



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy  
2010, Volume: 5, Number: 2, Article Number: 1A0105

**ENGINEERING SCIENCES**

Received: September 2009

Accepted: July 2010

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 [www.newwsa.com](http://www.newwsa.com)

**Sevil Bayburt<sup>1</sup>**

**Mehmet Bayburt<sup>2</sup>**

Dokuz Eylul University<sup>1</sup>

Ege University<sup>2</sup>

[sevil.bayburt@deu.edu.tr](mailto:sevil.bayburt@deu.edu.tr)

[mehmet.bayburt@ege.edu.tr](mailto:mehmet.bayburt@ege.edu.tr)

Izmir-Turkey

**LABORATUVARLAR İÇİN KABLOSUZ (RF) RADYASYON İZLEME SİSTEMİ**

**ÖZET**

Bu çalışmada, nükleer laboratuvarlar için bilgisayar kontrollü kablosuz (radyo frekans, rf) radyasyon izleme sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen sistemin amacı radyasyon laboratuvarlarının art ortam seviyesinin tek bir kontrol merkezinden kontrol edilmesidir. Sistem Geiger-Müller (G-M) dedektöründe oluşan pulsların sayılması ve değerlendirilmesini içerir. Dedektörde elde edilen pulslar, bir ön yükselteçten geçirilerek RF verici ile ana modüle iletilir. Ana modülde bulunan alıcı sinyali alarak mikroişlemcinin sayıcı girişine verir. Mikroişlemcisinin yazılım kısmında bu pulslar değerlendirilir ve RS 232 aracılığı ile PC nin COM portuna gönderilir. Oluşturulan bir bilgisayar programı sayesinde bu veriler değerlendirilir, grafiğe aktarılır ve saklanır. Bu çalışma aynı zamanda seri çoklu bir uyarı sistemi niteliği taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Radyasyon, Laboratuvar, Kablosuz, İzleme, RF

**WIRELESS (RF) RADIATION MONITORING SYSTEM FOR LABORATORIES**

**ABSTRACT**

In this study, computer controlled wireless (radio frequency, rf) radiation monitoring system is developed for nuclear laboratories. The aim of this system is to continuously check radiation level of the radiation laboratories using only one control centre. The system consist of counting and evaluating pulses produced by a radioactive particle in Geiger-Müller (G-M) detector. These pulses obtained from the detector are shapped preamplifier and transferred into main module via RF transmitter. The receiver signal is given to microcontroller counter input. The evaluation of pulses is done by microcontroller's software and transferred to the COM port of computer via RS 232. The data through developed program are evaluated, stored and converted to graphics. This study also constitutes a series of multiple warning systems.

**Keywords:** Radiation, Laboratory, Wireless, Monitoring, RF

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Radyoaktif elementler dünyanın oluşumu sırasında, yüksek enerji içeren nükleer reaksiyonlar sonucu oluşmuştur [1]. Bilim ve teknolojinin her dalında uygulama alanı bulan iyonlaştırıcı radyasyonlara maruz kalan insanların sayısı da her geçen gün hızla artmaktadır. İnsanlar radyoaktif parçacıkları direkt hissedebilecek yapıda değildirler ve bu parçacıklar, maruz kalındığında ciddi biyolojik hasarlara yol açabilirler. Radyasyona maruz kalmanın biyolojik bir faturası olduğuna göre, maruz kalınacak dozun tavsiye edilen doz limitleri (ICRP 1991) içerisinde tutulması için her türlü tedbir alınmalıdır. Radyoaktif parçacıkların algılanması ve ölçümü, radyasyona duyarlı sistemler tarafından yapılmaktadır. Dedektörler, parçacıkların iyonizasyonu veya uyarılmasına bağlı olarak radyasyonu tespit ederler. Bu sistemler sayesinde incelenen ışının tipi, şiddeti ve enerjisi hakkında bilgi sahibi olunur. Dedektörün çıkışında bu bilgilerin bazılarını veya hepsini içeren elektriksel sinyaller oluşur [2].

Yapılan bir çalışmada düşük ya da yüksek dozda radyasyonla çalışılan (sıcak odalar, araştırma laboratuvarları, vs) ortamların radyoaktivite seviyesinin belirlenmesi ile ilgili bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilmiş olan sistemin amacı, radyasyonla çalışılan ortamlar hakkında veri toplamaktır. Sistem, kontrol ve veri depolamak amacıyla kullanılan bir bilgisayar ve bu bilgisayara bağlı bir sayım sisteminden oluşmaktadır. Sayım sistemi bir G-M dedektörü ve dedektörden gelen sinyalleri değerlendirerek, taşıyıcı bir protokol aracılığı ile radyasyon güvenliği bulunan bir ortamdaki bilgisayara bu verileri aktarabilen mikro-işlemci kontrollü bir oran ölçerden oluşmaktadır. Alınan veriler, bir bilgisayar programı sayesinde kaydedilir ve saklanır. Bu sistem aynı zamanda, radyasyonla çalışılan ortamlar için ICRP'nin belirlediği doz limitleri dikkate alınarak, alarm özelliği de taşımaktadır [3].

Bu çalışmada ise radyasyon izleme sistemindeki veri aktarma protokolünde bir değişiklik yapılması düşünülmüştür. Bu değişikliğin amacı radyasyon ortamından alınan verilerin kablo kullanımına gerek kalmadan laboratuvar dışındaki bir ortama iletilebilmesidir. Geliştirilen yeni sayım sistemi, bir G-M dedektörü ve dedektörden gelen sinyalleri kablosuz veri aktarma protokolü (RF verici-alıcı sistemi) aracılığı ile radyasyon güvenliği bulunan ortamdaki bilgisayara aktarabilen bir oran ölçerden oluşmaktadır.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada nükleer laboratuvarlar için bilgisayar kontrollü bir radyasyon izleme sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen sistemin önemi radyasyon laboratuvarlarının art ortam seviyesinin laboratuvar dışındaki bir merkezden izlenebilmesi ve alınan verilerin saklanabilmesidir. Sistemin diğer izleme sistemlerinden avantajlı tarafı radyasyon verilerini kablosuz bir protokol aracılığı ile bilgisayar sistemine aktarabilmesidir. Diğer bir amacı da, vericiden yayılan verilerin alıcıya sahip her bilgisayardan izlenebilmesidir. Yani dedektörden elde edilen pulslar aynı anda birçok bilgisayarda görülebilir.

## 3. DENEYSEL YÖNTEM (EXPERIMENTAL METHOD)

Geliştirilen sistemde, G-M dedektörü çıkışındaki pulslar ön yükselteçten geçirilerek tek kararlı multivibratöre uygulanır. Multivibratör, gelen dedektör sinyalini 5 Voltluk 50  $\mu$ S'lik dijital sinyale çevirir. Bu sinyal RF Verici-Alıcı ile merkezdeki mikroişlemciye iletir. Mikroişlemci sinyali değerlendirerek RS232

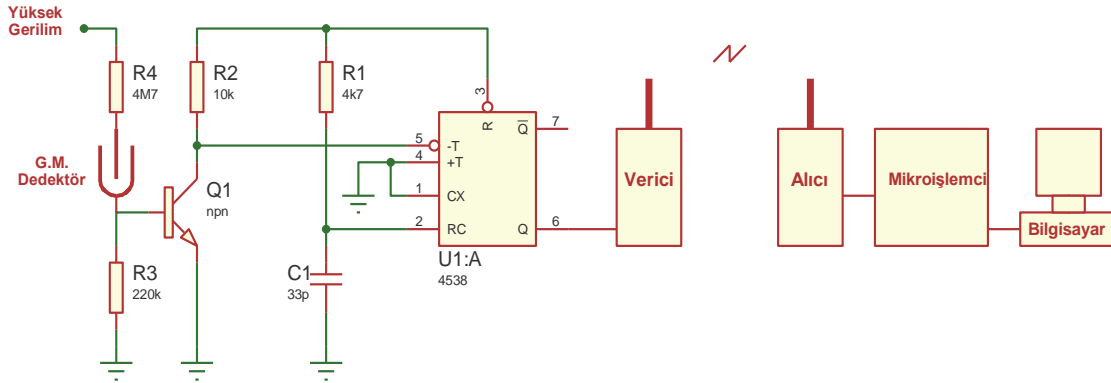
üzerinden bilgisayara aktarır. Esas olarak üzerinde çalışılan sistem mikroişlemci kontrollü oran ölçerdir. Sistemde kullanılan PIC 16F628A mikroişlemcisi, sayıcı-zamanlayıcı özelliğinden faydalanmak için tercih edilmiştir. Dedektörde oluşan pulsar hakkındaki bilgi, taşıyıcı bir protokol aracılığı ile (RF) radyasyon güvenliği bulunan bir ortamdaki bilgisayara aktarılır. Delphi dilinde hazırlanan program sayesinde, bilgisayara gelen bilgilerin grafik olarak görüntülenmesi ve dosya olarak saklanması sağlanır. Sistem tavsiye edilen doz limitleri (ICRP 1991) aşıldığında uyarı verecek şekilde tasarlanmıştır. Sistemin diğer bir özelliği ise, radyasyon dedeksiyonu yapılan odanın kontrol odasından uzak olması ve gereksiz kablo kullanımının engellenmesidir.

#### 4. SİSTEM DONANIMI (SYSTEM HARDWARE)

Nükleer laboratuvarlar için radyasyon izleme sistem donanımı; izlenecek her bir laboratuvar için dedektör olarak bir adet G-M tüpü, dedektörün çalışması için gerekli olan yüksek gerilim kaynağı, dedektörden çıkan pulsu verici girişine uygun hale getiren ön yükselteç, 16F628A mikroişlemcisi, IBM uyumlu bir PC ve iletişim için radyo frekans (RF) biriminden oluşmuştur.

- **Oran Ölçer:** Doz hızı ölçümlerinde kullanılır. Birim zamanda gelen pulsları sayar. Sayım hızının çıkartılabilmesi için pulsların belli bir zaman aralığında sayılarak tutulması gerekir.

Bu çalışmada PIC 16F628A mikroişlemcisi kullanılmıştır. Şekil 1'de sistemin blok şeması görülmektedir. Sistem yüksek gerilim, ön yükselteç-verici, alıcı-mikroişlemci olmak üzere üç ana kısımdan oluşur.



Şekil 1. Sistemin Blok Şeması  
(Figure 1. The block diagram of system)

G-M tüpünün çıkış pulsu +5V'dan yüksek olabilmektedir. Ancak dedektör çıkışında puls boyu +5V'u geçmemelidir. Bu sorunu ortadan kaldırmak için ön yükselteç ve puls şekillendirici kullanılır [4]. Ön yükselteçten çıkan puls, dijital puls oluşturmak üzere tek kararlı multivibratöre (CD4538) uygulanır. CD4538 in çıkışından elde edilen dijital puls RF verici-alıcı modül aracılığı ile mikroişlemcide sayılarak değerlendirilir. Alıcı modüle gelen puls Mikroişlemcinin sayıcı girişi uygulanır. Bu çalışmada ön yükselteçten çıkan pulslar, direk olarak mikroişlemciye verilmemiş, 4538 entegresi ile 5 Voltluk, sabit genişlikte (~50µs) dijital pulsa dönüştürülerek verici girişine uygulanmıştır. Alıcı modül çıkışı ise mikroişlemciye uygulanmıştır.

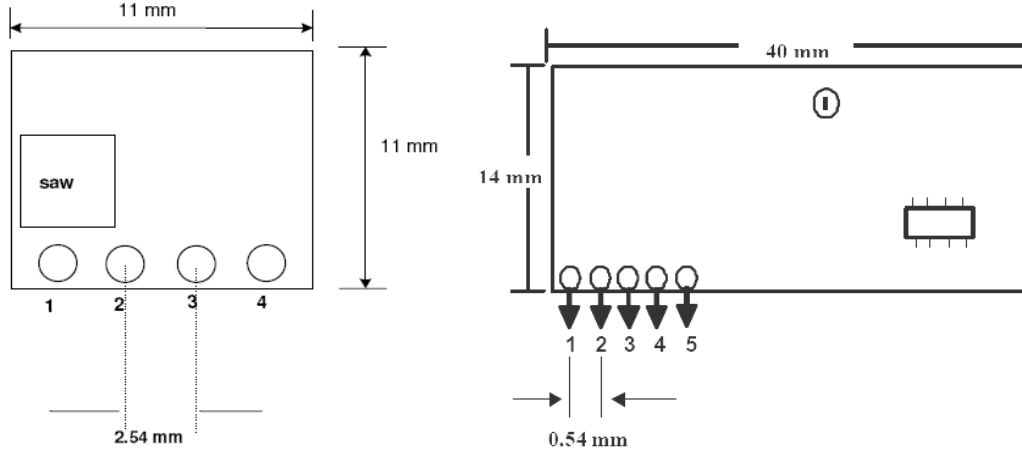
Bütün birim seçimleri mikroişlemci yardımı ile kullanıcı tarafından seçilebilir.

#### 4.1. Radyo Frekans (Rf) İletişim (Radio Frequency Communication)

Dedektörde oluşan pulslar hakkındaki bilgi, Radyo Frekans (RF) protokolü ile gönderildikten sonra bilgisayarın ana kartındaki RS232 bağlantısı ile bilgisayara aktarılır. Elektromanyetik spektrumun haberleşme amacıyla kullanılan frekans aralığı (433/869 MHz) ISM bandı olarak isimlendirilir. Spektrumun bu bölgesinde kullanılan RF sistemleri iki kısımdan oluşmaktadır.

- Verici : Dedektör ve sayım sisteminin de içinde bulunduğu bölüm
- Alıcı: Vericiden gelen sinyalleri değerlendirerek bilgisayara aktaran ara bölüm.

Şekil 2 (a) da görülen vericinin 2 numaralı bacağı data girişi için kullanılmaktadır. Alıcı modülde ise dijital data çıktısı için bulunan DOUT pini (No.5) RF ten alınan sinyallerin demodüle edilerek verildiği çıkıştır. Alıcı ve verici olarak UDEA firmasının hazır kitleri kullanılmıştır [12].



Şekil 2. Radyo frekans (RF) a)Verici b)Alıcı Şemaları  
(Figure 2. Radio frequency (RF) a)Transmitter b)Receiver Diagram

Alıcı sistemde değerlendirilen veriler ise RS232 protokolü ile bilgisayara aktarılır. Seri iletişim, veri bitlerinin aynı hat üzerinden ardı ardına gönderilmesidir. Başka bir deyişle, iletişim hattının bitler tarafından zaman içerisinde paylaşılmasıdır. Seri iletişim, çoklu iletişim maliyetinin yüksek olduğu ya da bulunmadığı uzun mesafeli iletişimde tercih edilir [3].

#### 4.2. Sistem Yazılımı (System Software)

Sistemin programlanmasında Delphi dili kullanılmıştır. Görsel bir programlama dili olan Delphi; kendine programlama dili olarak *Object Pascal*'ı seçmiş olan, görsel olarak uygulama geliştirmenin yapılabileceği, *C++* ın gücüne ve Visual Basic'in kolaylığına sahip Borland'ın Component (bileşen) teknolojisini kullanan 16bit-32bit derleyicisi olan Windows altında çalışabilen programlar üretebilen bir uygulama geliştirme aracıdır [8].

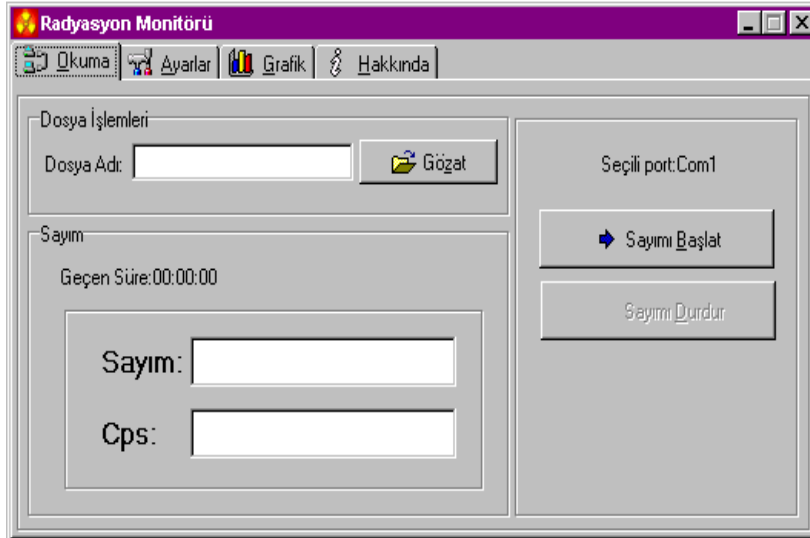
Daha önce Windows altında çalışabilen birçok uygulama, *C++*, Visual Basic ya da FoxPro for Windows gibi programlama dilleriyle yazılmaktaydı. *C++* hem öğrenilmesi oldukça zor, hem de Windows altında kodlaması zahmetli bir programlama diliydi. Daha sonra Microsoft firmasının ürünü olan Visual Basic çıkmıştır. Visual Basic ile Windows altında oldukça kolay program üretilebilmektedir, çünkü Visual Basic Windows altında uygulama geliştirme için programcılara görsel bir

ortam sunmaktadır. Ancak Visual Basic bir derleyici olmadığı için özellikle büyük uygulamalarda performans problemleri ortaya çıkarmaya başlamıştır ve nesneye yönelik bir programlama aracı da olmadığı için profesyonel programcılarının özellikle performansın ve desteğin kritik olduğu bazı durumlarda çok sınırlı kalmalarına neden olmuştur. Delphi'yle geliştirilecek uygulamaların hemen hepsi C++ ile geliştirilen uygulamalarla aynı performansa sahiptir. Bazı noktalarda C++'ın performansı Delphi'nin performansından daha yüksektir. Ancak bazı noktalarda da Delphi'nin performansı C++'ın performansından daha yüksektir. Bu durum geliştirilen programların kullanımı sırasında belirgin bir fark halinde karşımıza çıkmamaktadır. Üstelik Borland'ın Delphi ve C++ kodlarını alarak EXE üreten aracı artık her iki programlama diline ait kodları işleyebilmektedir. Bu sayede örneğin Delphi'de yazılan bileşenleri C++ içinde kullanmak mümkün olmaktadır. Bu da iki dilin birbirine ne kadar yaklaştığını göstermektedir [9].

Sonuç olarak görsel uygulama geliştirme ortamı, 32-bit derleyici, nesneye yönelik Object Pascal programlama dili, ölçeklenebilir veri tabanı erişimi, bileşen teknolojisi, Windows API fonksiyonlarını kullanabilmesi ve hızlı uygulama geliştirebilme gibi özellikleri nedeniyle Delphi programlama dili bu çalışmada tercih edilmiştir.

#### 4.3. Sistemin Çalıştırılması (Running The System)

Sistemin çalıştırılmasından sonra ekranda aşağıdaki form görüntülenmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. İletişim Kutusu  
(Figure 3. Communication Box)

Bu iletişim kutusundaki butonlara basılmak suretiyle aşağıda sıralanan sonuçlar alınabilmektedir;

- "Gözet" butonuyla, dedektörden bilgisayara gelen verilerin kaydedilmesi için seçilen text dosyasının yerinin belirlenmesi.
- "Sayımı Başlat" butonuyla dedektörün penceresinden giren radyoaktif parçacıkların sayımının başlatılması
- "Ayarlar" iletişim kutusu ile sayımın türünün belirlenmesi (cpm-cps), port seçimi ve sınır doz değerlerinin belirlenmesi

- "Grafik" ayarları butonu ile "Eksenler", "Sayım-Süre" veya "Sayım-cps/cpm", grafik tipi "Çizgi", "Kutu", "Alan" olmak üzere çeşitli seçenekler seçilebilmektedir.

Bilgisayar yazılımı ile kullanıcı radyasyon ortamı dışında bir bilgisayar ile sistemi kontrol edebilmektedir [3].

##### 5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND SUGGESTIONS)

Bu çalışmada, nükleer laboratuvarlarda radyasyon güvenliği açısından merkezi bir kontrol olanağı sağlayan bir sistem geliştirilmiştir. Sistemin sağladığı en büyük avantaj, radyasyon laboratuvarlarındaki aktivite seviyesinin laboratuvar dışındaki güvenli bir merkezden kontrol edilebilmesi ve bu değerleri saklayabilmesidir. Sistemin diğer bir önemli avantajı, sayım ve kontrol mikroişlemci üzerinden yapıldığı için, işlemlerin hassas sonuçlar vermesidir. Ayrıca radyasyon ortamından alına verilerin aktarılması kablosuz bir taşıyıcı protokol olan RF teknolojisi ile yapıldığından kablo kullanımından kaynaklanabilecek problemler ortadan kaldırılmış ve sistemin maliyeti azaltılmıştır.

Bilgisayara aktarılan veriler, kullanımında görsel kaliteyi sağlayan Delphi dilinde hazırlanan program sayesinde saklanıp değerlendirilmektedir. Radyoaktif bir maddenin bulunduğu ortamda yapılan ölçümde, ortamdaki aktivite bilgisinin program tarafından kaydedilerek saklandığı ve hassas bir şekilde grafik çiziminin yapıldığı görülmüştür.

##### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Knoll, G.F., (1978). Radiation Detection and Measurement, Michigan John, Wiley & Sons, .
2. Tsoulfanidis, N., (1983). Measurement and Detection of Radiation, New York, Hemisphere Publishing.
3. Bayburt, M., Bayburt, S., (2009). Laboratuvarlar için Radyasyon İzleme Sistemi, e-Journal of New World Sciences Academy.
4. Nicholson, P.W., (1974). Nuclear Electronics, New York, USA: John Wiley & Sons.
5. UDEA firması internet sitesi adresi : <http://www.udea.com>
6. Köksal, F.Z., (1986). Temel Nükleer Elektronik, Ankara: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu.
7. Krane, K., (2001). Nükleer Fizik, 1.cilt, Ankara: Palme Yayıncılık.
8. Balkan, E., (2003). Borland Delphi 7.0, Ankara: Sözkese Matbacılık.
9. Karagülle, İ. ve Pala Z., (1996). Borland Delphi, İstanbul: Türkmen Kitapevi.
10. Gümüşkaya, H., (1999). Mikroişlemciler ve 8051 Ailesi, İstanbul, Alfa Basım Yayım Dağıtım.
11. Gümüşkaya, H., (1999). Mikroişlemciler ve Bilgisayarlar, İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
12. UDEA Wireless Technologies, (2006). Teknik Doküman ve Uygulama Notları, Ürün Kılavuzu, Version 2.0,