

## TERMİK SANTRAL ÇEVRESİNDE OTOMATİK OLARAK ÇALIŞABİLEN RADYASYON KONTROL SİSTEMİNİN MODELLENMESİ

Çetin GENÇER  
Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Eğitimi Bölümü,  
06500 Teknikokullar, ANKARA

### ÖZET

Dünya elektrik üretiminde fosil yakıtların payı % 63'dür. Fosil ve nükleer yakıtlar gelişmiş ülkelerde temel enerji kaynağıdır. Ülkemizde fosil yakıt kullanımı % 61 gibi büyük bir oran teşkil etmektedir. Fosil yakıtların kullanılmasıyla birlikte CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub> gibi zararlı gazların ortaya çıkması, çevre kirliliği meydana getirmektedir. 1000 MW elektrik üreten bir kömür santrali ile bir nükleer santral karşılaştırıldığında, kömür içerisindeki milyonda 1.3 uranyum ve milyonda 3.2 toryum miktarından dolayı kişi başına 490 rem/yıl radyasyon yayarken, bir nükleer santral ise 4.8 rem/yıl radyasyon yayar. Aynı elektriği üreten kömür santralının nükleer santrale göre 100 misli daha fazla radyasyon kirliliği yaydığı tespit edilmiştir. Bu nedenle termik santral çevresinde otomatik olarak çalışabilen bir radyasyon kontrol sisteminin modellenmesi amaçlanmıştır. Bu sistemle, ortamdaki radyasyon belirli bir merkezden kontrol altına alınıp, izin verilen radyasyon değerinin üzerindeki radyasyon değerlerinde alarm vermektedir. Geliştirilen devrede radyasyon dedektör sayısı ve doz seviyesi istenilen değere ayarlanabilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Termik Santral; Radyasyon; Radyasyon Dedektörü; Çevre.

### MODELLING OF THE AUTOMATICALLY WORKING RADIATION CONTROL SYSTEM AROUND THE THERMAL POWER PLANTS

#### ABSTRACT

Fossil fuels has 63 % share from of the electrical energy production in the world. Fossil and nuclear fuels are the main energy sources in the developed countries. In our country, fossil fuels utilization corresponds to a big ratio of 61 %. Environment pollution has occurred when using fossil fuels which exposed to harmful gases such as CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub>. While comparing a 1000 MW nuclear power plant and 1000 MW thermal power plant, the thermal power plant exposes radiation 490 rem/year per person due to the fact that coal consists of uranium 1,3 per billion and toryum 3,2 per billion. The nuclear power plant exposes radiation only 4, 8 rem/year per person. It is clear that the thermal power plant having the same power with nuclear power plant exposes radiation 100 times higher than the nuclear power plant. For this reason, modeling a radiation control system around thermals power plant has been proposed. By this system, the radiation of environment is controlled by central control unit. This system gives alarm when the radiation value exceeds the permitted radiation level. In the developed circuit, the radiation dedektor number and dose level can be adjusted to the demanded values.

**Key Words:** Thermal Power Plant, Radiation, Radiation Dedektor, Environment.

#### 1.GİRİŞ

Dünya elektrik üretim rakamları incelendiğinde %60 ile en büyük payı fosil yakıtlar almaktadır. Fosil yakıtlar (kömür, petrol ve doğalgaz) ve nükleer yakıtlar, bir çok ülkede temel enerji üretim kaynağıdır.

Enerji üretiminin çevre etkileri değişik biçimlerde değerlendirilebilir. Bu değerlendirmeler, her bir kaynak için birim enerji üretimine karşılık gelen kirlenici madde tip ve miktarları, bunların çevre ve atmosfer içerisinde dağılımları, çalışanların ve halkın sağlığı üzerine etkileri, atığın miktarı ve zehirliliği, uzun dönemde çevre ve ekolojik sistemler üzerindeki etkileri açılarından yapılabilir.

Fosil yakıtların çevreye vermiş oldukları etkiler şunlardır;

- Bu tür yakıtların yanma sonucu enerji elde edildiğinde yanma ürünleri ( NO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub>

gibi gazlar), baca gazı olarak atmosfer içinde dağılması neticesinde asit yağmurları,

- CO<sub>2</sub> emisyonundan dolayı sera etkisi,
- Hava kirliliği,
- İklim dengelerinin bozulması,
- Çalışanlar ve halk sağlığı üzerine etkisi,
- Çevreye yayılan radyasyon,
- Fosil yakıt taşımacılığında yaşanan kazalar vb.

Kömür birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de başlıca enerji kaynaklarımızdandır. Kömürün yukarıda bahsedilen en zararlı etkisi tehlikeli bir radyoaktif madde olduğudur. İTÜ Nükleer Enerji Enstitüsü'nde yapılan araştırmalarda, kömürlerde yüksek oranda uranyum bulunduğu tespit edilmiştir (1). Kömür büyük bir radyasyon kaynağıdır. Türkiye genelinde termik santrallerde yıllık toplam

64 milyon ton linyit yakılmaktadır ve bu santral-lerden hiç bir önlem alınmadan çevreye 83.2 ton uranyum, 204.8 ton toryum atılmaktadır (2). Kömür içerisinde ortalama milyonda 1.3 uranyum, milyonda 3.2 toryum vardır (3). 1000 MW'lık bir kömür santralinden yılda 5.2 ton uranyum, 12.8 ton toryum, 0.33 ton radyoaktif potasyum (K-40) çevreye atılmıştır. Örneğin Afşin-Elbistan termik santrali kurulu gücü 1360 MW ve yılda 18 milyon ton linyit kömürü yakılmaktadır. Afşin-Elbistan termik santralinden yılda 23.4 ton uranyum ve 57.6 ton toryum çevreye salıverilmiştir (2).

Bu değerlerden yola çıkarak 1000 MW elektrik üreten bir kömür santrali ile bir nükleer santral çevresinde yapılan ölçümlerde, kömür santralinde kişi başına 490 rem/yıl, nükleer santralde ise 4.8 rem/yıl radyasyon yayıldığı tespit edilmiştir (4, 5, 6). Bu değerlerden anlaşıldığı gibi aynı elektriği üreten bir kömür santrali nükleer santrale göre 100 kat daha fazla radyasyon yayılmaktadır.

Elbistan ve çevresinde, santral devreye girdikten sonraki son 15 yıllık veriler incelendiğinde, kanser hasta sayısında ilk yıllara nazaran 5 kat artış olmuştur (7).

Türkiye'nin enerji üretiminin % 42'si, elektriğin de % 30'unun linyitten sağlanması ve kömür santrallerinde yakılan kömür çeşitleri ve miktarı ile kömür rezervleri dikkate alındığında, kömür içerisinde dikkatlerden kaçan bu nükleer maddelerin oluşturduğu kirlenmenin ülkemiz için ne kadar önemli olduğu da anlaşılmaktadır.

Radyasyon sinyal domaini, sensörler alanında daima bir cazibe noktası olarak üzerindeki ilgiyi sürdürmektedir. Radyasyon sensörleri, yarıiletken fiziğinin temel ve iyi bilinen prensiplerine dayanır (8). Radyasyon enerjisinin önce iyon çiftlerine ve daha sonra da elektrik darbelerine dönüştürülmesi gaz doldurulmuş tüp detektörler tarafından sağlanır (9). Radyasyon detektörleri ortamdaki radyasyonun şiddetine bağlı olarak elektriksel analog bir çıkış verir. Bu çıkış değerlerinden faydalanılarak, ortamdaki radyasyon dozu elektrik devreleri kullanılarak ölçülebilir.

Bu çalışmanın amacı,

- Termik ve nükleer santrallerde ortamdaki radyasyonun şiddetini ölçen ve belirli bir merkezden kontrolünü sağlayabilecek elektronik bir devre tasarlamak,

- Herhangi bir nükleer savaş durumunda, radyasyon bulutlarının yönünü belirlemek ve
- Bilgisayar ortamında radyasyon verilerinin analizini yapmaktır.

## 2. RADYASYON VE RADYASYON DEDEKTÖRLERİ

Bütün katıların, sıvıların ve gazların en küçük yapı birimi atomlardır, atomlar ise proton ve nötronlardan oluşan çekirdek ve etrafında dolanan elektronlardan oluşur. Atomların çoğu kararlı yapıdadır ve hep öyle kalırlar. Kararsız yapıdaki atomlar ise sahip oldukları fazla enerjiyi ışımaya atarak kararlı şekle dönüşürler. Bu yapıdaki atomlara radyoaktif atomlar denir ve yaydıkları ışımaya da radyasyon adı verilir. Üç çeşit radyasyon vardır. Bunlar, alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) ve gama ( $\gamma$ ) ışınlarıdır. Bir elementin radyoaktivitesi, üç değişkene bağlı olarak ifade edilir;

- Işınım türü (alfa, beta ve gama),
- Aktivitesi, yani bir saniyede bozulan çekirdek sayısı,
- Yarı ömrü, yani ortamdaki radyoaktif çekirdeklerin yarısının bozulması için geçen süredir (2,10,11)

Radyoaktif maddede oluşan bir saniyedeki bozunma sayısını Bekerel (Bq), maddenin 1 kg'na 1 joule enerji veren radyasyon dozunu 1 Gray (Gy), birimiyle ölçeriz. Radyasyonun kaynağına, cinsine ve enerjisine bağlı olarak canlılar üzerine biyolojik etkileri de farklıdır. İşte bu etkileri göz önüne alan eşdeğer doz olan Sievert (Sv) veya Rem birimleri kullanılacaktır. ( Sievert = Gray x Biyolojik Etki Katsayısı ), ( 1 Sv = 100 Rem)

İnsanlar ortalama olarak 2.4 mSv doğal çevre radyasyonu altında yaşarlar ve bunun büyük bir kısmı doğadaki radon gazından kaynaklanmaktadır. Uluslararası Radyasyondan Koruma Komitesi'nin izin verdiği en fazla doz 5 mSv'dir. Nükleer santraller çevreye 0.01 mSv'lik ilave bir doza neden olurlar. Termik santralleri ise nükleer santrallere oranla yüz kat daha fazla ek radyasyona neden olurlar. Bu nedenle bu çalışma, ülkemizdeki Termik Santrallere yönelik olacaktır.

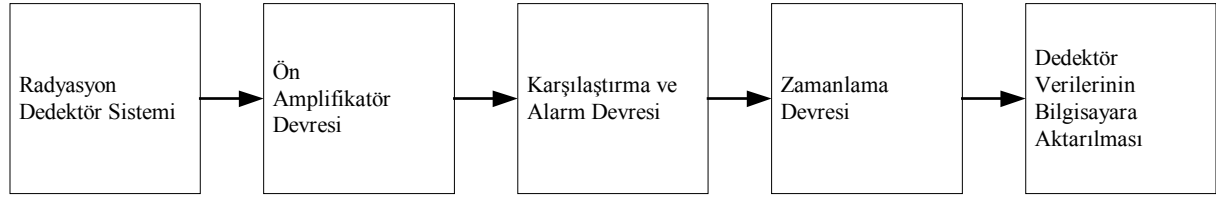
Ortamdaki radyasyon miktarı radyasyon detektörleri tarafından ölçülür. Radyasyon enerjisinin önce iyon çiftlerine ve sonra da elektrik darbelerine dönüştürülmesi gaz doldurulmuş tüp de-

tektörler tarafından sağlanır (9). Radyasyon de-  
tektörü olarak havadan tecrit edilmiş iyonizasyon  
odası model olarak alınmıştır. İyonizasyon odası,  
esaslı canlı dokunun yapısını teşkil eden element-  
lere benzeyen iletken plastik maddesinden mey-  
dana gelmiştir. Böylece gama radyasyonundan  
oluşan iyonlaşma, aynı radyasyonun canlı dokuda  
meydana getireceği iyonlaşmaya eşit olacaktır.

Havadan tecrit edilmiş iyonizasyon odası,  
ağırlığı % 20 ile % 60 arasında değişebilen grafit  
tozu karıştırılmış polyester reçinesinden meydana  
gelmiştir. Gama radyasyonlarının meydana getire-  
ceği değişiklikleri önlemek için metal az kullanılmış-  
tır. 25 Volt doğru gerilimle çalışmaktadır. Ortam-  
daki radyasyonun şiddetine bağlı olarak elektriksel  
bir darbe üretir. Bu darbenin değeri, radyasyon  
şiddetini verir.

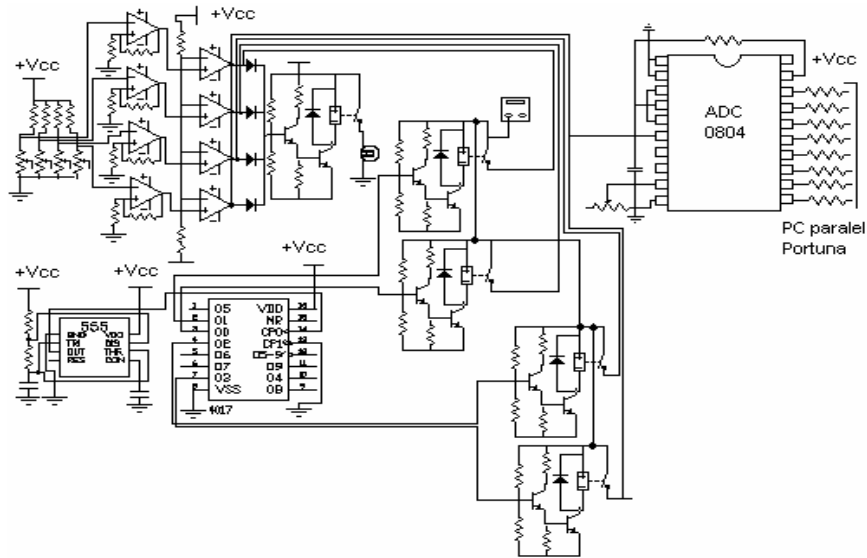
### 3.RADYASYON KONTROL SİSTEMİ

Radyasyon detektör sistemi beş bloktan  
oluşmaktadır. Blok devresi aşağıdaki gibidir.



Şekil 1. Radyasyon kontrol sistemi blok şeması

### 3.1. Elektronik Devrenin Şeması



Şekil 2. Radyasyon kontrol sistemi

Radyasyon detektör sistemi olarak havadan  
tecrit edilmiş iyonizasyon odası model olarak  
alınmıştır. Havadan tecrit edilmiş iyonizasyon  
odası ortamdaki radyasyonun şiddetine bağlı ola-  
rak elektriksel bir çıkış üretir. Bu çıkış radyasyon  
şiddetini verir. İyonizasyon odası 0-5 milivolt  
(mV) civarında bir doğru gerilim çıkışı verir. 0-5  
mV doğru gerilim değeri 0-5 mSv radyasyon de-  
ğeriyle eşdeğer tutulduğunda aşağıdaki gibi bir sı-  
nıflandırma yapılabilir (12,13).

0-2.4 mSv	→	Düşük radyasyon dozu
2.4-4 mSv	→	Normal radyasyon dozu
4-5 mSv	→	Tehlikeli radyasyon dozu

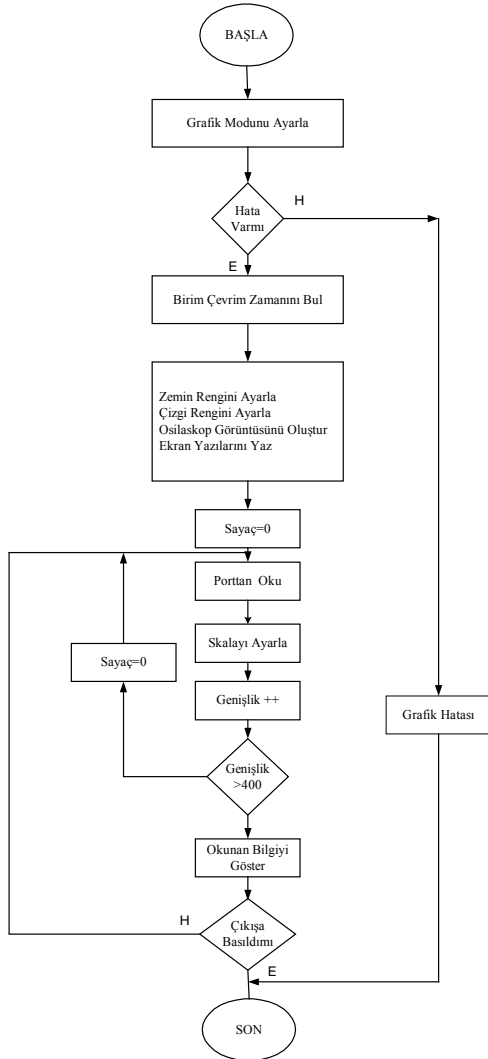
### 3.2. Devrenin Çalışma Prensibi

Radyasyon detektör sistemi olarak havadan  
tecrit edilmiş iyonizasyon odası model olarak  
alınmıştır. 4 adet radyasyon detektöründen gelen

mVolt seviyesindeki bilgiler ön amplifikatör dev-

resinde Volt seviyesine yükseltilecek karşılaştırma ve alarm devresinde Op-Amp' lar yardımıyla karşılaştırma işlemi gerçekleştirilir. Detektör sayısı istenildiği kadar artırılabilir. Referans değeri 2.4 V (veya mSv) olarak ayarlanmıştır. Devrede referans değeri istenilen değere ayarlanabilir. Detektörden gelen radyasyon seviyesi izin verilen radyasyon dozunun üzerinde ise alarm devresi otomatik olarak devreye girer.

Zamanlama devresi radyasyon detektörlerinin istenilen süreyle otomatik olarak devamlı çalışmasını sağlar. Yine zamanlama süresi istenilen süreye ayarlanabilir. ADC0804 konverter aracılığıyla analog bilgiler bilgisayar ortamına alınıp, C/C++ programlama dili kullanılarak verilerin bilgisayar ekranında kontrolü gerçekleştirilir (9,14). Elde edilen bilgisayar programının akış diyagramı Şekil 3' de verilmiştir.



Şekil 3. Bilgisayar programı akış şeması

### 3.3. Radyasyon Detektörlerinin Bilgisayar Ekran Grafikleri



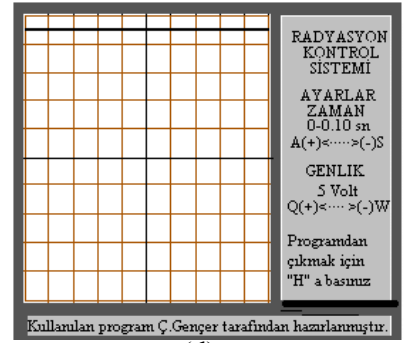
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 4. Ölçülen radyasyon değerlerinin bilgisayar ekran görüntüleri

Şekil 4.a' da her kare 0,4 mSv olduğundan ölçülen radyasyon miktarı 1,5 mSv' dir. Şekil 4.b' de ise her kare 0,6 mSv' i gösterdiğinden ölçülen radyasyon değeri 2,1 mSv' dir. Şekil 4.a ve b' de ölçülen radyasyon değerleri düşük radyasyon sınıfına girmektedir.

Şekil 4.c' de her kare 1 mSv' e denk gelir ve ölçülen radyasyon değeri 3mSv' dir. Bu değer normal radyasyon dozu sınıfına girmektedir. Şekil 4.d' de her kare yine 1 mSv' dir ve ölçülen radyasyon değeri 4,5 mSv' dir. Bu değer tehlikeli radyasyon dozu sınıfına girer.

#### 4.SONUÇ

Yapılan çalışma sonucunda, termik santral çevresinde radyasyon dozunu kontrol altına alan bir devre tasarlanarak değerlendirilmeler yapılmıştır. Çalışmada örnek olarak dört adet radyasyon sayacı modeli ele alınarak kontrolü yapılmıştır. Dedektör sayısı ve radyasyon doz oranı istenildiği kadar artırılabilir. Yapılan çalışma ile termik santral çevresindeki bir çok bölge tek bir merkezden kontrol edilebilir.

Kullanılan bilgisayar programı yardımıyla, dedektör çıkış değerlerinin genlik/zaman grafiği bilgisayar ekranında çizdirilebilir. Bu sayede okunan değerlerin kalıcı olması sağlanır.

Yapılan çalışma ayrıca farklı amaçlar için kullanılabilir. Termik santral dışında savunmaya yönelik herhangi bir nükleer savaş sırasında, radyasyon bulutlarının yönü tayin edilerek sivil halkın radyasyondan korunması sağlanabilir.

#### 5. KAYNAKLAR

1. "Muğla-Yatağan Termik Santrali Küllerinden Uranyum Kazanılması Amacıyla Yapılan Özütleme Deneyleri" Proje No: III/ 01.2.01. 03.02 (84-37a), MTA Genel Müdürlüğü, Teknoloji Dairesi Başkanlığı, 18 Kasım 1984.
2. Şahin, H.M., Yıldız, K. ve Altınok, T., "Nükleer ve Kömür Santrallerinin Çevre Açısından Değerlendirilmesi", IV Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 16-18 Ekim, 2002.

3. Environmental Protection Agency, "Background Information Document (Integrated Risk Assessment); Final Rule for Radionuclides" EPA 520/1-84-002-2, Vol.II, Epa, Washington, D. C. 1978.
4. "Exposure of the Population in the United States and Canada from Natural Background Radiation", National Council on Radiation Protection, Reports, No. 94 pp. 90-128, 1987.
5. Public Radiation Exposure of from Nuclear Power Generation in the U.S. "National Council on Radiation Protection, Reports, No. 92 pp. 72-112, 1987.
6. "Radiation Exposure of the U.S. Population from Consumer Products and Miscellaneous Sources", National Council on Radiation Protection, Reports. No. 95 pp. 32-36 and 62-64. 1987.
7. T.C. Sağlık Bakanlığı, Ankara Onkoloji Hastanesi Baştabipliği, Elbistan Grup Başkanlığı Raporu, 17/5/2001, Demetevler / Ankara.
8. Gürdal, O., 2000, "Sensors and Transducers", Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
9. Nicholson, P.W., 1974, "Nükleer Electronics". Lecturer in Physics, Middlesex Hospital School, University of London.
10. Göksel, A.S., 1973, "Radyasyonların Biyolojik Etkileri ve Radyasyon Korunması", İ.T.Ü. Nükleer Enerji ve Enstitüsü Yayınları No:9, İ.T.Ü. Matbaası.
11. Yeniçay, F., 1963. Nükleer İlim ve Teknoloji Terimleri Sözlüğü. Amerikan Makine Mühendisleri Derneği, Berksoy Matbaası, İstanbul.
12. Aoyama, T. And Watanabe, T., 1982, "Nuclear Instrument Methods".
13. Delenay, C.F.G. and Finch, E.C., 1992, "Radyasyon Detectors", Physical Principles and Applications, Oxford Science Publications. Clarendon Press, Oxford.
14. Sülün, S.E. ve Aslan, M., 1997, "Elektronik Devre Elemanları1", İstanbul