



**NATURAL AND APPLIED SCIENCES**  
**NUCLEAR PHYSICS**

Received: February 2008  
Accepted: July 2008  
© 2008 www.newwsa.com

**Sevil Bayburt**  
**Mehmet Bayburt**  
University of Dokuz Eylul  
sevil.bayburt@deu.edu.tr  
Izmir-Turkiye

## LABORATUVARLAR İÇİN RADYASYON İZLEME SİSTEMİ

### ÖZET

Bu çalışmada, nükleer laboratuvarlar için bilgisayar kontrollü bir 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 mikroişlemcinin sayıcı girişine verilir. Kullanılan 87C51 mikroişlemcisinin yazılım kısmında bu pulslar değerlendirilir. Elde edilen veriler RS232 protokolü aracılığıyla bir bilgisayara aktarılır. 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:** Laboratuvar, Radyasyon, İzleme

## RADIATION MONITORING SYSTEM FOR LABORATORIES

### ABSTRACT

In this study, a computer controlled radiation monitoring system is developed for nuclear laboratories. The aim of this system is to monitor the background radiation level of the radiation laboratories using only one control centre. The system counts and evaluates pulses that are generated in Geiger-Müller (G-M) detector. These pulses obtained from the detector are transferred into counting input of a microcontroller via a preamplifier. The evaluation of pulses can be done by 87C51 microcontroller's software. The data obtained from the microcontroller are transferred to a computer through a RS232 protocol. A constituted computer program can evaluate and store these data. It can also draw their graphs. This study can also be characterised as a serial multi warning system.

**Keywords:** Laboratory, Radiation, Monitoring



## 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].

Bu çalışmada, düşük ya da yüksek dozda radyasyonla çalışılan (sıcak odalar, araştırma laboratuvarları, vs) ortamların radyoaktivite seviyesini belirlemek, kontrol altında tutmak ve bu ortamlarda çalışan kişilerin aldıkları veya alabilecekleri doz konusunda bu kişileri bilgilendirmek, gereksiz doz alımlarını önlemek amacıyla bir sistem geliştirilmiştir. Genel anlamda geliştirilen 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, 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.

## 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. Sayım ve kontrol mikro-işlemci üzerinden yapıldığı için, işlemler çok hassas sonuçlar vermektedir.

## 3. DENEYSEL YÖNTEM (EXPERIMENTAL METHOD)

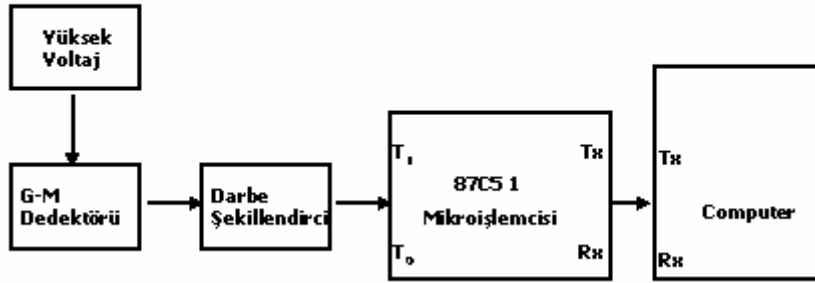
Geliştirilen sistemde, G-M dedektörü çıkışındaki pulsların ön yükselteçten geçirilerek mikro-işlemcinin sayıcı girişine verilmesi ve değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Esas olarak üzerinde çalışılan sistem mikro-işlemci kontrollü oran ölçerdir. Sistemde 87C51 mikro-işlemcisi kullanılmıştır. Bu mikro-işlemci, sayıcı-zamanlayıcı özelliğinden faydalanmak için tercih edilmiştir. Dedektörde oluşan pulslar hakkındaki bilgi, ana karttaki RS232 bağlantısı sayesinde bilgisayara aktarılır. Böylece düşük ya da yüksek dozda radyasyonla çalışılan ortamların radyoaktivite seviyesini kontrol altında tutmak için seri çoklu bir kontrol sistemi geliştirilmiştir. 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 olmasıdır.

#### 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 mikroişlemci girişine uygun hale getiren ön yükselteç, 87C51 mikroişlemcisi, IBM uyumlu bir PC ve iletişim için RS232 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.

Yapılan çalışmada 87C51 mikroişlemcisinin sayıcı ve zamanlayıcı özelliği kullanılmıştır. Şekil 1'de sistemin blok şeması görülmektedir. Devre üç ana kattan oluşmaktadır. Bu katlar; yüksek gerilim katı, ön yükselteç katı ve mikroişlemci katıdır.



Şekil 1. Mikroişlemci kontrollü oran ölçer blok şeması  
(Figure 1. The block diagram of microprocessor controlled rate mater)

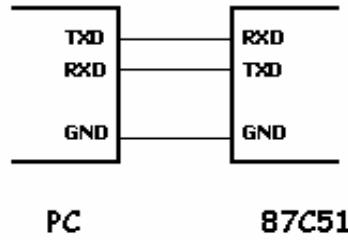
G-M tüpünün çıkış pulsu +5V'dan yüksek olabilmektedir. Ancak dedektör çıkışında puls boyu +5V'u geçmemelidir. Bu sorunu ortadan kaldırmak için ön yükselteç kullanılır [3]. Ön yükselteçten çıkan puls, mikroişlemcide sayılarak değerlendirilir. Mikroişlemcinin T<sub>1</sub> ve T<sub>0</sub> olmak üzere iki adet sayıcı girişi vardır. Bu çalışmada ön yükselteçten çıkan pulslar, direk olarak mikroişlemcinin T<sub>1</sub> girişine uygulanmakta ve bu pulslar değerlendirilmektedir. Bütün birim seçimleri mikroişlemci yardımı ile kullanıcı tarafından seçilebilir.

##### 4.1. Seri İletişim (Serial Communication)

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 iletişim tercih edilir. Bilgisayarlar yapılan bağlantıda elektriksel veya yapısal bir takım özelliklerin birbirine uyması gereklidir. İletişimi belirleyen çeşitli standartlar vardır. Bunlar; CCITT (Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique) ve EIA (Electronic Industries Association) protokolleridir. Bu protokoller iletişim hattı boyunca sinyallerin yönetimi ve kontrolü ile ilgilidir. Kullanılan sinyaller iletişim çeşidine bağlı olarak dört gruba ayrılabilir. Bunlar:

- Referans sinyalleri
- Kontrol sinyalleri
- Zamanlama sinyalleri
- Veri sinyalleri

RS232C standardı, sinyal gerilim seviyelerini, onaylarını ve konektör yapısını belirlemektedir. RS232C standardında veri iletimi için iki hat, denetim bilgileri için altı hat ve bir de toprak hattına gerek duyulur. En basit şekliyle eşzamanlı bir iletişim, iki veri iletim hattı ve bir toprak hattı ile gerçekleştirilebilir. Şekil 2'de 87C51 ile bilgisayar arasındaki iletişimin nasıl gerçekleştirildiği görülmektedir.



Şekil 2. Bilgisayar ile 87C51 mikroişlemci arasındaki seri bağlantı  
(Figure 2. Serial communication between computer and microprocessor  
87C51)

TXD(Transmit Data): Bu uçtan veri seri halde çıkar.

RXD(Receive Data) : Gönderilen veri bu uç ile alınır.

#### 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 [6].

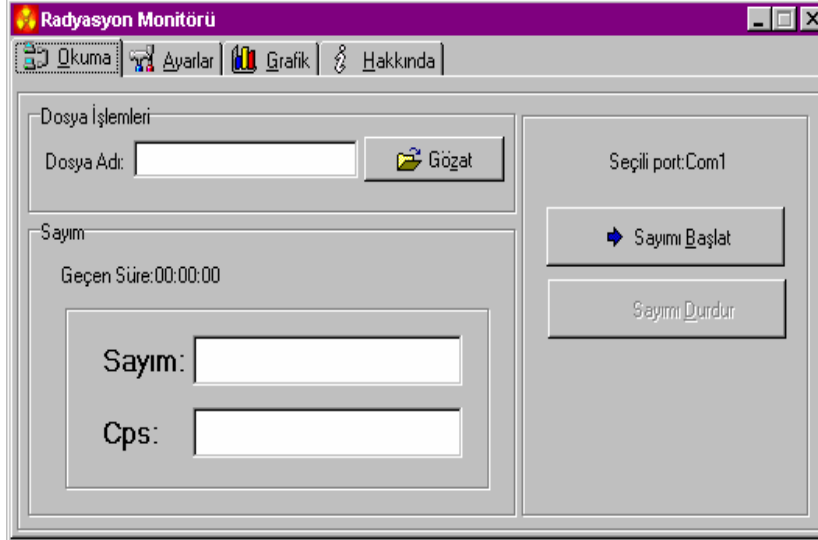
Daha önce Windows altında çalışabilen bir çok uygulama, C++, Visual Basic ya da FoxPro for Windows gibi programlama dilleriyle yazılmaktaydı. C++ hem öğrenilmesi oldukça zor, hem de Windows altında kodlaması zahmetli bir programlama diliydi. Daha sonra Microsoft firmasının ürünü olan Visual Basic çıkmıştır. 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 programcıların 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 [7].

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.

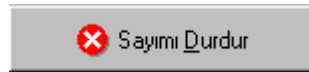
#### 4.3. Sistemin Çalıştırılması (Running The System)

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



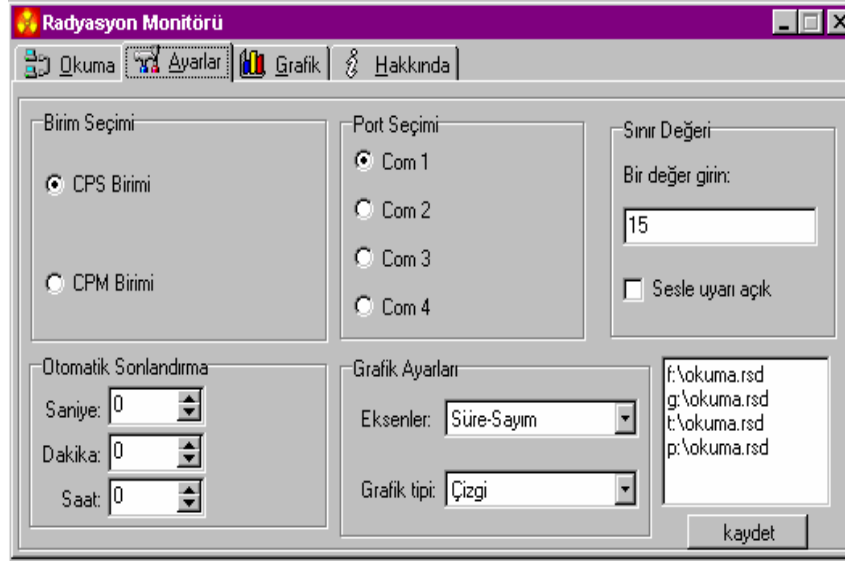
Şekil 3. İletişim kutusu  
(Figure 3. Communication box)

Bu iletişim kutusundaki "Gözet" butonuyla, dedektörden bilgisayara gelen verilerin kaydedilmesi için seçtiğimiz text dosyasının yeri belirlenmektedir. Daha sonra "Sayımı Başlat" butonuyla dedektörün penceresinden giren radyoaktif parçacıkların sayımı başlatılmaktadır. "Ayarlar" iletişim kutusundan saniyede dedektöre giren parçacık sayısı (cps) veya dakikada giren parçacık sayısı (cpm) seçimi yapılarak, sayımın türü belirlenmektedir. Bu seçime göre okuma ekranında cps yada cpm sayımı yapılmaktadır. Burada sayım değeri için alınan veriler zamandan bağımsızdır. Dedektöre herhangi bir anda giren parçacığın sayımı yapılmakta ve giren parçacık artışını gözlemleme imkânı sunmaktadır. Cps yada cpm değerleri için alınan veriler ise zamana bağımlıdır. Sayım bölümünde bir de saat bulunmaktadır. "Sayımı Başlat" butonu tıklandığı andan itibaren geçen süreyi göstermektedir. "Sayımı Başlat" butonu tıklandıktan sonra aktif hale geçen "Sayımı Durdur" butonu, parçacık sayımını durdurmak için kullanılmaktadır (Şekil 4). Böylece text dosyasına veri kaydedilmesi durdurulmuş olur. Ayrıca ayarlar bölümünden dedektörden bilgisayara verilerin hangi port' dan girdiği bilgisi seçilmekte ve bu seçim okuma ekranından gözlenebilmektedir.



Şekil 4. "Sayımı Durdur" butonu  
(Figure 4. "Stop the count" buton)

Ayarlar ekranı çalıştırıldığında aşağıdaki form görüntülenmektedir.

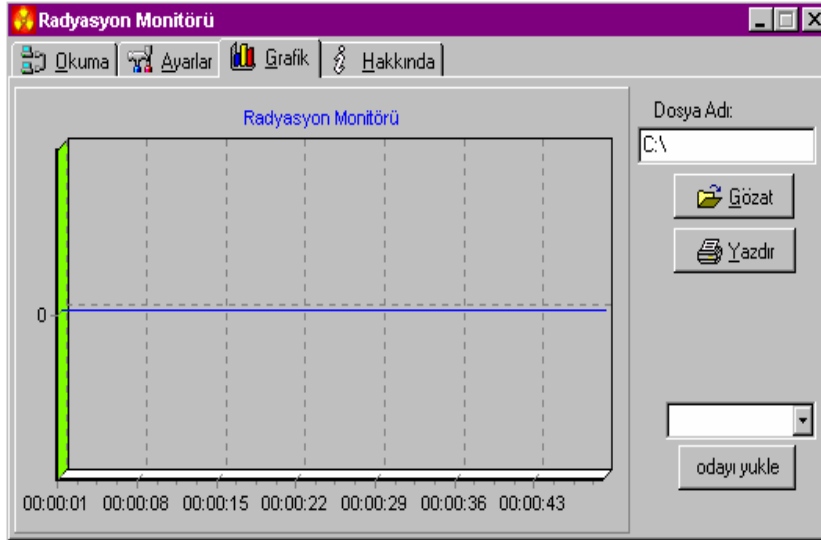


Şekil 5. Ayarlar iletişim kutusu  
(Figure 5. Setup communication box)

Ayarlar iletişim kutusundan birim seçimi cps veya cpm olarak yapılabilmektedir. Port seçimi bölümünde program kullanıcısı, verilerin bilgisayara hangi porttan (com 1, com 2, com 3, com 4) yapıldığını belirlemektedir. "Sınır Değeri" bölümünde ise, ICRP (Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi)' nin radyoaktivite değişimi gözlenen ortam için belirlediği doz değerleri ve yapılmış olan birim seçimi de dikkate alınarak bir parçacık sayısı yazılır. Eğer dedektöre giren parçacık sayısı belirlediğimiz bu değeri geçerse, Şekil 4'deki okuma İletişim kutusunda görüntülenmektedir. "Sesle uyarı açık" bölümü tıklandığı durumda, sınır değer üzerinde algılanan parçacıklarda sesli uyarı da vermektedir.

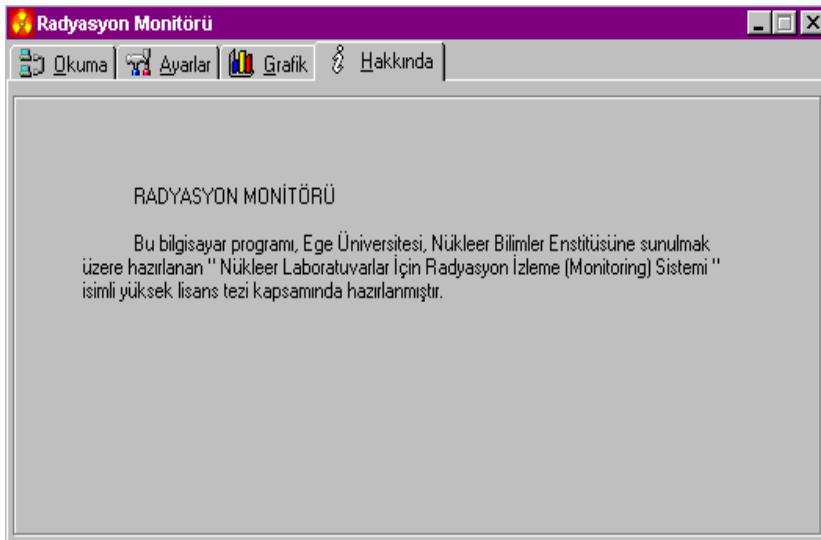
"Otomatik Sonlandırma" bölümünde kullanıcının belirlediği saat, dakika ve saniye değerine göre sayım otomatik olarak durmaktadır. "Grafik" ayarları bölümü ise "Eksenler", "Sayım-Süre" veya "Sayım-cps/cpm", grafik tipi "Çizgi", "Kutu", "Alan" olmak üzere seçenek sunmaktadır. Burada yapılan seçim grafik türünü belirleyecektir. Son olarak değerlendirilmesi istenen, dedektör bulunan laboratuvarın verilerinin toplandığı text dosyalarının yerleri Şekil 5'deki kaydet butonunun üzerindeki ekrana yazılarak kaydedilir. Örneğin f:\okuma.rsd gibi... Böylece grafikler bölümünden, kaydedilen laboratuvarın radyoaktivite ölçümlerinin grafiksel değerlendirmesi yapılabilmektedir.

Grafik iletişim kutusu açıldığında Şekil 8'deki form görüntülenmektedir. Bu iletişim kutusunda odayı yükle butonuyla ayarlar iletişim kutusunda kaydedilen oda seçilmekte ve gözet butonuyla grafik çizilmesi istenen text dosyası seçilmektedir. Böylece grafik, ayarlar iletişim kutusunda belirlediğimiz özellikte görüntülenmektedir. İstenirse "Yazdır" butonuyla grafiksel çıktı da alınabilmektedir.



Şekil 8. Grafik iletişim kutusu  
(Figure 8. Graphic communication box)

"Hakkında" iletişim kutusu açıldığında ise aşağıdaki form görüntülenmektedir.



Şekil 9. Hakkında iletişim kutusu  
(Figure 9. About communication box)

##### 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER (CONCLUCTIONS 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.

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. Daha sonraki aşamalarda ise bu aktivite bilgisayarın kalibre edilerek, laboratuvar çalışanın odada bulunduğu yere bağlı olarak alacağı dozun hesaplanabileceği düşünülmektedir.

**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. Nicholson, P.W., (1974). Nuclear Electronics, New York, USA: John Wiley & Sons.
4. Köksal, F.Z., (1986). Temel Nükleer Elektronik, Ankara: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu.
5. Krane, K., (2001). Nükleer Fizik, 1.cilt, Ankara: Palme Yayıncılık.
6. Balkan, E., (2003). Borland Delphi 7.0, Ankara: Sözkese Matbacılık.
7. Karagülle, İ. ve Pala, Z., (1996), Borland Delphi, İstanbul: Türkmen Kitapevi.
8. Gümüşkaya, H., (1999). Mikroişlemciler ve 8051 Ailesi, İstanbul, Alfa Basım Yayım Dağıtım.
9. Gümüşkaya, H., (1999). Mikroişlemciler ve Bilgisayarlar, İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.