



**EUROCRATE SİSTEMLER İÇİN BİLGİSAYAR KONTROLLÜ  
SCA( TEK KANALLI ANALİZÖR) MODÜLÜ GELİŞTİRİLMESİ**  
**(DEVELOPING A SCA(SINGLE CHANNEL ANALYZER)MODULE  
WITH COMPUTER CONTROLLED FOR EUROCRATE SYSTEM)**

Sevil BAYBURT\*, Mehmet BAYBURT\*\*, Serdar AKDURAK\*\*

**ÖZET / ABSTRACT**

Uluslararası Atom Enerji Ajansının geliştirdiği analog eurocrate modül sistemler dünyada bir çok laboratuarda başarıyla hala kullanılmaktadır. Teknolojiye paralel olarak gelişen bilgisayar sistemleri, Eurocrate sistemlerde de kullanılmaya başlanmış ve bu tip sistemler sayısal sistemler olduğu için EDB (Eurocrate Digital Bus) diye adlandırılmıştır. Bu sistem üzerindeki modüller 8bitlik veri ve 8 bitlik adres hattına sahiptir. Aynı veri yolu üzerindeki bir bağlaştırıcı kartı aracılığı ile bilgisayarla haberleşerek eurocrate modülden bilgisayara ve bilgisayardan eurocrate modüle veri aktarımı yapılabilmektedir. Sistem üzerindeki farklı modüller, eurocrate modül bağlaştırıcı kartının mikroişlemci kontrollü olması sebebiyle bilgisayar bağlantılı çalışabilecekleri gibi, bilgisayar bağlantısı olmadan eurocrate sistem üzerindeki kontrol kartı aracılığı ile de çalışabilmektedir. Veri yolu standart kabul edildiği için, bu standardı uygulayan çok çeşitli konfigürasyonlar elde edilebilir. Uluslararası Atom Enerji Ajansının desteğiyle E.Ü. Nükleer Bilimler Enstitüsü'nde de EDB sistem üzerinde çalışabilecek tek kanallı analizör sistemi geliştirilmiştir.

*Computer systems improved associated with technology has been used in Eurocrate systems. These type systems known as numerical systems are called as EDB. Module on this system has 8bit data and 8bit address lines. It communicates with computer by means of a interface on the same data transfer line. It transfers both data from eurocrate module to computer and from computer to eurocrate module. The different modules on system Works together computer. Besides, it can work without computer connection because of microcontroller. According to data bus standard the several configurations can be applied. Single channel analyzer have been developed in E.U. Institute of Nuclear Sciences by supporting IAEA.*

**ANAHTAR KELİMELER/KEY WORDS**

Eurocrate, Sayısal, Sca, Analizör  
*Eurocrate, Digital, Sca, Analyzer*

\* DEÜ Fizik Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, Buca, İZMİR

\*\* Ege Üni., Fizik Bölümü, Bornova, İZMİR

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Nükleer Spektroskopi Sistemi

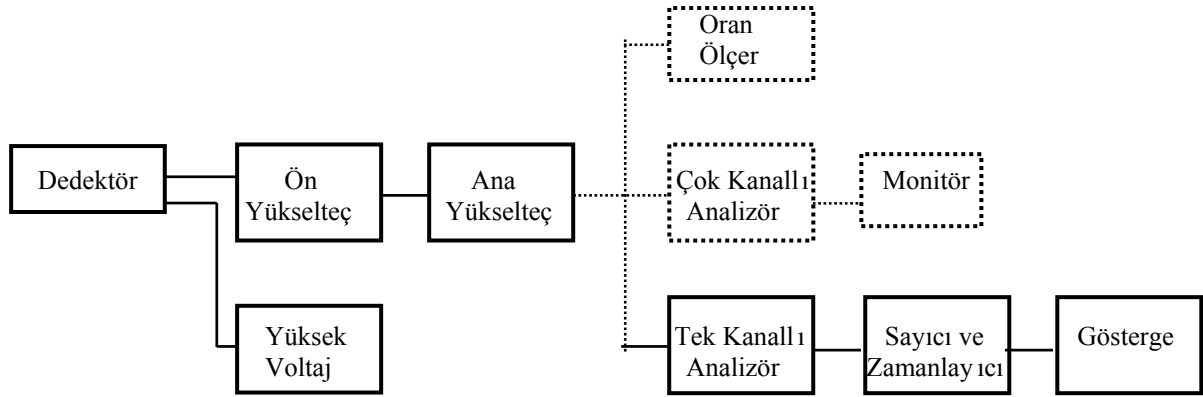
Radyoaktif elementler dünyanın oluşumu sırasında yüksek enerji içeren nükleer reaksiyonlar sonucu meydana gelmiştir. İnsanlar nükleer radyasyonu direk hissedebilecek bir yapıya sahip değildir. İyonlaştırıcı radyasyonun varlığını anlayabilmek için bazı cihazlar geliştirmişler ve kendini bu radyasyondan korumak imkanına sahip olmuşlardır (Knoll, 1989). Pratikte dedektör sistemleri iki gruba ayrılır.

- Oldukça geniş bir spektrumu olan dedeksiyon sistemleri. Orantılı sayaçlar, iyonizasyon odaları ve fotoğraf filmleri gibi; bunlar tüm radyasyon türlerini ölçebilir.
- Sintilasyon dedektörleri, iz kazıma dedektörleri gibi, yalnız spesifik bir radyasyona karşı duyarlı olan dedeksiyon sistemleri.

Dedeksiyon sistemlerinde bazı cihazlar tanecik sayımı için, bazıları ise kümülatif doz ölçümü için kullanılır. Nükleer elektronikte kullanılan sistemler belli başlı üç bölümden oluşur (Nicholson, 1974).

- Dedektörler
- Yükselteçler
  - Ön yükselteçler
  - Ana yükselteçler
- Çıkış ve gösterge kısımları

Şekil 1’de böyle bir sistemin blok şeması verilmektedir. Buradan da görüleceği gibi bu üç kısım haricinde dedektörü beslemek üzere birde yüksek gerilim katı mevcuttur.



Şekil 1. Spektroskopi Sistemi Blok Şeması

Dedektörler, nükleer ışınımın elektriksel pulslara dönüştürülmesini sağlarlar. Yükselteçler, dedektörlerden gelen pulsların çıkış ve gösterge aygıtlarınca güvenlikle ve rahatlıkla değerlendirilebilmesini sağlamak amacıyla, arada yükselme ve şekillendirme işlemini yaparlar. Çıkış ve gösterge katları ise nükleer enerjinin elektriksel pulslara dönüştürülenlerinin sayılmasını, sıralanmasını ve diğer tür işlemleri yaparak kullanmaya sunan, değerlendiren, bilgi veren bölümlerdir (Tsoulfanidis, 1983).

Bu çalışmada, çıkış ve gösterge katlarının içinde özel bir yapı ve karakteristiğe sahip SCA(tek kanallı analizör) kartı Eurocrate modül için geliştirilmiştir. Çalışma, tek kanallı analizör sisteminin mikroişlemci kontrollü olması ve bu sisteme eurocrate modüle adapte edilmiş olması açısından önemlidir. Sistem dijital eurocrate modülün tüm avantajlarını kullanmakta, elde ettiği bütün verileri anında bağlı olduğu bilgisayara aktarabilmektedir.

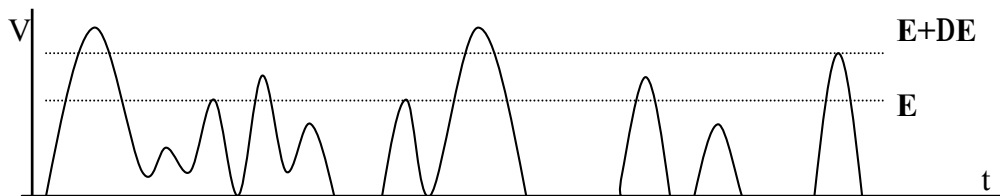
## 1.2. Analog ve Dijital Eurocrate Sistemler

Uluslararası atomik enerji ajansının (IAEA) projeler dahilinde geliştirdiği eurocrate modül sistemi analog ve dijital sistemler olmak üzere iki kısma ayrılabilir. Analog sistemler 32 bacaklı soket kullanan ve soket üzerinde sadece besleme gerilimleri bulunan sistemlerdir (IAEA, 1986). Modüller arası bağlantılar genellikle ön panelde bulunan BNC konnektörler aracılığı ile sağlanır. Bu sistemler dünyada ve Türkiye de bir çok laboratuarda halen kullanılmaktadır. Eurocrate standardının en büyük avantajlarından bir tanesi bu tip sistemleri bir çok sanayi dalının kullanması bu nedenle de Dünya ve Türk piyasasında parçalarının rahatlıkla bulunabilmesidir. Analog sistemlerde çeşitli amaçlar için kullanılan bir çok modül bulunmaktadır. Bunlardan bazıları yüksek voltaj modülü, spektroskopi yükselteç modülü, tek kanallı analizör modülü, sayıcı ve zamanlayıcı modülü, oran ölçer modülü gibi.

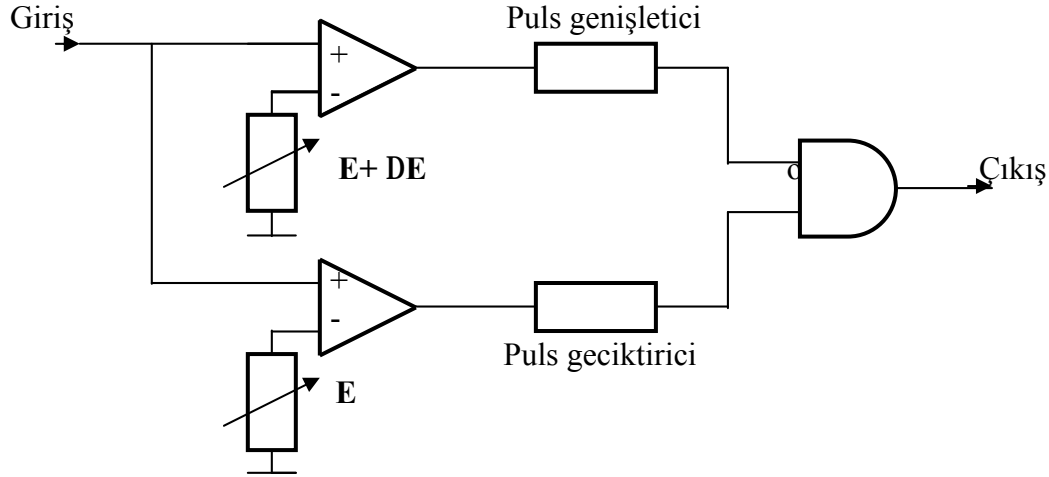
Dijital sistemler, 64 bacaklı soket içerir. Analog sistemdeki beslemelere ek olarak 8 bitlik veri yolu, 8 bitlik adres yolu, iki adet kesme, okuma, yazma ve saat hattı içerir. Ayrıca özel amaçlar için kullanılacak bir çok kontrol yolları vardır (IAEA, 1986). Sistemdeki her bir modül kendi üzerinden kontrol edilebileceği gibi yine sistem üzerinde bulunan mikroişlemci kontrollü bir modül ile kontrol sağlanmaktadır. İstenirse RS232 standardını kullanan bağlayıcı ile bilgisayara bağlanılarak sistemin kontrolü bilgisayardan yapılabilmektedir. Aynı zamanda Eurocrate sistemde elde edilen verilerde bilgisayara aktarılabilir. Böylece sayım ve spektroskopi sonuçları kaydedilerek analiz yapılabilir.

## 1.3. SCA (Tek Kanallı Analizör)'nin Genel Yapısı

Enerji ayrımı yapabilen bir spektroskopi sisteminde, dedektörden gelen nükleer pulsların taşıdığı en önemli özellik puls yüksekliğinin dedektörde bu pulsı oluşturan parçacığın enerjisi ile orantılı olmasıdır. Bu puls yüksekliği, puls yüksekliği analiz sisteminin de kaynağını oluşturur. Dedektöre gelen parçacıklar teorik olarak enerjilerini buraya aktarırlar. Aktardıkları enerji dedektörde elektriksel sinyale dönüştürülür. Şekil 2 de farklı zaman aralıklarıyla, farklı enerjilerde gelen pulslar ve seçilen E, E+ $\Delta E$  seviyeleri görülmektedir. Şekil 3 de ise bir tek kanallı analizör sisteminin blok şeması görülmektedir. Sistemde iki tane fark yükselteci vardır. Bu fark yükselteçlerinden birisi istenilen enerji bölgesinin alt seviyesini (E) oluşturur, diğeri ise üst seviyeyi oluşturur (E+ $\Delta E$ ). İkisi arasında kalan bölgeyi oluşturmak için ise şekildeki gibi çakışmazlık kapısı gereklidir. Bunun için üst seviyenin tersi alınarak VE kapısına verilir. Gösterilen E ve E+ $\Delta E$  seviyeleri,  $\Delta E$  genişliğinde bir pencere oluştururlar ve buna da kanal denir. Sistemin hassasiyeti kanal sayısına bağlıdır. Kanal sayısı ne kadar fazla ise genel spektrumdaki maksimum puls seviyesi bu sayıya bölünecek ve her bir kanala düşecek enerji değeri belirlenecektir.



Şekil 2. Ana yükselteç çıkışındaki pulslar ve seçilen E, E+ $\Delta E$  seviyeleri



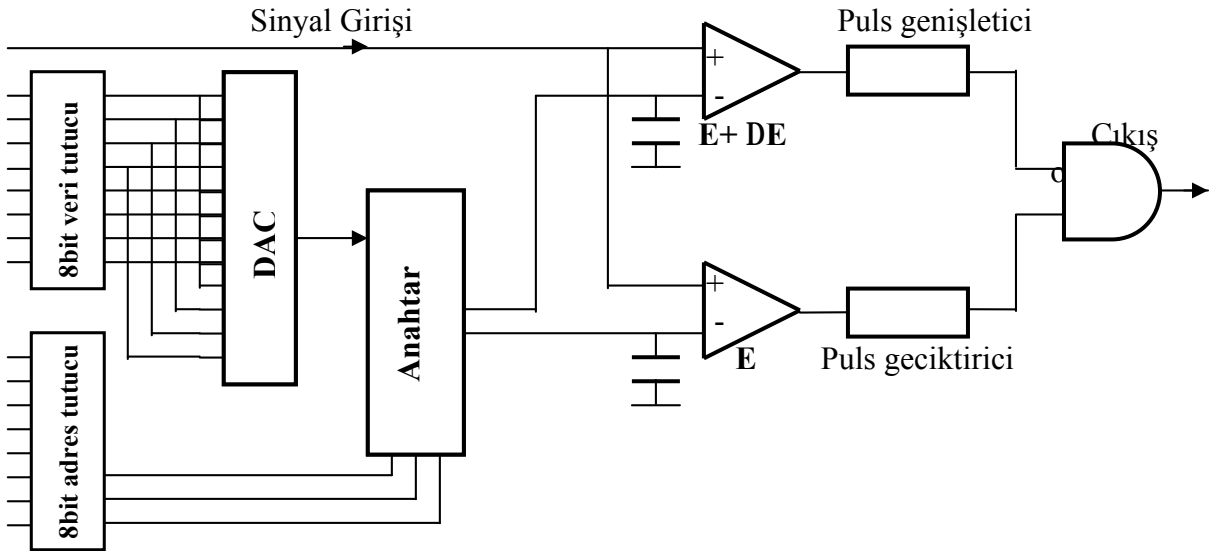
Şekil 3 Tek kanallı spektroskopi sistemi blok şeması

### 3. YÖNTEM

Eurocrate sistem için geliştirilen puls yükseklik analizöründe (SCA) bütün kontroller dijital olarak yapılmaktadır. Şekil 3 de görüldüğü gibi E ve E+  $\Delta E$  seviyeleri DAC (dijital analog çevirici) kullanılarak eurocrate modülün kendi data hattından oluşturulmaktadır. Bölüm 1.3’de anlatıldığı gibi burada da DAC a gönderilen dijital veri ne kadar fazla bitten oluşursa sistemin enerji hassasiyeti o kadar iyi olacaktır. Bu çalışmada 12 bitlik seri DAC kullanılmıştır. Buna göre, maksimum puls yüksekliği 5 volt ise kanal başına düşen voltaj değeri;

$$2^{12} = 4096 \text{ kanal bu ise } (5 \text{ volt}) / (4096 \text{ kanal}) = 0,00122 \text{ volt/kanal'dır.}$$

O zaman bu sistemin kanal genişliği 1,22 mVoltur. Bu şu anlama gelir; gelen pulsların enerjisi maksimum 100 keV ise kanal başına düşen enerji değeri  $100000/4096=24,4$  eV/kanal’dır, sistem yaklaşık olarak 25 eV’lik bir inceliğe sahiptir bir başka ifadeyle gelen pulsların enerjilerini 25eV ve katlarında değişik kanal olarak görecektir.



Şekil 4 Eurocrate modül için geliştirilen SCA blok şeması

Bu çalışmada Eurocrate modül için geliştirilen SCA'nın en belirleyici özelliği kontrollerinin mikroişlemci veya bilgisayar tarafından yapılmasıdır. Giriş bölümünde de söz edildiği gibi Eurocrate modül 8 bitlik veri ve 8 bitlik adres hattı içerir. Bu module takılan bütün kartlar bu yolları kullanarak modülün üzerinde bulunan mikroişlemci kartı ile veya bu mikroişlemci kartı aracılığı ile bilgisayarla haberleşmektedir. Şekil 4'de görüldüğü gibi modülün 8 bitlik veri hattı kullanılarak sistemde gerekli olan 12 bitlik veri oluşturulur. Bunun için önce 8 bitlik veri gönderilir bu 8 bitlik veri tutucuda saklanırken arkasından 4 bitlik veri daha gönderilir. Bu iki veri toplanarak 12 bitlik veri DAC'a aktarılır. Aynı işlemler diğer seviyeler içinde tekrarlanır. Sistemde tek bir DAC bulunduğu için elde edilen analog seviyenin hangi kontrole uygulanacağı da, adres hattından kontrol edilen bir elektronik anahtar aracılığı ile belirlenir. Kontrol bacakları sıra ile ayarlandıktan sonra gelen puls seviye açısından değerlendirmeye alınır. Gelen puls seviyesi istenilen enerji aralığında ise çıkışa iletilir, değilse diğer bir seviye ile spektroskopiye devam edilir. Sistem dört farklı ölçüm yöntemi içerir. Bunlar;

1. Otomatik Kalibrasyon : Sistem, bilinen standart bir kaynağın verileri girilerek bu verilere uygun şekilde kalibre edilir. Sayım sonrasında standart kaynağın parçacık enerjileri kullanılarak sistem kanal değerleri bu enerji değerlerine göre kalibre edilir.
2. Elle kalibrasyon: Aynı işlem verilen zaman içinde enerji taraması yapılarak el ile tek tek tekrarlanır. Böylece standart kaynağın enerji değerleri bulunarak sistem, bu değerlere göre kalibre edilir.
3. Otomatik sayım: Kalibrasyon işlemi sonrasında spektroskopiye hazır hale gelen sistem bu modda istenilen zaman aralıklarıyla 0. kanaldan son kanala kadar ölçüm alır, aldığı sayım değerlerini kıyaslar örneğe ait pik değerlerini bularak sonucu kaydeder.
4. Elle sayım: Otomatik sayımda yapılan işlemler elle sayımda tek tek kullanıcı tarafından tekrarlanır. E ve E+  $\Delta E$  değerleri her sayım için ayarlanır ve istenilen zaman aralığında sayım alınır. Alınan sayımlar istenirse bilgisayara kaydedilir. Tarama bittikten sonra sonuçlara göre spektroskopik sonuç yorumlanır.

#### 4. SONUÇ

Geliştirilen sistemle yapılan nükleer spektroskopi deneylerinde önceki sistemlere nazaran daha yüksek doğruluk, kanallar arasında iyi bir lineerite ve yüksek verim elde edilmiştir. Bunun nedeni de şu şekilde özetlenebilir. Eski analog sistemlerde kanal yani E ve E+  $\Delta E$  ayarları çok turlu potansiye metrelerle yapılmaktadır. Bu da kanallar arasında lineeritenin bozulmasını sebep olmaktadır. Ayar ne kadar dikkatli yapılırsa yapılsın ayarlanan iki seviye arasında büyük bir olasılıkla kayma olacaktır. Dijital sistemde ise kanal sayısının fazla olması ve bu kanal değerlerinin bilgisayar veya mikroişlemci tarafından girilmesi hata olasılığını ortadan kaldıracak, lineerite ve örnek spektroskopisinde doğruluk oranı yüksek olacaktır. Böylece otomatik kalibrasyonla, sistemin kalibre edilmesiyle örnek analizi daha doğru yapılabilecektir.

Geliştirilen sistem nükleer spektroskopi laboratuvarlarında çok büyük kolaylık getirmektedir. Bu sistemle kullanıcı spektroskopi yaparken sadece istediği zaman aralığını girmekte ve diğer işlemler tamamen bilgisayar ve sistemi kontrol eden mikro işlemci tarafından yapılmaktadır. Araştırmacıya sadece bilgisayar hafızasındaki verileri yorumlamak kalacaktır.

**KAYNAKLAR**

IAEA (International Atomic Energy Agency) (1986): "Selected Topic in Nuclear Electronics", Vienna, IAEA-TECDOC-363.

Knoll G.F. (1989): "Radiation Detection and Measurement", John Wiley and Sons.

Nicholson P.W. (1974): "Nuclear Electronics", London, John Wiley Sons.

Tsoufanidis N. (1983): "Radiation Detection and Measurement", Hemisphere Publishing Corporation.