



## Ce Katkılanmış TiO<sub>2</sub> İnce Filmlerin Radyasyon Soğurma Özelliklerinin İncelenmesi

Nalan Çiçek BEZİR\*<sup>1</sup>, İskender AKKURT<sup>1</sup>, Atilla EVCİN<sup>3</sup>, Kadir GÜNOĞLU<sup>2</sup>, Ayşe OKTAY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Fizik Bölümü, Isparta Türkiye

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Isparta Türkiye

<sup>3</sup>AfyonKocatepe Üniversitesi, Malzeme Mühendisliği Bölümü, Afyon Türkiye

(Alınış Tarihi: 15.09.2013, Kabul Tarihi: 15.11.2013)

### Anahtar Kelimeler

Titanyumdioksit,  
Seryum  
,NaI(Tl),Gama  
Spektrometresi

**Özet:** TiO<sub>2</sub> son zamanlarda ince film uygulamalarında oldukça fazla kullanılan yarıiletken bir malzemedir. Bu özellikleri göstermesinden dolayı TiO<sub>2</sub> güneş pillerinde, fotokatalitik uygulamalarda ve daha birçok değişik alanda kullanım alanına sahiptir. TiO<sub>2</sub>' in fotoaktivitesini arttırmak amacıyla içerisinde metal ilave edilebilmektedir. Bu çalışmada Ce katkılanarak elde edilen TiO<sub>2</sub> ince filmlerin gama ışınlarını soğurma özellikleri araştırılmıştır. Bunun için <sup>137</sup>Cs ve <sup>60</sup>Co radyoaktif kaynaklarından yayınlanan 662, 1173 ve 1332 keV enerjili gama ışınları kullanılmıştır. , 1173 ve 1332 keV enerjili gama ışınları için soğurma katsayıları elde edilmiştir. Ölçümler Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümündeki Gama Spektroskopisi Laboratuvarında bulunan 3"x3" NaI(Tl) dedektörlü Gama Spektrometresi ile gerçekleştirilmiştir

## Ce Doped TiO<sub>2</sub> Thin Films Investigation of Radiation Absorption Properties

### Keywords

Titanium dioxide,  
cerium  
,NaI(Tl),Gamma  
Spectrometer

**Abstract:** TiO<sub>2</sub> thin film applications recently used rather than a semiconductor material. This is due to the similar properties of TiO<sub>2</sub> solar cells, photocatalysis has the area of applications in various fields, and many more. TiO<sub>2</sub> of metal may be added in order to enhance the photoactivity. Ce doped TiO<sub>2</sub> thin films obtained in this study were investigated the absorption of gamma rays. To do this, <sup>137</sup>Cs and <sup>60</sup>Co radioactive sources, published in 662, 1173 and 1332 keV gamma rays of energy used. The measurements are performed in the Gama Spectroscopy Laboratory with Gama Spectrometer 3"x3" NaI (Tl) detector at Department of Physics, Faculty of Science, Suleyman Demirel University.

### 1. Giriş

TiO<sub>2</sub> ince filmleri; kimyasal, elektrik ve optik özelliklere sahip olması nedeniyle farklı uygulamalarda büyük önem kazanmıştır. TiO<sub>2</sub> filmlerinin araştırmalarda ve sanayide bu öneme sahip olmasının sebebi, dalga boyu spektrumunun çok geniş bir aralığında (E<sub>g</sub> ~ 3,2 eV) yüksek bir geçirgenlik değerine sahip olmasıdır. Farklı yarı iletken materyaller arasında TiO<sub>2</sub>, üstün fotokatalitik özellikte olup anataz, rutil ve brokit formlarında olmak üzere pek çok kristal yapıda bulunur. Ucuz ve bol bulunan bir yarı iletken materyaldir.

Özellikle anataz formu fotoaktif ve iletkenlik bandı ve değerlik bandı arasındaki enerji aralığı 3,2 eV olup

UV ışınları ile kolayca fotoaktif hale gelir ( Tike ,2007).

Son zamanlarda TiO<sub>2</sub>'in fotokatalitik aktivitesi ile ilgili çalışmalar görünür ışıktaki aktive olabilmesi özelliği üzerinde yoğunlaşmış ve çeşitli katkılıdirmalar ile TiO<sub>2</sub>'in fotoaktivitesinin geliştirilmesine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır.

TiO<sub>2</sub> görünür bölgede geçirendir, yüksek kırılma indisi, dielektrik sabiti ve band aralıkları ile fotovoltaik hücrelerde, elektrokromik aygıtlarda,yansıtımayıcı kaplamalarda ve gaz algılayıcılarında kullanılabilirler. Bunların dışında, TiO<sub>2</sub> filmleri dayanıklıdır ve üretim maliyeti ucuzdur (Hinczewski ve Tepehan , 2009 )

\* İlgili yazar: [nalancicek@sdu.edu.tr](mailto:nalancicek@sdu.edu.tr)

TiO<sub>2</sub> fotokatalizörler, bakterilerin yok edilmesinde kullanılabilir. Bu özelliğinden dolayı bakteri ve mikroplardan kendi kendini temizleme özelliğine sahip "antibakteriyel yüzeyler" hazırlanabilir. TiO<sub>2</sub>, yüksek kırılma indisi (2,6-2,9) değerine sahip olması nedeniyle mat boyaların elde edilmesini sağlar. Bu yüzden de boya endüstrisinde çok fazla kullanılmaktadır. TiO<sub>2</sub> içeren hava temizleyiciler duman ve kir, bakteri, virüs ve zararlı gazların (NO<sub>x</sub>) oluşumunu engelleyebildiği gibi havadaki serbest haldeki bakterilerin yakalanmasını da sağlamaktadır. TiO<sub>2</sub> fotokatalizörler, UV ışını ile birleşerek, diğer kullanım alanlarında da gerçekleşen yükseltgenme-indirgenme reaksiyonlarıyla, organik kirlilikleri CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O gibi zararsız türlere dönüştürür. Bu şekilde çok zararlı olan organik bileşikler, öldürücü bakteriler ve bazı virüsler atık sulardan etkili bir şekilde uzaklaştırılmış olur (Sayılkan,2007).

Görünür ışık altında Ce katkılanmış TiO<sub>2</sub> in fotokatalitik aktivitesi artacaktır. Seryumdioksit enerji band aralığı 3 eV tur. Ce katkılanmış TiO<sub>2</sub> ile oluşturulan ince filmlerin yüksek fotokatalitik özellik gösterdiği bilinmektedir. Nadir toprak elementleri grubunda bulunan seryum periyodik cetvelin III B grubunda yer alan kimyasal bir elementtir ve nadir toprak elementlerinin oksitleri, optik ve elektronik birçok uygulama alanına sahiptir. Saf seryum oksit temel olarak elektriksel iletkenliğe sahip n tipi bir yarıiletken ve temel olarak indirekt izinli geçişe sahip olup (3-3.5 eV) geniş bir yasak bant aralığına sahip olduğu bilinmektedir. Seryum oksitin görünür ve yakın kızıl ötesi bölgede %80'nin üzerinde yüksek geçirgenliğe ve mor ötesi bölgede 350 - 400 nm civarında keskin bir soğurma kenarına sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle seryum dioksit mor ötesi radyasyona karşı hassas yapılar için koruyucu kaplamalarda ve güneş ışınlarına karşı koruyucu kozmetik ürünlerinde kullanılmaktadır (Özdemir , 2006).

## 2. DENEYSEL YÖNTEM

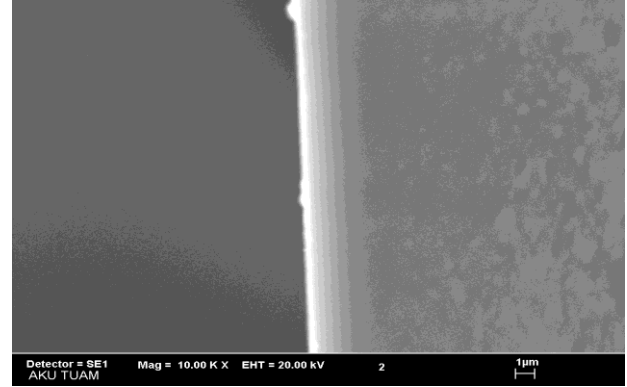
### 2.1.Filmlerin Hazırlanması

TiO<sub>2</sub> hazırlanması aşamasında ilk olarak; etil alkol içerisine belirli oranlarda; tetrabutyl orthatitanate (C<sub>16</sub>H<sub>36</sub>O<sub>4</sub>Ti) ve dietanolamin (C<sub>4</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>2</sub>) ilave edilerek ve oda sıcaklığında berrak sol olana kadar manyetik karıştırıcı içinde karıştırılır. Karıştırma işlemi devam ederken TiO<sub>2</sub> çözeltisinin içerisine belirli oranda polietilenglikol HO(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O)<sub>n</sub>H çok yavaş bir şekilde eklenir. Daha sonra elde edilen TiO<sub>2</sub> için uygun olacak oranda seryum nitrat tartılır. Tartılan seryum nitrat üzerine miktara uygun etil alkol ilave edilir ve çözünmesi için manyetik karıştırıcıda bir süre karıştırılır. Kaplama yöntemi olarak altlığın bir cam kap içindeki sıvının içine daldırıldığı ve sıcaklık ve atmosfer koşullarının kontrol edildiği ortamda aynı hızla geri çekildiği bir işlem olan daldırma yöntemi ile yapılmıştır.

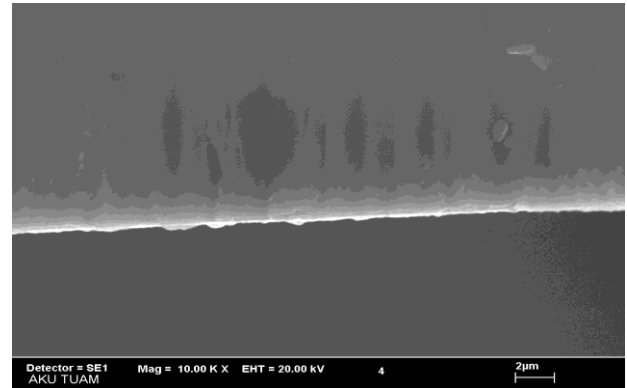
TiO<sub>2</sub>-Cerium(III) nitrate hexahydrate çözeltileri farklı oranlarda hazırlanmıştır ve hazırlanan çözelti ile sodalamin cam üzerine ince filmler oluşturularak elde edilen bu filmler 500 °C'de fırınlanmıştır.

### 2.2.Hazırlanan İnce Filmlerin Karakterizasyonu

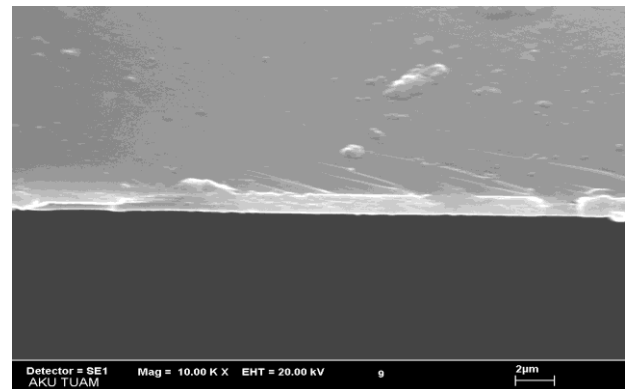
Sol jel yöntemi ile oluşturulan ince filmlerin mikroyapısal özellikleri SEM ile yapılmıştır.



Şekil-1 TiO<sub>2</sub> ince film kaplama yan kesit SEM görüntüsü



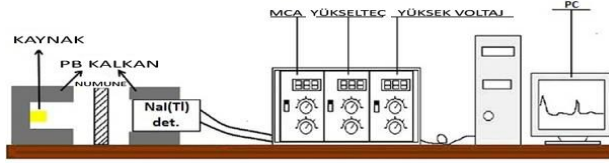
Şekil-2 %1 Ce katkılı TiO<sub>2</sub> ince film kaplama yan kesit SEM görüntüsü



Şekil-3 %3 Ce katkılı TiO<sub>2</sub> ince film kaplama yan kesit SEM görüntüsü

Kaplanmış olan cam numunelerinin doğrusal zayıflatma katsayısı <sup>137</sup>Cs ve <sup>60</sup>Co radyoaktif

kaynaklarından elde edilen 662, 1173 ve 1332 keV gama enerjileri için ölçülmüştür. Ölçümler NaI(Tl) detektörü ve 16k kanallı Çok Kanallı Analizör içeren gama spektrometresi ile gerçekleştirilmiştir. Elde spektrumların analizi MAESTRO-32 yazılımı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil-4 Gama spektroskopi sisteminin şematik görünümü

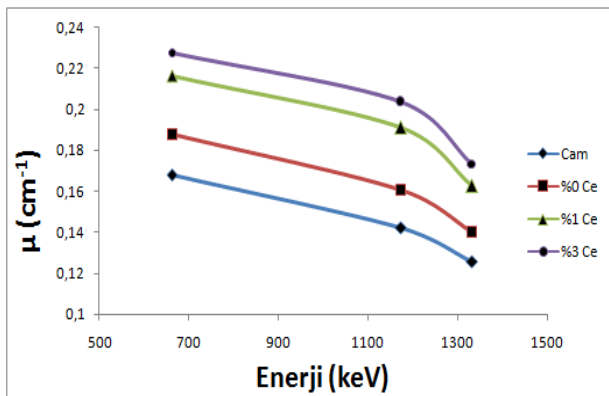
Alınan ölçümler sonucunda zayıflama katsayıları Beer-Lambert denklemi kullanılarak hesaplanmıştır. Bu denklem aşağıdaki gibidir

$$\mu = \frac{1}{x} \ln \frac{I_0}{I}$$

burada  $x$  numune kalınlığını,  $I_0$  kaynak ve detektör arasında numune yokken kaydedilen pik alanını ve  $I$  kaynak ve detektör arasında numune varken kaydedilen pik alanını göstermektedir. Pik alanları değerleri MAESTRO-32 yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır.

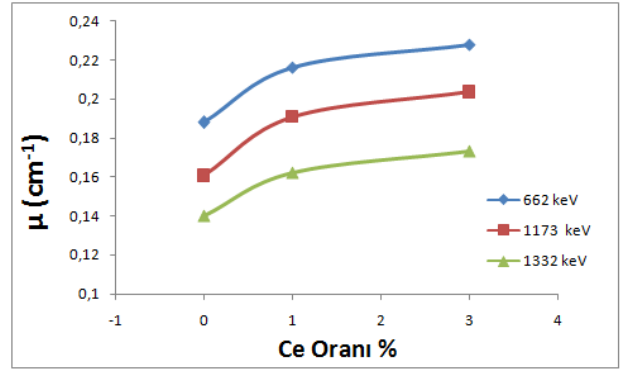
### 3. BULGULAR

TiO<sub>2</sub> ile kaplanmış ve farklı oranlarda Ce katkılanmış cam numuneleri için deneysel olarak elde edilen doğrusal zayıflatma katsayısı sonuçları Şekil 5' de gösterilmiştir. Bu şekilden görüldüğü gibi TiO<sub>2</sub> ile kaplanmış olan cam numuneleri normal cama göre daha yüksek bir soğurma katsayısına sahiptir. Ayrıca yine bu şekilden elde edilen soğurma katsayısı artan gama enerjisiyle azalma göstermiştir.



Şekil-5 TiO<sub>2</sub> ile kaplanmış ve Ce katkı camların Doğrusal zayıflatma katsayısı

Şekil 6' da Ce oranına göre sonuçlar karşılaştırılmıştır. Şekilden görüldüğü gibi Ce katkısı arttıkça soğurma katsayısı da artmıştır.



Şekil-6 Ce oranına göre Doğrusal zayıflatma katsayısı

Radyasyon koruma özellikleri cam ve TiO<sub>2</sub> kaplanmış cam için ayrı ayrı NaI(Tl) detektörü ile ; 662 , 1170,1332 keV enerjiler için incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Sonuçlardan açıkça kaplamanın doğrusal zayıflatma katsayısında artış meydana getirdiği görülmüştür [5].

AgNO<sub>3</sub> ile kaplanan ince filmlerin 511 ve 1274 keV gama ışınları için soğurma katsayıları hesaplanmıştır. Tek TiO<sub>2</sub> kaplamalara kıyasla, TiO<sub>2</sub> 'ye yapılan AgNO<sub>3</sub> katkısının doğrusal zayıflatma katsayısında artışa neden olduğu görülmüştür [6].

Ce katkılanmış farklı kalınlıklarda kaplanmış TiO<sub>2</sub> ince filmlerin doğrusal zayıflatma katsayısı incelenmiştir [7].

Bu çalışmaların sonucunda camlara yapılan kaplamanın, kaplamaya katkılanan malzemenin radyasyon soğurma özelliğini olumlu yönde etkilediği ve bu özelliğin film kalınlığı değil malzemenin yoğunluğu ile ilgili olduğu görülmüştür.

### Kaynaklar

Çiçek Bezir,N. , Mavi, B. , Akkurt,İ. , Evcin, A. , Oktay , A. , AgNO<sub>3</sub> İle Hazırlanan İnce Filmlerin 511 keV ve 1274 keV Enerjili Gama Işınları İçin Soğurma Katsayılarının Hesaplanması, 6. Ulusal Lüminesans ve Dozimetri Kongresi 11-13 eylül 2012 Çeşme Türkiye

Çiçek Bezir,N. , Akkurt,İ. , Evcin, A. , Günoğlu, K. , Oktay , A. , Metal Katkılı TiO<sub>2</sub> İnce Filmlerin Gama Spektroskopisi ile Radyasyon Soğurma Katsayılarının İncelenmesi8. Ulusal Spektroskopi Kongresi 15-18 Mayıs Burdur Türkiye

Hinczewski , D. , Tepehan , F. "Titanyum dioksit ve çinko oksitten yansıtımcı filtre Üretimi" İtü Dergisi/c Fen Bilimleri Cilt:7 Sayı:1 Kasım 2009 3-8

Mavi , B. , Akkurt , İ. , Gökgöz , E. , Çiçek Bezir , N. 2010. İntestigaion of Radiation Shielding properties of glass coated by TiO<sub>2</sub> using Gamma-Ray Spectroscopy. Balkan Physics Letters ,BPL,18,181018, pp. 138-141

Özdemir, E. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya mühendisliği, 2006

Sayılkan , F. Nano-Tio<sub>2</sub> Fotokatalizör Sentezi Ve Fotokatalitik Aktivitesinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı ,2007, 109s.

Tike, B. Titanyum Dioksit Süspansiyon ve İnce Filmler ile Bakteriyel Giderim, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Bölümü , 2007, 55 s.