

ARAŞTIRMA MAKALESİ /RESEARCH ARTICLE

**ARKEOLOJİK ÖRNEKLERİN İNFRARED UYARMALI LÜMİNESANS
KULLANILARAK EŞDEĞER DOZ TAYİNİ**

Güneş TANIR¹, Nisa Nur AKTİ², M. Hicabi BÖLÜKDEMİR², Eyüp TEL²

ÖZ

Bu çalışmada Büyükardıç (Erzincan) arkeolojik kurtarma kazısından alınan numunenin infrared uyarmalı lüminesans (IRSL) yöntemiyle eşdeğer dozu deneysel olarak bulunmuştur. Tarihlendirme işleminin en önemli adımlarından birisi eşdeğer doz (paleodoz) ölçümüdür. Eşdeğer doz, tek tablet yeniden oluşturma yöntemi ve çok tablet ilave doz yöntemleri kullanılarak tespit edilmiştir. Her iki yöntemle yapılan eşdeğer doz hesaplarının birbiriyle uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Eşdeğer doz, Arkeolojik örnek, IRSL

**DETERMINATION of EQUIVALENT DOSE of ARCHAEOLOGICAL SAMPLES
USING INFRARED STIMULATED LUMINESCENCE**

ABSTRACT

In this study, equivalent dose of archaeological sample which was taken from Büyükardıç (Erzincan,Turkey) was obtained as experimental using infrared stimulated luminescence (IRSL) technique. Equivalent dose (paleo-dose) is the important rank of luminescence dating. Both single- and multiple- aliquots procedures were used to obtain the equivalent dose. The results obtained of these procedures are in agreement.

Keywords: Equivalent dose, Archaeological sample, IRSL

¹ Gazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Teknikokullar-Ankara **Fax:** +90 (312) 212 2279
E-posta: gunes@gazi.edu.tr

² Gazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Teknikokullar-Ankara **Fax:** +90 (312) 212 2279

1. GİRİŞ

Lüminesans ile yaş tayini çalışmalarında yaş; toplam dozun yıllık doza oranı ile bulunur. Yani; sedimentlerin lüminesans ile tarihlendirilmesi iki temel büyüklüğün ölçülmesine dayanır.

1. Eşdeğer doz(paleodoz)
2. Yıllık doz

Eşdeğer doz, örneğin son güneş ışığına maruz kaldığı günden bu yana aldığı toplam nükleer radyasyon dozunu tanımlar. Bu nedenle örneklerin alındıktan sonra güneş ışığına maruz kalmaması için dikkatli davranılmalıdır. Yıllık doz ise bir yılda maruz kalabileceği dozu tanımlar. Eşdeğer dozun tespit edilebilmesi için farklı yöntemler geliştirilmiştir ve bu konudaki çalışmalar devam etmektedir; çünkü kullanılan yöntemlerin kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu konudaki çalışmalar arasında Wintle (1997), Jain vd. (2003), Clarke vd. (1999), Murray ve Wintle vd. (2000), Stokes vd. (2000), Bulur vd. (2000), Tanır vd. (2000) yer almaktadır. Bu yöntemler;

1. Tek-tablet yeniden oluşturma yöntemi
2. Çok tablet ilave doz yöntemi
3. Tek tablet yeniden oluşturma ilave doz yöntemi(SARA)

Eşdeğer dozun tespitinde, ilk kez Duller ve G.A.T. (1991;1994) tek-tablet kullanımı ileri sürmüş ve daha sonraki çalışmalar Mejdahl ve Botter-Jensen (1994;1997), Galloway ve R.B. (1996), Duller ve G.A.T. (1995), Bailey ve R.M. (2003), Banerjee vd. (2001) tarafından yürütülmüştür. Tek tablet kullanımı standart yöntemlerin dezavantajlarını kısmen ortadan kaldırdığı için özellikle lüminesansı zayıf olan örnekler için daha uygun görünmektedir. Bu yöntemde tüm işlemler sadece tek bir örnek kullanımına dayandırılır ve normalizasyona ihtiyaç duymaması, az miktarda örneğin yeterli olması gibi avantajlara sahiptir.

Tek tablet yeniden oluşturma ilave doz yöntemi (SARA), Mejdahl ve Botter-Jensen (1994) tarafından ileri sürülmüştür. Bu yöntemde 3-4 örnek kullanıldığından gerçek bir tek-tablet kullanımı işleminden farklıdır. SARA yöntemi yeni geliştirilmiş bir yöntemdir ve genç örnekler için idealdir.

Bu çalışmada, Erzincan-Büyükardıç tepesinden alınan ve tarihlendirilmesi amaçlanan arkeolojik seramik örneği kullanılmıştır. Tarihlendirme için öncelikle eşdeğer dozun bilinmesi gerektiğinden, tek-tablet yeniden oluşturma ve çok tablet ilave doz yöntemleri uygulanarak eşdeğer doz deneysel olarak bulunmuştur.

2. DENEYSEL İŞLEMLER

2.1 Örnek Hazırlığı

Seramik örnek öncelikle su ile yıkanarak atıklarından arındırılmış ve saf sudan geçirilmiştir. Örneğin herhangi bir şekilde ışık görmesi ihtimali göz önünde

bulundurularak her cephesinden 1cm'lik dış tabakası kaldırılmıştır. Toz haline gelen örnekler elendikten sonra % 10'luk HCl'den geçirilerek kimyasal işleme tabi tutulmuştur. Kurumuş olan örnek elendikten sonra tek-tablet ilave doz yöntemi için bir tablet,çok-tablet ilave doz yöntemi için ise her biri 2'şer tabletli 7grup oluşturulmuştur. Bu toplam 14 tabletlik örnekler hazırlanırken eşit kütlede olmalarına dikkat edilmiştir.

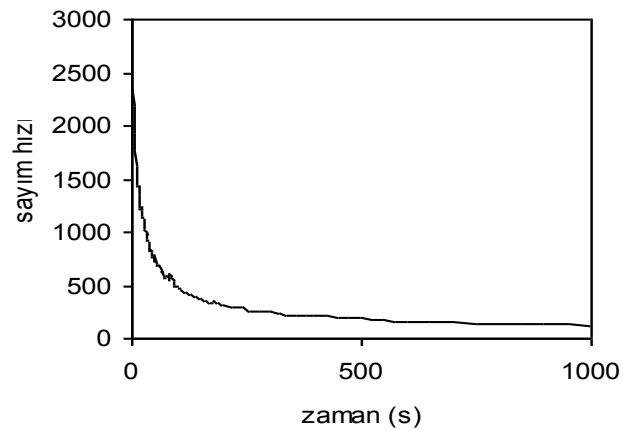
Bu şekilde ince tek bir tabaka halinde diskler üzerine homojen toplanan örnekler, deney düzeneğinin örnek tutucusuna yerleştirilerek ölçüme hazır hale getirilmiştir. Tüm deneysel işlemler kontrollü kırmızı ışık altında yapılmıştır.

2.2 Deney Sistemi

Deneyde kullanılan ölçme sistemi (Optical Dating System 9010) Spooner vd. (1990) tarafından geliştirilmiştir. Temel lüminesans okuyucu, infrared bölgede (880±80 nm) ışık yayan diod (LED) modülüne bağlıdır. Tüm veriler 9010 otomatik okuyucu tarafından toplanır ve sistem 40mA de 30mW/cm güç veren TEMT 484 IR diyotu kullanılır. Lüminesans Thorn EMI 9235QA fotoçoğaltıcı tüp ile dedekte edilir.

3. METODOLOJİ

İlk olarak örneğin sayma süresi tespit edilir. Örnek 1000s $^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$ β -kaynağıyla 20 Gy doza maruz bırakılır. 180 °C de 5 dk ön ısıtma yapılır ve oda sıcaklığında 30 dk beklendikten sonra lüminesans sayımı alınır. Örnek için oda sıcaklığında ($\approx 20^\circ\text{C}$) alınan IRSL bozunma eğrisi Şekil 1. de gösterilmiştir. Buna göre sayma süresi 200s olarak alınmıştır.



Şekil 1. Oda sıcaklığında ($\sim 20^\circ\text{C}$) IRSL bozunma eğrisi

Tek-tablet yeniden oluşturma yöntemi için işlem adımları şöyledir:

Tek tablet olarak hazırlanan örneğe hiçbir laboratuvar dozu verilmeden ön ısıtma yapılır ve doğal lüminesans ölçülür. Örnek sıfırlanır ve doz verme zamanı 15 s alınarak örneğe doz verilir. Tekrar ön ısıtma yapılarak lüminesans ölçülür. Bu adımlar sırasıyla 30s, 60s, 120s, 240s, 480s için tekrarlanır. Örneklere

laboratuvar dozları $^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$ beta kaynağı ile alüminyum disklerle 0,034 Gy/s olarak verilmiştir ki bu doz verme zamanları sırasıyla 0.51Gy, 1.02Gy, 2.04Gy, 4.08Gy, 8.16Gy, 16.32Gy'lik dozlarla karşılık gelir.

Her adım arasında örneğin sıfırlanıp sıfırlanmadığı lüminesans sayımının taban seviyeye düşmesiyle kontrol edilir. Laboratuvar dozu verilmeyen örneğin lüminesans sayımına L_0 değerlerine sırasıyla L_1 , L_2 , L_3denilir ve lüminesans sayımlarının dozlara karşı grafikleri çizilir. Doz cevap eğrisinin doz eksenine ekstrapolasyonundan eşdeğer doz bulunur.

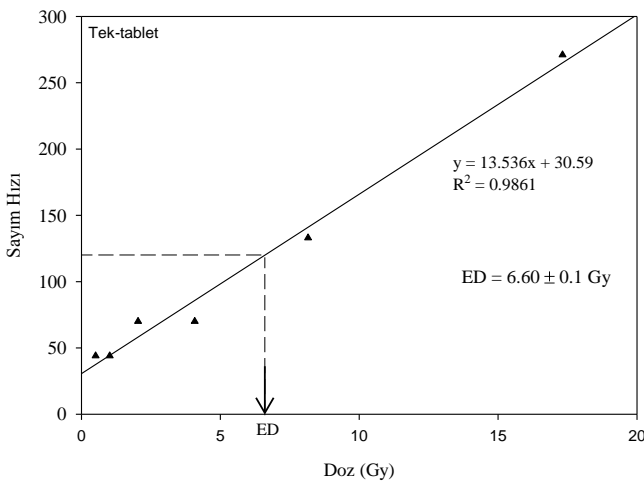
Çok- tablet ilave doz yöntemi için işlem adımları şöyledir:

Bu yöntem için hazırlanan 2'şer tabletlı 7 gruptan oluşan toplam 14 tablet örneğimiz eşit kütlelerde hazırlanmıştır. LED'ler ile 0,1s uyarılarak normalizasyon yapılır. Gruplardan birine hiçbir laboratuvar dozu verilmeden ön ısıtma yapılır ve doğal lüminesansı $L(N)$, değerlerine doğal+artan dozlarda β dozu verilir, bu durumda lüminesans $L(N+\beta)$ olarak alınır. Çalışmamızda diğer gruplara uygulanan artan β dozları 0.51Gy, 1.02Gy, 2.04Gy, 4.08Gy, 8.16Gy, 16.32Gy'dir. Ölçülen lüminesans sayımlarının verilen laboratuvar dozlarına karşı grafiği çizilerek elde edilen noktalardan uygun doğru geçirilir ve x eksenini kestiği nokta bulunur. Bu eşdeğer doz değeridir.

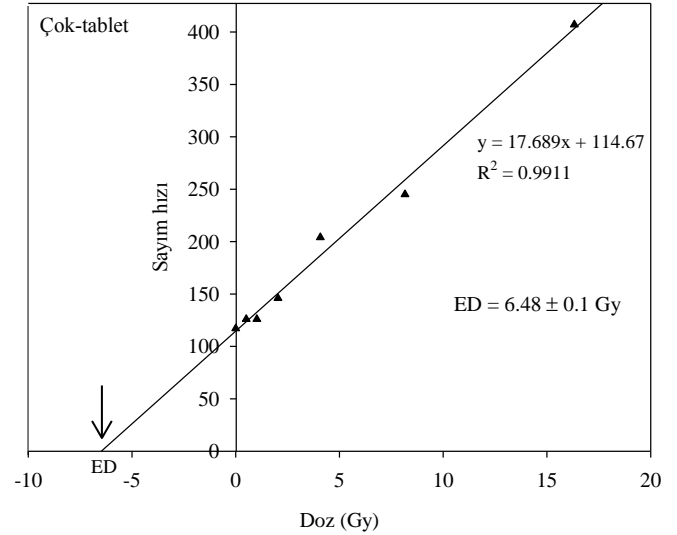
Örnek, iki yöntemde de 180°C 'de 5dk ön ısıtmaya tabi tutulmuş ve oda sıcaklığında 30dk bekletilmiştir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Tek-tablet yeniden oluşturma ve çok –tablet ilave doz yöntemlerine ait doz-lüminesans sayım grafikleri Şekil 2. ve Şekil 3. de gösterilmiştir. Tek-tablet yeniden oluşturma yöntemi ile hesaplanan toplam nükleer radyasyon dozu 6.60 Gy, çok-tablet ilave doz yöntemi ile hesaplanan ise 6.48 Gy bulunmuştur. Sonuçların kendi aralarında uyumlu oldukları söylenebilir.



Şekil 2. Tek-tablet İlave Doz Yöntemi ile Eşdeğer Dozun Belirlenmesi



Şekil 3. Çok-tablet İlave Doz Yöntemi ile Eşdeğer Dozun Belirlenmesi

5.KAYNAKLAR

- Bailey, R.M. (2003). Paper I: The use of measurement-time dependent single-aliquot equivalent-dose estimates from quartz in the identification of incomplete signal resetting. *Radiation Measurements* 37, 673-683.
- Banerjee, D., Murray, A.S., Bøtter-Jensen, L., Lang, A. (2001). Equivalent dose determination using a single aliquot of polymineral fine grains. *Radiation Measurements* 33, 73-93.
- Bulur, E., B Bøtter-Jensen L., Murray A. S. (2000). Optically stimulated luminescence from quartz measured using the linear modulation technique. *Radiation Measurements* 32, 407-411.
- Clarke, M.L., Rendell, H.M., Wintle, A.G. (1999). Quality assurance in luminescence dating. *Geomorphology* 29, 173-185.
- Duller, G.A.T. (1991). Equivalent dose determination using single aliquots. *Nuclear Tracks Radiation Measurements* 18, 371-378.
- Duller, G.A.T. (1994a). Luminescence dating using single aliquots: new procedures. *Quaternary Geochronology (QSR)* 13, 149-156.
- Duller, G.A.T. (1995). Luminescence dating using single aliquots: methods and applications. *Radiation Measurements* 24, 217-226.
- Galloway, R.B. (1996). Equivalent dose determination using only one sample: Alternative analysis of data obtained from infrared stimulation of feldspars. *Radiation Measurements* 26(1), 103-106.

Jain, M., Bøtter-Jensen, L., Singhvi, A.K. (2003). Dose evaluation using multiple-aliquot quartz OSL: test of methods and a new protocol for improved accuracy and precision. *Radiation Measurements* 37, 67-80.

Mejdahl, V. and Bøtter-Jensen, L. (1994). Luminescence dating of archaeological materials using a new technique based on single aliquot measurements. *Quaternary Geochronology (QSR)*, 13, 551-554.

Mejdahl, V. and Bøtter-Jensen, L. (1997). Experience with the SARA OSL method. *Radiation Measurements* 27, 291-294.

Murray, A.S., Wintle, A.G. (2000). Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurements* 32, 57-73.

Stokes, S., Colls, A.E.L., Fattahi, M., Rich, J. (2000). Investigations of the performance of quartz single aliquot De determination procedures. *Radiation Measurements* 32(5-6), 585-594.

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, 363-370.

Wintle, A.G. (1997). Luminescence dating: Laboratory procedures and protocols. *Radiation Measurements* 27, 769-817.

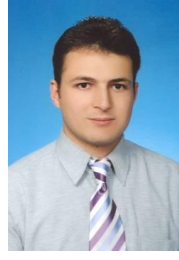


Güneş Tanır, 1952 yılında Balıkesir’de doğdu. 1975 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Yüksek Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. Doktorasını Ankara Üniversitesi Dicle Üniversitesi ve Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi’nde Nükleer Fizik Dalında tamamladı. 1982’de Yardımcı Doçent;

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.



Nisa Nur Aktı, 1981 yılında Çorum’da doğdu. 2004 yılında Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü’nden mezun oldu. Yüksek Lisans öğrencisi olduğu Gazi Üniversitesi Fizik Bölümü’nde 2005 yılından beri Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.



Mustafa 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’da Yüksek Lisans bitirdi. Doktora öğrencisi olduğu Gazi Üniversitesi Fizik Bölümü’nde 2005 yılından beri Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.



Eyyüp Tel, 1972 yılında Hatay’da doğdu. 1991 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü’nden mezun oldu. 2000 yılında Doktorasını Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde Nükleer Fizik Dalında tamamladı. 2002’de Yardımcı Doçent oldu. 40’ın üzerinde yurt içi ve dışı yayını bulunan Tel, evli ve 1 çocuk babasıdır.