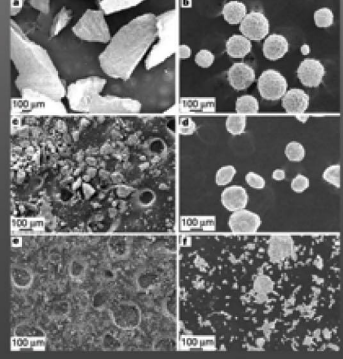


TAEK TR-2011-14



**TOZ**  
**FORMUNDAKİ**  
**SEYDİŞEHİR**  
**ALÜMİNASI İLE**  
**RADYASYON**  
**DOZ TAYİNİ**

**TEKNİK RAPOR**



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

**TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU**

**TEKNİK RAPOR**

**TOZ FORMUNDAKİ  
SEYDİŞEHİR ALÜMİNASI İLE  
RADYASYON DOZ TAYİNİ**



2011

# TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

2690 sayılı kanun ile kurulmuş olan Türkiye Atom Enerjisi Kurumunun ana görevi; atom enerjisinin barışçıl amaçlarla ülke yararına kullanılmasında izlenecek ulusal politikanın esaslarını ve bu konudaki plan ve programları belirlemek; ülkenin bilimsel, teknik ve ekonomik kalkınmasında atom enerjisinden yararlanılmasını mümkün kılacak her türlü araştırma, geliştirme, inceleme ve çalışmayı yapmak ve yaptırmak, bu alanda yapılacak çalışmaları koordine ve teşvik etmektir.

Bu çalışma TAEK personeli tarafından gerçekleştirilmiş araştırma, geliştirme ve inceleme sonuçlarının paylaşımı amacıyla Teknik Rapor olarak hazırlanmış ve basılmıştır.



Teknik Rapor 2011/14  
Türkiye Atom Enerjisi Kurumu yayınıdır.  
İzin alınmaksızın çoğaltılabılır.  
Referans verilerek kullanılabilir.

## TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

Adres : Eskişehir Yolu 9 . km 06530 Ankara/Türkiye  
Tel : +90 (312) 295 87 00  
Fax : +90 (312) 287 87 61  
Web : [www.taek.gov.tr](http://www.taek.gov.tr)

## ÖNSÖZ

*Bu teknik rapor 6-9 Ekim 2009 tarihleri arasında Muğla Üniversitesinde düzenlenen “10. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri” kongresinde sunulmak üzere hazırlanan “Toz Formundaki Seydişehir Alüminası ile Radyasyon Doz Tayini” isimli eserin TAEK Yayın Yönergesi’ne uygun şekilde hazırlanmasına yardımcı olması amacı ile yayınlanmıştır.*

## İÇİNDEKİLER

Tablolar Dizini.....	i
Şekiller Dizini.....	ii
Yönetici Özeti.....	iii
Executive Summary.....	iv
Kısaltmalar.....	v
Terimler.....	v
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>2</b>
<b>3. DENEYSEL SONUÇLAR.....</b>	<b>5</b>
<b>4. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>9</b>
<b>5. KAYNAKÇA.....</b>	<b>10</b>

## **TABLolar DİZİNİ**

<b>Tablo 1.</b> Seydişehir Alüminasının Kimyasal Kompozisyonu.....	2
--	---

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.</b> Farklı Dozlarda $\beta$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Örneklerin Işıma Eğrileri.....	3
<b>Şekil 2.</b> Farklı Dozlarda $\gamma$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Örneklerin Işıma Eğrileri.....	3
<b>Şekil 3.</b> $\beta$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Seydişehir Alüminasının 1. Işıma Pikinin Doz Cevabı.....	5
<b>Şekil 4.</b> $\beta$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Seydişehir Alüminasının 2. Işıma Pikinin Doz Cevabı.....	6
<b>Şekil 5.</b> $\beta$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Seydişehir Alüminasının 3. Işıma Pikinin Doz Cevabı.....	6
<b>Şekil 6.</b> $\beta$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Seydişehir Alüminasının 4. Işıma Pikinin Doz Cevabı.....	7
<b>Şekil 7.</b> $\beta$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Seydişehir Alüminasının Dozimetrik Pikinin Doz Cevabı.....	7
<b>Şekil 8.</b> $\gamma$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Seydişehir Alüminasının 1., 2. ve 3. Işıma Piklerinin Doz Cevabı.....	8
<b>Şekil 9.</b> $\gamma$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Seydişehir Alüminasının Ana Işıma Pikinin Doz Cevabı.....	8

## YÖNETİCİ ÖZETİ

Termolüminesans dozimetri (TLD) radyasyon dozlarının ölçülmesinde, denetim, kalite kontrol ve kalibrasyon amacıyla kullanılan pasif bir doz ölçme yöntemidir. Günümüzde alümina içeren TLD'ler radyasyona karşı hassasiyetinin yüksek olması, fiziksel ve kimyasal kararlılığı, yeniden kullanılabilir olması gibi avantajlarından dolayı yaygın olarak kullanılmakta ve araştırılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında toz formundaki Seydişehir alüminası TLD malzemesi olarak kullanılmış  $\gamma$  ve  $\beta$  radyasyon doz tayini yapılmıştır. Radyasyon doz cevapları TL yöntem ile tayin edilmiştir.

Seydişehir alüminasının  $\beta$ -radyasyonuna karşı 0,07 Gy-160,34 Gy doz aralığında doğrusal doz cevabına sahip olduğu görülmüş, incelenen maksimum doz seviyesine (1282,79 Gy) kadar radyasyon doz cevabının doyuma ulaşmadığı gözlemlenmiştir.

Diğer taraftan 1 Gy-100 Gy doz aralığında  $\gamma$ -radyasyonuna karşı doğrusal doz cevabına sahip olduğu ve incelenen doz aralığında radyasyon doz cevabının doyuma ulaşmadığı gözlemlenmiştir.

Bu sonuç, uygulanan deneysel koşullar altında, Seydişehir alüminasının yüksek dozların ölçümünde dozimetri malzemesi olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

## EXECUTIVE SUMMARY

Thermoluminescence dosimeters (TLDs) is a passive dose measurement method used for the supervision, quality control and calibration during radiation dose measurements. Nowadays TLDs, including alumina, are largely used and investigated due to high sensitivity, physical and chemical stability, and re-usefulness.

In this work, powder form of Seydişehir alumina is used as a termoluminescence material and  $\gamma$  and  $\beta$  radiation doses were measured. Furthermore radiation dose responses were determined by using thermoluminescence method.

Seydişehir alumina has linear dose response between 0,07 Gy-160,34 Gy  $\beta$  radiation doses range and up to 1282,79 Gy dose range it does not reach saturation.

Addition to this it has linear dose response between 1 Gy-100 Gy  $\gamma$  radiation doses range and up to 100 Gy dose it does not reach saturation.

These results, under applied experimental conditions, show that Seydişehir alumina can be used to measure high radiation doses.

## KISALTMALAR ve TERİMLER

### KISALTMALAR

$Al_2O_3$  : Alüminyum Oksit (Alümina)

TL : Termolüminesans

TLD : Termolüminesans Dozimetre

### TERİMLER

**Termolüminesans Olay** : Termodinamik denge durumunda bulunan bir sistemin dış enerji kaynağından enerji soğurarak uyarılması sonucunda yarı kararlı duruma geçmesi ve ardından ısı enerjisi yardımıyla sistemdeki fazla enerjinin yayınlanarak sistemin denge durumuna dönmesi.

# 1. GİRİŞ

Günümüzde yaygın kullanım alanına sahip olan nükleer teknolojilerin ve uygulamalarının en önemli noktası, hedefe uygulanan ve çevreye yayılan radyasyonun sürekli olarak kontrol altında tutulmasıdır. Radyasyona maruz kalan, tüm çevrenin radyasyon güvenliğini sağlamak amacıyla gerekli ölçümlerin yapılması ve radyasyonun denetimli bir biçimde kullanılması çok büyük önem taşımaktadır [1].

Termolüminesans dozimetri (TLD) radyasyon dozlarının ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan bir doz ölçme yöntemidir. Bu yöntem ile günümüzde özellikle radyasyon işçilerinin, güvenli radyasyon şartlarında çalışmalarının temini için, maruz kaldıkları radyasyon dozlarının ölçümü yapılabilmektedir. Bununla birlikte hastanelerde teşhis ve tedavi amaçlı kullanılan radyasyon kaynaklarının, nükleer ilaç üreten firmaların ve diğer nükleer uygulama yapan kuruluşların denetim, kalite kontrol ve kalibrasyon işlemleri yine TLD'ler kullanılarak yapılmaktadır [2,3,4].

Uygulama alanı bu kadar geniş olan TLD konusunda bugüne kadar birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bir kısmı yeni TLD malzemelerinin araştırılması üzerine yoğunlaşırken diğer kısmı, var olan TLD malzemelerinin özelliklerini geliştirmeye yöneliktir [3]. Termolüminesans malzemenin en önemli özellikleri, radyasyona karşı hassasiyetinin yüksek olması, doğrusal doz cevabına sahip olması ve taşıdığı doz bilgisini TL okuma işlemine kadar saklayabilmesidir [5].

Alümina doğada değişik kristal yapılarda bulunabilmesine rağmen, üstün mekanik ve elektriksel özelliklerinden dolayı ticari kullanım alanına sahip olan  $\alpha$   $Al_2O_3$ 'dir. Alümina ( $Al_2O_3$ ) yer kabuğunun yaklaşık % 25'ini oluşturmasına rağmen serbest halde bulunmaz ve genellikle boksit cevherinin Bayer Prosesi ile işlenmesi sonucunda elde edilir [1,6,-10].

Bu çalışma kapsamında, ülkemizde bol miktarda bulunan ve üretilen Seydişehir alüminası, TLD malzemesi olarak kullanılmış ve radyasyon dozlarının ölçümü yapılmıştır.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

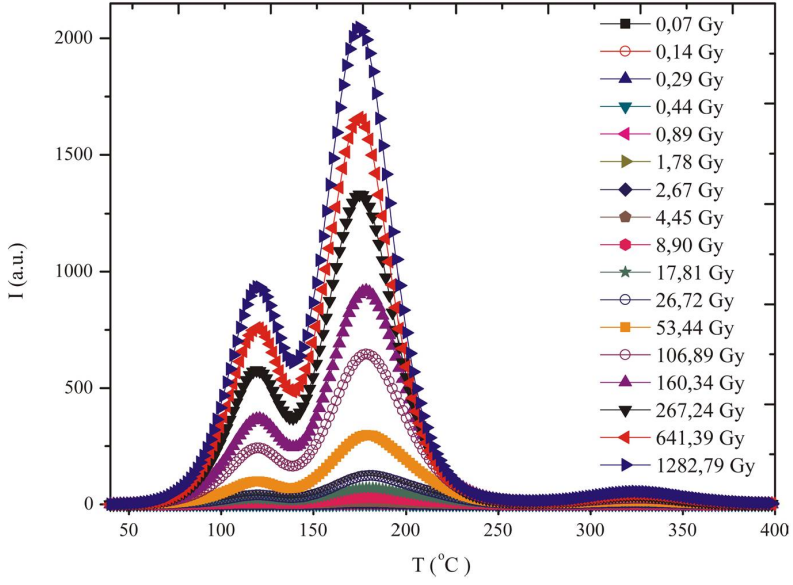
Bu çalışmada Seydişehir Alüminyum tesislerinde üretilen, toz boyutu  $45 \mu\text{m} < \eta < 63 \mu\text{m}$  aralığında olan kalsine edilmiş toz formundaki Seydişehir alüminası kullanılmıştır. Malzemenin kimyasal kompozisyonu Çizelge 1'de sunulmuştur.

Tüm işleme işlemleri oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Toz formundaki numuneler tavlama işleminin ardından karanlık bir odaya alınmış ve oda sıcaklığına kadar soğuyan örnekler işleme işlemine tabi tutulmuştur.  $\gamma$  ve  $\beta$ -radyasyonu için işleme işlemleri sırasıyla  $60\text{Co}$  ve  $90\text{Sr-90Y}$  radyasyon kaynakları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

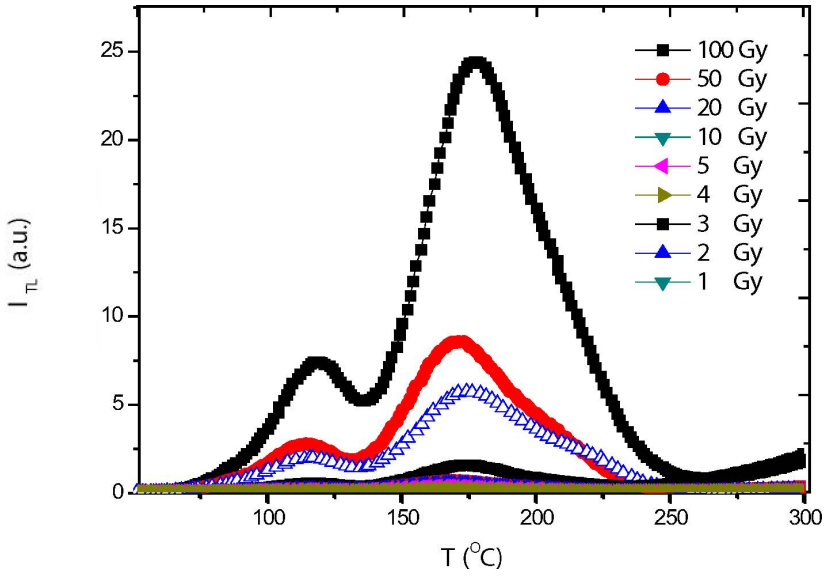
**Tablo 1.** Seydişehir Alüminasının Kimyasal Kompozisyonu

Kimyasal Bileşen	Miktar %
Al	52,200
O	47,340
Si	0,200
Na	0,150
Fe	0,040
Ti	0,060
V	0,003

Her bir  $\beta$  ve  $\gamma$  doz değeri için elde edilen ışıma eğrileri sırasıyla Şekil 1 ve Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 1. Farklı Dozlarda  $\beta$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Örneklerin Işıma Eğrileri

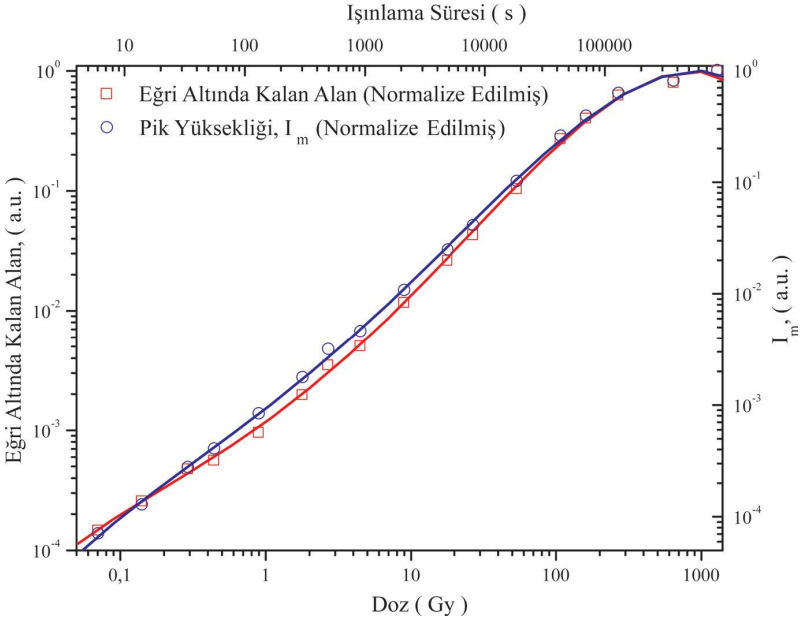


Şekil 2. Farklı Dozlarda  $\gamma$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Örneklerin Işıma Eğrileri

Seydişehir alüminasının doz cevabını belirleyebilmek için örnekler farklı radyasyon dozlarında ışınlanmış, ışıma eğrileri elde edilmiş ve bu eğrilerinin CGCD yöntemi ile analizi sonucu doz cevap özellikleri belirlenmiştir. Daha sonra bu piklerin maksimum pik yoğunlukları ( $I_M$ ) ile radyasyon dozu ve pik altında kalan alan ile radyasyon dozu arasındaki ilişki incelenmiştir. Son olarak dozimetrik pikin ışıma eğrisi altında kalan toplam alan ile radyasyon dozu arasındaki ilişki incelenmiştir.

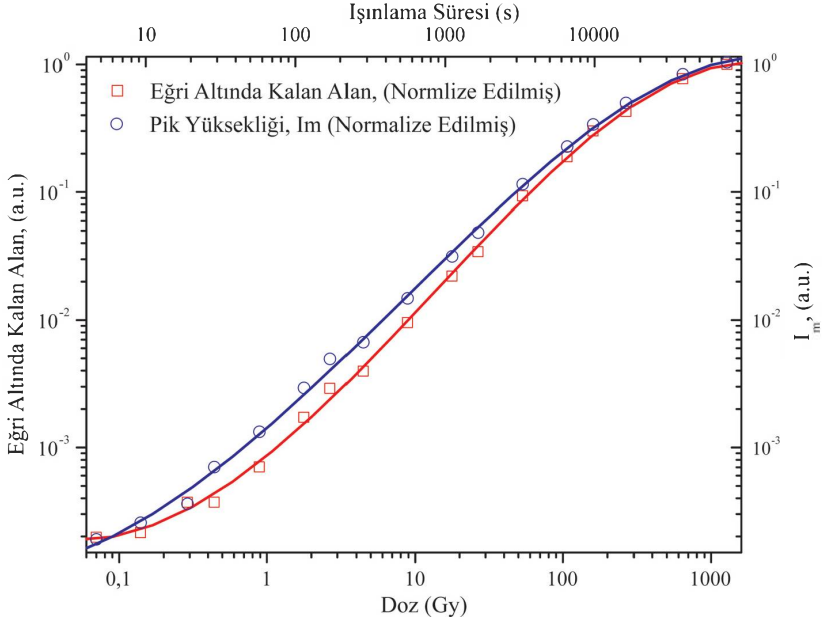
### 3. DENEYSEL SONUÇLAR

Şekil 3, 4, 5 ve 6'da sırasıyla  $\beta$ -radyasyonu ile ışınlanmış Seydişehir alüminasının 1., 2., 3. ve 4. ışımaya piklerinin doz cevapları görülmektedir.

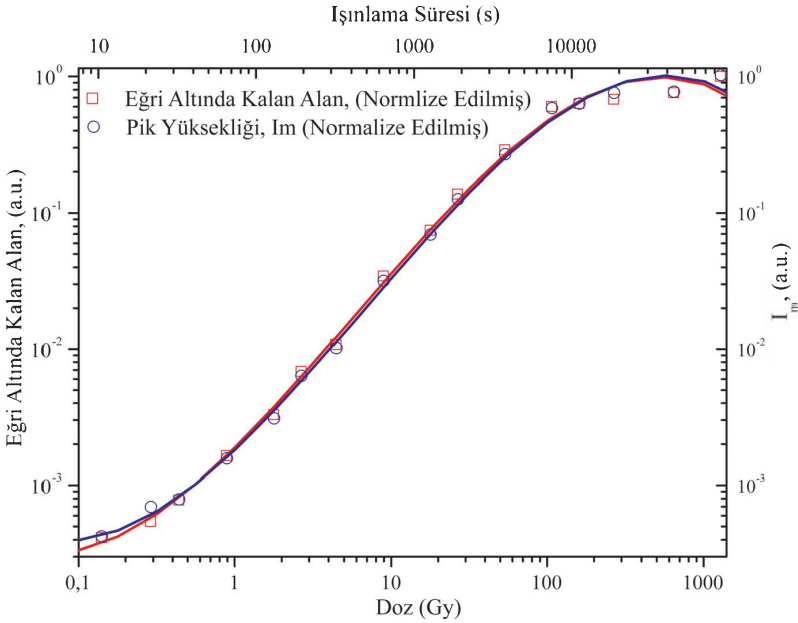


Şekil 3.  $\beta$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Seydişehir Alüminasının 1. Işımaya Pikinin Doz Cevabı

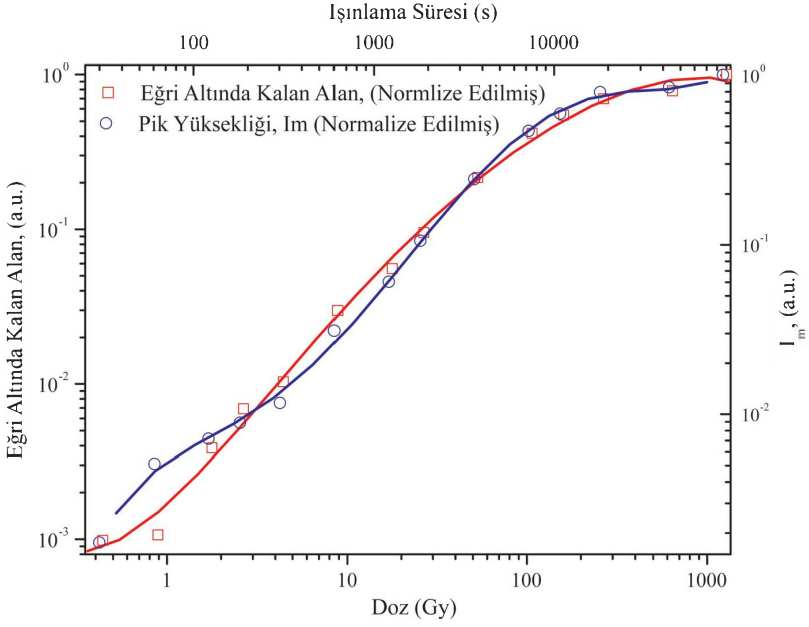
Şekil 4'de 2. ışımaya pikinin doz cevabı görülmektedir.



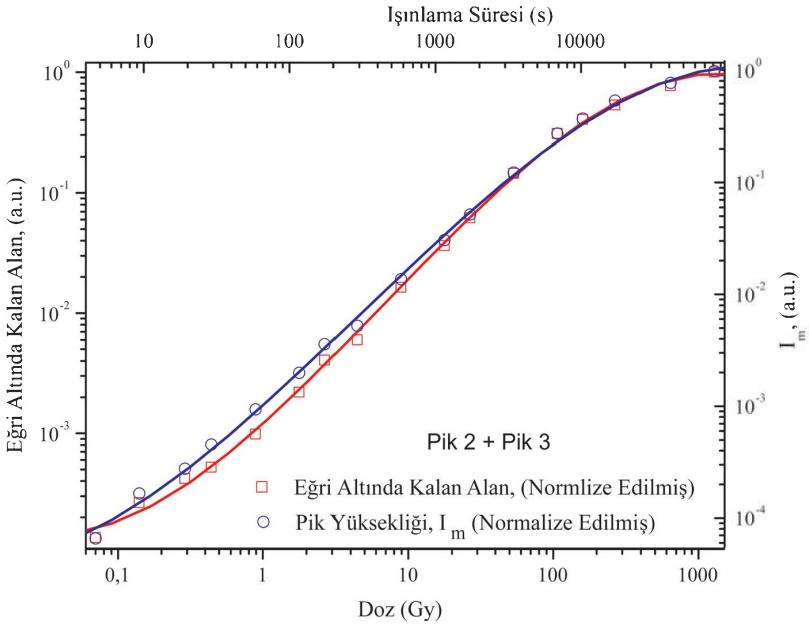
Şekil 4.  $\beta$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Seydişehir Alüminasının 2. Işıma Pikinin Doz Cevabı



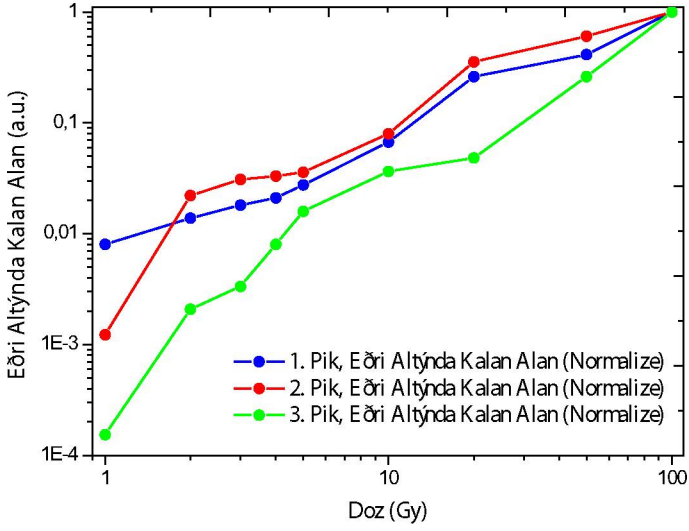
Şekil 5.  $\beta$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Seydişehir Alüminasının 3. Işıma Pikinin Doz Cevabı



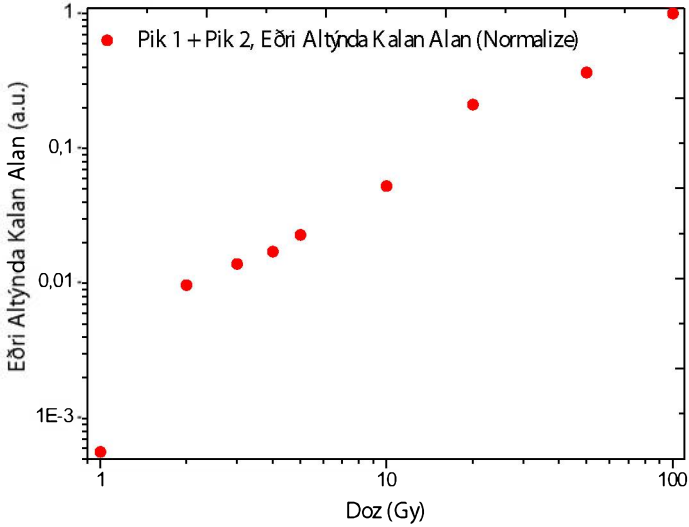
**Şekil 6.** β-Radyasyonu ile Işınlanmış Seydişehir Alüminasının 4. Işıma Pikinin Doz Cevabı



**Şekil 7.** β-Radyasyonu ile Işınlanmış Seydişehir Alüminasının Dozimetrik Pikinin Doz Cevabı



**Şekil 8.**  $\gamma$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Seydişehir Alüminasının 1., 2. ve 3. Işıma Piklerinin Doz Cevabı



**Şekil 9.**  $\gamma$ -Radyasyonu ile Işınlanmış Seydişehir Alüminasının Ana Işıma Pikinin Doz Cevabı

#### 4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Seydişehir alüminasının  $\beta$  ve  $\gamma$  radyasyonuna karşı doz-cevap özellikleri araştırılmıştır.  $\beta$ -radyasyonuna karşı 0,07 Gy-160,34 Gy doz aralığında doğrusal doz cevabına sahip olduğu görülmüş, incelenen maksimum doz seviyesine (1282,79 Gy) kadar radyasyon doz cevabının doyuma ulaşmadığı gözlemlenmiştir. Diğer taraftan 1 Gy-100 Gy doz aralığında  $\gamma$ -radyasyonuna karşı doğrusal doz cevabına sahip olduğu ve incelenen doz aralığında radyasyon doz cevabının doyuma ulaşmadığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç Seydişehir alüminasının yüksek dozların ölçümünde dozimetri malzemesi olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Toz formundaki malzemelerin radyasyon doz cevabının genellikle düşük olduğu bilinmektedir (Akselrod vd., 1993, 1996; Papin vd., 1996). Bu nedenle toz formundaki alümina ile düşük radyasyon dozlarının (15 mGy-45 mGy) ölçümü gerçekleştirilememiştir. Bu konuda yapılmış olan önceki çalışmalarda, üretim yönteminden kaynaklanan çeşitli nedenlerden dolayı, Seydişehir alüminasının sinterlenmesi ve tek kristal olarak büyütülmesi sırasında önemli problemler ile karşılaşmıştır (Uzun, 2008). Bundan dolayı gelecekte yapılacak çalışmalarda bu problemlerin giderilmesi ve malzemenin tek kristal hale getirilmesi ile düşük radyasyon doz seviyelerinin ölçülebileceği öngörülmektedir.

## KAYNAKÇA

- 1- E. Uzun, "Seydişehir Alüminasının Termoluminesans Özelliklerinin Karakterizasyonu Ve Doz-Cevap Özelliklerinin Araştırılması", Doktora Tezi, İstanbul 2008
- 2- Chen, R. ve McKeever S. W. S. (1997), Theory of thermoluminescence and Related Phenomena, Word Scientific, Singapore
- 3- Chen, R., ve Lockwood, D. J., (2002), "Developments in Luminescence and Display Materials Over the Last 100 Years as Reflected in Electrochemical Society Publications", Journal of The Electrochemical Society, 149 (9): 69-78,
- 4- Furetta C. (2003), Handbook of Thermoluminescence, Word Scientific, New Jersey
- 5- Chen, R., Leung, P.L., Stokes, M.J., (2000), "Apparent anomalous fading of thermoluminescence associated with competition with radiationless transitions", Radiation Measurements 32 (2000) 505±511
- 6- S. W. S. McKeever, and R. Chen, (1997), "Luminescence Models", Radiation Measurements Vol 27, No. 5/6: 625-661
- 7- Furetta, C., Kuo, C. H., Weng, P. S., (1999), "Fading Prediction in Thermoluminescent Materials Using Computerised Glow Curve Deconvolution (CGCD)", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 423: 183-189
- 8- Akselrod, M. S., Kortov, V. S. and Gorelova, E. A., (1993), "Preparation and Properties of  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:C", Radiation Protection Dosimetry. 47(1/4), 159-164.
- 9- Akselrod, M. S., McKeever, S. W. S., Moscovitch, M., Emfietzoglou, D., Durham, J. S. ve Soares, C. G., (1996), "A Thin Layer  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Beta TL Detector", Radiation Protection Dosimetry. Vol.66, No.1-4: 105-110.

10-Papin, E., Grosseau, P., Guilhot, B., Benabdesselam, M., Lacconi, P. ve D. Lapraz. (1996), "Influence of the Calcining Conditions on the Thermoluminescence of Pure and Doped  $\alpha$ -Alumina Powders", Radiation Protection Dosimetry, Vol 65: No: 1-4: 243-246.

## YAYIN BİLGİ FORMU

<b>Rapor Bilgileri</b>	<b>1.Yayın Yılı/No</b> 2011/14
<b>2.Rapor Başlığı</b> TOZ FORMUNDAKİ SEYDİŞEHİR ALÜMİNASI İLE RADYASYON DOZ TAYİNİ	<b>3.Yayın Kurulu</b> Tarih (Gün/Ay/Yıl)-No 18.08.2009-4
<b>4. Yazarlar</b> Yrd. Doç. Dr. Erdem UZUN, Prof. Dr. Yasemin YILDIZ YARAR, A. N. YAZICI, Dr. Doğan YAŞAR, Ahmet TARTAR, Ata TÜNER	<b>5-Yayın Türü</b> Teknik Rapor
<b>6. Çalışmayı Yapan Birim</b> TAEK, ÇNAEM, Metroloji Birimi	
<b>7. Destekleyen veya Ortak Çalışılan Kuruluşlar</b> Yıldız Teknik Üniversitesi, Gaziantep Üniversitesi	
<b>8. Özet</b> <p>Termolüminesans dozimetri (TLD) radyasyon dozlarının ölçülmesinde, denetim, kalite kontrol ve kalibrasyon amacıyla kullanılan pasif bir doz ölçme yöntemidir. Günümüzde alümina içeren TLD'ler radyasyona karşı hassasiyetinin yüksek olması, fiziksel ve kimyasal kararlılığı, yeniden kullanılabilir olması gibi avantajlarından dolayı yaygın olarak kullanılmakta ve araştırılmaktadır.</p> <p>Bu çalışma kapsamında toz formundaki Seydişehir alüminası TLD malzemesi olarak kullanılmış <math>\gamma</math> ve <math>\beta</math> radyasyon doz tayini yapılmıştır. Radyasyon doz cevapları TL yöntem ile tayin edilmiştir.</p> <p>Seydişehir alüminasının <math>\beta</math>-radyasyonuna karşı 0,07 Gy-160,34 Gy doz aralığında doğrusal doz cevabına sahip olduğu görülmüş, incelenen maksimum doz seviyesine (1282,79 Gy) kadar radyasyon doz cevabının doyuma ulaşmadığı gözlemlenmiştir.</p> <p>Diğer taraftan 1 Gy-100 Gy doz aralığında <math>\gamma</math>-radyasyonuna karşı doğrusal doz cevabına sahip olduğu ve incelenen doz aralığında radyasyon doz cevabının doyuma ulaşmadığı gözlemlenmiştir.</p> <p>Bu sonuç, uygulanan deneysel koşullar altında, Seydişehir alüminasının yüksek dozların ölçümünde dozimetri malzemesi olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.</p>	
<b>9. Anahtar Kelimeler</b> Termolüminesans, Alümina, Seydişehir Alüminası, Doz Cevabı	<b>10. Gizlilik Derecesi</b> Tasnif Dışı

### GİZLİLİK DERECELERİ

**TASNİF DIŞI (UNCLASSIFIED):** İçerdiği konu itibarıyla, gizlilik dereceli bilgi taşımayan, ancak devlet hizmetiyle ilgili bilgileri içeren evrak, belge ve mesajlara verilen en düşük gizlilik derecesidir.

**HİZMETE ÖZEL (RESTRICTED):** İçerdiği konu itibarıyla, gizlilik dereceli konular dışında olan, ancak güvenlik işlemine ihtiyaç gösteren ve devlet hizmetine özel bilgileri içeren evrak, belge ve mesajlara verilen gizlilik derecesidir.

**ÖZEL (CONFIDENTIAL):** İçerdiği konu itibarıyla, izinsiz olarak açıklandığı takdirde, milli menfaatleri olumsuz yönde etkileyecek evrak, belge ve mesajlara verilen gizlilik derecesidir.

**GİZLİ (SECRET):** İzinsiz açıklandığı takdirde, milli güvenliği, milli prestij ve menfaatleri ciddi ve önemli bir şekilde zedeleyecek olan evrak, belge ve mesajlara verilen gizlilik derecesidir.



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU