Gerçek Zamanlı ve Kablosuz Veri Toplama Sistemleri

Fırat YÜCEL [1,3] Hakan ÇALIŞ [1,2]

[1] Süleyman Demirel Üniversitesi
Teknik Eğitim Fakültesi
Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Bölümü
32260, Batı Kampusu/ISPARTA

[2] Yrd.Doç.Dr.
hcalis@tef.sdu.edu.tr

[3] Teknik Öğretmen, Yüksek Lis.Öğrencisi
fyucel@ieee.org

Özetçe

Bu çalışmada veri toplama sistemi; donanım, yazılım ve kablosuz iletişim boyutlarıyla ele alınmaktadır. Ayrıca, veri toplama konusunda bugüne kadar yapılan çalışmalar değerlendirilmekte, ideal bir veri toplama sisteminin nasıl olması gerektiği üzerinde durulmaktadır.

1. Giriş

Verinin elde edilmesi ve buna bağlı otomasyon sistemlerinin geliştirilmesiyle birlikte, endüstride ve diğer alanlardaki birçok sürecin insan faktörü olmadan denetimi gerçekleştirilebilmektedir. Veri toplama, süreç denetiminin temelidir, çünkü elde edilen verinin kalitesi ölçüsünde denetimde doğruluk sağlanabilecektir. Veri toplama işlemi sonucunda elde edilen veriler, işlenerek ve gerektiğinde sunularak kullanılabilir hale getirilmelidir.

Bugün yönünüzü döndüğünüz her yerde, kablosuz iletişimle ilgili birçok uygulamaya rastlamak mümkündür: Kablosuz LAN'lar, kablosuz Internet erişimi, kablosuz telefonlar. Kablosuz bağlantılar; veri milimetre uzağa da aktarılsa, kilometrelerce uzağa da aktarılsa etkili çözümler sunar. Bu nedenle, kablosuz teknolojiler, veri toplamada sıklıkla kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, veri toplama sistemlerinin genel yapısı üzerinde durmak ve özellikle kablosuz uygulamalar konusunda bugüne kadar yapılan çalışmaları irdelemek, bu konuda uygun çözümleri ortaya koymaktır. Ayrıca, veri toplamadaki temel parametreler hakkında bilgi verilmesi ve kablosuz veri toplama ile ilgili bu güne kadar yapılan çalışmalarda kullanılan teknolojiler ve yöntemler hakkında tartışılması amaçlanmıştır.

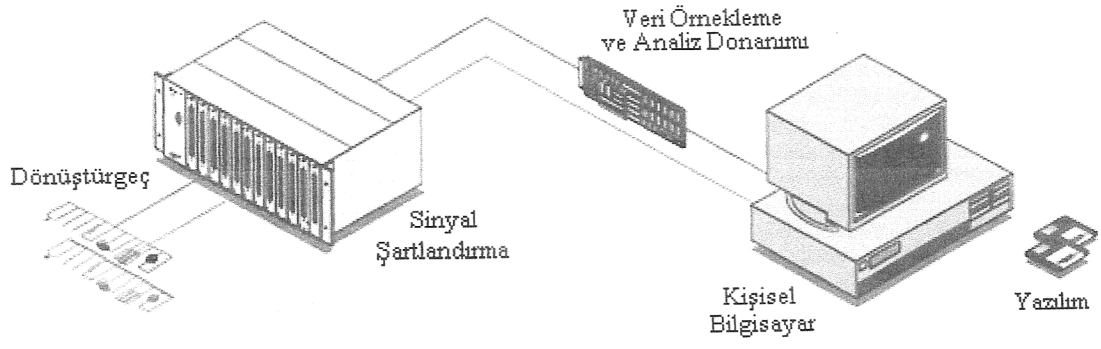
2. Veri Toplamada Temel Kavramlar

Veri toplama, algılayıcılar yardımıyla dış dünyadaki bir süreçten alınan analog verilerin sayısallaştırılması, toplanması ve işlenmek üzere bilgisayar veya denetleyici ortamına aktarılması sürecidir. Bir veri toplama sistemi, verilerin yorumlanması ve izlenmesi amacıyla bir bilgisayar ya da denetleyici, dönüştürgeçler (transducers), işaret koşullandırma (signal conditioning) bileşenleri, veri toplama donanımı ve bu donanımları kontrol etmek üzere yazılım kısımlarından oluşmaktadır (Şekil 1)[1].

Veri toplama sistemleri, bilgisayara bağımlı ya da bilgisayardan bağımsız olabilir. Verinin yüksek hızda örneklenmesi gereken sistemlerde kişisel bilgisayarlar yerine, yüksek çalışma frekansına sahip işlemciler kullanılır. Veri toplamada, analog dönüştürgeçlerden alınan veriler, alçak geçiren filtreler yardımıyla gürültü gibi istenmeyen sinyallerden arındırılır ve analog/sayısal dönüştürücü (ADC) yardımıyla sayısallaştırılır. Sayısallaştırılan veriler ise bir denetleyiciye gönderilir ya da bir belleğe kaydedilir. Bu veriler, gereksinime bağlı olarak işlenir, yakın ve uzak terminallere kablolu veya kablosuz yöntemlerle gönderilirler. Bir veri toplama sistemini oluşturan kısımlar aşağıda incelenmektedir[1,2].

2.1. Kişisel Bilgisayar veya Denetleyici

Veri toplama sisteminde kullanılan bilgisayar, sürekli veri toplama işlemlerinde maksimum hız üzerinde büyük ölçüde etkilidir. Günümüz teknolojisi, Pentium ve AMD türü işlemcilere sahiptir ve bu işlemciler geleneksel ISA



Şekil 1 Kişisel bilgisayar tabanlı bir veri toplama sisteminin yapısı

veri yolu, USB gibi yolları, PCI, PXI/Compact PCI, IEEE 1394 (*firewire*) gibi yol mimarilerini desteklemekte ve yüksek performans sağlamaktadır. Veri toplama aygıtı ve veri mimarisi seçilirken, seçilen aygıt ve veri yolunun birbirini desteklemesi gerekir [1].

Bilgisayarın veri aktarım kapasitesi, veri toplama sisteminin performansını önemli ölçüde etkileyebilir. Bütün kişisel bilgisayarlar programlanabilir G/Ç ve kesme aktarımı yeteneğine sahiptir. Günümüzün bütün bilgisayarları tarafından desteklenen doğrudan bellek erişimi (DMA) aktarımları verinin doğrudan sistem belleğine aktarımını sağlayarak sistemin hızını artırır. Bu yöntem kullanılarak, işlemci, verinin taşınması gibi işlemlerle meşgul olmadan karmaşık görevleri gerçekleştirebilme olanağına kavuşur [1].

Verinin büyük miktarlarda toplanmasını sınırlayan faktör, sıklıkla sabit disk olarak ortaya çıkar. Disk erişim zamanı ve sabit disk bölümlendirmesi verinin diske aktarılmasında ve toplanmasında maksimum sınırın azalmasına neden olabilir. Yüksek frekansta veri toplama gerçekleştiren sistemler için, yüksek hızlı sabit disk kullanılmalı ve bu disk, yeterli miktarda bitişik (bölümlenmemiş) boş disk alanına sahip olmalıdır[1].

Yüksek frekanslı sinyallerin gerçek zamanlı olarak elde edilmesi gereken uygulamalarda, sayısal işaret işleme devresi üzerinde DSP olarak isimlendirilen yüksek hızlı 32-bit işlemciler kullanılmalıdır. Eğer uygulama sadece saniyede bir veya iki okuma işlemi yapacaksa, düşük düzeyli bir kişisel bilgisayar veya diğer türden işlemciler de bu işi görebilir[1,3].

2.2. Dönüştürgeçler ve İşaret Koşullandırma

Dönüştürgeçler (transducers), fiziksel büyüklükleri algılayan ve veri toplama sistemi tarafından ölçülebilir elektriksel işaretlere dönüştüren aygıtlardır. Örneğin, termokupllar, direnç sıcaklık algılayıcıları (RTD'ler), termistörler ve entegre devre algılayıcılar, sıcaklığı, analog-sayısal dönüştürücü tarafından ölçülebilir analog işaretlere dönüştürürler.

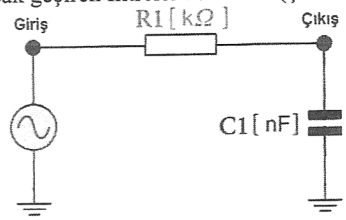
Dönüştürgeçler tarafından üretilen elektriksel işaretler, veri toplama aygıtının giriş sınırını aşmayacak şekilde ayarlanmalıdır. İşaret koşullandırma bileşenleri, düşük seviyeli işaretleri yükseltir ve sonra izole eder, ölçümün doğruluğunu artırmak için filtreler. Buna ek olarak, bazı dönüştürgeçler, bir gerilim çıkışı üretmek için gerilim veya akım uyarımına ihtiyaç duyarlar [2].

İşaret koşullandırmanın yerine getirdiği işlevler ise şunlardır [1]:

- ***Yükseltme:*** En yaygın işlem, yükseltmedir. Örneğin düşük genlikli termokupl işaretleri, hassasiyetin artırılması ve gürültünün yok edilebilmesi için yükseltilmelidir. Mümkün olan en yüksek doğruluk, analog sayısal dönüştürücünün maksimum giriş aralığına eşit bir oranda, maksimum gerilim değerine yükselterek gerçekleştirilebilir.
- ***Yalıtım:*** Diğer bir işaret sınırlama uygulaması da güvenlik amacıyla dönüştürgeç sinyallerini bilgisayardan izole etmektir. Yüksek gerilim geçişlerini bilgisayara aktarmamak için yalıtım işlemi yapılmalıdır.
- ***Çoğullama (Multiplexing):*** Birden çok işaretin tek bir ölçüm aygıtıyla ölçümünde kullanılan yaygın tekniklerden birisi, çoğullamadır. Analog sinyaller için işaret koşullandırma donanımı, yavaş değişen, sıcaklık benzeri işaretleri ölçmek amacıyla çoğullama işlemi yapar. ADC bir kanaldan örnek alır, diğer bir kanala anahtarlanır ve ondan da örnek alır, daha sonra bir diğer kanala anahtarlanır. Bu işlem sırayla bütün kanalların okunmasını sağlar. Bu durumda, her bir kanal için efektif örnekleme oranı, örnekleme yapılan kanal sayısıyla ters orantılıdır. Örneğin bir veri toplama donanımı, 10 kanaldan 1 MS/s ile örnekleme yapıyorsa, her bir kanalın efektif örnekleme oranı aşağıdaki gibi olur:

$$\frac{1MS/s}{10kanal} = 100kS/s \quad \text{kanal başına}$$

- ***Filtreleme:*** Verinin gürültü gibi yüksek frekanslardaki istenmeyen işaretlerden arındırılmasıdır. Genellikle bu amaçla alçak geçiren filtreler kullanılır (Şekil 2).



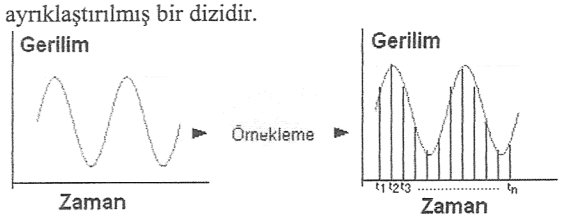
Şekil 2 Alçak geçiren filtre

Eğer işaretin örneklendiği frekans, işaretin ana frekansından küçükse, *aliasing* oluşur. Bunun engellenmesi için *anti-aliasing* filtreler kullanılır. Bu filtreler, eğimi çok yüksek bir kesim frekansına sahiptir ve bu yüzden giriş bant genişliği üzerindeki bütün frekansları kırpmaktadır.

- ***Dönüştürgeçlere akım ve gerilim uygulanması:*** İşaret koşullandırma, bazı dönüştürgeçler için harici bir kaynak olarak kullanılabilir.
- ***Doğrusallaştırma:*** Bazı dönüştürgeçler, örneğin termokupllar, doğrusal olmayan bir karakteristiğe sahiptir. Bu dönüştürgeçlerden elde edilen verinin doğrusallaştırılması amacıyla da işaret koşullandırıcılar kullanılmaktadır.

2.3. Örnekleme İşlemi ve Analog/Sayısal Dönüştürücü

Bir analog işaretin işlenebilmesi için ilk adım, örneklemedir. Örnekleme, bir örnekleme frekansı altında işaretten anlık örnekler elde edilmesi ve işaretin ayrık zamanda ifade edilmesidir. Örneklenmemiş bir işaret, sürekli zamanda bir fonksiyon iken, örneklenen bir işaret, ayrıklaştırılmış bir dizidir.



Şekil 3 Örnekleme işlemi

Veri toplama işleminde, analog işaretin denetleyici tarafından işlenmesi veya belleğe saklanması amacıyla sayısallaştırılmasını, sayısal/analog dönüştürücüler (ADC) sağlar. Sayısallaştırılan işaretlerin işlenmesi ve saklanması daha kolaydır.

2.4. Yazılım

Yazılım, kişisel bilgisayar ile veri toplama donanımı arasında veri toplama işleminin tamamlanması, analizi ve sistem çıkışının görüntülenmesi amacıyla kullanılır. Veri toplama uygulamalarının önde gelenleri sürücü yazılımı kullanmaktadır. Sürücü yazılımı, veri toplama donanımı

saklayıcılarının doğrudan programlanması için oluşturulan yazılım katmanıdır. Sürücü yazılımı donanımdaki düşük seviyeli karmaşık detayları gizler ve kullanıcıya kolay anlaşılır bir arabirim sunar [3].

Veri toplama sisteminin donanım aygıtlarını yönetmek için kullanılan denetleyici tarafındaki yazılımlar, "*kernel*" olarak isimlendirilir. Kişisel bilgisayarların kullanıldığı sistemlerde ise *Matlab* ve *Labview* gibi gerçek zamanlı benzetim ve emülasyon yeteneği olan yazılımlar kullanılmaktadır.

3. Kablosuz Yöntemler

Endüstriyel haberleşmede eski bir atasözü, "Ölçüm, bilginin başlangıcıdır" der ve yıllardır algılayıcılardan elde edilen bilgiler, teknisyenlere ve mühendislere yardım etmektedir. Her en iyi veri, biriktirilemez ve analiz edilmezse hiçbir anlam ifade etmeyecektir. Test edilen malzeme, örneğin dönen bir şaft veya hareketli bir araç ise algılayıcı verisinin toplanması zor veya imkânsızdır. Ayrıca çoğunlukla hassas ve sıklıkla pahalı cihazlar veya veri logger'lar, kullanılan algılayıcıların hemen yakınında bulunmak zorundadır. Bu nedenle geleneksel kablolu yöntemler yetersiz kalabilirler.

Kablosuz yöntemlerin kullanılmasındaki nedenler aşağıda listelenmiştir [4]:

1) Ölçümü gerçekleştiren sistem ile algılayıcı arasında harekete olanak tanır.
2) Kablolu sistemlerde kullanılan kısa ömürlü kayıcı halka gibi bağlantı gereksinimlerinden kurtarır.
3) Kirli veya ileri derecede olumsuz çevre koşullarına karşı daha fazla dayanıklıdır.
4) Yüksek gerilim gibi tehlikelere karşı daha fazla güvenlidir.
5) Geçici veya uzun süreli uygulamalarda daha kalıcı çözümler sunar.
6) Kurulum giderlerini düşürür ve uzun süreli bakım giderlerini azaltır.
7) Harici veya sert çalışma koşullarına maruz kalan sistem kısımlarını azaltır.
8) Kabul edilemez yükleri veya pahalı sinyal sınırlama lojiğine gereksinimi ortadan kaldırır.
9) Ölçülen verinin hassasiyetini ve gerçekliğini sağlar.
10) Yaygın kullanıma sahiptir.

Kablosuz iletişim teknolojileri, son yıllarda çok popüler olmaktadır. Yüzlerce kablosuz donanım üreticisi ve birçok standart vardır. Her birinin faydasını ve eksikliklerini anlama, seçim sürecini daha kolaylaştırabilir. Radyo dalgaları ile iletilen ölçüm verilerindeki doğruluk göz önünde alındığında, bu daha önemli olmaktadır. Bir ölçüm sistemi gerçekleştirebilmek için aşağıdaki kablosuz teknolojiler kullanılabilir [4]. Bu teknolojilerin her biri farklı avantajlar ve özellikler sunar.

Tablo 1 Kablosuz Teknolojilerin Özellikleri

Kablosuz Teknoloji	802.11a/b/g	Bluetooth (802.1a)	GPRS ve GSM
Çalışma frekansı	B ve g / a: 2.4 GHz / 5 GHz	2.4 GHz	---
Veri aktarım oranı	b / a ve g: 11 Mbps / 54 Mbps	1 Mbps	172,2 kbps
Uzaklık	b ve g / a: 100 m / 50 m	10 m – 100 m	GSM kapsamı
Ağ	Tek noktadan çoklu noktaya	Ad-hoc	GSM
Güç tük.	Yüksek	Orta	---

a) 802.11a/b/g: IEEE 802.11 standardı, kablosuz LAN teknolojisi için bir dizi özelliği kapsamaktadır. Özetle bu standart, iki kablosuz istemci arasındaki iletişimde olduğu gibi kablosuz istemci ve temel bir istasyon arasında havadan aktarım ara yüzünü açıklamaktadır. 802.11a, 802.11 standardının bir uzantısıdır, kablosuz yerel alan ağlarına uygulanır ve 5 GHz bantta 54 Mbps'ye kadar destekler. 802.11a düşey frekans bölücülü çoğullama kodlama olarak bilinen farklı bir kodlama şeması kullanır, bu şema 802.11b ve şimdilerde g standartlarıyla aynı yerde kullanıldığında uyumsuzdur.

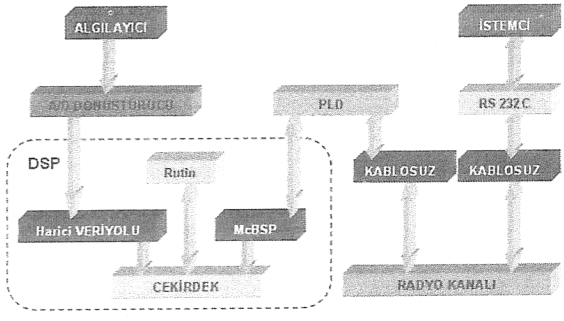
802.11b Wi-Fi olarak adlandırılan standardın uzantısıdır ve evlerdeki, ofislerdeki kablosuz ağlarda yaygın olarak kullanılır. Bu teknoloji, 2.4 GHz bandında 11 Mbps aktarım oranını destekler. b ve g arasındaki ana fark, yüksek bir veri oranıdır. 802.11g, çevresel veya gürültüsüz koşullara bağlı olarak 20 Mbps veya yüksek bir oran sağlamaktadır.

Bu teknolojilerin temel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Yaygınlık açısından en çok kullanılan teknoloji, 802.11b'dir. Bunu 802.11g izler. Fiyat açısından 802.11b maliyeti yüksek bir teknoloji değildir, 802.11a ise diğerlerine nazaran daha maliyetlidir. Uyumluluk açısından değerlendirildiğinde ise bütün 802.11 teknolojileriyle uyumlu olanı 802.11b'dir. 802.11g teknolojisi sadece 802.11b ile uyumludur, 802.11a ise diğer teknolojilerle uyumlu değildir.

b) Bluetooth (802.1a): Ericsson, IBM, Intel, Nokia ve Toshiba tarafından oluşturulan bir konsorsiyum tarafından geliştirilmiştir. 10 metreden kısa mesafede haberleşir. 2.4 GHz frekans aralığında çalışır. (Bkz. Tablo 1)

c) GPRS ve GSM: GPRS yani Genel Paket Radyo Servisi, bilgilerin sessiz olarak bir mobil ağ üzerinden gönderilmesi ve alınmasıdır. GSM ağı üzerinden kullanılır. Maksimum veri aktarım oranı 172.2 kbps'dir. (Bkz. Tablo 1)

4. Gerçek Zamanlı Kablosuz Veri Toplama Birimi



Şekil 4 Bucci ve diğ. (2005) tarafından geliştirilen veri toplama birimi

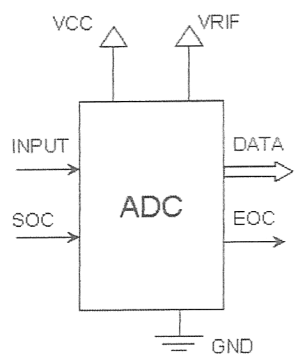
Gerçek zamanlı ve kablosuz veri toplama sistemleri konusunda birçok uygulama örneği bulunmaktadır. Bunlardan biri olan, Bucci ve diğerleri (2005) tarafından gerçekleştirilen gerçek zamanlı, kablosuz bir veri toplama biriminin blok şeması Şekil 4'te gösterildiği gibidir. Bir algılayıcıdan alınan bilgiler, ADC ile sayısallaştırılır ve DSP gibi bir denetleyiciye gönderilir. Denetleyici, içerisindeki kernel yazılımı sayesinde bir sunucu olarak çalışır ve istemcilerden gelen isteklere yanıt verir. Bu istekler, toplanan verinin kablosuz yöntemlerle gönderilmesi veya analiz edilmesi (en yüksek ve en

düşük değerlerinin tespit edilmesi, FFT gibi) işlemleri kapsamaktadır.

Kablosuz veri toplamada kullanılan denetleyici, gerçek zamanlı ve yüksek örnekleme hızı gerektiren işlemlerde genellikle DSP (sayısal işaret işlemcisi) adı verilen, yüksek frekanslarda çalışabilen ve bu işlem için özelleştirilmiş işlemciler olmaktadır. DSP işlemcilerde aşağıdaki özellikler bulunmaktadır [5]:

- Yüksek performans: Veri toplama sisteminin çok sayıda uygulamada kullanılabilmesi amacıyla, veri işleme zamanını azaltmak ve bütün aygıtların yönetimini en uygun hale getirmek için özel amaçlı bir işlemciye gereksinim duyulmaktadır.
- Harvard mimarisi: Bu mimariyle, veri ve program belleği tek bir erişim için paralel şekilde kullanılabilmektedir.
- Komut seti: RISC tabanlıdır.
- VLIW sistemi: Çok büyük komut kelimesi (very long instruction word), program belleğine tek bir erişim için yüklemek, tutmak (alıp getirmek) ve çok sayıda assembler komutunu çözmek için işlemciyi etkin hale getiren bir donanım teknolojisidir.
- Aritmetik kayan nokta: Kayan noktalı donanım işlemcisi, sinyal işleme prosedürlerinin gücünü artırır.

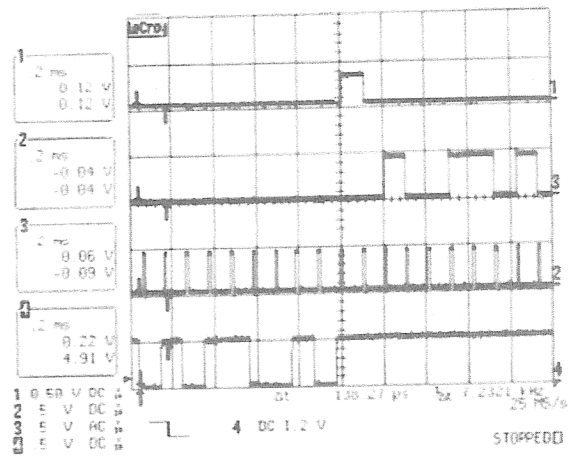
Bucci ve diğerleri (2005) tarafından yapılan çalışmada Texas Instruments tarafından üretilen DSP TMS320C6701 birimi kullanılmıştır [6,7,8,9]. Bu DSP birimi, çok kanal tamponlanmış seri port (McBSP) ve ADC ve kablosuz elemanlar ile bağlantı sağlanması için bir paralel harici veri yoluna sahiptir [10]. Paralel harici veri yolu ADC ile DSP arasındaki bağlantı için kullanılmıştır, çünkü birçok sayıdaki ADC, dönüştürülen



Şekil 5 ADC'nin yapısı

veriye paralel olarak erişim sağlamaktadır. ADC'nin yapısı, Şekil 5'te görüldüğü gibidir [5]. Burada;

- VCC-GND: ADC'nin güç pinleri
- VRIF: Referans gerilim
- INPUT-DATA: Sırasıyla sinyal girişi ve ADC'den gelen dönüştürülmüş veri
- SOC: Dönüştürme başlangıcı



Şekil 6 McBSP ve RS232 protokolleri arasındaki uyumluluğu sağlama

- EOC: Dönüştürme bitimi

DSP'de RS232 protokolüne uyumlu bir port bulunmadığından, McBSP portundan elde edilen veriler ile uyumluluğu sağlamak üzere programlanabilir mantıksal aygıt (programmable logic device – PLD) adı verilen, VE-VEYA mantıksal kapılarından oluşmuş bir aygıt kullanılabilir. DSP'nin McBSP portundan elde edilen verilerin PLD sayesinde RS232 protokolüne uyum sağlanması ile ilgili işaret diyagramı Şekil 6'da verilmektedir. Burada 4 numaralı kanaldan elde edilen işaret, RS232 portundan alınan işaret olup, 2 numaralı kanalda ise McBSP portuna gönderilen veri görülmektedir.

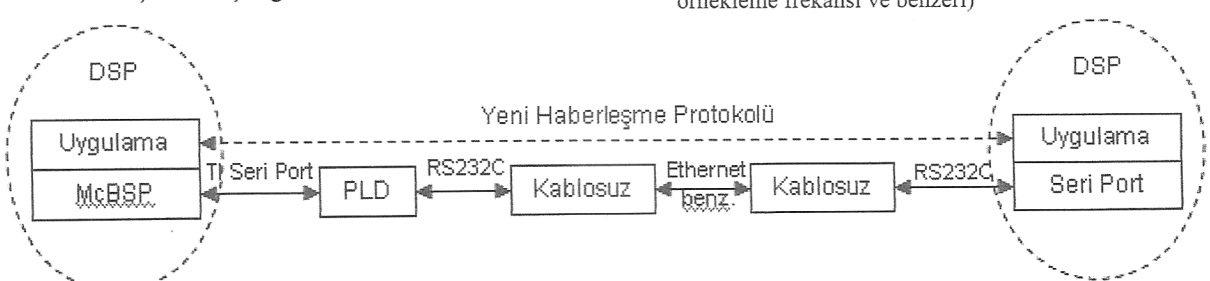
İstemci ve DSP-veri toplama birimi arasında kurulacak iletişimde dört tip veri paketi gönderilebilir:

- Yönerge paketi: BAŞLA, DUR, BEKLE
- Komut paketi: ADC bit duyarlılığı, örnekleme frekansı gibi ayarların yapılabilmesi için gönderilen paket
- Ölçüm paketi: Ölçüm bilgilerinin elde edilmesi için gönderilen paket
- N/ACK paketi: Gönderilen pakette sorun olup olmadığını bildirir.

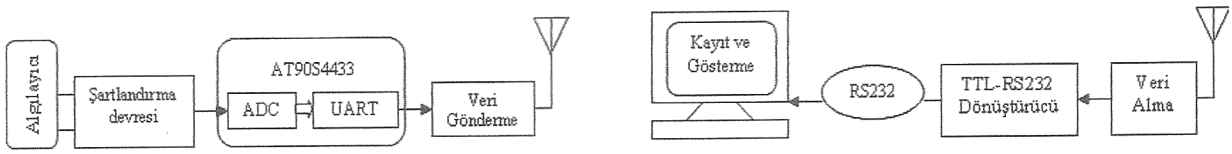
Ayrıca Bucci ve diğerleri (2005) tarafından yapılan çalışmada, kişisel bilgisayar (istemci) ve veri toplama birimi arasında bilgilerin gönderilmesi için yeni bir protokol tanımlanmıştır (Şekil 7).

Toplanan verinin istemcilere gönderilebilmesi amacıyla sunucu tarafında bir yazılım koşturulmaktadır. Sunucu taraflı yazılım mimarisi aşağıdaki işlemleri gerçekleştirir:

- Sunucunun uygulama düzeyinde yönetimi (görev kontrolü)
- Sunucunun fiziksel katmanının yönetimi (örneğin, haberleşmenin bit hızı, ADC tarafından kullanılan bit, örnekleme frekansı ve benzeri)



Şekil 7 Iletişim protokolü diyagramı



Şekil 8 Libo ve diğ. (2002) tarafından geliştirilen veri toplama sistemi

Sunucu tarafı, harici çevrebirimlerini en iyi şekilde yönetebilmelidir. Bu yüzden veri toplama biriminin uzaktan kullanılması ve komut paketiyle programlanabilmesi istenmiştir. Bu komut paketlerinin kullanımı için, DSP'yi programlamak amacıyla kernelin kullanıldığı özel bir yazılım mimarisi geliştirilmiştir [5].

5. Veri Toplama Uygulamaları ve Tartışma

Bucci ve diğerleri (2005) tarafından oluşturulan veri toplama birimi *Bruel Kjaer* algılayıcısıyla düşük bir frekansta titreşim ölçümü için kullanılmıştır. Bruel Kjaer algılayıcısı, titreşim ölçümü için Eşitlik 1'de görüldüğü üzere ivmeyi gerilime dönüştürmektedir.

$$V_{out}(t) = \frac{d^2}{dt^2} \cdot x(t) \qquad (1)$$

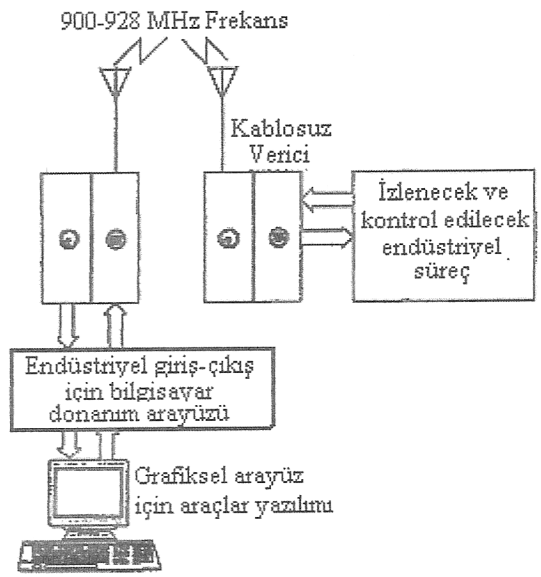
ADC olarak, yüksek hızlı (1 MSPS), 8 kanallı bir tümleşik devre kullanılmıştır. DSP'ye paralel yöntemle veri gönderilmiştir. Ayrıca, National Virtual Instrument modülü kullanılarak bu bilgi istemci bilgisayara aktarılmış, istemci tarafında bir kullanıcı arabirimi oluşturulmuştur. Kullanıcı arabirimi aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır:

- Uzak sinyalin FFT diyagramı
- İvme değerlerinin zaman domeni diyagramı
- Generic filtre oluşturmak için alan
- Alınan ölçüm paketi sayacı

Kablosuz veri toplama uygulamalarının genel gerekçesi, Başlık 3'te açıklanmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalardan birisi, Libo ve diğerleri (2002) tarafından yapılan "Küçük Boyutlu Kablosuz Veri Toplama Sistemlerinin Tasarım ve Gerçekleştirilmesi"[11] adlı çalışmasıdır. Bu çalışmada tasarlanan veri toplama birimi Şekil 8'deki gibidir.

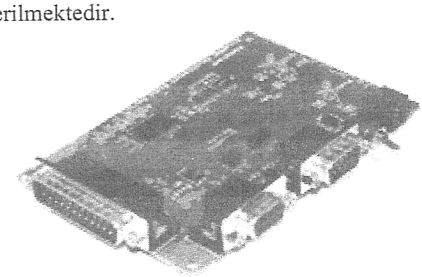
Algılayıcıdan gönderilen veri, sınırlama devresinden geçirilmekte ve Atmel AT90S4433 mikrodenetleyicisi tarafından sayısallaştırılmakta ve gürültüler filtrelenmektedir. *Evrensel Asenkron Gönderme Alma* (UART) desteği olan bu mikrodenetleyici ile, veri, nRF401 verici entegresi ile oluşturulmuş verici devresine gönderilmektedir. nRF401 bir UHF verici entegresi olup, 433 MHz frekans bandında çalışmaktadır. Aktarım hızı açısından bakıldığında 50 metre mesafede 19.200 kbps hıza erişilmiştir. Bu entegre mikrodenetleyici kontrollü olarak çalışmaktadır ve uygulama devresinde değişik değerlerde bobinlere ihtiyaç duymaktadır. Alıcı kısmında ise yine nRF401 vericisi ile alınan veri, TTL-RS232 dönüştürücü sistemine gönderilmekte, burada bilgisayar COM portuna uygun hale dönüştürülmektedir. Dönüştürücü olarak MAX202 entegresi kullanılmıştır. Bilgisayara gönderilen veriler, *Visual Basic* programlama dilinde yazılan bir programda görüntülenmiştir.

Bu konudaki diğer bir çalışma, Nagel ve Walker (2003) tarafından yapılan "Kablosuz Veri Toplama Sisteminin Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi"[12] adlı çalışmadır. Bu çalışmada National Instruments tarafından üretilen PCI-6036 E Multifunction kart kullanılmıştır. Sözü edilen kart, düşük maliyetli, 200 kS/s ve 16-bit duyarlılığa sahip, 16 analog G/Ç portu bulunan bir veri toplama kartıdır. Bilgisayar ile veri toplama kartı arasındaki G/Ç için NI6036E adlı 36-bit konektör kullanılmıştır. Kablosuz iletişim için bilgisayarın PCI slotuna takılan WMP11 kablosuz iletişim kartı kullanılmıştır. Bu kart yaklaşık 50$ gibi bir maliyetle alıcı bulmaktadır. DC ofseti gidermek için ise 1 uF'lık kondansatörler seri olarak bağlanmıştır.



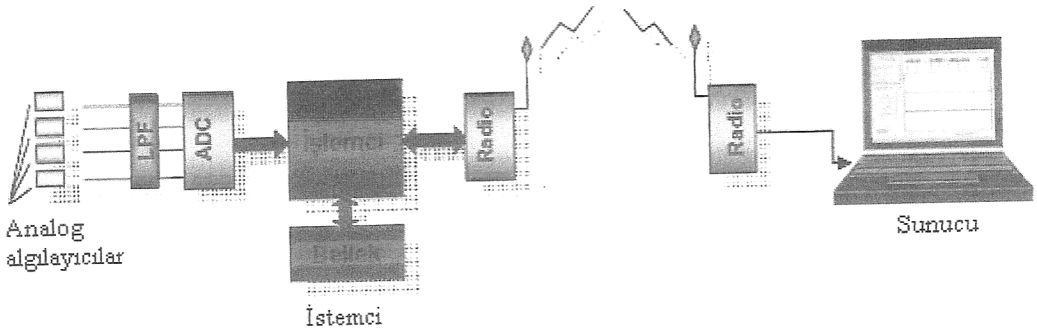
Şekil 9 Hossain ve Fathizadeh (2004) tarafından tasarlanan veri toplama sistemi

Hossain ve Fathizadeh (2004) tarafından yapılan "Gürültülü Endüstriyel Ortamda İzleme, Kontrol ve Veri Toplama Amacıyla Yeni ve Mevcut Endüstriyel Sistemlere Kablosuz Arayüz"[13] adlı çalışmada, PLC kullanılan sistemler arasında kablosuz veri toplama gerçekleştirilmiştir. Sözü edilen çalışmada, 902-928 MHz frekans bandında Omnex firmasınca geliştirilen HS-900 Hoplink Codeless Wire™ dönüştürücü sistemi kullanılmıştır. Veri 3 veya 5 mil uzağa aktarılabilmektedir. Sistemin çalışma diyagramı, Şekil 9'da verilmektedir.



Şekil 10 Bluewave Developer Kit

Siew ve diğerleri (2006) tarafından gerçekleştirilen "Güç Alt İstasyonlarında EMI Ölçümü için Kablosuz Veri



Şekil 11 Pei ve diğ. (2004) tarafından tasarlanan kablosuz veri toplama sistemi

Toplama Sistemi"[14] adlı çalışmada ise kablosuz teknolojilerden, *bluetooth* teknolojisi kullanılmıştır. Bluetooth modem olarak ise Bluewave Developer Kit kullanılmıştır (Bknz. Şekil 10). Bu kit, 115200 bps hızla veri aktarımı yapan ve RS-232 arayüzü ile bilgisayara bağlantı sağlayan bir devredir. Sistemin diğer bileşenleri, önceki çalışmalardakine benzemektedir.
Bucci ve diğerleri (2004) tarafından geliştirilen başka bir çalışmada da kablosuz yöntemlerden RF kullanılmaktadır[15].

Pei ve diğerleri (2004) tarafından gerçekleştirilen "Yapısal Sağlık İzleme için Kablosuz Algılayıcı Birimlerinin Kritik Tasarım Parametreleri ve Çalışma Koşulları"[16] isimli çalışmada, ivmeölçerden gelen bilgiler Motorola 68H44 mikrodenetleyicisi tarafından filtrelenmiş ve sayısallaştırılmış ve OEMs radyo frekansı yöntemi ile 900 MHz ve 2.4 GHz frekans aralığında, veriler 100-500 Hz'de örneklenerek gönderilmiştir. Sistem blok diyagramı, Şekil 11'de görülmektedir. Bu çalışma, örnekleme hızı dikkate alındığında, veri toplamada DSP dışındaki mikroişlemcilerin kullanılabilirliğine örnek teşkil etmektedir.

6. Sonuç

Veri toplama sistemleri, endüstriyel süreçte verilerin elde edilmesinde ve süreç kontrolünde büyük öneme sahiptir. Verilerin elde edilmesinde kablolu yöntemler kullanıldığında çoğu zaman sınırlılıklarla karşılaşmak mümkündür. Kablosuz yöntemler ise ucuz ve gereksiz kablo yığınlarından kurtarmak, taşınabilir bir sistem geliştirmek açısından tercih edilebilirdir.

Birçok kablosuz veri toplama uygulaması, analog verinin bir algılayıcıdan alındıktan sonra, sınırlayıcı bir devre yardımıyla sınırlandırılması ve bir mikrodenetleyici tarafından örneklenerek ve gerekirse filtrelenerek uzaktaki diğer bir sisteme kablolu veya kablosuz yöntemlerle aktarılması esasına dayanmaktadır. Alıcı kısmında ise verinin alınması ve bilgisayara aktarılabilir bir forma dönüştürülmesi ve bir kişisel bilgisayar tarafından yorumlanması işlemleri yapılır. Bu güne kadar yapılan çalışmalar kablosuz yöntemler açısından incelendiğinde daha çok hazır RF modüllerinin kullanılmış olduğu görülmektedir. Bunun yanında, sınırlı uygulamalarda bluetooth ve GPRS gibi teknikler de kullanılmıştır.

Gelecekte ise, kablosuz veri toplama sistemleri akıllı algılayıcıların dağıtık ağlarında uygulanacaktır; her bir birim, genel bir Internet tarayıcısıyla internet kullanıcısı tarafından bir istemci olarak erişilebilir hale getirilecektir.

7. Kaynakça

[1] National Instruments, AN048, "Signal Conditioning Fundamentals for Computer Based Measurement Systems", 2001.

[2] National Instruments, AN007, "Data Acquisition Fundamentals", 2002.

[3] upenn.edu, "Introduction to Data Acquisition Systems and LabVIEW", Tarih: 21/06/2006 http://www.ese.upenn.edu/rca/software/Labview/daqlvOverview.html

[4] ni.com, "Develop a Wireless Measurement System", Tarih: 21/06/2006 http://zone.ni.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/93C80A3049DFC6698625704A0057A6B6?opendocument

[5] Bucci G., Ciancetta F., ve Fiorucci E., "A DSP-Based Wireless and Modular Data Acquisition Unit for Real-Time Measurement", techonline.com, 2005.

[6] ti.com, SPRU187, TMS320C6000 Optimizing C Compiler User's Guide, Texas Instruments, 06/2006.

[7] ti.com, SPRU190D, TMS320C6000 Peripherals Reference Guide. Texas Instruments, 06/2006.

[8] ti.com, SPRU273, TMS320C62x Peripheral Support Library Programmer's Reference, Texas Instruments, 06/2006.

[9] ti.com, SPRU401, TMS320C6000 Chip Support Library API Reference Guide. Texas Instruments, 06/2006.

[10] G. Bucci, E. Fiorucci, C.Landi, G. Ocera "Architecture of a digital wireless data communication network for distributed sensor applications" Measurement, Journal of International Measurement Confederation, Vol. 35,Issue 1, s. 33-45, 2002.

[11] Libo, D.ve diğ., "Design and Implementation of a Small Size Wireless Data Acquisition System", IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, 2002.

[12] Nagel ve Walker, "Design and Implementation of a Wireless Data Acquisition System", IEEE 0-7803-7744, 2003.

[13] Hossain ve Fathizadeh, "Wireless Interface to New and Retrofitting of Existing Insdustrial Systems for Monitoring, Controlling and Data Acquisition in a Noisy Industrial Environment", SICon/04 Sensors for Industry Conference, New Orelans, 2004.

[14] Siew ve diğ., "Wireless Digital Data Acquisition System for EMI Measurement in Power Substations", 17th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility, 2006.

[15] Bucci ve diğ., "Architecture of a Digital Wireless Data Communication Network for Distributed Sensor Applications", Measurement vol.35, p.33-45, 2004.

[16] Pei ve diğ., "Critical Design Parameters and Operating Conditions of Wireless Sensor Units for Structural Health Monitoring", Proceedings of 42nd Allerton Conference, IL, 2004.