altyapısı her ne kadar çoğu bölgeleri kapsasa da elektrik şebekesinin bulunduğu ancak iletişimin bulunduğu bölgeler de bulunmaktadır. Kayseri örneğinden bakılacak olursa Erciyes Dağı kayak merkezinde bulunan bazı trafo binaları merkez ile hiçbir şekilde haberleşmemektedir. Sistemin arıza yapıp yapmadığı yada hangi trafonun arıza yaptığı bilinmemesi durumundadır. Bu durumu gidermek için dağıtım hatları üzerinden haberleşme düşünülmüş ve EPDK ARGE bütçesinden bu bölgede bulunan enerji hatları üzerinden ARGE çalışması başlatılmıştır. Bu çalışmada yapılan ARGE çalışmasının detayları anlatılacaktır.

### **Akıllı Şebekelerde Kullanılan Haberleşme Türleri:**

Akıllı şebekelerde sistem içerisindeki her bileşenin sunduğu veri miktarı katlanarak artacaktır. Çok miktarda verinin iletilmesini güvenli, hızlı ve doğru bir şekilde sağlamak önem arz etmektedir. Özellikle akıllı şebekelerin temel taşlarından biri olan akıllı sayaçların kullanımı, yüksek miktarda veri transferini içermektedir. Bu veri hassas olmakla birlikte gizlidir ve bu veriye erişim, belirli personel arasında sınırlandırılmalıdır. Akıllı sayaç verisinin, hiçbir manipülasyon yada yanlış hesaplama olmadan tüketicinin enerji tüketimini ve şebekenin durumu ile ilgili bütün bilgileri içermesi de aynı oranda önemlidir. Akıllı şebekelerde

standartlaşma yolunda olan ve standartlaşmış bazı haberleşme ağları, enerji kesintisi durumunda bile akıllı şebeke sisteminin işletimini ve dağıtım otomasyonunu desteklemelidir. Bununla birlikte seçilen iletişim teknolojileri uygun maliyetli olmalı; yeterli veri hızı, güvenlik özellikleri, bant genişliği ve güç kalitesini sağlamalıdır [3].

Akıllı şebekelerde haberleşme, büyük ya da küçük çaplı coğrafik alanları kapsayabilir. Bu açıdan haberleşme teknolojileri genellikle geniş alan ağ (wide area network WAN), yerel alan ağı (neighborhood area network NAN) ve ev içi ağ (home area network HAN) olarak sınıflandırılabilir. WAN elektrik dağıtım şirketi kontrolündeki bölgeleri, NAN aynı transformatörden beslenen ev grubunu ve HAN ise bir evi karşılamaktadır. Bunlara ilave olarak bölgesel alan ağında (field area network FAN) akıllı şebekeler yapısında kullanılmaktadır.

Bu ağlar için kullanılan haberleşme altyapıları;

- Kablosuz haberleşme;
- Kablolü haberleşme

altyapıları olarak kullanılabilir.

#### **A. Kablosuz haberleşme:**

Kablosuz haberleşme teknolojileri havadan iletilen sinyalleri kullanmakta ve bu nedenle kablulamaya ihtiyaç duymamakta, uç noktaların konumları esnek olmakta ve kablosuz sinyaller fiziksel olarak erişimin zor olduğu bölgelere ulaşabilmektedir. Bu grupta en yaygın olarak kullanılan teknolojiler

**ZigBee:** ZigBee kısa mesafeli, düşük veri hızına sahip, enerji verimli bir kablosuz teknolojisidir ve IEEE 802.15.4 standart tabanlıdır.

**Z-wave:** Kısa menzilli, düşük veri hızına sahip bir kablosuz RF ağ standardıdır.

**Wi-Fi:** IEEE 802.11 standardına sahip olan ve çoğu kişi tarafından bilinen kısa mesafeli haberleşme standardıdır.

**LoRa:** Uzun mesafeli Wifi teknolojisi.

**WiMAX:** “Mikrodalga erişimi için dünya çapında müşterek erişilebilirlik (Worldwide Interoperability for Microwave Access – WiMAX)” yaklaşımı; sabit ve mobil noktadan noktaya haberleşme açısından, geniş bantlı kablosuz erişim için geliştirilmiş olan IEEE 802.16 standart tabanlı haberleşme sistemidir.

**Hücreli haberleşme:** 1980 li yıllarda analog telefonlar ile başlayan bu standart 2G, 3G, 4,5 G standartları ile günlük hayatımızda GSM GPRS haberleşme standardıdır.

**Bilişsel radyo:** IEEE 802.22 standardı CR tabanlı, lisanslı kullanıcılar tarafından kullanılmayan TV bantlarına lisanssız kullanıcıların erişimini sağlayan 802.22 standardına sahip haberleşme alt yapısıdır.

#### **B. Kablolü haberleşme teknolojileri:**

**Kablo hattı haberleşmesi:** Fiber optik ve haberleşme kablosu olarak hizmet

vermektedir. Burada ilave olarak kablo çekme ve işletme maliyeti vardır.

Enerji hattı üzerinden haberleşme: Elektrik şebekesi otomasyonu için ilk adımlar power line communication PLC teknolojisi kullanılarak atılmıştır. PLC, veri haberleşme alanı olarak genellikle düşük ve orta gerilimli enerji hatlarını kullanmaktadır. PLC, yük kontrolü ve uzaktan ölçüm için bazı elektrik şirketleri tarafından kullanılmıştır. Güç

hatları sayaca zaten ulaştığından, basitçe akıllı sayaç sistemine adapte edilebilir. PLC, harici bir kablolama maliyeti içermediğinden HAN, NAN ve FAN için uygun kabul edilmektedir. PLC teknolojisinin ilk zamanlarda dar bantlı olarak işletilmiş ve tüketici uygulamalarının gereksinimleri nedeniyle geniş bantta işletilmeye başlanmıştır. Geniş bant işletimin gereksinimi şekil 1 de gösterilmektedir.



Şekil 1 Geniş bant gereksinimi

## Enerji Hatları Üzerinden Geniş Bant Haberleşme:

Güç hatları üzerinden geniş bant haberleşme (BPL) yaygın olarak güç hattı haberleşme/taşıyıcısı (PLC) veya güç hattı telekomünikasyonu (PLT) olarak bilinir. Bu teknoloji güç hatları üzerinden ses ve internet verisi iletimi teknolojisidir. BPL yüksek frekanslı veri sinyallerini müşteriye enerji taşıyan elektrik güç kabloları üzerinden iletmesidir. BPL tabanlı PLC teknolojisi

ilk olarak AT&T Bell telefon laboratuvarlarında geliştirilmiştir ve o zaman da elektrik şebeke işletmecileri tarafından iç mekanlarda düşük veri transferi uygulamaları için kullanılmıştır. [4]

Kayseri ve Civarı Elektrik Türk A.Ş. görev bölgesi içerisinde yer alan Erciyes Tekir yaylasında bulunan şekil 2 de tek hat şeması gösterilen trafo merkezlerinin bulunduğu alanda GSM, Telekom veya telsiz haberleşmesi bölge

şartlarından dolayı yapılamamaktadır. Erciyes kayak merkezini besleyen trafoların ve trafo binaların içerisindeki diğer teçhizatlar hakkında bilgi alınamamaktaydı. EPDK 2015 yılı ARGE projesi olarak “Dağıtım Hatları Üzerinden Geniş Bant Haberleşme Projesi” başvurusu yapılarak bölgede

mevcut olan OG yer altı kablosu üzerinden haberleşme imkânı araştırılmıştır.

Bu alandaki uygulamada 15 istasyon mevcuttur. İstasyon listesi, yapılan bağlantılar ve istasyonlar arası kuş uçuşu mesafeler Tablo 1’de verilmiştir.

İstasyon Adı	İstasyon Kodu	Bağlantı yapılacak İstasyon Adı	Bağlantı yapılacak İstasyon Kodu	Mesafe
DM20	TR1605	DM21	TR1604	4553 m
DM 20	TR1605	KASKI TR (SERÇEL DEPO)	BÖTR192	1628 m
KASKI TR (SERÇEL DEPO)	BÖTR192	TR1	BCTR25-26	756 m
TR1	BCTR25-26	TR2	BCTR24	491 m
TR2	BCTR24	TR3	BCTR27-28	886 m
TR3	BCTR27-28	TR4	AGTR43	1823 m
TR4	AGTR43	TR6	AGTR38	2150 m
TR6	AGTR38	DM 24	AGTR42	2182 m
DM 24	AGTR42	DM 25	AGTR44	500 m
DM 25	AGTR44	TR8B	AGTR45	1650 m
DM 25	AGTR44	DM 22	AGTR40	1547 m
DM 22	AGTR40	Erciyes Kabin 2	TR1340	1460m
Erciyes Kabin 2	TR1340	DM 23 İtfaiye	AGTR47	1000m
TR8B	AGTR45	Orduevi yanı	AGTR48	300m
Orduevi yanı	AGTR48	DM 23 İtfaiye	AGTR47	1700

Tablo 1 Erciyes Dağı Tekir Yaylasında bulunan trafo merkezleri

Bu alandaki BPL OG hatları üzerinden geniş ağ bağlantısı DM20 ( TR1605)) istasyonundaki 3G bağlantısı ile KCETAŞ’ın belirleyeceği diğer istasyonlardaki 3G bağlantısının yedekli olarak çalışması hedeflenmiştir ve bu sayede SCADA bağlantısı bir istasyonda giderse, diğer istasyondan haberleşmesi sağlanmıştır.

Tüm istasyonlarda 24 V DC yedek besleme bağlantısı mevcuttur. Tedarik edilen modemlerin de buna uyumlu

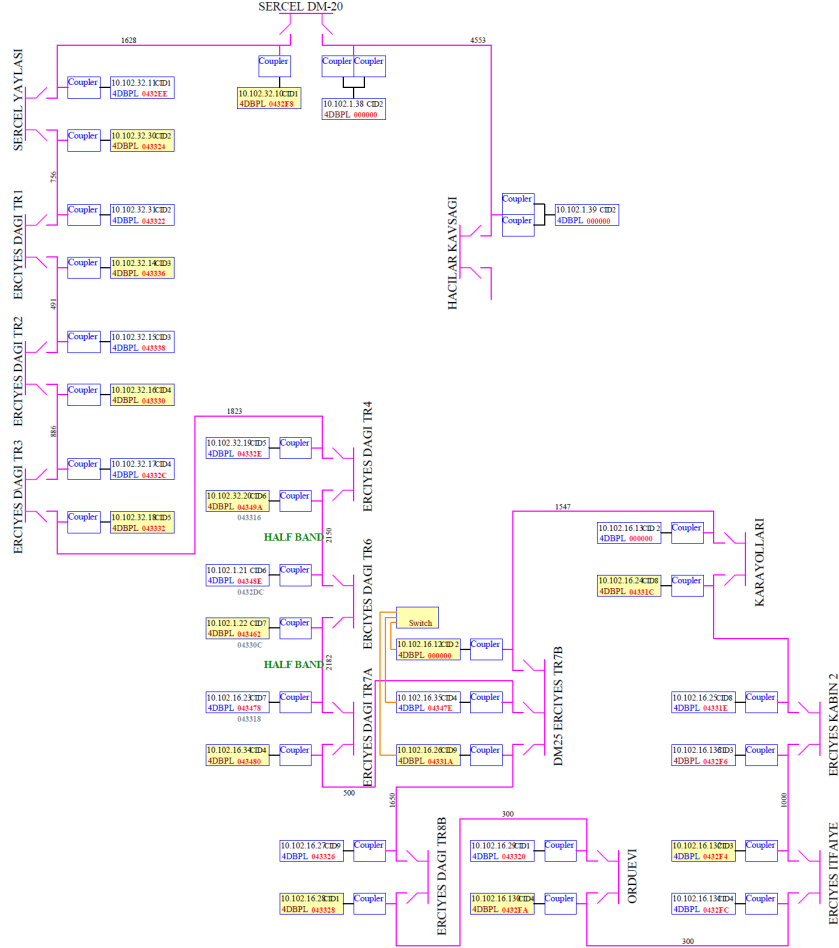
olması ile kesintisiz haberleşme sağlanmıştır.

DM20 (TR1605) ile DM21 (TR1604) arası bağlantı Havai hat olup geri kalan tüm bağlantılar yer altı kabloludur ve şebeke gerilimi 31,5 kV’tur. Çoğu hücre gaz izoleli olmakla birlikte bazı hücreler hava izole tiptedir.

Haberleşme için bağlantı yapılacak iki istasyon arasında karşılıklı coupler ve modem takılma zorunluluğu vardır. Bu coupler ve modemler aynı faza

takılmalıdır. Projelendirme yapılırken her iki istasyon arası bağlantı (her link) için headend-repeater çifti ayarlanmış, her modem çifti için eşsiz bir ID ve IP

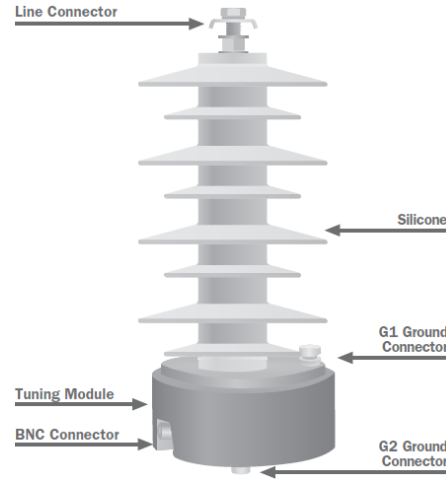
seçilmiştir. Aynı istasyondaki bir sonraki link için kullanılan modemlerin farklı ID'de olmasına dikkat edilmiştir.



Şekil 2 Erciyes dağında yer alan trafoaların şematik gösterimi

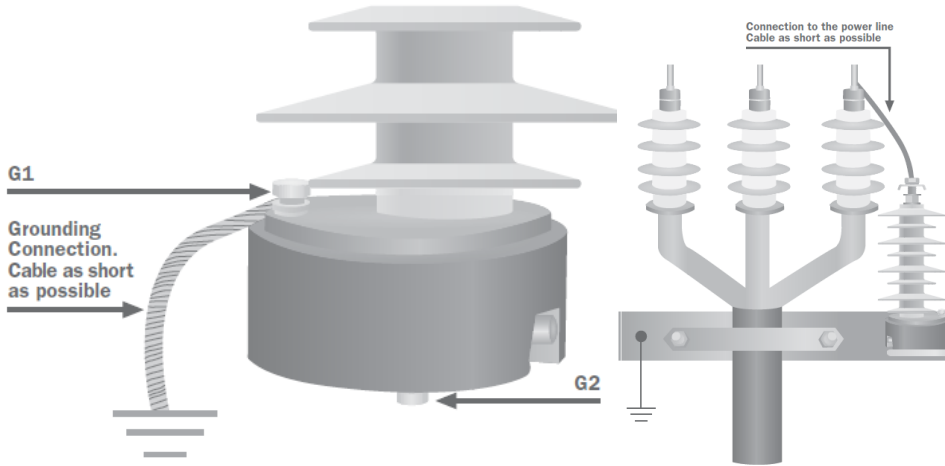
Hücrelerde elektrik kesintilerinin ardından montaj yapılacak faz belirlenmiş ve coupler cihazlar ve baraya montaj bakır kesitler hazırlanmıştır. Coupler cihazlar aşağıdaki belirtilen şekilde faza

bağlanacak kısımdan, silikon izolasyon kısmından, Toprak bağlantılarından ve modeme giden BNC konnektörden oluşmaktadır. Faz kablusunun zırhı topraklanmış olmalıdır.



Şekil 3 Coupler Cihazı

Coupler cihazların montajı esnasında aşağıdaki talimatlara uymaya özen gösterilmiştir.



Şekil 4 Coupler cihazının montajı

Hem toprak bağlantısı hem de faz bağlantıları mümkün olduğunca kısa tutulmaya çalışılmıştır. Uzatılması gereken durumlarda modem bağlantısının hücre dışına çıkarılması gerekliliği nedeni ile bu BNC uçlu kablo uzatılmıştır. Azami kablo uzunluğu 2-3m olarak kullanılmıştır. Sadece TR7B'deki TR8B'ye giden link'ncoupler bağlantı kablosu yaklaşık 5 m'dir.



Şekil 5 Coupler cihazının montaj edilmiş hali

Montajların ardından TR8B modemi ile TR7A istasyonlar arası bağlantı Ping atılarak test edilmiştir ve kesintisiz stabil haberleşme sağlanmıştır. Diğer kısımda DM20 modemi ile TR4 istasyonlar arası bağlantı ping atılarak test edilmiştir ve kesintisiz stabil haberleşme sağlanmıştır. Bu sayede SCADA istasyonun olduğu noktalara kadar iletilen veri buradan SCADA ana merkezine iletilerek kesintisiz iletişim sağlanmıştır.

## SONUÇ

Kayseri ve Civarı Elektrik Türk A.Ş. görev bölgesi içerisinde kendisine ait kablolu şebekenin bulunduğu yerlerde kendisine ait iletişim altyapısını kurabilmektedir. Bu durum hem işletme maliyetlerini azaltmakta hem de güvenilir bir sistem işletimini sağlamaktadır. Ancak denemeler neticesinde bu sistemin 2000 m uzunluğa kadar olan kablo mesafelerinde etkin olduğu 2000 m geçen noktalarda ise kullanılan kabloların haberleşme kablosu olmayıp enerji kablosu olmasından dolayı işlemediği görülmüştür. Gelecekte AG seviyesinde de benzer çalışmanın yapılarak sistem etkinliği araştırılacaktır.

## KAYNAKLAR

[1] K.TANRIÖVEN, S.YARARBAŞ  
“Geleceğin elektrik dağıtım şebekesi Smart Grid” Elektrik Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu 2011 Elazığ

[2]

<http://cms.inonu.edu.tr/tr/cms/eemuh/icerik/3642>

[3] Z.Lu. W. Wang “Cybersecurity in the Smart Grid: Survey and Challenges Computer Networks” Elsevier cilt 57 no 5 1344-1371 2013

[4] Broadband Over Powerlines (BPL) Developments and Policy Issues DSI/ICCP/CISP (2008)3/FINAL