

ARAŞTIRMA MAKALESİ /RESEARCH ARTICLE

OPTİK UYARMALI LÜMİNESANS VE GERİYE DÖNÜK RADYASYON DOZU ÖLÇÜMLERİ

Güneş TANIR¹, M. Hicabi BÖLÜKDEMİR

ÖZ

Büyük ölçekli nükleer radyasyon kazalarında, genel nüfusu etkileyen radyasyon dozu tayinleri için uygun teknik ve işlemlere gereksinim vardır. 1990'ların ortalarında, kaza sonrası radyasyon dozlarının geriye-dönük tayinleri için Optik Uyarmalı Lüminesans (OSL) tekniği seramik örnekler üzerine uygulanmış ve özellikle Çernobil bölgesinden toplanan örnekler için doz tayinleri OSL ile gerçekleştirilmiştir (Bøtter-Jensen, 2000). Burada, bu teknik ile ilgili genel bilgiler ve bizim çalışmalarımızdan örnekler sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler : IRSL, Yaş, Eşdeğer doz, Doz hızı

OPTICALLY STIMULATED LUMINESCENCE AND RETROSPECTIVE DOSIMETRY

ABSTRACT

In the event of a large scale nuclear radiation accident, a quantitative assessment of the radiation dose to the general population requires the availability of suitable techniques and procedures for reconstruction of doses. In mid 1990s the application of OSL techniques used to ceramics for the retrospective assessment of accident radiation doses and particularly for the measurement of doses from materials collected in the Chernobyl accidental area (Bøtter-Jensen, 2000). In this, the general information with respect to this technique and the examples from our studies presented.

Keywords: IRSL, Age, Equivalent dose, Dose-rate

¹Gazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Teknikokullar-Ankara
e-posta: gunes@gazi.edu.tr, **faks:** +90 (312) 212 22 79

1. GİRİŞ

Büyük ölçekli nükleer radyasyon kazalarında, genel nüfusu etkileyen radyasyon dozu tayinleri için uygun teknik ve işlemlere gereksinim vardır. İşlem; ölçülecek doz için tekrarlanabilme, tekrar oluşturularak ölçülebilme veya geçmişte maruz kalınan radyasyonu ölçebilmek için gerekli algoritma anlamındadır. Bu işlem: 1) Geçmişte, çevrenin aldığı radyasyon dozunu öğrenmemize yardım eder, 2) Halkın uğrayabileceği hastalıklar ile bağlantığında, risk tahminleri konusunda yeni bilgiler sağlayacaktır 3) Yeni ölçme metotları ve yeni matematiksel modellerin gelişmesine rehberlik edecek ve radyoaktif izotopların doğa olayları ile taşınması konularında öngörüler sağlayacaktır. Tabii ki sonuçta da eski ve yeni yerleşim alanlarının risk analizlerinde yardımcı çalışmalar mümkündür.

Geriye-dönük radyasyon dozu ölçmenin esas amacı olan bir nükleer kazadan sonra yerel bölgedeki nüfusla ilişkisi şöyle özetlenebilir:

- Nükleer radyasyona maruz kalan halkın korunması ve medikal tedavilerin hazırlanmasına rehberlik etmek,
- Epidemiyolojik çalışmalar için giriş verilerini sağlamak,
- Bu konuda daha iyi bilgiler edinebilmek için araştırma yöntemleri geliştirmek.

Geriye-dönük radyasyon ölçümleri için kullanılan yöntemler;

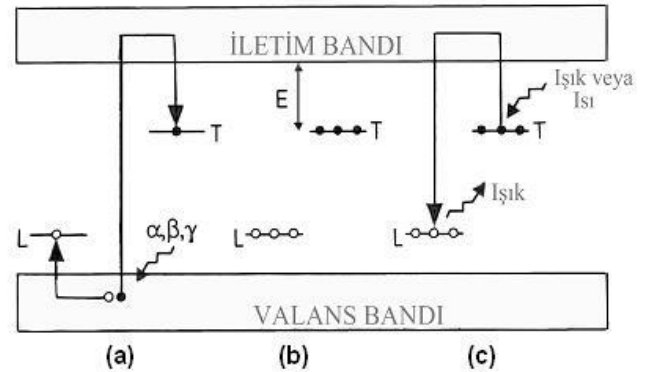
- Radyasyon dedektörleri kullanılarak, doğrudan bölgedeki doz-hızı ölçmeleri elde edilip Monte-Carlo simülasyonu ile doz-modelleme yapmak,
- Lüminesans metotlarının uygulamaları (TL veya OSL),
- Canlı hücrede birikmiş dozların doğrudan ölçümleri (ESR).

1990'ların ortalarında Risø (Bøtter-Jensen, 2000), kaza sonrası radyasyon dozlarının geriye-dönük tayinleri için Optik Uyarımlı Lüminesans (OSL) tekniğini seramik örneklerde uyguladı. Özellikle Çernobil bölgesinden toplanan örnekler için doz tayinlerini OSL ile gerçekleştirdiler.

2. DOZ-BAĞIMLI LÜMINESANS

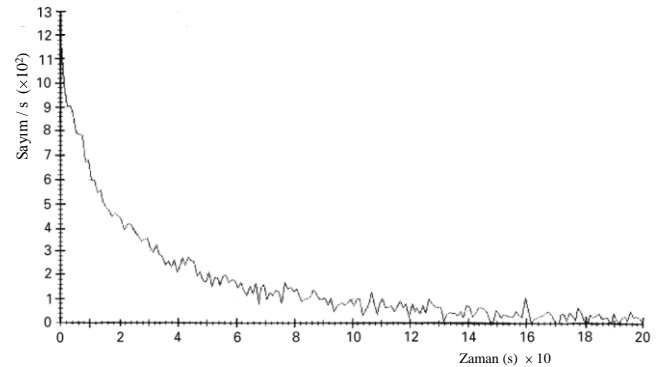
Doz-bağımlı Lüminesans, daha önce nükleer radyasyona maruz kalmış örneklerin termal veya optik olarak uyarılmaları sonucu ortaya çıkar. Radyasyona maruz kalma esnasında, enerji kristalde elektronların tuzakları şeklinde depolanır. Kristal uyarıldığında tuzaklanmış yükler salınır ve lüminesans sinyalleri ölçülür. Mineralde tuzaklanmış elektron miktarı, mineralin maruz kaldığı nükleer radyasyon dozu ile orantılıdır.

Termal olarak uyarılma termolüminesans (TL) olarak adlandırılır ve 1950'lerin ortalarından beri uygulanmaktadır. Ancak tarihlendirme çalışmalarında kullanılması 1980'lerde başlamıştır. Optik uyarımlı lüminesans da (OSL) ise uyarıcı ışıktır. OSL'nin tarihlendirme amaçlı kullanımı pek çok araştırmacı tarafından uygulanmıştır ve çalışmalar devam etmektedir (Aitken ve Smith, 1988; Aitken, 1990; Spooner, 1994; Bøtter-Jensen, 2000; Duller, 1995; Tanır vd. 2000; 2002; 2004; 2005). OSL kullanılarak doz-tayinleri en çok kuvars ve feldspatlar kullanılarak yapılır. Kiremitler, porselenler ve arkeolojik örnekler gibi.



Şekil 1. Lüminesans işlemlerinde enerji diyagramı

Şekil 1 basitçe bir katı yapısını göstermektedir. Lüminesans emisyonu da basitçe anlatılmıştır, ancak lüminesans mekanizmasının fiziksel yorumları çok açık değildir. Lüminesans şiddeti, örneğin özelliklerine, soğurulan radyasyon dozuna, sıcaklığa, uyarma ışığının dalga boyuna v.s. gibi parametrelere bağlıdır.



Şekil 2. Kayseri-sediment örneğinin bozunma eğrisi

Şekil 2 Kayseri-sediment örneğinin bozunma eğrisini göstermektedir. OSL şiddetinin zaman göre çizilmiş grafiğidir. Tam bir üstel fonksiyon değildir. Böyle olmaması tek bir tuzaktan çıkan elektronun tek bir lüminesans merkeziyle birleşiyor olmadığının göstergelerinden birisidir.

Optik uyarımlı lüminesans ölçümleriyle ilgili deneysel çalışmalar 1980'li yılların ortalarında başlar. Özellikle feldspatların tarihlendirilmesi üzerine yoğunlaşan çalışmalar iki temel büyüklüğün ölçülmesine dayanmaktadır. 1) Eşdeğer doz (Paleodoz), 2) Yıllık doz. Eşdeğer doz (ED, De), örneklerin son güneş ışığına maruz kaldıkları süreden bu yana geçen süredeki rad-

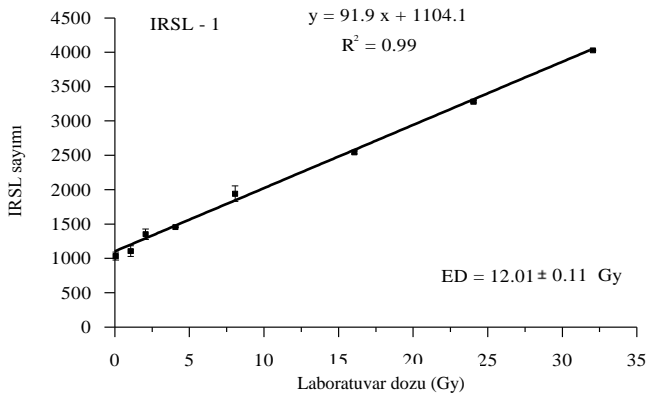
yasyon dozunun belirlenmesi anlamındadır. Yıllık doz da, çevrelerindeki 40K, U, Th gibi radyoaktif izotoplardan bir yıl içinde etkilendikleri radyasyon dozudur.

Örneğin yaşı,

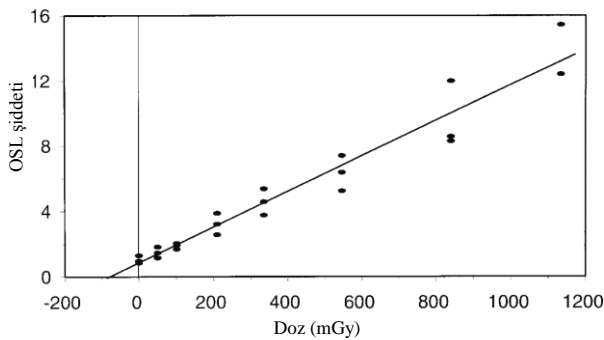
$$Yaş = \frac{Eşdeğer radyasyon dozu \text{ Gy}}{\text{Doz hızı Gy/ka}}$$

olarak bulunur. Örneklerin eşdeğer dozları üzerindeki çalışmalar, bu büyüklüğün en iyi düzeyde tespiti üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Örnekte depolanan nükleer radyasyon enerjisi, aynı materyalin laboratuvarında kalibre edilmiş bir beta-kaynağı ile radyasyona maruz bırakıldığında depolanan enerji ile kıyaslanarak bulunur. İncelenen örneğin doğal durumundaki lüminesansı ölçülür. Bu işlem genellikle, çok-tablet ve tek-tablet kullanımına dayalıdır. Ölçülen lüminesans şiddetinin doz'a karşılık çizilen grafiğinin doz-ekseninin kestiği nokta "Eşdeğer-doş" dur. Yani, örneğin aldığı toplam doşdur. Şekil 3a'da Marmara fay hattından alınmış sediment örneklerin çok-tablet kullanımına dayalı grafiğı görölmektedir (Tanır vd., 2005). Şekil 3b'de çok-tablet kullanımına dayalı lüminesans şiddeti-doş grafiğı Chernobly bölgesinden toplanan kiremit örnekleri içindir (Bøtter-Jensen, 2000). Eşdeğer doz 98 mGy olarak bulunmuştur.



Şekil 3a. Marmara fay hattından alınmış sediment örneklerin çok-tablet kullanımına dayalı lüminesans şiddeti-doş grafiğı



Şekil 3b. Chernobly bölgesinden toplanan kiremit örnekleri için çok-tablet kullanımına dayalı lüminesans şiddeti-doş grafiğı

KAYNAKLAR

- Aitken, M.J. and Smith, B.W. (1988). Optical dating: recuperation after heating. *Quaternary Science Review* 7, 387-393.
- Aitken, M.J. (1990). Optical dating of sediments; Initial results from Oxford. *Archaeometry* 32, 19-31.
- Bøtter-Jensen, L. (2000). Development of Optically Stimulated Luminescence Techniques using Natural Minerals and Ceramics, and their Application to Retrospective Dosimetry. Risø National Laboratory, Roskilde, September 2000.
- Duller, G.A.T. (1995). Luminescence dating using single aliquots: methods and applications. *Radiation Measurement* 24, 217-226.
- Tanır, G., Arıkan, N., Şarer, B., Tel, E. (2000). The application of the IRSL dating technique to feldspars from kayseri-Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity* 51(3), 363-370.
- Tanır, G., Okuducu, Ş., Gülen, S. (2002). The dependences of IRSL intensity on radiation dose for samples of chlorides contained in feldspars. *Czechoslovak Journal of Physics* 52(8), 963-968.
- Tanır, G., Meriç, N., Aytakin, H., Okuducu, Ş., (2004). A fitting procedure for palaeodose from old sandstone using IRSL. *Czechoslovak Journal of Physics* 54(2), 941-946.
- Tanır, G., Şencan, E., Bölükdemir, M.H., Türköz, M.B., Tel, E. (2005). Application of the luminescence single aliquot technique for dose estimation in the Marmara Sea. *Journal of Environmental Radioactivity* 84, 409-416.
- Spooner, N.A. (1994). On the Optical Dating Signal from Quartz. *Radiation Measurement* 23(2/3), 593-600.



Güneş Tanır, 1952 yılında Balıkesir’de doğdu. 1975 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Yüksek Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. Doktorasını Ankara Üniversitesi Dicle Üniversitesi ve Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkez’inde Nükleer Fizik Dalında

tamamladı. 1982’de Yardımcı Doçent; 1992’de Doçent, 1999’da da Profesör oldu. 39 yurt içi ve dışı yayını, 3 tane kitabı bulunan Tanır, evli ve 2 çocuk annesi. 26.10.2005 tarihinden itibaren Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dekan Yardımcılığı görevini sürdürmektedir.



M. Hicabi Bölükdemir, 1979 yılında Amasya’da doğdu. 2001 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü’nden mezun oldu. 2004 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik ABD’de Yüksek Lisansı bitirdi. Doktora öğrencisi olduğu Gazi Üniversitesi Fizik Bölümü’nde 2005 yılından beri Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.