
	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi Cilt 4, Sayı 1, 2022	Osmaniye Korkut Ata University Journal of Faculty of Arts and Sciences, Volume 4, Issue 1, 2022	
	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi	Osmaniye Korkut Ata University Journal of Faculty of Arts and Sciences	

## Optiksel Uyarılmayla Lüminesans Yöntemi Kullanılarak Kuvarsit Numunesinin Dozimetik Özelliğinin İncelenmesi

Tamer Dogan <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi, İmamoğlu Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojisi Programı, 01700 Adana, Türkiye.

\* Sorumlu Yazar/Corresponding Author, tdogan@cu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-0633-8470  
DOI: <http://doi.org/10.54990/okufed.1130087>

To cite: DOGAN, T. (2022). Investigation of Dosimetric Properties of Quartzite Sample using Optically Stimulated Luminescence. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 4 (1), 66-70.  
DOI: <http://doi.org/10.54990/okufed.1130087>

<b>Araştırma Makalesi</b>	<b>Özet</b>
Geliş tarihi: 13.06.2022 Kabul tarihi:28.06.2022 Online Yayınlanma:30.06.2022	Bu çalışma Koçyazı formasyonundan alınan kuvarsit numunesinin optik uyarmalı lüminesans (OSL) yöntemi kullanılarak elde edilen doz-cevap ve tekrarlanabilirlik deneylerinin sonuçlarını içermektedir. Çalışmada doza bağlı OSL ölçümleri 1-1100 Gy arasında 13 farklı doz değeri için yürütüldü. OSL sinyal şiddetinin doza karşı davranışı incelendiğinde, 1 ile 600 Gy aralığında lineer bir davranışa sahip olduğu gözlemlendi. Ancak, dozimetrik malzeme olarak değerlendirilebilmesi için önemli testlerden biri olan tekrar kullanılabilirlik testinin sonuçları incelendiğinde 4. çevrimden sonra sınır olan %5 değerini aştığı görüldü.
<b>Anahtar kelimeler: Optiksel Uyarılmayla Lüminesans, Kuvarsit, Dozimetrik materyal</b>	
<b>Investigation of Dosimetric Properties of Quartzite Sample using Optically Stimulated Luminescence</b>	
<b>Research Article</b>	<b>Abstract</b>
Received: 13.06.2022 Accepted: 28.06.2022 Published online: 30.06.2022	This study includes the results of dose-response and reusability experiments obtained by using optically stimulated luminescence (OSL) method of quartzite sample taken from the Koçyazı formation. In this study, dose-response OSL measurements were carried out for 13 different dose values between 1 -1100 Gy. When the behavior of the OSL signal intensity against the dose was examined, it was observed that the sample exhibited a linear behavior in the range of 1 to 600 Gy. However, when the results of the reusability test, which is one of the important tests to be evaluated as a dosimetric material, were examined, it was seen that it exceeded the limit of 5% after the 4th cycle.
<b>Keywords: Optically Stimulated Luminescence, Quartzite, Dosimetric material</b>	

### 1.Giriş

Termolüminesans (TL) ve optik uyarmalı lüminesans (OSL) ile ilgili geleneksel tanımlamada, bir yalıtkan veya yarı iletken malzemenin iyonlaştırıcı bir kaynaktan enerji soğurması ile başlar. Soğurulma, serbest elektronların vedeşiklerin uyarılmasına ve ardından bu elektronların yasak

enerji bandı içindeki kusurlarda tuzaklamasına neden olur. Uyarımdan sonra numune, soğurulan dış enerji yardımıyla yük taşıyıcılarının (örneğin elektronların) serbest kalmasına neden olacak şekilde uyarılır ve bunlar daha sonra karşı işaretli yük taşıyıcıları ile yeniden birleşebilir. Yeniden birleşme ışımsal ise, lüminesans (TL veya OSL) yayılır. Bu nedenle, TL ve OSL, sistemin dış enerji soğurulması yoluyla bir termodinamik denge durumundan yarı kararlı bir duruma geçmesi gerekir. Bunu daha sonra sistemin ısısal olarak (TL) veya optik olarak (OSL) uyarılmasıyla eski durumuna dönmesi ve denge durumuna geri dönmesi takip eder (McKeever S.W.S., 2000).

Sedimentlerin ana bileşenleri olan kuvars ve feldspat mineralleri sürekli olarak iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmaktadır. Kuvarstan elde edilen lüminesans, retrospektif dozimetride, özellikle de arkeolojik materyallerin ve tortulların tarihlendirilmesinde yaygın olarak kullanılır (Dogan ve ark., 2015 ve 2021). OSL yönteminde, sinyal şiddetinin okuma aşamasında, daha önce ışınlama ile uyarılan yük taşıyıcılarının uygun bir dalga boyunda ışıkla aydınlatılarak serbest bırakılmasından oluşur. OSL’de özel bir dalgaboyundaki ışık ile yapılan birkaç farklı uyarma tipi mevcuttur. Bunlar sürekli dalga uyarımı ile OSL (CW-OSL), doğrusal olarak duruma göre değişen OSL (LM-OSL) ve atımlı uyarımlı OSL (POSL) olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Silisyum dioksit (yani kuvars) kristalinde band aralığı yaklaşık 9 eV’tur (Thomsen, 2004). Bu çalışmada Koçyazı formasyonundan alınan kuvarsit numunesinin OSL yöntemiyle dozimetrik özelliklerinin değerlendirilebilmesi için doz-cevap ve tekrarlanabilirlik deneylerinin sonuçlarına yer verilmiştir. Çalışmada kullanılan doğal kuvarsit kayacının TL ışımaya eğrisi belirgin bir şekilde 110 °C ve 250 °C’de iki tepe noktası ve 375 °C ’de bir omuz göstermiştir (Dogan, 2018).

## **2. Materyal ve Method**

### **2.1. Materyal**

Genel olarak metamorfik kökenli kabul edilen aynı zamanda yüksek kuvars içeriği anlamına da gelen kuvarsit de gözenek bulunmayıp ve düzgün bir kırılmaya sahiptir (Götze, 2018). Kuvarsit taş aletlerin yapımında tarih öncesi çağlardan beri kullanılmaktadır. Günümüzde dekoratif amaçlı otoyol yapımında taş olarak ve silika kaynağı olarak silisyum ve silisyum bileşiklerinin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan numune, Karaisalı-Kozan bölgesi (Adana’nın kuzeyi) arasındaki Koçyazı formasyonundan alınmıştır. Formasyonun tip lokalitesi Feke’nin (Adana) kuzeyindedir. Numune içerisinde kuvars ve fengit minerali bulunmaktadır (Dogan, 2018). Çalışmada kullanılan örnek, 10 mm paslanmaz çelik bir kenarlıklı disk üzerine yerleştirilmiş 7x3x1.5mm<sup>3</sup> (~20mg) boyutlarında katı hacme sahiptir.

### **2.2. Method**

Lexsyg smart TL/OSL okuyucusu içerisinde radyasyon kaynağı modülünün içerisinde 1.85 GBq (50 mCi) <sup>90</sup>Sr/<sup>90</sup>Y β kaynağı bulundurur; bu kaynak maksimum 2.27 MeV’lik β parçacıkları yaymaktadır ve yarılanma ömrü 30 yıldır. Kaynağın uyguladığı doz değeri 0.1 Gy/s’dir. Lexsyg smart TL/OSL okuyucusu içerisinde OSL deneylerinin yapılabilmesi için CW-BSL (458 nm LED) 2 farklı algılama filtresi ile (BSL, TL 365 nm ve BSL, TL-365 nm (%0.25)) kullanılabilir. PMT (fotokatlandırıcı tüp) Hamamatsu ( H7360-02 model) bi alkalidir. Bu çalışmada uyarım süresi 100 s boyunca 80 mW/cm<sup>2</sup> gücünde olup 0.1s aralıklarla ölçüm alınmıştır (BSL, TL-365 nm: Hoya-U340-Glas-2,5 mm: Delta-BP 365/50 EX-Interference-5 mm) (Richter ve Kumar 2014; Richter ve ark. 2015). Deneysel ölçümlerin tamamı için arka plan sinyal çıkarımı yapılmıştır. OSL ölçümleri elde edilirken kuvarsda eşdeğer dozun belirlenmesi için standart bir

tek tablet yeniden oluşturma (SAR) protokolünde alışılmış olarak 110 °C TL tuzağı ile birleşen tuzakta tekrar tuzaklanmayı önlemek için 125 °C’de yürütülür (Murray ve Wintle, 1998). Murray ve Wintle (2000) yaptıkları çalışmada SAR doz tekniğinin genelleştirilmiş adımlarını detaylı bir şekilde vermiştir. Tablo 2.1.’de Lexsyg smart TL/OSL okuyucusu içerisinde Lexstudio2 yazılımıyla CW-OSL ölçümünün elde edilebilmesi için kullanılan protokol detayı verilmiştir.

**Tablo 2.1.** CW-OSL ölçümünde kullanılan protokol

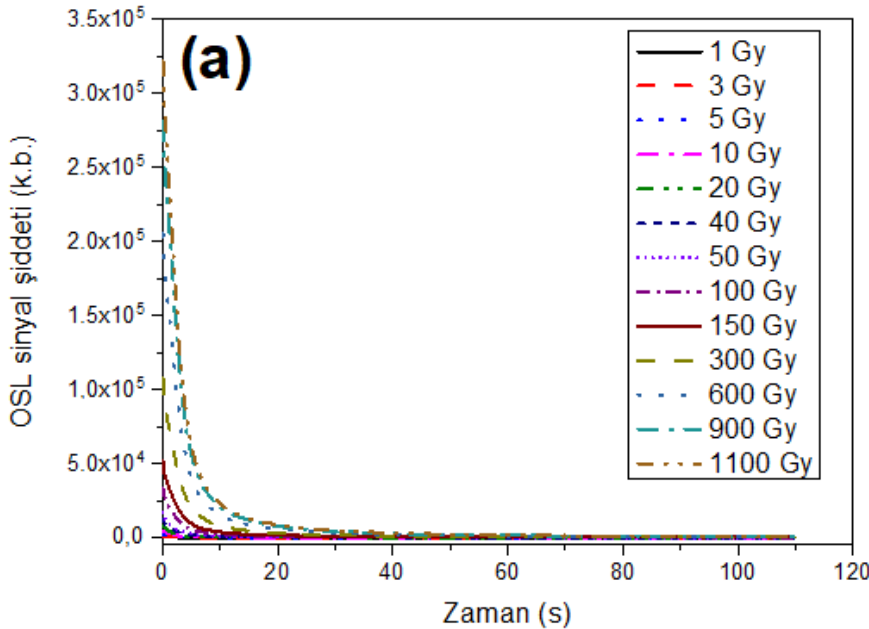
---

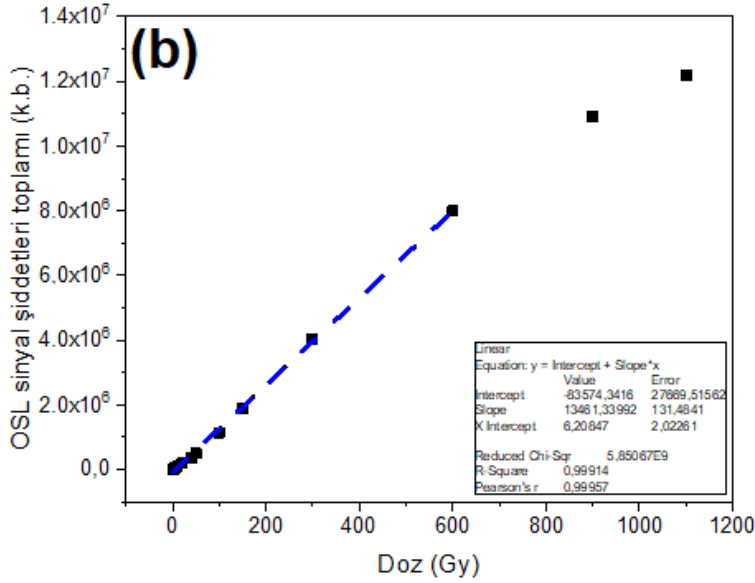
<b>1</b> Dn seçili radyasyon dozlarla sırasıyla ışınlama (Dn = 1, 3, 5, 10, 20, 40, 50, 100, 150, 300, 600, 900, 1100 Gy)
<b>2</b> CW-OSL ölçümü, uyarım gücü 80mW/cm <sup>2</sup> uyarım süresi 100 s, uyarım sıcaklığı 125 °C’de, BSL, TL-365 nm optik filtresi, kanal zamanı 0.1, 1000 veri noktası
<b>3</b> Background (arka plan) OSL sinyalinin elde edilmesi
<b>4</b> 1. Adıma tekrar dönüş

---

### 3. Araştırma Bulgular ve Tartışma

Dozimetri uygulamaları için önemli noktalardan biri, OSL sinyalinin absorbe edilen dozla lineer olarak artması gerektiğidir. Şekil 3.1.(a) 1 ile 1100 Gy arasında çeşitli dozlarda ışınlanmış kuvarsit numunesinin OSL bozunma eğrilerini göstermektedir. OSL yanıtı ve soğurulan doz arasındaki Şekil 3.1.(b)’de görülen 1-600 Gy doğrusal ilişki, OSL dozimetresinin radyasyon dozuyla doğru orantılı yanıt sergilediğini açıkça göstermektedir. 600-1100 Gy arasında uygulanan doz değerleri için sublineer davranış sergilemektedir.

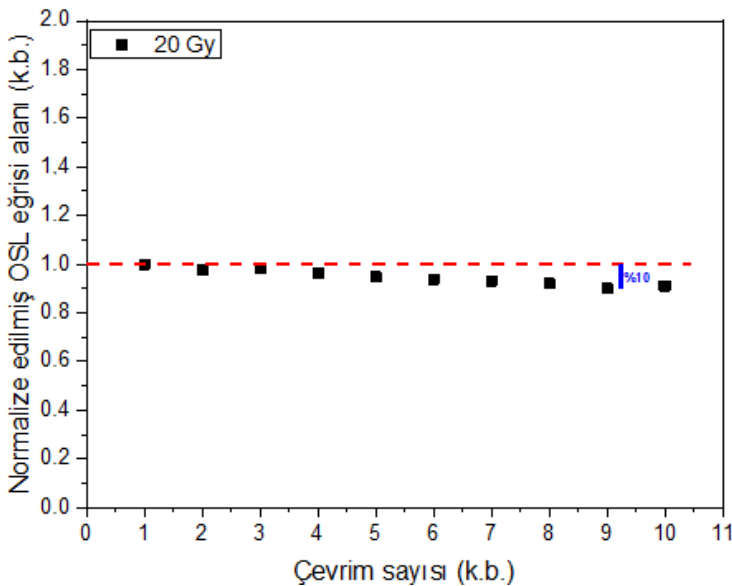




**Şekil 3.1.** (a) 1-1100 Gy arasındaki çeşitli dolarda elde edilen OSL eğrileri, (b) Soğurulan doz değerlerine karşı elde edilen toplam OSL sinyal şiddeti değerleri

Normalize edilmiş doz cevap fonksiyonu  $f(D)$ 'ye eşittir. İdeal bir dozimetre için geniş bir bölgede  $f(D)=1$  olması beklenir. Diğer durumlar ise supralineerlik yani  $f(D)>1$  ve doyunluğa ulaşıldığında gözlenen  $f(D)<1$  sublineerlik olduğu durumlardır (McKeever ve ark., 1995). Çalışma sonucunda gözlemlendiği gibi  $R^2 = 0.9914$  olup iyi bir doğrusallık sonucu elde edilmiştir.

Yeniden kullanılabilirlik testlerinin yapılması malzemede gözlenen lüminesans sinyalinin aynı koşullar altında herhangi bir değişime uğrayıp uğramadığını belirleyerek malzemenin dozimetrik özelliğini belirlemek için kullanılmaktadır. İyi bir dozimetrik materyalin yeniden kullanılabilirliği, aynı doz ve okuma koşulu altında %5'ten daha az tekrarlanan ölçümlere sahip olmalıdır (Furetta, 2003). Bu çalışmada lineer doz aralığı içerisinde olan 20 Gy'lik doza karşı OSL sinyal şiddetindeki değişim dikkate alındı. Şekil 3.2 incelendiğinde OSL bozunum eğrisi alanındaki maksimum değişikliğin 9. çevrimde %10 olduğu görüldü. Çalışmada kullanılan örnek 4. çevrimden sonra %5 barajını aşmaktadır.



**Şekil 3.2.** On ardışık OSL ölçümünün ardından sinyal şiddetindeki değişim

## 4.Sonuçlar

Doza bağlı OSL sinyal şiddetinin değişimi 1-1100 Gy arasında 13 farklı doz değerinde gerçekleştirilmiştir. OSL doz-cevap çalışması sonunda soğurulan doza karşı incelenen numunenin, 1-600 Gy aralığında OSL dozimetrik materyali olarak potansiyel bir aday olabileceğini gösterdi. Numune maruz kalınan yüksek beta doz değerleri için (600, 900 ve 1100 Gy'de) sublineer davranış gösterdi. Ayrıca bu doyum bölgesinin literatürde belirtilen birçok kuvars mineraline göre oldukça yüksek olması önemlidir. Dozimetrik malzemenin testleri açısından önemli olan yeniden kullanılabilirlik deneyine ait ölçümler incelendiğinde ise on OSL ölçüm çevriminin standart sapmasına dayalı olarak, OSL bozunum eğrisi alanındaki maksimum değişikliğin %10 olduğu gözlemlendi.

## Teşekkür

Yazar Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine FAY 2015 435 projesine finansal destek verdiği için teşekkür eder.

## Kaynaklar

Doğan T. , Çetin H. , Yeğilgil Z. , Topaksu M. , Yüksel M. , Duygun F., Nur N. & Yeğingil I. (2015). Optically stimulated luminescence dating of Holocene alluvial fans, *East Anatolian Fault System, Turkey, Radiation Effects and Defects in Solids*, 170, 630-644.

Doğan, T. (2018). Thermoluminescence Properties of Quartzite Rock after  $\beta$ -irradiation, *Cumhuriyet Sci. J.*, 39(4), 1136-1143.

Furetta C. (2003). Handbook of Thermoluminescence, *World Scientific, Singapore*.

Kırcı Elmas E., Nazik A., Kapan S., Meriç E., Şeker Zor E., Kalkan B., Doğan T. & Güney A. (2021). Ponto-Caspian and Mediterranean Faunal and Floral Records of Upper Pleistocene-Holocene Sediments from The İzmit Gulf (Marmara Sea, Turkey), *Acta Palaeontologica Romaniae*, 17(2), 23-62.

Mckeever S.W.S., Moscovitch M. & Townsend P.D., Thermoluminescence Dosimetry Materials: properties and uses, (1995). *Nucl. Technol. Publishing*, Asford.

Murray, A.S. & Wintle A.G. (1998). Factors Controlling the Shape of the OSL Decay Curve in Quartz. *Radiation Measurements*, 29: 65-79.

Richter, D., Richter, A. & Dornich, K. (2015). Lexsyg smart-a luminescence detection system for dosimetry, material research and dating application. *Geochronometria*, 42: 202-209.

Richter, A. & Kumar, T. (2014). Instruction manual: Lexsygsmart-Automated TL/OSL Reader. *Freiberg Instruments*, Germany, 47.

Thomsen, K.J. (2004). Optically Stimulated Luminescence Techniques in Retrospective Dosimetry Using Single Grains of Quartz Extracted from Unheated Materials, (Doktora Tezi), Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark.