

Endüstriyel Alanlarda Kullanılan Veri İletim Tekniklerinin Karşılaştırılması

Seyfettin VADİ^{1,*}, Naki GÜLER², Ramazan BAYINDIR³

¹ Gazi Üniversitesi, Gazi Meslek Yüksek Okulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Ankara, Türkiye

² Gazi Üniversitesi, Gazi Meslek Yüksek Okulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Ankara, Türkiye

³ Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Başvuru: 18.11.2013 Kabul: 02.01.2014

ÖZET

Bu çalışmada, endüstriyel sistemlerde kullanılan veri iletim tekniklerinin karşılaştırılması yapılarak amaca ve sisteme uygun iletişim tekniğinin belirlenmesi için göz önünde bulundurulması gereken hususlar belirtilmiştir. Uluslararası standartlara göre belirlenmiş ve yaygın olarak kullanılan veri iletim teknikleri hakkında bilgiler verilerek karşılaştırmaları yapılmıştır. Özellikle günümüzde hızla yaygınlaşan kablosuz iletişim teknolojileri hakkında iletişim hızı, iletişim mesafesi ve çalışma frekansları gibi teknik bilgiler detaylandırılarak iletişim destekli sistemlerde seçim yapılması kolaylaştırılmıştır. Verilen bilgiler ve yapılan karşılaştırmalar, endüstriyel iletişime ihtiyaç duyan projeler için yol gösterici özellik taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: GPRS, RF, PLC, Bluetooth

ABSTRACT

In this study, the data transmission techniques used in industrial systems have compared and issues for determining appropriate communication technique that is suitable for the user's aim and system must be considered is specified. Technical informations and comparisons about determined according to international standards and widely used data transmission techniques are given. Technical information such as transmission baud rate, distance and operating frequency about nowadays rapidly spreading wireless communication technology are given in details to make easier selection in communication supported systems. The informations presented and comparisons made provide guidance for the projects in need of industrial communication feature.

Key words: GPRS, RF, PLC, Bluetooth

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Otomasyon sisteminde sensör, aktüatör, valf, röle vb. elemanlar, programlanabilir lojik kontrolör ve bilgisayarlarla haberleşmektedir. Böylece bilgi akışı sağlanarak veri toplama (data acquisition), veri işleme, veri analizi işlemleri gerçekleştirilmektedir. Bu işlemler birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Gelişen

teknoloji ve kompleks yapıya sahip sistemlerin kullanılma gereksinimi cihazlar arası iletimi zorunlu kılmıştır. Endüstriyel sistemlerde de geliştirilen donanımsal yapılar ile bilgisayar arasında veya iki donanımsal yapıyı kontrol eden kontrolörler arasında iletişim kurulabilmektedir. Bu sistemler birbirleri ile etkileşimli olarak çalışmakta ve böylece tümleşik bir altyapı mimarisi oluşturmaktadır. Üretim tezgahları,

*Corresponding author, e-mail: seyfettinvadi@gazi.edu.tr

bant sistemleri ve robotik sistemlerde kontrolörler arası iletişim sıklıkla görülmektedir. Bilgisayar üzerinden aygıt kontrol sistemleri de günümüzde yaygınlaşan alanlardandır. Özellikle enerji izleme sistemleri ve bilgisayar arayüzü üzerinden cihazların kontrol edilmesi endüstriyel sistemlerde kullanılmaktadır[1].

Uygulamaların vazgeçilmez bir parçası olan endüstriyel iletişim teknikleri hakkında literatürde birçok başarılı çalışma bulunmaktadır. Middaugh, endüstriyel sistemlerde veri iletiminin önemini vurgulayarak uygulama tipine göre karşılıklı veri alış verişini yapan modelleri incelemiştir. Yaptığı çalışmada yerel alan ağı Ring, Bus yöntemlerinin avantajına ve dezavantajlarını açıklayarak veri iletiminde dikkat edilmesi gerekenleri vurgulamıştır. Ayrıca, fiziksel bağlantı koşullarının veri iletimindeki önemini açıklamıştır [1]. Decotignie, zamana bağımlı periyodik çalışan sistemler ve dış olaylara bağımlı çalışan sistemler üzerinde yaptığı çalışmada klasik yerel alan ağı yöntemi ile gelişmiş yerel alan ağı yöntemini karşılaştırarak klasik yöntemde oluşan sorunları açıklamıştır. OSI (Open Systems Interconnection) modeli üzerinden yaptığı açıklamalar ile geliştirilmiş yerel alan ağı sisteminin avantajlarını gerçek zamanlı çalışan bir endüstriyel ağ üzerinde göstermiştir [2]. Dzung ve arkadaşları günümüzün popüler konularından olan endüstriyel ağlarda veri güvenliği üzerine yaptıkları çalışmada, iletişim protokollerinin güvenlik seviyelerini karşılaştırmışlardır. Ayrıca iletişim protokollerinin güvenlik sınırlarını açıklayarak güvenli veri akış bölgelerini göstermişlerdir [3]. Schuermann ve arkadaşları kablosuz iletişim tekniği ve endüstriyel kontrol sistemlerinin tümleşik yapısını açıklayarak mikrokontrolörler ile bilgisayar arasındaki veri akışını katman modeli üzerinden göstermişlerdir. Yapılan çalışma ile çoklu mikrokontrolör ve tek merkezli yönetim arasındaki veri akışı Bluetooth ve ZigBee teknolojileri üzerinden detaylandırılmıştır [4]. Hashim, ethernet tabanlı endüstriyel iletişim tekniğini kullanarak yaptıkları tümleşik kontrol sisteminde sensörler, programlanabilir lojik kontrolör, SCADA sisteminden oluşan bir hiyerarşik yapıda veri akışı ve işlem basamaklarını incelemiştir. Gerçekleştirdikleri bilgisayar etkileşimli uygulamada veri iletimini ve cihazların adreslenmesini basamak basamak anlatmışlardır. Programlanabilir lojik kontrolör ile örnek bir çalışma yaparak uygulamada sonucunda elde ettikleri verileri sunmuşlardır [5].

Literatürdeki çalışmalardan görüldüğü gibi haberleşme sistemleri endüstriyel sistemlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Endüstriyel sistemlerde kullanılan haberleşme yöntemleri çalışmanın amacı doğrultusunda farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu yüzden, haberleşme mevcut sistemin amacına uygun, güvenli ve sürekli bir şekilde çalışması gerekmektedir. Oluşabilecek hata, gecikme ya da kesinti çok büyük tehlikelere yol açmakta ve üretimlerin durmasına neden olmaktadır. Bu durum haberleşme protokollerinin önemini ortaya koymaktadır. Bu haberleşme yöntemleri temelde kablolu, kablosuz olarak ikiye ayrılmaktadır. Kablolu haberleşme yüksek hızlarda büyük boyutlu verilerin taşınmasında daha çok kullanılmaktadır. Kablosuz haberleşme ise hem sosyal haberleşme

hemde endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Kablosuz haberleşme, sanayide donanım karmaşasını ortadan kaldırdığı için kablolu haberleşmeye göre daha çok tercih edilmektedir.

Bu çalışmada endüstriyel alanda kullanılan kablolu haberleşme yöntemlerinden olan PLC(Power Line Communication), RS232, RS485 ve kablosuz haberleşme yöntemlerinden olan RF(Radio of Frequency), GPRS, Bluetooth, Zigbee haberleşme yöntemleri hakkında bilgi verilmiş olup birbirlerine göre avantajları ve dezavantajları anlatılacaktır.

2. VERİ İLETİM TEKNİKLERİ

Endüstriyel alanlarda kullanılan donanımsal ve yazılımsal mimarilerin haberleşmesi kablolu ve kablosuz olarak yapılmaktadır. Sistem gereksinimlerine göre iletişim çeşitleri belirlenerek çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Fakat iletişimdeki mimari yapı ve veri iletimi belirli şartlar sağlanarak gerçekleştirilmektedir. Karmaşık yapıya sahip ağ modellerinde, güvenli ve doğru bir veri akışı sağlamak için uluslararası standartlar organizasyonu tarafından OSİ referans modeli önerilmektedir. Bu modeline göre veriler 7 basamakta kodlanıp gönderilmekte ve aynı şekilde 7 basamakta tekrar çözülerek ilk veriye ulaşılmaktadır.

Veri gönderme kısmında ilk katman uygulama katmanıdır ve verilerin ilk çıkış katmanıdır. Yedi katmandan oluşan bu veri gönderme işleminin her basamağında temel veriye üst bilgi eklenir. Eklenen üst bilgilerle fiziksel katmana 7 parçadan oluşan bir veri gönderilir ve fiziksel katman bu değişik veriyi alıcı tarafa herhangi bir ağ yapısına ait fiziksel düzenek ile gönderir. Alıcı bölümde elde edilen bu veri, üzerinde 7 katmanın üstbilgilerinin bulunduğu bir veridir ve bu hali ile kullanılmamaktadır. Göndericiye ait ilk veriyi elde etmek için göndericide eklenen üst bilgiler aynı yapı tersten işletilerek ilk haline çevrilir. Böylece göndericinin iletmek istediği veri değişmeden alıcıya ulaşmış olur[1-3]. Endüstriyel alanda kullanılan haberleşme yöntemleri kablolu ve kablosuz olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

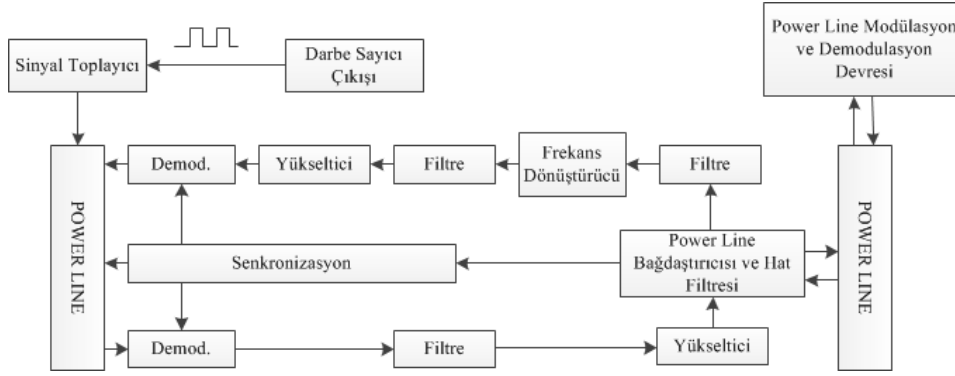
2.1. Kablolu Haberleşme Yöntemleri

2.1.1. PLC (Power Line Carrier)

EHİ (Enerji Hattı İzleme) sistemlerini düzenlemek için geliştirilmiş ortak bir standart bulunmamaktadır. Gönderilecek veri, belirli bir frekanstaki radyo isaretleri ile modülasyon işlemine tabi tutularak, enerji iletimi için kullanılan bakır iletkenlere güçlendirilerek enjekte edilmektedir. Enerji hattı üzerinde oluşturulan bu veri taşıma tekniği PLC olarak adlandırılmaktadır. PLC sistemlerinde kullanılan frekans bandı ve modülasyon tekniği haberleşmenin verimliliği ve hızı açısından önemlidir. Elektrik hatları üzerinden 3kHz ile 500kHz aralığında dar bant iletişim yapılmaktadır. AC EHİ uygulamalarında genellikle 1.6 MHz – 80 MHz frekans bandı kullanılmaktadır. Bu frekanslar, Orta Frekans (300kHz - 3MHz), Yüksek Frekans (3MHz – 30MHz) ve Çok Yüksek Frekans (30MHz – 300MHz)

spektrumlarındadır. PLC haberleşmesi genellikle uzun mesafeli ve düşük hızlarda veri ve ses iletişimi için kullanılmaktadır. Gelişmekte olan dünya ülkeleri ve ülke toplulukları enerji hattı üzerinden haberleşme sistemleri kurmakta ve bu konular üzerine çalışmalar yapmaktadır. Uzakdoğu ve Avrupa ülkeleri enerji hattı üzerinden farklı frekans bantları kullanarak enerji izleme ve kontrol işlemlerini gerçekleştirmektedirler.

Ülkemizde de PLC sistemi kullanılmaktadır. 50 Hz' de enerji taşıyan nakil hattının üzerine 50 kHz – 500 kHz aralığında yüksek frekanslı bilgi sinyali aynı hat üzerinden gönderilmektedir. Gönderilen sinyaller alıcı tarafta çözümlenilerek anlamlı veriler haline getirilmektedir. Şekil 1'de bir PLC sisteminin blok yapısı gösterilmiştir[6-7].



Şekil 1. PLC Blok Diyagramı[7]

2.1.2. RS-485

RS485 simetrik ve çok noktalı bağlantıya ihtiyaç duyulan uygulamalarda kullanılır. Simetrik haberleşmede iki veri hattı arasındaki diferansiyel gerilim ölçülür. Sinyal aktarımı yapılan bir noktadan gelen voltaj farkı negatif olduğunda sinyal yüksek (HIGH), pozitif olduğunda düşük (LOW) olarak kabul edilir. RS485 ile teknik olarak 32 alt sisteme bağlantı yapılabilir. Bundan daha fazla noktaya bağlantı yapılması tavsiye edilmemektedir. Otomasyonun karmaşıklaşmasıyla birlikte kullanılan tahrik/kontrol ve algılama elemanlarının sayısı artmış ve buna bağlı olarak konvansiyonel terminal kablo bağlantılı projeler hem işçilik bakımından yüksek maliyetli, hem de operasyon esnasında hata bulma / giderme açısından verimsiz olmaya başlamıştır. Daha az kablo ile daha fazla veri taşıyabilen ve veriyi sadece iletmekle kalmayıp durum/konum bilgisini de aynı hat üzerinden gönderebilen seri haberleşme protokolleri bu ihtiyaca cevap olarak karşımıza çıkmaktadır[18,19].

2.1.3. Modbus

Modbus 1979 yılında Modicon firması tarafından geliştirilmiş, sunucu istemci tabanlı olarak endüstride kullanılan akıllı cihaz olarak tabir edilen aygıtların haberleşmesi için geliştirilmiş bir protokoldür. Modbus protokolü tamamen açık ve günümüzde birçok endüstri kuruluşlarındaki yapıda kullanılan bir protokoldür. Farklı yapılarıdaki cihazlar Modbus ile haberleşebilmektedir[20].

Modbus çoklu sahip/köle (master/slave) sistemlerini izlemek ve aygıtları programlamak için, akıllı cihazları (PLC, inverter vb.), algılayıcılar ve diğer aygıtları

birbirleri ile haberleşirmek için veya alan içerisindeki cihazları uzaktan bilgisayar yada insan makine ara yüzleri ile kontrol edebilmek için kullanılabilir. Modbus cihazlardan verilerin alındığı ve bu verilerin bir merkezde toplanabildiği bir endüstriyel ağ sistemidir. Modbus açık bir protokoldür. Bunun anlamı farklı üreticiler bu protokole uygun cihazları herhangi bir ücret ödemeksizin üretebilir ve bu protokolü kullanabilirler. Bu nedenle günümüzde endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Modbus'ın esnekliği yüksektir. Sadece akıllı cihazlarla (PLC, Mikrobilgisayar) değil de gelişmiş sensörlere de direkt olarak uygulanabilmektedir[21,22]

2.1.4. Profibus

Profibus(Process Field Bus) geniş kapsamlı üretim ve proses otomasyonu için tasarlanmış üreticiden bağımsız açık saha bus standartıdır. Profibus haberleşme sistemi Siemens'inde içinde bulunduğu bir çok programlanabilir lojik kontrol üretici firma tarafından geliştirilen ve standart olarak kabul edilen bir ağ sistemidir. PROFIBUS DP (dezentrale peripherie) otomasyon cihazı ile merkezi olmayan cihazlar arasında hızlı bir şekilde ver alış verişi sağlayan bir haberleşme sistemidir. Özellikle programlanabilir lojik kontrolörün merkezde, çevre birimlerinin (slave) çalışma sahasında (işin yapıldığı yerde) olduğu durularda iletim hatlarının oluşturulması çok kolay bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Profibus, OSI referans modeline yönelik bir protokol mimarisidir. Etkili bir haberleşme protokolü olan DP kullanıcı arabirimi olarak 1. ve 2. katmanları kullanır[23-25].

2.1.5. MPI (Multipoint Interface)

MPI (Multipoint Interface) haberleşme sistemi özellikle işlemciler arası haberleşme işlemlerinde çok yoğun olarak kullanılır. Konfigürasyon ve kullanımı oldukça basittir. İki damarlı (profibus) kablosu bir kablo ve MPI bağlantı bağlayıcısı(konnektör) dışında bir donanıma ihtiyaç duymazlar. Haberleşme kablosu (profibus kablosu) MPI hattına, programlama cihazı bağlantı kablosu (MPI kablosu) bağlanıyormuş gibi bağlanmaktadır. Maksimum 32 adet katılımcı bağlanabilir ve iletim hattı uzunluğu en fazla 50 metre olabilir, 50 metrenin üzerindeki mesafeler için RS 485 yükseltici kullanmak gerekir. Her yükseltici hat uzunluğu 1000 metreye kadar çıkarabilir. Toplam 10 yükseltici kullanılabilir. İletim hattının başlangıç ve bitiş noktalarındaki bağlayıcılara ise sonlama direnci konmalıdır[26-28].

2.1.6. RS232 Standardı

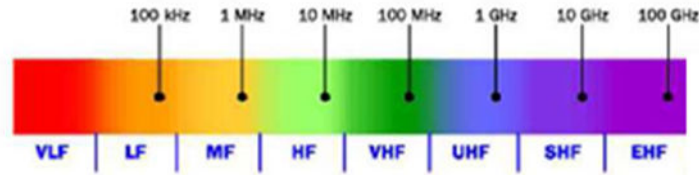
RS232 genellikle iki nokta arasında asimetrik haberleşme yapıldığı durumlarda kullanılmaktadır. +3/+15V aralığı yüksek (HIGH) sinyal, -3/-15V aralığı düşük (LOW) sinyal olarak kabul edilir. Bu standart genellikle kişisel bilgisayarlarda kullanılmaktadır. Seri iletişim gerçekleştiren cihazlar arasında bu tür asenkron iletişimi sağlamak amacıyla geliştirilen bir haberleşme standardıdır. RS-232 standardı ilk olarak 1962 yılında

çıkıştır. Daha sonra 1969 yılında RS-232c standardı ortaya çıkmıştır. RS-232D standardı ise 1987 yılında RS-232C standartının geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda bu standart EIA-232-D olarak da adlandırılmaktadır[29-30].

2.2. Kablosuz Haberleşme Yöntemleri

2.2.1. RF

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte kablosuz iletişim ile yapılan çalışmaların sayısı artmaktadır. Kurulum maliyetinin azalması, kablolu hatalarının azalması, kopma olmaması ve donanım karmaşıklığının ortadan kalkması kablosuz iletişimin avantajlarıdır. Bu iletişim teknolojilerinden biri de RF (Radio frequency)'dir. RF iletişim teknolojisi elektromanyetik dalgalar yoluyla gerçekleşmektedir. Bu dalgalar belirli bir frekans bandı aralığında iletim sağlamaktadır. Radyo dalgalarının elektromanyetik spektrum üzerindeki frekans dağılımı ve bant aralıkları Şekil 2'de gösterilmiştir. Radyo dalgaları 10 kHz ile 3000 GHz frekans aralığını kapsamaktadır. Fakat bu aralığın belirli bölümlerini kullanılmaktadır. Örneğin, günümüzde firmalar HF, VHF, UHF EHF frekanslı radyo dalgalarını elektrik şebekelerinde, telemetre, tele-kontrol, tele-koruma ve şebeke işletimi için kullanılmaktadır[8].



Şekil 2. Radyo Dalgalarının Elektromanyetik Spektrum Üzerindeki Dağılımları

RF haberleşme yöntemi, araçlarda merkezi kilit sistemleri, ev otomasyon sistemleri, güvenlik sistemleri ve garaj kapıları vb. gibi daha çok basit uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Basit uygulamalar için kullanılan 433 MHz ve 860 MHz frekans bandında çalışan kablosuz haberleşme sistemleri lisans gerektirmemektedir. Geniş bant kablosuz iletişim

sağlayan sistemler 2.4 – 2.8 GHz frekans bölgesinde çalışmaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan Wi-fi tekniklerine ait ayrıntılar Tablo 1'de verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi geniş bant sistemlerde amaca yönelik olarak hız, mesafe ve uygulama bölgelerine göre sınıflandırılmıştır[8-9].

Tablo 1. Geniş Bant Kablosuz Haberleşme Yöntemleri

	WPAN	WLAN	WMAN	WWAN
Standart	Bluetooth HomeRF	IEEE 802.11 HiperLAN	IEEE 802.16 HiperMAN	GSM GPRS COMA 3G
Hız	<1 Mbps	11-54 Mbps	11-100 Mbps	10-384 Kbps
Mesafe	Kısa	Orta	Orta-Uzun	Uzun
Uygulama	Cihazlar Arası Bağlantı/ Piconet	Cihazdan Cihaza/ Ağ Kurulumu	Kablo Yerine/ Son Kullanıcı	Mobil Telefon/ Mobil Veri

2.2.2 GPRS

Verilerin mevcut GSM şebekeleri üzerinden 28.8 kbps'den 115 kbps'e kadar varan hızlarda iletilmesine imkan veren paket radyo prensibine dayalı mobil iletişim servsidir. Aralıklı, periyodik olmayan verilerin iletiminde ve küçük veri miktarlarının sık iletiminde yaygın olarak tercih edilmektedir. Sistemler arasında veri iletişiminin sağlanmasında standart OSI modeli kullanılmaktadır. Bu model, Fiziksel katman, Veri Bağlantısı, Ağ, Taşıma, Oturum, Sunum ve Uygulama katmanından oluşmaktadır. Yedi katmandan oluşan bu modele göre veriler katmanlardan geçerek hedef noktaya iletilir. GPRS, kablosuz LAN olarak OSI modelinin fiziksel katmanı ile veri bağlantısı katmanında yer almaktadır. Kablosuz LAN (802.11x ailesi) için IEEE ve ETSI (The European

Telecommunication standards Institute) tarafından belirlenen uluslararası standartlar oluşturulmuştur[10,11].

802.11x standardında ilk olarak 1 veya 2 Mbps'lik çalışma hızları ön görülmüştür. Daha sonra geliştirilen 802.11b ve 802.11a standartlarında çalışma hızları 11 Mbps, 54 Mbps'e kadar çıkarılmıştır. Verilen bu hızların, kablosuz ağlar için brüt hızlar olduğundan aslında veri aktarımı daha düşüktür. Bu sebeple kablosuz ağ cihazları birbirleriyle karşılaştırılırken aktarım başarımı göz önüne alınmalıdır. Tablo 2'de 802.11x standartlarının fiziksel aktarım oranı (brüt aktarım oranı) ve veri aktarım oranı (net aktarım oranı) verilmiştir[11-12].

Tablo 2. IEEE'nin 802.11x standartlarının karşılaştırılması [10]

Özellik	802.11	802.11a	802.11b	802.11g
Brüt Aktarım Hızı (Mbps)	2	54	11	54
Net Veri Oranı (Mb/s)	1,2	32	5	6
Frekans (GHz)	2,4	5	2,4	2.4
Ortalama Erişim	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA
Şifreleme	40 bit RC4	40 bit RC4	40 bit RC4	40 bit
Modülasyon Yöntemi	FHSS veya DSSS	Tek Taşıyıcı	DSSS	DSSS
Kesişmeyen Kanal Sayısı	3(dahili/harici)	4(dahili, U-NII1) 4(dahili, U-NII2) 4(dahili, U-NII3)	3(dahili/harici)	4

Kablosuz yerel alan ağların (Wireless Local Area Network) sınıflandırılması ve bu sınıfların veri aktarma hızlarının karşılaştırılması Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3. Kablosuz haberleşme yöntemlerinin karşılaştırılması[11]

	Zigbee	GPRS/GSM	Wi-fi	Blue tooth	RF
Odaklanın Alanı	İzleme ve Kontrol	Geniş Alan Ses ve Veri iletimi	Web, Posta	Kablo yerine	Telsiz Servisleri
Sistem Kaynağı	4 - 32Kb	16 Mb+	1 Mb+	250 Kb+	32 Kb
Ağ Veri Genişliği (kb/s)	20-250	64 -128+	11000+	720	32
Kapsama Alanı (metre)	1-100	1000+	1-100	1-10+	1-100+

Zigbee, RF ve Bluetooth kablosuz haberleşme yöntemleri iletişim hızlarının düşük, haberleşme mesafelerinin kısa, veri güvenliğinin düşük olması, gürültü ve kar, sis, yağmur gibi hava koşullarından olumsuz etkilenmesinden dolayı daha çok basit uygulamalarda tercih edilmektedir. Hücreli sistemler olarak da adlandırılan GSM, hızla büyüyen ve talep edilen bir telekomünikasyon ürünü olmasının yanında teknolojik altyapısının güncel olması GPRS servislerinin kullanımını artırmaktadır. Ayrıca, elektromanyetik gürültü ve hava koşulları gibi çevresel etmenlerden çok az etkilendiği için kablosuz haberleşmede daha çok tercih edilmektedir. GPRS haberleşme yöntemi, GSM şebekesinin çekim gücü olduğu her bölgede çok fazla donanım altyapısı gerektirmeden düşük maliyette, yüksek oranda veri güvenliği sağlayarak kaliteli bir haberleşme imkânı sunmaktadır. Özellikle yerleşim yerlerinden uzak dağlık bölgeler dâhil tüm alanlarda mesafe ve altyapı kısıtlaması olmadan haberleşme imkânı sunduğu için internete ve diğer haberleşme yöntemlerine göre üstünlük sağlamaktadır[12].

2.2.3. Bluetooth

2.45 GHz ISM bandında iletişim kuran Bluetooth teknolojisi kısa mesafeli kişisel bir iletişim tekniğidir. 24 Mbps seviyelerine kadar veri aktarımına izin verebilen bu iletişim yöntemi günümüzde cep telefonu

vb. aygıtlar arasında veri alışverişi yapmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Kısa mesafede veri alışverişi, aygıtlar arası senkronizasyonun uzun sürmesi ve aynı anda kullanılacak aygıt sayısının az olması Bluetooth teknolojisinin kullanım alanlarını kısıtlamaktadır[13,14].

2.2.4. Zigbee

Zigbee, IEEE 802.15.4 standardında çalışan veri akışının az olduğu yerlerde kullanılan bir kablosuz iletişimdir. Zigbee iletişim cihazları ve tekniğinin çok düşük güç tüketimi, ucuz olması, donanım yapısının basit olması ve veri güvenliği açısından kararlı çalışmaktadır. Bunların yanı sıra veri hızının düşük olması gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır. ZigBee diğer kablosuz ağ yapılarının basitleştirilmiş yapısıdır. Cihazlar arası iletişim mesafesinin kısa olması kullanım alanlarını kısıtlamaktadır. Özellikle ev otomasyonu ve yakın mesafelerdeki aygıtların kablosuz olarak yönetilmesi gereken uygulamalarda tercih edilmektedir. Düşük hızlarda veri alışverişi yapması da aygıtların karmaşık özellikleri yerine lojik olarak başlatılıp durdurulması alanlarında tercih edilme sebeplerindedir. Tablo 4'te Bluetooth teknoloji ile ZigBee teknolojisinin karşılaştırılması verilmiştir[15-17].

Tablo 4. ZigBee ve Bluetooth Teknolojilerinin Karşılaştırması [16,17]

	Bluetooth	Zigbee
İletim Programı	FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)	DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
Modülasyon	GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying)	QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) veya BPSK (Binary Phase Shift Keying)
Frekans Bandı	2.4GHz	2.4GHz, 915MHz, 868MHz
Ham Veri Bit Hızı	1Mbps	250Kbps, 40Kbps, 20Kbps (frekans bandına bağlı)
Güç Çıkışı	100mW - 2.5mW - 1mW	0.5mW
Minimum hassasiyet	%0.1 Bit hata oranı için -70dBm	%1'den küçük paket hata oranı için -85dBm (2.4GHz) veya -92dBm(915/868MHz)
Ağ topolojisi	Master + Slave 8 aktif düğüm	Yıldız veya noktadan noktaya 255 aktif düğüm

3. SONUÇ

Verici ve alıcı arasında hızlı, güvenli ve anlaşılabilir veri iletişimi gerçekleştirilebilmesi için kullanılan yazılım ve donanıma göre bazı unsurların belirlenmesi gerekir. Endüstriyel sistemlerde sistemlerin uzaktan kablolu yada kablosuz veri iletimi ve seçimi çok önemlidir. Haberleşme yöntemi seçilirken teknik özellikleri kıyaslanarak seçim yapılmaktadır. Mevcut enerji hatları üzerinden yapılan veri iletimi yeni iletişim tekniği olduğundan kısa mesafelerde daha kararlı çalışmaktadır. Endüstriyel uygulamalarda, çok sayıda sistem arasındaki kesintisiz, hızlı veri iletimi için profibus yöntemi tercih edilmektedir. Bu yöntem, Modbus, MPI ve RS232 ile veri iletim yöntemlerine göre daha uzun mesafelerde kullanılmaktadır.

Kablo karmaşıklığı önlemek için ise kablosuz haberleşme yöntemleri kullanılmaktadır. Kısa

mesafelerde, maliyetinin düşük ve veri sürekliliğinin çok önemli olmadığı uygulamalarda RF ve Bluetooth yöntemi daha çok kullanılmaktadır. Kablosuz veri aktarımı için mesafeler arttıkça kullanılan yöntemde değişmektedir. Uzun mesafelerde ise güvenliğin yüksek olduğu Zigbee kablosuz haberleşme yöntemi tercih edilmektedir.

Yapılan bu çalışma ile endüstride kullanılan haberleşme yöntemleri incelenmiş olup teknik özellikleri, kullanım alanları ve kıyaslamaları yapılmıştır. Böylece haberleşme yöntemi seçilirken sistemin kapasitesine, iletim uzunluğuna ve çalışma koşullarına uygun haberleşmesinin seçilmesinde kolaylıklar sağlamaktadır. Ayrıca gelişen teknolojiyle birlikte yeni nesil haberleşme yöntemlerinin diğer yöntemlerden farkı da ortaya konulmuştur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Kevin M. Middaugh, "A Comparison of Industrial Communications Networks", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 29, No. 5.
- [2] Jean-Dominique Decotignie, "Ethernet-Based Real-Time and Industrial Communications", Proceedings of the IEEE, Vol. 93, No. 6, 2005.
- [3] Jimmy Kjellsson, Anne Elisabeth Vallestad, Richard Steigmann, and Dacfeý Dzung, "Integration of a Wireless I/O Interface for PROFIBUS and PROFINET for Factory Automation", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 56, No. 10, 2009.
- [4] Volker Schuermann, Thorsten Mann, Aurel Buda, Joerg F. Wollert, "Integrating Bluetooth Localization into Existing TCP/IP Networks", IEEE International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, 2009.
- [5] W. Hashim, S. Dzulkifly, N.A. Abd Ghafar, A.F. Ismail, K. Abdullah, "Mobile Broadband Networks Performance Modeling Based on Experimental Studies", International Conference of Statistics in Science, Business, and Engineering (ICSSBE), pp:1-5, 2012.
- [6] Gerd Bumiller, Thilo Sauter, Gerhard Pratl, Albert Treytl, "Secure and Reliable Wide-Area Power-Line Communication for Soft-Real-Time Applications within REMPLI", International Symposium of Power Line Communications and Its Applications, pp:57-60, 2005.
- [7] Filipe Pacheco, Maksim Lobashov, Miguel Pinho, Gerhard Pratl, "A power line communication stack for metering, SCADA and large-scale domestic applications", International Symposium of Power Line Communications and Its Applications, pp:61-65, 2005.
- [8] Yüksel, M.E., Zaim, A. H., "Rfid'nin Kablosuz İletişim Teknolojileri İle Etkileşimi", Akademik Bilişim 2009 Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 11 - 13 Şubat 2009.
- [9] Lee, SS ; Kim, B ; Kim, JY .; Choi, S ; Kim, C.; An IEEE 802.15.4g SUN OFDM-Based RF CMOS Transceiver for Smart Grid and CEs", Ieee International Conference On Consumer Electronics (ICCE), pp:520-521, 2013.
- [10] Kutlu, A., "Wireless Medium Access Control Protocols for Real Time Industrial Applications", The University of Sussex School of Engineering, PhD Thesis, 124s, Brighton, England.
- [11] Mullner, R., Ball, C.F., Ivanov, K., Treml, F., Spring, G., "Quality of service in GPRS/EDGE mobile radio networks", Vehicular Technology Conference, 2004. VTC 2004-Spring. 2004 IEEE 59th Volume 5, pp. 2507-2511, 2004.
- [12] Pribylov, V.P., Rezvan, I.I., "On the way to 3G networks: the GPRS/EDGE concept", Microwave Electronics: Measurements, Identification, Applications, MEMIA 2003. Proceedings of the 4th IEEE-Russia Conference, pp. 87-98, 2003.
- [13] Moon, SE ; Choi, NJ ; Lee, HK ; Lee, J ; Yang, WS, "Semiconductor-Type MEMS Gas Sensor for Real-Time Environmental Monitoring Applications", Etri Journal, Vol: 35, pp: 617-624, 2013.
- [14] Olivo, J.; Carrara, S.; De Micheli, G., "A Study of Multi-Layer Spiral Inductors for Remote Powering of Implantable Sensors", Biomedical Circuits and Systems, IEEE Transactions, Vol:7, pp:536-547, 2013.
- [15] Shang, T ; Huang, FH ; Chen, J ; Liu, JW "A Security-enhanced Key Distribution Scheme for AODVjr Routing Protocol in ZigBee Networks", Chinese Journal of Electronics, Vol: 22, pp: 577-582.
- [16] S. Ouni, Z.T. Ayoub, "Cooperative Association/Re-association Approaches to Optimize Energy Consumption for Real-Time IEEE 802.15.4/ZigBee Wireless Sensor Networks", Wireless Pers Communication, Vol:71, pp:3157-3183, 2013.
- [17] Ken Masica, April 2007, Recommended Practices Guide For Securing Zigbee Wireless Networks in Process Control System Environments, Lawrence Livermore National Laboratory.
- [18] Yu-Kai Chen, Yung-Chun Wu, Chau-Chung Song, and Yu-Syun Chen, "Design and Implementation of Energy Management System With Fuzzy Control for DC Microgrid Systems", IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 28, No. 4, 2013.
- [19] Bhatt, U ; Verma, HK, Kumar, A , "Automation and remote control of volumetric calibrator using RS485/MODBUS protocol", 2nd International Conference on Power, Control and Embedded Systems (ICPES), 2012.
- [20] Niv Goldenberg, Avishai Wool, "Accurate modeling of Modbus/TCP for intrusion detection in SCADA systems, international journal of critical in frastructure protection 6, 2013, pp:63-75.
- [21] B. Dutertre. Formal modeling and analysis of the Modbus protocol. Technical report, computer Science Laboratory, SRI International, October 2006.
- [22] U. Lindqvist and P. A. Porras. Detecting computer and network misuse through the production-based expert system toolset (P-BEST). In Proceedings of the 1999 IEEE Symposium on Security and Privacy, pages 146-161, Oakland, California, May 9-12, 1999.
- [23] Piotrowski, A; Nieszporek, T; "Setting up a work centre based on the profibus network", 11th International Conference on Industrial, Service and Humanoid Robotics (ROBTEP 2012), Vol:282, pp:51-58.
- [24] Zhang, P; Shen, MD; Design of Automatic Sorting System of Boxed Drugs Based on Profibus-DP, 3rd International Conference on Manufacturing Science and Engineering (ICMSE 2012), Vol: 468-471, pp:848-851.
- [25] Xia, LL, Qiu, C, Fu, ZL, Pan, XY, "A Novel Design of Profibus-DP Communication Interface Card for the Intelligent Instruments of

- Field Network", IEEE International Conference on Automation and Logistics (ICAL), 2012, pp: 382-385.
- [27] Zhang, YS; Liu, MM; Zhao, FZ; "The Design and Implementation of PLC Monitoring System Based on OPC", International Conference on Mechatronics and Control Engineering (ICMCE 2012), Vol: 278-280, pp: 930-935.
- [28] Seno, L; Tramarin, F; Vitturi, S; "Performance of Industrial Communication Systems: Real Application Contexts", International Conference on Mechatronics and Control Engineering (ICMCE 2012), Vol:6, pp: 27-37.
- [29] He, JZ ; Zhao, ZX ; Zhong, ZN , "The Design and Application of PLC Master-slave Control System Based on MPI", International Conference on Measurement, Instrumentation and Automation (ICMIA 2012), Vol: 241-244, pp:1908-1912.
- [30] Zhao, XM, "Realization of Serial Port Expansion Circuit", 3rd International Conference on Frontiers of Manufacturing and Design Science (ICFMD 2012), Vol: 271-272, pp:1597-1601.
- [31] Emilio, MD; "USB and RS232 in Data Acquisition System Design", Electronics World, Vol: 118, Issue:1916, pp:42-43, 2012.