

Su-Altı Sediment Örneklerinin İnfrared Uyarmalı Lüminesans Karakteristiklerinin Sıcaklığa Bağımlılığının İncelenmesi

Güneş TANIR, Eyüp TEL¹, Nisa Nur AKTI, M. Hicabi BÖLÜKDEMİR

Özet

Optik uyarmalı lüminesans (OSL) bozunma eğrilerinin analizi basit tanımlarla açıklanamaz ve sıcaklık etkisi OSL bozunma eğrilerinin şeklini etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Bu çalışmada, kurumuş eski bir iç deniz olduğu kabul edilen Dağyaka/Ankara bölgesinden alınan sediment örneklerinin infrared uyarmalı lüminesans (IRSL) sayımlarının örnek sıcaklığına bağımlılıkları deneysel olarak incelenmiştir. Veriler fit edilerek P parametresi hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Optik uyarmalı lüminesans (OSL), İnfrared uyarmalı lüminesans (IRSL), feldspat.

Abstract

Analysis of Optically Stimulated Luminescence (OSL) decay curves can not be explain easily and temperature effect is a important factor which effects the OSL decay curves shape. In this study, temperature dependence of Infrared Stimulated Luminescence (IRSL) of sediment samples which was taken from Dağyaka (Ankara, Turkey) were examined. Dağyaka is assumed as a dried sea. The experimental datums were fitted and P parameter was accounted.

Keywords : Optically Stimulated Luminescence (OSL), Infrared Stimulated Luminescence (IRSL), feldspar.

1 Gazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Teknikokullar-Ankara
e-mail: eyuptel@gazi.edu.tr

1. Giriş

Optik uyarmalı lüminesans tekniğinin kullanıldığı çalışmalarda, lüminesans kaydı normal işlemlerde oda sıcaklığında yapılır. Hangi dalgaboyunda ışık kullanılırsa kullanılsın OSL sinyali, uyarılma zamanıyla, önce hızlı sonra yavaş bir düşüşle azalır. Buna bozunma eğrisi denir ve bu eğri basit tanımlarla açıklanamaz. Bozunma genellikle exponansiyel değildir, lüminesans ölçüm süresi uzadıkça hızlı düşüşü takip eden uzun bir “kuyruk” vardır. Belli şartlarda ve bazı örnekler için OSL önce yavaş bir artış sonra azalma gösterir. Özetle, OSL bozunma eğrileri, soğurulan doza, uyarılma şiddetine ve sıcaklığa bağlıdır.

Feldspat örneklerinden infrared uyarmalı lüminesans (IRSL) çalışmalarının ilk analizleri Barliff ve Poolton (1991) tarafından yapılmıştır. Mikroline, sanadine ve albite için bozunmanın $A(1+Bt)^{-P}$ yasasına uyduğu ve $P=1$, A ve B parametrelerinin de sabit olduklarını ileri sürmüşlerdir. Raporlarına göre A sıcaklığın exponansiyel bir fonksiyonudur. Oysa labrodine için OSL bozunma eğrisi $(1+Bt)^{-P}$ ye uyar ve sıcaklıktan bağımsızdır, P de 2 dir (Hütt ve ark. 1988). Bailiff ve Barnett (1994) in K (Potasyum) feldspatlarda yaptıkları ölçümler, P nin 1 ile 2 arasında değişen değerler verdiğini iddia etmektedir. Poolton ve ark. (1994) feldspatların IRSL bozunma eğrilerinin biçimlerinin tuzaklardaki elektronların lokalize oldukları yerlerden etkilendiğini söylerler. P parametresi elektronların lokalize oldukları yeri gösteren bir parametredir (Poolton ve ark.,1994). P'nin 1'e yakın olması elektronların derin tuzaklarda olduğunu söyler. Yani P parametresi ne kadar 1'e yakınsa elektronlar daha fazla derin tuzaklarda ne kadar 1'den büyük ise de daha çok sığ tuzaklarda bulunurlar. Örnekler uzun bir yeşil ışık uyarımına maruz bırakıldıklarında IR zamanın fonksiyonu olarak incelenirse bozunmadan önce açıkça bir artış göstermektedir. Buna benzer çalışmalar pek çok araştırmacı tarafından yapılmıştır. (Spooners 1994, Duller ve Botter-Jensen 1997, Puller ve Wintle (1991), Alexander ve ark. 1997). Smith ve Rhodes (1994) OSL bozunma hızının sıcaklıkla arttığını gözleyen araştırmacılarıdır. Ancak genelde OSL nin sıcaklık bağımlılığı derin olmayan tuzakların varlığı ile komplike hale gelmektedir. Örneğin, OSL uyarılması oda sıcaklığında yapıldığında bozunma eğrisindeki uzun kuyruk genelde gözlenir. Bu durumun lüminesans salınımı sırasında sığ tuzaklarda yerleşmiş yüklerin etkisinden kaynaklandığına ve tuzak derinliği ve örnek sıcaklığı ile belirlenen hızla yavaşça tekrar salındıklarına inanılır (S.W.S. McKeever 1997). Yani OSL bozunma işlemini yavaşlatan sığ tuzaklardır ve sıcaklık bağımlılığının sebebi de budur.

Bu çalışmada Ankara/ Dağyaka Köyünde sualtı fosil örneklerinin mevcut olduğu bölgeden toplanan toprak örnekleri çalışılmıştır. IRSL bozunma eğrisinin sıcaklığa bağımlılığı deneysel olarak alınan verilerle çizilmiş ve P parametresi bulunmuştur. Diğer araştırmacıların buldukları sonuçlarla uygun olduğu gözlenmiştir.

2. DENEYSEL İŞLEMLER

Örnekler Ankara Dağyaka Köyünden alınan toprak örnekleridir. Örneklerin alındığı bölgenin, daha önceleri su altında oldukları mevcut deniz ürünleri fosillerinin bulunmasından tahmin edilmektedir. Örnekler önce ezilip ufalanmış ve elenmiştir. 20 µm den daha küçük boyutlara sahip olacak şekilde hazırlanması gereken örnekler sedimantasyon işlemi ile hazırlanmıştır. 6 cm uzunluğunda 1cm çapındaki kuartz tüplerin altına yerleştirilen alüminyum disklerin üzerine aseton içindeki solüsyonun konması ve asetonun uçurulması sonucu birikmeleri sağlanmıştır. İnce tek bir tabaka halinde diskler üzerine toplanan örnekler deney düzeneğinin örnek tutucusuna yerleştirilerek ölçüme hazır hale getirilmiştir. Örnekler hiçbir kimyasal işleme tabi tutulmamışlardır.

2.2. DENEY SİSTEMİ

Deneyde kullanılan ölçme sistemi (Optical Dating System 9010) Spooner, Aitken, Smith, Franks ve McElroy (1990) tarafından geliştirilmiştir. Temel lüminesans okuyucu, infrared bölgede (880±80 nm) ışık yayınlayan diot (LED) modülüne bağlıdır. Tüm veriler 9010 otomatik okuyucu tarafından toplanır ve bu sistem 40mA de 30mW/cm² güç veren TEMT 484 IR diodu kullanır. Lüminesans Thorn EMI 9235 QA fotoçoğaltıcı tüp ile dedekte edilir.

Örnekten 35 tablet hazırlanmıştır. Önce oda sıcaklığında (~300 K) 50s sayılarak IRSL bozunma eğrileri elde edilmiştir. Sonra 87 C, 105 C ve 150 C de 5 dakika ısıtılan örnekler 50s sayılıp bozunma eğrileri çizilmiştir. Her ısıtma sürecinden hemen sonra lüminesans sayımları alınmıştır. Her sıcaklık için aynı örneğin farklı tabletleri kullanılmıştır.

Bu çalışmada amaç IRSL eğrilerinin karakteristiklerinin araştırılması olmuştur. Numuneler ısıtıldıktan hemen sonra fırın sıcaklığı oda sıcaklığına düşmeden fırından çıkarıldıklarında numunelerin lüminesans verimleri azalacaktır. Yani daha düşük sayım elde edilir. Ancak sayımların yüksek veya düşük olmasının IRSL bozunum eğrisi

karakteristiği (bozunum eğrisinin şekli) üzerinde etkisi çok az olduğundan bu çalışmada ihmal edilmiştir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Örneklerin oda sıcaklığında alınan IRSL bozunma eğrileri Şekil-1 ve Şekil-2 de görülmektedir. Eğri literatürdeki tüm özellikleri içermektedir. Yani hızlı bir azalma gözlenmektedir. Deneysel verilerin fonksiyonu şeklin altında verildiği gibi $A/(1+Bt)^P$ olarak fit edildiğinde $A=218,135$; $B=0,038$ ve $P=1$ (Şekil-1) ve $A=210,55$; $B=0,0148$; $P=2$ bulunmaktadır (Şekil-2).

Çalışılan örneklerde feldspat yapılarından kaynaklanan IRSL ölçülmektedir. Örneklerin hangi çeşit feldspat içerdiği incelenmemiştir, ancak aynı verilere uygulanan fit programı P parametresi için $P=1$ ve $P=2$ 'yi vermektedir. Uygunluk katsayısı da her ikisi için fazla farklı değildir. Yani P'nin bazı feldspatlar için 1, bazıları için 2 olduğunu söylemek yerine 1 ile 2 arasında olduğunu kabul etmek daha uygundur. Şekil-3-7, aynı örneklerin IRSL bozunma hızlarının farklı sıcaklıklarda ve farklı fit programları ile çizilmiş grafiklerdir. Şekil-3 yine oda sıcaklığında alınmıştır. Şekil-4 ve Şekil-5, 87 C ve 105 C de alınan veriler oldukça fazla dalgalanmalar göstermektedir. Bozunmanın oda sıcaklığındaki durumdan farklı olduğu görülmektedir. Bu farklılığın sebebi sıg tuzaklardaki elektronlar olabilir ancak 420K de (Şekil-6) alınan verilerin uyumu oda sıcaklığındaki gibidir. Yani sıg tuzaklardaki elektron salınımı bitmiştir. Sıg tuzaklardaki yükler sıcaklık etkisiyle iletim bandına geçiyorlar ve IRSL eğrisinde exponansiyel olmayan kuyruğa neden oluyorlar. Bu çalışmanın bulguları Bailiff ve Barnett (1994) sonuçları ile uyumludur. Şekil-7 de tüm sıcaklıklara ait bozunma eğrileri tek bir grafikte gösterilmiştir. Deneysel değerlere polinomal fit uygulandığında polinomun derecesi 5 olarak elde edilmiştir.

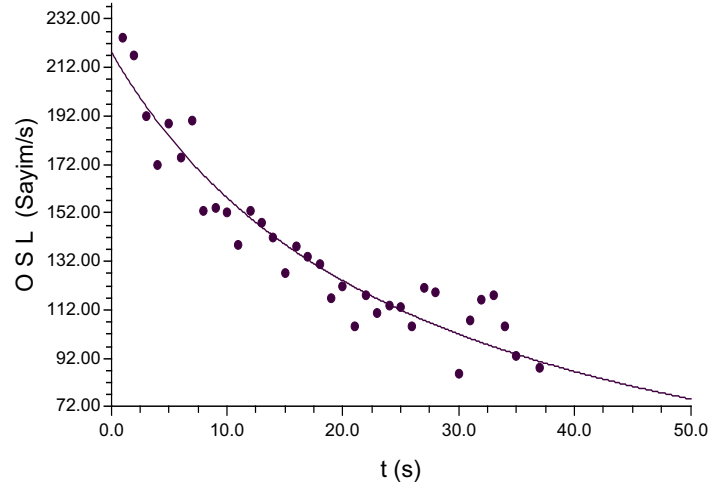
Bu çalışmada literatürdeki fonksiyon eğrilerinden farklı eğriler araştırıldı. Bu eğriler ile yeni bir formül elde edilmeye çalışarak bu formülün uygunluğu ve formüldeki katsayıların fiziksel yorumu üzerinde tartışıldı. İlk olarak, Şekil 3-5 eğrileri polinoma fit edildiğinde ilişik katsayısı (Corelation Coefficient) R^2 ' nin 1'e yakın değerini veren polinomun derecesinin 5 olduğu görüldü.

Ancak matematiksel olarak elde edilen böyle bir polinomal fonksiyon için zamanın kuvvetlerine bağlı 6 terimli bir denklem elde edilir. Bu denklemdeki her terimin fiziksel yorumu yapılamayacağından sistem daha karmaşık hale gelir. Bu tür denklemler

fiziksel yorumu daha da zorlaştırdığı için elverişli değildir. Ancak buradan bozunum eğrilerinin zamana lineer bağlı değil (1. kuvvetine bağlı değil) zamanın 1'den yüksek (veya düşük) kuvvetlerine bağlı olduğu sonucu çıkarılabilir.

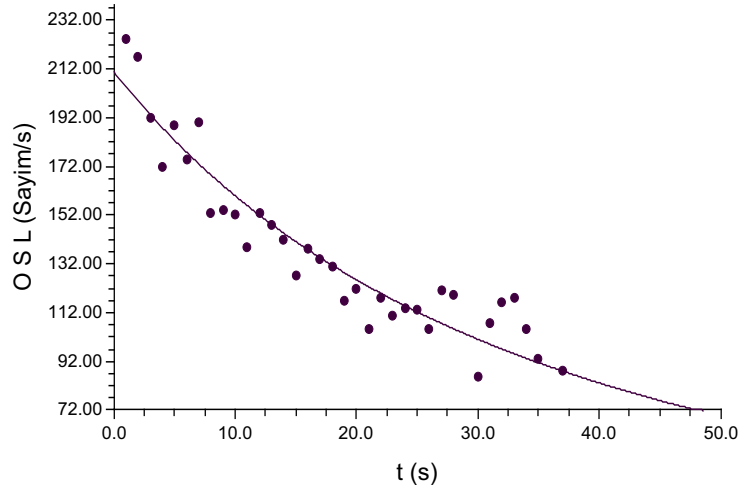
İkinci olarak, fiziksel yorumu daha kolay olabilecek ve literatürdeki formüllerden farklı olan $\log(Y)=A+B \log(t)$ şeklinde bir fonksiyon düşünüldü. A ve B sabit olup oda sıcaklığında elde edilen değerler $A = 5.55$ ve $B = -0.246$ bulunmuştur. Ancak bu denkleminde ilişik katsayısı $R^2 = 0.84$ ve bu $A(1+Bt)^{-P}$ denkleminde ($R^2 = 0.954$ olduğu için) daha az uyumludur. Farklı deneyler yapılarak farklı numunelerden elde edilecek daha çok verilerle bu denklemin uygunluğu araştırılabilir

Poolton ve ark. (1994) feldspatların IRSL ölçümlerini donör-acceptor çiftinin tekrar birleşmesinden etkilendiğini söylemektedirler. Baz eğrisinin bozunmadan önce bir artış sonra düşüş verdiğini iddia ediyorlar. Şekil-4,5,6 şekillerinden IRSL bozunma hızının sıcaklık arttıkça arttığı görülmektedir. Bu durum daha önce yapılmış benzer çalışmalarla (Duller ve Wintle 1991) uyumludur. Ancak bu durumdan lüminesans mekanizması için bir sonuç çıkaramayız. OSL eğrisinin davranışını sıcaklığın fonksiyonu olarak etkileyen çeşitli işlemler vardır. Sığ tuzaklar tarafından yüklerin tuzaklanması bunların sıcaklıkla iletim bandına geri gittiğini ve OSL eğrisinde exponansiyel olmayan bir kuyruğa neden olduklarını ve OSL şiddetini azalttığı ve hatta belli şartlarda bir pik bile verdiğini söyleyebiliriz. Şekil-4 ve Şekil-5.



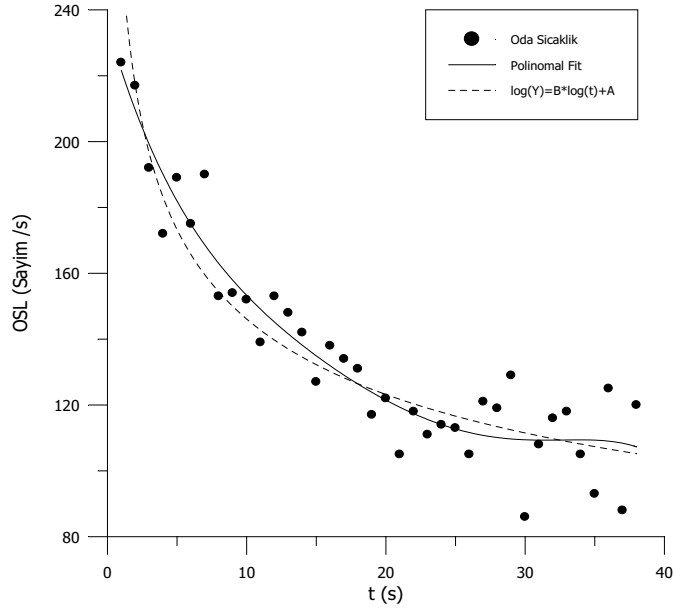
Şekil 1. OSL şiddetlerinin oda sıcaklığındaki bozunma eğrileri. Deneysel değerler

$Y = A / (1+Bt)$ denklemine fit edilmiştir. Burada $A = 218.135$, $B = 0.038$, $R^2 = 0.954$ tir.

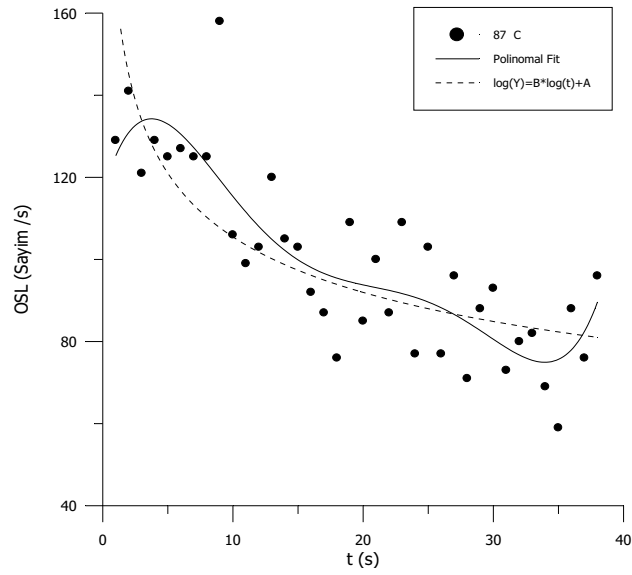


Şekil 2. OSL şiddetlerinin sıcaklık ile bozunma eğrileri. Deneysel değerler

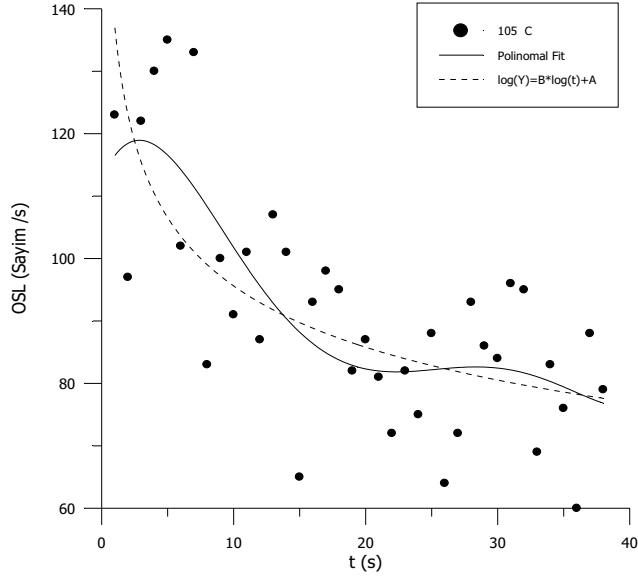
$Y = A / (1+Bt)^2$ denklemine fit edilmiştir. Burada $A = 210.555$, $B = 0.0148$, $\chi^2 = 0.945$ tir.



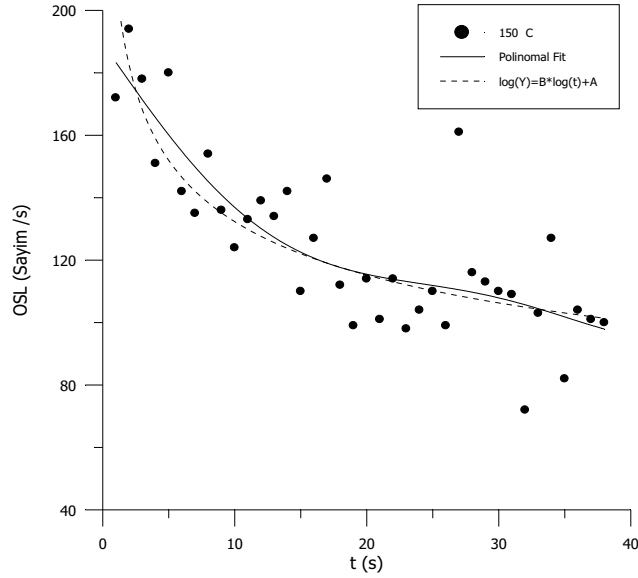
Şekil 3. OSL şiddetlerinin sıcaklık ile bozunma eğrisi. Deneysel değerler polinomal ve logaritmik denklemlere fit edilmiştir. Polinomun derecesi 5 tir.



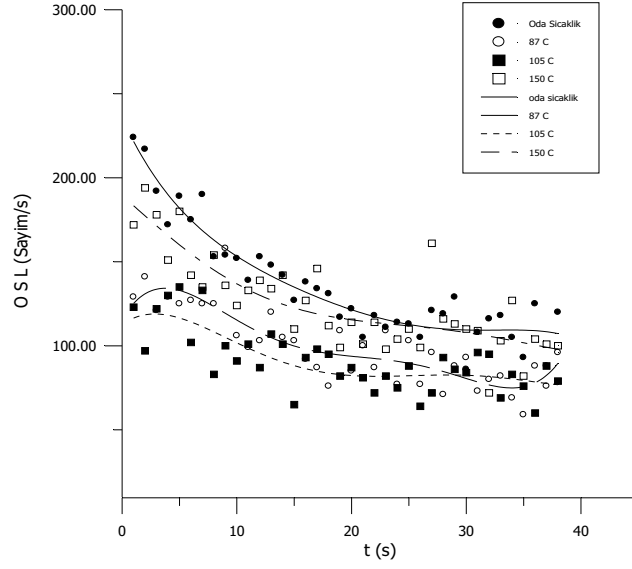
Şekil 4. OSL şiddetlerinin sıcaklık ile bozunma eğrisi. Deneysel değerler polinomal ve logaritmik denklemlere fit edilmiştir. Polinomun derecesi 5 tir.



Şekil 5. OSL şiddetlerinin sıcaklık ile bozunma eğrileri. Deneysel değerler polinomal ve logaritmik denklemlere fit edilmiştir. Polinomun derecesi 5 tir.



Şekil 6. OSL şiddetlerinin sıcaklık ile bozunma eğrisi. Deneysel değerler polinomal ve logaritmik denklemlere fit edilmiştir. Polinomun derecesi 5'tir.



Şekil 7. OSL şiddetlerinin sıcaklık ile bozunma eğrileri. Deneysel değerler polinomal denklemlere fit edilmiştir. Polinomun derecesi 5'tir.

KAYNAKLAR

- G. Tanır, Ş. Okuducu, S. Gülen, , (2002), *Czechoslovak Journal of Physics*, **52**,963-968
- G. Tanır, N. Arıkan, B. Şarer, E. Tel, (2000) *Journal of Enviromental Radioaktivty*, **51**, 363-370
- G. Tanır, Emine Şencan, M. Hicabi Bölükdemir, M. Burak Türköz, Eyüp Tel (2005) *Journal of Enviromental Radioaktivty*, **84**, 409-416
- G.Tanır, M.B.Türköz, E.Şencan, M.H.Bölükdemir, E.Tel, Ş.Okuducu (2005) *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, **265**, 399-403
- S.W.S. McKeever, L. Botter-Jensen, N. A. Larsen and G.A.T. Duller, (1997), *Radiation Measurement*, **27**, 161-170
- I.K. Bailiff,S.M. Bernet, (1994), *Radiation Measurement*, **23**, 541-545
- L. Botter-Jensen, A.S. Murray, (2001 *Radiat. Physics and Chemistry*, **61**, 181-190
- L. Botter-Jensen, E. Bulur, G.A.T. Duller et al., (2000), *Radiat. Meas.* **32**, 523-528
- Bailiff, I.K. and Poolton, N.R.J.(1991), Studies of charge transfer mechanisms in feldspars, *Nuclear Tracks and Radiat. Meas.* **18**, 111-118
- Bailiff, I.K. and Barnett S.M. (1994) Characteristics of infrared-stimulated luminescence from feldspars at low temperatures. *Radiation Measurements* **23**, 541-545.
- Poolton N.R.J., Botter-jensen, L., Ypma P.J.M. and Johnsen O. (1944) Influence of crystal structure on the optically stimulated luminescence properties of feldspars. *Radiat. Meas.* **23**, 551-554.
- Spooner N.A. (1994) On the optical datingsignal from quartz. *Radiat. Meas.* **23**,593-600.
- Duller G.A.T. and Botter-Jensen L. (1996) Comparison of optically stimulated luminescence signals from quartz using different stimulation wavelengths.*Radiat. Meas.***26**, 603-609.
- Alexander C. S., Morris M. F. and McKeever S. W. S. (1997) The time and wavelength response of photo-transferred thermoluminescence in natural quartz. *Radiat. Meas.* **27**, 153-159.
- Duller, G.A.T. and Botter-Jensen, L. (1997) Optically stimulated luminescence emission spectra from feldspars as a function of sample temperature. *Radiation Measurements* Vol. **27** No.2, 145-151.
- Smith B. N. andRhodes E.J. (1994) Charge movements in quartz and their relevance to optical dating. *Radiat. Meas.* **23**, 329-333.
- Spooner, N.A., Aitken, M. J., Smith, B. W., Franks, M. and McElray, C. (1990) Archacological dating by infrared-stimulated luminescence using a diyote array, *Radiat. Prot. Dosim.* **34**, 83- 86.
- Duller G. A. T. and Wintle A.G. (1991) On infrared stimulated luminescence at elevated temperatures *Nuclear Tracks and Radiation Measurements.* **18**, 379-384.
- McKeever, S. W. S., Botter-Jensen, L., Agersnap Larsen, N. and Duller, G. A. T. (1997) Temprature dependence of OSL decay curves: Experimental and theoretical aspects.*Radiat. Meas.* **27**, 161-170.
- Poolton W. R. J., Botter-Jensen, L. and Johnsen O. (1995) Thermo-optical properties of optically stimulated luminescence in feldspars.
- Hütt G. Jeak I. and Tchonka J. (1988) Opticall dating: K-feldspar optical response stimulation spectra. *Quat. Sci. Rev.* **7**, 381-385.