

**YMF21**  
**21. Yoğun Madde Fiziği**  
**Ankara Toplantısı**

**25 ARALIK 2015**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**  
**GAZİ KONSER SALONU**

web: <http://ymf21.gazi.edu.tr/>  
e-posta: [ymf21@gazi.edu.tr](mailto:ymf21@gazi.edu.tr)



International  
Year of Light  
2015

Gazi  
*fotonik*



# 21. Yoğun Madde Fiziği Ankara Toplantısı

25 ARALIK 2015

## GAZİ ÜNİVERSİTESİ GAZİ KONSER SALONU

### Danışma/Bilim Kurulu

Yalçın Elerman (Ankara Üniversitesi)  
Bekir Sıtkı Kandemir (Ankara Üniversitesi)  
İlker Dinçer (Ankara Üniversitesi)  
Eyüp Duman (Ankara Üniversitesi)  
Oğuz Gülseren (Bilkent Üniversitesi)  
Ceyhun Bulutay (Bilkent Üniversitesi)  
Süleyman Özçelik (Gazi Üniversitesi)  
Mehmet Çakmak (Gazi Üniversitesi)  
Saime Şebnem Çetin (Gazi Üniversitesi)  
Yasemin Şafak Asar (Gazi Üniversitesi)  
Recai Ellialtıođlu (Hacettepe Üniversitesi)  
Şadan Özcan (Hacettepe Üniversitesi)  
Mehmet Emre Taşgın (Hacettepe Üniversitesi)  
Abdullah Ceylan (Hacettepe Üniversitesi)  
Emre TAŞÇI (Hacettepe Üniversitesi)  
Mehmet Parlak (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)  
Alpan Bek (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)  
Şinasi Ellialtıoğlu (TED Üniversitesi)

### Düzenleme Kurulu

Süleyman Özçelik (Gazi Üniversitesi)  
Mehmet Çakmak (Gazi Üniversitesi)  
Saime Şebnem Çetin (Gazi Üniversitesi)  
Yasemin Şafak Asar (Gazi Üniversitesi)

### İletişim:

Gazi Üniversitesi  
Fen Fakültesi Fizik Bölümü  
06500 Teknikokullar/Ankara  
0 312 202 12 83



## Geçmiş Toplantılar

YMF 1	Katihal Fiziği Toplantısı	Hacettepe Üniversitesi	7 Şubat 1984
YMF 2	<b>II. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Seminerleri</b>	<b>Bilkent Üniversitesi</b>	<b>1992</b>
YMF 3	III. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Seminerleri	Ankara Üniversitesi	1993
YMF 4	<b>IV Yoğun Madde Fiziği - Ankara Seminerleri</b>	<b>Hacettepe Üniversitesi</b>	<b>30 Kasım 1994</b>
YMF 5	Yoğun Madde Fiziği - Ankara Seminerleri V	Ortadoğu Teknik Üniversitesi	7 Mart 1997
YMF 6	<b>Yoğun Madde Fiziği - Ankara Seminerleri VI</b>	<b>Gazi Üniversitesi</b>	<b>28 Kasım 1997</b>
YMF 7	Yoğun Madde Fiziği - Ankara Seminerleri VII	Bilkent Üniversitesi	30 Kasım 1998
YMF 8	<b>8. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı</b>	<b>Bilkent Üniversitesi</b>	<b>9 Kasım 2001</b>
YMF 9	9. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	Bilkent Üniversitesi	20 Aralık 2002
YMF 10	<b>10. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı</b>	<b>Hacettepe Üniversitesi</b>	<b>14 Kasım 2003</b>
YMF 11	11. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	Gazi Üniversitesi	3 Aralık 2004
YMF 12	<b>12. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı</b>	<b>Ankara Üniversitesi</b>	<b>18 Kasım 2005</b>
YMF 13	13. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	Ortadoğu Teknik Üniversitesi	3 Kasım 2006
YMF 14	<b>14. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı</b>	<b>Hacettepe Üniversitesi</b>	<b>2 Kasım 2007</b>
YMF 15	15. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	Bilkent Üniversitesi	7 Kasım 2008
YMF 16	<b>16. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı</b>	<b>Gazi Üniversitesi</b>	<b>6 Kasım 2009</b>
YMF 17	17. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	Ankara Üniversitesi	5 Kasım 2010
YMF 18	<b>18. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı</b>	<b>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</b>	<b>25 Kasım 2011</b>
YMF 19	19. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı	Bilkent Üniversitesi	20 Aralık 2013
YMF 20	<b>20. Yoğun Madde Fiziği - Ankara Toplantısı</b>	<b>Hacettepe Üniversitesi</b>	<b>26 Aralık 2014</b>





<b>YMF21 PROGRAMI</b>		
08:30 - 08:55	<b>Kayıt</b>	
08:55 - 09:00	<b>Açılış Konuşması: Prof. Dr. Süleyman ÖZÇELİK (Gazi Üniversitesi)</b>	
<b>1. Oturum</b>		
<b>Oturum Başkanı: Prof. Dr. İbrahim Halil MUTLU (Akdeniz Üniversitesi)</b>		
09:00 - 09:20	Ç01	Prof. Dr. Bekir AKTAŞ (Gebze Teknik Üniversitesi) "Spin Dalga Rezonansı ile İncelenen Manyetik Filmlerin Spin Dinamiği"
09:20 - 09:40	Ç06	Doç. Dr. H. Emrah ÜNALAN (ODTÜ) "Silisyum Nanotellerin Optoelektronik Uygulamaları"
09:40 - 10:00	Ç12	Dr. Ceren TAYRAN (Gazi Üniversitesi) "Nano ölçekte sürtünmenin ilk-prensipiler ile incelenmesi: Grafen üzerinde grafen parçacıkları"
10:00 - 10:15	S01	Prof. Dr. Nejat BULUT (İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü) "Vitamin B <sub>12</sub> 'nin elektronik yapısı ve manyetik özellikleri"
10:15 - 10:45	<b>ÇAY ARASI</b>	
<b>2. Oturum</b>		
<b>Oturum Başkanı: Prof. Dr. Muhammet YILDIRIM (Atatürk Üniversitesi)</b>		
10:45 - 11:05	Ç02	Prof. Dr. Oğuz GÜLSEREN (Bilkent Üniversitesi) "Konumu oynamış grafende gözlenen moiré desenlerinin elektronik özellikleri ve van Hove tekilliklerinin incelenmesi"
11:05 - 11:25	Ç07	Doç. Dr. Nurdan SANKIR DEMİRCİ (TOBB-ETU) "İndiyum Sülfür ve Bakır İndiyum Sülfür İnce Filmlerin Fotoelektrokimyasal Güneş Pillerinde Kullanımı"
11:25 - 11:45	Ç10	Yrd. Doç. Dr. Recep ZAN (Niğde Üniversitesi) "Grafen ve Diğer İki Boyutlu Malzemelerin Elektron Mikroskobu ile İncelenmesi"
11:45 - 12:00	S02	Gizem DURAK YÜZÜAK (Ankara Üniversitesi) "Nadir yer elementi içermeyen yeni kalıcı mıknatıslar: Hf-Co ince filmler"
12:00 - 13:30	<b>ÖĞLE YEMEĞİ</b>	
<b>3. Oturum</b>		
<b>Oturum Başkanı: Prof. Dr. Yalçın ELARMAN (Ankara Üniversitesi)</b>		
13:30 - 13:50	Ç13	Dr. Nihan AKIN (Gazi Üniversitesi) "ZnO Tabanlı UV Dedektörler"
13:50 - 14:10	Ç08	Yrd. Doç. Dr. Bora KALKAN (Hacettepe Üniversitesi) "GeSe <sub>4</sub> Kalkojen Cam: Yüksek Basınç Altında Amorf-Amorf Faz Geçişi ve Metalikleşme"
14:10 - 14:30	Ç09	Yrd. Doç. Dr. Dündar YILMAZ (Zirve Üniversitesi) "Aromatik Poliamidleri Reaktif Moleküler Dinamik Simülasyonları ile Atomistik Ölçekte Modellemek"
14:30 - 14:50	Ç11	Dr. Ayşe Gökçe Özbay (Boğaziçi Üniversitesi) "Yeni Nesil Üç Boyutlu Manyetik Bellek Uygulamalarında Yatay ve Dikey Veri Transferi"
14:50 - 15:05	S03	Dr. Rifat Onur UMUCALILAR (Koç Üniversitesi) "Yapay Manyetik Alan Altındaki Fotonik Sistemlerde Çok Parçacık Fiziği"
15:05 - 15:35	<b>ÇAY ARASI</b>	
<b>4. Oturum</b>		
<b>Oturum Başkanı: Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK (Gazi Üniversitesi)</b>		
15:35 - 15:55	Ç04	Doç. Dr. Halime Gül YAĞLIOĞLU (Ankara Üniversitesi) "Vanadyum Oksit İnce Filmlerde Yapıdaki Oksijenin ve Kristallenmenin Doğrusal Olmayan Optik Özelliklere Etkisi"
15:55 - 16:15	Ç05	Doç. Dr. Alev Devrim GÜÇLÜ (İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü) "Zikzak grafen kenarlarında Wigner kristalleşmesi"
16:15 - 16:35	Ç03	Doç. Dr. Hümeysra ÇAĞLAYAN (Abdullah Gül Üniversitesi) "Düşük indisli malzemeler ve nanofotonik uygulamaları"
16:35 - 16:50	S04	Vedat KARAKAŞ (Boğaziçi Üniversitesi) "Nano Ölçekli Asteroid Aygıtlarında Antivortekslerin Radyo Frekans Dinamiği"
16:50 - 17:05	S05	Özge BAYRAKLI (ODTÜ) "AgGa <sub>x</sub> In <sub>(1-x)</sub> Te <sub>2</sub> İnce Filmlerin Üretilmesi ve Aygıt Özelliklerinin Belirlenmesi"
17:05 - 17:15	SPONSOR FİRMA SUNUMU	
17:15	<b>POSTER ÖDÜL TÖRENİ</b>	
19:00	<b>AKŞAM YEMEĞİ</b>	



# ÇAĞRILI KONUŞMALAR



## Spin Dalga Rezonansı ile İncelenen Manyetik Filmlerin Spin Dinamiği

**B. Aktaş, R. Topkaya**

*Gebze Teknik Üniversitesi, Temel Bilimler Fakültesi, Fizik Bölümü, 41400, Gebze-Kocaeli*

Spin dalgaları teorik olarak Kittel ve Herring [1] tarafından ve daha sonra spin dalga rezonansı (spin wave resonance (SWR)) Amend ve Rado [2] tarafından önerilmiş ve bu alanda şimdiye kadar birçok çalışma yapılmıştır [3, 4]. Kittel [5], uygun sınır koşulları sağlandığında SWR modlarının rf alanı tarafından uyarıldığını önerdi. Buna göre filmin gövdesindeki spinler sürücü kuvvetin etkisiyle presesyon hareketi yapmaya zorlanırken filmin kalınlığı boyunca mıknatıslanmadaki homojensizlik ve yüzey anizotropisinden dolayı, yüzey spinleri filmin sınırlarında sabitlenir (pinning). Böylece spin dalgaları uyarılmış olur.

Bu çalışmada manyetik malzemelerdeki ferromanyetik spin davranışları temelden başlayarak ele alınmış ve oluşacak spin dalgaları hem teorik ve hem de deneysel olarak ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Manyetik filmlerin spin dinamiğini tanımlayabilmek için teoriye, genel manyetik enerji terimleri (Zeeman, demıknatıslanma, manyetokristal, exchange stiffness, exchange anizotropisi, yüzey anizotropisi ve katmanlararası exchange etkileşmesi...)

eklendi. Manyetik ince ve çok katlı filmlerin ara yüzey ve yüzeylerindeki sınır koşulları ile uyumlu hareket denklemleri türetildi. Bu hareket denklemleri çerçevesinde SWR spektrumlarının simülasyonunu yapabilmek için Gilbert tipi sönüm terimi kullanıldı. Manyetik çok katlı filmler için geliştirilen teorinin hacimsel boyutlu malzemeler için de kullanılabilceği gösterildi.

SWR spektrumları güçlü bir şekilde  $dc$  mıknatıslanmanın denge yönüne bağlıdır. Manyetik alan artarken, denge yönü devamlı değişir. O nedenle SWR spektrumunun kaydedilmesi esnasında, uygulanan dış manyetik alanın her değeri için spin vektörlerinin denge yönü hesaplanmalıdır. Fakat, bilgisayar hızı yeterli olmadığından dolayı çok katlı filmlerin analiz süresi artmaktadır. Bu nedenle, bu analiz sürecini hızlandırmak için yeni bir teknik ve algoritma geliştirildi. Geliştirilen teori birçok malzemeye uygulandı. Malzemelerin manyetik parametrelerini belirleyebilmek için, SWR tekniğinin çok uygun olduğu gösterildi.

### **Kaynakça**

1. C. Herring, C. Kittel, "On the Theory of Spin Waves in Ferromagnetic Media", Physical Review, 81 (5), 869-880 (1951).
2. W. S. Ament, G. T. Rado, "Electromagnetic Effects of Spin Wave Resonance in Ferromagnetic Metals", Physical Review, 97 (6), 1558-1566 (1955).
3. B. Aktas, Y. Öner, H. Z. Durusoy, "A spin-wave resonance study on reentrant NiMn films", Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 119 (3), 339-352 (1993).
4. M. Özdemir, B. Aktaş, Y. Öner, T. Sato, T. Ando, "A spin-wave resonance study on reentrant Ni77Mn23 thin films", Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 164 (1-2), 53-60 (1996).
5. C. Kittel, "Excitation of Spin Waves in a Ferromagnet by a Uniform rf Field", Physical Review, 110 (6), 1295-1297 (1958).

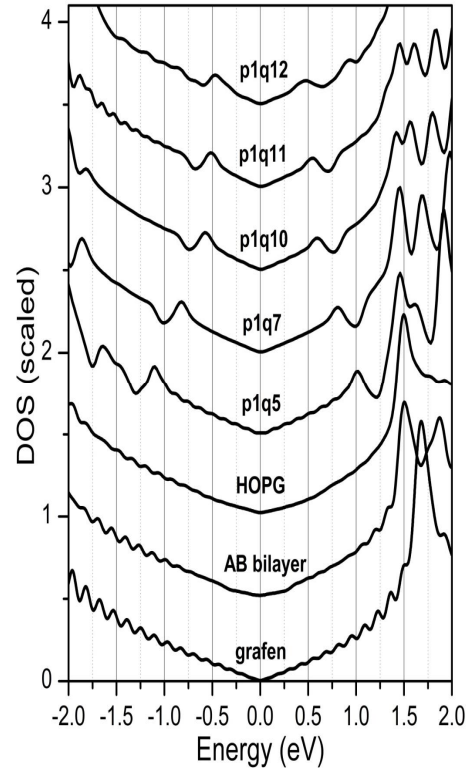
## Konumu Oynamış Grafende Gözlenen Moiré Desenlerinin Elektronik Özellikleri ve van Hove Tekilliklerinin İncelenmesi

Hüseyin Şener Şen ve Oğuz Gülseren

Bilkent Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

Grafen, son derece odaklı olarak yığılmış tabakalı bir yapı olan grafitin (HOPG) ayrılmış tek katmanı olarak tarif edilebilir. Tabakalar arasındaki bağlanma zayıf van der Waals etkileşmesi ile sağlandığından dolayı en üst tabaka kolayca kimyasal ya da mekanik yollarla döndürülebilir veya kaydırılabilir. En üst katmanın alttaki tabakalara göre dönmesiyle **moiré** deseni olarak adlandırılan periyodu dönme açısına bağlı olarak değişen “süper periyodik” yapılar oluşmaktadır. Bu çalışmada, konumu oynamış grafende gözlenen moiré desenlerinin elektronik özellikleri ve bant yapısında oluşan yeni van Hove tekillikleri yoğunluk fonksiyoneli teorisine dayanan ilk prensip hesaplamalar ile çalışıldı. Yaptığımız elektronik yapı hesaplamaları moiré desenli sistemlerin bant yapılarının, örneğin grafende Brillouin bölgesi K noktasında bulunan Dirac konisinin korunması gibi bükülmüş iki katmanlı grafen sisteminin bant yapısının temelde parmak izlerini taşımasının yanı sıra bir takım yeni ve ilginç özelliklerin ortaya çıktığını göstermiştir. Dönme açısına bağlı olarak moiré desenli sistemlerin bant yapılarında yeni doğrusal ve hatta düz bantların ortaya çıkmasının yanı sıra yeni van Hove tekillikleri oluştuğunu yaptığımız bant yapısı hesapları göstermiştir.

Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar dönmüş grafen / HOPG sisteminde gözlenen moiré desenlerinin sebebinin sadece elektronik ya da yapısal kökenli olmadığını, her iki etkinin katkısının olduğunu göstermektedir.



Şekil 1: Dönme açısına bağlı olarak moiré desenli sistemlerin bant yapılarında van Hove tekillikleri oluşumu

En önemlisi elde etmiş olduğumuz sonuçlar literatürün ötesinde bu sistemlerde ki yeni van Hove tekilliklerinin farklı dönme açılarında karşılık gelen kendi bant yapılarında ortaya çıkan farklı kökenleri olduğunu göstermektedir.

### Kaynakça

1. Dilek Yıldız, H. Şener Şen, Oğuz Gülseren, and Oğuzhan Gürlü, “Apparent corrugation variations in moiré patterns of dislocated graphene on Highly Oriented Pyrolytic Graphite and the origin of the van Hove singularities of the moiré system”, [arXiv:1502.00869](https://arxiv.org/abs/1502.00869) (<http://arxiv.org/abs/1502.00869>) (2015).

## Düşük İndisli Malzemeler ve Nanofotonik Uygulamaları

**Hümevra Çağlayan**

*Abdullah Gül Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Kayseri*

Dielektrik sabiti (permittivity) sifira yakın veya çok yüksek olan genel olarak ekstrem parametrelere sahip metamalzemeler son zamanlarda ilgi oldağı olan konulardan biridir. Elektromanyetik dalgaları malzemenin özelliklerini (dielektrik sabiti gibi) değıştirerek kontrol etmek, pek çok yeni aygıt ve bileşeni elde etmemize fırsat sağlar. Bu konuşmada, düşük indisli ( $n \approx 0$ ) olan malzemeleri ve bunların

nanofotonik uygulamalarını tanıtacağım. Ayrıca, bu yapıların ortaya koyduğu ilginç özellikler sayesinde böyle bir ortamda bulunan kuantum yayıclarından elde edilen ışımının eşuyum (coherence) değerindeki değışimden ve bu yapılardan elde edilebilecek süperışımadan bahsedeceğim.



## Vanadyum Oksit İnce Filmlerde Yapıdaki Oksijenin ve Kristallenmenin Doğrusal Olmayan Optik Özelliklere Etkisi

U. Kürüm<sup>1</sup>, Halime Gül Yaglıoğlu<sup>1</sup>, B. Küçüköz<sup>1</sup>, R. M. Oksuzoğlu<sup>2,3</sup>, M. Yıldırım<sup>2</sup>, A. M. Yağcı<sup>2</sup>,  
C. Yavru<sup>2</sup>, S. Özgün<sup>2</sup>, T. Tıraş<sup>4</sup> ve A. Elmali<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06100, Ankara  
<sup>2</sup> Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, 26470,  
Eskişehir

<sup>3</sup> Türk-Alman Üniversitesi, Fen Fakültesi, 34820, İstanbul

<sup>4</sup> Anadolu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik, Bölümü 26555, Eskişehir

Bu konuşmada, nano yapıdaki Vanadyum Oksit ( $VO_x$ ) ince filmlerde yapıdaki oksijenin ve kristallenmenin doğrusal olmayan optik özelliklere etkisi üzerine araştırma grubumuz tarafından yapılan çalışmalardan bahsedilecektir. Vanadyum Oksit, sıcaklıkla (termal yolla), basınçla veya ultra hızlı atmalarla (termal olmayan) faz değişimine uğrayarak yalıtkan (yarıiletken) durumdan iletken duruma geçme özellikleri sayesinde birçok teknolojik uygulama alanlarında kullanılmaktadır.

İlk olarak,  $VO_2$ ' in ultra hızlı enerji geçiş dinamiklerinin beyaz ışın kullanan ultra hızlı pompa-gözlem spektroskopisi ile incelenmesi hedeflenmiştir. Bunun için enerji bant aralığının açılarak görünür bölge civarlarına getirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, atmalı DC reaktif püskürtme yöntemleriyle ortalama parçacık çapları sırası ile  $22 \pm 0.1$  nm ve  $44 \pm 0.1$  nm olan amorf ve kristal  $VO_2$  nano yapıları hazırlanmıştır. Hazırlanan nano yapıları amorf ve kristal yapıları  $VO_2$  filmlerin ikili bant aralığına sahip oldukları görülmüştür (amorf filmler için 2.3 eV,  $< 0.6$  eV; kristal filmler için 1.3 eV, 1.8 eV). Bant aralığının artırılabilmesi sayesinde foto uyarılmış faz geçişi, spektrumun infrared bölgesinden görünür bölgeye kaydırılmış ve beyaz ışın ultra hızlı pompa-gözlem spektroskopisi deneyleri yapılabilmektedir.

### Teşekkür:

Bu çalışma 111T351 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. Ulas Kürüm, H. G. Yaglıoğlu, Betül Küçüköz, R. Mustafa Oksuzoğlu, Yıldırım Mustafa, A. Murat Yağcı, Pekdemir Sami, Ayhan Elmali, Optics Communications, 333, 109-114 (2014).
2. U. Kurum, H. G. Yaglıoğlu, B. Küçüköz, R. M. Oksuzoğlu, M. Yıldırım, A. M. Yağcı, C. Yavru, S. Özgün, T. Tıraş, A. Elmali, Journal of Optics, 17, 015503 (2015).

Deneyler, literatürde olduğu düşünülen foto uyarımlı faz ile ilişkili olan uzun ömürlü, düşük enerjili dengede olmayan enerji seviyesinin varlığını kanıtlamıştır [1].

Daha sonra  $VO_x$ ' lerde yapıdaki oksijenin ultra hızlı enerji geçiş dinamiklerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bunun için, yine atmalı DC reaktif püskürtme yöntemleriyle iki farklı Ar:O<sub>2</sub> gaz akış oranında filmler hazırlanmış ve bu filmler vakumda ve farklı O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> atmosferlerinde tavlama yapılmıştır. Deneyler,  $VO_x$  filmlerinin yapımındaki oksijen oranından bağımsız olarak tavlama işlemleri sırasındaki oksijen oranının dikkatli bir şekilde değiştirilmesi ile sadece yalıtkan-metal faz geçişinin değil, doğrusal olmayan tepkilerin hem dalga boyu aralığının (infrared bölgeden görünür bölgeye) hem de zaman skalalarının (nanosaniyelerden femtosaniyelere) ayarlanabileceğini göstermiştir. Üretilen  $VO_2$  nano yapıları filmlerin foto uyarımlı faz geçiş özelliğinden dolayı görünür bölgedeki yansımalarında değişiklik olmuştur. Sonuçlar, nano yapıları oksit sistemlerin elektrik, optik ve ultra hızlı optik tepkilerinin kontrol edilebilmeleri için kolay ve daha etkili bir yöntem sunmuştur [2].

## Zikzak Grafen Kenarlarda Wigner Kristalleşmesi

A. Devrim Güçlü

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fizik Bölümü, 35430, İzmir

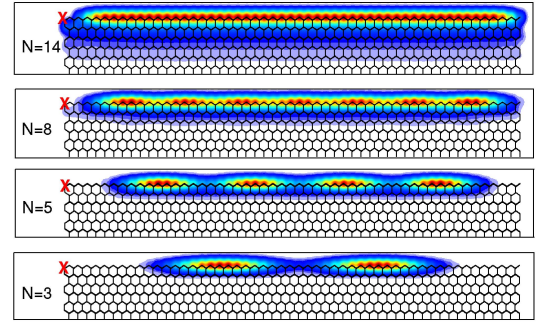
Bu çalışmada zikzak grafen kenarlarda Wigner kristalleşmesi ve buna bağlı olarak manyetik durum geçişlerini konfigürasyon-etkileşim metoduyla elektron yoğunluğu cinsinden inceledik.

Bir elektron gazında, elektron yoğunluğu azaltıldıkça Coulomb etkileşimi kinetik enerjiyi aşar ve elektronlar klasik pozisyonlarında lokalize olurlar. Sistemin iki limit durumu, yüksek yoğunlukta Fermi sıvısı ve düşük yoğunlukta Wigner kristali, iyi bilinmesine rağmen bu iki durum arasındaki faz geçişi karmaşık bir çok-parçacık problemidir. Fermi sıvısından Wigner katısına faz geçişi farklı geometri ve boyutluluklarda elektron gazı sistemleri için daha önce incelenmiş olmasına rağmen[1-4] grafen yapılarında bu yöndeki çalışmalar kısıtlıdır[4].

Grafen yapıların zikzak kenarlarında bulunan elektronlar Wigner kristalleşmesi için uygun bir çok-parçacık sistemi oluştururlar. Bunu sebebi, zikzak kenarların yassı bir enerji bandına yol açmasıdır. Dolayısıyla kenarlarda bulunan elektronların göreceli kinetik enerjileri sıfırdır ve sistemde Coulomb enerjisi baskın bir rol üstlenir.

Bu çalışmada sıkı-bağlama ve konfigürasyon etkileşimi tekniklerini birlikte kullanarak Wigner kristalleşmesinin zikzak grafen kenarlarda  $0.8 \text{ nm}^{-1}$  kadar yüksek yoğunluklarda bile oluşabildiğini gösterdik. Wigner kristalleşmesinin oluşumunu incelemek için eş-korelasyon fonksiyonlarını, yani koşullu olasılık

yoğunluklarını hesapladık. Şekil 1'de gösterilen elektron sayısı  $N$ 'e bağlı eş-korelasyon fonksiyonlarında sabit elektronun pozisyonu kırmızı çarpı işaretiyle gösterilmektedir. Toplam elektron sayısı düştükçe sabit elektronun varlığı yüzünden diğer elektronların da klasik pozisyonlardaki lokalizasyonu gittikçe artmaktadır. Yüksek yoğunluklarda, yani sistemin nötr şarj olduğu durumlarda ( $N=14$ ) ise Wigner kristalleşmesi gözlenmemektedir.



**Şekil 1:** Grafen kenar durumlarının elektron sayısı  $N$  cinsinden eş-korelasyon fonksiyonu. Sabit elektronun pozisyonu kırmızı çarpı işaretiyle gösterilmiştir. Yoğunluk düştükçe Wigner lokalizasyonunun oluştuğu görülmektedir.

Ayrıca, sistemin manyetik durumlarını ve lokalize olmuş komşu elektronlar arası spin-spin korelasyon fonksiyonlarını da inceledik ve spin korelasyonlarının Wigner kristalleşmesine kuvvetli bir şekilde bağlı olduğunu gösterdik.

**Teşekkür:**

Bu çalışma 114F331 nolu 1001 projesi ile TÜBİTAK tarafından ve BAGEP programı çerçevesinde Bilim Akademisi tarafından desteklenmiştir.

**Kaynakça**

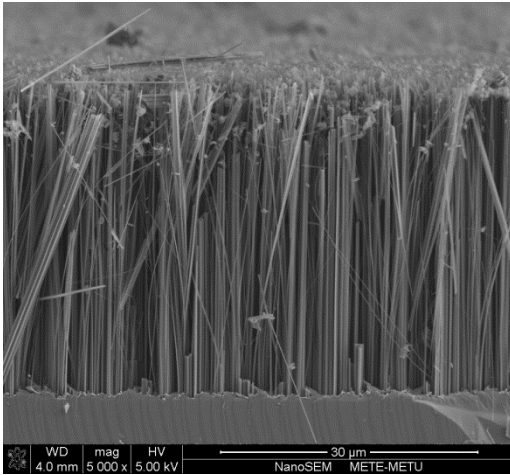
1. B. Tanatar ve D. M. Ceperley, Phys. Rev. B **39**, 5005 (1989).
2. A. Ghosal, A.D. Güçlü, C.J. Umrigar, D. Ullmo, H.U. Baranger, Nature Phys, **2**, 336 (2006).
3. A.D. Güçlü, A. Ghosal, C.J. Umrigar, H.U. Baranger, Phys. Rev. B, **77**, 041301R (2008).
4. A.D. Güçlü, arxiv:1510.05913 (2015).

## Silisyum Nanotellerin Optoelektronik Uygulamaları

**Hüsnü Emrah Ünal**

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara  
Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (GÜNAM), 06800,  
Ankara*

Yarıiletken sanayiinin en önemli bileşeni olan silisyum, nanotel formunda da son yıllarda araştırmacıların yoğun ilgisini çekmektedir. Laboratuvarımızda dik hizalı silisyum nanoteller metal destekli kimyasal dağlama (MDKD) yöntemiyle üretilmektedir. Bu yöntemde, üretilen nanoteller (Şekil 1) başlangıç altlığının aşılama türü, aşılama miktarı, kristal yönelimi gibi neredeyse her özelliğine sahip olmaktadır. Ayrıca, kullanılan yöntem düşük sıcaklıklarda gerçekleşmektedir, ekonomiktir, çözelti esaslıdır ve oldukça basittir.



**Şekil 1:** Laboratuvarımızda üretilen silisyum nanotellerin SEM görüntüsü.

Konuşmam altı başlık altında toplanmaktadır. İlk olarak MDKD yöntemiyle silisyum nanotel üretimine ilişkin yürüttüğümüz parametrik çalışma

ile başlayacağım. Altlık yüzeyine dik hizalı nanotellerin en önemli özelliklerinden birisi kayda değer yansımayı önleyici davranışlarıdır. Optik yansıma ölçümlerinde parlatılmış başlangıç altlığı %42 geri yansıma yaparken, hizalı nanotellerin yüzey üzerinde üretimi ile bu değer %1'e kadar düşmektedir. Bu doğrultuda ikinci olarak silisyum nanotelleri kullanarak ürettiğimiz homoeiklemlili ve heteroeiklemlili güneş gözelerinden bahsedeceğim. Üçüncü olarak, dik hizalı silisyum nanoteller üzerine kaplanan tamamlayıcı yarıiletken ince filmlerle yaptığımız fotodiyotların üretiminden ve karakterizasyonundan kısaca bahsedeceğim. Dördüncü başlıkta bir diğer uygulamamız olan silisyum nanotellerin üretildikleri altlıktan alınarak ince film şekline getirilerek bir başka altlık üzerine kaplanması sonrası metal-yarıiletken-metal yapısındaki fotoalgılayıcı aktif tabaka olarak kullanılmasından söz edeceğim. Söz konusu cihazlar hem yarı saydam, mekanik olarak esnek ve tamamıyla tersinir özellikler göstermektedir. Beşinci olarak gümüş nanoparçacıklar kullanarak dik hizalı silisyum nanotellerin plasmonik olarak geliştirilmesi konusunda elde ettiğimiz sonuçları paylaşacağım. Altıncı ve son olarak kimyasal olarak incelediğimiz silisyum altlıklarda oluşan optik kayıpları azaltmak adına söz konusu altlıklar üzerinde ürettiğimiz dik hizalı nanotellerden ve bu şekilde üretilen güneş gözelerinden elde ettiğimiz sonuçlardan bahsederek konuşmamı sonlandıracağım.

## İndiyum Sülfür ve Bakır İndiyum Sülfür İnce Filmlerin Fotoelektrokimyasal Güneş Pillerinde Kullanımı

Nurdan Demirci Sankir\*, Ahmet Selim Han, Emre Yaralı, Erkan Aydın, Pelin Kömürcü, Levent Semiz

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği, 06560, Ankara

\* [nsankir@etu.edu.tr](mailto:nsankir@etu.edu.tr)

Artan enerji ihtiyacı, fosil yakıtların çevreye verdiği zararlar ve geleneksel enerji kaynaklarının bölgesel bağımlılıkları gibi sebeplerden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam elektrik enerjisi üretimine olan katkısı hızla artmaktadır. Fotoelektrokimyasal güneş pilleri bu alanda nispeten daha yeni bir uygulama olup, güneş enerjisi kullanılarak suyun hidrolizi ile hidrojen elde edilmesini sağlar [1]. Hidrojen efektif bir enerji taşıyıcısı olup direkt olarak yakıt pillerinde kullanılabilir veya depolanır.

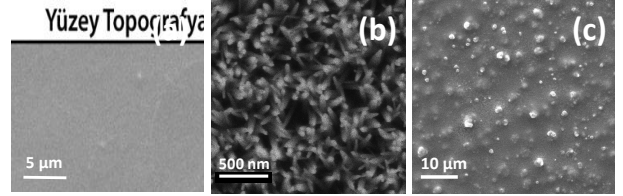
Bu çalışmada kalkojen (indiyum sülfür,  $In_2S_3$ ) ve kalkoprit (bakır-indiyum-sülfür,  $CuInS_2$ ) yarıiletken ince filmlerin fotoelektrokimyasal güneş pillerinde kullanımı sunulmuştur. Araştırmalarımız bu yarıiletkenlerin maliyet etkin bir yöntem olan sprej piroliz ile cam alttaşlar üzerine kaplanması konusunda yoğunlaşmıştır. Sprej piroliz kimyasal tabanlı bir üretim yöntemi olup, ince filminin yapılması hedeflenen malzemenin kimyasal tuzlarını içeren solüsyonun püskürtücü bir başlık ile önceden ısıtılmış alttaş üzerine yollanması ile çalışır [2]. Termal olarak bozulan ve reaksiyona giren malzemeler özellikle kullanılan solüsyonun sitokyometrisine ve alttaş sıcaklığına bağlı olarak yarıiletken filme dönüşür.

Şekil 1’de fotoaktif elektrot olarak kullanılan üç farklı yarıiletkenin taramalı elektron mikroskobu görüntüleri verilmiştir. Bu elektrotların güneş enerjisini suyun hidrolizi (hidrojen elde edilmesi) için gerekli olan enerjiye çevirme verimleri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır;

$$\eta(\%) = J_p \left[ \frac{E_{rev}^0 - |E_{app}|}{I_0} \right] \times 100 \quad (1)$$

burada  $J_p$  ( $A/cm^2$ ) fotoakım yoğunluğu,  $J_p E_{rev}^0$  toplam elde edilen güç,  $J_p |E_{app}|$  uygulanan elektrik gücü,  $I_0$  ise ışık güç yoğunluğudur ( $W/cm^2$ ).  $E_{rev}^0$  ise suyun hidrolizi için gerekli olan potansiyeldir (1,23 V) [3].

Tablo 1,  $In_2S_3$  ve  $CuInS_2$  elektrotların verimlerini ( $\eta$ ), kısa devre akım yoğunluklarını ( $J_{sc}$ ) ve açık devre potansiyellerini ( $E_{oac}$ ) göstermektedir. Bu tablodan da anlaşılacağı üzere solar-hidrojen elde etme verimi elektrot yüzey alanı ve malzeme özellikleri doğrudan bağlıdır.



Şekil 1: a) ITO cam üzerine kaplanmış  $In_2S_3$ , b) ZnO nanoçubuk üzerine kaplanmış  $In_2S_3$  ve c) ITO üzerine kaplanmış  $CuInS_2$  ince filmlerin SEM görüntüleri

$In_2S_3$  ve  $CuInS_2$  tabanlı foto-elektrotların üretimi, özellikleri ve fotoelektrokimyasal güneş pili performanslarına dair detaylı bilgiler sunumda verilecektir.

Tablo 1:  $In_2S_3$  ve  $CuInS_2$  tabanlı foto-elektrotların kısa devre akım yoğunluğu, açık devre potansiyelleri ve verim değerleri.

	$J_{sc}$ ( $mA/cm^2$ )	$E_{oac}$ (V)	$\eta$ (%)
ITO- $In_2S_3$	2,0	-0,9	1,9
ITO-ZnO nw- $In_2S_3$	2,9	-1,0	2,8
ITO- $CuInS_2$	6,9	-0,8	6,3

### Teşekkür:

Bu çalışma 114F360 nolu proje ile Tübitak tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. M. Grätzel, "Photoelectrochemical cells", Nature, 414, 338-344 (2001).
2. N. D. Sankir, E. Aydın, E. Ugur, M. Sankir, "Spray Pyrolysis of zNano-structured Optical and Electronic Materials", Advanced Functional Materials (Advanced Materials Book Series) Editor: Ashutosh Tiwari and Lokman Uzun, WILEY-Scrivener Publishing, USA (2015).
3. S. U. M. Khan, M. Al-Shahry, W. B. Ingler, Jr, "Efficient Photochemical Water Splitting by a Chemically Modified n-TiO<sub>2</sub>", Science, 297, 2243 (2002).



## GeSe<sub>4</sub> Kalkojen Cam: Yüksek Basınç Altında Amorf-Amorf Faz Geçişi ve Metalikleşme

**Bora Kalkan<sup>1,2</sup>, Ranga P. Dias<sup>3</sup>, Choong-Shik Yoo<sup>3</sup>, Simon M. Clark<sup>4</sup>, Sabyasachi Sen<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara

<sup>2</sup>Lawrence Berkeley National Laboratory, Advanced Light Source, 94720, Berkeley, CA, USA

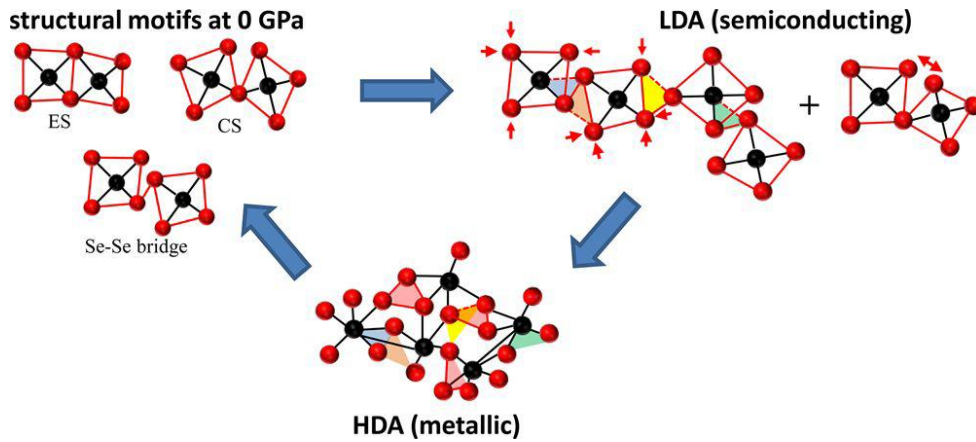
<sup>3</sup>Washington State University, Department of Chemistry and Institute for Shock Physics, 99164, Pullman, Washington, USA

<sup>4</sup>Macquarie University, Department of Earth and Planetary Sciences, 2232, Sydney, NSW, Australia

<sup>5</sup>University of California-Davis, Department of Chemical Engineering and Materials Science, 95616, Davis, CA, USA

Periyodik cetveldeki grup IV-VI elementlerinin oluşturduğu dar band kalkojen camlar, fotonik ve telekomünikasyon gibi alanlardaki kapsamlı teknolojik uygulamalar için önemlidir. Farklı stokiyometrideki kalkojen bileşiklerin eldesi ile gelişen malzeme mühendisliği, sadece optik, elektronik ve mekanik özelliklerin kompozisyona bağlı olarak değişmediğini, aynı zamanda kısa ve orta erimli atomik düzenle ilgili topolojinin de değişim gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Oldukça geniş stokiyometri aralığında cam eldesine izin veren ikili Ge-Se kalkojenleri, atomik yapı-fiziksel özellik ilişkisini araştırmak için kullanılan model sistemlerden biridir. Tetrahedral düzenlenimin yaygın olduğu Ge-Se kalkojenlerde basınç altında malzeme yoğunluğundaki belirgin değişim, yapıdaki boşluklarla ilişkilendirilir. Fakat bu değişimin mekanizması ve fiziksel özellikler üzerindeki etkisinin anlaşılması hala bazı bilimsel çalışmalara konu olmaktadır. Bu çalışmada malzeme yoğunluğundaki değişim ve karşı gelen

fiziksel özellikler 0-32.5 GPa basınç aralığında gerçekleştirilen sinkrotron x-ışını kırınımı, Raman spektroskopisi, elektriksel direnç ölçümleri ve 3D Monte-Carlo yapı modellemeleri ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, 10-15 GPa basınç aralığında, düşük yoğunluklu yarıiletken amorf fazı ile yüksek yoğunluklu metalik amorf fazı arasında tersinir faz geçişini göstermektedir. Bu iki ayrı faz, özgül basınç-hacim (P-V) hal denklemleri ve yoğunlaşmanın yapısal mekanizmaları ile karakterize edilmiştir. Düşük yoğunluklu yarıiletken faz için yoğunlaşma mekanizması ikincil derece komşuluktaki atomların yaklaşması ve tetrahedral yapıdaki düzenlenimin kenar-paylaşımlı halden köşe-paylaşımlı yönünde artışı ile açıklanmıştır. Yüksek yoğunluklu metalik faz ise, Ge ve Se atomlarının en yakın komşuluğundaki koordinasyon sayısının artışı ve komşu polihedraller arası oluşan Ge-Ge bağlarının basınç etkisi ile yoğunlaşmaktadır.



**Teşekkür:** Yüksek basınç altında sinkrotron x-ışını kırınımı deneylerindeki yardımlarından dolayı Advanced Light Source (Berkeley, CA, USA) BL12.2.2 yüksek basınç demetyolu çalışanlarına teşekkür ederiz. Bu çalışmanın UC Davis'te yürütülen kısmı NSF Grant DMR-1104869 projesi kapsamında desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. B. Kalkan, R. P. Dias, C-S. Yoo, S. M. Clark, S. Sen, "Polyamorphism and pressure-induced metallization at the rigidity percolation threshold in densified GeSe<sub>4</sub> glass", J. Phys. Chem. C, **118**, 5110-5121 (2014).

## Aromatik Poliamidlerin Reaktif Potansiyeller ile Modellenmesi

**Dündar Yılmaz**

*<sup>1</sup>Zirve Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Gaziantep*

PPTA (poly p-phenylene terephthalamide) ya da yaygın bilinen adıyla Kevlar aromatik poliamidlerden birisidir. 1960'da bulunmasından itibaren bu polimerden üretilen fiberler üstün mekanik özellikleri ve ısı dayanımları nedeniyle ilgi çekmişlerdir. PPTA fiberleri emniyet kemerlerinden kurşun geçirmez yeleklere bir çok farklı alanda kullanılmaktadır. Özellikle balistik uygulamalarda hafif olması ve yüksek kopma direnci büyük avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle PPTA liflerin kopuş mekanizmalarının atomistik ölçekte anlaşılması önem arz etmektedir. Bu amaçla organik sistemlerin simülasyonları için geliştirilmiş reaktif

potansiyelleri, PPTA liflerinin gerilme ve kopma mekanizmalarını moleküler dinamik simülasyonları ile araştırdık. Örgü yapıya sahip PPTA liflerinin gerilme modülünü (tensile modulus) kusurları da hesaba katarak hesapladık. Çekirdek-kabuk yapıdaki PPTA fiberlerinde kabuk kısmında örgü yapıda polimer zincirleri, çekirdek bölgesinde ise düzensiz yapıda zincirler bulunuyor. Çekirdek-kabuk (core-shell) yapıdaki liflerin gerilme modüllerinin yapıya nasıl bağlı olduğunu inceledik. PPTA fiberlerindeki polimer zincirlerinin örgü yapıda olmasının fiberin gerilme modülüne ve kopma direncine olan etkisini gösterdik.

## Grafen ve Diğer İki Boyutlu Malzemelerin Elektron Mikroskobu ile İncelenmesi

**Recep Zan**

*Niğde Üniversitesi, Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi, 51000, Niğde  
Niğde Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, 51000, Niğde*

Grafen karbon atomlarının bal peteği örgüsü oluşturacak şekilde dizildiği bir atom kalınlığında iki boyutlu atomik bir kristaldir [1]. Tek atom tabakasından oluşan grafen fulleren, karbon nanotüp ve grafit gibi diğer karbon formlarının yapı taşıdır. 2004 yılında ilk izole edilışinden bu yana grafen iki boyutlu malzemelere büyüyen ilginin merkezinde olmuş ve 2010 yılında A. Geim ve K. Novoselov'a Nobel Fizik Ödülünü kazandırmıştır.

Grafen bilinen en ince, en güçlü, en esnek, en yüksek ısı ve elektrik iletkenliği ve yüksek saydamlığa sahip olma gibi özellikleriyle öne çıkmaktadır [2]. Temel araştırmalarda kullanılmasının yanında, grafenin günümüz teknolojisinde kullanılan malzemelerin yerini alabileceği ve bunun yüksek performans, enerji verimliliği, esneklik ve sağlamlık sağlayacağı beklenmektedir. Grafen aynı zamanda gelecek elektronik, enerji depolama, fotonik, kompozite

malzemeler ve sensör teknolojileri için uygun ve umut veren bir malzemedir [3, 4].

Grafenin elektriksel, manyetik ve mekanik özellikleri literatürde daha yoğun çalışılmış olmasına karşın bu yapıların atomik düzeyde direkt olarak karakterize edilme zorluğu bu malzemelerin daha iyi anlaşılmasını sınırlamaktadır. Bu anlamda Taramalı/ Geçirimli Elektron Mikroskopisi (S/TEM) öne çıkmaktadır. S/TEM kullanılarak grafendeki her atomun görüntülenebilmesi, safsızlık atomlarının yerlerinin belirlenmesi ve tanımlamalarının yapılabilmesi, kristal kusurları, tabaka sayısı, dizilimleri ve oryantasyonları belirlenebilmektedir [5, 6]. Bu bağlamda, sunum grafenin S/TEM çalışmaları üzerine yoğunlaşacaktır.

### **Teşekkür:**

Bu çalışma FEB 2014-15-BAGEP nolu proje ile Niğde Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi ve Türkiye Bilimler Akademisi Genç Bilim İnsanlarını Ödüllendirme Programı (TUBA-GEBIP-2015) tarafından desteklenmektedir.

### **Kaynakça**

1. K. S. Novoselov et al., "Two-dimensional atomic crystals", PNAS, **102**, 30, (2005).
2. A. Geim and K. S. Novoselov, "The rise of graphene", Nature Materials, **6**, 183, (2007).
3. K. S. Novoselov et al., "A roadmap for graphene", Nature, **490**, 192, (2012).
4. A. Ferrari et al., "Science and technology roadmap for graphene related two-dimensional crystals and hybrid systems", Nanoscale, **7**, 11, (2015).
5. R. Zan et al., "Graphene Reknits Its Holes", Nano Letters, **12**, 3936, (2012).
6. R. Zan et al., "Control of Radiation Damage in MoS<sub>2</sub> by Graphene Encapsulation", ACS Nano, **7**, 10167, (2013).

## Yeni Nesil Üç Boyutlu Manyetik Bellek Uygulamalarında Yatay ve Dikey Veri Transferi

Aisha Gökçe Özbay<sup>1</sup>, Özhan Özatay<sup>1</sup>, Thomas Hauet<sup>2</sup>, Giovanni Finocchio<sup>3</sup>, Anna Giordano<sup>3</sup>, Jordan Katine<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fizik Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul

<sup>2</sup>Institut Jean Lamour, Nancy Université, Nancy, France

<sup>3</sup>Electronic Engineering, Industrial Chemistry and Engineering, University of Messina, Messina, Italy

<sup>4</sup>HGST, A Western Digital Company, San Jose, CA, United States

Yığın (bulk) halden nano boyutlara inildikçe malzemeler çok farklı özellikler sergileyebilir. Örneğin makro boyutta basitçe kuzey ve güney kutuplarından oluşan bir mıknatıs nano boyutlara indirildiğinde tek yönelimli (single domain) mıknatıslanmadan, vorteks, anti-vorteks ve baloncuklara (bubble) kadar çok farklı mikromanyetik konfigürasyonlar gösterebilir. Nano-boyutlarda inşa edilen cihazlar elektronun yalnız yük değil, spin özelliğinin de kullanımını mümkün kılar ve spin pompalaması, spin-transfer torku, spin filtreleme gibi pek çok farklı etkileşimlerle daha fonksiyonel cihazlar geliştirilmesine olanak sağlar. Spintronik aygıtlar son yıllarda özellikle manyetik rastgele erişim belleği (MRAM) uygulamaları, yüksek hassasiyetli manyetik sensör teknolojileri, bio-işaretleme ve kanser hücrelerinin tespiti gibi pek çok alanda mevcut ve potansiyel uygulamalarıyla artan verimlilik, küçültülebilirlik ve hassasiyet taleplerine cevap verebilecek önemli bir teknoloji olarak kendine yer edinmeye başlamıştır. Manyetik hafıza teknolojilerinde süperparamanyetik etki ile sınırlı küçültülebilirlik limiti önemli bir engel teşkil etmektedir. Spintronikteki gelişmeler bu konuda farklı yaklaşımlara olanak sağlamıştır. Bu tür hafızalarda veri depolama kapasitesini arttırmak amacıyla manyetik malzeme kaplı birden fazla disk kullanılır; ancak bu işlem çok sayıda oynar yazma/okuma gerektirdiğinden pek yer tasarrufu sağlamaz ve hız olarak da sınırlıdır. Bu alanda

yaptığımız çalışmalarda tek diskin üzerinde çoklu manyetik katmanlardan oluşan bir Üç Boyutlu (3B) manyetik hafıza ünitesi tasarlanmıştır. Tek okuma ve yazma başlığı kullanılan bu sistemde Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> aramalzeme olmak suretiyle manyetik katmanlar üst üste sırayla büyütülür ve şekillendirilir. Manyetik bilgi, her bir katmanda yer alan düzleme dik anizotropili manyetik nano-tel dizilerinin üzerindeki nano-büzcülerde (nano-constriction) yukarı veya aşağı mıknatıslanma şeklinde kaydedilir. En üst katmana bilgi yazılması manyetik bir uç tarafından ve bitin olduğu telden akım geçirilmesi ve sıfırlayıcı alanın düşürülmesi yoluyla sağlanırken, alt katmanlara bilgi yazılması bir ara bellek yardımıyla ve üst katmandaki telin manyetik alanının yine ilgili katmandaki telden akım geçirilmesi suretiyle empoze edilmesiyle sağlanır. Bu sunumda iki manyetik katmanlı örnek hafıza ünitelerinde dikey veri transferini gösterdiğimiz sonuçlarımızı paylaşacağız. Ayrıca nano-büzcüler arası yatay veri transferinin de bilgi yazıldıktan sonra telden çok kısa bir akım darbesi geçirilerek spin-transfer torku etkisiyle iletilebildiğini de göstereceğiz. Yapılan modellemeler ışığında nano-büzcüler arası veri transferi sırasında büzcüler arası adacıkta bir skyrmion-baloncuğu oluştuğu ve bilgi aktarımının bu baloncuğun adanın öbür ucuna hareket etmesi sonucunda ortaya çıktığı anlaşılmıştır. Elde ettiğimiz veriler, 3B-Manyetik Hafıza ünitelerinin uygulamaya konulmasında aracı olacak bulgulardır.

### **Teşekkür:**

Bu proje TUBITAK kariyer 112T205 nolu ve Boğaziçi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri 7560 nolu kontratlar kapsamında desteklenmiştir.



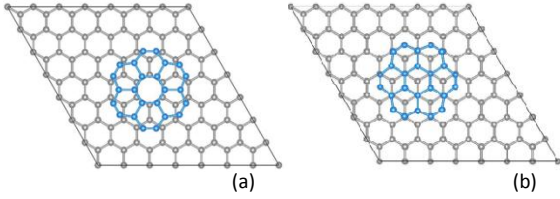
## Nano Ölçekte Sürtünmenin İlk-Prensipler ile İncelenmesi: Grafen Üzerinde Grafen Parçacıkları

Ceren Tayran<sup>1</sup>, Ceren Sibel Sayın<sup>2</sup>, Oğuz Gülseren<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

<sup>2</sup>Bilkent Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

Nano teknoloji geliştikçe nano düzeyde veya atomik seviyede işlemlerin yapılabilmesi için sürtünmenin aynı makroskobik düzeyde olduğu gibi atomik ölçekte de anlaşılması gerekir. Bu çalışma alanı “nano triboloji” olarak bilinmektedir. Şu ana kadar yapılan çalışmalarda AFM [1] ile yapılan deneyler moleküler dinamik metotlarla [2] açıklanmaya çalışılmıştır. Henüz atomik boyutlarda hesaplar çok gelişmiş değildir. Bu çalışmada yoğunluk fonksiyoneli teorisine dayanan ilk-prensip hesaplar ile atomik boyutlarda grafen parçacığı (24 C) ile sonsuz  $7 \times 7$  grafen yüzeyi arasındaki sürtünme kuvveti hesabı incelendi.

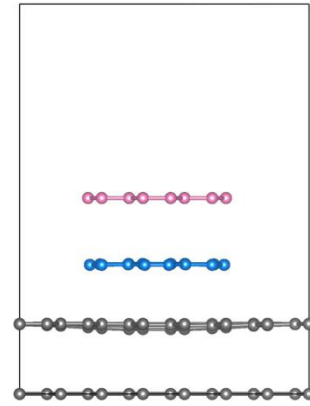


**Şekil 1:** (a) Grafen parçacığının  $30^\circ$  döndürülmesi (b) Grafen parçacığının AB istiflenmesi

Grafen yüzeyi üzerindeki grafen parçacığının hareketi için hem kaydırılması hem de döndürülmesi dikkate alındı. Döndürülme durumunda, grafen parçacığının  $30^\circ$  döndürülmesinde (Şekil 1(a)) en düşük enerji elde edildi. Grafen parçacığının kaydırılmasında ise AA ve AB olmak üzere iki istiflenme düşünüldü. AB istiflenmesi (Şekil 1(b)) (C atomu başına -9.871 eV), AA istiflenmesine (C atomu başına -9.869 eV) göre daha düşük enerjili

bulundu. Aynı zamanda optimize olan yapıda sürtünme özellikleri açısından önemli olan parçacığın sonlu olmasından kaynaklı grafen parçacığının köşelerinde yeniden yapılanmalar görüldü. Bu durumu giderebilmek için sonlu parçacıdaki doymamış C atomları H atomları ile doyurularak incelendi.

İlk yapılan incelemeler iki boyuttaki kaydırma ve döndürme işlemleri ile sınırlıyken üçüncü boyuttaki (z yönündeki) değişimleri anlamak için bir model daha da geliştirildi. AFM ucunda grafen parçacığının grafen yüzeyi üzerinde kaydırılması dört katmanlı bir yapı ile modellendi (Şekil 2). Yapısal olarak grafen parçacığının tümsek, grafen yüzeyinin de çukur şekli aldığı görüldü.



**Şekil 2:** Grafen parçacığının grafen yüzeyi üzerindeki dört katmanlı yapısı

### Teşekkür:

Bu çalışma 114F162 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. X. Feng, S. Kwon, J. Y. Park, M. Salmeron, “Superlubric Sliding of Graphene Nanoflakes on Graphene”, ACS Nano, **7**, 1718 (2013).
2. M. Reguzzoni, A. Fasolino, E. Molinari, M.C. Righi “Potential Energy Surface for Graphene on graphene: *Ab initio* derivation, analytical description, and microscopic interpretation”, Phys. Rev. B, **86**, 245434 (2012).

## ZnO Tabanlı UV Dedektörler

Nihan Akın ve Süleyman Özçelik

Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 06500, Ankara

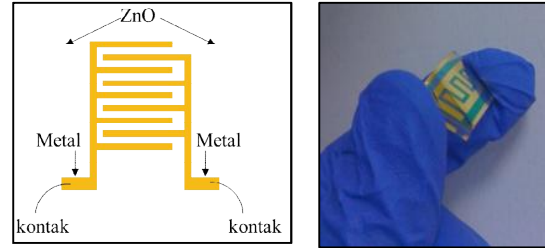
[nihanakin@gazi.edu.tr](mailto:nihanakin@gazi.edu.tr), [sozcelik@gazi.edu.tr](mailto:sozcelik@gazi.edu.tr)

Işık dedektörleri, fabrikasyon teknolojisi ya da kontak tiplerine bağlı olarak, en genel anlamda üzerine düşen ışınım sonucu oluşan aktif taşıyıcıların uygulanan elektrik alanı ile elektrotlarda toplanması temeline göre çalışır. Bu taşıyıcılar “fotonla türetilmiş taşıyıcılar” olarak adlandırılır. Dedektörler, taşıyıcıları türeten fotonun dalgaboyu bölgesine göre isimlendirilir: Ultraviyole (UV) dedektör ve Kızılötesi (KÖ) dedektör gibi. UV dedektörler, normal şartlarda güneş ışınlarından yeryüzüne ulaşmaması gereken ve herhangi bir kaynaktan yayılan UV ışınımı tespit etmek amacıyla geliştirilmektedir. UV ışınım, elektromanyetik ışınımın bir formu olup spektrumunda 10-400 nm dalgaboyu aralığında yayılmaktadır. Bu bakımdan UV dedektörün aktif elemanı, enerji bant aralığı bu değerler arasında bulunan yarıiletken malzemelerden seçilmelidir. Geniş bant aralıklı olarak bilinen bu malzemeler arasında, GaN ve ZnO bazlı yarıiletkenler UV dedektör üretiminde öne çıkmaktadır.

ZnO ince filmler, UV ışığı soğurma ve yüksek fotoiletkenlik ile UV bölgede duyarlıdır. ZnO, oda sıcaklığında geniş bant aralığına (3,37 eV) sahip bir malzemedir. Aynı zamanda termal ve kimyasal olarak da kararlı bir yapıdır. Yüksek eksiton bağlanma enerjisine (60 meV) sahip olması ZnO'nun yüksek sıcaklık uygulamalarında önemli bir aday olmasını gösterir [1]. Kolay ve ucuz üretim teknikleri ile üretilen ZnO aynı zamanda zehirli de değildir. Ayrıca, ZnO'nun organik, inorganik katı ve esnek alttaşlar üzerine büyütülebilmeleri UV dedektör uygulamaları açısından geniş fonksiyonellik sağlamaktadır.

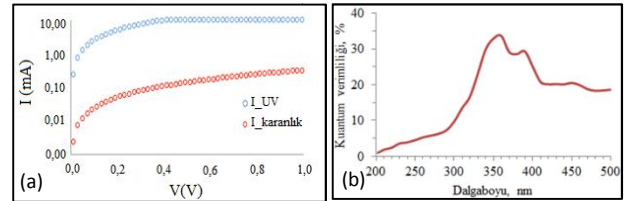
Şekil 1'de Gazi Fotonik'te bulunan püskürtme sistemi ile esnek ITO/PET alttaş üzerine

geliştirdiğimiz örnek bir ZnO tabanlı UV dedektör görülmektedir.



Şekil 1: İnterdijital elektrot konfigürasyonunda üretilmiş ZnO tabanlı UV dedektör

Şekil 1'de sunulan esnek dedektörün karanlık ve 365 nm dalgaboylu 0,4 W/cm<sup>2</sup> optik güçlü UV-ışık altında alınan I-V ölçümleri ile 52,86 foto-duyarlılığa ( $I_{UV}/I_{karanlık}$ ) sahip olduğu belirlendi (Şekil 2a). UV bölgede % 35 civarında harici kuantum verimliliği (Şekil 2b) bu esnek dedektör, 1 V biasda 25 mA/W tepkiselliğe ( $I_{ph}/P_{opt}$ ) sahiptir.



Şekil 2: Dedektörün (a) I-V ve (b) harici kuantum verimliliği grafiği

ZnO ve MgO'nun bileşimi ile ZnO'dan daha geniş bant aralıklı (~5 eV) ince filmler elde edilebilir. Bu sayede UVC (200-280 nm) bölgesini algılayabilen dedektör geliştirilebilir. Bu sunumda, Al:ZnO/PET UV dedektörünün yanı sıra MgZnO dedektörlerin geliştirilmesi teknolojisi de anlatılacaktır.

### Teşekkür:

Bu çalışma 2011K120290 nolu KB ve 0586.STZ.2013-2 nolu BSTB projeleri ile desteklenmiştir.

### Kaynakça

- Ü. Özgür, Y.I. Aliyov, C. Lu, A. Teke, M.A. Reshchikov, S. Doğan, S. Avrutin, J. Cho, H. Morkoç, “A comprehensive review of ZnO materials and devices”. J.Appl.Phys. **98**, 041301 1-103 (2005).



# **SÖZLÜ SUNUMLAR**



## Vitamin B<sub>12</sub>'nin Elektronik Yapısı ve Manyetik Özellikleri

**Zafer Kandemir, Selma Mayda ve Nejat Bulut**

*İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fizik Bölümü  
Gülbahçe, Urla 35430, İzmir*

Haldane-Anderson modeli, içinde geçiş-elementi safsızlıklar bulunan yarıiletken malzemeleri incelemek amacıyla geliştirilmiştir. Bu model, safsızlık atomunun  $3d$  orbitallerindeki elektronları arasında bulunan Coulomb etkileşmesinin doğru bir şekilde hesaba katılmasını sağlar. Vitamin B<sub>12</sub>, Co geçiş elementini içerdiği ve yarıiletken enerji aralığına sahip olduğu için Haldane-Anderson modeli çerçevesinde incelenebilirler. Hirsch-Fye kuantum Monte Carlo (QMC) algoritması, Haldane-Anderson modelinin yaklaştırma yapmaksızın çözülmesini sağlar. QMC simülasyonları için gerekli olan Haldane-Anderson modeli parametreleri ise Hartree-Fock yaklaştırması veya yoğunluk fonksiyoneli kuramı

(DFT) kullanarak belirlenebilir. Bu şekilde birleştirilerek uygulanan HF+QMC veya DFT+QMC yöntemleri, elektron-atom ve elektron-elektron etkileşmelerini aynı zamanda hesaba katabilmektedir. Bu çalışmamızda, vitamin B<sub>12</sub>'nin elektronik yapısını ve manyetik özelliklerini HF+QMC [1] ve DFT+QMC yöntemlerini kullanarak inceledik. Co( $3d$ ) orbitallerindeki Coulomb etkileşmesinden dolayı, yarıiletken enerji aralığında yeni manyetik hallerin oluştuğunu gözlemledik ve bunların elektronik spektruma olan katkısını belirledik. Manyetik korelasyonların, vitamin B<sub>12</sub> ve benzer organometalik moleküllerde önemli rolü olabileceği sonucuna ulaştık.

### **Teşekkür:**

Bu çalışma 113F242 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.

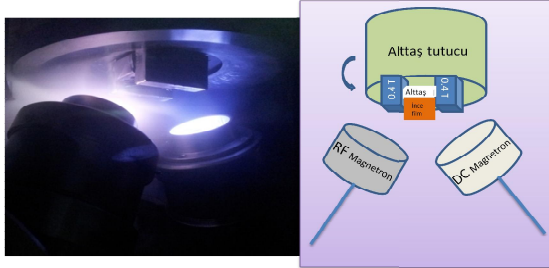
### **Kaynakça**

1. Zafer Kandemir, Selma Mayda, ve Nejat Bulut, "Electronic structure and correlations of vitamin B<sub>12</sub> studied within the Haldane-Anderson impurity model", arXiv:1508.02976v2.

## Nadir Yer Elementi İçermeyen Yeni Kalıcı Mıknatıslar: Hf-Co İnce Filmler

G. Durak Yüzüak<sup>1</sup>, E. Yüzüak<sup>2</sup>, Y. Elerman<sup>1</sup><sup>1</sup> Ankara Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06100, Ankara<sup>2</sup> Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği Bölümü, 53100, Rize

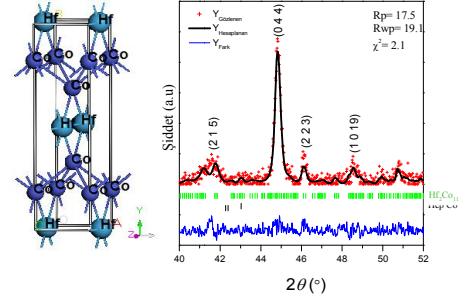
Son yıllarda üstün kalıcı mıknatıs özellikleri gösteren yeni sistemlerin bulunması ve dünya çapında bu sistemlerin manyetik hafıza, kayıt ve özellikle kalıcı mıknatıs teknolojisinde kullanılması büyük önem kazanmıştır. Hf-Co faz diyagramı içerisinde yer alan sistemler, oksitlenmeye karşı gösterdikleri direnç, yüksek kalıcı mıknatıslanma, yüksek zorlayıcı alan değerleri nedeni ile, kalıcı mıknatıs malzemeleri olarak kullanılabilir yüksek potansiyele sahip alternatif malzemeler olarak ortaya çıkmaktadır [1]. Gelişen teknoloji ile kullanım alanının nano boyutlara indirildiği sistemler içerisinde kullanılacak olan aygıtların ince film şeklinde üretimi önemini gün geçtikçe arttırmaktadır. Bu çalışmada DC magnetron sputurma sistemiyle çalışma basıncı değiştirilerek 2:11 ideal kompozisyon değerinde manyetik ince filmler üretilmiştir. Üretim yöntemi olan hedeften kopartılan atomların magnetler arasında yönlendirilerek alttaşa yapışması görseli Şekil 1'de verilmektedir. İstenilen kompozisyonda ince filmler büyütüldükten sonra uygulanan ısıl işlem ile bu ince filmlerin sert manyetik özellikleri olan zorlayıcı alan ( $H_c$ ) ve enerji çarpanı ( $(BH)_{max}$ ) değerleri geliştirilmiştir.



Şekil 1: Magnetler arası ince film büyütme sistemi

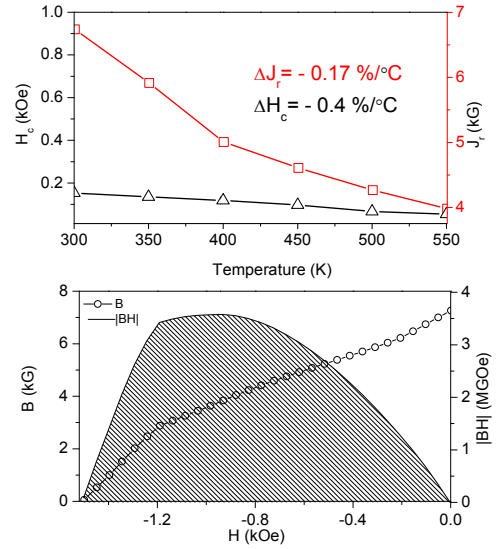
Büyütülen manyetik ince filmlerin ortorombik yapıda kristallendiği görülmüştür. Rietveld yöntemi kullanılarak yapılan arıtım sonucu P<sub>cn</sub>a uzay grubunda birim hücre parametreleri a= 4.69 Å, b= 8.02 Å, c= 37.7 Å olarak bulunmuştur (Şekil 2).

Büyütülen ince filmin mıknatıs olarak yüksek sıcaklıklarda da kullanılabilmesi için birim sıcaklık başına mıknatıslanma değerinin yüksek olması gerekmektedir. Üretilen ince filmin bilinen en güçlü mıknatıs olan Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B ( $\Delta J_r = -0.1 \text{ \%}/^\circ\text{C}$ ) dan bile hesaplanan  $\Delta J_r$  değeri daha büyüktür. Enerji çarpanı değeri ise  $(BH)_{max}$  3.6 MGOe olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2: Ortorombik kristal yapı ve GIXRD Rietveld analizi

Nadir toprak elementleriyle elde edilen mıknatıslarla ferrit malzemelerle elde edilen mıknatıslar arasındaki enerji boşluğunu doldurmak için yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar kapsamında Hf-Co tabanlı üretilen manyetik ince filmlerin bu bahsi geçen boşluğu doldurmada önemli bir rol oynayacağı ve sonuçların umut verici olduğu görülmüştür.



Şekil 3: (a) Birim sıcaklığa göre değişen mıknatıslanma ve zorlayıcı alan değerleri ve (b) manyetik alan bağlı mıknatıslanma ve enerji çarpanı değerleri

**Teşekkür:**

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi tarafından desteklenmektedir. (BAP 15L0443005)

**Kaynakça**

1. Balamurugan, B. Sellmyer, D. J. Hadjipanayis, G. C. and Skomski, R. 2012. Assembly of uniaxially aligned rare-earth-free nanomagnets, Scr. Mater. 67, 542.

## Yapay Manyetik Alan Altındaki Fotonik Sistemlerde Çok Parçacık Fiziği

R. O. Umucalılar<sup>1</sup>, M. Wouters<sup>2</sup>, I. Carusotto<sup>3</sup><sup>1</sup>Koç Üniversitesi Fizik Bölümü, Rumeli Feneri Yolu, Sarıyer, 34450 İstanbul<sup>2</sup>TQC, Universiteit Antwerpen, Universiteitsplein 1, B-2610 Antwerpen, Belçika<sup>3</sup>INO-CNR BEC Center, Dipartimento di Fisica, Università di Trento, I-38123 Povo, İtalya

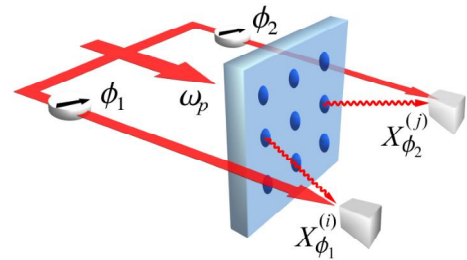
Yüksüz parçacıklar için yapay manyetik alan oluşturma fikri uzunca bir süredir hem teorik hem de deneysel olarak çeşitli fiziksel sistemler için araştırılmaktadır. Bir tuzaklama potansiyeli içinde dönen yüksüz atomlara etki eden Coriolis kuvvetinin, bir manyetik alan altındaki yüklü parçacıkları etkileyen Lorentz kuvvetine benzerliğinden ilham alan ilk denemeleri, atom-foton etkileşimleri yoluyla atomların içsel ve hareket serbestlik derecelerini birbirine bağlayan ve dalga fonksiyonlarına bir Berry fazı ekleyen karmaşık yöntemler takip etti [1].

Son zamanlarda gözlenen polariton (madde-foton etkileşimi parçacığımsısı) yoğunlaşması olayı, atomik Bose-Einstein yoğunlaşmasına çok benzeyen bu olayın gözleendiği fotonik sistemleri, hem yoğunlaşma fiziğinin kolektif yönünün hem de güçlü kuantum korelasyonlarının incelenebileceği bir platform olarak ön plana çıkardı [2]. Yine son yıllarda, fotonik sistemlerde yapay manyetik alanın oluşturulması ve tam sayı kuantum Hall olayı gibi topolojik durumların araştırılması çalışmaları hız kazandı.

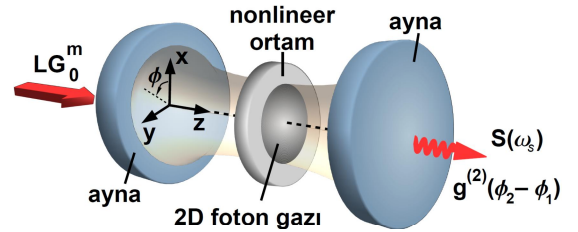
Polaritonlar arasında güçlü efektif etkileşimler yaratılması olasılığı, yapay manyetik alan altındaki sistemlerde, kesirli kuantum Hall durumu gibi şimdiye kadar etkileri ya da özellikleri elektronik sistemler dışında gözlenememiş bazı kuantum durumlarının doğrudan gözlenmesi olanağını da beraberinde getirmektedir. Biz de teorik çalışmalarımızda, bu durumların belirli sistemler için nasıl yaratılabileceği ve sistemin bulunduğu durumun ne tür ölçümlerle belirlenebileceği sorularına yanıt aradık.

İncelediğimiz sistemler, optik olarak nonlineer olan kaviteeler arasındaki tünelleme büyüklüğünün bir faz faktörü aldığı, yapay manyetik alan altındaki bir örgü sistemi (Şekil 1) ile harmonik salınım modlarını destekleyen ve içerisine nonlineer bir ortam yerleştirilmiş tek bir kavitedir (Şekil 2). Yaptığımız hesaplar, fotonların sistemden kaybının zayıf bir lazer ışığı ile dengelendiği bu sistemlerde

az parçacıklı kesirli kuantum Hall durumlarının oluşabileceğini ve yapılacak geçirim spektrumu ile birinci ve ikinci derece korelasyon fonksiyonu ölçümlerinin, etkileşimsiz sistemlerdekine göre ayırt edici nitelikte sonuçlar vereceğini göstermektedir.



Şekil 1: Kaviteelerden oluşan bir örgü sisteminde iki-parçacık dalga fonksiyonunu belirlemek üzere tasarlanan eşzamanlı (homodyne) ölçüm senaryosu [3].



Şekil 2: Tek bir kavitee içerisine yerleştirilmiş nonlineer bir ortamda açılal momentum taşıyan fotonların oluşturduğu kuantum durumunun belirlenmesi [4].

## Kaynakça

1. J. Dalibard vd., "Artificial gauge potentials for neutral atoms", Rev. Mod. Phys. **83**, 1523 (2011).
2. I. Carusotto ve C. Ciuti, "Quantum fluids of light", Rev. Mod. Phys. **85**, 299 (2013).
3. R. O. Umucalılar ve I. Carusotto, "Fractional Quantum Hall States of Photons in an Array of Dissipative Coupled Cavities", Phys. Rev. Lett. **108**, 206809 (2012).
4. R. O. Umucalılar, M. Wouters ve I. Carusotto, "Probing few-particle Laughlin states of photons via correlation measurements", Phys. Rev. A **89**, 023803 (2014).



## Nano Ölçekli Asteroid Aygıtlarında Antivortekslerin Radyo Frekans Dinamiği

Vedat Karakaş<sup>1\*</sup>, Ali Taha Habiboğlu<sup>1</sup>, Sevdener Arpacı<sup>1</sup>, Kaan Özbozduman<sup>1</sup>, Aisha Gökçe<sup>1</sup>, Özhan Özatay<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Boğaziçi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 34342, İstanbul

Anna Giordano<sup>2</sup>, Mario Carpentieri<sup>2</sup>, Giovanni Finocchio<sup>3</sup>, Federica Celegato<sup>4</sup>, Paola Tiberto<sup>4,5</sup>

<sup>2</sup>Department of Elettronica, Informatica e Sistemistica, University of Calabria, Rende (CS) Italy

<sup>3</sup>Department of Fisica della Materia e Ingegneria Elettronica, University of Messina, Messina, Italy

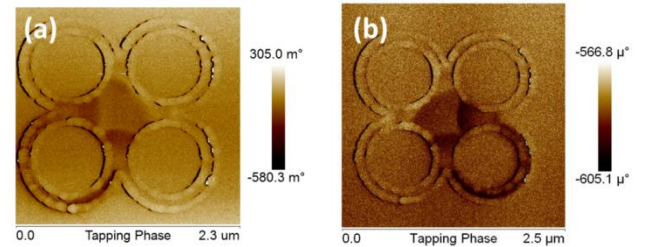
<sup>4</sup>CNR-Institute of Materials for Electronics and Magnetism (IMEM), Parco Area delle Scienze, Parma, Italy

<sup>5</sup>Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, INRIM, Torino, Italy

İnce ferromanyetik filmlerde var olan vorteks ve antivorteks yapıları kendilerine özgü davranışlar sergiler. Bu yapılar teknolojik uygulamaya yönelik sahip oldukları yüksek potansiyel ile ilgi çekicidir. Örneğin ultra hızlı hafıza, dedektör, rf osilatör gibi uygulama alanları mevcuttur [1]. Manyetik alan ve elektrik akımı yardımı ile bu yapıların merkezlerinde bulunan vorteks çekirdeğinin etrafında dönme hareketi yapmasının yanısıra bu çekirdeğin yöneliminin yani polarizasyonunun da değiştirilmesi de mümkündür [2]. Literatürde vorteksler üzerine birçok çalışma yapılmasına karşın antivorteks yapıları ile ilgili boşluk bulunmaktadır.

Bu çalışmada ince ferromanyetik filmde desenlenen nano mıklatlarda ( $2 \times 2 \mu\text{m}^2$  Permalloy) antivortekslerin hangi koşullarda kararlı yapısını sürdüreceği ve manyetik/dc akım uyarımı ile asteroid aygıtının merkezinde kararlı antivorteks çifti oluşumu üzerine çalıştık. Manyetik kuvvet mikroskobu ile alınan görüntüler dış manyetik alanla antivorteks çekirdeğinin yerdeğıştirmesinin mümkün olduğunu

gösterdi. Antivorteks çekirdeğinin spin açışal momentum aktarımı ile dönüş hareketi yapmasını ve bu hareketin anizotropik (yöne bağlı) magneto direnç (AMR) sinyali ile belirlenmesini sağladık. Antivorteksin devinim rezonans frekansının alan ve akıma karşı değışimini ve nano boyutlu cihazlarda kullanımını sunacağız. Bu çalışma antivorteks dinamiğinin potansiyel uygulamaları üzerine bir değıerlendirmeye olanak sağlayacaktır.



Şekil 1: Antivorteks çekirdeğinin manyetik alan ile yer değıştirmesi

### Teşekkür:

Bu proje TUBİTAK-CNR tarafından 113F378 kontrakt numarası ile desteklenmektedir.

### Kaynakça

1. Fert, A et al., "Skyrmions on the track.", *Nat Nano*, 8, 152–156 (2013).
2. V. S. Pribiag et al., "Magnetic vortex oscillator driven by d.c. spin-polarized current.", *Nature Phys.*, 3, 498–503 (2007).

## AgGa<sub>x</sub>In<sub>(1-x)</sub>Te<sub>2</sub> İnce Filmlerin Üretilmesi ve Aygıt Özelliklerinin Belirlenmesi

Özge Bayraklı<sup>1,2</sup>, Hasan Hüseyin Güllü<sup>1,2</sup>, Mehmet Parlak<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

<sup>2</sup>Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (GÜNAM), 06800, Ankara

I-III-VI<sub>2</sub> kalkopirit yarı iletken bileşikleri güneş hücresi, optoelektronik ve lineer olmayan aygıt uygulamalarında dikkate değer bir önem kazanmıştır [1,2]. Bu ailedeki bileşikler geniş bir yelpazede bant genişliğine, kafes sabitine ve heyecan verici optiksel ve elektriksel özelliklere sahiptir [1].

Bu çalışmada da kalkopirit bir yarı iletken olan AgGa<sub>x</sub>In<sub>(1-x)</sub>Te<sub>2</sub> (AGIT) ince filmleri cam ve ITO kaplı cam alttaşlar üzerine ısıl buharlaştırma methoduyla 200°C sıcaklığında üretilmiştir. Hedef malzeme olarak sinterlenmiş AGIT kristal tozu kullanılmıştır. Üretilmiş olan filmlere çeşitli sıcaklıklarda ısıl işlem uygulanmış ve bu filmlerin yapısal, elektriksel ve optiksel özellikleri

analiz edilmiştir. Filmlerin yapısal özellikleri X-ışını Kırınımı (XRD) ve Enerji Dağılımlı X-ışını Analizi (EDXA), Taramalı elektron mikroskobu (SEM) yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Filmlerin optiksel karakterizasyonu 200-900 nm aralığında geçirgenlik ölçümleri ile yapılmıştır ve elektriksel özellikleri sıcaklık bağımlı iletkenlik ölçümleriyle incelenmiştir.

AGIT ince filmlerin aygıt özelliklerini belirlemek için p-AGIT/n-Si, AGIT/CdS ve AGIT/ZnInSe(ZIS) hetero-eklem yapıları üretilmiştir. Diyot karakteristiği gösteren bu yapıların sıcaklık bağımlı I-V ve frekans bağımlı C-V analizleri yapılmıştır.

### Kaynakça

1. Kodigala, S.R., Thin Film Solar Cells from Earth Abundant Materials, Elsevier, USA, 2014
2. Joseph, D.P. and Venkateswaran, C., Phys. Status Solidi A 207 (2010) 2549-2552



# **POSTER SUNUMLARI**



## Si Altlık Üzerine Manyetik Özellikli Demir Oksit Yarıiletken İnce Filmlerin Kimyasal Püskürtme Tekniğiyle Büyütülmesi ve Yapısal Analizi

**Sevda Sarıtaş<sup>1</sup>, Erdal Turgut<sup>2</sup>, Afsoun Ashkhasi<sup>1</sup>, Mutlu Kundakçı, Bekir Gürbulak ve Muhammet Yıldırım**

*Atatürk Üniversitesi- Fen Fakültesi Fizik Bölümü, 25240, Erzurum*

<sup>1</sup> *Atatürk Üniversitesi- Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı, 25240, Erzurum*

<sup>2</sup> *Atatürk Üniversitesi- Aşkale Meslek Yüksekokulu, 25240, Erzurum*

Spintronik alanında, elektronun yükü ile spinini birleştirerek yeni fonksiyonlara ve artan performansa sahip spin kontrollü vanalar, anahtarlar, transistörler, hafızalar, dedektörler, manyetik sensörler ve lazerler elde etmenin amaçlandığı göz önünde bulundurularak spin kutuplu akımları filtreleyebilecek manyetik malzemeler üretmek önem arz etmektedir. Bu çalışma günümüzün en güncel araştırma konularından biri olan spin transistör aygıtlarının kullanımı açısından elverişli malzeme üretmek için ön çalışma niteliği taşımaktadır. Spin kutuplu akımların elektrik alan kullanılarak kontrol edilebileceği gösterilerek bu yönde önemli bir aşama kaydedilecektir. Hızla gelişen spintronik teknolojinin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla demir oksit ve farklı fazları olan magnetit ( $Fe_3O_4$ ) ve maghemit ( $Fe_2O_3$ ) üretilip, yapısal, özellikleri incelenmiştir.

Yapılan deneylerde ferromanyetik yarıiletken ince filmler Kimyasal Püskürtme (KP) Tekniği kullanılarak n-tipi Si, p-tipi Si ve cam gibi alttaşlar üzerine büyütülmüştür. Altlık olarak kullanılacak n-tipi ve p-tipi Si'un büyütülmek istenen kristaller için latis (örgü) uyumuna sahip olduğu belirlenmiştir. Fakat cam altlık üzerine büyütülmüş filmin diğerlerine nispeten kötü sonuç verdiği tesbit edilmiştir. Özellikle n-tip silisyum altlıkta magnetit ve maghemit fazlarının ikisi de görülürken, p-tip silisyum altlıkta ise sadece maghemit fazı görülmüştür. Cam altlıkta ise maghemit fazı daha düşük şiddetlerde gözlenmiştir. Büyütülen ince filmler XRD, SEM, EDX, görüntüleri yardımıyla yapısal özellikleri incelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Magnetit ( $Fe_3O_4$ ), Maghemit ( $Fe_2O_3$ ), Kimyasal Püskürtme Tekniği

### **Teşekkür:**

Bu çalışma 2013/297 nolu araştırma projesi ve 2013/286 nolu güdümlü araştırma projesi ile Atatürk Üniversitesi BAP tarafından desteklenmiştir.

## Geçiş Metal Katkılı, Seyreltilmiş Manyetik Yarıiletken Çinko Oksit İnce Filmlerin Kimyasal Püskürtme Tekniğiyle Büyütülmesi, Yapısal ve Optik Analizi

**Sevda Sarıtaş<sup>1</sup>, Muhammet Yıldırım, Afsoun Ashkhasi<sup>1</sup>,  
Bekir Gürbulak ve Mutlu Kundakçı**

*Atatürk Üniversitesi- Fen Fakültesi Fizik Bölümü, 25240, Erzurum*

*<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi- Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı, 25240, Erzurum*

Yarı iletken spintronikliğine ilgi 2000'lerin başında seyreltik manyetik yarı iletken kavramı ile ortaya çıkmıştır. Seyreltik manyetik yarı iletken elde etmenin en yaygın yolu yarı iletken malzemeye manyetik geçiş metalleri katkılamaktır. Geçiş metallerinin 3d yörüngelerindeki çiftlenmemiş spinler manyetik davranışın sergilenmesine sebep olurlar. İdeal Seyreltik Manyetik Yarıiletkenler (DMS), spintronik malzemelerin fonksiyonlarını yerine getirebileceği uygun sıcaklıkta hem ferromanyetik ve hem de yarı iletken özellik taşırlar. DMS malzemelerinin avantajı, taşıyıcıların spin polarize olması ile birlikte yarı iletken özelliğine de sahip olmalarıdır. Böylece bu tip malzemeler, bir yandan yeni nesil cihazların spin tabanlı olmasını sağlarken, diğer yandan eski tür yük taşıma prensibiyle çalışan elektronik cihazlara empedans ve teknolojik olarak uyum sağlarlar.

Bu çalışmada, cihaz uygulamalarında daha kompakt, daha hızlı çalışan, daha az güç harcayan cihazların geliştirilmesi gerekliliğinden yola çıkarak DMS özellikli malzemeler incelenmiştir. Kimyasal Püskürtme (KP) Tekniği gibi maliyeti düşük bir sistem ile Fe, Ni, Co, Dy geçiş metali katkılı ZnO seyreltik manyetik yarı iletken ince filmler büyütülmüştür. KP Tekniği kullanılarak büyütülen ince filmler XRD, SEM, EDX ve soğurma görüntüleri yardımıyla yapısal ve optik özellikleri incelenmiştir. İncelemelerde eşit oranlarda katkılanan metale bağlı olarak XRD kırınım desenleri farklılık göstermiş ve soğurma grafiklerinde bant aralığı değişimi gözlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Spintronik, Seyreltik Manyetik Yarı iletken Kimyasal Püskürtme Tekniği

### **Teşekkür:**

Bu çalışma 2013/297 nolu araştırma projesi ve 2013/286 nolu güdümlü araştırma projesi ile Atatürk Üniversitesi BAP tarafından desteklenmiştir.

## Heusler Alaşımlarında Manyetik Olmayan Element Katkısının Manyetik ve Manyetokalorik Özellikler Üzerine Etkisi

Melike Kaya, İlker Dinçer, Öznur Çakır, Yalçın Elerman

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Fizik Mühendisliği, 06100 Beşevler Ankara

Modern dünyanın gelişmesinde en büyük katkıyı gıda, kimya, ilaç, otomotive ve bilgisayar sektörü vermektedir. Bu sektörlerde ihtiyaç duyulan soğutma teknolojisi de günümüzde halen küresel ısınmaya olumsuz katkı sağlayan gaz sıkıştırılmalı kompresörler ile sağlanabilmektedir. İşte bu sebeple çevreye duyarlı, yüksek verime sahip manyetik soğutma teknolojisi gaz sıkıştırılmalı soğutuculara göre üstün bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır [1].

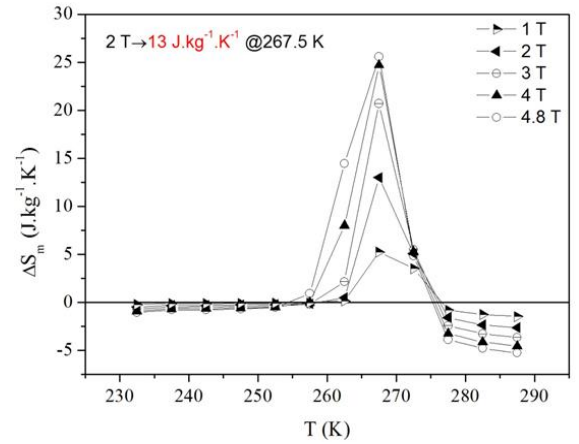
Yapısal faz dönüşümüne sahip Mn tabanlı Heusler alaşımları sahip oldukları manyetokalorik etki (MKE) ve manyetodirenç gibi fonksiyonel birçok özelliklerinden dolayı oldukça önemli malzemelerdir. Bu tür alaşımların sahip oldukları manyetik ve manyetokalorik özellikler Mn'in manyetik momentine ve Mn-Mn arası mesafelere bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca yine Heusler alaşımlarında yapısal faz dönüşüm sıcaklıklarının değerlik elektron konsantrasyonuna ( $e/a$ ) doğrudan bağlı olduğu bilinmektedir.

Son yıllarda ise özellikle Ga içermeyen ve stokiyo-metrik olmayan Ni-Mn-Sn, Ni-Mn-In metamanyetik şekil hafıza alaşımları, Ga katkılı alaşımlara göre özellikleri daha fazla geliştirilebildiği için tercih edilmektedir.

Son yıllarda yapılan teorik ve deneysel çalışmalara göre Ni-Mn-In Heusler alaşımlarına yapılan Cu, Al vb. manyetik olmayan atom katkısının manyetik değiş-tokuş parametrelerini değiştirdiği ve bu durumun da özellikle yapısal faz geçiş bölgesinde yüksek manyetik soğutma özelliğinin doğmasına neden olduğu gözlenmiştir [2, 3].

Bu çalışmada yapısal ve manyetik faz geçişine sahip çeşitli kompozisyonlardaki Ni-Mn-In alaşımlarının XRD ve SEM ile yapısal karakterizasyonları; VSM ve SQUID ile de manyetik karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen malzemelerin geçiş sıcaklıkları ve manyetokalorik etki (MKE) değerleri,  $e/a$  oranlarına göre karşılaştırılmıştır.

Özellikle, üretilen  $Ni_{50}Mn_{33}Al_1In_{16}$  alaşımı için elde edilen yapısal geçiş sıcaklığı değeri ( $T_m$ ) literatürdeki  $Ni_{50}Mn_{34}In_{16}$  alaşımından 40 K daha yüksektir [4]. Bu durum  $e/a$  oranları karşılaştırıldığında oldukça tutarlı bir sonuçtur. Ayrıca  $Ni_{50}Mn_{33}Al_1In_{16}$  alaşımında 2 T değerinde 267.5 K'de elde edilen  $13 J.kg^{-1}.K^{-1}$  değerindeki manyetik entropi değişimi, hacimsel bir malzemede elde edilen oldukça yüksek bir değerdir.



Şekil 1:  $Ni_{50}Mn_{33}Al_1In_{16}$  alaşımının yapısal geçiş sıcaklığı yakınlarında elde edilen manyetik entropi değişimi grafiği.

### Teşekkür:

Bu çalışma Ankara Üniversitesi BAP- 15H0443006 ve 15L0443006 numaralı projeler tarafından desteklenmektedir.

### Kaynakça

1. A. Kitanovski, et al. 2009. J. Magn. Magn. Mater. **321**, 777.
2. V.V. Sokolovskiy, et al. 2013. J. Phys. D, **46**, 305003.
3. M. Kaya, et al. 2014. J. Magn. Magn. Mater. **368**, 191.
4. V K Sharma et al., J. Phys. D: Appl. Phys. 40 (2007) 1869–1873.



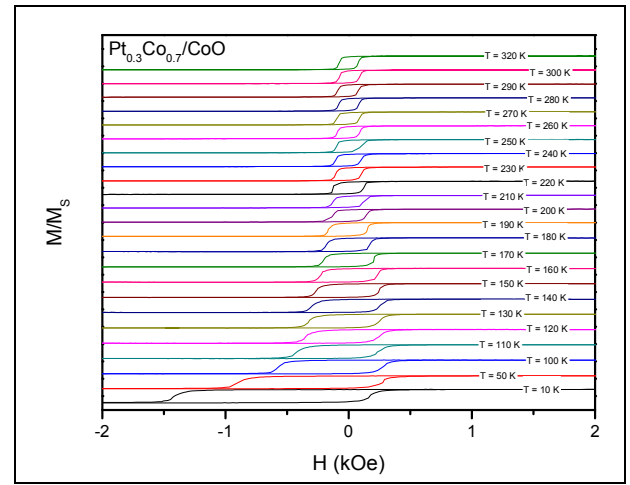
Ultra İnce  $Pt_xCo_{1-x}/CoO$  Yapılarda Exchange Bias EtkisiMustafa Erkovan<sup>1</sup>, Mehmet Emre Aköz<sup>2</sup>, Umut Parlak<sup>3</sup>, Osman Öztürk<sup>1</sup><sup>1</sup>Gebze Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 41400, Kocaeli<sup>2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 34220, İstanbul<sup>3</sup>Peter Grünberg Institut, Elektronik Özellikler Bölümü, 52425, Almanya

Exchange Bias (EB) etkisi, bir Ferromanyetik (FM) malzeme ile bir Antiferromanyetik (AFM) malzemenin üst üste geldiklerinde oluşturdukları yapılarda gözlenen bir etkidir. Bu etki ilk olarak 1956 yılında Meiklejohn ve Bean tarafından Co parçacıklarının yüzeylerinin oksitlenmesi sonucunda gözlenmiştir [1,2]. EB etkisinin kökeni ile ilgili birçok model öne sürülmüştür fakat tam olarak kökenini açıklayabilen bir model henüz bulunamamıştır. Kökeni bilinmemesine rağmen birçok teknolojik uygulamada kendisine kullanım alanı bulmuş ve bulunmaktadır.

Bu çalışma kapsamında farklı kimyasal oranda ferromanyetik PtCo ile antiferromanyetik CoO tabakalarından oluşan yapılarda EB etkisi araştırılarak hangi kompozisyonda EB etkisinin maksimum olduğu oran belirlenmeye çalışılmıştır. Örnekler Si (001) kristal yönelimine sahip alttaş malzeme üzerine UHV şartlarında Magnetron Sputtering Deposition kaplama tekniği kullanılarak  $100 \text{ \AA}$   $Pt_xCo_{1-x}$  ( $x$ : 0.1 ile 0.9 arasında 0.1'lik adımlarla değişmektedir) /  $100 \text{ \AA}$  CoO olarak hazırlanmıştır.  $Pt_xCo_{1-x}$  tabakaların kimyasal oranlarının tespitinde X-Işını Fotoelektron Spektroskopisi (XPS) tekniği kullanılmıştır.

Örneklerin EB özellikleri ve engelleme sıcaklıkları Titreşimli Örnek Manyetometresi (VSM) kullanılarak tespit edilmiştir. EB etkisinin tespiti için örnekler 320 K sıcaklığa kadar ısıtılarak 20mT alan altında 10 K

sıcaklığa kadar soğutulmuş tespit edilmiştir. Şekil-1' de  $100 \text{ \AA}$   $Pt_{0.3}Co_{0.7}/100 \text{ \AA}$  CoO için değişik sıcaklıklarda ölçülen histeresis eğrileri gösterilmiştir.



Şekil 1:  $Pt_{0.3}Co_{0.7}/CoO$  örneği için değişik sıcaklıklarda ölçülen histeresis eğrileri.

Elde edilen sonuçlara göre en yüksek EB etkisi  $x=0.7$  değerinde belirlenmiştir [3]. Tüm örnekler için engelleme sıcaklığı 280 K civarında ölçülmüştür[4]. EB etkisi ile Engelleme sıcaklığı  $x=0.3$  değerinden itibaren aynı davranışı sergilemeye başlayarak maksimum olan değere kadar bu davranışı devam ettirmektedir. Bu değerden sonra da EB davranışı bozulurken Engelleme Sıcaklığı yükselme davranışını devam ettirmiştir [3, 4]. En düşük EB etkisi ise  $x=0.3$  değerinde gözlenmiştir [3, 4].

**Teşekkür:** Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 212T217 numaralı proje ile desteklenmiştir.

#### Kaynakça

1. W. H. Meiklejohn, C. P. Bean, "New Magnetic Anisotropy", Physical Review, **102**, 1413 (1956).
2. W. H. Meiklejohn, C. P. Bean, "New Magnetic Anisotropy", Physical Review, **105**, 904 (1957).
3. M. E. Aköz, "Pt<sub>x</sub>Co<sub>1-x</sub>/CoO Ultra İnce Filmlerde Exchange Bias Etkisinin İncelenmesi", Gebze Teknik Üniversitesi, (2015).
4. M. Erkovan, M. E. Aköz, M. Öztürk, E. Demirci, U. Parlak, N. Akdoğan, O. Öztürk, "Probing Exchange Bias Properties of Pt<sub>x</sub>Co<sub>1-x</sub>/Pt/CoO", Journal of Superconductivity and Novel Magnetism, **28**, 1 (2015).

## Nanoyapılı Pt Filmlerin Üretimi, Karakterizasyonu ve Hidrojen Gaz Algılama Özelliklerinin İncelenmesi

Şeyma Ürdem<sup>1</sup>, Mustafa Erkovan<sup>1</sup>, Necmettin Kılınç<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sakarya Üniversitesi, Nanobilim ve Nanomühendislik Bölümü, 54187, Sakarya

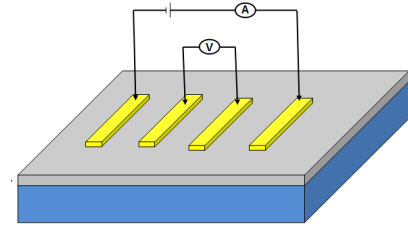
<sup>2</sup>Niğde Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği, 51245 Niğde,

Temiz, verimli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan hidrojen, yakın gelecekte ideal bir enerji kaynağı olarak düşünülmektedir. Günümüzde hidrojen kimya (rafine ham petrol, plastik vb), gıda (katı ve sıvı yağların hidrojenlenmesi), yarıiletken (ince film üretiminde ve tavlama ortamında proses gaz olarak), taşımacılık (uzay araçları için yakıt olarak) gibi pek çok endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Ayrıca, son zamanlarda oldukça popüler olan ve hidrojenle çalışan otomobiller, otobüsler, trenler, gemiler ve uçaklar mevcuttur. Bunların yanı sıra, hidrojen, çeşitli uygulamalarda yakıt pilleri aracılığıyla elektriğe doğrudan dönüştürülebilir. Hidrojen çok düşük yoğunluk ( $0.0899 \text{ kg/m}^3$ ), düşük kaynama noktası ( $20.39 \text{ K}$ ), yüksek difüzyon katsayısı ( $0.61 \text{ cm}^2/\text{s}$  in air), yüksek alev alma hızı, düşük tutuşma enerjisi ( $0.017 \text{ mJ}$ ), yüksek yanma ısısı ( $142 \text{ kJ/g}$ ), geniş tutuşma aralığı (%4 - %75) gibi olağan dışı özelliklere sahiptir. Ayrıca hidrojen; renksiz, kokusuz, boğucu, insan duyuları ile algılanamayan, aşırı derecede yanıcı ve ortamda hacimce % 4 oranında bulunduğu patlayıcı özelliğe sahip bir gazdır. Dolayısıyla geniş konsantrasyon aralığında hidrojeni, hızlı ve doğru ölçebilen sensörlere ihtiyaç vardır. Hidrojen sensörlerifiziko-kimyasal algılama mekanizmasına bağlı olarak yedi kategoride sınıflandırılabilir. Bunlar: katalitik (pellistör ve termo-elektrik), elektrokimyasal (amperometrik ve potansiyometrik), rezistif tabanlı (yarıiletken metal oksit ve metalik rezistif), iş fonksiyonu tabanlı (metal-yarıiletken, metal-yalıtkan-yarıiletken), mekanik, optik (interferometric-based, surfaceplasmonresonance, intensity-based, fiber grating-based), aqustik (quartzcrystalmicrobalance, surfaceacousticwave) şeklindedir.

Literatürde yapılan çalışmalarda Pd ve Pd içeren alaşımlar üzerine birçok çalışma mevcuttur, buna karşın Pt ve Pt alaşımları konusunda çalışmalar henüz çok yenidir. Bu bağlamda bu çalışmada Pt ince filmler magnetron sputtering depositin tekniği ile cam üzerine high vakum şartlarında dört farklı kalınlıkta (1 nm, 5nm 15 nm, 50 nm )hazırlanmıştır. Kalınlık ölçümü hem kaplama sırasında film kalınlık ölçerle hem de kaplamadan sonra profilometre ile yapılmıştır. Hazırlanan filmlerin

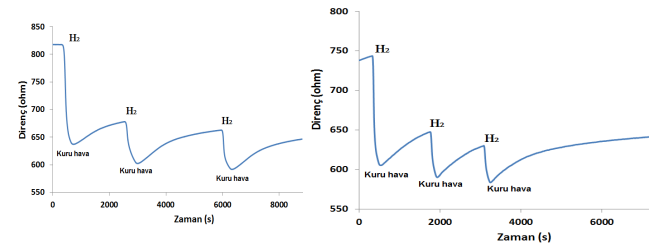
yapısal analizleri XRD, EDX ve SEM ile gerçekleştirilmiştir.

Cam üzerine kaplanan 1nm kalınlıklı Pt ince film üzerine 4 tane noktasal gümüş pasta ile elektrot üretildi. Daha sonra dört uç yöntemiyle ölçümler alındı. Üretilen nanoyapılı Pt sensör aygıtlarının hidrojen sensör ölçümleri farklı sıcaklıklarda gerçekleştirildi. Şekil 1 de dört uç yönteminin şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 1 Dört uç yönteminin şematik gösterimi.

Şekil 2.a ve b'de oda sıcaklığında ve 100 C sıcaklıkta 1nm Pt sensörün %2,5 hidrojene gösterdiği sensör cevapları bulunuyor. Oda sıcaklığında dahi cevap süresi çok hızlı fakat geri dönüş süresi çok yavaştır. Diğer taraftan hidrojenin sensör üzerine gönderilmesi ile Pt filmin direncinde azalma meydana gelmektedir.



Şekil 1 a) oda sıcaklığında ve (b) 100C sıcaklıkta 1nm Ptsensörün %2,5 hidrojene karşı direnç-zaman grafikleri..

**Teşekkür:** Bu çalışma 114M853 nolu TÜBİTAK proje ile COST – TD1105 aksiyonu tarafından desteklenmiştir.

## Video Mikroskop Metodu ile Viskoelastik Ölçümler

Ash Gençaslan<sup>1</sup>, M. Özgür Güler<sup>2</sup>, Deniz Kaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Fizik Bölümü, 07058, Antalya

<sup>2</sup>Bilkent Üniversitesi, UNAM, 06800, Ankara

Polimerler, koloitler ve benzeri yumuşak malzemeler buldukları şartlara bağlı olarak hem katıların elastik (esneklik) özelliklerini, hem de sıvıların viskozite (akmazlık) özelliklerini gösterirler. Yumuşak bir malzemeye kuvvet uygulayarak, yapısı ve dinamiği hakkında bilgi alınabilir. Bu prensipte üretilmiş ticari reometrelerde, belirli bir geometrik tanımda malzemeye dış bir kuvvet uygulanarak, malzemedeki elastik (esneklik) ve gerinim (shear) modülüsü elde edilir. Reolojik deneylerin amacı, viskoelastik özellikleri olabildiğince geniş bir zaman ve deformasyon ölçüsüne yaymak doğrultusundadır, böylelikle malzemenin viskoelastisitesi, mezo ve makro yapısıyla ilişkilendirilir. Bu çalışmada mikroskop ve görüntü analizi metotlarını kullanarak reometrik ölçümler yapılabileceği uygulamalı olarak gösterilmiştir (1).

Viskoz bir ortam içinde bulunan mikrometre çapındaki koloit parçacıkların (izleyici parçacıklar) yaptığı 2 boyuttaki Brownian hareketi, floresans optik mikroskop aracılığı ile izlenmiş ve kaydedilmiştir (Şekil 1a-1b). Koloit parçacıklarının yapmış olduğu ortalama kare yerdeğiştirme ifadesi, MSD, ölçülmüştür.

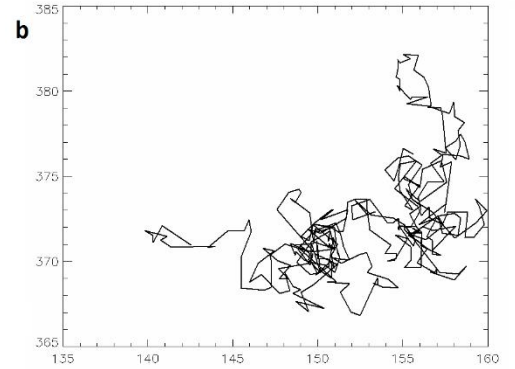
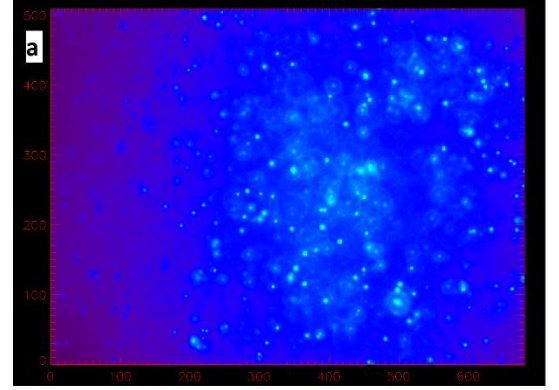
Zamana bağlı olan MSD eğrisi, sistemin katı olması durumunda sonlu bir değerde doyuma ulaşırken, sistemin sıvı olması durumunda bu eğri, zamanla lineer olarak bir artış gösterecektir. Bu durumda sistemin davranışı MSD eğrisiyle karakterize edilebilir ve bu eğrinin eğiminden D difüzyon katsayısı belirlenir. Stokes-Einstein (2) ilişkisi kullanılarak koloit parçacıklarının içinde bulunduğu viskoz ortamın viskozite katsayısı

### Teşekkür:

Bu çalışma 114M143 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. JC Crocker, DG Grier, "Methods of digital video microscopy". Journal of Colloid and Interface Science **179**:298-310 (1996).
2. F Reif, "Fundamentals of statistical and thermal physics", McGraw-Hill, Inc., New York (1965).
3. G Cinar, H Ceylan, M Urel, TS Erkal, ED Tekin, AB Tekinay, A Dâna, MO Guler, "Amyloid inspired self-assembled peptide nanofibers", Biomacromolecules. Oct 8; **13** (10), 3377-87 (2012).



**Şekil 1 a)** Parçacıkların floresans mikroskop altında görüntüsü (görüntü ölçeği sağdan sola 61  $\mu\text{m}$ ) **b)** Tek bir parçacığın takip ettiği Brownian izi (görüntü ölçeği sağdan sola 3.1  $\mu\text{m}$ )

ölçülmüştür. Çalışılan saf su ve gliserin için ölçülen değerler ile gerçek değerler arasındaki hata oranı %2 civarındadır.

Son olarak, bir sonraki adımımız olan Peptit Nano Jel yapıların mikro-reolojik özelliklerinin aynı metot ile elde edilmesi konusundaki deneysel planımız aktarılacaktır. (3).

## Tek Kristal PtCo Filmlerin Kimyasal Oranının Sıcaklığa ve Alttaşa Bağlı Değişimin İncelenmesi

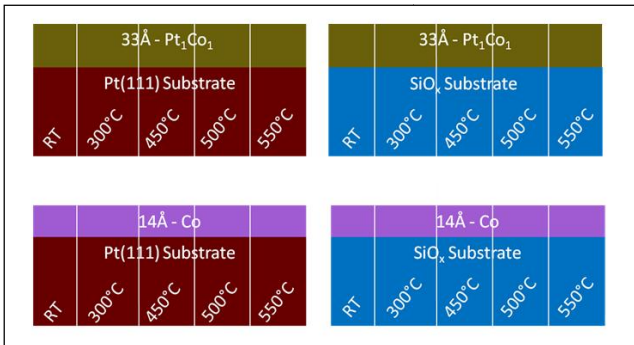
B. Sakar<sup>1</sup>, M. Erkovan<sup>2</sup>, A.Ş. Ahsen<sup>1</sup>, M. Türksoy Öcal<sup>1</sup>, O. Öztürk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gebze Teknik Üniversitesi, 41400, Kocaeli

<sup>2</sup>Sakarya Üniversitesi, 54187, Sakarya

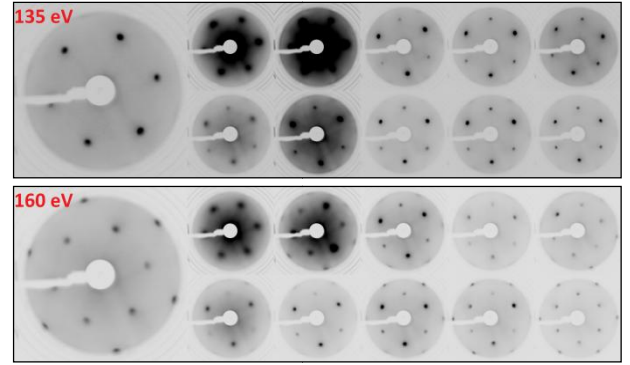
PtCo alaşımlar, güçlü katalitik özellikleri, yüksek korozyon dirençleri ve manyetik özellikleri ile dikkat çekmektedir. PtCo yapılar kimyasal oranlarına göre L1<sub>0</sub> ve L1<sub>2</sub> iki olmak üzere iki farklı kristal yapıya sahiptirler. Eşit kimyasal oran (Pt<sub>1</sub>Co<sub>1</sub>) için L1<sub>0</sub> kristal yapısında sahip olduğu yüksek manyetik kristal anizotropisi ile gelecek nesil manyetik kayıt uygulamaları için güçlü bir adaylardan biridir. PtCo alaşımları ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda eşit kimyasal oranda hazırlanan PtCo örneklerde Co oranlarının beklenenden daha düşük gözlemlendiği belirtilmiştir. Bu farklılık hazırlanan örneklerde beklenmeyen özelliklerin gözlemlenmesine neden olmaktadır. Bu sorun, örnek hazırlama sürecinin hassas bir şekilde kontrol edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada eşit kimyasal orana sahip olması istenen PtCo yapısında oranlarındaki değişimlere odaklanılmıştır. Çalışma kapsamında Pt(111) tek kristal ve SiO<sub>2</sub> wafer olmak üzere iki farklı alttaş kullanılmıştır. Bu alttaşlar üzerine, magnetron sıçratma tekniği kullanılarak saf Co ve Pt<sub>1</sub>Co<sub>1</sub> ince filmleri büyütülmüştür. Örnek hazırlama sıcaklığının PtCo'ın kimyasal oranlarındaki değişimler üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla her alttaş üzerine büyütülen her bir örnek için farklı sıcaklıklarda (RT, 300°C, 450°C, 500°C and 550°C) ilave örnekler hazırlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1: Hazırlanan numunelerin şematik gösterimi

Örneklerin elemental kompozisyon ve kimyasal kompozisyonu X-ışını Fotoemisyon Spektroskopisi (XPS) ve Auger Elektron Spektroskopisi (AES) ile incelenmiştir. Örnek yüzeylerinin elektronik yapıları ve Pt ile Co'nun farklı örnek hazırlama sıcaklıklarındaki elektronik etkileşimlerinin incelenmesinde ise UV Fotoemisyon Spektroskopisi (UPS) kullanılmıştır. Düşük enerjili elektron difraksiyonu (LEED) tekniği kullanılarak da epitaksiyel büyüme ve örnek yüzeylerinin kristal simetrisi incelenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2: Pt(111) alttaş ile (sol) farklı sıcaklıklarda hazırlanan Co ve PtCo numunelerin LEED görüntüleri

Çalışmanın sonuçlarına göre Pt(111) alttaş üzerine hazırlanan örneklerde, artan sıcaklık ile beraber kobalt atomlarının alttaş içersine difüze olduğunu gözlenmiştir. Hazırlama sıcaklığının 450°C ve daha yüksek olduğu sıcaklıklarda ise saf Co ve Pt<sub>1</sub>Co<sub>1</sub> örneklerin her ikisinde birbirleriyle aynı kimyasal stokiyometriye, yüzey simetrisine ve benzer elektronik yapıya sahip oldukları tespit edilmiştir. Buna karşılık SiO<sub>2</sub> alttaş üzerine yapılan çalışmalarda ise örnek hazırlama sıcaklığının artışı ile beraber XPS ve UPS sonuçları göstermektedir ki Pt ile Si arasında bir bağ oluşmakta ve kobaltın da elektronik yapısının değişmektedir.

**Teşekkür:** Bu çalışma TÜBİTAK 106T576 nolu proje tarafından desteklenmiştir.

## Ferrite Nanoparçacıkların Parçacık Büyüklüğü Bağımlı Manyetik Alana Karşı Tepkileri ve Hipertermia Uygulamalarına Uygunluğu

**Mustafa Coşkun<sup>1</sup>, Özer Çelik<sup>3</sup>, Senem Çitoğlu<sup>3</sup>, Musa Mutlu Can<sup>2</sup>, Tezer Fırat<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fizik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi, 06800, Ankara

<sup>2</sup>Fizik Bölümü, Fen Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, Vezneciler, 34314, İstanbul

<sup>3</sup>Nanoteknoloji ve Nanotıp A.D., Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, 06800, Ankara

Yapılan çalışmada ferrimagnetik özelliğe sahip ferrite nanoparçacıklar, komşu yüzeyler arasındaki etkileşimler ile meydana gelen magnetik değişimlerin incelemesi ve yakın yüzey etkileşimlerine bağlı hipertermia uygulamalarında kullanımı incelendi. Bu amaçla, katı hal tepkime yöntemi ile ferrimanyetik nanoparçacıklar ( $Fe_3O_4$ ,  $\gamma$ - $Fe_2O_3$ ,  $\alpha$ - $Fe_2O_3$  ve  $CoFe_2O_4$ ) sentezlendi. Sentezlenen ferrimanyetik parçacıkların manyetik özellikleri, parçacıklar arası etkileşimler, parçacıklar arası etkileşimlerin yüzey manyetik anizotropisine etkileri ve  $SiO_2$  kabuk kaplanmanın etkileri anabaşlıkları altında incelendi.  $SiO_2$  kabuk kaplamak için kimyasal metod ve mikroemülsiyon tekniği kullanıldı ve  $SiO_2$  kabuk kalınlığı  $CoFe_2O_4$  nanoparçacıkları için 5.41 nm değerinden  $14.04 \pm 0.05$  nm değerine kadar değiştirildi.

Parçacıklararası etkileşimin yanısıra ısısal salınımların magnetik davranışa etkisi, 5 ile 300 K arasındaki sıcaklıklarda magnetik rezonans ve manyetik alana karşı mıknatıslanma eğrileri ile elde edildi. Yapılan çalışmalar sonunda ferrite nanoparçacıkları hakkında geniş kapsamlı bilgi elde edildi. Manyetik özelliklerin parçacık içi ve parçacıklararası etkileşimlerin parçacığın manyetik davranışını etkilediği anlaşıldı. Nanoparçacık içindeki oksijen atomların değerlikleri ve örgüdeki konumları,  $SiO_2$  kabuk kalınlığı ve nano boyuta inmeye bağımlı olarak yüzey akımlarındaki (Brownian ve Neel yüzey akımları) değişimlerin ferrimagnetik nanoparçacıkların teknolojik uygulamalarını tayin ettiği gösterildi [1-3].

### Kaynakça

1. M. M. Can, M. Coşkun, T. Fırat, Journal of Alloys and Compounds, 542 (2012) 241–247.
2. M. Coskun, M. M. Can, Ö. Duyar-Coskun, M. Korkmaz, T. Fırat, Journal of Nanoparticle Research, 14 (2012) 10, 1197.
3. Ö. Çelik, M. M. Can, T. Fırat, Journal of Nanoparticle Research, 16 (2014) 3, 1-7.



## Katı Hal Reaksiyonu ile Sentezlenen ( $x=0.01, 0.05$ ve $0.10$ ) $Zn_{1-x}Co_xO$ Elektrolit Malzemelerin Yakıt Pili Olarak Kullanımı

Shalima Shawuti<sup>1</sup>, Musa Mutlu Can<sup>1</sup>, Mehmet Ali Gülgün<sup>2</sup>

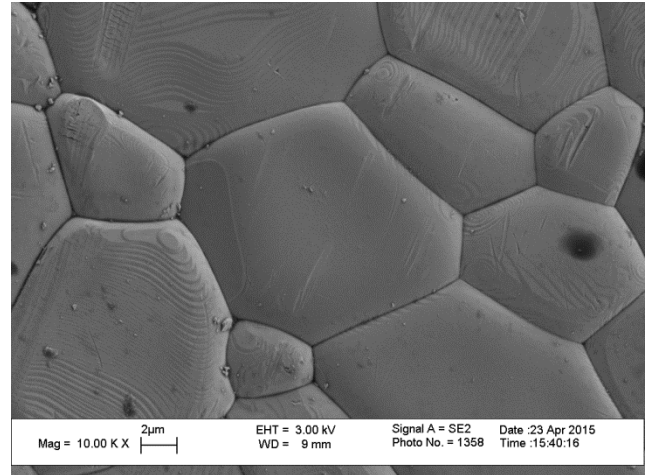
<sup>1</sup>Fizik Bölümü, Fen Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, Vezneciler, 34314, İstanbul

<sup>2</sup>Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Sabancı Üniversitesi, İstanbul

Hidrojen ( $H_2$ ) ve oksijen ( $O_2$ ) arasındaki elektrokimyasal reaksiyon ile elde edilen ve toplam verimlilikleri % 80 'lere kadar ulaşabilen yakıt pilleri, çevre dostu ve yüksek verimle çalışan enerji dönüşüm teknolojileridir. Yakıt pilleri, yakıttaki kimyasal enerjiyi doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren cihazlardır. Yapılan çalışmada öncelikli hedef olarak, toz halde farklı Co katkı miktarlarında ( $x=0.01, 0.05$  ve  $0.10$ )  $Zn_{1-x}Co_xO$  sentezi yapılan parçacıkların düşük sıcaklık katı oksit yakıt pili olarak uygunluğu araştırıldı [1]. Co katkı atomları ile oda sıcaklığı üzerindeki sıcaklıklarda elektronik taşınım düşük olur iken, iyonik taşınımın yüksek olması hedeflenmektedir.

Toz haldeki ( $x=0.01, 0.05$  ve  $0.10$ )  $Zn_{1-x}Co_xO$  parçacıkları katı hal reaksiyonu ile sentezlendi ve 40 MPa basınç altında peletler haline getirildi. Sentezlenen peletlerin kristal yapıları, danecik oluşumları ve danecik büyüklükleri, X-ışını kırınım metresi (XRD) ve taramalı alan mikroskobu (SEM) ile yapıldı. Sentezlenen peletlerin sıcaklık bağımlı iyonik taşınım AC Empedans Spektrometresi ile belirlendi. Yapılan çalışmada, Co katkı atomlarının daneciklerin ve danecikler arası sınırların yapısal oluşumunda etkileri belirlenerek, iyonik iletkenlikleri ile ilişkilendirildi. Peletlerde, oda sıcaklığından 400 °C sıcaklığa kadar iyonik taşınım etkin iken, 400 °C

üstü sıcaklıklarda elektronik taşınımın baskın olduğunu anlaşıldı. İyonik aktivasyon enerji hesaplamaları, Co katkı miktarındaki artış ise danecik sınırları arası elektronik iletkenliği düşürdüğü ve iyonik iletkenliğe etkisinin de oldukça düşük olduğu anlaşıldı. Dolayısı ile iyonik taşınımın yüksek sıcaklıklarda da etkin olmasını ve yakıt pili elektrolit malzemesi olarak kullanılmasını mümkün hale getirdiği belirlendi.



Şekil 1: 40 MPa basınç altında peletler haline getirilen  $Zn_{0.90}Co_{0.10}O$  parçacıkları.

### Kaynakça

1. S. Shawuti, M. M. Can, M. A. Gülgün, T. Fırat, Electrochimica Acta, 145 (2014), 132-138.

## Karalı Çoklu Direnç Seviyeli Faz Değişim Belleği

Ibrahim Cinar<sup>1,2</sup>, Aisha Gokce<sup>1</sup>, Servet Ozdemir<sup>3</sup>, Egecan Cogulu<sup>1</sup>, Barry Stipe<sup>4</sup>, Jordan A. Katine<sup>4</sup>,  
Gulen Aktas<sup>1</sup>, Ozhan Ozatay<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fizik Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul

<sup>2</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman

<sup>3</sup>University of Warwick, Coventry, İngiltere

<sup>4</sup>HGST, A Western Digital Company, San Jose, CA, Amerika Birleşik Devletleri

Faz değişim belleği (PCM) teknolojisi hem nanosaniye mertebesinde hızlı anahtarlama hem de bilinen bir fiziksel ölçeklendirme limiti olmayışı sayesinde düşük akım darbeleriyle enerji-verimli okuma-yazma sağlayabilen yeni nesil bir hafıza teknolojisi olmaya adaydır. Bunlara ek olarak verilerin okuma/yazma döngü limitleri  $10^{10}$ 'a kadar ulaşabilmekte ve elektrik gücü kapatıldığında depoladığı veriyi kaybetmemektedir. Tüm bu avantajları sayesinde gelecek ultra-yoğun veri depolama uygulamaları için yüksek ticarileşme potansiyeli olan PCM teknolojisinin en büyük engeli mantık seviyelerine karşılık gelen direnç değerlerinin zaman içerisinde kontrolsüz kaymasıdır. Direnç kaymasının altında yatan mekanizmanın, yapısal gevşeme ve yüksek sıcaklıklarda kendinden kristallenme olduğu düşünülmektedir. Bu projede PCM aygıtlarında akım enjekte bölge geometrisini kontrol etmek suretiyle, kristal ve amorf seviyelerine ek olarak kararlı bir ara direnç seviyesi elde edilmiştir. Amorf ve ara-direnç seviyelerinde direnç kayması

incelenmiş ve ara-direnç seviyesindeki değişimin kristaldekine kıyasla çok daha az olduğu gözlenmiştir. Amorf halde etken elektron taşınım mekanizması, yüklerin yasak enerji aralığında kusurların oluşturduğu enerji seviyelerinden hoplayarak taşınmasıdır. Zamanla amorf bölgedeki kusurlar azaldıkça direnç seviyesi artar. Sıcaklık ölçümlerinde belirlediğimiz aktivasyon enerjileri 0.23 eV civarındayken ara direnç seviyesinde bu seviye 0.02 eV olarak kaydedilmiştir. Sonlu eleman modeli ile yapılan simülasyonlarda amorf yapı içerisinde köşeli kontak yapısından kaynaklanan bir heterojen akım dağılımı sayesinde oluşan kristal-amorf karışık bir bölge olduğu ortaya çıkmıştır. Veri analizleri sonucunda ara-direnç seviyesinde yük taşınım mekanizmasının yine kusurlardan hoplayarak olduğu ancak kusurlardan çoğunun artan ara yüzeyde olduğu ve yığına kıyasla daha fazla sayıda olduğu anlaşılmış ve direnç kaymasının düşük olmasının sebebi buna bağlanmıştır. Bulgular ışığında kararlı ara mantık seviyeleri olan bir çoklu-mantık seviyeli PCM tasarımı mümkün olmaktadır.

**Teşekkür:** Bu proje Avrupa Birliği FP7 Marie Curie IRG Fonu tarafından 256281 nolu, TÜBİTAK tarafından 113F385 nolu ve Boğaziçi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu tarafından 6663 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

## SmTr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (Tr = Fe, Co, Ru) ve SmTr<sub>2</sub>Cd<sub>20</sub> (Tr = Ni, Pd) Bileşiklerinde Magnetik Özelliklerin İncelenmesi

### D. Yazici

*Fizik Bölümü, Kaliforniya Üniversitesi, San Diego La Jolla, CA 92093, U.S.A*  
*Artvin Çoruh Üniversitesi, 08000, Artvin*

"Kafes Bileşikleri" [1, 2, 3, 4] olarak bilinen tek kristal SmTr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (Tr = Fe, Co, Ru) ve SmTr<sub>2</sub>Cd<sub>20</sub> (Tr = Ni, Pd) bileşiklerinin özellikleri, elektriksel direnç, magnetizasyon ve özısı ölçümleri ile incelenmiştir [1]. SmFe<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>, SmRu<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>, ve SmNi<sub>2</sub>Cd<sub>20</sub> bileşiklerinde ferromagnetik geçiş gözlenirken SmPd<sub>2</sub>Cd<sub>20</sub> Neel sıcaklığı  $T_N = 3.4$  K olan bir antiferromagnetiktir. SmFe<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>, SmRu<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>, ve SmNi<sub>2</sub>Cd<sub>20</sub> bileşiklerinin Curie sıcaklığı sırasıyla  $T_C = 47.4$  K, 7.6 K, ve 7.5 K'dir.

SmCo<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> bileşiğinde 110 mK'e kadar herhangi bir magnetik geçiş gözlenmemiştir. SmRu<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> ve SmPd<sub>2</sub>Cd<sub>20</sub> bileşiklerindeki yüksek Sommerfeld katsayısı ve düşük sıcaklıklarda elektriksel direncin sıcaklığa ikinci dereceden bağlı oluşu bu bileşiklerdeki quasiparticle kütesinin arttığını gösterir ki bu da lokalize olmuş 4f ve iletim elektronlarının hibritleşmesinden kaynaklanmaktadır.

### Teşekkür:

UCSD'de yürütülen bu çalışma U. S. DOE tarafından DE-FG02-04-ER46105 ve U. S. NSF tarafından DMR 1206553 numaralı projeler tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. D. Yazici, B. D. White, P.-C. Ho, N. Kanchanavatee, K. Huang, A. J. Friedman, A. S. Wong, V. W. Burnett, N. R. Dilley, and M. B. Maple, "Investigation of magnetic order in SmTr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (Tr = Fe, Co, Ru) and SmTr<sub>2</sub>Cd<sub>20</sub> (Tr = Ni, Pd)", Phys. Rev. B. **90**, 144406 (2014).
2. V.W. Burnett, D. Yazici, B.D. White, N.R. Dilley, A.J. Friedman, B. Brandon, M.B. Maple, "Structure and physical properties of RT<sub>2</sub>Cd<sub>20</sub> (R=rare earth, T=Ni, Pd) compounds with the CeCr<sub>2</sub>Al<sub>20</sub>-type structure", JSSC **215**, 114 (2014).
3. D. Yazici, T. Yanagisawa, B. D. White, and M. B. Maple, "Correlated-Electron Behavior in the Cubic Compounds PrNi<sub>2</sub>Cd<sub>20</sub> and PrPd<sub>2</sub>Cd<sub>20</sub>", Phys. Rev. B. **91**, 115136 (2015).
4. B. D. White, D. Yazici, and M. B. Maple, " Weak hybridization and low-temperature magnetic order in the compounds CeTr<sub>2</sub>Cd<sub>20</sub> (Tr = Ni, Pd)", J. Phys.: Condens. Matter 27(31): 315602 (2015).



## Grafin Polimorflarının Yüzeylerinde H,O,N ve S Atomlarıyla Etkileşiminin Sistematik Olarak İncelenmesi

Yıldız Gözde Sağlam<sup>1</sup>, Engin Durgun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fen bilimleri Enstitüsü, Mikro ve Nanoteknoloji Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06800, Ankara

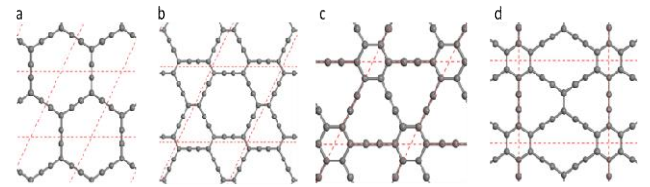
<sup>2</sup>Bilkent Üniversitesi, UNAM-Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi, 06800, Ankara

Grafin malzemesinin sentezlenmesi ve başarıyla uygulama alanlarında kullanılmasıyla birlikte, iki boyutlu –ultra ince yapılara olan ilgi giderek artmaktadır. Grafin birim hücrelerinde yer alan karbon atomlarının bazılarının arasına eklenen ekstra karbon atomlarıyla sayesinde farklı hibritleşmeler gözlemlenmiştir. Gözlemlenen çeşitlilik beraberinde farklı özelliklere sahip grafin allotropları( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -ve 6.6.12 grafin) getirmiştir. Literatürde grafin yapılarıyla ilgili teorik çalışmalar mevcut olmakla birlikte tek atom yüzeye tutunma ve difüzyon konusunda kapsamlı bir çalışma gözlemlenmemiştir. Yakın gelecekte sentezlenmesi beklenen grafin yapılarının teknolojinin birçok alanında başarıyla kullanılabileceği yapılan teorik çalışmalarla öngörülmektedir.

Çalışmalar süresince yapılan hesaplamalar ve modellemeler kuantum mekaniğine dayalı yoğunluk fonksiyoneli teorisi (YFK) kullanılarak ilk prensip (ab initio) teknikleri ile yapılmıştır. Çalışmalar süresince dünya çapında yaygın olarak kullanılan VASP paketi kullanılmıştır. Düzlem dalga kinetik enerji limitleri, Brillouin bölgesindeki k-noktaları sisteme göre test edildikten sonra en uygun değerler kullanılmıştır. Tüm atomik pozisyonlar, örgü parametreleri eşlenik gradyant (conjugate gradient) yöntemi ile optimize edilip, sistemin toplam enerjisi ve atomlar üzerindeki kuvvetler minimize edilmiştir. Elektronik hesap basamakları için

hassas yakınsama limiti, enerji için  $10^{-5}$  eV, atomlar üzerindeki Hellmann-Feynman kuvvetleri için  $0.05$  eV/Å alınmıştır.

Farklı grafin yapılarının herbiri hem ortak hem de birbirinden oldukça farklı özellikler göstermektedirler. $\alpha$ -, ve  $\beta$ - graphyne yapıları altıgen örgü simetrisi göstererek yarı-metalik davranış sergilemektedirler. Bu özellikleriyle graphene yapısına oldukça benzemektedirler. Buna zıt olarak 6612 Grafin yapıları dikdörtgen Örgü simetrisine sahip olarak yarı metalik özellik sergilemektedirler. Diğer yandan,  $\gamma$ -graphyne yarı iletken özellik göstermektedirler. Saf halleri yeterince ilgi çekiçi olan grafin malzemeleri H,O,N ve S atomlarının yüzeyde soğurulması ve yayılmasıyla oldukça önemli değişiklikler göstermektedirler. Yapılan bu çalışmada yapıların yüzey atom etkileşimleriyle elektronik, yapısal ve manyetik özelliklerinin nasıl değişim gösterdiği ve elde edilen sonuçların uygulama alanlarında nasıl yürütüleceği üzerine hesaplamalar yapılmıştır.



**Şekil 1:**  $\alpha$ -  $\beta$ -  $\gamma$ - ve 6612 grafin yapılarının geometrik gösterimleri

### Teşekkür:

Bu çalışma 114F310 nolu proje ile TUBİTAK tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. Novoselov K. S., Geim A. K., Morozov S. V., Jiang D., Zhang Y., Dubonos S. V., Grigorieva I. V., Firsov A. A., Science, 306, 666–669, (2004)
2. Malko D., Neiss C., Vines F., Gorling A., Phys. Rev. Lett., 108, 086804, (2012)

## InP/GaP Kuantum Nokta Yapısının Optik Özelliklerinin İncelenmesi

**Gürkan Arslan<sup>1</sup>, Hatice Fırtına Arslan<sup>1</sup>, Mehmet Şahin<sup>2</sup>, Ahmet Erdinç<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Bölümü, 38030, Kayseri*

<sup>2</sup>*Abdullah Gül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği Bölümü, 38090, Kayseri*

<sup>3</sup>*Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 38030, Kayseri*

Bu çalışmada, çekirdek/kabuk/kuyu/kabuk şeklindeki çok tabakalı bir küresel kuantum noktasının, band içi optik özellikleri araştırılmıştır. İlk olarak, safsızlığın yokluğunda, bu yapıya ait enerji özdeğerleri ve dalga fonksiyonları hesaplanmıştır. Bunun için, Schrödinger denklemi, sonlu sınırlandırma potansiyelinde ve etkin kütle yaklaşımında, shooting metodu ile tamamen sayısal olarak çözülmüştür. Elde edilen enerji değerleri ve dalga fonksiyonları

kullanılarak band içi seviyeler arası optik soğurma katsayıları ve osilatör şiddetleri farklı tabaka kalınlıklarında hesaplanmıştır.

Sonuçlar, tabaka kalınlıklarının ve çekirdek yarıçapının fonksiyonu olarak ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiş ve fiziksel yorumları yapılmıştır. Optik özelliklerin, tabaka kalınlıklarına sıkı bir şekilde bağlı olduğu gözlenmiştir.

## CdSe/CdS Kuantum Nokta Yapısının Optik Özelliklerinin İncelenmesi

**Hatice Fırtına Arslan<sup>1</sup>, Gürkan Arslan<sup>1</sup>, Mehmet Şahin<sup>2</sup>, Ahmet Erdinç<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Bölümü, 38030, Kayseri*

<sup>2</sup>*Abdullah Gül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği Bölümü, 38090, Kayseri*

<sup>3</sup>*Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 38030, Kayseri*

Bu çalışmada, çekirdek/kabuk/kuyu/kabuk yapısına sahip bir kuantum nokta heteroyapıdaki bir elektronun, band içi optik özellikleri ayrıntılı bir şekilde araştırılmıştır. İlk olarak, merkezdeki donör safsızlığın varlığında ve yokluğunda, bu yapıya ait enerji özdeğerleri ve dalga fonksiyonları tabaka kalınlıklarının fonksiyonu olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar yapılırken, Schrödinger dalga denklemi, sonlu sınırlandırma potansiyelinde ve etkin kütle yaklaşımında, shooting metodu ile tamamen sayısal olarak çözülmüştür. Elde edilen enerji özdeğerleri ve dalga fonksiyonları kullanılarak bir elektronlu kuantum nokta yapının, band içi seviyeler

arası optik soğurma katsayıları ve osilatör şiddetleri farklı tabaka kalınlıklarında hesaplanmıştır. Safsızlığın olmadığı durumda gerçekleştirilen optik özelliklerle ilgili tüm hesaplamalar, kuantum noktasının merkezinde hidrojen tipi bir donör safsızlığının bulunması tekrar edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, çekirdek yarıçapının ve tabaka kalınlıklarının fonksiyonu olarak, safsızlığın olduğu ve olmadığı durumlar için ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiş ve fiziksel yorumları yapılmıştır. Optik özelliklerin, tabaka kalınlıklarına sıkı bir şekilde bağlı olduğu gözlenmiştir.

## İki Boyutlu $h$ -AlN Yapısının Optoelektronik Özelliklerinin Çok-Kütleli Yöntemlerle Hesaplanması

**D. Keçik<sup>1</sup>, C. Bacaksız<sup>2</sup>, R. T. Senger<sup>2</sup>, E. Durgun<sup>1,3</sup>**

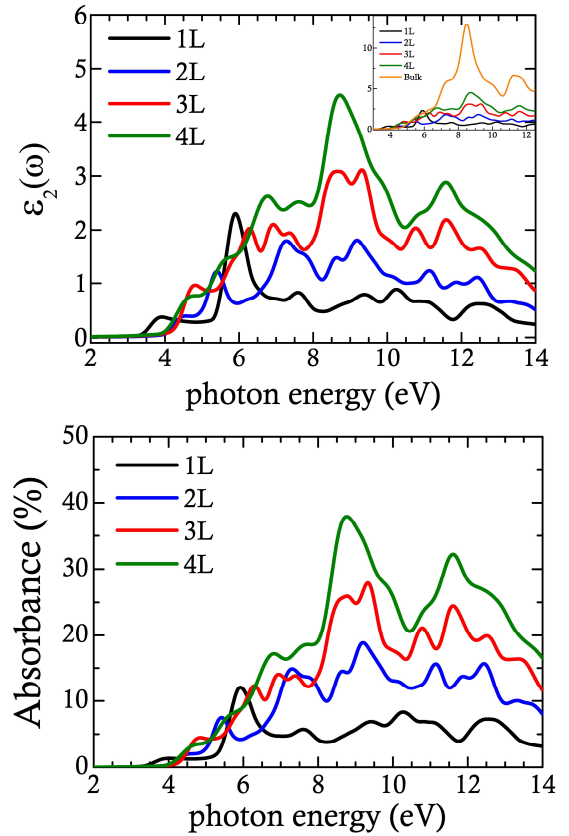
<sup>1</sup> Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (UNAM), Bilkent Üniversitesi, Ankara

<sup>2</sup> İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fizik Bölümü, İzmir

<sup>3</sup> Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Enstitüsü, Bilkent Üniversitesi, Ankara

E-mail: kecik@unam.bilkent.edu.tr

2-boyutlu sistemlerin 3B eşleniklerine göre optoelektronik özellikleri farklılık ve çeşitlilik göstermekte, dolayısıyla 2B sistemler bu sahada ümit vadeden potansiyel taşımaktadır. Giderek gelişen ekran, LED, optik modülatör ve fotovoltaiik gibi uygulama alanları en gelişmiş malzemelere ihtiyaç duymaktadır. Bu çalışmada da, iki-boyutlu altıgen örgüye sahip  $h$ -AlN III-V grubu bileşiğinin germe-çekme, katman sayısı ve eksitonik etkileşimlere bağlı olarak değişen optoelektronik özellikleri, kuantum mekaniğine dayalı temel-prensipier (ab-initio) yöntemiyle hesaplanmıştır. Geniş elektronik bant aralığı dolayısıyla dikkat çekici bir malzeme olan tek-katmanlı  $h$ -AlN [1,2] yapısının ayrıca 2, 3, 4 katmanlı ve 3B yapılarının da elektronik ve optik özellikleri incelenmiştir. DFT-RPA,  $G_0W_0$  ve HSE ile yapılan hesaplar karşılaştırıldığında, ilk yöntemin “optik soğurmanın en yoğun olduğu” foton enerjisi değer aralığı açısından en düşük düzeyde olduğu, HSE ve  $G_0W_0$  yöntemlerininse bu değeri elektromanyetik spektrumda daha yüksek frekans aralıklarına taşıdığı gözlemlenmiştir. Sonuçlara bakıldığında, 1-4 katmanlı  $h$ -AlN’ın ultraviyole bölgede önemli ölçüde optik soğurma gösterdiği ve katman sayısı ile bunun yoğunluğunun arttığı görülmüştür (bkz. Şekil 1). Ek olarak, % 1 ila % 7 arasında uygulanan iki-eksenli germinin, optik soğurma spektrumunu düşük foton enerjii aralığına kaydıracağı bulunmuştur. Ayrıca, özellikle yarı iletken iki boyutlu malzemelerde öne çıkan elektron-deşik (electron-hole) etkileşimleri de hesaba katıldığında, eksiton bağlanma fenomeni de gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, katmanlı  $h$ -AlN malzemesinin optoelektronik özellikleri; katman sayısı artırılarak ve germe prosesi uygulanarak kontrol edilebilmektedir.



**Şekil 1:** Yukarıda: Katman sayısına bağlı olarak değişen sanal dielektrik fonksiyonu, aşağıda: optik soğurma spektrumu.

### Kaynakça

1. H. Sahin, S. Changirov, M. Topsakal, E. Bekaroglu, E. Akturk, R. T. Senger, S. Ciraci, Phys. Rev. B **80**, 155453 (2009).
2. P. Tsipas, S. Kassavetis, D. Tsoutsou, E. Xenogiannopoulou, E. Golias, S. A. Giamini, C. Grazianetti, D. Chiappe, A. Molle, M. Fanciulli, and A. Dimoulas, Appl. Phys. Lett. **103**, 251605 (2013).

**Teşekkür:** Bu çalışma 113T050 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Ayrıca katkılarından ötürü Dr. Hasan Şahin’e teşekkür ederiz.

## GaTe ve GaTe: Cd İkili Yarıiletken Kristallerinin Bridgman/Stockbarger Tekniğiyle Büyütülmesi ve Yapısal Özellikleri

Mehmet Şata, Bekir Gürbulak, Afsoun Ashkhasi, Fikriye Şeyma Özçelik,  
Songül Duman

Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 25240, Erzurum

$A^{III}B^{VI}$  yarıiletken kristallerin büyütülmesi ve araştırılmasıyla yarıiletken teknolojisinde büyük ilerlemeler sağlanmıştır. Bu amaçla, GaTe ve GaTe: Cd ikili yarıiletken bileşikleri, bölümümüz kristal büyütme laboratuvarında geliştirilmiş Bridgman-Stockbarger yöntemi ile büyütülmüştür. GaTe ve GaTe: Cd ikili yarıiletken bileşiklerinin farklı sıcaklıklarda ve farklı tavlama sürelerinde tavlansından sonra XRD spektrumları alınmıştır. Numunelerin, yapısal ve morfolojik karakterizasyonları X-ışını kırınımı (XRD), taramalı elektron mikroskopu (SEM) ve enerji ayırlı X-ışını spektroskopisi (EDX) teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. XRD sonuçlarına göre, büyütülen numunelerin monoklinik kristal yapısına sahip oldukları ve Cd katkılamanın pik şiddetlerini

artırdığı gözlenmiştir. XRD verilerinden, örgü parametreleri GaTe için  $a=17,404 \text{ \AA}$ ;  $b=10,456 \text{ \AA}$ ;  $c=4,077 \text{ \AA}$  olarak hesaplanmıştır. GaTe ve GaTe: Cd kristalleri için en şiddetli pik olan  $(\bar{4}20)$  için ikili bileşiklerin bazı kristal özellikleri hesaplanmış ve Tablo 1'de verilmiştir. GaTe için EDX sonuçları incelendiğinde Galyum elementi ağırlıkça %36,62 Tellüryum elementi %63,33 ve Oksijen elementi ise %0,05 olarak elde edilmiştir. GaTe: Cd için EDX sonuçları ise Galyum elementi ağırlıkça %36,49, Tellüryum elementi %58,14, Kadmiyum elementi %0,97 ve oksijen elementi ise %4,40 olarak bulunmuştur. SEM görüntülerinden ise taneciklerin ortalama büyüklüğü yaklaşık olarak 490-980  $\text{\AA}$  civarında olduğu bulunmuştur.

**Tablo 1:** GaTe ve GaTe: Cd ikili kristallerinin oda sıcaklığındaki bazı kristal özellikleri

Numune adı	$2\theta$ (derece)	FWHM (derece)	$D_{denev}$ ( $\text{\AA}^0$ )	$D_{teorik}$ ( $\text{\AA}^0$ )	$\epsilon$ ( $\text{lin}^{-2}\text{m}^4$ ) $\times 10^{-4}$	$\delta$ ( $\text{lin}/\text{m}^2$ ) $\times 10^{14}$	$N$ ( $\text{m}^{-2}$ ) $\times 10^{18}$	$\sigma(\%)$
GaTe	24.197	0.216	418.2	380.6	9.215	5.718	6.973	0.599
GaTe: Cd	24.673	0.162	557.6	508.0	6.905	3.216	2.942	0.434

**Anahtar kelimeler:** GaTe ve GaTe: Cd, Bridgman/Stockbarger Tekniği, XRD, SEM, EDX.

**Teşekkür:**

Bu çalışma 2013/286 nolu güdümlü araştırma proje ile Atatürk Üniversitesi BAP tarafından desteklenmiştir.

## Yapısında Klor İçeren Bazı Schiff Bazlarının Çelik İçin Korozyon İnhibisyon Etkilerinin Kuantum Mekaniksel Yöntemlerle İncelenmesi

Celal Tuğrul Zeyrek<sup>1</sup>, Bahadır Boyacıoğlu<sup>2</sup>, Hüseyin Ünver<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, 06100, Ankara

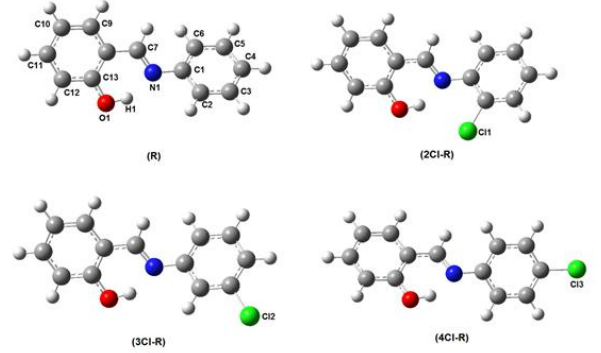
<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, 06290, Ankara

<sup>3</sup>Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06100, Ankara

Korozyon, metalik malzemelerin içinde buldukları ortamla kimyasal reaksiyonlara girmeleri sonucu doğal olarak meydana gelen bir olaydır ve bunun sonucu olarak malzeme metalik özelliklerini kaybeder. Endüstriyel alanda, korozyon sebebiyle beklenenden daha kısa sürede mevcut tesis işletme dışı kalmakta ve ciddi anlamda ekonomik kayıplar meydana gelmektedir. Korozif bileşiklerin ortamdan uzaklaştırılması ya da ortama korozyonu azaltıcı inhibitörlerin eklenmesi yöntemi gerek maliyet gerekse etkinlik açısından korozyonu önlemede kullanılan önemli bir yöntemdir. İnhibitörler, ortamda az miktarda bulduklarında korozyon hızını azaltan ya da tamamen durduran maddelerdir [1].

Bu çalışmada, daha önce deneysel olarak incelenmiş klor içeren salicylaldimine (R), N-(2-chlorophenyl)salicylaldimine (2Cl-R), N-(3-chlorophenyl)salicylaldimine (3Cl-R) ve N-(4-chlorophenyl)salicylaldimine (4Cl-R) Schiff bazı bileşiklerin molekül yapılarının çelik için korozyon inhibisyon etkinliklerinin [1] kuantum mekaniksel yöntemler kullanılarak araştırılması amaçlanmıştır. Yoğunluk fonksiyoneli teorisi (DFT) ile yapılan hesaplamalarda, B3LYP fonksiyoneli ile 6-31G(d,p) baz setleri kullanılmıştır [2]. Hesaplamalarda Gaussian 09 ve GaussianWiev 05 programları kullanılmıştır [3,4]. Yoğunluk fonksiyonu hesaplamalarının, B3LYP/6-31G(d) seviyesinde doğru molekül geometrileri sağladıkları bulunmuştur (Şekil 1).

Çalışmada korozyon inhibitörlerinin inhibisyon etkinlikleri ile yapılarla ait hesaplanan toplam enerjiler  $E$ ,  $E_{HOMO}$ ,  $E_{LUMO}$ ,  $\Delta E_{Gap}$  ve dipol moment ( $\mu$ ) gibi parametreler arasında yakın bir ilişki olduğu ortaya konmuştur.



Şekil 1: (R), (2Cl-R), (3Cl-R) ve (4Cl-R) moleküllerinin optimize edilmiş geometrileri

$E_{HOMO}$  değerlerinin artması adsorpsiyonu kolaylaştırmakta ve dolayısıyla söz konusu moleküllerin inhibisyon etkinliği artmaktadır. Benzer ilişkiler korozyon hızları ile  $E_{LUMO}$  ve  $\Delta E_{Gap}$  arasında da mevcuttur.  $E_{LUMO}$  değeri ne kadar küçük olursa molekülün elektronları alma olasılığı da o kadar büyük olur. Aynı şekilde daha düşük enerji farkı ( $\Delta E_{Gap}$ ) da birbiriyle etkileşime giren yapılar arasındaki kararlılığı artırarak söz konusu bileşiklerin inhibisyon etkinliğini artırmaktadır. Hesaplanan diğer kuantum kimyasal parametreler (iyonlaşma potansiyeli, hardness, softness, toplam negatif yükler, transfer edilen elektron kesri) ile korozyon inhibitörlerinin inhibisyon etkinlikleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Sonuç olarak, deneysel inhibisyon etkinliği deneysel ölçümler sonucunda (2Cl-R)-ortho > (4Cl-R)-para > (3Cl-R)-meta > (R) (salicylaldimine) şeklinde sıralanırken, hesaplanan kuantum kimyasal parametreler göre, (4Cl-R)-para < (2Cl-R)-ortho < (3Cl-R)-meta < (R) (salicylaldimine) şeklinde sıralandığı ortaya konulmuştur. Bu ilişkiler çalışmada ayrıca beş farklı çözücü ortamında (kloroform, dikloroetan, etanol, dimetilsülfoksit ve su) da incelenmiştir.

### Kaynakça

1. K. C. Emregül, R. Kurtaran, O. Atakol, "An investigation of chloride-substituted Schiff bases as corrosion inhibitors for steel" Corros. Sci., vol. 45, 2803, (2003).
2. Frisch, M. J., Trucks, G. W., Schlegel, H. B., et. Al., Gaussian 09, Revision D.01, Wallingford CT: Gaussian, Inc., (2009).
3. Dennington, R., Keith, T., Millam, J., GaussView, Version 5, Shawnee Mission, KS, Semichem, Inc., (2009).



## Tavlama Sıcaklığının Kalay Katkılı CdS Filmleri Üzerine Etkisi

Zeynep Deniz Eygi, Barbaros Demirselçuk, Vildan Bilgin

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

CdS ince filmleri, direkt geçişli geniş bant aralığına (~2.42 eV) ve görünür bölge içerisinde yüksek optik geçirgenliğe sahip olması nedeniyle ince film güneş gözelerinde pencere ve alt taş malzemesi olarak kullanılmaktadır [1], [2]. CdS ince filmleri ile oluşturulan CIS(CuInSe) ve/veya CdTe heteroeklemleri oldukça yüksek dönüştürme verimliliğine (~16%) sahiptir [3]. CdS filmleri çeşitli metaller ile katkılandırılarak farklı optiksel, fiziksel ve elektriksel özellikler elde edilebilmektedir. Aynı zamanda filmlerin üretim parametleri ve ısı tavlama işlemleri film özelliklerinde değişiklikler meydana getirmektedir.

Bu çalışmada hacimsel olarak %3 Sn katkılı CdS filmleri, ultrasonik kimyasal püskürtme tekniği kullanılarak cam üzerine büyütülmüş (250nm) ve farklı tavlama sıcaklıklarına (200°C, 300°C ve 400°C) maruz bırakılmıştır. Büyütme şartları ise : Çözelti akış hızı 5 ml/dk, püskürtme süresi 30 dk, taban sıcaklığı 350±5°C ve taşıyıcı gaz olarak kullanılan havanın basıncı 1 bar olarak belirlenmiştir. Oluşturulan CdS:Sn filmlerinin özelliklerini incelemek için X-ışını kırınım yöntemi kullanılmıştır. Filmlerin X-ışını kırınım desenleri,  $\lambda=1.5405\text{\AA}$  dalga boylu CuK $\alpha$  ışını kullanılarak ile  $20^\circ \leq 2\theta \leq 80^\circ$  sınır değerleri arasında alınmıştır. Optiksel özellikleri UV-Vis

300-900 nm dalga boyu ölçüm aralığında alınmıştır. Filmlerin morfolojik incelemeleri Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ile temassız moda oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan ince filmlere saçırma (sputtering) sistemi vasıtasıyla ön kontak yapılarak oda sıcaklığında alınan I-V karakteristikleri incelenmiş ve filmlerin direnç değerleri hesaplanmıştır. Kontak malzemesi olarak Au metali kullanılmıştır.

X-ışını kırınımı deseni analiz edildiğinde filmlerin hekzagonal polikristal CdS yapısında olduğu gözlenmiş olup tavlama sıcaklığının kristal yapıda herhangi bir değişime neden olmadığı tespit edilmiştir. Filmlerin geçirgenlik değerleri ise artan tavlama sıcaklığına göre ~%30 dan ~%80 ne yükselmiştir. Soğurma spektrumlarından yararlanılarak hesaplanan yasak enerji bant aralığı değerleri ise tavlamanın bant aralığı üzerine belirgin bir etkisi olmadığını göstermiştir (2,42-2,44eV). Bunun yanında tavlama sıcaklığı 400°C ye ulaştığında filmlerin direnç değerlerinde  $10^1 \Omega$  mertebesinde düşüş gözlenmiştir. Filmlerin AFM analizlerinde, ısı tavlama sonrasında yüzeylerin pürüzlülük değerlerinin (RMS) azaldığı gözlenmiştir. Sonuç olarak, yaptığımız tüm analizler artan tavlama sıcaklığının CdS:Sn filmlerinin optik, elektrik ve yüzey özellikleri üzerine olumlu etkileri olduğunu işaret etmiştir.

**Teşekkür:** Bu çalışma 114F071 nolu proje ile TUBİTAK tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. HİİE J., Dedova T., Valdna V., Muska K., “Comparative study of nano-structured CdS thin films prepared by CBD and spray pyrolysis: Annealing Effect”, Thin Solid Films , **511-512**, 443-447 (2006).
2. KOSE S., Atay F., Bilgin V., Akyuz I., Ketenci E., “Optical Characterization and determination of carrier density of ultrasonically sprayed CdS:Cu films”, Applied Surface Science, **256**, 4299-4303(2010).
3. RAVİCHANDARAN K., Philominathan P., “Comparative study on Structural and optical properties of CdS films fabricated by three different low-cost techniques”, Applied Surface Science, **255**, 5736-5741 (2009).

## (E)-2-((4-Etilfenilimino)metil)-4-nitrofenol Bileşiğinin Deneysel ve Hesaplmalı Yöntemlerle İncelenmesi

**Gökhan Alpaslan<sup>1</sup>, Erbil Açar<sup>2</sup>, Songül Şahin<sup>2</sup>, Halil Gökce<sup>1</sup>, Ümit Ceylan<sup>1</sup>, Namık Özdemir<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Optisyenlik Programı, 28200, Giresun

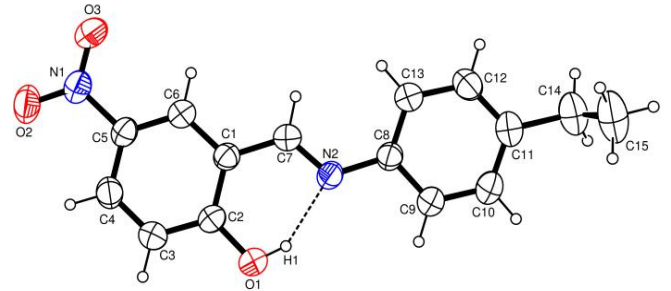
<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Kimya Bölümü, 55139, Samsun

<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fizik Bölümü, 55139, Samsun

Schiff bazları sahip oldukları biyolojik ve kimyasal özelliklerinden dolayı oldukça ilgi çekicidir. Birçok Schiff bazı antibakteriyel, antikanser ve antioksidan özelliğe sahiptir ve bunlardan dolayı birçok önemli ilaç maddesinin sentezinde başlangıç maddesi olarak kullanılmıştır [1,2].

Bu çalışmada,  $C_{15}H_{14}N_2O_3$  bileşiğinin deneysel ve hesaplmalı yöntemlerle incelenmesi amaçlanmıştır. Bileşiğin kristal yapısı tek kristal X-ışını kırınımı yöntemiyle belirlendi (Şekil 1). Kırınım verileri, *P*-1 uzay grubunda triklinik  $a = 6.3524(7)\text{Å}$ ,  $b = 8.1336(10)\text{Å}$ ,  $c = 13.7595(14)\text{Å}$ ,  $Z = 2$  olarak elde edildi. Ayrıca FT-IR ve UV-vis. spektrum analizleri gerçekleştirilmiştir.

$C_{15}H_{14}N_2O_3$  molekülüne ait kuramsal hesaplamalar, Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi 6-311++G (d,p) baz seti kullanılarak Gaussian 09W [3] paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalarda başlangıç geometrisi olarak X-ışını kırınımından elde edilen koordinatlar kullanılmıştır.



**Şekil 1:**  $C_{15}H_{14}N_2O_3$  molekülüne ait molekül içi hidrojen bağı gösteren ORTEP-3 çizimi (H atomları içi boş ve küresel olarak gösterilirken, diğer atomlar %50 olasılıklı elipsoidlerle gösterilmiştir)

Geometrik optimizasyon sonucu elde edilen molekül yapı parametreleri deneysel verilerle karşılaştırılmıştır. Optimize edilmiş moleküler yapı üzerinden, bileşiğin kuramsal titreşim frekansları (IR), elektrostatik potansiyel haritası (MEP), dipol moment ve sınır moleküler orbitalleri (HOMO-LUMO) YFK/6-311++G(d,p) baz seti kullanılarak elde edilmiştir.

**Teşekkür:** Bu çalışma BAP-A-220413-61 nolu proje ile Giresun Üniversitesi tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. R.W., Layer, The Chemistry of Imines. Chemical Reviews, **63(5)**, 489-510 (1963).
2. D.R., Williams, Metals, Ligands and Cancer. Chemical Reviews, **72(3)**, 203-213 (1972).
3. Gaussian 09, Revision D.01, Gaussian Inc., Wallingford, CT, 2009.



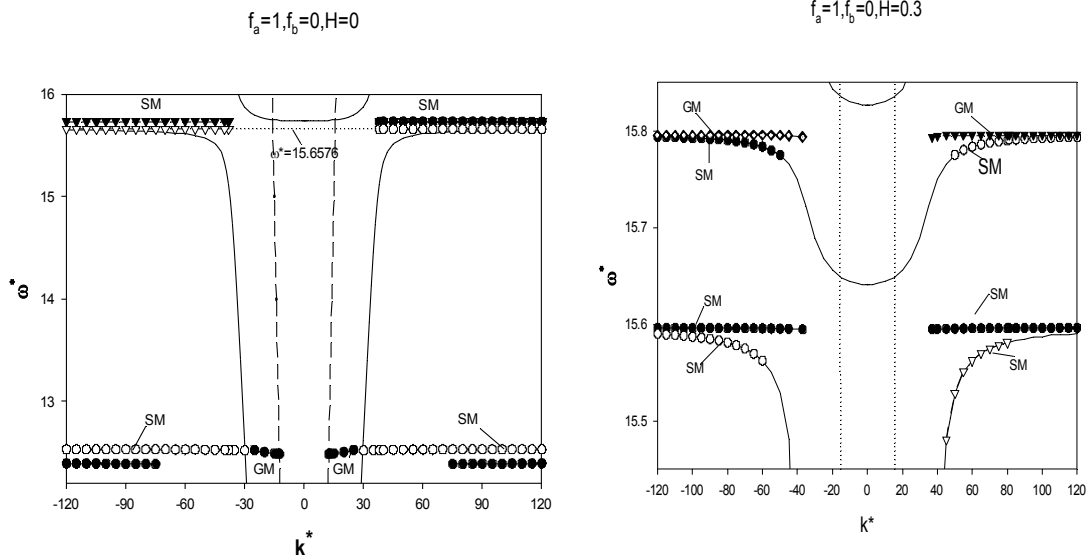
## İki Antiferromagnetik Süperörgünün Ekleminde Oluşan Uyarılmaların Spektrumuna Dış Manteyik Alanın Etkisi

R. T. Tagiyeva Askerbeyli

Karabük Üniversitesi, Sayısal Yöntemler ana bilim dalı, Karabük

Efektif-ortam yaklaşımı kullanılarak [1-4] iki antiferromagnetik süperörgünün (antiferromagnetik/magnetik olmayan veya antiferromagnetik/antiferromagnetik) eklemünde oluşan magnetik polaritonların spektrumu hesaplanmıştır. Çalışmada Voigt geometrisi dikkate alınmıştır. Bu geometride uyarılmaların yayılım yönü magnetik momentuma dik yöndedir ve dış magnetik alan uygulanmaktadır. Böyle bir yapıda magnetik polariton eklem düzlemi boyunca serbest olarak yayılmaktadır ve perpendikuler yönde sönme göstermektedir.

Bu o demektir ki, eklem bölgesi dalga kılavuzu görevi görmektedir. Elde edilen dispersion denklemleri farklı antiferromagnetik yapılar için sayısal olarak çözülmüştür. Yüzey boyu yayılmakta olan magnetik polaritonların spektrumu araştırılmıştır. Eklem katmanının fiziksel özelliklerinin sonuçlara etkisi ayrıntılı bir şekilde araştırılmıştır. Enerji spektrumuna dış magnetik alanın etkisi de incelenmiştir.



Şekil 1:  $FeF_2$  antiferromagnetik ince film katmanındaki uyarılmaların spektrumu (sol tarafta dış magnetik alan olmaksızın  $H=0, f_a=1, f_b=0$  ve sağ tarafta dış magnetik alanın etkisi  $H=0.3, f_a=1, f_b=0$  and  $f_a=0.5, f_b=0.5$ ).

### Kaynakça

1. Elmzoghi F G, Constantinou N C and Tilley D R 1995 *Rhys.Rev.B* **51** 11515
2. Camley R E 1999 *J. Magn.Magn.Mat.* **136** 583
3. Tagiyeva R, Sağlam M and Boyacioglu B 2007 *J. Phys. and Chemistry of Solids* **68** 1296
4. Guimaraes E and Albuquerque E 2002 *Solid State Commun.* **122** 623

## Katkılı, Katkısız Yarıiletkenlerde Transmisyon Katsayılarının, Tavlama Süresine Bağlı Değişimi

**Burcu Akça<sup>1</sup>, Salih Zeki Erzeneoğlu<sup>2</sup>, Bekir Gürbulak<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Ardahan Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, 75000, Ardahan*  
<sup>2,3</sup>*Atatürk Üniversitesi, Fizik Bölümü, 25040, Erzurum*

Bu çalışmada Bridgman/Stockbarger metoduyla büyütülmüş InSe, InSe:Mn, InSe:Fe, InSe:Ag, InSe:Cd, InSe:Sn ve InSe:Gd yarıiletken kristallerinin transmisyon katsayılarının, tavlama süresine bağlı değişimleri incelenmiştir. Yarıiletken kristaller, homojen bir yüzey elde etmek amacıyla termal buharlaştırma yöntemiyle ince film kaplama sistemi kullanılarak 1 mm kalınlıklı lamlar (cam) üzerine buharlaştırılmışlardır. Lam üzerine buharlaştırılmış numuneler 60, 120 ve 180 °C tavlama sıcaklıklarında, 0-60 dakikalar arasında 10 dakikalık süre artışlarıyla tavllanmışlardır.

Deneyde bir Si(Li) dedektör, şiddeti 100 mCi olan Am-241 radyoaktif kaynağının 59,5 keV enerjili fotonları ve sayma sistemi olarak da enerji ayırmalı X-ışını spektrometresi (EDXRF) kullanılmıştır. Camberra DSA-1000 spektrum analizörü 4096 kanala ayarlanarak 600 saniyelik sayımlar numuneli ve numunesiz olarak en az üç kez tekrarlanmıştır ve ortalamaları alınmıştır. Alınan ölçüler MATLAB-R2007a programında işlenerek OriginPro 7.5 programına aktarılmıştır ve foton şiddet alanları hesaplanmıştır. Daha sonra grafikler için OriginPro 8.0 programı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar grafiksel olarak verilmiştir.

## GaSe ve GaSe:Cd İkili Yarıiletken Kristallerinin Bridgman/Stockbarger Tekniğiyle Büyütülmesi ve Yapısal Özellikleri

**Afsoun Ashkhasi, Bekir Gürbulak, Songül Duman, Mehmet Şata, Sevda Sarıtaş, Mutlu Kundakçı ve Muhammet Yıldırım**

*Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 25240, Erzurum*

Teknolojide çok kullanılan ve tabakalı kristallerden biri olan GaSe ve GaSe:Cd bölümümüz kristal büyütme laboratuvarında geliştirilmiş Bridgman-Stockbarger yöntemi ile büyütülmüştür. Numunelerin, yapısal ve morfolojik karakterizasyonları X-ışını kırınımı (XRD), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve enerji ayrımlı X-ışını spektroskopisi (EDX) teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. XRD sonuçlarıyla, büyütülen numunelerin hegzagonal kristal yapısına sahip oldukları belirlenmiştir. Yapısal analizi için, GaSe ve GaSe:Cd ikili yarıiletkenlerin farklı sıcaklıklarda ve farklı zaman aralıklarında tavladıktan sonra XRD spektrumu alınmıştır.

Önce oda sıcaklığında sonra, 100 °C, 200 °C, 300 °C, 400 °C, 500 °C, 600 °C ve 700 °C sıcaklıklarda, her bir sıcaklıkta numuneler 10, 20 ve 30 dakika tavlansak XRD kırınım desenleri elde edilmiştir. Miller indisler (004) olan GaSe ve GaSe:Cd ikili bileşiklerinin bazı kristal özellikleri, düzlemler arasındaki mesafe ( $d$ ), tanecik büyüklüğü ( $D$ ), zorlanma derecesi ( $\varepsilon$ ), dislokasyon yoğunluğu ( $\delta$ ) ve birim alan başına kristal sayısı ( $N$ ) ve mikro gerinim veya mikro zorlanma ( $\sigma$ ), hesaplanmıştır. XRD verilerinden, örgü parametreleri GaSe için  $a=b=3.749 \text{ \AA}$   $c=15.907 \text{ \AA}$  olarak elde edilmiştir. GaSe ve GaSe:Cd kristalleri için en şiddetli pik olan (004) için bazı numune özellikleri hesaplanmış ve Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** GaSe ve GaSe:Cd yarıiletkenlerin oda sıcaklığında bazı standart verileri

hkl	Sample	2 $\theta$	Şiddet (a.u)	FWHM ( $\theta$ )	$d_o(\text{\AA})$	$D_{deney}(\text{\AA})$	Yapısı
(004)	GaSe	23.015	989529	0.163	3.87	3.86	Hegzagonal
(004)	GaSe:Cd	23.22	344956	0.125	3.83	3.82	Hegzagonal

**Anahtar kelimeler:** GaSe ve GaSe:Cd, Bridgman/Stockbarger Tekniği, XRD, SEM, EDX.

### Teşekkür:

Bu çalışma 2013/297 nolu araştırma projesi ve 2013/286 nolu güdümlü araştırma projesi ile Atatürk Üniversitesi BAP tarafından desteklenmiştir.

## InSe' nin Elektrokimyasal Olarak Büyütülmesi ve Karakterizasyonu

Seniye Yüksel<sup>1</sup>, Cevdet Coşkun<sup>1</sup>, Kübra Demir<sup>2</sup>, Emre Gür<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 28100, Giresun

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Yer Bilimleri Fakültesi, 25400, Oltu, Erzurum

<sup>3</sup>Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 25240, Erzurum

Bu çalışmada, deiyonize su (DI) çözücüsü içinde indiyum (III) sülfat hidrat ( $\text{In}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) ve selenyum dioksit ( $\text{SeO}_2$ ) tuzları kullanılarak ITO üzerine elektrokimyasal büyüme tekniğiyle InSe ince filmleri büyütülmüştür. Büyütme parametrelerinden pH; 2-3 aralığında, büyüme potansiyeli; -0,600 V ile -0,730 V aralığında ve sıcaklık ise; 30 °C ile 90 °C aralığında değiştirilerek optimum film karakteristikleri elde edilmeye çalışılmıştır. Yapısal ve optiksel anlamda en kaliteli ince film InSe bileşiklerin bir saatlik büyüme süresi için, DI çözücüsünde 85 °C sıcaklık değerinde,  $2 \cdot 10^{-3}$  M indiyum (III) sülfat hidrat ( $\text{In}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) ve  $1 \cdot 10^{-3}$  M selenyum dioksit

( $\text{SeO}_2$ ) bileşiği kullanılarak, -0,730 V katodik potansiyelde ve çözelti pH'sının 2 olduğu durumda büyütüldüğü görülmüştür. X-Işını kırınım (XRD) desenlerinden elde edilen filmlerin polikristal yapıda oldukları ve (110) tercihli yönelimlere sahip oldukları gözlemlenmiştir. Soğurma ölçümlerinden, optimum yapısal özellikler sergileyen InSe ince filmlerin yasak enerji aralıklarının 2,12 eV civarında olduğu hesaplanmıştır. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) yardımıyla büyütülen InSe filmlerinin yüzey yapısının incelemesiyle ortalama pürüzlülük değerinin 172,08 nm civarında olduğu belirlenmiştir.

### Teşekkür:

Bu çalışma FEN-BAP-A-160512-27 nolu proje ile Giresun Üniversitesi tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

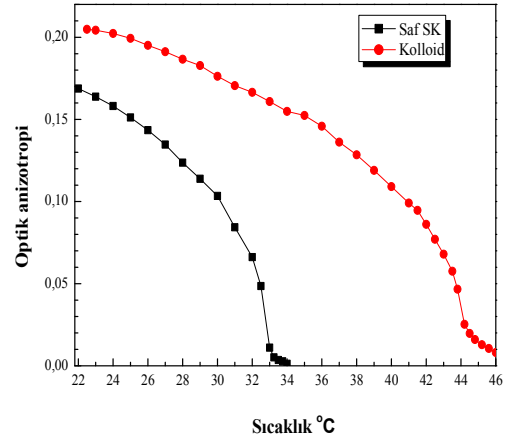
1. J. Jasinski, W. Swider, J. Washburn, Z. Liliental-Weber, A. Chaiken, K. Nauka, G. A. Gibson, C. C. Yang, Crystal structure of  $\kappa\text{-In}_2\text{Se}_3$ . Applied Physics Letters, 81, 23, 4356, 2002.
2. Kedar Singh, N. S. Saxena, O. N. Srivastava, D. Patidara, T. P. Sharma, Energy Band Gap Of  $\text{Se}_{100-x}\text{In}_x$  Chalcogenide Glasses, Chalcogenide Letters, 3, 3, 33– 36, 2006.
3. K. Osamura, Y. Murakami, Y. Tomiie, Crystal Structures of  $\alpha$ - and  $\beta$ -Indium Selenide,  $\text{In}_2\text{Se}_3$ . Journal of the Physical Society of Japan, 21(9):1848-1848, 1966.
4. P. Matheswaran, R. S. Kumar, R. Sathyamoorthy, Effect of annealing on the structural and optical properties of InSe bilayer thin films. Vacuum, 85, 820-826, 2010.
5. H. M. Pathan, S. S. Kulkarni, R. S. Mane, C. D. Lokande, Preparation and characterization of indium selenide thin films from a chemical route. Materials Chemistry and Physics, 93, 16-20, 2005.
6. K. J. Chang, S. M. Lahn, J. Y. Chang, Growth of single-phase  $\text{In}_2\text{Se}_3$  by using metal organic chemical vapor deposition with dual-source precursors. Applied Physics Letters, 89, 18, 182118, 2006.
7. Nam-Oh Kim and Hyung-Gon Kim, Han-Jo Lim, Choong-I Lee, Moon-Seog Jin, Chang-Sun Yoon and Wha-Tek Kim, Electrical and Optical Properties of  $\text{In}_2\text{Se}_3$  Single Crystals with an Indium Excess. Journal of the Korean Physical Society, 38, 4, 405-408, 2001.

## Nematik Nano-kolloidin Optik Özellikleri

Rıdvan Karapınar<sup>1</sup>, Oleksandr Kurochkin<sup>2</sup>, Olena V. Uskova<sup>2</sup>, Yuriy Reznikov<sup>2</sup><sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fizik Bölümü, 65080 Van<sup>2</sup>Ulusal Bilimler Akademisi, Fizik Enstitüsü, 03028 Kiev, Ukrayna

Nematik Sıvı Kristal (NSK) maddelere ferroelektrik nano-parçacıkların eklenmesi ile elde edilen sistemlerin elektro-optik ve yapısal karakteristikleri ilgi çekici araştırma alanlarından biridir [1-4]. Farklı tip ferroelektrik nano-parçacıkların NSK ortamlara eklenmesi anizotropik nano-kolloidler oluşturmaktadır. Ferroelektrik parçacıklar, nematik ortamdaki moleküller arası etkileşimi artıran büyük yerel elektrik alanların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu tür çalışmalardan ortaya çıkan sonuçlar yeni elektro-optik cihazların tasarımında oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Bu çalışmada, 5CB kod adı ile verilen 4'-n-pentil-4-siyanobipifenil nematik bileşiğine Sn<sub>2</sub>P<sub>2</sub>S<sub>6</sub> ferroelektrik nanoparçacıklar eklenmiş ve elde edilen karışım cam levhalar arasına konularak planar yönelimli nano-kolloid filmler hazırlanmıştır. Nano-kolloidlerin fiziksel özellikleri polarize mikroskop ve optik yöntemlerle belirlenmiştir. Saf nematik ve kolloid içeren filmlerin düzgün yönelime sahip oldukları gözlenmiştir. Ferroelektrik parçacık katkılı nano-kolloidlerin nematik-izotropik faz geçiş sıcaklığında değişimler olduğu tespit edilmiştir. Nano-kolloid numunenin homojen bir yapıda olduğu ve saf numuneden ayırt edilemez bir görünüme sahip olduğu gözlenmiştir. Ferroelektrik parçacıkların, optik anizotropi gibi ortamın optik niceliklerinde değişiklik oluşturduğu görülmüştür. Optik eksenini ışığın kutuplanma doğrultusu ile 45° açı yapacak şekilde çapraz polarizör sistemi arasına konulan saf nematik ve kolloid içeren filmlerden geçen ışık şiddeti  $I = I_0 \sin^2 \delta$  ile verilir. Burada  $\delta = \pi \Delta n d / \lambda$  olup,  $\Delta n$  çift kırıcılık,  $d$  film kalınlığı ve  $\lambda$  gelen ışığın dalgaboyudur. Şekil 1'de nano-kolloidin optiksel anizotropisinin saf sıvı kristal maddeye göre daha büyük olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, NSK bir maddeye ferroelektrik nano-parçacıklar eklendiğinde, ortamın optik çift kırıcılık gibi optik parametrelerinde değişime neden olduğu rapor edilmiştir. Bu yöntemin gösterge amaçlı cihazlarının verimini artırmak için uygun olacağı önerilmektedir.



Şekil 1: Optik anizotropinin sıcaklığa bağlı değişimi.

**Teşekkür:** Bu çalışma Tübitak-Nasu tarafından 107T894 nolu ortak proje ile desteklenmiştir.

#### Kaynakça

1. Y.Reznikov, et al., Ferroelectric nematic suspension, Appl. Phys. Lett., **82**, 1917 (2003).
2. L.M. Lopatina, J.V.Selinger, Theory of Ferroelectric Nanoparticles in nematic liquid crystals, Phys. Rev. Lett. **102**, 197802-1- (2009).
3. O. Kurochkin et al., Nano-colloids of Sn<sub>2</sub>P<sub>2</sub>S<sub>6</sub> in nematic liquid crystal pentyl-cianobiphenile, Condens.Matter.Phys., **13**, 333701, (2010).
4. M. Urbanski, et al., Nanoparticle doping in nematic liquid crystals, Chemphyschem., **19**, 1395, (2014).

## Nanoyapılı CuS Filminin XRD, Raman ve Optik Özellikleri

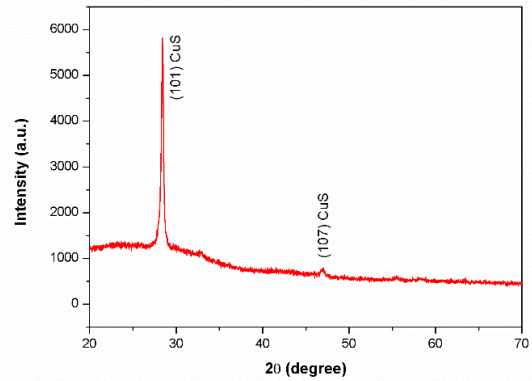
Tülay Hurma<sup>a\*</sup>, Salih Köse<sup>b</sup>, Sabiha Aksay<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Fizik Bölümü, Anadolu Üniversitesi, TR-26470, Eskişehir

<sup>b</sup>Fizik Bölümü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, TR-26020, Eskişehir

Nanoyapılı CuS yarıiletken filmi Ultrasonik Kimyasal Püskürtme (USP) Yöntemi ile  $300 \pm 8^\circ\text{C}$  taban sıcaklığındaki cam taban üzerine oluşturulmuştur. X-ışınları spektroskopisi ve Raman spektroskopisi yöntemleri kullanılarak filmin yapısal özellikleri, UV-vis spektroskopisi kullanılarak optiksel özellikleri incelenmiştir. XRD analizi sonucu  $2\theta = 28.46^\circ$  civarında (101) hegzagonal CuS düzlemine ait belirgin bir pik gözlenmiştir (Şekil 1) [1]. Elde edilen filmin polikristal ve hegzagonal yapıda olduğu, tanecik boyutunun ise yaklaşık 50 nm olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Raman ölçümlerinde yüksek frekans bölgesinde iki ve düşük frekans bölgesinde de iki olmak üzere dört belirgin titreşim modu gözlenmiştir. Düşük frekans bölgesinde gözlenen bu raman modları parçacık boyutunun nanoboyutta olduğunun diğer bir göstergesidir [2]. Optik soğurma ve geçirgenlik spektrumları incelendiğinde ışığın dalga boyu

azaldıkça CuS filminin geçirgenliğinin azaldığı ve 400 nm dalgaboyu civarında filmin gelen ışığı soğurduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1: CuS filminin XRD spekturumu.

### Kaynakça

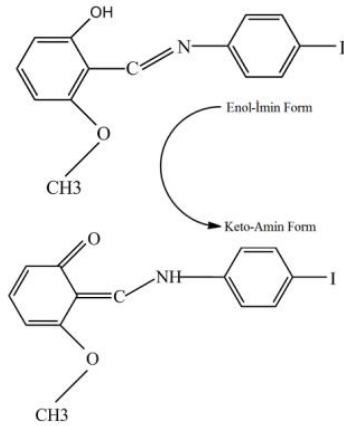
1. M. Adelifard, H. Eshghia, M. M. B. Mohagheghi, "An investigation on substrate temperature and copper to sulphur molar ratios on optical and electrical properties of nanostructural CuS thin films prepared by spray pyrolysis method", Applied Surface Science, 258, 5733 (2012).
2. M. Ivanda, K. Furic, S. Music, M. Ristic, M. Gotic, D. Ristic, A. M. Tonejc, I. Djerdj, M. Mattarelli, M. Montagna, F. Rossi, M. Ferrari, A. Chiasera, Y. Jestin, G. C. Righini, W. Kiefer and R. R. Gonçalves "Low wavenumber Raman scattering of nanoparticles and nanocomposite materials", Journal of Raman Spectroscopy, 38 647 (2007)

## (E)-2-((4-iyotfenilimin)metil)-3-metoksifenol ( $C_{14}H_{12}N_1O_2I_1$ ) Kristalinin Deneysel ve Kuramsal Yöntemlerle İncelenmesi

**Zeynep Demircioğlu<sup>1</sup>, Çiğdem Albayrak Kaştaş<sup>2</sup>, Orhan Büyükgüngör<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 55139, Samsun  
<sup>2</sup>Sinop Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kimya Öğretmenliği, 57000, Sinop

(E)-2-((4-iyotfenilimin)metil)-3-metoksifenol ( $C_{14}H_{12}N_1O_2I_1$ )' ün moleküler ve geometrik yapısı tek kristal X-ışını kırınımı yöntemi ile kuramsal hesaplamalar ise yoğunluk fonksiyoneli kuramı (YFK) kullanılarak hesaplanmıştır. FT-IR ve UV-Vis spektroskopisi deneysel ve kuramsal olarak incelenerek kristal yapı aydınlatılmıştır. Teorik hesaplamalarda sadece iyot atomuna LANL2DZ baz seti uygulanırken, diğer tüm atomlar B3LYP/6-31G(d,p) baz seti ile hesaplanmıştır.



**Şekil 1:**  $C_{14}H_{12}N_1O_2I_1$  kristalinin enol-imin ve keto-amin formlarının kimyasal görünümü.

X-ışını kırınım yöntemi ve spektroskopik yöntemler (FT-IR ve UV-Vis spektroskopisi) kullanılarak elde edilen deneysel sonuçlar çalışılan yapının enol-imin formunda olduğu desteklemektedir. Bilindiği üzere, Schiff bazlarında molekül içi proton transferi mekanizması, enol-keto tautomerizasyonunu ortaya koyar. Bu ise yapının fotokromik ve termokromik özellik sergileyip sergilemediğini, molekül içi O-H...N ve N-H...O etkileşimlerini ve yapının kararlılığı hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır [1-3]. Çalışılan yapının kararlılığı, çözücülerin bu kararlılık üzerindeki etkilerini daha iyi anlayabilmek için farklı çözücülerin elektronik özellikleri enol-imin ve keto-amin formu için ayrıntılı olarak incelenmiştir. Moleküler elektrostatik potansiyel hesabı ve Mulliken Populasyon Analizi ile yapının kimyasal aktif bölgeleri ve yük dağılımları analiz edilmiştir. Öncü moleküler orbitaller olan HOMO ve LUMO enerjileri hesaplanmış ve bu orbitallerin iyonizasyon potansiyeli, elektron ilgisi, yumuşaklık ve sertlik bilgisi ile molekülün hiperkutuplanabilirliği arasındaki ilişki incelenmiştir. Bunlara ek olarak birinci dereceden çizgisel olmayan optik özellik (NLO) hesaplanmıştır ve yapının optik bir materyal olmaya aday olduğu elde edilmiştir.

### Kaynakça

1. M.D. Cohen, G.M. J. Schmidt, S. Flavian, 'Topochemistry. Part VI. Experiments on Photochromy and Thermochromy of Crystalline Anils of Salicylaldehydes', J. Chem. Soc., 2041-2051, (1964).
2. E. Hadjoudis, M.I. Mavridis, 'Photochromism and thermochromism of Schiff bases in the solid state: structural aspects', Chem. Soc. Rev., 33(9) 579-588, (2004).
3. E. Hadjoudis, 'Photochromic and thermochromic anils.', Mol. Eng., 5(4), 301-337, (1995).

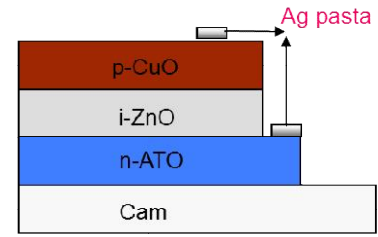


## p-CuO/i-ZnO/n-ATO Heteroyapının Elektriksel Özellikleri

Figen Özyurt Kuş<sup>1</sup>, Tülay Serin<sup>2</sup> ve Necmi Serin<sup>2</sup><sup>1</sup>DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı, İzotop Laboratuvarı, Altınova, 06291, Ankara<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, Tandoğan, 06100, Ankara

Bu çalışmada sol-jel daldırma yöntemiyle hazırlanan p-CuO/i-ZnO/n-ATO heteroyapının elektriksel özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 1x25x75mm boyutlarında mikroskop camları üzerine 250 C°'de büyütülmüş p-CuO/i-ZnO/n-ATO heteroyapının elektriksel özellikleri oda sıcaklığında yapılan akım-gerilim (I-V), kapasite-gerilim (C-V) ve kapasite-frekans (C-f) ölçümleri kullanılarak incelenmiştir. Bu yapının akım-gerilim belirtkeninin oldukça büyük bir doğrultma ile diyot özelliği gösterdiği gözlenmiştir. I-V ölçümünden ileri beslem difüzyon potansiyeli (0,9 V), doğrultma çarpanı (1711) ve diyot ideallik faktörü (3,86); yapılan C-V ölçümlerinden farklı frekanslardaki (100 kHz-1 MhZ, Δf=100 kHz) difüzyon potansiyelleri, alıcı

yoğunlukları; C-f ölçümünden yapının arayüzey durum yoğunluğu hesaplanmıştır. Bu ölçüm ve hesaplamalardan bu yapıda akım-iletim mekanizmasının tünelleme olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1: p-CuO/i-ZnO/n-ATO heteroyapısının şematik gösterimi

Tablo 1: p-CuO/i-ZnO/n-ATO yapısını hazırlama şartları

Yapı	ATO daldırma sayısı	ZnO daldırma sayısı	CuO daldırma sayısı	ZnO ön ısıtma sıcaklığı (°C)	ZnO ön ısıtma süresi (dakika)	ZnO tavlama sıcaklığı (°C)	ZnO tavlama süresi (dakika)	CuO ön ısıtma sıcaklığı (°C)	CuO ön ısıtma süresi (dakika)	CuO tavlama sıcaklığı (°C)	CuO tavlama süresi (dakika)
p-CuO/i-ZnO/n-ATO	10	5	8	250	5	250	15	250	5	250	30

**Teşekkür:** Bu çalışma AU-BAP 2007-07-45-054 numaralı proje kapsamında Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından desteklenmiştir.

#### Kaynakça

1. H. Bayhan and Ç. Erçelebi, "Electrical characterization of vacuum-deposited n-CdS/p-CdTe heterojunction devices", *Semicond. Sci. Technol.*, **12**; 600-608 (1997).
2. F. Özyurt Kuş, T. Serin, and N. Serin, "Current transport mechanisms of n-ZnO/p-CuO heterojunctions", *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, **11**; 1855-1859 (2009).
3. H. Tavakolian, and J.R. Sites, *Photovoltaic Specialists Conference, Conference Record of the Twentieth IEEE*, 1608-1613 (1988)



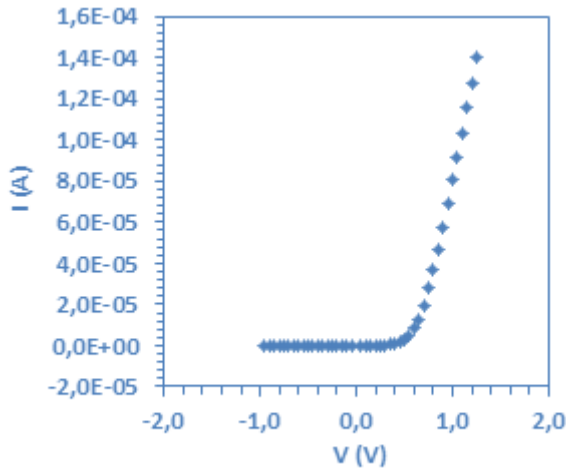
p-Cu<sub>2</sub>O / n-ZnO Heteroeklemin ÜretimiFigen Özyurt Kuş<sup>1</sup>, Tülay Serin<sup>2</sup> ve Necmi Serin<sup>2</sup><sup>1</sup>DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı, İzotop Laboratuvarı, Altınova, 06291, Ankara<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, Tandoğan, 06100, Ankara

Bu çalışmada p-Cu<sub>2</sub>O/n-ZnO heteroeklem üretilmiştir. Bu heteroeklemin Cu<sub>2</sub>O katmanı 1050°C sıcaklıkta Cu levhanın oksitlenmesiyle elde edilmiş, ZnO katmanı ise bu Cu<sub>2</sub>O levha üzerine sol-gel daldırma metodu ile büyütülmüştür.

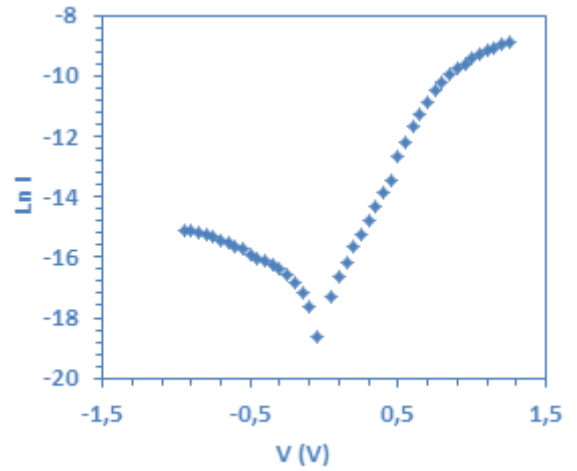
p-Cu<sub>2</sub>O/n-ZnO heteroeklemin yapısal özellikleri X-ışını kırınım yöntemi ile, elektriksel özellikleri oda sıcaklığında yapılan akım-gerilim (I-V) ve kapasite-gerilim (C-V) ölçümleri ile incelenmiştir. Oda sıcaklığı akım-gerilim ölçümlerinden ileri beslem akımının geri beslem akımına oranı 253 ve diyot ideallik faktörü 3.45 olarak bulunmuştur. Oda sıcaklığı kapasite gerilim ölçümlerinden farklı frekanslardaki difüzyon potansiyelleri ve alıcı yoğunlukları hesaplanmıştır.

**Tablo 1.** p-Cu<sub>2</sub>O/n-ZnO heteroeklemin farklı frekanslardaki difüzyon potansiyelleri ( $\Psi_{bi}$ ) ve alıcı yoğunlukları ( $N_a$ )

Frekans (kHz)	$\Psi_{bi}$ (V)	$N_a$ (cm <sup>-3</sup> )
1	0,10	5,23 x10 <sup>9</sup>
10	0,86	2,99 x10 <sup>9</sup>
100	1,40	1,05 x10 <sup>9</sup>



(a)



(b)

**Şekil 1:** p-Cu<sub>2</sub>O/n-ZnO heteroeklemin oda sıcaklığı akım-gerilim belirtkeni (a) lineer, (b) logaritmik olarak

**Teşekkür:** Bu çalışma AU-BAP 2007-07-45-054 numaralı proje kapsamında Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından desteklenmiştir.

#### Kaynakça

1. H. Bayhan and Ç. Erçelebi, Electrical Characterization of Vacuum-Deposited n-CdS/p-CdTe Heterojunction Devices, Semicond. Sci. Teknol. 12 (1997) 600-608.
2. P. Bhattacharya, Semiconductor Optoelectronic Devices, Second Edition (1997) 22.

## p-nitrobenzamid Türevi İki Bileşiğin Deneysel ve Kuramsal İncelenmesi

**N. Burcu Arslan<sup>1</sup>, Canan Kazak<sup>2</sup> ve Fatma Aydın<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>GRÜ Eğitim Fakültesi, BÖTE Bölümü, 28200, Giresun

<sup>2</sup>OMÜ Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 55139 Samsun

<sup>3</sup>ÇOMU, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 18100, Çanakkale

İki yeni p-nitrobenzamid türevi bileşik sentezlendi ve <sup>1</sup>H NMR, <sup>13</sup>C NMR, IR ve XRD teknikleri ile spektroskopik ve yapısal olarak incelendiler. Bileşiklerin moleküler geometrileri, taban durumu titreşim frekansları 6-31G(d) baz seti kullanılarak yoğunluk fonksiyonel teorisi ile hesaplandı ve deneysel sonuçlar ile karşılaştırıldı.

Her iki moleküler yapı için de yoğunluk fonksiyonel teorisi ile elde edilen optimize geometriler XRD sonuçları ile uyumludur. Aynı şekilde spektroskopik verilerde oldukça uyumludurlar. Bunlarla birlikte bileşikler için moleküler elektrostatik potansiyel ve moleküler orbital analizleri ve termodinamik özellikleri kuramsal olarak incelendi.

## 4-(((2-metil-3-nitrofenil) imino) metil] benzen-1,2,3-triol, Bileşiğinin Spektroskopik ve Kuramsal Yöntemlerle İncelenmesi

**Yelda Bingöl Alpaslan<sup>1</sup>, Saba Toksağül<sup>2</sup>, Erbil Ağar<sup>3</sup>, Hande Karabıyık<sup>4</sup>,  
Hande Eserci<sup>3</sup>, Emin Öztekin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Biyofizik, 28200, Giresun

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fizik Bölümü, 55139, Samsun

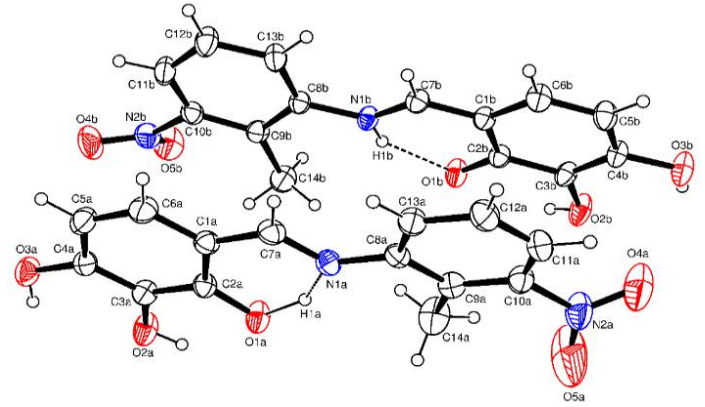
<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Kimya Bölümü, 55139, Samsun

<sup>4</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Fizik Bölümü, 35210, İzmir

Schiff bazları, tıp alanındaki hastalıkların tedavisinde ve ilaç üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca organik ve metal organik Schiff bazları antimikrobiyal ve antitümör aktiviteleri nedeni ile çok geniş bir biyolojik öneme sahiptir [1,2].

Bu çalışmada,  $C_{14}H_{12}N_2O_5$  bileşiğinin deneysel ve kuramsal yöntemlerle incelenmesi amaçlanmıştır. Bileşiğin kristal yapısı tek kristal X-ışını kırınımı yöntemiyle belirlendi (Şekil 1). Kırınım verileri,  $P2_1/n$  uzay grubunda monolinik  $a = 12,4119(6)$  Å,  $b = 14,5385(8)$  Å,  $c = 14,3897(8)$  Å,  $Z = 8$  olarak elde edildi. Kristal yapı asimetrik birim içinde iki molekül içermektedir. Ayrıca FT-IR, NMR ve UV-vis. spektrum analizleri gerçekleştirilmiştir.

$C_{14}H_{12}N_2O_5$  molekülüne ait kuramsal hesaplamalar, Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi 6-311++G (d,p) baz seti kullanılarak Gaussian 09W [3] paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalarda başlangıç geometrisi olarak X-ışınları kırınımından elde edilen koordinatlar kullanılmıştır.



**Şekil 1:**  $C_{14}H_{12}N_2O_5$  molekülüne ait molekül içi hidrojen bağıni gösteren ORTEP-3 çizimi (H atomları içi boş ve küresel olarak gösterilirken, diğer atomlar %30 olasılıklı elipsoitlerle gösterilmiştir)

Teorik hesaplama sonucu elde edilen moleküller yapı parametreleri deneysel verilerle karşılaştırılmıştır. Optimize edilmiş moleküller yapı üzerinden, bileşiğin kuramsal titreşim frekansları (IR), elektrostatik potansiyel haritası (MEP), dipol momentleri ve sınır moleküller orbitalleri (HOMO-LUMO) YFK/6-311++G(d,p) baz seti kullanılarak elde edilmiştir.

### Kaynakça

1. D.R., Williams, Metals, Ligands and Cancer. Chemical Reviews, **72(3)**, 203-213 (1972).
2. A.D., Garnovskii, A.L., Nivorozhkin, V.I., Minkin, Ligand environment and the structure of Schiff base adducts and tetracoordinated metal-chelates. Coordination Chemistry Reviews, **126**, 1-69 (1993).
3. Gaussian 09, Revision D.01, Gaussian Inc., Wallingford, CT, 2009.

## Hofmann Tipi Cd(FUMARİK ASİT)Ni(CN)<sub>4</sub>.An Klatratının Spektroskopik Yöntemlerle İncelenmesi (FT-IR, UV, Toz XRD ve Termogravimetrik Analiz)

Zeki Kartal<sup>1,\*</sup> ve Abdülkerim Yavuz<sup>2</sup>

<sup>1,\*</sup>Dumlupınar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 43100 Kütahya  
<sup>2</sup>Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, 43100 Kütahya  
[zeki.kartal@dpu.edu.tr](mailto:zeki.kartal@dpu.edu.tr) ; [abdulkerim.yavuz@ogr.dpu.edu.tr](mailto:abdulkerim.yavuz@ogr.dpu.edu.tr)

Bu çalışmada ilk kez elde edilen Cd(Fumarik Asit)Ni(CN)<sub>4</sub>.An klatratının infrared spektrumları (4000–400) cm<sup>-1</sup> spektroskopik bölgesinde alınarak soğurma titreşim modları belirlendi ve onların tanımlamaları yapıldı. Yapısal karakterizasyonu için 5° – 70° aralığında toz X-ışını kırınımı (XRD) tekniği kullanıldı. UV ve Görünür Bölge Absorbsiyon Spektroskopisi ile 200 – 600 nm aralığında klatratın elektronik geçişleri incelendi. Termal bozunma davranışları ise kuru havada 20 - 800 °C sıcaklık aralığında Termogravimetri (TG), diferansiyel termal analiz (DTA) ve diferansiyel termogravimetrik analiz (DTG) yöntemleri ile incelendi.

Bu sonuçlar literatürde yer alan diğer Hofmann-tipi klatratlarla (konak-konuk bileşikler) karşılaştırıldı ve benzer sonuçlar gözlemlendi. Bu çalışmamızdaki Hofmann-tipi anilin klatratı Fumarik Asit (FA) ligand molekülünün karbonil grubunun oksijen atomları üzerinden geçiş metali atomlarına bağlanmasıyla oluştuğu ve [M–Ni(CN)<sub>4</sub>]<sub>∞</sub> polimerik tabakalarının ise (–M–FA–M–FA–) zincirleri tarafından paralel halde tutulduğu anlaşılmıştır. Anilin (An) molekülünün oluşan kafes yapıda konuk olarak bulunduğu görülmüştür. Bu çalışma sonucunda Hofmann-tipi klatratlara yeni bir örnek kazandırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Moleküler Spektroskopi, İnfrared Spektroskopisi, UV ve Görünür Bölge Absorbsiyon Spektroskopisi, Toz XRD, Termogravimetrik Analiz, Hofmann-Tipi klatrat, Fumarik Asit, Anilin.

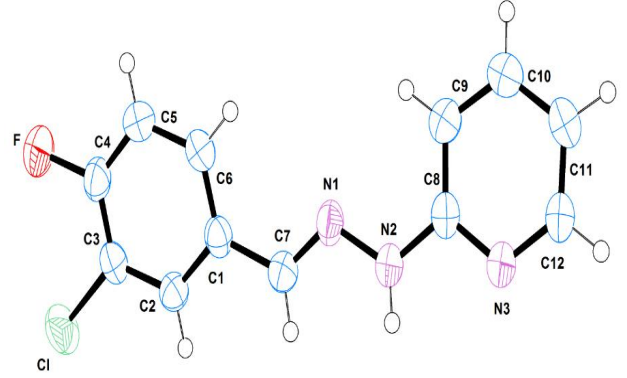
### Teşekkür:

Bu çalışma 2015-56 nolu proje ile Dumlupınar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

## 2-[(2E)-2-(3-chloro-4-fluorobenzylidene)hydrazinyl]pyridine

Nefise Dilek<sup>1</sup>, Raziye Çatak Çelik<sup>2</sup>, Tuncay Tunç<sup>3</sup><sup>1</sup>Aksaray Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, 68100, Aksaray<sup>2</sup>Aksara Üniversitesi, Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 68100, Aksaray<sup>3</sup>Aksaray Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD, 68100, Aksaray

Hidrazonlar bir aldehit ile bir ketonun bir hidrazin ile yoğunlaştırılması ile oluşmaktadır. Bunlar keskin erime noktasına sahip olan kristal yapılu bileşiklerdir. Bu nedenle hidrazonların elde edilmesi aldehit ve ketonların açıklanmasında kullanılabilir. Hidrazonlar bu reaksiyonda yüksek molekül ağırlıkları ve çoğu çözücü içerisinde düşük çözünürlükleri nedeniyle oksimlerden daha verimlidir. Bu nedenle kolay izole edilirler ve yeniden kristallendirilebilirler[1]. Geçiş metal iyonları ile kolayca kararlı kompleksler oluşturan hidrazonlardan metal komplekslerinin sentezlenmesinde de yararlanır. Bu nedenle hidrazonlar ve bunların metal komplekslerine kimya, biyoloji ve analitik kimyada olan ilgi artmıştır. Ayrıca bir azometin ve bir protona sahip olan hidrazonlar, yeni ilaçların gelişimi için bileşiklerde oldukça önemlidir[2]. Ayrıca hidrazonlar antibakteriyel, antiviral, antitümoral, antimantar ve antikanser aktivite göstermesinden dolayı farmakolojik uygulamalarda yoğun olarak incelenmektedir [3,7].



**Şekil 1:** Kristalin molekül yapısının ORTEP-III çizimi. Termal elipsoitler %50 olasılıkla verilmiştir.

Bu çalışmada bir Schiff bazı ligandı olan 2-[(2E)-2-(3-chloro-4-fluorobenzylidene)hydrazinyl]pyridine, C<sub>12</sub>H<sub>9</sub>N<sub>3</sub>FCI sentezlendi ve X-Işını kırınım yöntemi ile kristal yapısı karakterize edildi. Bu bileşiğin a = 5,0964(5) Å, b = 10,1512(7) Å, c = 11,4388(9) Å, α = 105,042(5) °, β = 99,652(6) °, γ = 91,063(5) ° birim hücre parametreleri ile triklinik sistemde, P  $\bar{1}$  uzay grubunda kristalleştiği görüldü.

#### Kaynakça

1. T. Tunç, H. Tezcan, M. Sari, O. Büyükgüngör, R. Yağbasan, "N-(4-Nitrobenzylidene)-N00-phenyl- hydrazine", Acta Cryst., **C59**, 528-529 (2003).
2. H.K. Fun, K.V. Sujith, P.S. Patil, B. Kalluraya, S. Chantrapomma, "N'-[(E)-1-Phenylethylidene] benzohydrazide", Acta Cryst., **E64**, 1961-1962 (2008).
3. K.K. Bedia, O. Elcin, U. Seda, K. Fatma, S. Nathaly, R. Selvim, A. Dimoglo, "Synthesis and characterization of novel hydrazide-hydrazones and the study of their structure-antituberculosis activity", Eur J Med Chem., **41(11)**, 1253-1261 (2006).
4. S.G. Küçükgülzel, S. Rollas, I. Küçükgülzel, M. Kiraz, "Synthesis and antimycobacterial activity of some coupling products from 4-aminobenzoic acid hydrazones", Eur J Med Chem., **34(12)**, 1093-1100 (1999).
5. R. Maccari, R. Ottana, M.G. Vigorita, "In vitro advanced antimycobacterial screening of isoniazid-related hydrazones, hydrazides and cyanoboranes", Bioorg. Med. Chem. Lett., **14**, 2509-2513 (2009).
6. V. Raparti, T. Chitre, K. Bothara, V. Kumar, S. Dangre, C. Khachane, S. Gore, B. Deshmane, "Novel 4-(morpholin-4-yl)-N'-(arylidene)benzohydrazides: synthesis, antimycobacterial activity and QSAR investigations.", Eur. J. Med. Chem., **44(10)**, 3954-3960 (2009).
7. J. Easmon, G. Purstinger, K.S. Thies, G. Heinisch, J. Hofmann, "Synthesis, structure-activity relationships, and antitumor studies of 2-benzoxazolyl hydrazones derived from alpha-(N)-acyl heteroaromatics.", J Med Chem., **49(21)**, 6343-6350 (2006).

## n-InP Üzerinde Oluşturulan TiO<sub>2</sub> Tabakalı Metal-Yarıiletken Kontakın Akım-Gerilim Özelliklerinden Parametrelerinin Belirlenmesi

**Ahmet Kürşat Bilgili, Metin Özer, Bahtiyar G. Salamov**

*Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500 Ankara*

Metal-yarıiletken (MS) kontakların yarıiletken ve özellikle optoelektronik sanayinde önemli bir kullanım alanının olması, bu yapıların daha iyi anlaşılabilmesi için üzerinde birçok araştırma yapılmasına yol açmaktadır. Araştırmalarda, farklı yarıiletkenler ve farklı metallerle hazırlanan MS yapıların akım-iletim özelliklerinin belirlenmesi için akım-gerilim ölçümleri oda sıcaklığında ve farklı sıcaklıklarda yapılmakta ve yapıya ait parametrelerin hesaplanmasında değişik metotlar kullanılmaktadır. Son zamanlarda özellikle farklı oksitler arayüzey tabakası olarak kullanılmakta ve bunların parametrelerin değerleri üzerine yaptığı etkiler incelenmektedir.

Bu çalışmada, n-InP yarıiletken alt tabaka olarak kullanılarak onun alt (mat) yüzeyinde saf Au ile omik kontak, üst (parlak) yüzeyi üzerine O<sub>2</sub> ortamında Ti püskürtülerek TiO<sub>2</sub> ince film tabakası oluşturuldu ve onun üzerine de vakumda metal püskürtme metodu ile saf Ag metal çöktürüldü. Hazırlanan yapının akım-gerilim ölçümleri farklı sıcaklıklarda yapıldı. Temel parametrelerden olan engel yüksekliği ve idealite faktörü ile seri direncin değerleri farklı sıcaklıklarda farklı metotlarla hesaplandı. Engel yüksekliği ve idealite faktörünün sıcaklığa bağlı olarak değiştiği gözlemlendi. 60 A TiO<sub>2</sub> arayüzeyli yapıda termiyonik emisyon modelinden engel yüksekliği oda sıcaklığında 0,524 eV ve idealite faktörü ise 1,39 bulundu.

### **Teşekkür:**

Bu çalışmada, numunelerin hazırlanmasında yardımcı olan Gazi Üniversitesi Fotonik Araştırma ve Uygulama Merkezi çalışanlarına teşekkür ederiz.

## 2-((5,6-difenil-1,2,4-triazin-3-yl)tiyo)-1-(3-metil-3-fenilsiklobutil)etan-1-bir Tek Kristalinin Deneysel ve Teorik Çalışmaları

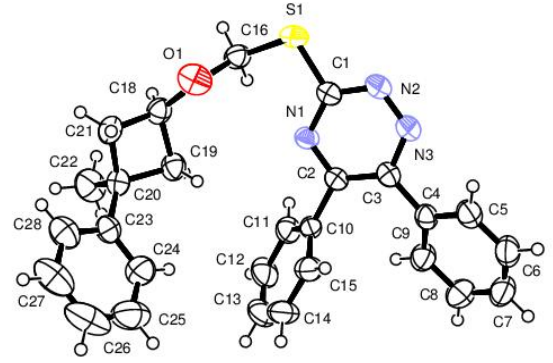
**Murat Örnek<sup>1</sup>, Çiğdem Yüksektepe Ataol<sup>1</sup>, Gamze Tunar<sup>1</sup>, Öner Ekici<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fizik Bölümü, 18100, Çankırı

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Kimya Bölümü, 23119, Elazığ

2-((5,6-difenil-1,2,4-triazin-3-yl)tiyo)-1-(3-metil-3-fenilsiklobutil)etan-1-bir tek kristalinin deneysel çalışması X-ışını kırınımı yöntemiyle yapılmıştır.  $C_{28}H_{25}N_3OS$  kapalı formüle sahip kristal, monoklinik kristal sisteminde  $P2_1/c$  uzay grubunda kristallenmiş olup  $a=16.1472(8)\text{Å}$ ,  $b=15.1358(7)\text{Å}$ ,  $c=10.0127(5)\text{Å}$ ,  $\alpha=90^\circ$ ,  $\beta=106.029(5)^\circ$  ve  $\gamma=90^\circ$  birim hücre parametrelerine sahiptir. Kristal yapısında triazin ve siklobütan gibi gruplar vardır. Kristal yapı moleküller arası ve molekül içi olmak üzere hidrojen bağlarına sahiptir. Molekül içi C–H...N ve C–H...O ve moleküller arası C–H...O olmak üzere kristal paketlenme üç bağına sahiptir. Moleküller arası bağlar kristal paketlenmede [001] ve [00-1] doğrultularında bir zincir oluşturmaktadırlar.  $C_{28}H_{25}N_3OS$  tek kristalinin teorik çalışması, Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi (Density Functional Theory DFT) kullanılarak yapılmıştır. DFT/B3LYP/6-311G(d,p) hesaplama türü kullanılarak, geometrik optimizasyonu, moleküler orbital enerjileri ve titreşim frekansları hesaplatılmıştır. Teorik

olarak hesaplanan sonuçların deneysel olarak gözlenen sonuçlar ile uyumlu olduğu bulunmuştur.



**Şekil 1:**  $C_{28}H_{25}N_3OS$  tek kristalinin Ortep görünümü

$C_{28}H_{25}N_3OS$  kristalinin deneysel olarak elde edilen Ortep görünümü, Şekil 1’ de verilmiştir.



## 2-((4-etil-5-(piridin-4-yl)-4H-1,2,4-triazol-3-yl)tiyo)-1-(3-metil-3-fenilsiklobutil)etan - 1-bir Tek Kristalinin Deneysel ve Teorik Çalışmaları

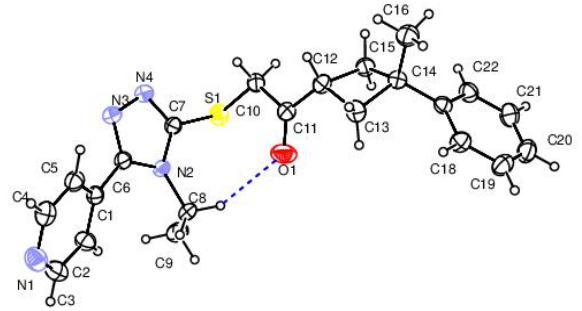
**Gamze Tunar<sup>1</sup>, Çiğdem Yüksektepe Ataoğlu<sup>1</sup>, Murat Örnek<sup>1</sup>, Öner Ekici<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fizik Bölümü, 18100, Çankırı

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Kimya Bölümü, 23119, Elazığ

2-((4-etil-5-(piridin-4-yl)-4H-1,2,4-triazol-3-yl)tiyo)-1-(3-metil-3-fenilsiklobutil)etan -1-bir tek kristalinin deneysel çalışması X-ışını kırınımı yöntemiyle yapılmıştır.  $C_{22}H_{24}N_4OS$  kapalı formüle sahip kristal, monoklinik kristal sisteminde C2/c uzay grubunda kristallenmiş olup  $a=36.2285(16)\text{Å}$ ,  $b=5.7123(2)\text{Å}$ ,  $c=32.4600(15)\text{Å}$ ,  $\alpha=90^\circ$ ,  $\beta=142.893(2)^\circ$  ve  $\gamma=90^\circ$  birim hücre parametrelerine sahiptir. Kristal yapısında triazol, piridin ve siklobütan gibi gruplar vardır. Kristal yapı moleküller arası ve molekül içi olmak üzere hidrojen bağlarına sahiptir. Moleküller arası C-H...N ve molekül içi C-H...O olmak üzere kristal paketlenme iki bağına sahiptir. Moleküller arası bağlar kristal paketlenmede [010] ve [0-10] doğrultularında bir zincir oluşturmaktadırlar.  $C_{22}H_{24}N_4OS$  tek kristalinin teorik çalışması, Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi (Density Functional Theory DFT) kullanılarak yapılmıştır. DFT/B3LYP/6-311G(d,p) hesaplama türü kullanılarak, geometrik optimizasyonu, moleküler orbital enerjileri ve titreşim frekansları

hesaplatılmıştır. Teorik olarak hesaplanan sonuçların deneysel olarak gözlenen sonuçlar ile uyumlu olduğu bulunmuştur.



**Şekil 1:**  $C_{22}H_{24}N_4OS$  tek kristalinin Ortep görünümü

$C_{22}H_{24}N_4OS$  kristalinin deneysel olarak elde edilen Ortep görünümü, Şekil 1' de verilmiştir.



## Enerji Dönüşümünde Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> Tabanlı Nano Yapılı Termoelektrik Malzemeler

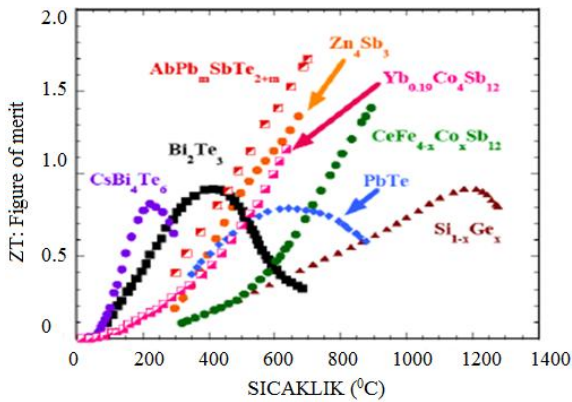
M. Kaya, Y. Ünal, Ç. Beşe, Ö. Tanyeri, Y. Elerman

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Fizik Mühendisliği, 06100 Beşevler Ankara

Termoelektrik (TE) teknolojisi, ısısal enerjiden, elektriksel enerji üretmek için oldukça uygun bir teknolojidir [1]. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımında, termoelektrik jeneratörler (TEJ) önemli yere sahiptir. TEJ'lerin atık ısıdan elektrik enerjisi üretiminde verimleri %5 - %10 civarındadır. Atık ısının elektrik enerjisi olarak kullanıma geri kazandırılması düşünüldüğünde bu verim miktarı oldukça önemlidir. TE teknolojisi, gerek sağlığa zararlı emisyonların azaltılması, gerekse yakıt ihtiyaçlarının karşılanması açısından oldukça önemli bir teknolojidir. Bu nedenle özellikle son yıllarda TE tabanlı enerji dönüşüm sistemlerinin ticarileştirilmesi ve günlük yaşama uygulanması konusunda tüm dünyada büyük bir yarış başlamıştır. Termoelektrik malzemelerin enerji dönüşüm verimliliği termoelektrik değer parametresi (ZT) olarak adlandırılan katsayıya bağlıdır. Değer parametresi:

$$ZT = \frac{S^2 \sigma}{\kappa} = \frac{S^2 \sigma}{\kappa_e + \kappa_l} \quad (1)$$

ile tanımlanmaktadır. Eşitlik 1'de; S Seebeck katsayısı;  $\rho$  elektriksel direnç ( $\sigma$  elektriksel iletkenlik);  $\kappa$  elektron ( $\kappa_e$ ) ve fononların ( $\kappa_l$ ) ısısal iletkenliğe katkıları toplamı; T ise sıcaklıktır. İdeal bir termoelektrik malzemede  $\sigma$  ile S değerlerinin büyük;  $\kappa$  değerinin ise küçük olması istenmektedir. Yarı iletken termoelektrik malzemelerde fononların ısısal iletkenliği ( $\kappa_l$ ), elektronların ısısal iletkenliği ( $\kappa_e$ )'ye göre çok büyüktür. Bu nedenle fonon katkısı artırılabilirse, ısısal iletkenlik azaltılabilir ve yüksek ZT değerine sahip malzemeler üretilebilir. Fonon katkısını artırabilmek için malzemelerin bölme sınırlarından saçırılan fonon sayısını artırmak gerekir. Saçırılan fonon sayısının artması, fononların alacağı ortalama serbest yolu azaltacağı için ısısal iletkenliğe gelen katkı da azalacaktır. Böyle bir durum ancak 'nano' yapıli malzemelerde elde edilebilmektedir [2].

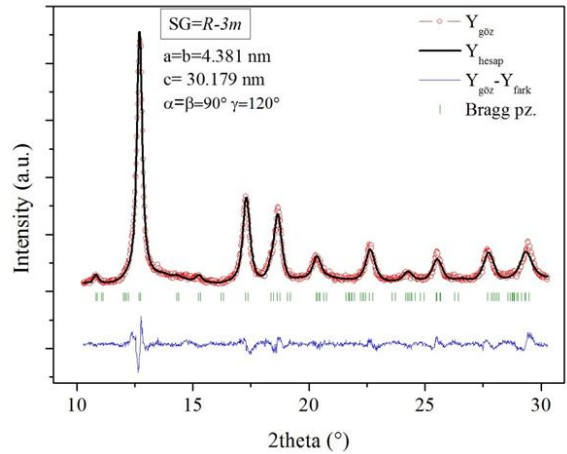


Şekil 1: Bazı termoelektrik malzemelerin sıcaklığa bağlı ZT eğrileri.

TE nanoparçacıklar, hidrotermal yöntem, kimyasal reaksiyonlar ve mekanik alaşımlama gibi birçok yöntem kullanılarak üretilebilmektedir. Bu yöntemler arasında mekanik alaşımlama yöntemi en etkili ve ucuz olanıdır. TE nanokompozit malzemeler elde etmek için, TE nanoparçacıklar Spark Plazma Sinterleme

(SPS), sıcak ve soğuk pres gibi çeşitli yöntemler ile üretilebilmektedir [3]. Bizmut ve tellür çevreye zararlı olmayan, teknolojik ve pratik uygulamalar açısından düşünüldüğünde yarı iletken bir sistemle kolaylıkla bütünleşebilen elementlerdir. Bu çalışmada oda sıcaklığı yakınlarında en yüksek TE etki gösteren Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> tabanlı alaşımlar çalışılmıştır.

Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> alaşımı uygun oranlarda argon atmosferinde tartılmıştır. Tartılan örnekler, mekanik alaşımlama yöntemi ile öğütülmüştür. Nanoparçacık üretim parametreleri; 7-1 top-örnek oranı, 1425 rpm'dir. Üretilen örnekler soğuk preste 10 MPa basınç altında, disk şekline getirilmiştir. Bu işlemin ardından örnekler 750 °C'de 10 saat tavlanan örneklerin yapısal karakterizasyonu SEM ve XRD (Şekil 2) cihazları ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçların literatürle uyumlu olduğu gözlenmiştir [4].



Şekil 2: Üretilen Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> alaşımının XRD sonucu ve literatür ile karşılaştırılması.

Çalışmaların devamında Seebeck katsayısı, elektriksel iletkenlik ve ısısal iletkenlik değerleri ölçülecek ve yüksek ZT değerine sahip alaşımlar elde edilmeye çalışılacaktır.

### Teşekkür:

Bu çalışma Ankara Üniversitesi BAP-15A0443002 nolu proje tarafından desteklenmektedir.

### Kaynakça

1. J.F.Li, *et al.*, NPG Asia Material, **2**, 152-158 (2010)
2. G. L. Zhao1, *et al.*, Materials Sciences and Applications, **3**, 833-837 (2012).
3. L. X. Dong, *et al.*, Materials Transactions, **4**, 681-687 (2002).
4. F. Hulliger, "Structural Chemistry of Layer-Type Phases", D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1976.

## CePd<sub>2</sub>In<sub>4</sub> Bileşiğini Yapısal, Elektronik ve Mekanik Özelliklerinin Kuramsal İncelenmesi

Özgür Deniz Kocaöz<sup>1,2</sup>, Hacı Özışık<sup>3</sup>, Engin Deligöz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Aksaray Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 68100, Aksaray

<sup>2</sup>Milli Eğitim Bakanlığı, Aksaray Merkez Aratol Ortaokulu, 68100, Aksaray

<sup>3</sup>Aksaray Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, BÖTE Bölümü, 68100, Aksaray

Seryum (Cerium, Ce) içeren intermetalik bileşikler ilginç elektriksel ve manyetik özellikler sergilemektedir [1]. Bunlardan bazıları 4f elektronları ile iletim bandlarının hibridizasyonuna bağlı ağır fermiyon davranışı, manyetizasyon düzeyi, Kondo etkileşimleri olarak sayılabilir [1, 2]. CePd<sub>2</sub>In<sub>4</sub> bileşiği NdRh<sub>2</sub>Sn<sub>4</sub>-tipi (Pnma (62) uzay grubu) yapıda kristalize olmaktadır. Bileşiğinin birim hücre görünümü Şekil-1 ile verilmiştir.

**Tablo 1:** CePd<sub>2</sub>In<sub>4</sub> bileşiğinin yapısal parametreleri

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>V</i> <sub>0</sub>	<i>Ref.</i>
18.649	4.635	7.220	624.1	Bizde
18.449	4.565	7.415	624.4	Deney <sup>[11]</sup>
<i>Atomik Koordinatılar</i>				
<i>4c (x, 1/4, z)</i>				
<i>Atom</i>	<i>Bizde</i>		<i>Deneyse<sup>[11]</sup></i>	
	<i>x</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	<i>z</i>
Ce	0.3602	0.5227	0.3577	0.5404
Pd-1	0.5389	0.2568	0.5432	0.2642
Pd-2	0.7823	0.4662	0.7768	0.4510
In-1	0.6848	0.1767	0.6864	0.1543
In-2	0.6923	0.7651	0.6915	0.7547
In-3	0.5351	0.6532	0.5332	0.6444
In-4	0.4290	0.996	0.4294	1.0138

CePd<sub>2</sub>In<sub>4</sub> bileşiğinin yapısal, elektronik ve mekaniksel özellikleri yoğunluk fonksiyoneli teorisine dayalı olarak incelendi. Bütün hesaplamalar VASP paket programı kullanılarak hesaplandı [3-6]. Hesaplamalar için PAW method ve GGA-PBE yaklaşımında spin etkisi de dahil edilerek yapıldı. Monkhorst and Pack [7] paketi kullanılarak 8×8×8 k-point grid değerleri ve kesilim enerjisi değeri 500 eV alındı. Hesaplanan örgü sabitleri deneysel değerler ile karşılaştırıldı ve

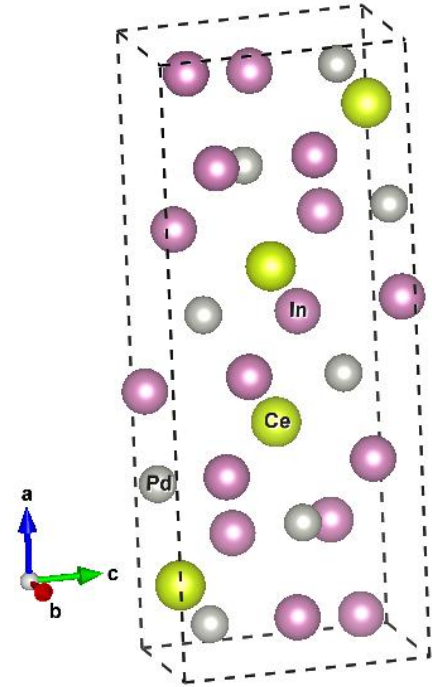
### Teşekkür:

Bu çalışmadaki sonuçların hesaplanmasında, Aksaray Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan Yüksek Başarılı Hesaplama (HPC) sistemi kullanılmıştır.

### Kaynakça

1. S.N. Nesterenko, A.I. Tursina, A.V. Gribov, Y.D. Seropegin, J.M. Kurenbaeva, J.Alloy.Comp. **383**, 242 (2004).
2. M. Giovannini, A. Saccone, P. Rogl, R. Ferro, Intermetallics **11**, 197 (2003).
3. G. Kresse, J. Hafner, Phys. Rev. B **47**, 558 (1994).
4. G. Kresse, J. Furthmuller, Comput. Mater. Sci. **6**, 15 (1996).
5. G. Kresse, D. Joubert, Phys. Rev. B **59**, 1758 (1999).
6. G. Kresse, J. Furthmuller, Phys. Rev. B **54**, 11169 (1996).
7. H.J. Monkhorst, J.D. Pack, Phys. Rev. B **13**, 5188 (1976).

uyumlu olduğu görüldü (bk. Tablo 1). Ayrıca aynı yaklaşım kullanılarak, elektronik bant yapısı hesaplandı. Ek olarak zor-zorlanma metodu ile elastik sabitleri elde edildi ve Young modülü, Bulk modülü, Shear modülü, Poisson oranı, Debye sıcaklığı, ses hızları, anizotropi değerleri hesaplanarak yorumlandı.



**Şekil 1:** CePd<sub>2</sub>In<sub>4</sub> bileşiğinin NdRh<sub>2</sub>Sn<sub>4</sub>-tipi yapıda birim hücre görünümü

## Cd/InSe:Mn Schottky Diyodunun Sıcaklığa Bağlı Akım-Gerilim Karakteristikleri

Tuba Tekle<sup>1</sup>, Bekir Gürbulak<sup>1</sup>, Songül Duman<sup>1</sup>, Fikriye Şeyma Özcelik<sup>1</sup>, Afsoun Ashkhasi<sup>1</sup>, Mehmet Şata<sup>1</sup>, Seydi Doğan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 25240 Erzurum

<sup>2</sup>Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 10145 Balıkesir

InSe tabakalı yarıiletkeni yüksek mekanik esnekliğe sahiptir. Optoelektronik aygıtlarda InSe yarıiletkeninin mümkün uygulaması görünür bölgededir. Düşük yoğunlukta arayüzey hallerinden dolayı p-n ve hetero-eklemler için gelecek vadeden bir materyaldir. [1,2]. InSe; fotovoltaik uygulamalarda [3], fotodiyotlarda ve anahtarlama devrelerinde [4] geniş bir uygulama alanına sahiptir [5]. InSe yarıiletkeni, tabakalar arasında zayıf Van der Waals bağı, tabakalar içinde ise iyonik-kovalent bağ oluşmasından dolayı tabaka düzlemleri boyunca kolayca yarılabılır. Kimyasal dağlama veya mekanik parlatma işlemleri yapılmaksızın InSe

bileşiminden son derece düzgün ve parlak yüzeyler elde edilebilmektedir.

Bu çalışmada, InSe:Mn yarıiletkeni Brigdman-Stockbarger metoduyla büyütülmüş ve Cd/InSe:Mn diyodunun akım-gerilim (I-V) karakteristikleri 140-380 K sıcaklık aralığında 20 K'lık adımlarla alınmıştır. Sıcaklığın azalması ile idealite faktöründe artma, engel yüksekliğinde ise azalma gözlemlenmiştir. Bu davranış, metal yarıiletken arayüzeylerde engel yüksekliğinin Gaussian dağılıma sahip olduğu varsayılarak, engel inhomojenliğine atfedilmiştir.

### **Teşekkür:**

Bu çalışma 2013/ 311, 2013/ 286 nolu projeler ile Atatürk Üniversitesi (BAP) tarafından desteklenmiştir.

### **Kaynakça**

1. Y. Hasegawa, Y. Abe, "Electrical and optical characteristics of a Schottky barrier on a cleaved surface of layered semiconductor InSe" Phys. Stat. Sol. A, **70**, 615 (1982).
2. A., Segura, J. P., Guesdon, J. M., Besson, A., Chevy, "Photoconductivity and photovoltaic effect in indium selenide", J. Appl. Phys., **54**, 876 (1983).
3. J. P. Guesdon, C. Julien, M. Balkanski, and A. Chevy, "Growth conditions and optical properties of InxSe1-x thin films", Phys. Stat. Sol. A-Applied Research, **101** (2), 495-501 (1987).
4. J.P. Kenawy, M. A. El-Shazly, AF., Afifi, M.A., Zayed, and H.A. El-Zahid, "Electrical and switching properties of InSe amorphous thin films", Thin Solid Films **200**, 203 (1991).
5. G. Micocci, A. Tepore, R. Rella, P. Siciliano, "Electrical and optical characterization of electron-beam evaporated In<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> thin films", Phys. Stat. Solidi., **148**, (1995).

## Ta<sub>3</sub>B<sub>2</sub> Bileşiğinin Yapısal, Elastik, Elektronik ve Titreşimsel Özelliklerinin İncelenmesi

İrem Öner Alp<sup>1</sup>, Yasemin Öztekin Çiftci<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

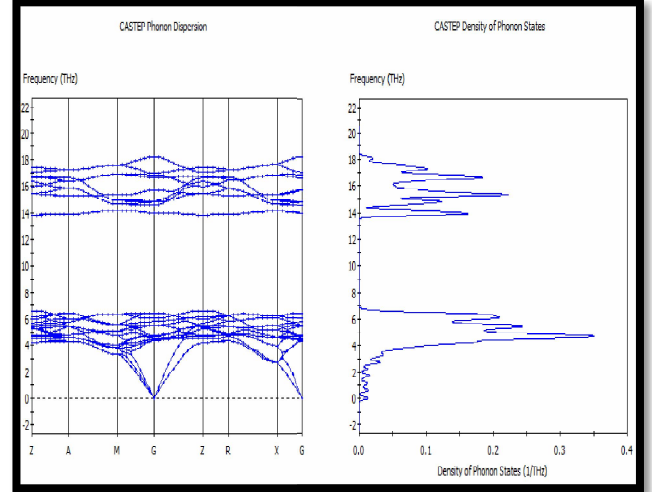
Bor ve bileşikleri temizlik endüstrisinden ısı yalıtımına, savunma sanayisinden uzay teknolojisine kadar çok geniş bir yelpazede kullanım alanına sahiptir. Bu araştırmada geçiş metali olarak seçilen tantalum ise elektrik stabilitesi, haddeme (metalinciltilerek levha haline getirilmesi) işleminde fabrikasyon kolaylığı, aşınmaya ve yüksek ısıya dayanıklılığı (~3000° yüksek erime sıcaklığı) ile dikkat çeken bir metaldir.

Geçiş-metal borürlerin, geçiş metal iyonlarının sağladığı ilgi çekici manyetik ve elektronik özelliklerin yanında katı bor örgüsünden kaynaklanan yüksek sertliğe sahip oldukları bilinmektedir [1]. Bundan dolayı hem teorik çerçevede hem de uygulama açısından oldukça merak uyandırmaktadır.

Bor atomları, kristaldeki bor örgüsünü oluşturan doğrudan B-B bağlarını meydana getirebilmek için uygun büyüklük ve elektronik konfigürasyona sahiptir. B-B bağları, U<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>-tipi X<sub>3</sub>B<sub>2</sub> bileşiklerinde iki tane X<sub>6</sub>B üçgen prizmanın paylaştığı kenar boyunca çiftler halinde bulunmaktadır. Bu faz birim hücre başına iki birim formül ve iki farklı X (2a - 4/m, 4h - mm simetrlili) ve bir tane B (4g - mm simetrlili) atomik koordinatı ile ifade edilmektedir. Ta-B sisteminden bu sınıfa mensup Ta<sub>3</sub>B<sub>2</sub> ile ilgili, bildiğimiz kadarı ile, literatürde kapsamlı bir inceleme bulunmamaktadır.

Bu çalışmada yoğunluk fonksiyoneli teorisine dayanan ilk-prensip hesaplamaları kullanılarak Ta<sub>3</sub>B<sub>2</sub> bileşiğinin yapısal, elektronik, elastik ve titreşimsel özelliklerinin basınç altındaki değişimleri incelenmiştir. Tetragonal fazı (P4/mbm; uzay grup no: 127), Cambridge Serial Total Energy Package (CASTEP) ile sunulan Perdew-Burke-Ernzerhof genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı (GGA-PBE) dahilinde sözde-potansiyel izdüşümsel

genişletilmiş dalga (PAW) metodu aracılığıyla ele alınmıştır.



Şekil 1: Ta<sub>3</sub>B<sub>2</sub> bileşiğinin 0 GPa'daki fonon eğrileri ve durum yoğunluğu

Dalga fonksiyonları 550 eV kesilim enerjisine sahip bir düzlem-dalga baz seti ile genişletilmiştir. Ta: [Xe] 4f<sup>14</sup> 5d<sup>3</sup> 6s<sup>2</sup> ve B: [He] 2s<sup>2</sup> 2p<sup>1</sup> için sözde-atomik hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

Brillouin bölgesinin nümerik integrasyonu Monkhorst-Pack metodu kullanılarak yapılmış ve faz için k-nokta ağı 8×8×15 olarak kurulmuştur. Hesaplanan denge örgü parametreleri **a=6.243 Å** (a=6.184 [2]) ve **c=3.315 Å** (c=3.284 [2]) olarak bulunmuştur; karşılık gelen elastik sabitleri ise bu fazın mekaniksel kararlı olduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte sözü edilen fazın elektronik band yapısı hesaplanarak metal karakter sergilediği belirlenmiştir. Şekil 1'de Ta<sub>3</sub>B<sub>2</sub> bileşiğinin 0 GPa'da çizdirilen fonon eğrileri ile fonon durum yoğunluğu sunulmuştur. Bulguların 50 GPa'ya kadar değişimleri incelenmiştir; elde edilen sonuçlar, mevcut deneysel çalışmalar ile uyum içerisinde.

### Kaynakça

1. E. Bykova et al., "Novel Non-magnetic Hard Boride Co<sub>5</sub>B<sub>16</sub> Synthesized Under High Pressure", Journal of Alloys and Compounds, **608**, 69-72 (2014).
2. K.I. Portnoi et al., "Constitution Diagram of the System Tantalum-Boron", Sov. Powder Metall. Met. Ceram., **10**, 925-927 (1971).

## 2-amino-4-(4-bromofenil)-5,6[H] kinolin-3-karbonitril molekülünün fiziksel ve kimyasal özelliklerinin deneysel ve kuramsal yöntemlerle incelenmesi

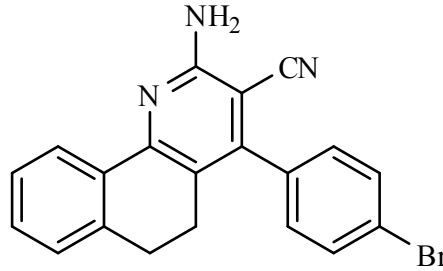
Serap Uzun<sup>1</sup>, Zeynep Esen<sup>2</sup>, Esra Koç<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, 28200, Giresun

<sup>2</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 60250, Tokat

Bu çalışmadaki amacımız, kinolin türevi olan 2-amino-4-(4-bromofenil)-5,6[H] kinolin-3-karbonitril bileşiğinin yapısal parametrelerini ve moleküler karakteristiklerini inceleyip, deneysel verilerle teorik olanları karşılaştırmaktır. Kinolin türevleri antimikrobiyal [1], antikanser [2] ve anti-HIV [3] aktiviteler başta olmak üzere farklı farmakolojik özelliklere sahip olup heterosiklik bileşiklerin önemli temsilcileridir. Bileşik, tek kristal X-Işını kırınımı ve IR, UV teknikleriyle karakterize edilmiştir. Optimize moleküler yapı, harmonik titreşim frekansları

ve diğer teorik hesaplamalar, B3LYP hibrit fonksiyoneli ve organik moleküle uygun 6-31G(d,p) baz seti seviyesinde Gaussian Paket Programı [4] kullanılarak yürütülmüştür. Moleküler elektrostatik potansiyel haritası (MEP), öncü moleküler orbitaller (FMOs), termodinamik özellikler optimize moleküler geometri kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca molekülün çizgisel olmayan optik özelliklerini incelemek için, elektriksel dipol momenti, polarizabilitesi ve 1. dereceden hiperpolarizabilitesi hesaplanmıştır.



Şekil 1: 2-amino-4-(4-bromofenil)-5,6[H] kinolin-3-karbonitril molekülü

### Teşekkür:

Bu çalışma FEN-BAP-A-200515-86 nolu proje ile Giresun Üniversitesi tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. N. B. Patel, S. N. Agravant, F. M. Shaikh, Synthesis and antimicrobial activity of new pyridine derivatives-I. Med. Chem. Res. 20, 1033-1041, 2011.
2. A. Srivastava, S. N. Pandeya, "Indole" a versatile nucleuse in pharmaceutical field. Int. J. Curr. Pharm. Rev. Res. 4, 5-8, 2011.
3. T. J. Tucker ve diğerleri, Discovery of 3-{5[(6-Amino-1H-pyrazolo-[3,4-b]-pyridine-3-yl)methoxy]-2-chlorphenoxy}-5-chlorobenzonitrile (MK-4965): A potent, orally bioavailable HIV-1 non-nucleoside reverse transcriptase inhibitor with improved potency against key mutant viruses. J. Med. Chem. 51, 6503-6511, 2008.
4. M. J. Frisch ve diğerleri, Gaussian 03, Rev. A, Gaussian Inc., Wallingford CT., 2004.

## Elektron Spin Rezonans Yöntemi İle Yaş Tayini

**Şükran Alver, Şeref Okuducu, Erdal Aras**

*Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06560, Ankara*

Bu çalışmada arkeolojik kazılardan elde edilen örneklerin elektron spin rezonans (ESR) yöntemi ile tarihlendirilmesi yapılmıştır. ESR yöntemi ile yapılan hesaplamaların, diğer yaş tayini hesaplamalarına göre avantajları ve dezavantajları belirtilmiştir. Numunelerin (diş, kemik, balık kılıcı, vb) ESR tekniği ile yaşının tayininde eklemeli doz metodu kullanılmaktadır.

Bu metotta; numuneye verilen her bir ışınlama dozu için ESR spektrumu alınır ve şiddet değeri okunur. Sonra diğer adımda başka bir doz uygulanır ve aynı işlem tekrar edilir. Bu doz-cevap ölçümü 5-6 adım için tekrarlanır. Sonuçta verilen doz değerlerine karşı elde edilen ESR sinyali şiddeti grafiği elde edilir. Bu tür numunelerde elektron spin rezonans dozimetri, diş minesinde soğurulan toplam dozun ölçülmesinde kullanılan tek katıhal yöntemidir.

### **Kaynakça**

1. Muharrem BÜYÜM , Doktora Tezi
2. <http://fzkchi.blogcu.com/esr-elektron-spin-rezonans-nedir/6066839>



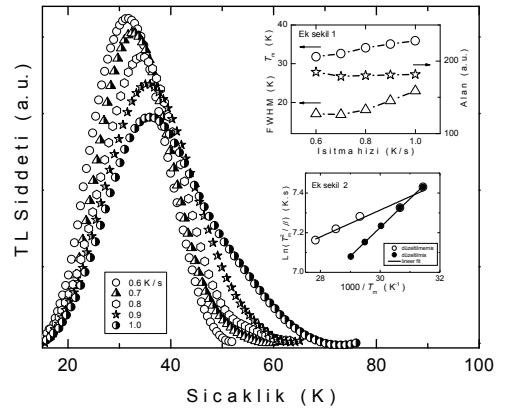
## Tl<sub>2</sub>Ga<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>S tek kristallerinde düşük sıcaklık termoluminesans ölçümleri

Serdar Delice<sup>1</sup>, Mehmet Işık<sup>2</sup>, Nizami Hasanlı<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800 Ankara

<sup>2</sup>Atılım Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 06836 Ankara

Tl<sub>2</sub>Ga<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>S tek kristallerinin düşük sıcaklık termoluminesans (TL) ölçümleri 10–300 K aralığında gerçekleştirildi. Kristalin yasak bant aralığında bulunan tuzak merkezleri,  $T_0 = 10$  K sıcaklığında mavi LED ( $\sim 370$  nm) ile kristalin ışıklandırılması sonucu dolduruldu. Sabit ısıtma hızı ( $\beta$ ) ile 300 K'e kadar sıcaklığı arttırılan örnekte, tuzak merkezlerinden lokalize enerji seviyelerine uyarılan taşıyıcıların daha sonra zıt yüklü diğer taşıyıcılar ile birleşmesi sonucu ortaya çıkan ışımamanın şiddeti sıcaklığa bağlı olarak elde edildi.  $\beta = 0.6$  K/s ısıtma hızı kullanılarak gözlemlenen TL eğrisinin analizleri literatürde bilinen çeşitli analiz yöntemleri ile yapıldı. Pik maksimum sıcaklığı  $T_m = 30$  K olan TL eğrisinin analiz sonuçları 13 meV aktivasyon enerjisine sahip bir sığ tuzak merkezinin varlığını gösterdi. Farklı ısıtma hızlarında elde edilen TL eğrilerinin (Şekil 1)  $\beta-T_m$  bağımlılığı kullanılarak yapılan analizleri de 13 meV aktivasyon enerjisinin doğruluğunu kanıtladı. Şekil 1 içerisinde gösterilen ek şekillerden birincisi ısıtma hızına bağlı olarak FWHM,  $T_m$  ve eğri altında kalan alanın değişimini, ikincisi ise aktivasyon enerjisi hesaplamak için kullanılan ilgili parametrelerin lineer fitini göstermektedir.



Şekil 1: Tl<sub>2</sub>Ga<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>S tek kristalinde 0.6–1.0 K/s ısıtma sıcaklıkları aralığında elde edilen TL eğrileri.

10–15 K aralığında farklı ışıklandırma sıcaklıkları kullanılarak gözlemlenen TL eğrilerinin analizleri sonucunda tuzak merkezinin dağılımı hakkında bilgiler elde edildi. Analiz sonuçları belirtilen tuzak merkezinin 13–18 meV aktivasyon enerjisi aralığında dağılım gösterdiğini açığa çıkardı.



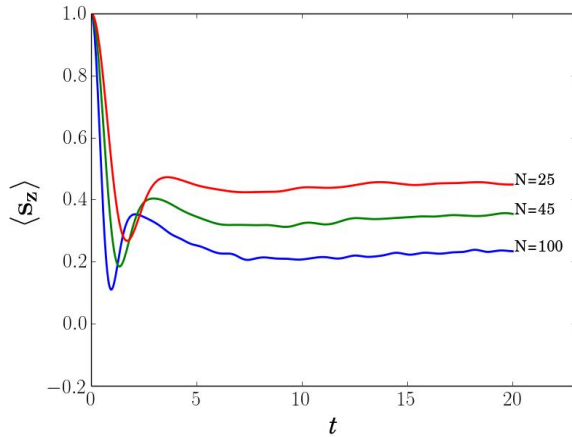
## Spin Hamam Deviniminin Zamana Bağlı Klasik Ortalama Alanda Çözümü

Ekrem Taha Güldeste, Ceyhun Bulutay

Bilkent Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

Bu araştırmanın uzun vadedeki hedefi, gerçekçi bir kuantum noktasında (KN) bulunan taşıyıcı ve/veya çekin spinlerinin deviniminin katıhal nano-NMR gibi yöntemlerle denetimidir. Özünde Merkez Spin Problemi (MSP) kapsamına giren bu konu, seçilmiş bir spinin (merkez spin), dış alanlar ve çevresindeki çok sayıda spinle etkileşimi altında deviniminin hesaplanmasına dayalıdır. Problemin kesin kuantum mekaniksel olarak çözümü, en fazla onlarca spin için mümkündür. Dolayısıyla KN'da olduğu gibi onbinlerce spin içeren bir spin hamamı durumunda, Zamana Bağlı Klasik Ortalama Alan (ZBKOA) kuramını başvurulacak ilk yöntem halindedir [1].

MSP'nin ZBKOA kuramında türetilmiş olan hareket denklemleri şu şekilde yazılabilir,



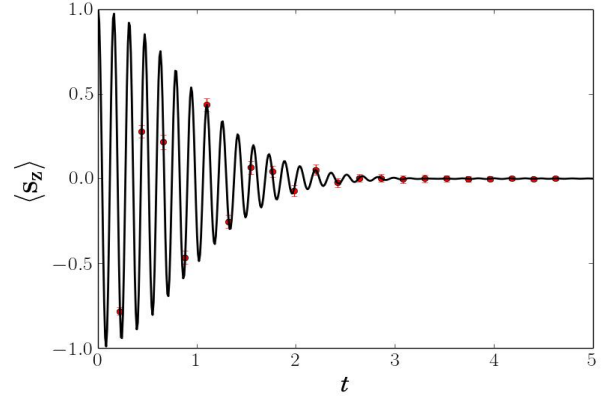
Şekil 1: Farklı sayıda spin ( $N$ ) içeren spin hamamları için, Merkez spinin zamana göre evrilişi,  $\mathbf{B}_0=1\hat{z}$ ,  $\lambda=0$ .

**Teşekkür:**

Bu çalışma 114F409 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmektedir.

**Kaynakça**

1. Al-Hassaineh, "Numerical Modelling of the Central Spin Problem Using the Spin-Coherent-State P Representation", Physical Review Letters, **97**, 037204 (2006).
2. H. Flyvbjerg, "Error Estimates on Averages of Correlated Data", J. Chem. Phys, **91**, 461 (1989).
3. D. Stanek, "From Quantum-Mechanical to Classical Dynamics in the Central Spin Problem", Physical Review B, **90**, 064301 (2014).



Şekil 2: Merkez spinin zamana göre evrilişi,  $N=26$ ,  $\mathbf{B}_0=40\hat{x}$ ,  $\lambda=0.02$  olarak alınmıştır.

$$\dot{\mathbf{s}}_j = \mathbf{h}_j \times \mathbf{s}_j - \lambda \mathbf{s}_j \times (\mathbf{s}_j \times \mathbf{h}_j) \quad (j = 0, \dots, N),$$

$$\mathbf{h}_0 = \mathbf{B}_0 + \sum_k A_k \mathbf{s}_k, \quad \mathbf{h}_k = A_k \mathbf{s}_0 \quad (k = 1, \dots, N).$$

Burada,  $\mathbf{s}_j$   $j$ 'inci klasik spin vektörü,  $\mathbf{h}_j$   $j$ 'inci spine etki eden etkin manyetik alan,  $A_k$   $[-0.4, 0.6]$  aralığında rasgele dağılımda alınan etkileşim katsayıları,  $\lambda$  sönüm sıklığı,  $\mathbf{B}_0$  ise dış manyetik alandır. Şekil 1 ve 2'de bu hareket denklemlerinden yola çıkılarak, farklı sayılardaki spinler için hesaplanmış merkez spin dinamiklerinin Monte-Carlo örneklemeyle elde ettiğimiz sonuçları verilmektedir. Şekil 2' deki hata çubukları 5 kez 'bohçalama' (blocking) süzgeci sonrasında elde edilmiştir [2].

Poster sunumumuzda, farklı hareket denklemleri altında MSP'nin ZBKOA çerçevesinde elde edilen sonuçlar, literatürdeki kesin kuantum mekaniksel sonuçlarla karşılaştırılacaktır [1,3].

## Grafen-tabanlı Yeni Nesil Süperkapasitörlerin İlk Prensip Hesaplamalar İle Modellenmesi

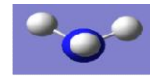
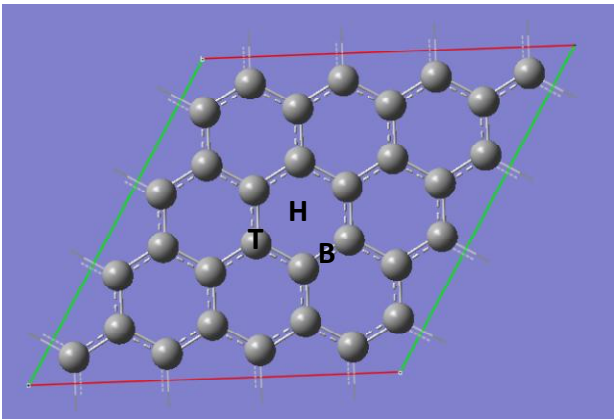
Arzu Karayel<sup>1</sup>, Oğuz Gülseren<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hitit Üniversitesi, Fizik Bölümü, 19040 Çorum

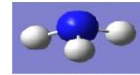
<sup>2</sup>Bilkent Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800 Ankara

Son yıllarda tabakalı bir yapı olan grafitten ayrılan tek tabaka olan grafen geniş yüzey alanı ve yüksek elektriksel iletkenlikliğinden dolayı süperkapasitör aygıt uygulamalarında ideal elektrot olarak ortaya atılmıştır. Bu çalışmada süperkapasitör aygıtların maksimum enerji depolama özelliklerini geliştirilebilmek için hem kullanılacak elektrotların hem de elektrolitlerin kombinasyonu ilk prensip hesaplamalar ile incelendi. Süperkapasitörlerde, elektrot malzemesi olarak iki tabakalı grafen yanı sıra elektrolit olarak da amonyak ( $\text{NH}_3$ ) kullanıldı. Yapılan hesaplamalarda yoğunluk fonksiyonel teorisine dayanan düzlem dalga sanki-potansiyel metodu kullanıldı. Değiş-tokuş potansiyeli yerel yoğunluk yaklaşımı (LDA) ile tarif edildi. Önce tek tabaka grafen ile  $\text{NH}_3$  molekülünün etkileşmesi incelendi. Tek tabaka grafen üzerinde  $\text{NH}_3$ 'ün farklı pozisyonları ve yönelimleri göz önüne alınarak bağlanma enerjileri hesaplandı. Beklenen olası bağlanma konumları  $\text{NH}_3$  molekülünün grafen tabakasındaki altıgenin ortasında olduğu "hollow (H)" durumu, karbon atomunun üzerinde olduğu "top (T)" durumu ve iki karbon atomunun ortasında bulunduğu "bridge (B)" durumlarıdır. "Top" durumu için, hidrojenlerin boşluklara yöneldiği ve karbon atomlarına yöneldiği durumlar da ayrı olarak

dikkate alındı.  $\text{NH}_3$  molekülünün yönelimi hidrojenlerin grafen tabakasına doğru yöneldiği "Down (d)" ve grafen tabakasından dışarı doğru yöneldiği "Up (u)" durumlarından oluşmaktadır. Geometri optimizasyon hesapları sonucunda "bridge" (B) durumunun literatürde bulunan çalışmaların aksine en kararlı, yani en yüksek bağlanma enerjili durum olarak belirlendi. Daha sonra tek tabaka grafen sisteminden çift tabakalı grafen sistemine geçildi. Bu kapasitör geometrisinde hesaplamalar  $6 \times 6$ 'lık süperhücrede (144 atomlu) hem AA hem de AB istifli durumlar için yapıldı. AA istifli ile AB istifli durumlar karşılaştırıldığında AA istifli durumun daha düşük enerjili olduğu ve aralarında 18.8 meV enerji farkı olduğu görüldü. Daha sonra amonyak ( $\text{NH}_3$ ) molekülü çift tabakalı grafen sisteminde iki tabaka arasında değişik konsantrasyonlara denk gelecek şekilde farklı sayıda yerleştirilerek geometri optimizasyon hesapları ile kararlı yapılar belirlendi. Tüm kararlı durumların elektronik durum yoğunlukları (DOS) hesaplanarak bunlara dayanan kuantum kapasitans değerleri hesaplandı.



Up orientation (u)



Down orientation (d)

**Şekil 1:** Monolayer grafen üzerinde amonyak molekülünün konumları (solda) ve dizimleri (sağda).

### Teşekkür:

Bu çalışma 114F118 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

## Schiff Bazından Türetilen Salen Tipi [naph(chen)] Ligandın Kristal Yapısı Ve Moleküler Özelliklerinin DFT İle İncelenmesi

Mehmet Aslantaş<sup>1</sup>, Arzu Karayel<sup>2</sup>, Mehmet Tümer<sup>3</sup>, Ertan Şahin<sup>4</sup>, Tuba Büyükdemirkıran<sup>1</sup>

<sup>1</sup>KSÜ, Fizik Bölümü, 46100 Avşar Kampusu, Kahramanmaraş

<sup>2</sup>Hitit Üniversitesi, Fizik Bölümü, 19030 Çorum

<sup>3</sup>KSÜ, Kimya Bölümü, 46100 Avşar Kampusu, Kahramanmaraş

<sup>4</sup>Atatürk Üniversitesi, Kimya Bölümü, 25240 Erzurum

Schiff bazları sahip oldukları biyolojik özelliklerinden dolayı her zaman modern kimyacılar açısından dikkat çekici özelliğe sahiptirler. Bu çalışmada, Schiff bazından türetilen salen tipi 2- $\{(E)-[((1S)-2-\{(1E)-(2-hydroxy-1-naphthyl)methylene\}amino\}cyclohexyl)imino]methyl\}$ -2-naphthol [=naph(chen)] ligandın moleküler yapısı tek kristal X-ışını kırınımı yöntemiyle belirlenerek, spektroskopik teknikler ve yoğunluk fonksiyoneli kuramı (DFT) hesaplamalarıyla karakterize edildi. Molekülün [naph(chen)] 3-boyutlu kararlı yapısını destekleyen güçlü molekül-içi O-H $\cdots$ N [N1 $\cdots$ H17=1.810Å, O1 $\cdots$ N1=2.551(3) Å, O1-H17 $\cdots$ N1=149° ve N2 $\cdots$ H28=1.810Å, O2 $\cdots$ N2=2.547(2) Å, O2-H28 $\cdots$ N2=148°] hidrojen bağları ile birlikte, birim hücre içerisinde molekülün istiflenmesinde rol alan moleküller-arası C-H $\cdots$ O hidrojen bağı ve  $\pi\cdots\pi$  etkileşmelerinin varlığı X-ışını kırınımı yöntemiyle belirlenmiştir.

Molekül-içi hidrojen bağları (IHBs), biyolojik moleküllerin etkileşmelerinde ve moleküler yapılarda merkezci bir rol oynaması nedeniyle DFT seviyesinde (B3LYP/6-31G(D,P)) hesaplandı. Doğal bağ orbital (NBO) hesapları, molekül-içi hidrojen bağlarının elektronik karakteristiğini incelemek için yapıldı. X-ışını deneysel verilerinin teorik hesaplama sonuçlarıyla uyum içinde oldukları görüldü. NBO enerjileri, enerji stabilizasyonuna temel katkının N1 $\cdots$ O1-H17 ve N2 $\cdots$ O2-H28 molekül-içi hidrojen bağları için LP $\rightarrow\sigma^*$  etkileşmelerine, C8-C7=N1 ve C19-C18=N2 için LP $\rightarrow\pi^*$  delokalizasyonuna karşılık geldiğini göstermiştir.

## Kinezolin Heterohalkası İçeren Ru(II) Kompleksinin Kristal Yapısı Ve Moleküler Özelliklerinin İncelenmesi

Çiğdem Küçüktürkmen<sup>1</sup>, Ahmet Ağaç<sup>2</sup>, İdris Karakaya<sup>3</sup>, Mehmet Aslantas<sup>4</sup>, Ömer Çelik<sup>5</sup>, Şemistan Karabuğa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Kimya Bölümü, 79100 Kilis

<sup>2</sup>KSÜ, Kimya Bölümü, 46100 Avşar Kampusu, Kahramanmaraş

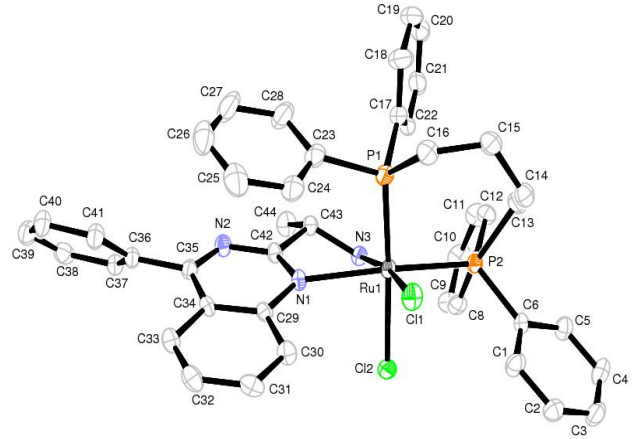
<sup>3</sup>Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kimya Bölümü, 80000 Osmaniye

<sup>4</sup>KSÜ, Fizik Bölümü, 46100 Avşar Kampusu, Kahramanmaraş

<sup>5</sup>Dicle Üniversitesi, DÜPTAM, 21280 Diyarbakır

Doğal kaynaklardan ulaşılabilir ve asimetric çevreye sahip en basit amino asit olan L-alaninden başlanılarak 6 basamakta amino kinazolin ligandı sentezlenmiştir. Elde edilen ve hetrohalka içeren bu ligand ile RuCl<sub>2</sub>PPh<sub>3</sub>(dppb) reaksiyonu gerçekleştirilmiş olup turuncu renkte kompleks hazırlanmıştır. Azot ve fosfor donör atomlarının Rutenyum metaline koordinasyonu sonucu elde edilen bu tip kompleksler literatürde katalizör olarak kullanıldığı bilinen yapılar arasındadır. Benzer şekilde sentezlenen Ru(II) temelli kompleksin, asimetric transfer hidrojenasyon reaksiyonu yöntemiyle ketonların indirgenmesindeki katalitik etkisi incelenmiştir. Sentezi gerçekleştirilen Ru(II) kompleksinin kristal yapısı X-ışını kırınımı yöntemiyle aydınlatılarak; Rutenyum metalinin bükülmüş oktahedral bir geometrik şekillenime sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Asimetric birimde ve birim hücre içerisinde Cl atomunun molekül-içi

(N-H...Cl, C-H...N ve C-H...Cl) ve moleküller-arası (C-H...Cl) hidrojen bağı etkileşmelerine önemli katkılar sağladığı ve ayrıca moleküler yapının 3-boyutlu uzayda periyodik düzenlenmesinde rol alan C-H...π ve π...π etkileşmeleri nin varlığı görülmüştür.



**Şekil 2:** Ru(II) kompleks molekülün ORTEP-III görünümü. Termal elipsoitler %30 olasılıkla çizilmiştir.

**Teşekkür:** Proje desteğinden dolayı (Proje No:111T004) TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

## AlInN/AIn/GaN Heteroyapıların Yüzey ve Arayüzey Özellikleri

Süleyman Çörekçi<sup>1</sup>, Selin Dugan<sup>2</sup>, Tuğrul Yavuz<sup>2</sup>, Mustafa Kemal Öztürk<sup>3</sup>, Nihan Akın<sup>3</sup>,  
Süleyman Özçelik<sup>3</sup>, Ekmel Özbay<sup>4</sup>

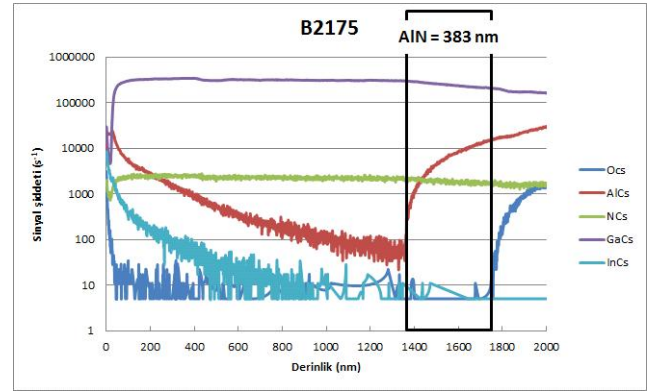
<sup>1</sup>Kırklareli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, 39000, Kırklareli

<sup>2</sup>Kırklareli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, 39100, Kırklareli

<sup>3</sup>Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 06500, Ankara

<sup>4</sup>Bilkent Üniversitesi, Nanoteknoloji Araştırma Merkezi, 06800, Ankara

Yüksek Elektron Mobiliteli Transistorlar için yüksek kaliteye sahip yapıların oluşturulması önemlidir. Bu çalışmada Metal-Organik Kimyasal Buhar Biriktirme yöntemi ile safır ( $Al_2O_3$ ) altlık üzerinde farklı kalınlıkta (280 ve 400 – nm) AlN tampon kullanılarak büyütülen AlInN/AIn/GaN heteroyapıların yüzey ve arayüzey özellikleri Taramalı Elektron Mikroskobu, İkincil İyon Kütle Spektrometresi ve X-ışını Yansıması teknikleri ile araştırılmıştır. Deney sonuçları AlInN-bariyer yapıların keskin bir arayüze ve geniş bir bölgede ayna-benzeri pürüzsüz bir yüzeye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca yapılardaki AlN tampon tabakanın kalınlığı ölçülmüş ve sonucun hedeflenen değere yakın olduğu görülmüştür.



Şekil 1: 400 – nm AlN tampon üzerine büyütülen yapının İkincil İyon Kütle Spektrometresi derinlik profili

### Teşekkür:

Bu çalışma KLÜBAP/053 nolu proje ile Kırklareli Üniversitesi tarafından desteklenmiştir.

## Piroelektrik Sensörlere Gelen Elektromanyetik Dalgadan Maksimum Oranda Infrared Spektrumunun Elde Edilmesine Yönelik Filtre Tasarımının Yapılması

**Taner Karateke, Rıza Demirbilek**

*Yıldız Teknik Üniversitesi, Fizik Anabilim Dalı, 34220, İstanbul*

Filtre bir sensöre gelen toplam elektromanyetik dalgayı algılanması istenilen cismin ışın yoluyla yaydığı dalgalıyı kapsayan bantları geçirecek şekilde dizayn edilir. Filtreler ile dalgalıyı istenilen dar bir aralıkta sınırlanır; bu şekilde sensörün seçiciliği ve hassasiyeti yükseltilir.

Bu çalışmadaki amaç istenilen dalgalıyı pikinin en hassas ve yüksek oranda elde edecek filtrenin tasarımı yapmaktır. Filtre tasarımında istenilen dalgalıyının doğru ve hassas bir şekilde elde etmek için kullanılacak olan yöntem ise bilgisayar simülasyonudur.

Tasarlanacak olan bu filtre ile istenilen dalgalıyunda elde edilen infrared bölgedeki spektrum bant aralıklarına daha hassas bir şekilde ayrılacaktır. Bu sayede tasarlanacak olan filtre ile başta sensörlerde olmak üzere termal görüntüleme sistemlerinin optik bileşenlerinin optimizasyonunda kullanılabilir. Böylece algılanmak istenen dalgalıy aralığının bantlara ayrılması ile sensörün seçiciliği artırılabilir. Tasarlanacak olan bu yapının termal görüntüleme sistemleri için hiperspektral bir özellik kazandırdığı için daha az hata ile doğru hedef tespiti yapılacaktır.

## La ile Pr Yer Değiştirmesinin, $(La_{1-x}Pr_x)_{0.85}Ag_{0.15}MnO_3$ ( $x = 0.0, 0.1$ ve $0.2$ ) Perovskit Manganitlerinin Yapısal, Manyetik ve Manyetokalorik Özellikleri Üzerine Etkisi

Ali Osman Ayaş<sup>a\*</sup>, Mustafa Akyol<sup>b</sup>, Selda Kılıç Çetin<sup>b</sup>, Gönül Akça<sup>b</sup>, Ahmet Ekicibil<sup>b</sup>, Bekir Özçelik<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Adıyaman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, 02040 Adıyaman  
<sup>b</sup> Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 01330 Adana  
[aayas@adiyaman.edu.tr](mailto:aayas@adiyaman.edu.tr)

Bu çalışmada, sol-jel yöntemiyle üretilmiş  $(La_{1-x}Pr_x)_{0.85}Ag_{0.15}MnO_3$  ( $x=0.0, 0.1$  ve  $0.2$ ) bileşiklerinde La ile Pr yerdeğiştirmesinin yapısal, manyetik ve manyetokalorik özellikleri üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Yapısal ve manyetik özellikler x-ışını kırınım (XRD), taramalı elektron mikroskobu (SEM), enerji dağıtımli x-ışını spektrum (EDX), sıcaklığa bağlı mıknatıslanma  $M(T)$  ve uygulanan alana bağlı mıknatıslanma  $M(H)$  ölçümleri ile araştırılmıştır. XRD analizlerinden tüm örneklerin rombohedral ( $R\bar{3}c$ ) yapıda kristalleştiği fakat küçük miktarda  $Ag_3O$  fazına ait safsızlığı da bulundurduğu anlaşılmıştır. SEM fotoğrafları bütün örneklerde parçacıkların sıkı paket şeklinde oluştuğunu göstermiştir. Ortalama parçacık büyüklüğü  $x = 0.0, 0.1$  ve  $0.2$  konsantrasyon oranları için sırasıyla 1.23, 1.18 ve 1.03  $\mu m$  şeklinde belirlenmiştir. EDX analizlerinden bütün bileşiklerin yapılarında, hazırlanma aşamasında yapıya girmesi muhtemel, safsızlık elementlerine rastlanılmamıştır.

Bileşiklerin Curie sıcaklıklarının,  $T_C$ , belirlenmesi için  $M(T)$ , manyetik entropi değişiminin,  $\Delta S_M$ , belirlenmesi için  $M(H)$  ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen termomanyetik ölçümler çalışılan bileşiklerin  $T_C$  civarında nispeten yüksek manyetokalorik etki (MCE) gösterdiğini ortaya koymuştur.  $T_C$  değerleri  $x = 0.0, 0.1$  ve  $0.2$  konsantrasyon oranları için sırasıyla 262, 230 ve 216 K şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca  $T_C$  civarında  $M(H)$  verileri kullanılarak her bir örnek için  $\Delta S_M$  değeri hesaplanmıştır. Yapı içerisindeki Pr oranının artmasıyla  $\Delta S_M$  değerinin 5 T manyetik alan değişiminde  $x = 0.0$  için 7.90 J/kgK değerinden  $x = 0.2$  için 4.96 J/kgK değerine düştüğü görülmüştür. Göreli soğutma gücünün (RCP) ise yine 5 T manyetik alan değişiminde Pr miktarının artmasıyla  $x = 0.0$  için 213.32 J/kg değerinden  $x = 0.2$  için 263 J/kg değerine arttığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulguların,  $(La_{1-x}Pr_x)_{0.85}Ag_{0.15}MnO_3$  ( $x=0.0, 0.1$  ve  $0.2$ ) numunelerindeki nispeten yüksek MCE ve RCP değerleri ile oda sıcaklığının altındaki sıcaklıklarda, manyetik soğutma sistemlerinin mühendisliğinde kullanılabilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır [1-4].

**Anahtar Kelimeler:** Manyetik özellikler, Manyetokalorik etki, Manyetik entropi, Sol-jel yöntemi.

### Teşekkür:

Bu çalışma FEF2012D11 ve FBA-2015-5028 numaralı projeler ile Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. A. O. Ayaş, M. Akyol, S. K. Çetin, G. Akça, A. Ekicibil ve B. Özçelik J Supercond Nov Magn, 2015. DOI: 10.1007/s10948-015-3019-4.
2. A.M. Tishin, I. Spichkin, The Magnetocaloric Effect and its Applications, Institute of Physics Publishing, Bristol, 2003.
3. M.H. Phan, S.C. Yu, J. Magn. Magn. Mater. 308 (2007) 325–340.
4. S. K. Çetin, M. Acet, M. Güneş, A. Ekicibil, M. Farle, J. Alloys Compd. 650 (2015) 285–294.



## Yarı-Heusler LiAlSi Bileşiğinin Yapısal, Elastik, Elektronik ve Dinamik Özelliklerinin İlk Prensiplerle İncelenmesi

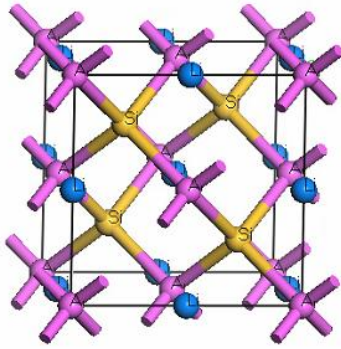
Gökçe Sürücü<sup>1</sup>, Yasemin Ö. Çiftçi<sup>1</sup>, Gökhan Sürücü<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

<sup>2</sup>Ahi Evran Üniversitesi, Kaman MYO, 40100, Kırşehir

<sup>3</sup>Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 06500, Ankara

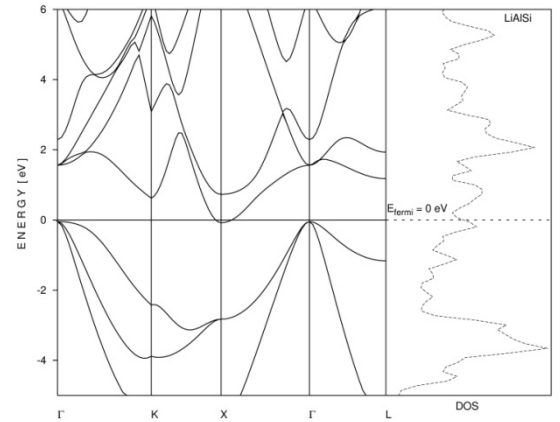
Son yıllarda yarı-Heusler alaşımlar topolojik özellikler göstermesinden, spintronic cihazlar olarak ve yüksek performanslı termoelektrikler olarak kullanıldığı için ilgi çekici araştırma konuları arasında yer almıştır [1-5]. Bu bileşiklerin termoelektrik özellikleri soğutma ve güç üretimi gibi endüstriyel uygulamalar için bu bileşikler önemli metaryeller yapar. Bu bileşikler MgAgAs tip yapıda kristalleşir (Şekil 1)



Şekil 1. LiAlSi 'un birim hücresi

Bu çalışmada, LiAlSi bileşiğinin VASP paket programı ile Ab-initio yöntemler kullanılarak yapısal, elastik, elektronik ve dinamik özellikleri incelenmiştir. Dalga fonksiyonu enerji kesilim enerjisi 450 eV'ye kadar düzlem dalgalarla açıldı. Brillouin bölgesi üzerinden k integrali  $14 \times 14 \times 14$  Monkhorst-Pack şeması ile uygulandı. Değiş-tokuş korelasyonu için

genelleştirilmiş gradient yaklaşımı (GGA) kullanıldı. Optimizasyondan elde edilen örgü sabiti  $5.9382 \text{Å}$  olarak deneysel sonuçlara uyumlu bulundu. Elastik sabitleri zor-zorlanma yöntemine göre hesaplandı ve Born kararlılık kriterini sağlayarak mekaniksel olarak kararlı olduğu bulundu. Brillouin bölgesinde yüksek simetri noktaları boyunca hesaplanan elektronik band yapısından LiAlSi bileşiği için yarı-metalik özellik sergilediği görüldü (Şekil 2). Fonon dispersiyon eğrisinden bu bileşiğin dinamiksel olarak kararlı olduğu görüldü. Elde edilen sonuçlar mevcut deneysel ve teorik verilerle kıyaslanarak, kapsamlı bir analiz sunuldu.



Şekil 2. LiAlSi bileşiği için elektronik band yapısı ve DOS

### Kaynakça

1. S. Chadov, X. Qi, J. Kubler, G. H. Fecher, C. Felser, S.C. Zhang, Nat. Mater. 9 (2010) 541.
2. H. Lin, A. Wray, Y. Xia, S. Xu, S. Jia, R. J. Cava, A. Bansil, M.Z. Hasan, Nat. Mater. 9 (2010) 546.
3. H. -J. Zhang, S. Chadov, L. Müchler, B. Yan, X.-L. Qi, J. Kübler, S.-C. Zhang, C. Felser Phys. Rev. Lett. 106 (2011) 156402.
4. C. Felser, G. H. Fecher, B. Balke, Angew. Chem. Int. Ed. 46 (2007) 668.
5. Q. Shen, L. Chen, T. Goto, T. Hirai, J. Yang, G. P. Meisner, C. Uher, Appl. Phys. Lett. 79 (2001) 4165.
6. F. Casper, T. Graf, S. Chadov, B. Balke, and C. Felser, Sem. Cond. Tech. 27(2012) 063001.

(La<sub>1-x</sub>Sm<sub>x</sub>)<sub>0.67</sub>Pb<sub>0.33</sub>MnO<sub>3</sub> (0 ≤ x ≤ 0.3) Manganitlerinde Sm-katkılamasının Manyetik ve Manyetokalorik Özelliklere Etkisi

Selda Kılıç Çetin<sup>1</sup>, Ahmet Ekicibil<sup>1</sup> ve Mehmet Acet<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 01330, Adana

<sup>2</sup>Fachbereich Physik, Experimentalphysik, Universität Duisburg-Essen, D-47048 Duisburg, Germany

(La<sub>1-x</sub>Sm<sub>x</sub>)<sub>0.67</sub>Pb<sub>0.33</sub>MnO<sub>3</sub> (x = 0, 0.1, 0.2, 0.3) manganitleri sol-jel yöntemiyle sentezlenerek Sm-katkılamasının malzemelerin manyetik ve manyetokalorik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Termomanyetik ölçümler, örneklerin, Curie sıcaklığında,  $T_C$ , ferromanyetik fazdan paramanyetik faza geçiş yaptığını ve  $T_C$  sıcaklığının Sm konsantrasyonunun artışıyla birlikte x = 0 için 358K'den x = 0.3 için 286K değerine düştüğünü göstermiştir. Örneklerin manyetik entropi değişimlerini belirlemek amacıyla geçiş sıcaklıkları bölgesinde izotermal manyetizasyon ölçümleri,  $M(H)$ , gerçekleştirilmiştir.

$M(H)$  izotermelerinden maksimum manyetik entropi değişimleri  $\Delta H = 2$  T uygulanan alan altında x = 0, 0.1, 0.2 ve 0.3 örnekleri için sırasıyla 3.32, 3.33, 3.29 and 2.60 Jkg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. x = 0.3 örneği için adiyabatik manyeto-kalorimetre sistemi kullanılarak örneğin doğrudan adiyabatik sıcaklık değişimi,  $\Delta T_{ad}$ , ölçülmüştür.  $\Delta H = 3T$  alan değişimi altında maksimum adiyabatik sıcaklık değişimi  $\Delta T_{ad} = 1.31$  K olarak belirlenmiştir.

**Teşekkür:**

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi araştırma Fonu: FEF2010D4, FEF2013BAP29 ve FBA-2015-5028 nolu projeler ile Deutsche Forschungsgemeinschaft SPP1599 tarafından desteklenmiştir.

(La<sub>1-x</sub>Pr<sub>x</sub>)<sub>0.85</sub>K<sub>0.15</sub>MnO<sub>3</sub> (x = 0, 0.1, 0.2 ve 0.3) Manganitlerinin Yapısal, Manyetik ve Manyetokalorik Özelliklerinin Araştırılması

Gönül Akça, Selda Kılıç Çetin ve Ahmet Ekicibil

Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 01330, Adana

Bu çalışmada sol-jel metodu ile hazırlanan (La<sub>1-x</sub>Pr<sub>x</sub>)<sub>0.85</sub>K<sub>0.15</sub>MnO<sub>3</sub> (x = 0, 0.1, 0.2 ve 0.3) manganit bileşiklerinin yapısal, manyetik ve manyetokalorik özellikleri araştırılmıştır. Örneklerin, yapısal analizleri X-ışını toz kırınım metresi (X-ray Diffractometer, XRD), Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscopy, SEM) ve Enerji Dağılımlı X-ışını spektrometresi (Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy, EDX) ile incelenmiştir. X-ışını kırınım desenlerinden x = 0.3 örneğinin *Pbnm* uzay grubunda ortorombik ve x < 0.3 örneklerinin ise  $\bar{R}3c$  uzay grubunda rombohedral kristal yapıya sahip olduğu bulunmuştur.

Manyetik ölçümler, Fiziksel Özellik Ölçüm Sistemi (Physical Properties Measurement Systems, PPMS) kullanılarak yapılmıştır. Sıcaklığa bağlı manyetizasyon (*M(T)*) eğrilerinden örneklerin ferromanyetik durumdan paramanyetik duruma geçtiği ve yapıya Pr katkılanması ile bu geçiş sıcaklığının, *T<sub>C</sub>* (Curie sıcaklığı) azaldığı görülmüştür. İzotermal manyetizasyon ölçümlerinden elde edilen verilerin kullanılması ile örneklerin manyetik entropi değişim değerleri 2 T manyetik alan değişimi altında sırasıyla x = 0, 0.1, 0.2 ve 0.3 için 4.63, 5.22, 3.05 ve 2.80 Jkg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

**Teşekkür:**

Bu çalışma FEF2012D12 ve FBA-2015-5028 nolu projeler ile Çukurova Üniversitesi tarafından desteklenmiştir.

## Bir Boyutlu spin 3- spin 3/2 Ising Modelin Cellular Automaton ile İncelenmesi

**Aycan Özkan, Bülent Kutlu**

*Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara*

Bir boyutlu Spin 3- Spin 3/2 Ising modelin termal özellikleri dış manyetik alan varlığında Cellular Automaton ile incelendi. Hesaplamalar soğutma algoritması kullanılarak  $L=100, 500, 1000, 5000, 10.000, 50.000$  ve  $100.000$  uzunluklu örgüler üzerinde  $1000.000$  zaman adımı için yapıldı. Dış manyetik alan yok iken ( $H=0$ ),  $L \leq 10.000$  için manyetik düzen meydana geldiği görüldü ( $M \neq 0$ ).

Alınganlık ve özısı nicelikleri bir boyutlu Ising zinciri davranışı gösterdi. Dış manyetik alan varlığında ise ( $H \neq 0$ ),  $L < 10.000$  için uzun erişimli düzenin (LRO) varlığı tespit edildi. Alan soğutma (FC) ve sıfır alan soğutma (ZFC) işlemleri uygulanarak düzen parametresinin sıcaklıkla değişimi incelendi.

### **Kaynakça**

1. T. Grain, D. P. Landau, "Monte Carlo study of three-dimensional- to - one-dimensional crossover in the Ising model" Phys. Rev. B, **24**, 5156-5164 (1981).

## Film Yüzeyine Dik Oluşan Manyetik Anizotropinin CoFeB Tabaka Kalınlığına Bağlılığı

Mustafa Akyol<sup>1,2</sup>, Pedram Khalili Amiri<sup>2</sup>, Ahmet Ekicibil<sup>1</sup> ve Kang L. Wang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Fizik Bölümü, 01330, Adana

<sup>2</sup>California Üniversitesi-Los Angeles (UCLA), Elektrik Mühendisliği, 90095, Los Angeles, CA, USA

Hafıza aygıtlarının kapasitesi, tarihsel olarak her yıl bir önceki yıla göre iki kat artmıştır. Ancak son zamanlarda, kapasitenin artırılmasında yaşanan güçlükler, örneğin; bilginin yatay olarak manyetik katmanlara yazılması gibi, bu oranı %40'lar seviyesine geriletmiştir. Her bir data (0 veya 1) yazılması için oluşturulan aygıt boyutu çok küçültüldüğünde ve birbirlerine yaklaştırıldıklarında, termal enerjileri demanyetizasyon oluşturmaktadır. Bu zorluğun ve sınırlayıcıların etkisini kaldırmak için, araştırmacılar yeni bir manyetik yazma tekniği geliştirdiler. Burada bilgi manyetik katmana yatay değilde dik bir şekilde yazılarak, aygıtın kapasitesini yaklaşık 10 kat daha arttırdığı ve yukarıda bahsedilen negatif etkinin ortadan kalktığı gözenmiştir [1-3]. Son yıllarda yeni nesil elektronik aygıtların geliştirilmesindeki potansiyelinden ötürü, ultra ince filmlerde yüzeye dik oluşturulan manyetik anizotropinin elde edilmesi ve araştırılması oldukça ilgi çekmiştir [4,5].

Bu çalışmada, deneysel olarak ultra-ince ferromanyetik katman kalınlığının yüzeye dik oluşturduğu manyetik anizotropiye etkisini Hf/CoFeB/MgO çoklu katman filmlerde inceledik.

Magnetron-Sıçratma tekniği ile ürettiğimiz filmlerin iletkenlik ölçümlerini yapmak için  $20 \mu\text{m} \times 130 \mu\text{m}$  Hall-bar şeklinde aygıtları photolithography and dry-etching tekniklerini kullanarak ürettik. Manyeto-Optik Kerr Etkisi (MOKE) ve Titreşimli Örnek Manyetometresi (Vibrating Sample Magnetometer, VSM) yöntemleriyle üretilen filmlerin manyetik anizotropileri ve arayüzey anizotropi enerjileri belirlendi. Extraordinary Hall etkisi (EHE) direnç ölçümü ( $R_{EHE}$ ) film yüzeyine dik uygulanan manyetik alan altında ölçülerek ( $H_z$ ) manyetizasyon yönelimi ve zorlayıcı alanlar ferromanyetik film kalınlığına bağlı olarak bulundu.

Çoklu-katman ultra-ince filmlerin yüzeye dik etkin manyetik anizotropi enerjileri, ferromanyetik film kalınlığının 0.5-1.5 nm aralığında elde edildi. Bu kalınlıkların dışındaki bölgelerde filmin manyetik anizotropisi film yüzeyine paralel hale geldiği gözlemlendi. Bu analizler sonucunda Hf/CoFeB/MgO çoklu-katman filmlerinin ara yüzey manyetik anizotropi değerinin  $K_s = 1.5 \pm 0.3 \text{ erg/cm}^2$  olduğu hesaplandı. Bu değer literatürdeki diğer elementlere kıyasla (Ta, W, Pt gibi) büyük çıkması, Hf elementinin potansiyel bir malzeme olarak yeni nesil aygıtlarda (MRAM) kullanılmasının önü açılmıştır.

**Teşekkür:** Bu çalışma “NSF Nanosystems Engineering Research Center for Translational Applications of Nanoscale Multiferroic Systems (TANMS)”, “FAME Center” ve Çukurova Üniversitesi –Araştırma Fonu (Adana/Turkey) (FEF2013D31) tarafından desteklenmiştir. Ayrıca yazarlardan M.A. araştırma süresince TÜBİTAK” tarafından desteklenmiştir.

### Kaynaklar

1. S. Iwasaki, “Perpendicular magnetic recording”, IEEE Transactions on Magnetics, **16**, 71-76 (1980).
2. P.J. Grundy, “Thin film magnetic recording media”, Journal of Physics D: Applied Physics, **31**, 2975 (1998).
3. H. Kim, Noh, J-S., Roh, J. W., Chun, D.W., Kim, s., Jung, S.H., Kang, H. K., Jeong, W.Y., and Lee, W., “Perpendicular Magnetic Anisotropy in FePt Patterned Media Employing a CrV Seed Layer”, Nanoscale Research Letters, **6**, 13 (2011).
4. L. Liu, C.-F. Pai, Y. Li, H. W. Tseng, D. C. Ralph, and R. A. Buhrman, “Spin-Torque Switching with the Giant Spin Hall Effect of Tantalum”, Science **336**, 555 (2012).
5. K. L. Wang, J. G. Alzate, and P. K. Amiri, “Low-power non-volatile spintronic memory: STT-RAM and beyond”, J. Phys. D: Appl. Phys. **46**, 074003 (2013).

## Antikanser Etkili Bazı Triazol-Tiyadiazin ve Triazol-Tiyadiazol Türevlerinin X-Işını Toz Kırınımı Yöntemleriyle İncelenmesi

Gülsüm Gündoğdu<sup>1</sup>, Sevim Peri Aytaç<sup>2</sup>, Birsen Tozkoparan<sup>2</sup>, Filiz Betül Kaynak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara

<sup>2</sup>Hacettepe Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Kimya ABD, 06100, Ankara

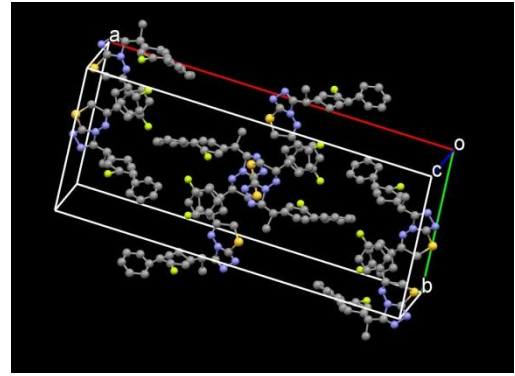
Günümüzde yapısında 1,2,4-triazol halkası taşıyan bir grup ilaç kanser tedavisinde kullanılmaktadır [1]. Bu nedenle beş üyeli 1,2,4-triazol halka sisteminin yeni antikanser etkili bileşiklerin tasarımı için uygun bir heterosiklik yapı olduğu düşünülmüştür. Son yıllarda literatürde çeşitli triazoller ve kondanse türevlerinin (triazolotriazin, triazolopiridazin, triazolotiyadiazol, triazolotiyadiazin) iskeleti taşıyan bazı kondanse 1,2,4-triazollerin de antikanser etki gösterdikleri bildirilmiştir [2, 3].

Bu çalışmada kullanılan triazol örneklerinin (A, B ve C) verileri hem laboratuvar tipi difraktometrede hem de sinkrotronda toplanmış, moleküler yapıları X-ışını toz kırınımı yöntemi ile aydınlatılmış ve moleküllerin birim hücre içindeki paketlenmesi sırasıyla Şekil 1, 2 ve 3’de verilmiştir. Hesaplamalara TOPAS 4.2 [4] programında yer alan Monte-Carlo tabanlı en küçük kareler indisleme yöntemi kullanılarak başlanmıştır. Avogadro programı [5] ile model yapı oluşturulduktan sonra, FOX [6] paket programında yer alan Monte-Carlo paralel optimizasyon yöntemi kullanılarak deneysel veri ile model yapı arasındaki en iyi uyum elde edilmiştir. Rietveld yapı arıtımı basamağında da TOPAS 4.2 programı kullanılmıştır.

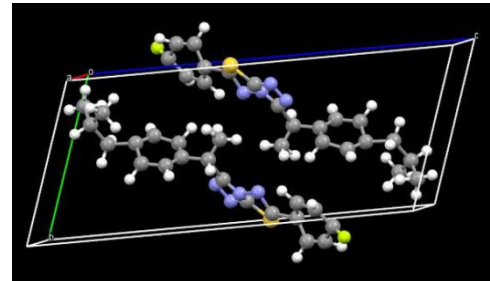
### Kaynakça

1. Santen, R. J. “Inhibition of aromatase: insights from recent studies. *Steroids*”, **68** (7-8), 559-567, (2003).
2. Zhang, F. J., Vojkovsky, T., Huang, P., Liang, C., Do, S. H., Koenig, M. vd. “Triazolotriazine compounds and uses thereof”, **WO2005010005A1**, (2005).
3. Boezio, A. A., Berry, L., Albrecht, B. K., Bauer, D., Bellon, S. F., Bode, C. ve diğerleri. “Discovery and optimization of potent and selective triazolopyridazine series of c-Met inhibitors”, *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, **19** (22), 6307-6312, (2009).
4. Bruker AXS, Karlsruhe, TOPAS V4.2, *General profile and structure analysis software for powder diffraction data, Users’s Manual*, (2009).
5. Marcus D Hanwell, Donald E Curtis, David C Lonie, Tim Vandermeersch, Eva Zurek and Geoffrey R Hutchison; “Avogadro: An advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform”, *Journal of Cheminformatics*, **4**:17, (2012).

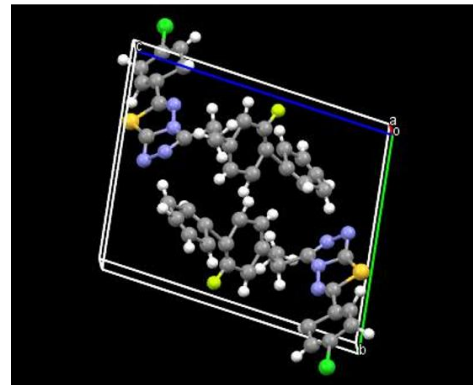
6. Vincent Favre-Nicolin and Radovan Cerny, “FOX, ‘free objects for crystallography’: a modular approach to ab initio structure determination from powder diffraction”, *J. Appl. Cryst Journal of Applied Crystallography*, **35**, 734–743, (2002).



Şekil 1: Molekül A’ nin Birim Hücre Paketlenmesi



Şekil 2: Molekül B’ nin Birim Hücre Paketlenmesi



Şekil 3: Molekül C’ nin Birim Hücre Paketlenmesi

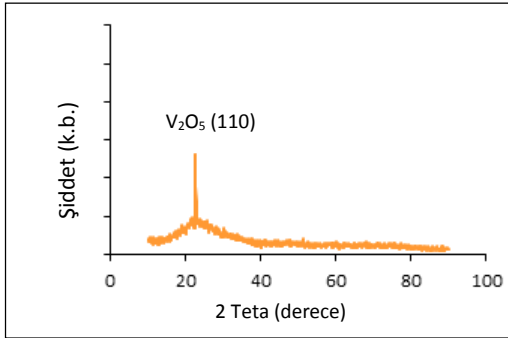


## Esnek ve Katı Alttaşlar Üzerine Farklı RF Güçlerinde Kaplanan $V_2O_5$ İnce Filmlerin Yapısal, Morfolojik ve Optiksel Analizleri

Meltem Dönmez, Nihan Akın, Buse Cömert, Mehmet Çakmak ve Süleyman Özçelik

Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara  
Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 06500, Ankara  
[meltmdn@gmail.com.tr](mailto:meltmdn@gmail.com.tr), [sozcelik@gazi.edu.tr](mailto:sozcelik@gazi.edu.tr)

Vanadyum pentaoksit ( $V_2O_5$ ) yarıiletkenin özellikle ince film formundaki yapısı çeşitli uygulama alanları ile büyük ilgi çeker. Geniş optik bant aralığı, iyi kimyasal ve termal kararlılık ve mükemmel termoelektrik özellikleri ile gelecek vadeden bir malzemedir.  $V_2O_5$  yarıiletkenlerinin güneş pilleri, elektrokimyasal ve fiber optik malzemeler, termal sensörler ve gaz sensörleri, toksit gaz dedektörleri, lityum iyon pilleri, optoelektronik ve anahtarlama uygulamaları, akıllı pencereler, değişken yansıtıcı aynalar, ışık panjurları ve elektrokromik, fotokromik, termokromik aygıtlar gibi birçok uygulama alanları vardır [1]. Bu çalışmada,  $V_2O_5$  ince filmleri oda sıcaklığında katı n-Si, korning cam ve esnek PET alttaşlar üzerine farklı güç değerlerinde (50, 100 ve 150 W) RF magnetron püskürtme sistemi ile kaplandı. Tüm deneylerde; numune ile alttaş arasındaki mesafe yaklaşık 35 mm alındı ve püskürtme basıncı argon gazı ortamında ( $P_S$ )  $3.9 \times 10^{-3}$  Torr olacak şekilde tutuldu.  $V_2O_5$  ince filmlerin yapısal, morfolojik ve optiksel analizleri yapıldı.



Şekil 1: Korning cam alttaş üzerine 150 W RF gücünde kaplanan  $V_2O_5$  ince filminin XRD deseni

### Teşekkür:

Bu çalışma 2011K120290 nolu proje ile KB tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. A. Kumar, P. Singh, N. Kulkarni, D. Kaur, "Structural and optical studies of nanocrystalline  $V_2O_5$  thin films", Thin Solid Films, **516**, 912-918, (2008).
2. N. Kumagai, H. Kitamoto, M. Baba, "Intercalation of lithium in r.f.-sputtered vanadium oxide film as an electrode material for lithium-ion batteries". Journal of Applied Electrochemistry, **28**, 41-48 (1998).

$V_2O_5$  ince filmlerin ortorombik fazda büyüdüğü Şekil 1'de verilen X-ışını kırınımı (XRD) pik pozisyonundan anlaşılmaktadır. Yüzey morfolojisi atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ile karakterize edildi. Optik geçirgenlik özelliği ise katı korning cam ve esnek PET alttaşlar üzerinde UV-Vis spektrometre analizi ile belirlendi.

Tablo 1: AFM verilerinden elde edilen parametreler

RF gücü (W)	Film kalınlığı (nm)	RMS <sup>1</sup> (nm)	RMS <sup>2</sup> (nm)
50	50	0,209	0,083
100	80	0,221	0,435
150	110	0,117	0,047

<sup>1</sup>Korning cam alttaş üzerine kaplanan filmler için pürüzlülük değeri

<sup>2</sup>n-Si alttaş üzerine kaplanan filmler için pürüzlülük değeri

Üretilen ince filmlerin yasak enerji aralıkları soğurma spektrumunun değerlendirilmesi ile belirlendi. Ortorombik fazda büyüdüğü belirlenen  $V_2O_5$  ince filmlerin enerji bant aralıkları, soğurma bant kenarı verileri kullanılarak, indirekt geçiş için 2.6-2.9 eV aralığında gözlemlendi. Ayrıca  $1 \times 1 \mu m^2$  yüzey alanında taranan (RMS) yüzey pürüzlülüğü değerinin Püskürtme RF gücü değişimine bağlı olarak değiştiği gözlemlendi. Çalışmamızda elde ettiğimiz veriler literatürde farklı güç değerlerinde kaplanan  $V_2O_5$  ince filmlerin fiziksel özelliklerinin incelendiği çalışmalar ile uyumlu olduğu belirlendi [2].



## TiO<sub>2</sub> İnce Film Gaz Sensörlerinin Geliştirilmesi

Buse Cömert, Nihan Akın, Meltem Dönmez ve Süleyman Özçelik

Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara  
Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 06500, Ankara  
[busecmrt@gmail.com.tr](mailto:busecmrt@gmail.com.tr), [sozcelik@gazi.edu.tr](mailto:sozcelik@gazi.edu.tr)

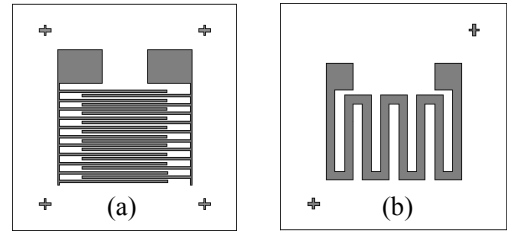
Gaz sensörlerinin geliştirilmesinde yarıiletken malzemeler büyük bir öneme sahiptir. Yarıiletkenler içerisinde özellikle metal oksitler kimyasal ortamlara karşı yüksek hassiyet göstermektedir. Yüksek sıcaklık ve basınç gibi zorlu koşullarda çalışabilmeleriyle, metal oksitler diğer kimyasal gaz sensörlerinin hassasiyetlerine ve dayanıklılıklarına kıyasla daha üstündürler. Metal oksit ile yapılan gaz sensörlerinin düşük maliyetli, düşük güç tüketimli ve güvenilir algılaması bakımından büyük ilgi çekmektedir [1,2].

Metal oksitlerden olan titanyum dioksit (TiO<sub>2</sub>) yüksek optik geçirgenliği, kırılma indisi, dielektrik sabiti ve iyi kimyasal kararlılığı sayesinde uygulamada geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. TiO<sub>2</sub>'nin toksik olmaması diğer bir tercih nedenidir. Bu malzemenin ince film formunda üretilmesi, optik ve fotokatalitik niteliğini artırmaktadır. TiO<sub>2</sub> filmlerin iyi kimyasal kararlılığının yanında geniş bant aralığına sahip olması fotokataliz, gaz sensörleri ve güneş hücreleri gibi alanlarda yaygın kullanılmasına neden olmaktadır.

Bu çalışmada, TiO<sub>2</sub> ince film gaz sensörlerinin geliştirilmesi amaçlandı. Sensör fabrikasyonunda fotolitografik teknik kullanıldı. 3 mm × 3 mm boyutunda Silisyum (Si) alttaşın arka yüzeyine RF püskürtme tekniği ile Platin (Pt) hedef kullanılarak 1000 nm kalınlığında ısıtıcı fabrikasyonu yapıldı. Ön yüzeyine ise 500 nm kalınlığında ve 50 µm çizgi genişliğine sahip inter dijital elektrotlar oluşturuldu. TiO<sub>2</sub> gaz sensörünün elektrot ve ısıtıcı tasarımları şematik olarak Şekil 1'de verildi.

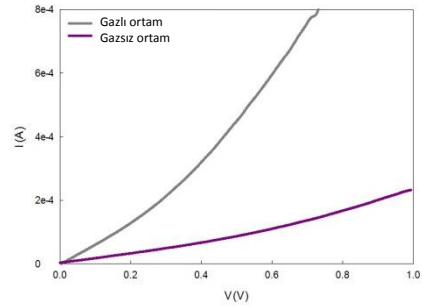
Metalizasyon işleminin ardından elektrotlar üzerine 170 nm kalınlığa sahip TiO<sub>2</sub> ince filmi püskürtme

sistemi ile TiO<sub>2</sub> hedef kullanılarak 150 W RF gücünde ve 30 mTorr basınçta kaplandı.



Şekil 1. (a) inter dijital Pt elektrotlar, (b) ısıtıcı

Farklı sıcaklıklarda metan gazına maruz bırakılan sensörün duyarlılığı I-V ölçümleri ile belirlendi. Sensörlerin metan gazına duyarlılıkları, sensör sıcaklığına bağlı olarak değerlendirildi. Genel olarak 200 ile 500 °C arasındaki sıcaklıklarda duyarlılık gösteren gaz sensörlerinin düşük sıcaklıklarda algılamaya sahip olması önemlidir.



Şekil 2. Geliştirilen sensörün 150 °C sıcaklıkta metan gazına duyarlılığı

Ürettiğimiz TiO<sub>2</sub> gaz sensörünün 150 °C sensör sıcaklığında metan gazına duyarlılık gösterdiği gözlemlendi (Şekil 2) ve sıcaklığa göre algılama performansının arttığı belirlendi.

### Teşekkür:

Bu çalışma 2011K120290 nolu proje ile KB tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. S. Supothina, "Gas sensing properties of nanocrystalline SnO<sub>2</sub> thin films prepared by liquid flow deposition", *Sensors and Actuators B*, **93**, 526-530 (2003).
2. A. Berna, "Metal oxide sensors for electronic noses and their application to food analysis" *Sensors*, **10**, 3882-3910 (2010).

## $\alpha$ -V<sub>3</sub>PC<sub>2</sub> Bileşiğinin Mekanik, Elektronik, Titreşimsel ve Termodinamik Özelliklerinin Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi ile İncelenmesi

Mehtap Altay<sup>1</sup>, Gökhan Sürücü<sup>2,3</sup>, Kemal Çolakoğlu<sup>1</sup>, Yasemin Çiftçi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

<sup>2</sup>Ahi Evran Üniversitesi, Kaman MYO, Kırşehir

<sup>3</sup>Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 06500, Ankara

MAX faz olarak adlandırılan kristaller hekzagonal yapıda olup, 194 uzay grubunda (P6<sub>3</sub>/mmc) kararlıdır. M<sub>n+1</sub>AX<sub>n</sub> formülasyonuna sahip MAX faz bileşiğinde n=1, 2, 3 değerlerini alabilir. M= Geçiş elementlerinin ilk kısmı, A= A grubu elementler, X=C veya N olabilir [1]. Bu MAX fazları bu kadar etkileyici yapan fiziksel, kimyasal, elektriksel ve mekaniksel özelliklerinin yanı sıra metal ve seramik karakteristik göstermeleridir. MAX fazlar katı, hafif, yüksek esneklik özelliğine sahip ve sert bir yapıdadır. Ucuz hammaddelerden ortaya çıkan, oksidasyona ve korozyona karşı dirençli, yüksek termal ve elektriksel iletkenlik özelliğinin yanı sıra termal şok özelliği sergileyen havada 1300°C'ye kadar dayanabilme özelliğine sahiptirler [2]. Bu çalışmada  $\alpha$ -V<sub>3</sub>PC<sub>2</sub> bileşiğinin taban durum özellikleri Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi (DFT) dahilinde Genelleştirilmiş Gradyent Yaklaşımı (GGA) temel alınarak VASP paket programı kullanılarak incelendi. Hesaplamalarda kesilim enerjisi 800eV, potansiyel olarak ultrasoft psedopotansiyel, Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE) tipi fonksiyonel ve 16×16×4 Monkhorst-Pack k-noktası ağı kullanıldı. Önce örgü sabiti (a), Bulk modülü (B) ve Bulk modülünün basınca göre birinci türevi (B') Murnaghan hal denklemine fit edilerek bulundu. Oluşum entalpisi ( $\Delta H$ ) teorik olarak hesaplandı. Sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1:**  $\alpha$ -V<sub>3</sub>PC<sub>2</sub> için yapısal parametreler

a(Å)	c(Å)	B(GPa)	B'	$\Delta H$ (eV/atom)
3,019	15,789	258,4	4,308	-0.59

Elastik sabitler “zor-zorlama” yöntemi kullanılarak hesaplandı. Elastik sabitlerinden elde edilen veriler yardımı ile Zener Anizotropi faktörü(A), Young modülü (E), Poisson oranı( $\nu$ ) gibi diğer mekaniksel özellikleri hesaplamak için mekaniksel olarak kararlı olduğu gözlemlendi.

**Tablo 2:**  $\alpha$ -V<sub>3</sub>PC<sub>2</sub> için elastik sabitleri

C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>44</sub>	C <sub>66</sub>
404,9	124	199,2	382,7	198,2	140,5

Fonon spektrum hesaplamaları PHONOPY kodu yardımıyla Lineer response yöntemi kullanılarak hesaplandı. Fonon frekans değerleri pozitif bulunduğu için çalışılan yapının dinamiksel olarak da kararlı olduğu doğrulandı.

### Kaynakça

1. Sun. Z. M., “Int. Mat. Rev.”, 56,3,143-166 (2011).
2. Barsoum M. W., “Ame. Sci.”, 89, 334-343 (2001).

## Seyreltik Azotlu $GaP_{1-x}N_x$ ve $GaP_{1-x-y}As_yN_x$ Yarıiletken Yapılarının MBE Tekniği ile Büyütülmesi ve Karakterizasyonu

Tunç Sertel, Gürkan Kurtuluş, Emine Boyalı, Tarık Asar, Mustafa Kemal Öztürk, Saime Şebnem Çetin, Süleyman Özçelik

Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 06500 Ankara

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500 Ankara

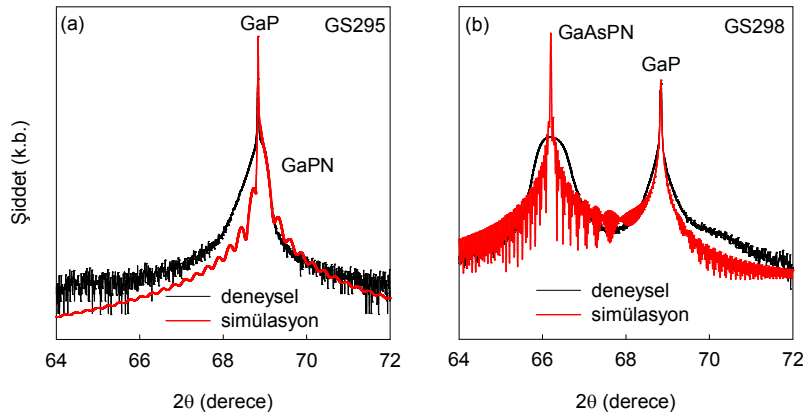
Seyreltik azotlu yarıiletkenler, III-V grubu yarıiletken bileşik ve alaşımlara az miktarda azot (N) atomunun eklenmesiyle elde edilen malzemelerdir. Azotun yapıya eklenmesi, oluşan III-V-N yapının farklı elektriksel, optik ve yapısal özellikler kazanmasına neden olmakla birlikte, elektronik ve optoelektronik uygulamalar için alternatif malzemeler elde edilmesini sağlamaktadır [1].

Si ve GaP altaşlar üzerine örgü uyumlu olarak büyütülebilen GaPN ve GaAsPN seyreltik azotlu yarıiletkenleri, görünür bölgede ışımaya yapabilen ışık yayan diyot (LED) yapılarında ve Si tabanlı çok eklemli güneş hücrelerinde soğurucu katman olarak kullanılabilir [2].

Seyreltik azotlu yarıiletkenlerin büyütülmesinde ülkemiz için bir ilk olma özelliği taşıyan bu çalışmada, GaP(100) altaşlar üzerine  $GaP_{1-x}N_x$  ve  $GaP_{1-x-y}As_yN_x$  yapıları, Gazi Üniversitesi Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi (Gazi-Fotonik) bünyesinde bulunan katı kaynaklı moleküler demet epitaksi (VG-MBE) sisteminde, N-RF plazma kaynağı kullanılarak büyütüldü. Büyütülen numunelerin yapısal, elektriksel ve optik özellikleri yüksek çözünürlüklü X-ışını kırınımı difraktometresi (HRXRD), Hall Etkisi

ve Fotoluminesans (PL) ölçüm sistemleri ile incelendi.

GS295 ve GS298 olarak isimlendirilen numunelerin HRXRD kırınım desenleri Şekil-1'de sunuldu. Ölçüm sonuçları LEPTOS programı ile simüle edilerek, GS295 isimli  $GaP_{1-x}N_x$  numunesi için alaşım oranı  $x=0,33$  ve GS298 isimli  $GaP_{1-x-y}As_yN_x$  numunesi için alaşım oranları  $x=0,80$ ,  $y=0,54$  olarak belirlendi. Alaşım oranları ve Bant Zıt-geçiş (BAC) Modeli kullanılarak  $E_c$  ve  $E_v$  enerjileri hesaplandı. Yasak enerji aralıkları ( $E_g$ ), GS295 ve GS298 numuneleri için sırasıyla 2,040 ve 1,684 eV olarak bulundu. Oda sıcaklığında (300 K) alınan PL ölçüm sonuçlarına Gaussian fit uygulanarak geçiş enerjileri belirlendi. Yasak enerji aralıkları, GS295 ve GS298 numuneleri için sırasıyla 2,025 ve 1,635 eV olarak tespit edildi. Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldı ve sistemlerin hata sınırları içerisinde uyumlu oldukları görüldü. Numunelerin taşıyıcı yoğunlukları ve mobiliteleri Hall Etkisi ölçüm sistemi ile belirlenerek devam edecek çalışmalarda üretilecek LED yapıları için uygun özelliklere sahip oldukları görüldü.



Şekil 1: (a) GS295 ve (b) GS298 Numunelerinin HRXRD Kırınım Desenleri

**Teşekkür:** Bu çalışma 114F224 nolu proje ile TÜBİTAK ve 2011K120290 nolu proje ile Kalkınma Bakanlığı tarafından desteklenmektedir.

### Kaynakça

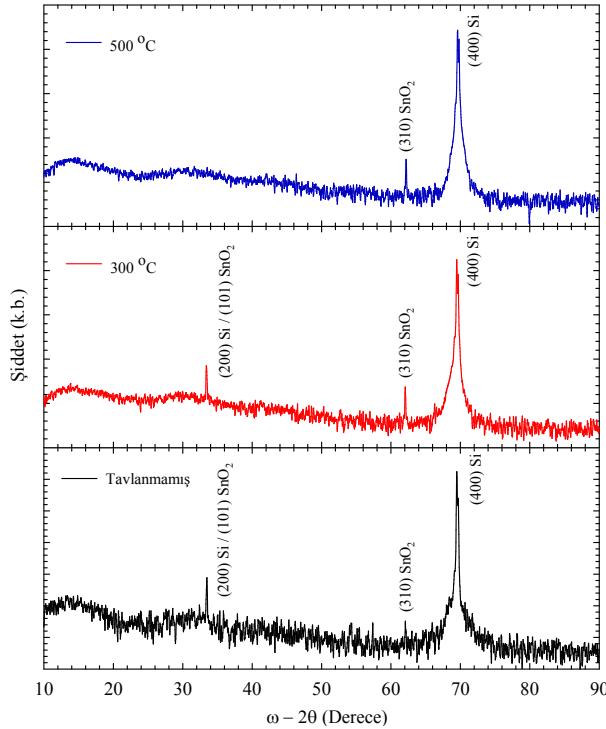
1. A. Erol, "Dilute III-V Nitride Semiconductors and Material Systems", Springer Series 105, V-VII (2008).
2. I.A. Buyanova, W.M. Chen, "Physics and Applications of Dilute Nitrides", 396-400 (2004).

Tavlamanın Katkısız SnO<sub>2</sub> İnce Filmlerin Yapısal ve Optik Özelliklerine EtkisiB. Korkmaz<sup>1,2,\*</sup>, T. Asar<sup>1,2</sup>, H.İ. Efker<sup>2</sup>, G. Kurtuluş<sup>2</sup>, S.Ş. Çetin<sup>1,2</sup> ve S. Özçelik<sup>1,2,\*\*</sup><sup>1</sup>Fizik Bölümü, Fen Fakültesi, Gazi Üniversitesi, 06500 Ankara<sup>2</sup>Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gazi Üniversitesi, 06500 Ankara

\*burakkorkmaztr@gmail.com; \*\*sozcelik@gazi.edu.tr

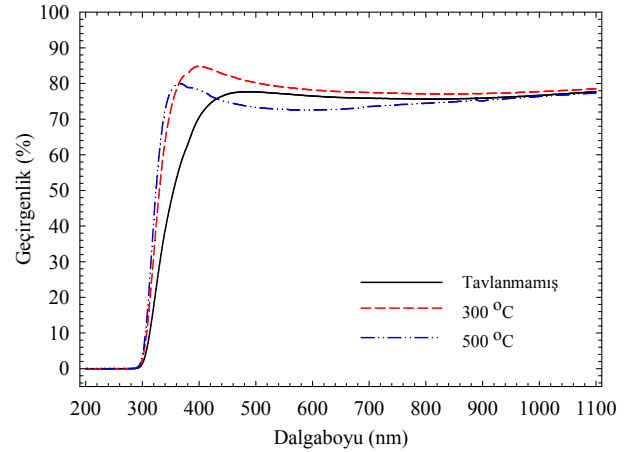
Bu çalışmada, katkısız SnO<sub>2</sub> ince film, RF magnetron püskürtme tekniği ile n-tipi Si (100) ve cam alttaşlar üzerine, oda sıcaklığında, yüksek saflıkta (%99.98) SnO<sub>2</sub> seramik hedef kullanılarak üretildi. 50 W RF gücünde kaplanan SnO<sub>2</sub> ince film CTS116 olarak adlandırıldı. Üretilen SnO<sub>2</sub> ince filmin kalınlığı profilometre cihazı ile 100 nm olarak ölçüldü. Tavlamanın SnO<sub>2</sub> ince filmlerinin yapısal ve optik özelliklerine etkisinin incelenmesi amacıyla, üretilen numune parçalara bölünerek, 300 °C ve 500 °C sıcaklıklarda tavlandı. Tavlama numuneler CTS116a ve CTS116b olarak isimlendirildi.

Tavlamanın numunelerin yapısal özelliklerine etkisini incelemek amacıyla, X-Işını Kırınımı (XRD) analizi yapıldı. Elde edilen veriler kullanılarak çizilen XRD grafiği Şekil.1'de verildi. Tavlama sıcaklığının artışıyla, (310) SnO<sub>2</sub> pik şiddeti artarken, (101) SnO<sub>2</sub> pik şiddetinin azaldığı gözlemlendi.



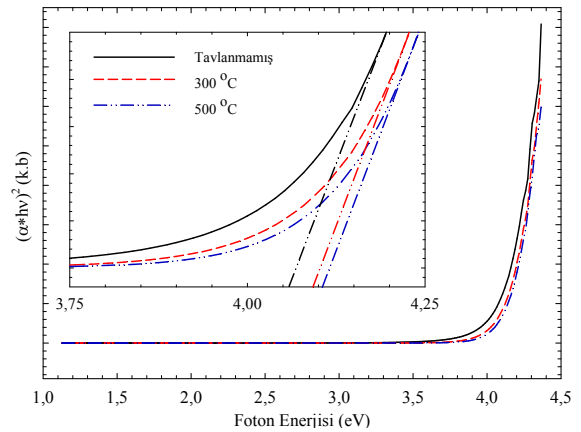
Şekil.1: Numunelerin XRD grafiği.

Şekil.2'de görüldüğü üzere, UV-Vis (200-1100 nm) spektrometre ile tavlama ve tavlama olmayan SnO<sub>2</sub> ince filmlerin optik geçirgenlikleri yaklaşık %75 olarak belirlendi.



Şekil.2: Numunelerin geçirgenlik - dalgaboyu grafiği.

Şekil. 3'deki  $(\alpha \cdot h\nu)^2 - h\nu$  grafiği çizildi. Bu grafikten numunelerin yasak enerji aralıkları ( $E_g$ ), CTS116, CTS116a ve CTS116b numuneleri için, sırasıyla, yaklaşık 4.07 eV, 4.09 eV ve 4.11 eV olarak belirlendi.

Şekil.3: Numunelerin  $(\alpha \cdot h\nu)^2$  - foton enerjisi grafiği.

Yasak enerji aralığının bu artışı, katkısız SnO<sub>2</sub> ince filmin kristal kalitesinin tavlama ile iyileşmesine ve faz geçişlerinin meydana gelmesine atfedilebilir.

**Teşekkür:** Bu çalışma; Kalkınma Bakanlığı (Proje No: 2011K120290) ve Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (Proje No: 0633.STZ.2014) tarafından desteklenmiştir.

## ZnO Filmlerinin Katalitik Olmayan VLS Yöntemi ile Büyütülmesi ve Karakterizasyonu

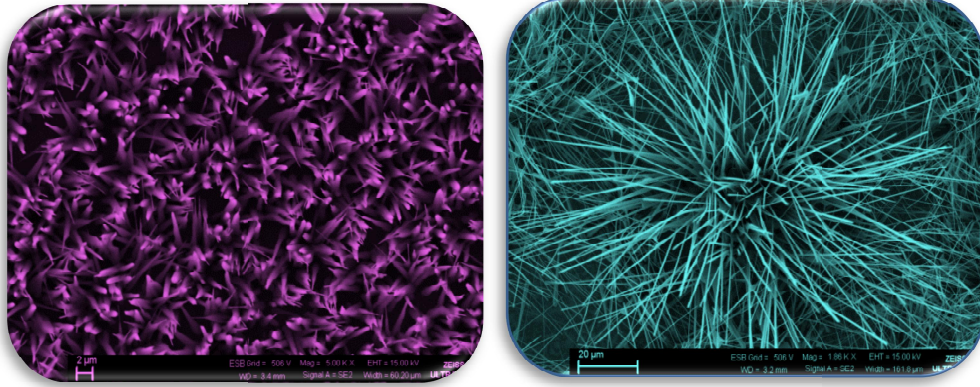
**Saliha Ilıcan, Müjdat Çağlar, Yasemin Çağlar**

*Anadolu Üniversitesi, Fizik Bölümü, 26470, Eskişehir*

Nanoyapılı malzemeler kendi yeni özellikleri ve potansiyel uygulamalarından dolayı nanoteknolojide en popüler araştırma konuları olmuştur. ZnO çeşitli fiziksel özelliklerinden ve hazırlık sürecindeki iyi uyumundan dolayı geniş bir uygulama potansiyeline sahiptir. VLS (vapour-liquid-solid) mekanizması katalitik ya da katalitik olmayan olarak iki şekilde yapılabilmektedir. Katalitik olmayan VLS mekanizmasında nanoyapı malzemesi eriyiği katalizör görevindedir.

Bu çalışmada ZnO filmleri, grafit ve ZnO nanotozu kullanılarak VLS yöntemi ile eş zamanlı olarak herhangi bir katalizör kullanılmadan doğrudan silisyum ve kuvars alttaşlar üzerine, 900-1150°C sıcaklıkta 90 dakikada büyütülmüştür.

Büyütme süreci kuvars tüp entegre edilmiş bir tüp fırın içerisinde gerçekleştirilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak Ar gazı kullanılmıştır. ZnO filmlerinin yapısal ve morfolojik özellikleri sırasıyla XRD ve SEM ile incelenmiştir. Elde edilen filmlerin XRD spektrumlarından sadece 1150°C sıcaklıkta film oluştuğu ve büyütülen filmlerin polikristal yapıda, tek fazlı, hegzagonal ve (002) tercihli yöneliminde oldukları gözlenmiştir. Filmlerin örgü sabitleri ve yapılanma katsayıları gibi yapısal parametreleri hesaplanmıştır. Her iki filmin de SEM görüntüleri incelenerek nanoyapıda oldukları gözlenmiştir (Şekil 1).



(a)

(b)

**Şekil 1:** SEM fotoğrafları; (a) Silisyum ve (b) Kuvars üzerine büyütülen ZnO.



## Nanoyapılı ZnO:Fe Filmlerinin Sol Jel Yöntemi ile Elde Edilmesi ve Sıcaklığa Bağlı Optik Özellikleri

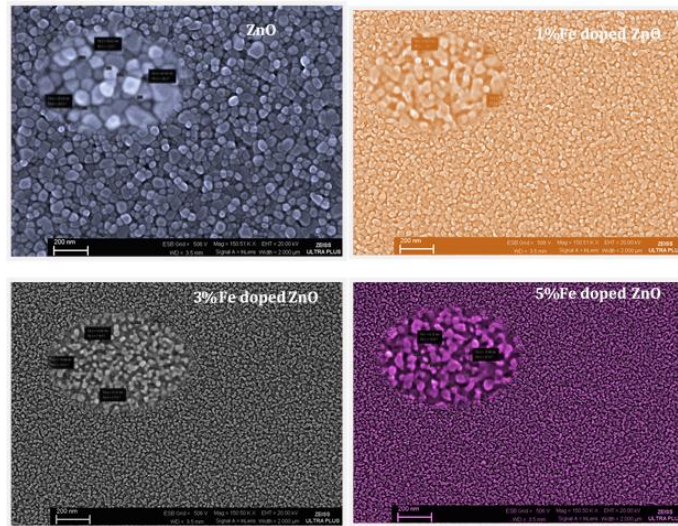
Yasemin Çağlar, Saliha Ilıcan, Müjdat Çağlar, Yunus Özdemir

Anadolu Üniversitesi, Fizik Bölümü, 26470, Eskişehir  
Anadolu Üniversitesi, Matematik Bölümü, 26470, Eskişehir

Seyreltilmiş manyetik yarıiletkenler (DMS) mükemmel optik özellikleri ve transistör, ışık yayan diyot gibi aygıtlarda kullanma potansiyelinin yüksek olması nedeniyle oldukça ilgi çekmektedir. Özellikle ana malzemesi ZnO olan DMS yarıiletkenler, geniş optik band aralığına sahip olmaları nedeniyle tercih edilmektedir. Özellikle Fe, Co ve Mn katkı ZnO malzemelerin manyetik ve elektriksel özellikleri literatürde hem teorik hem deneysel olarak oldukça çalışılmakla beraber, optik özellikleri üzerine çok fazla çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, katkısız ve %1, %3 ve %5 Fe katkı ZnO filmleri borofloat alttaşlar üzerine sol jel yöntemi kullanılarak, spin kaplama tekniği ile kaplanmıştır. Yapısal ve morfolojik özellikleri XRD ve SEM tekniği ile incelenmiştir.

Şekil 1' de ZnO filmlerinin SEM fotoğrafları verilmiştir. Filmlerin nanoyapıda taneciklere sahip olduğu ve artan katkıyla tanecik boyutlarının küçüldüğü gözlenmiştir. Filmlerin yapısal parametreleri XRD spektrumları kullanılarak belirlenmiştir. Elemental analizler EDX ile yapılmış ve filmlerde beklenen element değerleri tespit edilmiştir. Buna ek olarak, katkısız ve %5 Fe katkı ZnO filmlerinin farklı sıcaklıklarda (100-300K sıcaklık aralığında) absorpsiyonları alınarak, optik bant aralıkları sıcaklığa bağlı olarak detaylı bir şekilde incelenmiştir. Artan sıcaklık ile beraber, optik band aralığının azalması, Varshni, Cody ve Bose-Einstein denklemlerine bağlı olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 1: Elde edilen filmlerin SEM fotoğrafları

### Teşekkür:

Bu çalışma 1404F211 nolu proje ile Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

## p-Si/n-ZnO Fotodiyotların MW-CBD Yöntemi ile Fabrikasyonu ve Karakterizasyonu

Müjdat Çağlar, Kamuran Görgün, Yasemin Çağlar, Saliha Ilıcan

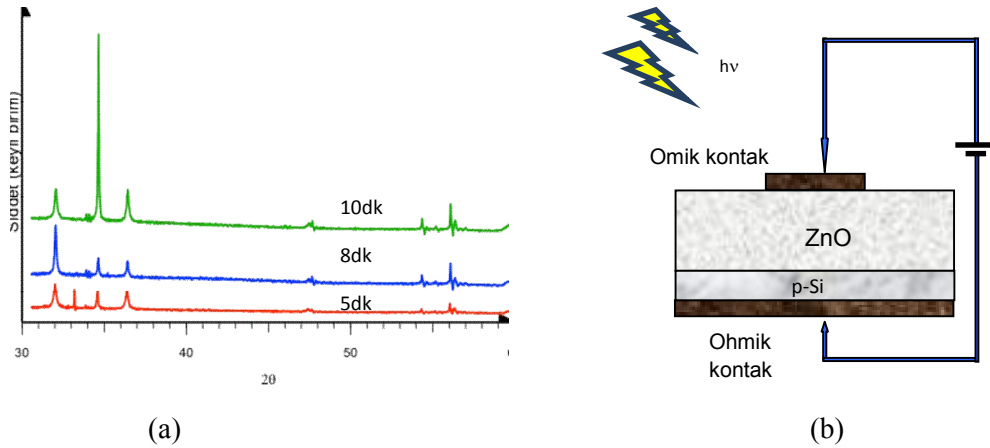
Anadolu Üniversitesi, Fizik Bölümü, 26470, Eskişehir  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Kimya, 26480, Eskişehir

ZnO filmleri sol jel, kimyasal buhar depolama, püskürtme, kimyasal banyo depolama ve elektrokimyasal depolama metotları gibi çeşitli çözelti yöntemleri ile elde edilmektedir. Hızlı bir sentez tekniği olarak bilinen mikrodalga destekli kimyasal banyo depolama (MW-CBD) yöntemi düşük sıcaklığı, kısa depolama süresi ve elektromanyetik alanının alttaşı ile etkileşiminin kullanılması gibi avantajlara sahiptir.

Bu çalışmada, ZnO filmleri MW-CBD yöntemiyle farklı depolama süresi (5, 8 ve 10 dakika) ve 600 W mikrodalga gücünde elde edilmiştir. Eşit molaritelerde çinko nitrat heksahidrat ve hekzametilentetramin deiyonize su içerisinde çözülerek çözeltiler hazırlanmıştır. CEM Mars 6 model mikrodalga fırın içerisinde, p-Si alttaşlar

üzerine ZnO filmleri elde edilmiştir. Elde edilen filmlerin yapısal ve morfolojik karakterizasyonu sırasıyla, XRD ve SEM cihazı kullanılarak yapılmıştır. Şekil 1(a)'da ZnO filmlerine ait XRD spektrumları verilmiştir. SEM fotoğrafları, film yüzeyinde heksagonal şekilli nanorodların oluştuğu gözlenmiştir.

Filmlerin üzerine metal buharlaştırma cihazı kullanılarak metal kontaklar yapılmış ve p-Si/n-ZnO heteroeklem yapıları oluşturulmuştur (Şekil 1(b)). Oda sıcaklığında, karanlıkta ve aydınlıkta alınan  $I-V$  grafiklerinden, elde edilen bu yapıların doğrultucu birer fotodiyot olduğu görülmüştür. İdealite faktörü, bariyer yüksekliği ve seri dirençleri gibi diyot parametreleri hesaplanmıştır.



Şekil 1: (a) ZnO filmlerinin XRD spektrumu, (b) p-Si/n-ZnO fotodiyotlarının şematik gösterimi.

### Teşekkür:

Bu çalışma 1305F082 ve 1402F055 nolu projeleri ile Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.



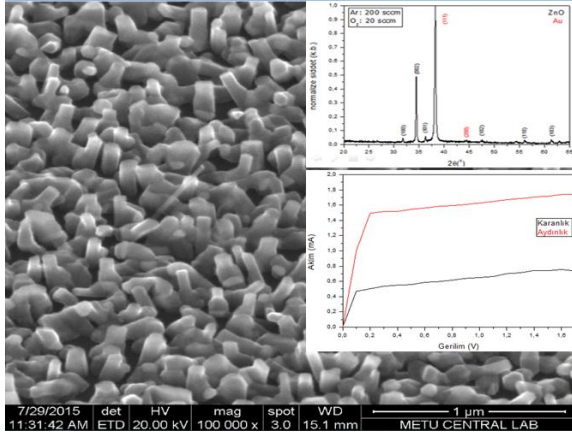
## VLS Tekniği Sentezlenen ZnO Nanotellerin Yapısal, Optik ve Elektrooptik Özelliklerinin İncelenmesi

Mustafa Deveci<sup>1</sup>, Ali Emre Gümrükçü<sup>1</sup>, M. Burak Kaynar, Şadan Özcan<sup>1</sup>, Abdullah Ceylan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi, Fizik Mühendisliği, 06800, Ankara

ZnO günümüzde birçok teknolojik uygulamada kullanılan, geniş bant aralığına ve yüksek eksiton bağlanma enerjisine sahip bir yarıiletken malzemedir. ZnO özellikle üstün elektrooptik özellikleri sayesinde fotovoltaik uygulamalar açısından önemlidir. Farklı boyut ve şekillerdeki ZnO malzemeler farklı optik özelliklere sahip olmaktadır. Özellikle nanotel(nt) yada nanoçubuk şeklindeki ZnO, geometrisinden dolayı ışığı yapısı içerisinde tuzaklama ve bu sayede yüksek soğurma katsayısına sahip olmasından dolayı literatürde sık karşılaşılmaktadır. Bu çalışmada ZnO-nt'ler altın (Au) nanoparçacık kaplı Si alttaşlar üzerine VLS tekniği ile büyütülmüştür. Farklı boyutlardaki ZnO nt'lerin yapısal optik ve elektrooptik özellikleri araştırılmıştır.

Hazırlanan ZnO-nt/Si örneklerin yapısal ve morfolojik analizleri XRD ve SEM teknikleri ile gerçekleştirilmiştir. Optik özellikleri belirlemek amacıyla UV-Vis spektrofotometre, elektrooptik özellikleri belirlemek amacıyla da aydınlık-karanlık I-V ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 1: ZnO-nt/Si (Ar:O<sub>2</sub>=200:20) örneğin SEM, XRD analizleri ve Aydınlık-Karanlık I-V ölçümleri.

Bu çalışmada nt'ler sentezlenirken kullanılan O<sub>2</sub> gazı miktarının nt'lerin boy ve uzunluk değerlerine

etkisi incelenmiştir. Bunun için bir dizi deney gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1: Değişen oksijen gazı miktarları ile sentezlenen örneklerin Kristal boyutları ve lattice strain değerleri

	O <sub>2</sub> gazı Miktarı (sccm)	Ar gazı miktarı (sccm)	Kristal boyutu (nm)	Lattice strain
1. Örnek	5	200	46,41	0,0041
2. Örnek	20	200	42,37	0,0031
3. Örnek	35	200	39,83	0,0029
4. Örnek	50	200	29,91	0,0026

Üretilen nt'lerin kristal boyutları Scherrer bağıntısı kullanılarak bulunmuştur [Tablo 1]. Kristal boyutlarının ve lattice strain büyüklüklerinin artan O<sub>2</sub> gazı miktarı ile azaldığı yapılan hesaplamalarda görülmektedir [Tablo 1]. Aynı zamanda ZnO nt'lerin yönelimlerinin (002) doğrultusunda olduğu XRD desenindeki en şiddetli ZnO piki olan 34,5°deki pikten tespit edilmiştir [Şekil 1]. Örneklerin SEM görüntülemelerinden boyutları; uzunluk olarak ~400-500 nm, genişlik olarak da ~50-150 nm aralıklarında tespit edilmiştir [Şekil 1].

UV-Vis Spektrofotometre ile yapılan analizlerden; nt'lerin boy ve yoğunluklarının azalmasına bağlı olarak örneklerin daha yansıtıcı olduğu, dolayısıyla ışığı tuzaklama ve soğurma miktarının azaldığı belirlenmiştir.

Elektrooptik özellikler; aydınlık ve karanlık ortamlarda düzenli artan gerilim değerlerine karşılık örnekte oluşan akımın ölçülmesi ile belirlenmiştir. Yapılan ölçümlerden ZnO-nt boyut ve sıklığına göre fotoakım aydınlık-karanlık arasında %173 oranında artış olduğu anlaşılmıştır. 20 sccm O<sub>2</sub> ile sentezlenen örnek için karanlık ortamda 1.2V sabit gerilime karşılık ~0.703 mA olan fotoakım değeri, örnek beyaz LED ışık ile aydınlatıldığında ~1.668 mA'ler seviyelerine çıkmaktadır [Şekil 1]. Fotoakımda ki bu önemli artıştan; örneğin ışığı daha iyi tuzakladığını ve soğurduğunu bu yolla valans bandına geçen elektronlar sayesinde iletkenliğinin arttığı anlaşılmaktadır.

**Teşekkür:** Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi 497 nolu proje ile desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. A. Marcu, L. Trupina, R. Zamani, J. Arbiol, C. Grigoriu, J.R. Morante. Catalyst size limitation in vapor-liquid-solid ZnO nanowire growth using pulsed laser deposition. *Thin Solid Films* 520 (2012) 4626–4631.
2. S.R. Hejazi, H.R. Madaah Hosseini, M. Sasani Ghamsari. The role of reactants and droplet interfaces on nucleation and growth of ZnO nanorods synthesized by vapor-liquid-solid (VLS) mechanism. *Journal of Alloys and Compounds* 455 (2008) 353–357.

## Tetraarilazadipirometen Bileşiklerinin Metal Komplekslerinin Doğrusal Olmayan Optik Özelliklerinin İncelenmesi

Elif Akhüseyin<sup>a</sup>, Ahmet Karatay<sup>a</sup>, Betül Küçüköz<sup>a</sup>, Halil Yılmaz<sup>b</sup>, Onur Türkmen<sup>b</sup>,  
Mustafa Hayvalı<sup>b</sup>, H. Gül Yağlıoğlu<sup>a</sup>, Ayhan Elmali<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Fizik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ankara Üniversitesi, 06100 Beşevler, Ankara

<sup>b</sup> Kimya Bölümü, Fen Fakültesi, Ankara Üniversitesi, 06100 Beşevler, Ankara

[elifakhuseyin@hotmail.com](mailto:elifakhuseyin@hotmail.com)

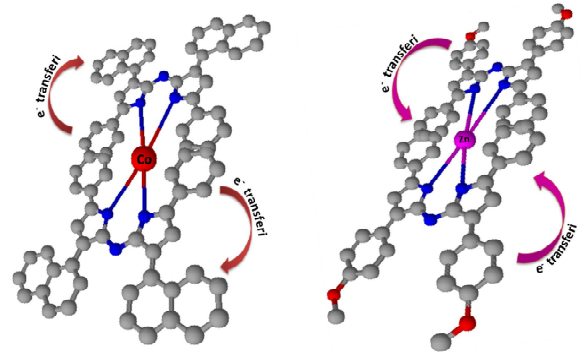
Günümüzde oldukça yoğun ilgi duyulan ve geniş uygulama alanlarına sahip olan tetraaril aza-dipirometen bileşiklerinin BF<sub>2</sub> kompleksleri (Aza-BODIPY), yakın kırmızı altı ve görünür kırmızı bölgelerde güçlü soğurma, yüksek kuantum verimiyle yüksek sönümlenme katsayılarına sahiptirler. Optik Malzemeler Araştırma Grubu olarak iki foton soğurma özellikleri araştırılan Aza-BODIPY komplekslerinde iki foton soğurma tesir kesiti değeri en yüksek 126 GM olarak elde edilmiştir. İki foton soğurma tesir kesiti değerini arttırmak için BF<sub>2</sub> kompleksleri yerine tetraaril aza-dipirometen ligandına *d* orbitallerinde farklı sayılarda elektron bulunduran geçiş metalleri ile kompleksleri hazırlanmıştır.

Bu çalışmada 4-Metoksifenil, 4-Metilfenil ve 1-Naftil olmak üzere üç farklı yan gruba sahip tetraarilazadipirometen ligandlarının Co (II), Ni (II), Cu (II) ve Zn (II) metal komplekslerinin iki foton soğurma özelliklerini araştırmak için açık yarık Z-tarama, yan grup ve metal farkına bağlı olarak iki foton soğurma özelliklerinde meydana gelen değişiklikleri açıklayabilmek için ise pompa-gözlem spektroskopisi deneyleri yapılmıştır. Süstitüe grubu sabit tutulan tetraarilazadipirometen bileşiklerine *d* orbitallerinde farklı sayılarda elektron bulunduran metaller bağlanarak metal komplekslerinde doğrusal olmayan soğurmaya, elektron transfer mekanizmalarına ve elektron transfer hızlarına etkileri araştırılmıştır. Benzer şekilde merkezde bulunan metal atomu sabit tutulup farklı süstitüeller bağlanarak bu grupların yukarıda bahsedilen özelliklere etkileri de araştırılmıştır.

Yapılan açık yarık Z- tarama deneyleri sonucunda bileşiklerin iki foton soğurma tesir kesitleri 800 nm dalga boyunda  $1.55 \times 10^{15} \text{ W/m}^2$  şiddetinde, Bis[(3,5-(4-metoksifenil)-1H-pirol-2-il)(3,5-(4-metoksifenil)-2-iliden] amin]Zn<sup>II</sup> için 2690 GM, Bis[(3,5-(1-naftil-1H-pirol-2-il)(3,5-(1-naftil-2-iliden] amin]Co<sup>II</sup> kompleks yapısı için 2374 GM olarak ölçülmüştür (Şekil 1). Kompleks bileşiklerde yan grup ve metal farkına bağlı

olarak ölçülen bu farklı değerlerin nedenini anlamak için pompa-gözlem deneyleri yapılmıştır.

Pompa gözlem deneyleri sonucunda, *d* orbitalleri dolu olmayan metal komplekslerinde ve serbest ligantta ömrün, dolu *d* orbitallerine sahip Zn komplekslerinden daha az olduğu görülmüştür. *d* orbitalleri dolu olmayan metal komplekslerinde, elektronların uyarılmış seviyede kalma ömürlerinin kısalması ligandın pompa ışını ile uyarılmasının ardından ligand ile metal arasında elektron transferi olduğunu göstermektedir. Bu elektron transferi, elektronların uyarılmış seviyede kalma ömürlerini azaltırken iki foton soğurma tesir kesiti değerlerini belirgin olarak arttırmaktadır. Ayrıca 1-naftil süstitüenin konjuge bağ uzunluğunun diğer yan gruplara göre fazla olması nedeniyle elektronları üzerinde tutma kapasitesinin yüksek olduğu ve bu nedenle bu bileşiklerde elektronların uyarılmış seviyede kalma ömürlerinin en uzun olduğu pompa-gözlem spektroskopisi deneyleri ile doğrulanmıştır. Tetraarilazadipirometen bileşiklerinin metal komplekslerinin doğrusal olmayan optik özellikleri daha önce çalışılmadığı için bu çalışmanın literatüre büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



Şekil 1. Co(II) ve Zn(II) metal kompleks içeren tetraarilazadipirometen bileşiklerinin iki foton soğurma elektron transfer mekanizmasının şematik gösterimi

**Anahtar Kelimeler:** Tetraaril aza-dipirometen Metal Kompleksleri, Doğrusal Olmayan Optik, Z-Tarama Tekniği, Ultra Hızlı Pompa Gözlem Spektroskopisi Tekniği.

## (E)-4-Methyl-N'-(1-(Pyridin-2-yl)Ethylidene)Benzenesulfonohydrazide Ligandının Kristal Yapısının X-Işını Kırınımı ve Hesaplamalı Yöntemlerle Belirlenmesi

**E. Murat Aydın<sup>1</sup>, Murat Çınarlı<sup>2</sup>, Hümeysra Batı<sup>3</sup>, Nezihe Çalışkan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

<sup>2</sup>Ahi Evran Üniversitesi, Merkez Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı, 40100, Kırşehir

<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Kimya Bölümü, 55139, Samsun

Bu çalışmanın amacı (E)-4-methyl-N'-(1-(pyridin-2-yl)ethylidene) benzenesulfonohydrazide (I) kristalinin moleküler ve kristal yapısının X-ışını Difraksiyonu ve hesaplamalı yöntemlerle belirlenmesidir. Kristale ait deneysel veriler, Stoe IPDS-II X-ışını difraktometresi yardımı ile Mo K $\alpha$  ( $\lambda = 0.71073\text{\AA}$ ) karakteristik X-ışını kullanılarak 293°K'de toplanmıştır. Kristalin soğurma spektrumu 200-1100 nm aralığında Thermo Evolution UV-Visible Spektrometresi kullanılarak elde edilmiştir. Kristalin IR spektrumu Thermo Scientific Nicolet IS10 FT-IR kullanılarak elde edilmiştir. Kristal monoklinik P<sub>2</sub>/c uzay grubunda kristallenmiştir. Kristalin birim hücre parametreleri a=10.4803(7)Å, b=8.5438(6)Å, c=16.4221(11)Å,  $\alpha=90^\circ$ ,  $\beta=102.389(5)^\circ$ ,  $\gamma=90^\circ$  dir.

Kristalin yapısının çözümlenmesinde SHELXS-97 [1] arıtılmasında ise SHELXL-97 [1] programları kullanılmıştır Kristalin geometrik yapısı (bağ uzunlukları, bağ açıları, torsiyon açıları), molekül içi ve moleküller arası etkileşimleri hakkında bilgiler edinilmiştir.

Teorik hesaplamalar Gaussian03W [2] paket programı kullanılarak yapılmıştır. Kristalin moleküler geometri optimizasyonu, titreşim frekansları, öncü moleküler orbitalleri (HOMO ve LUMO) yoğunluk fonksiyonel(YFT) teorisi, B3LYP/6-311 baz seti ve Hartree-Fock için ise 6-311(d,p) baz seti kullanılarak hesaplanmıştır. X-ışınları kırınımı yöntemi ile moleküler yapısı ve kristal paketlenmesi aydınlatılan bileşiğin(I), moleküler yapısı teorik çalışmayla da desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. Sheldrick G.M. SHELXS-97 and SHELXL-97, Univ. Göttingen, Germany (1997).
2. Frisch, M. J., Trucks, G. W. & Schlegel, H. B., et al. Gaussian 03: IA32WG03RevC 02 12-Jun-2004. Gaussian, Inc.: Wallingford, C.T., USA (2004).

## MgZnO Filmlerinin Eş-püskürtme Sistemi ile Büyütülmesi: Yapısal ve Optik Karakterizasyon

Neslihan Bozkurt, H. İbrahim Efkere, Nihan Akın, Akif Özbay, Süleyman Özçelik

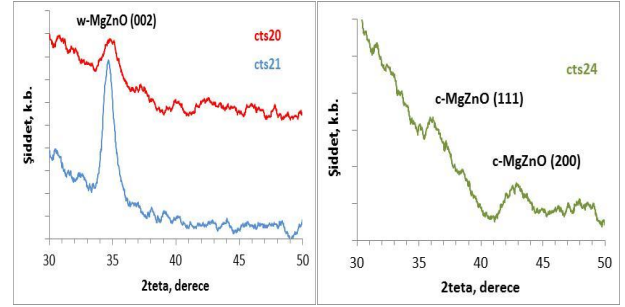
Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Teknikokullar, Ankara  
Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 06500, Ankara

Geniş bir bant aralığına (3.37 eV) sahip olan ZnO yarıiletkeni; gaz sensörleri, ince film transistörler, piezoelektrik, varistörler, optik olarak geçirgen elektrotlar, dedektörler gibi çeşitli aygıtların geliştirilmesinde sıkça tercih edilen bir materyaldir. Buna ek olarak, ZnO sahip olduğu geniş eksiton bağlanma enerjisi (60 meV) ve enerji bant aralığının Alüminyum (Al), Boron (B), Galyum (Ga), İndiyum (In) ve Magnezyum (Mg) gibi bazı metallerle katkılanarak ayarlanabiliyor olması, geniş bant aralıklı optoelektronik uygulamalarda ilgi çekici bir materyal olmasını sağlar.

Katkı metallerinin seçimi ZnO ince filmin teknolojik uygulamalarında belirleyici rol üstlenir. ZnO'nun 3.3 eV civarında olan bant aralığı, Mg katkısıyla bant aralığı 7 eV'a kadar yükseltilebilmektedir [1]. Bu sayede MgZnO, ince film güneş hücreleri için geniş bant aralıklı geçirgen iletken oksit ve UV fotodedyektör üretimi için ideal bir adaydır. Bu çalışmada MgZnO ince filmleri (CTS20, CTS21 ve CTS24), eş-püskürtme tekniği kullanılarak oda sıcaklığında MgO ve ZnO hedeflerinin eş-zamanlı, farklı RF güçlerinde (Tablo.1) püskürtülmesi ile büyütüldü.

**Tablo 1:** Oda sıcaklığında büyütülen MgZnO ince filmlerinin bazı özellikleri

Numune Adı	RF gücü oranı (P_MgO)/P_ZnO)	Ar basıncı mTorr	Kalınlık nm	Eg eV	Partikül boyutu
CTS20	2.67	30	70	3,7	33,7284
CTS21	1.46	30	40	3,6	45,4092
CTS24	3.37	30	70	4,2	17,9207



**Şekil.1:** Eş-püskürtme tekniği ile farklı Mg oranlarında büyütülen (a) Wurtzite (b) kübik MgZnO ince filmlerinin XRD desenleri

Şekil.1'de verilen XRD desenlerinden, hedeflere uygulanan RF püskürtme gücü oranı (P\_MgO/P\_ZnO) 1.46W ve 2.67W olan CTS20 ve CTS21 numunelerinin Wurtzite yapıda büyüdüğü 35° civarında gözlenen (002) kırınım pikinden anlaşılmaktadır. Püskürtme RF gücü oranı 3.37 olan CTS24 numunesinin kırınım pikleri 36° ve 42° civarında gözlemlendi. Bu piklerin kübik MgZnO yapısına ait olduğu ve bu yapının, sırasıyla (111) ve (200) düzlemlerinin kırınım pikine karşılık geldiği belirlendi. Bunun yanında, MgZnO ince filmlerinin, 200-1100 nm bölgesinde (UV-Vis) ölçülen soğurma spektrumundan enerji bant aralığı 3.6-4.2 eV aralığında bulundu. XRD verileri CTS20, CTS21 ve CTS24 numunelerinde Mg oranının <0.40 olduğunu ve bu yapıların wurtzite fazda büyüdüğünü, CTS24 numunesinde ise Mg oranının >0.40 olduğunu ve MgZnO filminin kübik fazda büyüdüğünü göstermektedir [1,2].

**Teşekkür:** Bu çalışma 2011K120290 nolu proje ile Kalkınma Bakanlığı, 0586.STZ.2013-2 nolu proje ile Bilim, Teknoloji ve Sanayi Bakanlığı tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. Z. Vashaei, T. Minegishi, H. Suzuki, T. Hanada, M. W. Cho, and T. Yao "Structural variation of cubic and hexagonal Mg<sub>x</sub>Zn<sub>1-x</sub>O layers grown on MgO(111)/c-sapphire" J. Appl. Phys. 98, (2005) 054911.
2. S. Han, D.Z. Shen, J.Y. Zhang Y.M. Zhao, D.Y. Jiang, Z.G. Ju, D.X. Zhao and B. Yao "Characteristics of cubic MgZnO thin films grown by radio frequency reaction magnetron co-sputtering" Journal of Alloys and Compounds 485 (2009) 794–797.



## Pirana Çözeltisinin Au/n-GaAs Schottky Diyotun Elektriksel Parametreleri Üzerine Etkisi

Abdullah Akkaya<sup>1</sup>, Osman Kahveci<sup>2</sup>, Behiye Boyarbay Kantar<sup>2</sup>, Enise Ayyıldız<sup>2</sup>

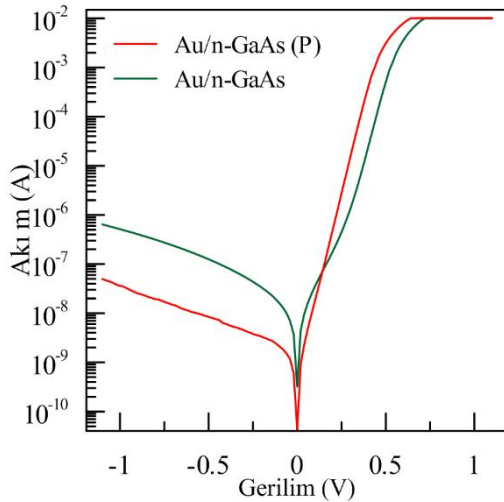
<sup>1</sup>Ahi Evran Üniversitesi, Mucur MYO, Kimya Teknolojileri Prog. 40500 Mucur, Kırşehir

<sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü 38039, Kayseri

Metal-Yarıiletken kontaklarda kontaklar oluşturulmadan önce yüzeylerin tüm kirliliklerden arındırılması ve yüzeyin eşyapılı hale getirilmesi deneysel süreçlerin en önemli adımlarındandır. Arayüzeydeki kusur yada kirlilikler oluşturulan kontakların elektriksel parametrelerini doğrudan etkiler [1].

GaAs doğrudan geçişli band yapısı, yüksek mobilitesi ve yüksek termal iletkenliği nedeniyle devre elemanı üretiminde sıklıkla kullanılan alttaşırlardandır.

Çalışmamızda, Au/GaAs Schottky diyotların üretimi sırasında metalizasyon işleminde hemen önce pirana çözeltisine daldırılan (P) ve daldırılmayan diyotların Akım-Gerilim (I-V) ölçümlerinden elde edilen diyot parametreleri elde edilmiştir. Pirana çözeltisinin neden olduğu arayüzdeki kimyasal değişim ve bu değişimin diyotların elektriksel parametreler üzerine etkisi tartışılmıştır. I-V ölçümlerini içeren grafikler Şekil 1’de ve bu grafiklerden elde diyot parametreleri de Tablo 1’de yer almaktadır.



Şekil 1: Au/n-GaAs Schottky diyotların oda sıcaklığında ve karanlıkta I-V eğrileri.

### Teşekkür:

Bu çalışma FBA09-1073 nolu proje ile ERU-BAP tarafından desteklenmiştir.

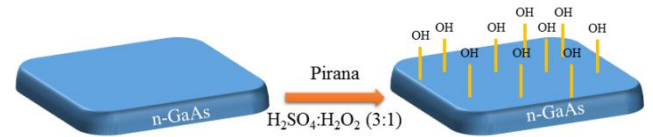
### Kaynakça

1. W.C. O'Mara, R.B.H., L.P. Hunt. Handbook of Semiconductor Silicon Technology, William Andrew, 795, (1990).
2. Nishiwaki, N., Konishi, T., Hirao, S., Yamashita, Y., Yoshikawa, H., Shimoda, M., Hydroxylated surface of GaAs as a scaffold for a heterogeneous Pd catalyst. **Physical Chemistry Chemical Physics**, **14** (4): 1424-1430, (2012).

Tablo 1: Au/GaAs Schottky diyotların bazı elektriksel parametreleri

Diyot	n	$\Phi_b$ (eV)	$I_0$ (A)
Au/n-GaAs	1.226	0.826	$7.9 \times 10^{-11}$
Au/n-GaAs (P)	1.183	0.764	$8.8 \times 10^{-11}$

Pirana çözeltisi (yada Jesse çözeltisi olarak ta bilinir) sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ) ile hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) karışımıdır ve genellikle yarıiletken devre elemanı üretiminde alttaşların organik kirliliklerden arındırılması amacıyla kullanılır. Bu asit karışımı oldukça kuvvetli bir oksitleyicidir ve çoğu organik maddeyi yüzeyden uzaklaştırır. Pirana çözeltisi ayrıca kuvvetli bir hidrositleyicidir ve yüzeyleri hidrofilik (su sever) yapmak için kullanılır [2]. Pirana çözeltisi ile işlem gören alttaşın atomik yapısı Şekil 2’deki gibi olacaktır.



Şekil 2: n-GaAs alttaşların pirani çözeltisi ile muamelesi sonucu oluşan alttaş yüzeyi.

Yüzeyde oluşan bu hidrosil bağları yüzeyin hidrofilik olmasını sağlamanın yanı sıra metal ile yarıiletken kontak yapıldığında arayüzde diyotların elektriksel parametrelerinde değişime neden olabilen bir tabaka gibi de davranmaktadır. Bu nedenle diyotların arayüz hal yoğunluğu, idealite faktörü ve engel yüksekliği gibi elektriksel parametreler değişmektedir.

## Metal-yalıtkan-yarıiletken (MIS) kapasitörün akım-gerilim karakteristikleri üzerine gama radyasyon etkileri

**Adem Tataroğlu**

*Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü, 06500, Ankara*

Bu çalışmada, Au/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/n-Si (MIS) kapasitörün akım-gerilim (I-V) özellikleri üzerine gama radyasyon etkileri araştırıldı ve radyasyon etkileri ayrıntılı olarak tartışıldı. MIS kapasitör, 0 ile 100 kGy arasında değişen farklı ışınlama dozlarına maruz bırakıldı. Ters ve doğru beslem I-V eğrilerinden, akımın artan radyasyon dozu ile azaldığı gözlemlendi.

Her bir radyasyon dozu için, idealite faktörü (n), engel yüksekliği ( $\Phi_b$ ) ve ters doyum akımı ( $I_0$ ) değerleri doğru beslem I-V karakteristiklerinden elde edildi. Engel yüksekliği radyasyon dozundaki artış ile artarken idealite faktörü ve doyum akımı azalmaktadır. Bu azalma, radyasyon ile MIS kapasitörün tüketim bölgesinde taşıyıcı yoğunluğunun azalması nedeniyle olabilir.

### **Kaynakça:**

1. T.P. Ma, P.V. Dressendorfer, Ionizing Radiation Effect in MOS Devices and Circuits, Wiley, New York, 1989.
2. T.R. Oldham, Ionizing Radiation Effects in MOS Oxides, World Scientific Publishing, Singapore, 1999.
3. V.S. Vavilov, Effects of Radiation on Semiconductors, Consultants Bureau, **New York, 1965.**
4. A. Johnston, Reliability and Radiation Effects in Compound Semiconductors, World Scientific Pub., Singapore, 2010.

## Fotovoltaik Uygulamaları İçin İnce Kristal Silisyum Filmlerin Elde Edilmesinde Yeni Bir Yöntem

T. Çolakoğlu<sup>1</sup>, V. Hünerli<sup>2</sup>, O. Tokel<sup>3</sup>, I. Pavlov<sup>3</sup>, A. Turnali<sup>3</sup>, M. Zolfaghari Borra<sup>1,2</sup>,  
F. O. İlday<sup>3</sup>, A. Bek<sup>1,2,4</sup>, R. Turan<sup>1,2,4</sup>

<sup>1</sup>Güneş Enerjisi Araştırma ve Mükemmeliyet Merkezi (GÜNAM), Orta Doğu Teknik Üniversitesi  
06800, Ankara

<sup>2</sup>Mikro ve Nanoteknoloji Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06800, Ankara

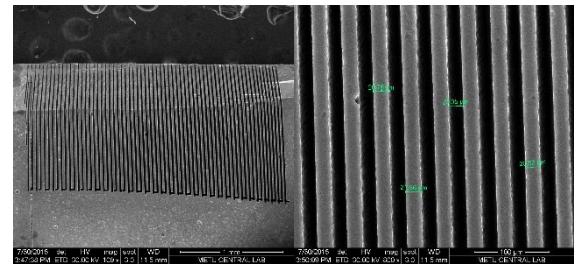
<sup>3</sup>Fizik Bölümü, Bilkent Üniversitesi, 06800, Ankara

<sup>4</sup>Fizik Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06800, Ankara

Günümüz fotovoltaik endüstrisi kristal silisyum tabanlı güneş hücrelerinin hâkimiyetindedir. Fakat olgun kristal silisyum teknolojisi hammadde maliyetleri göz önünde bulundurulduğunda bazı sıkıntılarla karşı karşıyadır. Son zamanlarda, güneş hücresi üretiminde kullanılan silisyum miktarını azaltmak için değişik yöntemler kullanılarak ince kristal silisyum filmlerin elde edilmesine yönelik pek çok bilimsel çalışma yayınlanmıştır [1,2]. Bu sunum, ticari olarak mevcut bulunan kristal silisyum pullarından lazer mikroişleme ve seçici aşındırma işlemi kullanılarak oldukça hassas ve düşük maliyetli bir şekilde gerçekleştirilen ince kristal silisyum film üretimi üzerine yapılan çalışmaları içermektedir.

Bu çalışmada kullanılan yeni yöntem iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, 1.55 µm dalgaboyunda çalışan ve nanosaniye atımlı fiber lazer ışığı, kristal silisyum pulun yüzeyaltına odaklanarak kristal yapının modifiye edilmesi sağlanmıştır. İlk çalışmalarda, p-tipi <100> kristal silisyum pul kullanılarak yaklaşık 3x3 mm<sup>2</sup> 'lik bir bölge lazer ışığıyla modifiye edilmiştir. İkinci aşamada ise modifiye edilen bölge, özel seçici kimyasal aşındırıcı çözelti ile hassas bir şekilde aşındırılmıştır.

Güneş hücrelerinin çalışma performansları kritik öneme sahip olduğu için, ince kristal silisyum film dilimleme tekniğinin etkinliği ve kalitesi öncelikle elde edilen kristal filmlerde oluşan kimyasal ve elektriksel kusurların boyutuyla değerlendirilir. Uyguladığımız bu yeni teknikte, oldukça kontrollü bir lazer ışığı kullanılarak kristal üzerinde oldukça kontrollü bir bölge yapısal dolayısıyla elektriksel olarak hasara uğratılıp elektronik olarak aktif yan ürün oluşumuna sebep olmayan seçici bir aşındırıcı çözelti ile işlem görmemiş kristal bölgeden ayrıştırılmaktadır. Gerçekleştirilen ilk çalışmalara göre mevcut ticari silisyum kristal pulundan, kristal kalitesinde farklılık yaratmadan 2 µm kalınlığa kadar hızlı ve ekonomik bir şekilde ince kristal silisyum filmler dilimlenebildiği gösterilmiştir.



**Şekil 1:** Geliştirilen yeni teknik ile dilimlenmiş ince kristal silisyum film dizileri. Şekilde 20 µm kalınlıkta ince kristal silisyum filmler görülmektedir.

### Teşekkür:

Bu çalışma 113M931 ve 113M930 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. A. S F. Henley, A. Brailove, A. Lamm, T. Heerwagen, E. Sauar, M. Nese, R. Steeman, B. Hammel, 23th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Valencia, Italy (2008).
2. I. Mizushima, T. Sato, S. Taniguchi, Y. Tsunashima, Applied Physics Letters, 77, 3290 (2000).



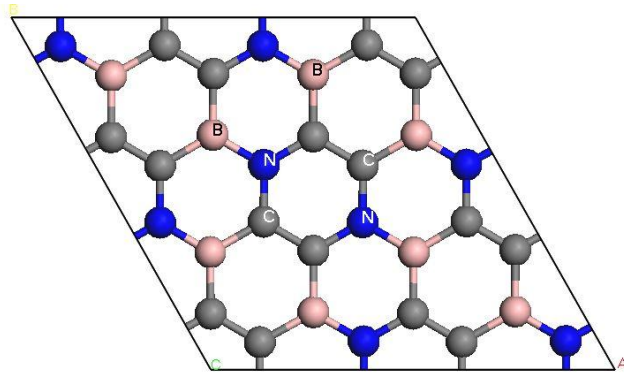
## V, Zr ve Hf-dekore edilmiş BC<sub>2</sub>N Katmanının Hidrojen Depolama Özelliklerinin İlk-Prensiplerle İncelenmesi

Onur Çakıl, Sezgin Aydın

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

Enerjiyi uygun ve verimli bir şekilde depolayabilmek günümüzün ana problemlerinden biridir [1]. Petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar çevreyi kirletirler, küresel ısınmaya katkıda bulunurlar ve miktar olarak sınırlıdır. Bu nedenle çevreci, yenilenebilir ve alternatif enerji kaynaklarına ihtiyaç vardır. Hidrojen bunlardan biridir: yenilenebilir olması, CO<sub>2</sub> salınımı olmaması, bol miktarda bulunması, hafif ve yüksek enerji yoğunluğuna sahip olması gibi ümit vaat eden özelliklere sahiptir.

Song ve ark. Ti ve Sc ile dekore edilmiş düzlemsel BC<sub>2</sub>N katmanının (Şekil 1) hidrojen depolama özelliklerini araştırdılar. Geçiş metalinin ve hidrojen moleküllerinin bu sisteme tutunma enerjilerini, kararlı geometrileri ve elektronik özellikleri hesapladılar [2].



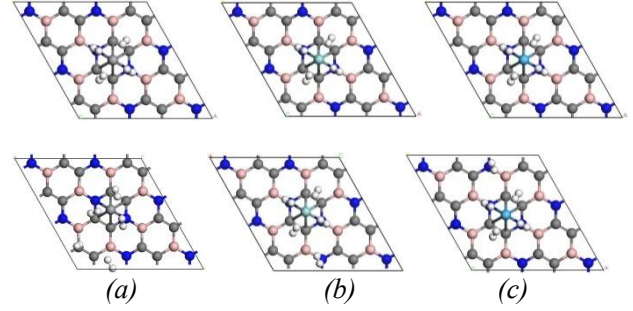
Şekil 1: BC<sub>2</sub>N katmanı

### Teşekkür:

Hesaplamalar Gazi-HPCC'de yapıldı (hpcc.gazi.edu.tr).

### Kaynakça

1. L. Schlapbach, A. Züttel, "Hydrogen storage materials for mobile applications", Nature, **414**, 353 (2001).
2. N. Song, Y. Wang, Q. Sun, Y. Jia, "First-principles study of hydrogen storage on Ti (Sc)-decorated boron-carbon-nitride sheet", Applied Surface Science, **263**, 182 (2012).



Şekil 2: 4-H<sub>2</sub> ve 5-H<sub>2</sub> bağlanmış BC<sub>2</sub>N katmanı: (a) V-dekore, (b) Zr-dekore, (c) Hf-dekore edilmiş.

Bu çalışmada, yeni olarak, BC<sub>2</sub>N katmanına V, Zr ve Hf metalleri dekore edilerek oluşturulan sistemlerin yapısal ve elektronik özellikleri yoğunluk fonksiyoneli teorisi kapsamında düzlem-dalga ilk-prensipler hesaplamaları yapılarak incelendi. Katman metal ile dekore edildikten sonra hidrojen (H<sub>2</sub>) bağlama özellikleri araştırıldı. Başlangıç geometrileri tasarlanırken en fazla 5 hidrojen molekülü dikkate alındı. Moleküllerin yerleşimi metal atomunu merkez kabul ederek ve bu atom etrafına moleküller eşit uzaklıkta yayılacak şekilde yapıldı. Her üç metal için elde edilen geometriler ve sonuçlar, kendi aralarında ve literatürde mevcut Ti ve Sc-dekore edilmiş yapılarla kıyaslanarak detaylı bir analiz sunuldu.

## Yeni bir 3-Asetoksi-2-metil-N-(4- metoksifenil)benzamid bileşiğinin X-ışını kırınımı ve DFT hesaplamaları kullanılarak moleküler yapı tanımı ve antioksidan aktivitesi

Sibel Demir<sup>1</sup>, Sukriye Cakmak<sup>2</sup>, Necmi Dege<sup>3</sup>, Halil Kutuk<sup>4</sup>,  
Mustafa Odabasoglu<sup>5</sup>, R. Aysun Kepekci<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Gaziantep Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 27310, Gaziantep

<sup>2</sup> Sinop Üniversitesi, Çevre Sağlığı Programı, 57000, Sinop

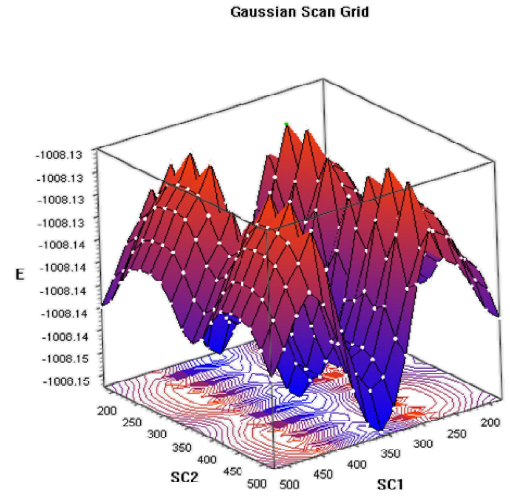
<sup>3</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fizik Bölümü, 55139, Samsun

<sup>4</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Kimya Bölümü, 55139, Samsun

<sup>5</sup> Pamukkale Üniversitesi, Kimya Teknolojileri Bölümü, 20070, Denizli

Bu çalışmada, yeni bir 3-Asetoksi-2-metil-N-(4-metoksifenil)benzamid bileşiği, X-ışını tek kristal kırınım tekniği ve kuantum kimyasal hesaplama metodları kullanılarak hem deneysel hem de teorik olarak analiz edilmiştir. X-ışını kırınım sonuçlarından, 3-Asetoksi-2-metil-N-(4-metoksifenil)benzamid bileşiğinin triklinik sistemde (*P*-1 uzay grubunda) kristallendiği ve kristalin örgü parametreleri ise  $a = 5.1205 \pm 0.0004 \text{ \AA}$ ,  $b = 9.8598 \pm 0.0008 \text{ \AA}$ ,  $c = 15.3398 \pm 0.0013 \text{ \AA}$ ,  $\alpha = 80.79(7)^\circ$ ,  $\beta = 83.142(6)^\circ$ ,  $\gamma = 85.411(6)^\circ$ , ve  $Z=2$  olarak bulunmuştur. Ek olarak, bu bileşiğin yoğunluk fonksiyonel teorisi kullanılarak moleküler geometrisi ve taban durumundaki titreşim frekansları B3LYP seviyesinde 6-31G+(d,p) baz seti kullanılarak hesaplanmıştır. Yine aynı baz seti için molekülün elektronik özellikleri, HOMO ve LUMO enerji değerleri hesaplanmıştır.

Molekülün kimyasal reaktivitesini tahmin edebilmek için, moleküler elektrostatik potansiyel yüzeyi (MEP) ve potansiyel enerji yüzeyi (PES) (Şekil 1) araştırılmıştır. İlâveten, molekülün antioksidan özellikleri, DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi tayini kullanılarak tanımlanmıştır.



Şekil1: Potansiyel Enerji Yüzeyi

## LaMgNi<sub>4</sub>H<sub>x</sub> (x=1,4,7) bileşiğinde hidrojen konsantrasyonunun elastik anizotropi üzerine etkisi

M. B. Baysal<sup>1\*</sup>, G. Sürücü<sup>2,3</sup>, E. Deligöz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Aksaray Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Aksaray

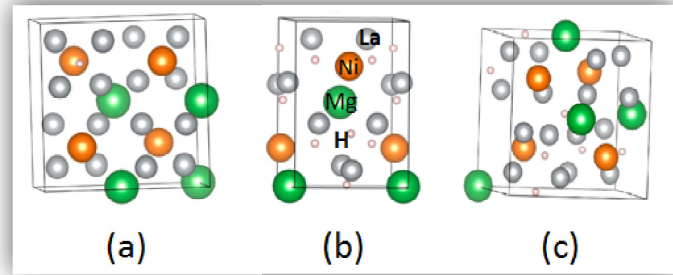
<sup>2</sup>Ahi Evran Üniversitesi, Kaman Meslek Yüksekokulu, Kırşehir

<sup>3</sup>Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Teknikokullar, Ankara

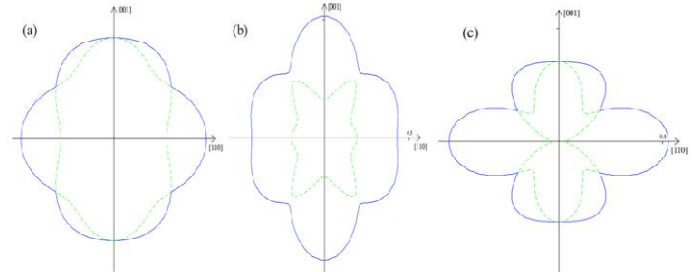
Son yıllarda hidrojenin katı fazlar içinde hidrür olarak depolanmasının ön plana çıkması nedeniyle bu amaç için kullanılan Mg içeren bileşiklerin üzerine birçok deneysel ve teorik çalışmalar yapılmıştır. LaMgNi<sub>4</sub> bileşiği bu grubun bir üyesi olup, hidrojen depolama uygulamaları yönünden önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada, LaMgNi<sub>4</sub>H<sub>x</sub> (x=1,4,7) bileşiğinin farklı hidrür durumlarının elastik anizotropi üzerine etkisi genelleştirilmiş yoğunluk yaklaşımı (GGA) altında yoğunluk fonksiyoneli teorisi ile incelendi. Bu kapsamda hesaplanan elastik sabitlerden yararlanarak her bir hidrür durumu için anizotropi faktörleri, yüzde elastik anizotropiler ve elastik anizotropi indeksleri hesaplandı. Bir malzemenin mekaniksel özelliklerden olan sıkışabilirlik, Young modülü ve shear modülünün 3 boyutta yönelime bağlılığı elde edilip, hidrojen konsantrasyonunun bu özellikler üzerine etkisi yorumlandı.

### Kaynakça

1. Li R, Wu JM, Wang XL. J AlloysCompd 2000;311:40e5.
2. Lacroche M, Percheron-Guégan A, Chabre Y, Bouet J, Pannetier J, Ressouche E. J AlloysCompd 1995;231:537e45.
3. Cheng LF, Wang RB, Pu ZH, Li ZL, He DN, Xai BJ. J PowerSources 2008;185: 1519e23.
4. Au M, Pourarian F, Sankar SG, Wallace WE, Zhang L. Mater SciEng B 1995;33: 53e7.
5. Alapat SV, Johnson JK, Sholl DS. J PhysChem B2006;110:8769e76.
6. Züttel A, Wenger P, Rentsch S, Sudan P, Mauron P, Emmenegger C. J PowerSources2003;118:1e7.
7. Milanese C, Girella A, Bruni G, Cfrancesco P, Berbenni V, Matteazzi P, et al. Intermetallics 2010;18:203e11.
8. Wang ZM, Zhou HY, Gu ZF, Cheng G, Yu AB. J AlloysCompd 2004;377:L7e9.
9. Stan C, Andronescu E, Predoi D, Bobet JL. J AlloysCompd 2008;461:228e34.
10. Kadir K, Norëus D, Yamashita I. J AlloysCompd 2002;345:140e3.
11. Cheng LF, Zou JX, Zeng XQ, Ding WJ, Intermetallics 2013; 38: 30.



**Şekil 1:** LaMgNi<sub>4</sub>H(a), LaMgNi<sub>4</sub>H<sub>4</sub> (b) ve LaMgNi<sub>4</sub>H<sub>7</sub> (c) bileşiklerinin 3D kristal yapıları



**Şekil 2:** LaMgNi<sub>4</sub>H(a), LaMgNi<sub>4</sub>H<sub>4</sub> (b) ve LaMgNi<sub>4</sub>H<sub>7</sub> (c) bileşiklerinin yönelime bağlı Poisson oranlarının 2D gösterimi

## Çok Katmanlı ve Düşük Boyutlu Plazmonik Nanoyapıların Optik Özellikleri

Ezgi Abacıoğlu<sup>1,2</sup>, Recep Yüksel<sup>1,2</sup>, H. Emrah Ünal<sup>1,2,3</sup>, Alpan Bek<sup>1,2,4</sup>

<sup>1</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mikro ve Nanoteknoloji Programı, 06800, Ankara

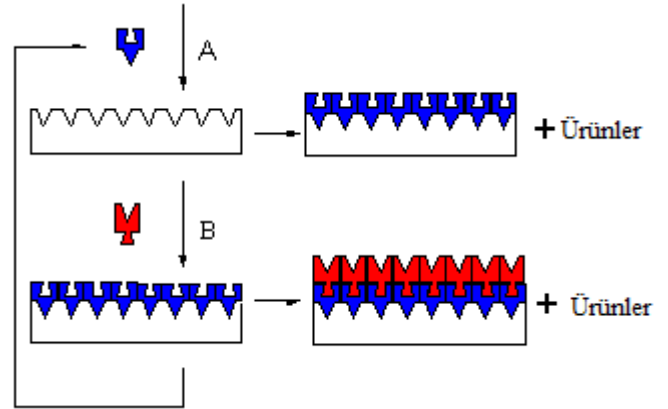
<sup>2</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (GÜNAM), 06800, Ankara

<sup>3</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara

<sup>4</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

Bu çalışmada çok katmanlı düşük boyutlu metal-dielektrik nanoyapıların plazmonik özelliklerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaçla birkaç metal-dielektrik katmanından oluşan düşük boyutlu çekirdek-kabuk nanoyapılar üretilmiştir. Metal ve dielektrik malzeme katmanları, metal çekirdek nanoyapının üzerine atomik katman kaplama (ALD) tekniği ile kaplanmıştır. Atomik katman kaplama tekniği, birbirini izleyen ve kendi kendini sınırlayan yüzey reaksiyonlarını kullanarak atomik katman kontrolü ve konformal kaplama ihtiyaçlarını karşılamaya yeterli bir tekniktir (Şekil 1). Dolayısıyla boy/en oranı yüksek nanoyapıların üzerine ince filmlerin konformal kaplanmasında yüksek hassasiyet sunan bir teknik olarak tercih edilebilir [1]. Çalışmada elde edilen nihai nanoyapıların doğrusal olmayan optik özelliklerinin incelenmesi [2] [3] amacıyla bazı karakterizasyon prosesi yürütülmüştür. Elde edilen veriler ışığında atomik kaplama tekniği

ile kaplanacak katmanların en iyileştirmesi yapılacaktır. Karakterizasyon çalışmaları taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve yüzeyde güçlendirilmiş raman spektroskopisi (SERS) yöntemleri ile yansıma ve ikinci harmonik üretimini kapsamaktadır.



Şekil 1: Atomik katman kaplama tekniğinin kendi kendini sınırlayan yüzey kimyası ve bir AB reaksiyon dizisinin şematik gösterimi [1].

**Teşekkür:** Berk Berkan Turgut, Fatih Bilge Atar ve Atilla Aydınli' ya atomik katman kaplamada yardımlarından dolayı teşekkür ederiz.

### Kaynakça

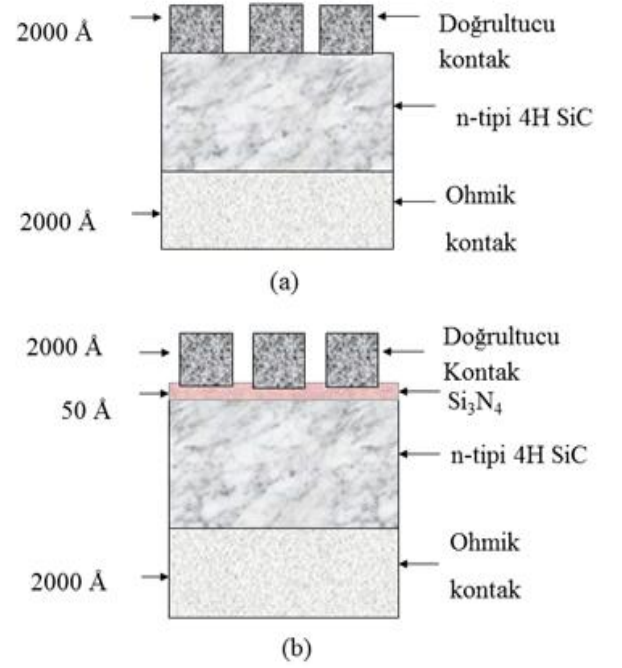
1. S. M. George, "Atomic Layer Deposition: An Overview", Chemical Reviews, 110, 111-131 (2010).
2. B. C. Yildiz, M. E. Tasgin, M. K. Abak, S. Coskun, H. E. Unalan, A. Bek, "Enhanced Second Harmonic Generation from Coupled Asymmetric Plasmonic Metal Nanostructures", Journal of Optics, 17, 125005 (2015).
3. I. F. Salakhutdinov, V. A. Sychugov, A. V. Tishchenko, B. A. Usievich, F. A. Pudonin, O. Parriaux, "Diffraction Gratings for Compact Integrated Optical Structures", IEEE J. of Quantum Electronics, QE-34, 1054-1060 (1998).

## Au/ n-tipi 4H-SiC ve Au/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/n-tipi 4H-SiC Schottky Diyotların Elektriksel Özelliklerinin İncelenmesi

**Fatih Yiğiterol<sup>1</sup>, Dilber Esra Yıldız<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Hitit Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, 19030, Çorum

Bu çalışmada, Au/ n-tipi 4H-SiC ve Au/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/n-tipi 4H-SiC Schottky diyotların oda sıcaklığında akım-gerilim (I-V) ve kapasitans-gerilim (C-V) ölçümleri incelenerek idealite faktörü (n), seri direnç (R<sub>s</sub>), sıfır beslem engel yüksekliği (Φ<sub>B0</sub>) ve arayüzey durumları (N<sub>ss</sub>) gibi temel elektriksel parametreleri hesaplandı. Hesaplamalar sonucunda n ve Φ<sub>B0</sub> değerleri sırasıyla Au/n-type 4H-SiC Schottky diyotlar için 1.305 ve 0.796 eV, Au/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/n-type 4H-SiC Schottky diyotlar için 3.142 ve 0.713eV bulundu. Ayrıca Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> arayüzey tabakasının, Au/ n-tipi 4H-SiC Schottky diyotlarda, seri direnç ve arayüzey durumları üzerindeki etkisi araştırıldı.



**Şekil 1:** Au/ n-tipi 4H-SiC ve Au/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/n-tipi 4H-SiC Schottky diyotların şematik gösterimi

## Saçtırma Yöntemi ile Üretilen ITO İnce Filmlerinin Farklı Alttaş ve Tavlama Sıcaklıklarına göre İncelenmesi

**Cansu Emir<sup>1</sup>, Hasan Hüseyin Güllü<sup>1,2</sup>, Özge Bayraklı<sup>1,2</sup>, Mehmet Parlak<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara*

<sup>2</sup>*Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (GÜNAM), 06800, Ankara*

Bu çalışmada, indiyum kalay oksit (ITO) ince filmlerin saçtırma yöntemi ile üretilmesi ve karakterizasyonu amaçlandı. ITO örnekleri DC magnetron saçtırma tekniği kullanılarak cam alttaşlar üzerine üretildi. Büyütme işlemi oda sıcaklığında ve farklı sıcaklıklarda (100-400°C) tekrarlandı. Ek olarak, elde edilen örnekler üzerinde farklı sıcaklıklarda azot atmosferi altında ısıl işlemler uygulandı. Alttaş ve tavlama sıcaklığı değişimlerine göre ITO

örnekleri yapısal, optik ve elektriksel özelliklerine göre karakterize edildi. Örneklerin kırınım desenlerinin belirlenmesinde X-ışını difraktometresi, geçirgenlik ölçümleri için UV-Visible spektrofotometresi ve elektrik iletkenliklerini belirlemek için dört nokta probu kullanıldı. Elde edilen ölçümler çerçevesinde, bu yöntem ile üretilecek ITO örnekleri için optimum alttaş ve tavlama sıcaklığı belirlendi.

## Üretim Sonrası Isıl İşlem Sıcaklığının ZnSe İnce Film Özellikleri Üzerine Etkisi

**Hasan Hüseyin Güllü<sup>1,2</sup>, Mehmet Parlak<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara*

<sup>2</sup>*Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (GÜNAM), 06800, Ankara*

Bu çalışmada, ZnSe (ZS) yarıiletken ince filmlerinin yapısal ve optik özellikleri üzerinde yoğunlaşıldı. ZS ince film örnekleri elektron demeti ve ısısal buharlaştırma teknikleri ortak kullanımı ile cam alttaşlar üzerine 200 °C alttaş sıcaklığında üretildi. Bu üretim için ZnSe ve Se kaynakları kullanıldı. İstenen stokiyometrik oranın elde edilmesi için üretim sırasında Se elementel ince film katmanları ZnSe film

katmanları arasına büyütüldü. Çalışmada temel olarak yapıda üretim sonrası 300 – 500 °C aralığında farklı sıcaklıklarda azot gazı atmosferi altında yapılan ısıl işlemin ZS ince filmlerinin malzeme özellikleri üzerine etkileri analiz edildi.



## Saçtırma Yöntemiyle Üretilen Ag-Zengin AgInSe<sub>2</sub> İnce Filmlerinin Özellikleri

**Hasan Hüseyin Güllü<sup>1,2</sup>, Özge Bayraklı<sup>1,2</sup>, Mehmet Parlak<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara*

<sup>2</sup>*Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (GÜNAM), 06800, Ankara*

Bu çalışmada, AgInSe<sub>2</sub> (AIS) ince film yapıları ultrasonik banyoda temizlenmiş cam altaşlar üzerine saçtırma yöntemiyle üretildi. Üretim sırasında, altaş sıcaklığı oda sıcaklığında tutuldu ve ince film örnekleri Ag, In<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> ve Se hedefleri kullanılarak eş-zamanlı olarak büyütüldü. Üretim sonrasında, elde edilen örneklerde Se eksikliğini önlemek için Se hedefi kullanılarak selenizasyon işlemi yapıldı.

Üretilen AIS ince filmleri, ilk olarak üretim sonrası herhangi bir işlem görmeden, yapısal, elektriksel ve optik özellikleri açısından incelendi. Ag zengin ve amorf yapıda olduğu belirlenen bu örnekler üzerinde ısıtma işlemi altında malzeme özelliklerinin incelenmesi için 100-300°C aralığında tavlandı. Malzeme özelliklerindeki ısıtma işlemi etkisi, filmlerin üretim sonrası sahip olduğu özellikler ile karşılaştırıldı.

## Fotovoltaik Malzemelerin Ara Yüzlerinin Kendiliğinden Oluşumlu Plazmonik Nano Yapılarla Kontrollü Oranda Kaplanması

Gizem Birant<sup>1,2</sup>, Recep Yüksel<sup>2,3</sup>, H. Emrah Ünalın<sup>2,3,4</sup>, Alpan Bek<sup>1,2,3</sup>

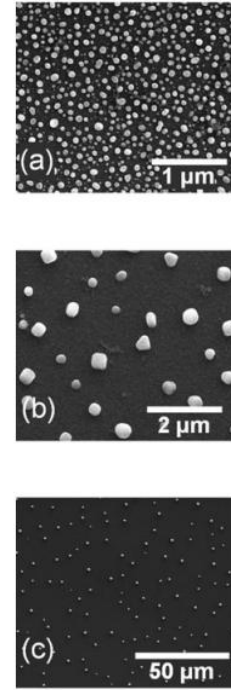
<sup>1</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

<sup>2</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (GÜNAM), 06800, Ankara

<sup>3</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mikro ve Nanoteknoloji Programı, 06800, Ankara

<sup>4</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara

İnce film fotovoltaik aygıtlarda ışık yönetimi plazmonik ara yüzlerle gerçekleştirilebilir. Kendiliğinden oluşumlu üretim tekniği, geniş alanlı plazmonik ara yüz üretimi için en uygun tekniktir [1]. Ancak bu teknikle yüzey kaplama oranı tipik olarak %25-35 civarında olmaktadır. Bu oran ışık yönetimi için ideal olan %10 düzeyinden oldukça yüksektir [2]. Bu çalışmada kendiliğinden oluşum tekniğiyle gerçekleştirilen yüzey kaplamasını %10 oranı civarına çekmek için yeni stratejiler geliştirdik. Örneğin Ag nano tel veya nano parçacıkları kolloidal çözelti olarak sentezleyip, yüzeyleri kontrollü oranlarda bunlarla kapladık. Bu yüzeylere ısı işlem uygulayarak plazmonik ara yüz oluşturduk [3-4] ve sonrasında bu plazmonik ara yüzleri karakterize ettik. Karakterizasyonda taramalı elektron mikroskopisi (SEM), yansıtma spektrumu ve açılal saçma spektrumlarından yararlandık.



**Şekil 1:** (a) 200°C, (b) 300°C ve (c) 500°C'de Azot ortamında tavllanmış Ag nano parçacıklarının değişik büyütme oranlarındaki SEM görüntüleri [1]

**Teşekkür:** Bu çalışma 113M931 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. H. Nasser, Z. M. Saleh, E. Özkol, M. Günöven, A. Bek, R. Turan, "Fabrication of Ag Nanoparticles Embedded in Al:ZnO as Potential Light-Trapping Plasmonic Interface for Thin Film Solar Cells", *Plasmonics*, **8**, 1485–1492 (2013).
2. İ. Tanyeli, H. Nasser, F. Es, A. Bek, R. Turan, "Effect of surface type on structural and optical properties of Ag nanoparticles formed by dewetting", *Optics Express*, **21** (S5), A798-A807 (2013).
3. M. Z. Borra, S. K. Güllü, F. Es, O. Demircioğlu, M. Günöven, R. Turan, A. Bek "A feasibility study for controlling self-organized production of plasmonic enhancement interfaces for solar cells", *Applied Surface Science*, **318**, 43–50 (2014).
4. Z. M. Saleh, H. Nasser, E. Özkol, M. Günöven, B. Altuntaş, A. Bek, R. Turan "Enhanced Optical Absorption and Spectral Photocurrent in a-Si:H by Single- and Double-Layer Silver Plasmonic Interfaces", *Plasmonics*, **9**, 357–365 (2014).

## Simetrik Yarıiletken Kuantum Kuyusunda Optiksel Çiftkararlılık

**İbrahim Karabulut**

*Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 42075, Konya*

Simetrik bir kuantum kuyusundaki altbandlararası geçişlere dayalı optiksel süreçlerin doyum problemi teorik olarak incelenmiştir. İlk olarak, iki seviyeli nonlinear yoğunluk matris denklemlerinin kararlı durum çözümü gerçekleştirilerek susceptibilitenin reel ve sanal kısımları için açık analitik ifadeler elde edilmiştir [1-4]. Bu ifadeler elektron-elektron etkileşmesinden kaynaklanan depolarizasyon etkisine ve seviyelerin popülasyon farkına bağlıdır.

Nümerik sonuçlarımız düşük elektron yoğunluklarında spektrumun beklenildiği gibi simetrik olduğunu artan elektron yoğunluklarında ve büyük optiksel şiddet değerlerinde ise bu simetrinin bozulduğunu göstermektedir. Bu durum açıkça optiksel çiftkararlılığın bir göstergesi olup nedenleri detaylı biçimde incelenmiştir.

### **Kaynakça:**

1. V. Bondarenko, M. Zaluzny “Intrinsic optical bistability in quantum well structures: Role of multiple reflections”, *Physical Review B*, **91**, 035303 (2015).
2. A.V. Malyshev, V.A. Malyshev “Optical bistability and hysteresis of a hybrid metal-semiconductor nanodimer”, *Physical Review B*, **84**, 035314 (2011).
3. S.G. Kosionis, A.F. Terzis, C. Simserides, E. Paspalakis “Intrinsic optical bistability in a two-subband system in a semiconductor quantum well: Analytical results”, *Journal of Applied Physics*, **109**, 063109 (2011).
4. I. Karabulut, “Effect of Coulomb interaction on nonlinear (intensity-dependent) optical processes and intrinsic bistability in a quantum well under the electric and magnetic fields”, *Journal of Applied Physics*, **109**, 053101 (2011).

## AFM/FM İnce Filmlerde AFM Tabaka Kalınlığının Manyetik Anizotropiye Etkisinin Monte Carlo Metodu ile İncelenmesi

Saba Karakaş<sup>1</sup>, İzzet Paruğ Duru<sup>1</sup>, Caner Değer<sup>1</sup>, Şahin Aktaş<sup>1</sup> ve Fikret Yıldız<sup>2</sup>

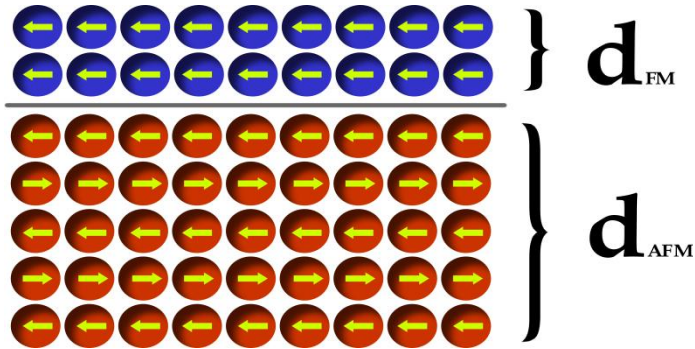
<sup>1</sup>Marmara Üniversitesi, Fizik Bölümü, 34722, İstanbul

<sup>2</sup>Gebze Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 41400, Kocaeli

Manyetik depolama ve benzeri teknolojik uygulamalar için önemli potansiyele sahip AFM/FM çift tabakaların manyetik özelliklerinin tabaka kalınlığına bağlı davranışı üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır [1-3]. Bu çalışmada da aynı kalınlıktaki FM tabaka, farklı kalınlıklardaki AFM tabakaların üzerine modellenmiştir. Manyetik ince film modelinin oluşturulmasından sonra çiftli yapı, mikromanyetik modelleme prensipleri baz alınarak simüle edilmiştir. Sistemin hamiltonyeni oluşturulurken, deneysel çıktuları [4-6] açıklaması beklenen anizotropi

terimleri, alışılmış Zeeman ve Takas etkileşimleri ile birlikte dikkate alınmıştır.

Sistemin enerji minimizasyonu Metropolis Algoritması ve Markov Zincir Monte Carlo (MC-MC) methodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Histerisis eğrileri, kalıcı mıknatıslanmalar, zorlayıcı alanlar farklı sıcaklıklar ve dış manyetik alan açıları için elde edilmiştir. AFM tabaka kalınlığının, FM tabakanın kolay eksenine üzerine olan etkisi gözlenmiştir.



Şekil 1: Manyetik çift tabaka modeli

### Kaynakça

1. P. J. Van der Zaag, et al. "Exchange biasing in MBE grown Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/CoO bilayers: The antiferromagnetic layer thickness dependence", Jour. App. Phy., **8979**, (1996).
2. R. Jungblut et al. "Orientational dependence of exchange biasing in molecular beam epitaxy grown Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>/Fe<sub>50</sub>Mn<sub>50</sub> bilayers", Jour. App. Phy, **75**, 6659 (1994).
3. S. C. Chang et al. "Pinning of Magnetic moment at the interfacial region of ultrathin CoO/Co bilayers grown on Ge(1 0 0)", App. Sur. Sci., **95-99** (2015).
4. S. Brems et al. "Reversing the training effect in exchange biased CoO/Co bilayers ", Phy. Rev. Let., **95**, 157202 (2005)
5. R. Bali et al. "Magnetic and structural properties of the Fe layers in CoO/Fe/Ag(001) heterostructure", Appl. Phys. Lett. **100**, 132403 (2012)
6. J. Li et al. "In-plane spin reorientation transition in Fe/NiO bilayers on Ag(1,1,10)", Phy. Rev. B, **83**, 094436 (2011).

## Nanokristal Silisyum Altoksit (nc-SiO<sub>x</sub>:H) İnce Filmlerin Kristalizasyon Oranının Belirlenmesi

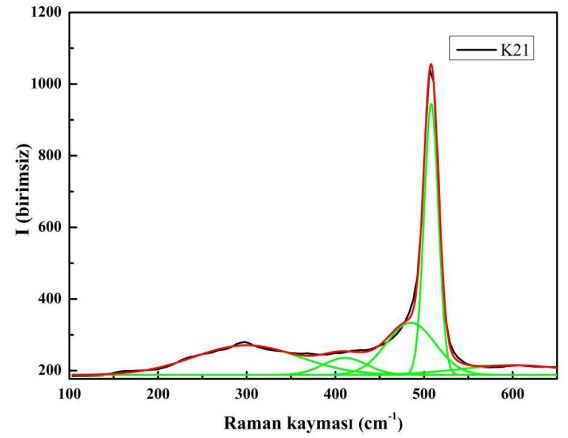
Kemal Rüzgar, Akın Bacioğlu

Hacettepe Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara

Hidrojenlendirilmiş nanokristal silisyum altoksit (nc-SiO<sub>x</sub>:H;  $x < 1$ ) örnekler, PECVD sistemi kullanılarak Corning 7059 cam ve kristal silisyum alttabanlar üzerine büyütülmüştür. İnce film örnekler, PECVD deney koşulları değiştirilerek hazırlanmıştır. nc-SiO<sub>x</sub>:H ince film örneklerin kristalizasyon oranı Raman spektroskopisi tekniği kullanılarak hesaplanmıştır.

nc-SiO<sub>x</sub>:H ince filmler, nano boyutu kristal silisyum (nc-Si) yapıların içinde yer aldığı, amorf a-SiO<sub>x</sub>:H'den oluşmuş iki fazlı bir yapıdır. Amorf (a-Si) faza ilişkin Raman kayması  $k_a=480 \text{ cm}^{-1}$  dalga sayısında gözlenmiş ve buna ek olarak oluşturulmaya çalışılan nanokristal (nc-Si) faza ilişkin Raman sinyalleri  $k_c=505-513 \text{ cm}^{-1}$  dalga sayılarında gözlenmiştir. Amorf faza ve nanokristal faza ilişkin Raman sinyallerin şiddetleri kullanılarak örneklerdeki kristalleşme belirlenmiştir.

Üretilen örneklerin kristalleşme oranları ince film büyütme parametrelerine bağlı olarak incelenmiş ve kristalizasyon koşulları saptanmaya çalışılmıştır.



**Şekil 1:** Üretilen K21 isimli örneğin Raman saçılma spektrumu ve gauss fonksiyonu atama yönteminde kullanılan çoklu gauss eğrileri (yeşil çizgiler, fonksiyon atamalarına, kırmızı çizgiler bu atamaların süper pozisyonuna aittir ve siyah çizgiler Raman saçılması deneyinden gelen veridir.).

**Tablo 1:** Üretilen örneklerin Raman saçılma spektrumuna göre uygun gauss fonksiyonu atama yöntemi ile hesaplanan kristalleşme oranları ve bu kristalleşmelerin görüldüğü dalga sayıları çizelgesi.

Örnek Adı	$k_c \text{ (cm}^{-1}\text{)}$	$k_m \text{ (cm}^{-1}\text{)}$	$k_a \text{ (cm}^{-1}\text{)}$	$I_c \text{ (r.b.)}$	$I_m \text{ (r.b.)}$	$I_a \text{ (r.b.)}$	$X_c \text{ (%)}$
K17	$510 \pm 1$	$502 \pm 1$	$470 \pm 6$	$2,7 \times 10^3 \pm 5$ $\times 10^2$	$6,7 \times 10^3 \pm 7,2$ $\times 10^2$	$1,2 \times 10^4 \pm 1$ $\times 10^3$	$67 \pm 9$
K21	$508 \pm 1$		$490 \pm 2$	$1,5 \times 10^4 \pm 1$ $\times 10^3$		$3,7 \times 10^3 \pm 1$ $\times 10^2$	$60 \pm 7$
K26	$500 \pm 2$		$490 \pm 3$	$1,2 \times 10^4 \pm 1$ $\times 10^3$		$8 \times 10^3 \pm 1$ $\times 10^2$	$50 \pm 5$

### Kaynakça

- Maslova, N. E.; Antonovsky, A. A.; Zhigunov, D. M.; Timoshenko, V. Yu.; Glebov, V. N.; Seminogov, V. N., Raman Studies Of Silicon Nanocrystals Embedded in Silicon Suboxide Layers, Semiconductors, vol. **44**, 1040-1043, 2010
- Ma, Z., Liao, X., Zheng, W., Yu, J., Chu, J., Raman Scattering and Infrared Absorption of Silicon Nanocrystals in Silicon Oxide Matrix, Proc. SPIE 4086, Fourth International Conference on Thin Film Physics and Applications, 258, 2000.

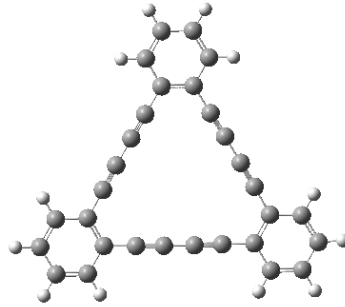
## $C_{30}H_{12}$ ve $C_{12}B_9N_9H_{12}$ Moleküllerinin ve Bazı Floro Türevlerinin Elektronik ve Çizgisel Olmayan Optik Özellikleri

Merve Nurhan Güney, Büşra Aydın, Mehmet Bahat, Akif Özbay

Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

İki boyutlu (2D) düzlemsel yapıya sahip olan grafen'in 2004 yılında sentezlenmesinden sonra sıra dışı fiziksel özelliklerinden dolayı malzeme biliminde birçok alanda kullanılabileceği deneysel ve teorik çalışmalar ile gösterilmiştir [1]. Bu durum grafen benzeri 2D düzlemsel karbon yapılar olan grafen, grafitin gibi moleküllere olan ilgiyi artırmıştır. Grafen ve grafitin molekülleri henüz sentezlenmemiş olmasına rağmen alt birimlerinin birçoğu sentezlenmiştir [2]. Bu çalışmada, grafitin molekülünün alt birimlerinden olan  $C_{30}H_{12}$  (tribenzo[18]annulene) molekülü (Şekil 1),  $C_{12}B_9N_9H_{12}$  molekülü ve bu moleküllerin bazı

floro türevlerinin teknolojik uygulama alanlarını belirlemek üzere elektronik ve çizgisel olmayan optik özellikleri hesaplanmıştır. Hesaplanan fiziksel büyüklükler; moleküler orbital enerjileri (HOMO ve LUMO), elektriksel dipol moment, polarizabilite, anizotropik polarizabilite ve hiperpolarizabilite değerleridir. Hesaplamalar yoğunluk fonksiyonu teorisinin varyatlarından B3LYP'nin 6-31+G(d,p) temel seti ile kullanılmasıyla yapılmıştır. Hesaplanan fiziksel büyüklükler arasında bir korelasyon olup olmadığı incelenmiştir.



Şekil 1:  $C_{30}H_{12}$  (tribenzo[18]annulene) molekülü

### Kaynakça

1. K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S. V. Dubonos, I. V. Grigorieva, A. Firsov, "Nomenclature and terminology of graphite intercalation compounds", *Science* **306**, 666–669 (2004).
2. M. M. Haley, "Synthesis and properties of annulenic subunits of graphyne and graphdiyne nanoarchitectures", *Pure Appl. Chem.*, **80**, 519–532 (2008).

## Sentezlenen Çinko Ferrit Nano Parçacıkların ESR Spektroskopisi ile İncelenmesi

Şeyda Çolak, Yusuf Atmaca

*Hacettepe Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06800, Beytepe, Ankara*

Günümüzde büyük bir hızla büyüyen ve dev bir endüstri haline gelen nanoteknoloji, çağımızın en önemli bilimsel devrimlerindedir. Manyetik ferrit nano malzemeler, manyetik kayıt, biyomedikal, katalizör vb birçok uygulama alanına sahiptir. Çinko ferrit nano parçacıklar özgün manyetik, yapısal, kimyasal, optik ve katalitik özelliklere sahiptir ve uzun süreli kayıt depolama uygulamalarında sabit manyetik malzeme olarak kullanılması öngörülmektedir.

Bu çalışmada, çinko ferrit nano parçacıklar **kimyasal yöntemle** sentezlenmiş ve sentezlenen örneklerin ~15 nm olduğu XRD çalışmaları ile gösterilmiştir. Nano yapıların manyetik özelliklerinin incelenmesinde önemli bir spektroskopik yöntem olan **Elektron Spin Rezonans (ESR)** tekniği kullanılmış ve serbest enerji bölgesinde paramanyetik özellik gösteren örneklerin spektral parametreleri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** ESR, Nanoteknoloji, Zn-Ferrit, XRD

### Kaynakça

1. N. M. Deraz, A. Alarifi, "Microstructure and Magnetic Studies of Zinc Ferrite Nano-Particles", Int. J. Electrochem. Sci., 7, 6501 – 6511 (2012).
2. O.M. Hemeda, "Electron Spin Resonance and Cation Distribution Studies of the Co<sub>0.6</sub>Zn<sub>0.4</sub>Mn<sub>x</sub>Fe<sub>2-x</sub>O<sub>4</sub> Ferrite System", Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 251, 50–60 (2002).

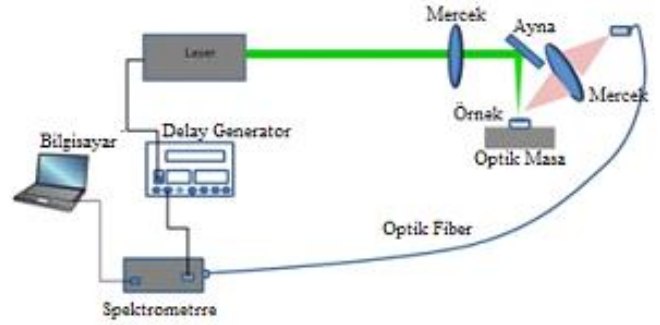


## Lazer Etkili Bozunma Spektroskopisi (LIBS) ile Gıda Ürünlerinin Analizi

A. Halide Karadağ<sup>1</sup>, Erdal Aras<sup>1</sup>, Halil Berberoğlu<sup>2</sup>, İsmail H. Boyacı<sup>3</sup><sup>1</sup>Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü 06560 Ankara<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi Polatlı Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü 06900 Ankara<sup>3</sup>Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Müh., Bölümü 06640, Ankara

Lazer-Oluşturmalı Plazma Spektroskopisi (LIBS), katı, sıvı ve gaz örnekleri için, yüksek şiddette puls lazer kaynağının, analiz edilecek yüzeye odaklanması sonucunda, yüksek sıcaklıklarda plazma oluşturulması temeline dayanan bir atomik emisyon spektroskopisi tekniğidir. Oluşturulan plazmadaki atom ve uyarılmış iyon optik emisyonları spektrometre ve detektör ile tayin edilir. Şekil -I de bu sistemin basit bir yapısı görülmektedir. Lazer kaynağı, spektrometre, detektör ve optik araçlardan oluşan basit ama kullanışlı bir metottür. Numune hazırlamada, diğer elementler ile analiz yapılan tekniklere (XRD, ICP-MS, XRF) göre daha kolaydır. Numune hazırlarken ön işleme gerek yoktur ve numuneye zarar vermez. Ayrıca numunenin miktarı için belli bir şart yoktur ve mikron çapında odaklanabilmek mümkün olduğundan çok az bir numune ile ölçüm alınabilir. LIBS, ametallerden halojenlere kadar periyodik cetveldeki tüm elementleri analiz etmemizi sağlar. Ayrıca bu yöntemin en önemli avantajlarından biri numune için mesafenin önemli olmamasıdır. Örneğin Amerikan Havacılık ve Uzay Ajansı (NASA), Mars gezegenine gönderdiği Curiosity (merak) Rover sistemi ile veri alımı Lazer Spektroskopi yöntemi olan LIBS ile gerçekleşmekte ve bilinmeyen elementler ve bunların konsantrasyonları uzaktan algılanabilmektedir[1]. LIBS'in bir diğer avantajı da sonuç için beklemeye gerek olmaması ve anında sonuç vermesidir. Örneğin gümrüklerde gıda ürünleri için portatif bir dizayn ile uygulanabilmektedir. Metot, istediğimiz element için anında sonuç verir ve mikron çapında

odaklandığı için zehirli maddelerin dağılmasını engelleyerek numuneye zarar vermez.[2-9] LIBS metodunun; kalibrasyonlu ve kalibrasyonsuz olmak üzere iki farklı yöntemi vardır. Kalibrasyonlu LIBS tekniğinde spektrometre, lazer, optik araçlar



Şekil 1: Kullanılan LIBS sistemin şeması [2]

ve deneysel sistemlerle birlikte kemometrik teknikler kullanılarak kalibrasyon sağlanır. Kalibrasyon için kullanılan kemometrik tekniklerin içerisinde yaygın olarak principle component analyze(pca-temel bileşenler analizi) , partial least squares(pls-kısmı en küçük kareler metodu) yer almaktadır. Kalibrasyonsuz libs metodunda ise lazerle oluşturulan plazma ortamının lokal termodinamik dengede olduğu kabul edilerek miktar analizi yapılmaktadır. Bunun için elektron yoğunluğu, Boltzman denklemleri ve saha denklemleri kullanılır.

Bu çalışmada; kalibrasyonsuz LIBS tekniği ile çeşitli gıda örnekleri üzerinde ölçümler alınıp, numuneler içerisindeki elementler ve bu elementlerin miktar analizleri yapıldı.

## Kaynakça

1. <http://mars.jpl.nasa.gov/msl/mission/overview/>
2. G. Bilge, I. Hakki Boyacı, K. E. Eseller, U. Tamer, S. Cakir ,Analysis of Bakery Products by Laser-Induced Breakdown Spectroscopy, *Food Chemistry*, **181**, 186-190 (2015).
3. D. Hahn, "Laser Induced Breakdown Spectroscopy: Part I," *Applied spectroscopy*, vol. 64, no. 12, 2010.
4. J. P. Singh and S. N. Thakur, eds., *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (Elsevier, 2007)
5. E. Tognoni □, G. Cristoforetti, S. Legnaioli, V. Palleschi "Calibration-Free Laser-Induced Breakdown Spectroscopy: State of the art" *Spectrochimica Acta Part B* **65**, 1–14, (2010).
6. G. S. Senesi," Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) applied to terrestrial and extraterrestrial analogue geomaterials with emphasis to minerals and rocks" *Earth-Science Reviews*, **139**, 231–267, (2014)
7. P.J. Kolmhofer , S. Eschlböck-Fuchs , N. Huber , R. Rössler , J. Heitz , J.D. Pedarnig, "Calibration-free analysis of steel slag by laser-induced breakdown spectroscopy with combined UV and VIS spectra" *Spectrochimica Acta Part B* **106**, 67–74, (2015).
8. Ş.Yalçın .S. Ünal , "Development of a continuous flow hydride generation laser-induced breakdown spectroscopic system: Determination of tin in aqueous environments" *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* , **60**, 750–757 (2010)
9. E. K . Eseller , Doktora Tezi , Mississippi Üniversitesi, 2009

## Silar Yöntemi ile Hazırlanan Cu<sub>2</sub>O İnce Filmlerin Fiziksel Özellikleri

**Doğan Özaslan, Cebrail Gümüş**

*Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, 01330 Adana*

Bu çalışmada, silar yöntemi kullanılarak 70 °C de cam alttabanlar üzerine polikristal Cu<sub>2</sub>O ince filmleri elde edildi. Bu filmlerin, X-ışını kırınımı (XRD) analizi sonucunda kübik yapıda büyüdükleri görüldü ve örgü parametreleri hesaplandı.

Filmlerin yüzey morfolojisi için taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanıldı. Oda sıcaklığındaki optik ölçümlerden Cu<sub>2</sub>O filmlerin enerji bant aralıkları 2.53-2.63 eV olarak bulundu.

**Teşekkür:**

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından FDK-2015-3778 nolu proje ile desteklenmiştir.

## MoO<sub>3</sub>/SAM Anot Tampon Tabakalı Organik Güneş Hücresi Üretimi ve Karakterizasyonu

Adem Mutlu<sup>1</sup>, M. Zeliha Yiğit<sup>2</sup>, Emre Arslan<sup>2</sup>, Cem Tozlu<sup>1</sup>, Mustafa Can<sup>2</sup>

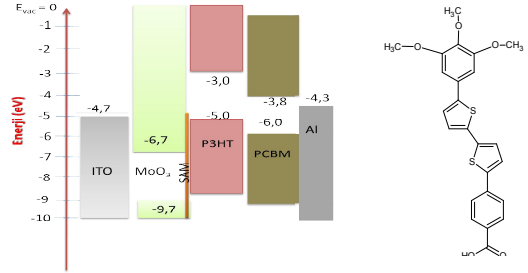
<sup>1</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, 70100, Karaman

<sup>2</sup>Katip Çelebi Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Bölümü, 35620, İzmir

Yığın heteroeklem organik güneş hücreleri  $\pi$ -konjugasyonuna sahip polimerler ile Fulleren türevlerinin karışımından oluşan çözeltinin şeffaf iletken cam ile Al elektrotlar arasında kaplanmasıyla oluşan bir yapıya sahiptir. PEDOT:PSS iletken tampon tabakalar; ITO yüzeyinin pürüzlü yapısından kaynaklanan yüzey kusurlarını düzeltmesinden ve yüzeyin pürüzlülük değerini düşürmesinden dolayı organik güneş hücrelerde yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. Fakat poly(3,4-ethylenedioxy)polystyrene sulfonate thiophene) (PEDOT:PSS) moleküler yapısının asidik olmasından dolayı (pH:1-2) ITO da bulunan indium katkı atomlarının çözülmesine ve bunların fotoaktif tabaka içerisine geçmelerinden dolayı güneş hücresinin uzun dönem performansında bozulmalara ve kararsızlıklara sebep verebilmektedir [2]. Bu nedenle PEDOT:PSS yerine kullanılacak alternatif tampon tabakalar, organik güneş hücreleri çalışmalarında ön plana çıkmaktadır [3].

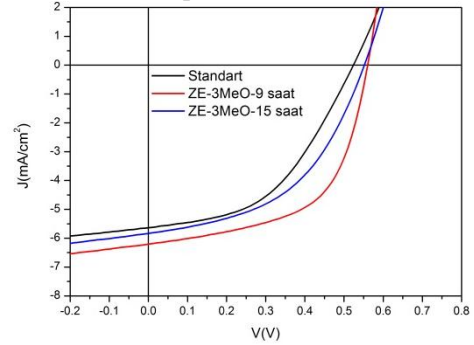
Bu çalışmada zamana bağlı olarak kendiliğinden organize olan (SAM) organik malzemelerle yüzey özellikleri değiştirilmiş sol jel tekniği ile elde edilen MoO<sub>3</sub> metal oksit anod tabakanın Şekil 1 de her bir katmanın enerji diyagramları verilmiş olan organik güneş hücrenin performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Burada kullanılan SAM malzemesi Metil 4-[5'-(3,4,5-dimetoksifenil)-2,2'-bitien-5-il]benzoik asit olup moleküler yapısı (ZE-3MeO) Şekil 1 de verilmektedir. Foto aktif soğurucu katman olarak poli(3-hekziltiyofen) (P3HT) ve fenil (6,6) C<sub>61</sub> bütirik asit metil ester (PCBM) moleküllerinin karışımları kullanılmıştır. Aydınlik altında standart güneş hücresinden elde edilen akım yoğunluğu değeri 5.64 mA/cm<sup>2</sup> olarak elde edilirken, 9 saat ve 15 saat ZE-3MeO çözeltisinde bekletilmiş elektrotlar kullanıldığında kısa devre akım yoğunluğu değerleri

sırasıyla 6.2 mA/cm<sup>2</sup> ve 5.84 mA/cm<sup>2</sup> değerlerine çıkmıştır. Güneş hücrelerinin hesaplanan dolum faktörleri ise sırasıyla, 0.474, 0.484 ve 0.575 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen elektriksel ölçümler neticesinde standart ve ZE-3MeO/MoO<sub>3</sub> elektrotlu güneş hücrelerinin hesaplanan verimlilik değerleri %1.4, %1.55 ve %2 olarak bulunmuştur. Güneş hücrelerinin aydınlık altında akım yoğunluğuna karşılık gerilim eğrileri Şekil 2 de verilmektedir.



Şekil 1: Güneş pili yapısının katmanlara göre enerji diyagramı ve ZE-3MeO SAM molekül yapısı

Tablo 1: Güneş hücresinden aydınlık altında elde edilen elektriksel parametreler



Şekil 3: Aydınlik altında güneş hücresinden elde edilen akım yoğunluğu-gerilim eğrileri

**Teşekkür:** Bu çalışma 113M978 no'lu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. C.J.Brabeç, Organic photovoltaics: technology and market, Sol. Energy Mater. Sol. Cells 83(2004)273–292
2. M. P. de Jong, L. J. van IJendoorn M. J. A. de Voigt, M.J.A. Stability of the interface between indium-tin-oxide and poly(3,4- thylenedioxythiophene)/poly(styrenesulfonate) in polymer lightemitting diodes. Applied Physics Letters, 77, (2000) 2255–2257.
3. C.J. Ko, Y.K. Lin, F.C. Chen, C.W. Chu, Modified buffer layers for polymer photovoltaic devices, Appl. Phys. Lett. 90 (2007) 63509-1-3.

## Yüzeyi Tek Tabaka Organik Molekülle Değiştirilmiş TiO<sub>2</sub> Yapının Organik Güneş Hücre Performansı Üzerindeki Etkisi

Adem Mutlu<sup>1</sup>, Cem Tozlu<sup>1</sup>, Mustafa Can<sup>2</sup>, Şerafettin Demic<sup>2</sup>, Salih Okur<sup>2</sup>, Sıddık İçli

<sup>1</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, 70100, Karaman

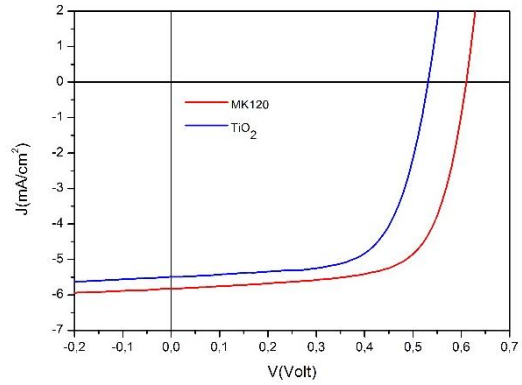
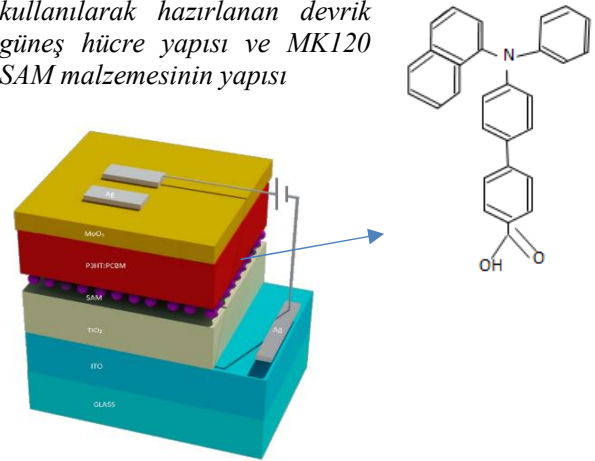
<sup>2</sup>Katip Çelebi Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Bölümü, 35620, İzmir

Organik güneş hücrelerin üretim maliyetlerinin düşük olması ve üretim tekniklerinin inorganik güneş hücrelerine kıyasla kolay olması nedeniyle, son yıllarda araştırmalar bu konu üzerine yoğunlaşmıştır. Bu yapıda yüksek  $\pi$ -konjüstasyonuna sahip polimerler ile fulleren türevlerinin karışımından oluşan yapılar kullanılmaktadır. Organik güneş hücreleri klasik geometri ve devrik yapıda olmak üzere iki ayrı yapıya sahiptir. Devrik yapılarda hem katot hem de anot tampon tabakalar elektron ve boşluk yük taşıyıcılarının güneş hücresi dışına aktarılması için kullanılmaktadır[1].

Bu çalışmada, katot tampon tabaka olarak titanyum dioksit (TiO<sub>2</sub>) kaplı güneş hücrelerinin üzerine, karboksilik asit fonksiyonlu 4'-[1-naftil(fenil)amino]bifenil-4-karboksilik asit (MK120) moleküllü tek tabaka kaplanarak poli (3-hekziltiyofen) (P3HT) ve fenil (6,6) C<sub>61</sub> bütirik asit metil ester (PCBM) P3HT:PCBM (1:1 w/v) yığın heteroeklem organik güneş hücrelerinin ışık altında elektriksel parametreleri incelenmiştir. Metal oksit yüzeylerinde bulunan bağ yapmamış oksijen atomları arayüzeyde kusurlar yaratmakta olup, elektronlar bu kusurlardan etkilenerek tuzaklanabilmektedir [2]. Yapılan güneş hücrelerinin tabaka olarak hangi katmanlardan oluştuğu ve MK120 malzemesinin yapısı Şekil-1 de gösterilmektedir. Burada kullanılan MK120 malzemesi metal oksit yüzeyinde bulunan oksijen atomları ile bağ yaparak yapının yüzey özelliklerini ve TiO<sub>2</sub> metal oksit tabakasının yüzey potansiyel değerini değiştirmektedir. Aydınlik altında güneş hücresinden elde edilen akım yoğunluğu değeri standart hücre (ITO/TiO<sub>2</sub>/P3HT:PCBM/MoO<sub>3</sub>/Ag) için 5.49 mA/cm<sup>2</sup> iken MK120 kaplı elektrot kullanıldığında 5.82 mA/cm<sup>2</sup> değerine yükselmiştir. Güneş hücrelerinin dolun faktörleri standart hücre için %66.6, MK120 malzemesi kullanıldığında %68.4 olarak hesaplanmıştır. Açık devre gerilimleri

standart hücre için 530 mV, MK120 malzemesi kullanıldığında 610 mV olarak ölçülmüştür. Dolayısıyla bu değerlere bağlı olarak, standart hücrenin verimi 1.93 iken MK120 malzemesi kaplandığında 2.43 değerine çıkmıştır ve standart hücrenin verimine göre %25.9' luk bir artış elde edilmiştir. Güneş hücrelerinin aydınlık altında akım yoğunluğu-gerilim eğrileri Şekil 2 de verilmektedir.

Şekil 1: MK120 malzemesi kullanılarak hazırlanan devrik güneş hücre yapısı ve MK120 SAM malzemesinin yapısı



Şekil 2: MK120 malzemesi kullanılarak ve standart olarak hazırlanan hücrelerin ışık altında elde edilen akım yoğunluğu-gerilim grafikleri

**Teşekkür:** Bu çalışma 11-M-13 nolu proje ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. Chen Tao, Shengping Ruan, Xindong Zhang, Guohua Xie, Liang Shen, Xiangzi Kong, Wei Dong, Caixia Liu, and Weiyou Che, "Performance improvement of inverted polymer solar cells with different top electrodes by introducing a MoO<sub>3</sub> buffer layer", *Appl. Phys. Lett.* **93**, 193307 (2008)
2. Steven K. Hau, a Hin-Lap Yip, a Orb Acton, a Nam Seob Baek, a Hong Maa and Alex K.-Y. Jen, "Interfacial modification to improve inverted polymer solar cells", *J. Mater. Chem.* **18**, 5113-5119 (2008)



## Zigzag Kenarlı Bor Nanoşeritlerin Elektronik ve Yapısal Özellikleri

Esra Eroğlu, Mehmet Şimşek

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

Grafenin keşfinden sonra, son zamanlarda karbon nano yapılar ve nanoşeritlerin ilginç özellikleri araştırmacıların dikkatini çekmiştir [1]. Bu kapsamda, periyodik tablodaki karbonun komşusu olan bor elementinin de elektron eksikliği yüzünden içinde bulunduğu yapılarda malzemelerin karakteristik özelliklerini değiştirdiği ve içine katıldıkları malzemelerin kullanılabilirlik alanlarını genişlettiği bilinmektedir. Son yıllarda grafen tipi bor tabakalar deneysel olarak farklı çalışma grupları tarafından rapor edildi ve değişik geometrik yapıların karakteristik özellikleri çok sayıda araştırmacı tarafından incelendi. Bu yüzden grafen-benzeri düzlemsel bor katmanlarının yapısal ve elektronik özelliklerinin incelenmesi ve bu özelliklerin nelere bağlı olarak değişebileceğinin, daha ötesi, nasıl kontrol edilebileceğinin araştırılması önemlidir [2].

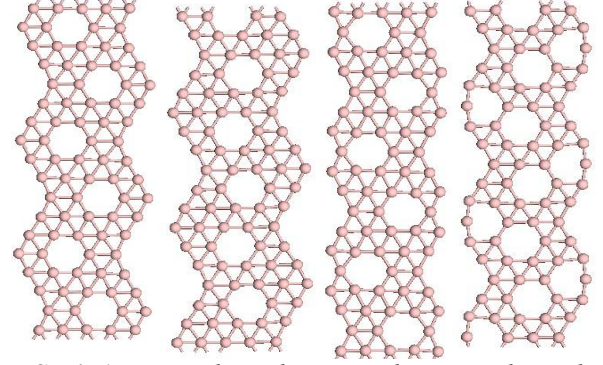
Bu çalışmada, zigzag kenarlı  $B_{28}$  nanoşeridinin birim hücresi baz alınarak farklı bor nanoşeritler oluşturuldu. Farklı boşluk geometrilerine sahip olarak tasarlanan bu yapılar optimize edildikten sonra yapısal ve elektronik özellikleri incelendi.

**Tablo 1:** Optimize olmuş yapıların (ZBNR\_  $B_{28a}$ , ZBNR\_  $B_{28b}$ , ZBNR\_  $B_{26a}$ , ZBNR\_  $B_{26b}$  ) toplam enerjileri ve kohesif enerjileri

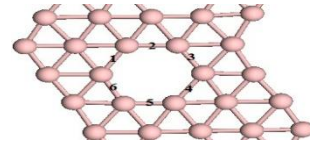
Yapı	Toplam Enerji (eV)	Kohesif Enerji (eV)
ZBNR_ $B_{28a}$	-2147.826	6.216
ZBNR_ $B_{28b}$	-2147.960	6.221
ZBNR_ $B_{26a}$	-1992.293	6.135
ZBNR_ $B_{26b}$	-1993.322	6.175

**Kaynakça**

1. T. T. Xu, J. G. Zheng, N. Wu, A. W. Nicholls, J. R. Roth, D. A. Dikin, R. S. Ruoff, "Crystalline Boron Nanoribbons: Synthesis and Characterization", Nano Letters, 4: 5 (2004).
2. X. Yang, Y. Ding, and J. Ni " Ab initio prediction of stable boron sheets and boron nanotubes: Structure, stability, and electronic properties ", Phys. Rev. B, 77: 041402(R), (2008).



**Şekil 1:** Zigzag kenarlı  $B_{28a}$ ,  $B_{28b}$ ,  $B_{26a}$ ,  $B_{26b}$  yapıları



**Şekil 2 :** Hekzagon komşu atomlarının bağ şeması

Tüm hesaplamalar yoğunluk fonksiyonel teorisi kapsamında, GGA-PW91 fonksiyoneli ve ultrasoft pseudo-potansiyeller kullanılarak CASTEP programıyla yapıldı.

Optimizasyon sonucunda elde edilen DOS grafikleri incelendiğinde; yapıların metalik karakterde olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam enerji değerleri karşılaştırıldığında  $B_{28b}$  yapısının; enerjisinin  $B_{28a}$ 'ya göre daha düşük (-0.134 eV) ve şerit boyunun daha kısa (0.004 Å) olduğu görülür. Yapıların kohesif enerjilerine bakıldığında ise; kohesif enerjisi büyük olan  $B_{28}$  yapılarının  $B_{26}$  yapılarına göre daha kararlı olduğu görülür ki bu da atom sayısının yapılarda kararlılığı etkilediğinin bir göstergesidir. Ayrıca yapılarda tasarlanan boşluğu oluşturan 6 komşu atomun (Şekil 2) hekzagon boyunca bağ uzunlukları toplamı karşılaştırıldığında en büyük değer  $B_{26b}$  (10.116 Å) ve en küçük değer  $B_{28a}$  (9.996 Å) yapılarına ait olduğu görüldü. Buradan hareketle  $B_{28a}$  yapısında, boşluğu oluşturan atomların diğer yapılara göre daha sıkı bağlarla bağlandığını söyleyebiliriz.

## Pt Katkılı $\text{SnO}_2$ İnce Filmlerin Eş-Püskürtme Tekniği ile Geliştirilmesi: Yapısal, Morfolojik ve Optik Karakterizasyon

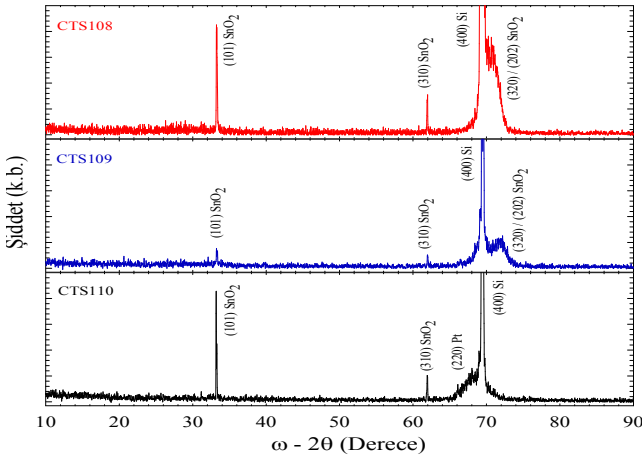
B. Korkmaz, E. Boyalı, T. Asar\*, B. Cömert, N. Akın, S.Ş. Çetin ve S. Özçelik\*\*

Fizik Bölümü, Fen Fakültesi, Gazi Üniversitesi, 06500, Ankara

Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gazi Üniversitesi, 06500, Ankara

\*[trkasar@gazi.edu.tr](mailto:trkasar@gazi.edu.tr), \*\*[sozcelik@gazi.edu.tr](mailto:sozcelik@gazi.edu.tr)

Metal oksit bir malzeme olan  $\text{SnO}_2$ , düşük üretim maliyeti ve yüksek duyarlılık gibi çeşitli avantajları nedeniyle, karbonmonoksit, karbondioksit, metan, propan, sıvılaştırılmış petrol gazı ve duman gibi gazları algılayabilen  $\text{SnO}_2$  gaz sensörü malzemesi olarak tercih edilmekte ve metallerle katılanması sayesinde sensörlerin gaz algılama performansı artmaktadır [1]. Bu çalışmada,  $\text{SnO}_2$  ince filmlerin Pt ile katılanması hedefi ile RF magnetron eş-püskürtme tekniği kullanılarak,  $n$ -Si (100) ve cam alttaşlar üzerine oda sıcaklığında kaplandı. Yüksek saflıkta (%99.98) seramik  $\text{SnO}_2$  ve metalik Pt hedefler kullanıldı. Pt hedef için 2 W'lık güce karşılık  $\text{SnO}_2$  hedefin gücü 150 W, 100 W ve 50 W RF olacak şekilde hedefler eş-zamanlı püskürtülerek kaplanan Pt katkılı  $\text{SnO}_2$  ince filmler, sırasıyla, CTS108, CTS109 ve CTS110 olarak isimlendirildi.  $\text{SnO}_2$  hedefinin RF gücünün numunelerin yapısal, morfolojik ve optik özelliklerine etkisi incelendi.



Şekil.1: Numunelere ait XRD desenleri.

$\text{Pt-SnO}_2$  filmlerinin XRD desenleri (Şekil.1) incelendiğinde, CTS110 numaralı numunede; (101) ve (310)  $\text{SnO}_2$  piklerinin yanı sıra (220) Pt piki de gözlenirken, diğer numunelerde sadece (101), (320), (202) ve (310)  $\text{SnO}_2$  pikleri gözlenmektedir.

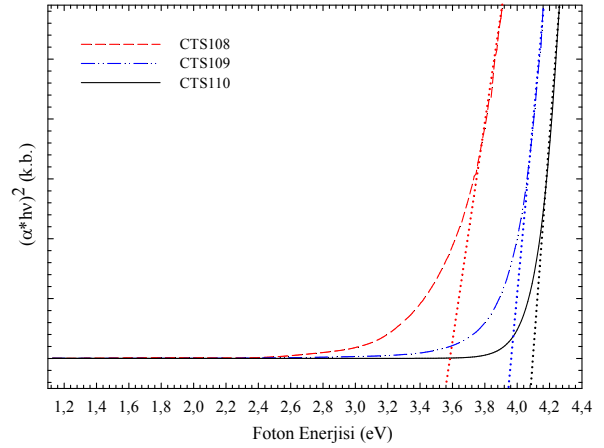
UV-Vis (200-1100 nm) spektrometre ölçümleri filmlerin görünür bölgede %80 dolayında geçirgenliğe sahip olduğunu gösterdi.

**Teşekkür:** Bu çalışma; Kalkınma Bakanlığı (P.N: 2011K120290) ve Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (P.N: 0633.STZ.2014) tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

- G. Eranna, B. C. Joshi, D. P. Runthala, R. P. Gupta, Oxide Materials for Development of Integrated Gas Sensors-A Comprehensive Review, Critical Rev. Solid State and Mater. Sci., 29, 111-188 (2004).

Belirlenen soğurma spektrumundan (Şekil.2) CTS108, CTS109 ve CTS110  $\text{Pt-SnO}_2$  ince filmlerinin yasak enerji aralıkları ( $E_g$ ), sırasıyla, yaklaşık 3.56 eV, 3.95 eV ve 4.08 eV olarak belirlendi.



Şekil.2: Numunelerin  $(\alpha \cdot h\nu)^2$  - foton enerjisi grafiği.

AFM sistemi kullanılarak numunelerin yüzey pürüzlülüklerinin bir ölçüsü olan RMS değerleri CTS108, CTS109 ve CTS110 numuneleri için, sırasıyla, 0.66 nm, 0.45 nm ve 0.26 nm olarak belirlendi. Numunelerin yüzey pürüzlülüklerindeki azalmanın, RF gücünün azalması sonucu, püskürtme kinetiğinde olan değişime bağlı olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte XRD deseninde CTS110 nolu örnekte Pt'ye ait kırınım pikinin gözlenmesi Pt katkısının bu numunede belirginleştiğini göstermektedir.  $E_g$  değerlerindeki artış da Pt miktarının artması ile ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte, bant aralığının örgü sabitine bağlılığı dikkate alındığında  $E_g$ 'de oluşan değişim püskürtme kinetiklerine de bağlı olabilecektir. Sonuç olarak:

- ✓ Pt ve  $\text{SnO}_2$  hedeflerin eş-püskürtülmesi ile Pt-katkılı  $\text{SnO}_2$  ince filmler üretildi.
- ✓ Pt katkısının artması ve RF gücünün azalması ile  $E_g$  değerinde artma, optik geçirgenlikte azalma gözlemlendi.
- ✓ RF gücünün azalması ile filmlerin yüzey pürüzlülüğünün azaldığı belirlendi.

*a-Ge/c-Ge* İnce Filmlerin Üretimi, Yapısal ve Elektriksel Karakterizasyonu

Tarık Asar\*, Yunus Çat, Veysel Baran ve Süleyman Özçelik

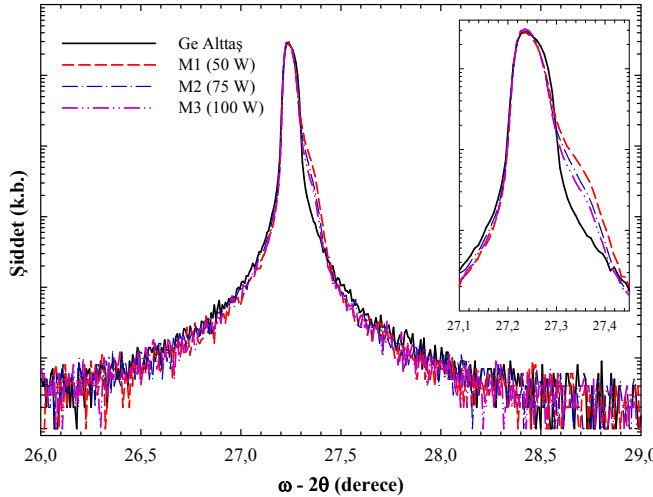
Fizik Bölümü, Fen Fakültesi, Gazi Üniversitesi, 06500, Ankara

Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gazi Üniversitesi, 06500, Ankara

\*trkasar@gazi.edu.tr

Silikon (Si), fotonik ve optoelektronik cihazlar için kullanılan temel malzemelerden biri olmasına karşın, düşük duyarlılığı nedeniyle yakın kızılötesi bölgede, popülerliğini Germanyuma (Ge) bırakmaktadır. Ge'un daha küçük yasak enerji aralığına ( $0.66 eV$ ) sahip olması, fotodetektörler, güneş hücreleri ve gama radyasyon dedektörleri gibi kızılötesi aygıtlarda sıklıkla kullanılmasına imkan sağlamaktadır [1-3].

Bu çalışmada, Czochralski tekniği ile  $n$  tipi ( $III$ ) yönelimli tek kristal Ge ( $c-Ge$ ) külçesi büyütüldü ve külçe dilimlenerek  $600 \mu m$  kalınlığında alttaşlar üretildi. Bu alttaşlar üzerine  $140 nm$  kalınlığındaki amorf Ge ( $a-Ge$ ) ince filmler, DC magnetron püskürtme sistemi kullanılarak oda sıcaklığında kaplandı.  $a-Ge$  ince film kaplama gücünün numunelerin yapısal ve elektriksel özelliklerine etkisinin incelenmesi amacıyla,  $50 W$ ,  $75 W$  ve  $100 W$  kaplama güçlerinde  $a-Ge$  ince filmler yüksek saflıkta ( $\%99.999$ ) Ge hedef kullanılarak üretildi ve sırasıyla  $M1$ ,  $M2$  ve  $M3$  olarak isimlendirildi.



Şekil.1:  $M1$ ,  $M2$  ve  $M3$  numunelerine ait XRD desenleri.

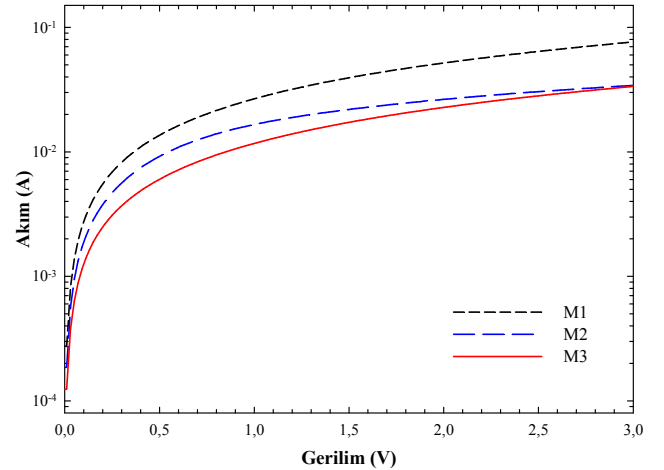
Şekil.1'de verilen X-Işını kırınımı (XRD) desenleri incelendiğinde,  $c-Ge$  alttaşlar üzerine  $a-Ge$  ince filmlerin oluşumu ve artan kaplama gücüyle beraber  $a-Ge$  ince filmlerin kristal kalitelerinin iyileştiği görülmektedir.

**Kaynakça**

1. T. Asar, S. Özçelik, Barrier enhancement of Ge MSM IR photodetector with Ge layer optimization, Superlattices and Microstructures (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.spmi.2015.10.034>.
2. M. Bosi, G. Attolini, C. Ferrari, C. Frigeri, M. Calicchio, E. Gombia, et al., Epitaxial growth and electrical characterization of germanium, Cryst. Res. Technol. 46 (2011) 813–817. doi:10.1002/crat.201000618.
3. M.B. Challan, Gamma-ray efficiency of a HPGe detector as a function of energy and geometry, Appl. Radiat. Isot. 82 (2013) 166–169. doi:10.1016/j.apradiso.2013.07.010.

Yapısal analizleri tamamlanan numunelerin elektriksel özelliklerinin incelenmesi amacıyla, numuneler litografik yöntemlerle fabrike edilerek Schottky diyotlar oluşturuldu. Fabrikasyon öncesinde, yüzeylerinden doğal oksitini kaldırılması için numuneler  $1H_2SO_4:1H_2O_2:80DI-H_2O$  solüsyonunda  $1 dakika$  bekletildi. Daha sonra durularak, kurutulan numunelerin arka yüzeylerine  $Cr/Au$  ohmic kontaklar, ön yüzeylerine ise  $Au$  Schottky kontaklar alındı.

Üretilen aygıtların oda sıcaklığında, ileri beslem karanlık akım-gerilim ( $I-V$ ) ölçümleri alındı. Elde edilen veriler kullanılarak, Şekil.2'de verilen  $I-V$  grafiği çizildi.



Şekil.2:  $M1$ ,  $M2$  ve  $M3$  numunelerine ait  $I-V$  grafiği.

Üretilen aygıtların, Schottky bariyer yüksekliği ( $\Phi_B$ ), idealite faktörü ( $n$ ) ve doyum akımı ( $I_0$ ) gibi elektriksel parametreleri belirlendi.  $M1$ ,  $M2$  ve  $M3$  aygıtlarının Schottky bariyer yükseklikleri, sırasıyla,  $0.476 eV$ ,  $0.484 eV$  ve  $0.495 eV$  olarak elde edildi.

Sonuç olarak; numunelerin kaplama güçleri, yapısal-elektriksel özellikleri dikkate alındığında, Schottky bariyer yüksekliğinin azalması, artan kaplama gücü ile iyileşen kristal kalitesine atfedilebilir.

**Teşekkür:** Bu çalışma; Kalkınma Bakanlığı (P.No: 2011K120290) ve TÜBİTAK (P.No: 115F048) tarafından desteklenmiştir.



## Farklı Üretim Parametreleri ile Üretilmiş Saydam İletken Ga Katkılı ZnO İnce Filmlerin Kristalin Büyüklükleri ve Mikro Gerilmelerinin Hesaplanması

Enver Kahveci<sup>1</sup>, Nilüfer Evcimen Duygulu<sup>2</sup>, A.Osman Kodolbaş<sup>4</sup>, F.Betül Kaynak<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi, Nanoteknoloji ve Nanotıp ABD, 06800, Ankara

<sup>2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 34210, İstanbul

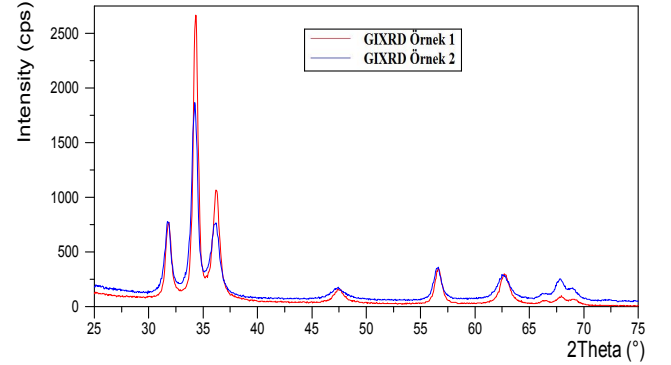
<sup>3</sup>Hacettepe Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara

<sup>4</sup>Tübitak Marmara Araştırma Merkezi, Malzeme Enstitüsü, 41470, Kocaeli

Saydam ve iletken oksitler (TCO) optik geçirgenliği elektriksel iletkenlikle birleştiren özel bir malzeme grubundadır. Birçok TCO malzemesi ikili ya da üçlü bileşiklerden oluşur ve bir ya da daha fazla metalik element içerirler [1]. TCO ince filmler geniş bant aralığına (>3eV) dayanarak  $1 \times 10^{-4}$   $\Omega$ -cm oranlarında düşük özdirenç %85 optik geçirgenlikle birlikte elde edilebilir. Ancak iletkenliğin ve optik geçirgenliğin bu dikkate değer birleşimi genellikle saf veya katkılı olmayan oksitlerde mümkün değildir ve yalnızca oksijen eksikliği ve metal fazlalığı ya da dışarıdan eklenen katkılarla (örneğin yüksek valanslı metaller) sağlanır [2].

Genel olarak, ZnO ve benzeri metal oksit malzemeler yeterince iletken değildirler, sadece katkılama ya da stokiometrik olmayan kompozisyonun sağlanmasıyla görünür bölgedeki yüksek geçirgenliklerini korurken, düşük özdirençli malzemeler haline gelebilmektedirler. Genellikle bu bağlamda ZnO içerisine; indiyum (In), galyum (Ga), indiyum-galyum (In-Ga), alüminyum (Al), galyum-magnezyum (Ga-Mg), niobiyum (Nb), bakır (Cu) gibi elementler katılanmaktadır.

Bizim çalışmamızda da Ga katkılı ZnO ince filmler kullanılmıştır. Farklı üretim parametreleri ile RF magnetron sıçratma yöntemiyle cam alttaş üzerine üretilen ZnO:Ga ince filmlerin, GIXRD (grazing incidence X-ray diffraction) yöntemi ile kristal yapı analizleri yapılmıştır. (Şekil 1)



Şekil 1: Örnek 1 ve 2 için ZnO:Ga ince filmlerin GIXRD analizi

Kristal piklerinin genişliğinde meydana gelen değişimlerden (FWHM) yararlanılarak Scherrer eşitliği [3] ile kristalin boyutunun hesaplanması mümkündür. Ancak bu formül kristal yapıda oluşan mikro gerilmenin etkisini hesaba katmaz. Sadece pikler üzerinde kristalin boyutunun etkisini göz önüne alır. Mikro gerilme ve tanecik boyut etkisini gözlemlemek için, çizgi profil analiz (Line Profile Analysis, LPA) yöntemi [4] Highscore Plus programı [5] kullanılarak ince filmlerin farklı üretim parametrelerindeki kristalin boyutları ve yüzde mikro gerilmeleri hesaplanmıştır (Tablo1).

Pos. [°2θ]	d[Å]	FWHM [°2θ]	Micro Strain [%]	Crystallite Size [Å]
31,801	2,8116	0,5461	-0,411	188,31
34,290	2,6129	0,4884	-0,383	276,43
36,186	2,4803	0,671	-0,464	112,02
47,416	1,9157	1,0978	-0,366	65,35
56,563	1,6257	0,7433	0,167	171,12
62,656	1,4815	0,9906	-0,212	82,51

Tablo1. Örnek 1 için LPA analizi sonuçları

### Kaynakça

1. Ginley D.S., Bright C., "Transparent conducting oxides" MRS Bulletin 15-18 August (2000).
2. Minami T., "Transparent and conductive multicomponent oxide films prepared by magnetron sputtering" J. Vac. Sci. Technol. A **17(4)** 1765 (1999).
3. P. Scherrer, "Bestimmung der Grösse und der inneren Struktur von Kolloidteilchen mittels Röntgenstrahlen," Nachr. Ges. Wiss. Göttingen **26** (1918).
4. T.H. de Keijser, J.L. Langford, E.J. Mittemeijer and A.B.P. Vogels, Use of the Voigt function in a single line method for the analysis of X-ray diffraction line broadening, J. Appl. Cryst. (1982)
5. HighScore Plus, Version 3.0, PANalytical B.V., Almelo, The Netherlands (2011)

## AlN/SiC Yapıların Yapısal Özellikleri

D. Demir<sup>1,2</sup>, T. Ataşer<sup>1,2,3</sup>, M. K. Öztürk<sup>1,2</sup>, G. Kurtuluş<sup>1,2</sup>, S. Özçelik<sup>1,2</sup> ve E. Özbay<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fizik Bölümü, Fen Fakültesi, Gazi Üniversitesi, 06500, Ankara

<sup>1</sup>Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gazi Üniversitesi, 06500, Ankara

<sup>3</sup>Balıkesir Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Balıkesir

<sup>4</sup>Bilkent Üniversitesi, Nanoteknoloji Araştırma Merkezi, 06800, Ankara

Farklı AlN kalınlıklarına sahip AlN tampon tabaka metal organik kimyasal buhar depozisyonu (MOCVD) ile SiC üzerine büyütüldü. Büyütülen AlN tampon tabaka kalınlıkları X ışını yansıma (XRR) tekniğiyle belirlendi. Daha sonra Yüksek çözünürlüklü XRD (HRXRD) ile William – Hall tekniğine dayalı SCHERRER, UDM, USDM ve UDEDM modelleriyle kristal boyutları, mikro yapı zor(strain) ve zorlama (stress), gelişigüzel

deformasyon enerji yoğunluğu hesaplandı. Sonuçlara göre modeller arasında uyum gözlemlendi. Kalınlığı 113 nm olan AlN tabaka geniş kristal boyutlu düşük zor, zorlama ve gelişigüzel deformasyon enerji yoğunluğu değerleri  $\theta$  (Rocking) ve  $2\theta$  (2Theta) tarama ölçümleri kullanılarak hesaplandı. Ayrıca bu iki hesap arasında uyumluluk gözlemlendi.

**Tablo 1:** 1568 nolu AlN / SiC örneğinin Scherrer ve Williamson - Hall (UDM, USDM, UDEDM) yöntemleri ile hesaplanan kristal boyutu  $d$ (nm), zor( $\epsilon$ ) ve zorlama( $\sigma$ -GPa) ile gelişigüzel deformasyon enerji yoğunluğu ( $u$ ) değerleri.

Ölçüm:	SCHERRER		W-H METODU								
	D(nm) CosTh	D(nm) SinTh	UDM		USDM			UDEDM			
			D(nm)	$\epsilon \times 10^{-3}$	D(nm)	$\sigma$ (Gpa)	$\epsilon \times 10^{-3}$	D(nm)	$u$ (kJm-3) $\times 10^{-13}$	$\sigma$ (GPa)	$\epsilon \times 10^{-3}$
ROC	24.73	10.48	9.16	2.61	9.16	0.82	2.61	9.16	1.08	0.82	2.61
2Th	20.59	12.36	10.57	2.08	10.57	0.65	2.08	10.57	0.67	0.65	2.08

### Kaynakça

1. G. Singa, K. Singh, O.P. Pandey, "Williamson- Hall study on synthesized nanocrystalline tungsten carbide (WC)", Applied Physics A, 113, 237-242 (2013).
2. J.Q. Liu, "Analysis of Modified Williamson-Hall Plots on GaN Layers", Chinese Physics Letter, 28:1, 16101-4 (2011).

## Oksijen Kısmi Basıncının NiO İnce Filmlerin Elektrokromik Özellikleri Üzerindeki Etkisi

**Gamze Atak, Özlem Duyar Coşkun**

*Hacettepe Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06800 Ankara*  
*[gbaser@hacettepe.edu.tr](mailto:gbaser@hacettepe.edu.tr), [duyar@hacettepe.edu.tr](mailto:duyar@hacettepe.edu.tr)*

Elektrokromizm, malzemeye uygulanan gerilim ile malzemenin optik özelliklerinin değişimi mekanizmasıdır. Bu değişim kontrollü ve tersinir olarak gerçekleşebilir. Elektrokromik cihazlar, bir alttaş üzerinde çok katlı ince filmlerin büyütülmesiyle hazırlanırlar. Elektrik alana bağlı olarak geçen ışık şiddetini kontrol edilebiliyor olmaları, kullanımının oldukça kolay olması ve kullanımları sırasında çok az enerji harcamalarından dolayı birçok farklı uygulama alanı bulmaktadırlar [1].

Tam bir elektrokromik (EC) cihazın şematik gösterimi Şekil 1'de görülmektedir. Alttaşın üzeri, potansiyel farkın uygulanması için şeffaf-iletken katman (ITO) ile kaplanır. ITO filmlerin üzeri anodik veya katodik EC katman ile kaplanır. Filmlerin renklenmesini sağlayan iyonların eldesi ve iletimi için elektrolite ihtiyaç vardır.

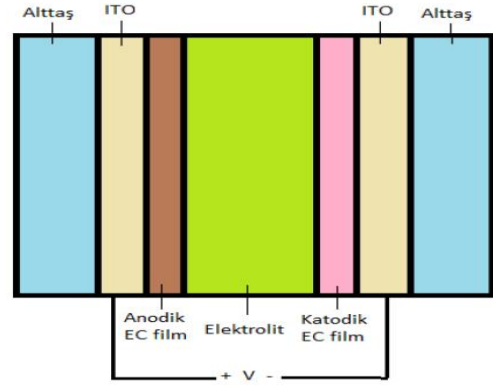
Film içerisinden iyon çıkışı ile renklenen malzemeler anodik EC malzemeler olarak adlandırılırlar. Bu çalışmada anodik EC bir malzeme olan nikel oksit ince filmlerde reaktif gazın etkisi incelenmiştir. Filmler, RF magnetron kopartma sistemi kullanılarak büyütülmüştür. Büyütme işlemi sırasında kullanılan reaktif gazın ( $O_2$ ) film özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Farklı oksijen kısmi basıncında hazırlanan NiO ince filmlerin büyütme parametreleri Tablo 1'de verilmiştir. Bu filmlerin elektrokromik özelliklerini incelemek amacıyla CV, CA ve CC eğrileri alınmıştır. Ölçümler için 0,5 M  $LiClO_4/PC$  elektrolit çözeltisi kullanılmıştır.

Filmlerin geniş bir spektral aralıkta optik modülasyon ve renklenme verimi değişimleri incelenmiştir.

**Tablo 1:** NiO filmlerin büyütme parametreleri

<b>Kopartma Modu</b>	RF magnetron kopartma
<b>Hedef</b>	NiO
<b>Hedef çapı</b>	2"
<b>Kopartma gazı</b>	Argon
<b>Hedef-alttaş arası uzaklık</b>	7 cm
<b>RF gücü</b>	75 W
<b>Alttaş sıcaklığı</b>	RT
<b>Ar çalışma basıncı</b>	35 mTorr
<b>Reaktif gaz</b>	$O_2$



**Şekil 1:** Tam bir hücreden oluşan elektrokromik cihaz :  
 Alttaş / ITO / Anodik EC film / Elektrolit / Katodik EC film  
 / ITO / Alttaş

**Teşekkür:** Bu çalışma 111T252 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. C. G. Granqvist, Handbook of Inorganic Electrochromic Materials, Elsevier, 2002

## Esnek Alttaban Üzerine Büyütülen WO<sub>3</sub> İnce Filmin Elektrokromik Özelliklerinin İncelenmesi

**Gamze Atak, Özlem Duyar Coşkun**

*Hacettepe Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06800 Ankara,  
gbaser@hacettepe.edu.tr, duyar@hacettepe.edu.tr*

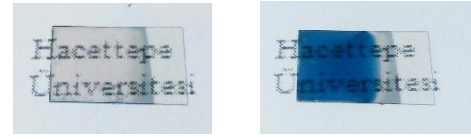
Bir alttaş üzerinde çok katlı ince filmlerin büyütülmesiyle oluşturulan elektrokromik (EC) cihazlar, üzerlerine uygulanan potansiyel farka bağlı olarak optik özelliklerini değiştirirler. Böylece, filmin geçirgenliği, yansıtması ve soğurganlığı görsel anlamda da filmin rengi değişmektedir.

Son yıllarda düşük maliyetleri ve kullanımlarının kolay olması nedeniyle esnek alttabanlı elektrokromik kaplamalara ilgi artmıştır. Esnek alttabanların kullanımını sınırlayan, üzerine düşük sıcaklıklarda kaplama yapılabilme özelliği, oda sıcaklığında hazırlanan filmler için tercih edilebilir olmasını sağlamaktadır.

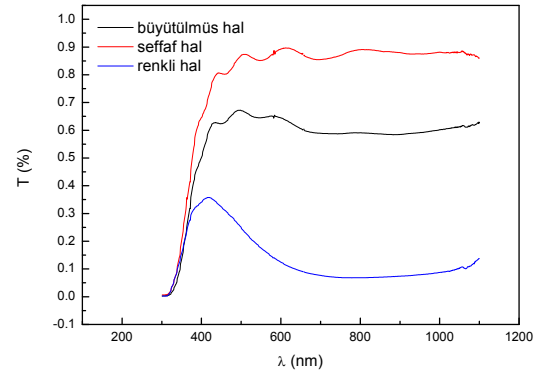
Esnek alttabanlar üzerinde büyütülen elektrokromik filmler; düşük sıcaklıklarda film büyütülmesi, çalışmalarını için düşük güç harcamaları gibi nedenlerden dolayı, enerji tasarrufuna yönelik tasarımlarda, yeşil bina uygulamalarında (akıllı cam), elektrikli araçlarda (otomatik kararan cam) ve giyilebilir elektroniklerde (esnek ekran) kullanımlarının artmasına neden olmuştur [1-3].

Bu çalışmada RF magnetron kopartma tekniği kullanılarak, ITO kaplı esnek alttabanlar üzerinde WO<sub>3</sub> ince filmler büyütülmüştür. Oda sıcaklığında hazırlanan bu filmlerin elektrokromik özelliklerini incelemek amacıyla CV, CA ve CC ölçümleri alınmıştır. Üç elektrot sistemi kullanılarak alınan bu ölçümlerde elektrolit olarak 0,01 M LiClO<sub>4</sub>/PC çözeltisi kullanılmıştır. Ölçümlerde referans elektrot olarak Ag/AgCl ve karşıt elektrot olarak da Pt elektrot kullanılmıştır. Yapılan tüm

ölçümlerde 50 mV/saniye tarama hızı ile 2V/-2V aralığı taranmıştır. Ölçümler sonucunda film içerisine giren/çıkan yük miktarları, renklenme ve şeffaflaşma zamanları, geniş bir spektral aralıkta renklenme verimi ve optik modülasyon değerleri incelenmiştir.



**Şekil 1:** ITO kaplı esnek alttaban üzerinde büyütülen WO<sub>3</sub> elektrokromik filmin şeffaf ve renkli halleri



**Şekil 2:** ITO kaplı esnek alttaban üzerinde büyütülen WO<sub>3</sub> elektrokromik filmin şeffaf ve renkli hallerdeki optik geçirgenlikleri (550nm 'de %67,6 optik modülasyon)

**Teşekkür:** Bu çalışma 111T252 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. C. Cheng vd., "Investigation of mechanical bending instability in flexible low-temperature-processed electrochromic display devices", *Thin Solid Films* 584 (2015) 94–97 (2015)
2. C.G. Granqvist, A. Azens, A. Hjelm, L. Kullman, G.A. Niklasson, D. Ronnow, M.S. Mattsson, M. Veszelei, G. Vaivars, Recent advances in electrochromics for smart windows applications, *Sol. Energy* 63 ,199 (1998).
3. E. Avendano, L. Berggren, G.A. Niklasson, C.G. Granqvist, A. Azens, Electrochromic materials and devices: brief survey and new data on optical absorption in tungsten oxide and nickel oxide films, *Thin Solid Films* 496, 30 (2006).

## WO<sub>3</sub> ve NiO Elektrokromik İnce Filmlerde Cevap Zamanı ve Hafıza Etkisinin İncelenmesi

Gamze Atak, Özlem Duyar Coşkun

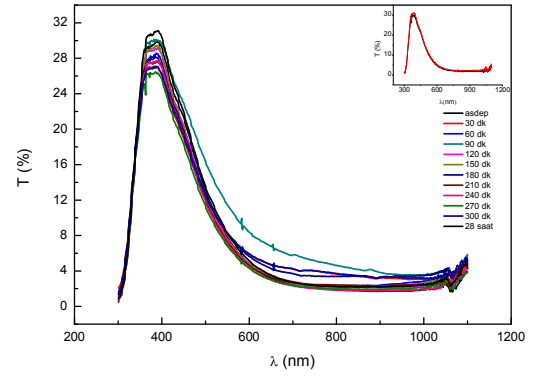
Hacettepe Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06800 Ankara  
[gbaser@hacettepe.edu.tr](mailto:gbaser@hacettepe.edu.tr), [duyar@hacettepe.edu.tr](mailto:duyar@hacettepe.edu.tr)

Bazı geçiş metallere oksitlerine bir elektrik alan yardımıyla küçük iyon yarıçaplı iyonlar sokulursa, bu metal oksitler tersinebilir ve şiddeti kontrol edilebilir bir renklenme özelliği gösterirler. Malzemelerin geçirgenliğini, soğurganlığını ve yansıtma gibi özelliklerinin bu şekilde değiştirilmesi “elektrokromizm” olarak adlandırılır [1].

Elektrokromik bir kaplama/cihazın performansını tanımlayan ve birbirleri ile karşılaştırmayı sağlayan; kaplamanın optik modülasyon değeri, renklenme verimliliği, çevrim ömrü, iyon depolama etkinliği, cevap zamanı, hafıza etkisi gibi birkaç temel parametre bulunmaktadır. Cevap zamanı, elektrokromik cihazın renkli halden şeffaf hale geçiş zamanı ve ya şeffaf halden renkli hale geçiş zamanı olarak tanımlanır. Cevap zamanının elektrokromik cihazın uygulama yerine bağlı olarak uzun veya kısa olması gerekir. Mimarı açıdan kullanılan akıllı camların cevap zamanlarının hızlı olması istenmez iken, ekran uygulamaları için kullanılacak elektrokromik kaplamaların cevap zamanının çok kısa olması istenir.

Elektrokromik kaplama/cihazlar için hafıza etkisi ise, uygulanan gerilim kaldırılınca renkli hal ya da şeffaf hal durumlarının ne kadar süre korunduğunun ölçüsüdür. Uzun hafızaya sahip bir EC kaplama/cihaz, kendisini renklendiren ya da

renksizleştiren potansiyel kaldırıldığında dahi uzun süreler boyunca durumunu korumalıdır. Bu çalışmada WO<sub>3</sub>/ITO/cam ve NiO/ITO/cam düzenlenişindeki EC yarım hücrelerin fabrikasyonu RF magnetron kopartma tekniği kullanılarak yapılmış, cevap zamanı ve hafıza etkileri incelenmiştir.



**Şekil 1:** -4V potansiyel fark altında renklendirilmiş WO<sub>3</sub>/ITO/cam EC yarım hücresinde, potansiyel fark kaldırıldıktan sonra, zamana bağlı olarak ölçülen optik geçirgenlikler

**Teşekkür:** Bu çalışma 111T252 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. C. G. Granqvist, Handbook of Inorganic Electrochromic Materials, Elsevier, 2002

## Au/P3HT/n-Si (MPS) Schottky Diyotların Akım-Gerilim Karakteristiklerinin Sıcaklığa Bağlı İncelenmesi

**Esra Yükseltürk, M. Mahir Bülbül**

*Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara*

Organik yarıiletken malzemeler, ince film elektroniğinde geniş bir uygulama alanına sahiptirler [1]. Son zamanlarda, organik yarıiletkenler kullanılarak, Schottky diyotlar hazırlanmakta ve elektronik karakterizasyonu yapılmaktadır. Yarı iletken cihazlardan oluşan organik/ polimer malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu cihazlar yüksek güç çevrim verimliliği, yüksek esneklik, düşük maliyet, düşük sıcaklık işleme ve hafif ve esnek alt taşılarıyla geniş alan uygulamalarında kullanılabilirliği gibi birçok avantajları vardır [2]. Schottky diyotunun performansı, bir metal-organik yarıiletken eklemesinin elektriksel ve elektronik karakteristiklerine bağlıdır.

Burada sunulan çalışmada Au/P3HT/n-Si (MPS) Schottky engel diyotunda (SBD) akım-gerilim (I-V) karakteristikleri sıcaklığa bağlı olarak incelendi. Au/P3HT/n-Si (MPS) Schottky diyotu için seri direnç ( $R_s$ ) ve  $\Phi_B$  değerleri Cheung ve Norde fonsiyonları kullanılarak hesaplandı. Elde edilen sonuçlar birbirleri ile karşılaştırıldı ve seri direnç ve  $\Phi_B$  değerlerinin yapının elektriksel özellikleri üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlendi.

### **Kaynakça**

1. Stallnga, P., Gomes, H.L., Murgia, M. and Müllen, K., Interface state mapping in a Schottky barrier of the organic semiconductor terrylene, *Org. Electron.*, 3, 43-51, 2002.
2. F.Yakuphanoglu, M. Shah,W.A.Farooq, *Acta Physica Polonica A* 3,120 ,2011.



## Yoğunlaştırılmış Üç Eklemlerli Güneş Hücre Yapısının Elektriksel Analizi

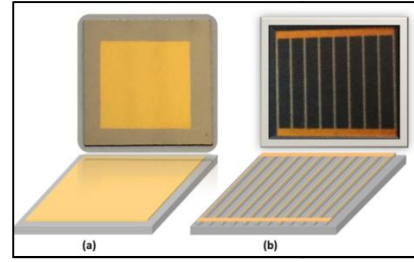
Yunus Özen<sup>1,2</sup>, Nihan Akın<sup>1,2</sup>, Barış Kınacı<sup>3</sup> ve Süleyman Özçelik<sup>1,2</sup><sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 06500, Ankara<sup>3</sup>İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Fizik Bölümü, 34134, İstanbul[yunus.ozen@gazi.edu.tr](mailto:yunus.ozen@gazi.edu.tr), [nihanakinn@gmail.com](mailto:nihanakinn@gmail.com), [baris.kinaci@istanbul.edu.tr](mailto:baris.kinaci@istanbul.edu.tr), [sozcelik@gazi.edu.tr](mailto:sozcelik@gazi.edu.tr)

Uzay uygulamalarında rakipsiz olan ve yeryüzü uygulamalarında kendine yeter enerji üretimine katkı sağlayan III-V grubu üçüncü nesil fotovoltaik (FV) hücre üretim teknolojisinin kazanımı önemlidir [1]. Son yıllarda milli uydu geliştirilmesinde ülkemizde yapılan atılımlar, bu araçlarda kullanılan güneş panellerinin yerli teknoloji ile uygun ekonomik nitelikte geliştirilmesini daha önemli kılmaktadır. FV modül üretim teknolojisinin, güneş enerjisinde watt başına enerji üretim maliyetini azaltılmasına odaklanması gereklidir. Yoğunlaştırılan güneş ışığıyla birlikte güneş hücre verimleri de artmaktadır. [2,3].

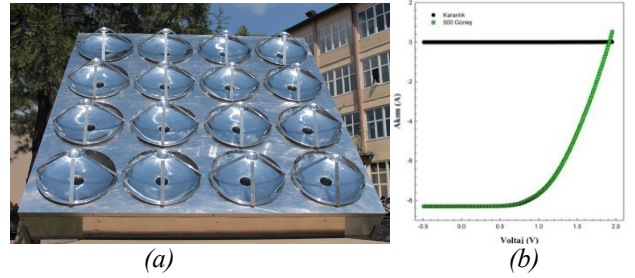
Üç eklemlerli GaInP/GaAs/Ge FV yapılar yüksek verim elde edilecek şekilde tasarlandı ve MBE tekniği ile büyütüldü. Bu yapıların litografi ve metalizasyon işlemleri yapılarak fabrikasyon ve aygıt tasarımı tamamlandı (Şekil 1). 16 parabolik aynadan oluşan yoğunlaştırıcı sistem tasarlandı ve üretildi. 16'lı parabolik yoğunlaştırıcı sistemden 500 güneş elde edildi. Hücrelerin soğutucu ile birleşimini sağlayan hücre alıcısı geliştirildi. Hücre alıcısı-soğutucu sayesinde, yoğunlaşmış güneş ışığından kaynaklanan 925 °C hücre sıcaklığının 50 °C'den daha düşük sıcaklıklara indirilmesi başarıldı. Bu bileşenlerin FV hücre ile geometrik ve optik tasarımıyla tümleştirilmesi ile prototip yoğunlaştırıcı FV (CPV) panel üretildi (Şekil 2 a).

GaInP/GaAs/Ge üç eklemlerli yapının güneş hücre parametrelerini belirlemek için akım-voltaj karakteristikleri AM1.5'e kalibre solar simülatör kullanılarak 1 güneş ve CPV sistem ile 500 güneş

altında hücre ve modül verimlilikleri elde edildi (Şekil 2 b).



Şekil 1. Güneş hücre yapılarının yapısal ve şematik gösterimi.



Şekil 2. (a) 16'lı parabolik yoğunlaştırıcı prototip sistemi, (b) GaInP/GaAs/Ge güneş hücresinin karanlık ve 500 güneş altındaki I-V grafiği.

GaInP/GaAs/Ge üç eklemlerli güneş hücresinin CPV sistem ile 500 güneş altında verimlilik değeri %30,05 olarak hesaplandı. Verimlilik değerinde ise 500 güneş altında 1 güneşe göre %32'lik bir verim artışı olduğu görüldü. Bu sonuç ışığında CPV sistem sayesinde verimlilik değerinde artış meydana geldiği belirlendi.

**Teşekkür:**

Bu çalışma Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın 00587.STZ.2010-1 kodlu SANTEZ projesi tarafından desteklenmiştir.

**Kaynakça**

1. Fraas, L., Paratin, L., "Solar Cells and Their Applications", *Second Edition, John Wiley*, 3-5 (2010).
2. Mahderekal I., Boehm R.F., "Thermal Analysis of a Concentrating Photovoltaic Receiver" *International Solar Energy Conference*, 9 : 247-255, (2004).
3. Shahjerd, D., et al, "High-efficiency thin-film InGaP/InGaAs/Ge tandem solar cells enabled by controlled spalling technology", *Appl. Phys. Lett.*, 100: 053901 (2012).



## Dört Boyutlu Blume-Emery-Griffiths Modelin Ferromanyetik ve Karışık Dört Kutuplu Faz Bölgelerinde Birer Parametre Seti için Kritik Davranışının Cellular Automaton Soğutma Algoritması ile İncelenmesi

**Ayşe Duran<sup>1</sup>, Bülent Kutlu<sup>2</sup>, Abdullah Günen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Dumlupınar Üniversitesi, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, 43020, Kütahya*

<sup>2</sup>*Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06560, Ankara*

Dört boyutlu Blume-Emery-Griffiths (BEG) model, periyodik sınır şartları altında en yakın komşu etkileşimler göz önüne alınarak Cellular Automaton soğutma algoritması ile simüle edildi. Simülasyonlar, taban durum faz diyagramında faz sınırlarının kesişim noktasına yakın  $k=K/J=-0.99$  (bikuadritik etkileşim parametresi) boyunca ferromanyetik

(F) ve  $k=K/J=-1.01$  boyunca Karışık Dört Kutuplu faz bölgelerinde  $d=D/J$  (Kristal alan parametresi) parametrelerinin değişimi ile incelendi. Simülasyonlar sonucunda faz geçişleri ve kritik sıcaklıklar tespit edilerek modelin, bu sınıra yakın bölgelerindeki kritik davranışını gösteren  $(k_B T_C/J, d)$  faz diyagramı ortaya kondu.

## SLG Alttaş Üzerine $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ İnce Filmlerinin Eş-püskürtme Tekniği ile Büyütülmesi, Sülfidasyonu ve Yapısal, Optik ve Elektriksel Özelliklerinin İncelenmesi

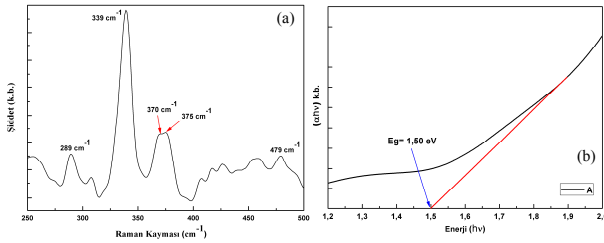
Neslihan Akçay, Emine Boyalı ve Süleyman Özçelik

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Teknikokullar, Ankara  
Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 06500, Ankara

Dörtlü bileşik yapıdaki  $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$  (CZTS) polikristal ince filmler, yaklaşık 1,5 eV'luk direk bant aralığı ve  $10^4 \text{ cm}^{-1}$ 'den daha fazla olan yüksek soğurma katsayısı ile ince film güneş hücresi uygulamaları için mükemmel elektriksel ve optik özelliklere sahip bir yarıiletken soğurucu malzemedir [1]. Shockley-Queisser teorisine göre; bu özellikler, %32'lik maksimum bir enerji dönüşüm verimliliği oluşturmaya olanak sağlar [2]. Işığın soğurulması ve taşıyıcıların oluşumu soğurucu katman malzemesinde meydana geldiği için ince film güneş hücrelerinin verimi, soğurucu malzemenin özelliklerine güçlü bir şekilde bağlıdır.

Bu çalışmada SLG (soda kireç camı) alttaş üzerine CZTS ince filmlerin oluşturulması iki aşamada gerçekleştirildi. İlk aşamada, CZTS ince filmler eş-püskürtme tekniği ile Cu, Sn ve ZnS hedef malzemeleri kullanılarak sırasıyla 75 W (DC), 20 W (RF) ve 150 W (RF) güçlerinde 45 dk süresince oda sıcaklığında biriktirildi. Büyütülen öncü filmler, ikinci aşama olarak sülfidasyon işlemine tabi tutuldu. Sülfidasyon işlemi, iki bölgeli difüzyon fırınında yapıldı. Birinci bölgede 0,5 g toz sülfür  $350^\circ\text{C}$  ve ikinci bölgede ise CZTS öncü filmler  $550^\circ\text{C}$  sabit sıcaklıkta tutularak 10-15-20-25 dk (A, B, C

ve D numuneleri) süresince zaman bağılı olarak sülfidasyon işleminden geçirildi. CZTS filmlerin, X-ışınımı kırınımı ve Raman Spektrumu analizi ile UV-VIS Spektroskopi geçirim ve Hall etkisi ölçümleri yapıldı. X-ışınımı kırınımı analizinden CZTS ince filmlerin hacim merkezli tetragonal yapıya sahip kesterit faza ait olan  $28,9^\circ$ ,  $33,18^\circ$ ,  $47,78^\circ$  ve  $56,64^\circ$ 'deki pikleri verildiği belirlendi. Bu piklerden en şiddetlisi,  $28,9^\circ$ 'deki (112) kırınım pikine ait olduğu gözlemlendi. Yapının XRD sonuçlarını destekleyen Raman spektrumunda (Şekil 1a),  $339 \text{ cm}^{-1}$ 'de kesterit CZTS'ye karşılık gelen en güçlü faz gözlemlendi. Bunun yanında CZTS'ye ait olan  $289 \text{ cm}^{-1}$  ve  $370 \text{ cm}^{-1}$ 'deki daha küçük iki pik de Raman spektrum analizinde gözlemlendi. İkincil faz olarak sadece  $375$  ve  $479 \text{ cm}^{-1}$ 'de alınan sinyaller sırasıyla  $\text{Cu}_2\text{Sn}_3\text{S}_7$  ve  $\text{Cu}_2\text{S}$  ile ilgili fazlara atfedildi. Filmin UV-VIS soğurma spektrumu (Şekil 1b) analizi ile bant aralığı hesaplandı ve 1,5 eV olarak elde edildi. Yapının Hall etkisi ölçümü sonuçları Tablo 1'de verilmektedir. Bu verilerden, geliştirilen yapının, beklendiği gibi, p-tipi iletkenlik gösterdiği ve direnç değerlerinin 0,98 ile 7,66 Ohm-cm aralığında değiştiği görüldü. Diğer elektriksel parametrelerle birlikte değerlendirildiğinde geliştirilen yapının CZTS hücrelerinde soğurucu katman olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte bu yapının büyüme, sülfidasyon ve yüzey temizleme süreçlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.



**Şekil.1:** A numunesi için (10 dk sülfidasyon) (a) Raman Spektrumu ve (b) enerjinin  $(\alpha h\nu)^2$ 'ye karşılık değişim grafiği.

**Tablo 1:** CZTS ince filmlerin Hall etkisi ölçümleri

	Direnç ohm.cm	Mobilite $\text{cm}^2/\text{V.s}$	Taşıyıcı Yoğunluğu, $\text{cm}^{-3}$	İletkenlik Tipi
A	$7,66 \times 10^0$	1,40	$5,83 \times 10^{17}$	p
B	$9,80 \times 10^{-01}$	1,15	$5,55 \times 10^{18}$	p
C	$9,78 \times 10^{-01}$	4,54	$1,40 \times 10^{18}$	p
D	$1,26 \times 10^0$	5,27	$9,43 \times 10^{17}$	p

**Teşekkür:** Bu çalışma 2011K120290 nolu proje ile Kalkınma Bakanlığı ve SLG alttaş temini Şişecam A. Ş. tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. K. Ito, T. Nakzawa "Electrical and optical properties of stannite-type quaternary semiconductor thin films" Jpn. J. Appl. Phys. 27, (1988) 2094-2097.
2. W. Shockley, H. J. Queisser "Detailed Balance Limit of Efficiency of p-n Junction Solar Cells" J. Appl. Phys. 32, (1961) 510.

## Nano Ölçekli Vanadyum Oksit İnce Filmlerin Yapısal Karakterizasyonu

Emrah Dirican<sup>1</sup>, Ercan Şener<sup>1</sup>, Ahmet Murat Yağcı<sup>1,2</sup>, Ramis Mustafa Öksüzoğlu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Anadolu Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, 26555, Eskişehir

<sup>2</sup>Mikro-Elektro-Mekanik Sistemler Araştırma ve Uygulama Merkezi (ODTÜ-MEMS)

Soğutmasız kızılötesi dedektörler oda sıcaklığı işleyişi, düşük güç tüketimi, hafiflik ve taşınabilir uygulamalar için elverişli olmaları açısından soğutmasız dedektörlere üstünlük sağlamaktadır. Soğutmasız kızılötesi dedektör, kızıl ötesi ışığa maruz bırakıldığında, sıcaklıktaki değişimleri saptamak için termal olarak izole edilmiş yarıiletken ince film pikselindeki direnç değişimini ölçen bir ayardır. Vanadyum oksit ince filmler gösterdikleri yüksek TCR (direnç sıcaklık katsayısı), uygun elektriksel direnç, düşük 1/f gürültüsü ve silikon mikro-ışılama süreçlerine katılabilirlikleri açısından soğutmasız kızılötesi dedektörlerde tercih edilmektedir [1-4].

Vanadyumun oksijenle meydana getirdiği Wadsley ( $VO$ ,  $V_2O_3$ ,  $VO_2$ ,  $V_2O_5$ ,  $V_{2n}O_{5n-2}$ ) ve Magneli fazları ( $V_nO_{2n-1}$ ) karmaşık bir bileşik sistemi oluşturmaktadır [5]. Bu fazlar arasında  $VO_2$  gösterdiği yüksek TCR değeri nedeniyle soğutmasız kızılötesi dedektörlerde tercih edilmektedir. Ancak bu fazın gösterdiği düşük MIT (metal-yalıtkan geçişi) geçiş sıcaklığı ( $\approx 68^\circ C$ ) kızıl ötesi ışımaya saptama

aralığını sınırlamaktadır. Diğer yandan  $V_2O_5$  fazı yüksek elektriksel direnç fazı olmasına rağmen yüksek TCR ve yüksek geçiş sıcaklığı göstermesi nedeniyle önemlidir [3]. Vanadyum oksit ince filmlere, üretim esnasında veya sonrasında, farklı sıcaklıklarda uygulanan ısıl işlemlerin, elektriksel özelliklerin iyileştirilmesi ve elde edilecek fazların kontrolünde kullanıldığı literatürde yapılan çalışmalarda gösterilmiştir [6]. Sonuç olarak vanadyum oksit ince filmlerin yapısal araştırması, yapısal ve elektriksel özellikler arasındaki bağıntının ortaya çıkarılması ve elektriksel özelliklerin daha hassas kontrolü için önem arz etmektedir.

Yürütülen bu çalışmada vanadyum oksit ince filmlerin ısıl işlem öncesi ve sonrası yapısal karakterizasyonları XRD, Raman ve XPS teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Filmler  $SiO_2/Si_3N_4$  alttaşlar üzerine 100nm kalınlığında “DC Magnetron Sputtering” tekniği ile üretilmiştir. Yapısal karakterizasyon teknikleri, filmlerin yapısını gösteren destekleyici sonuçlar elde etmek açısından bir arada kullanılmıştır.

### Teşekkür:

Bu çalışma 213M494 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. B. Wang et. al., “Nanostructured vanadium oxide thin film with high TCR at room temperature for microbolometer”, *Infrared Physics & Technology*, **57**, 8–13 (2013).
2. N. Fieldhouse et. al., “Electrical properties of vanadium oxide thin films for bolometer applications: processed by pulse dc sputtering”, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, **42**, 055408 (2009).
3. R.T.R. Kumar et al., “Room temperature deposited vanadium oxide thin films for uncooled infrared detectors”, *Materials Research Bulletin*, **38**, 1235–1240 (2003).
4. C. Chen et. al., “Linear uncooled microbolometer array based on  $VO_x$  thin films”, *Infrared Physics & Technology*, **42**, 87–90 (2001).
5. X. Dong et al., “Effects of duty cycle and oxygen flow rate on the formation and properties of vanadium oxide films deposited by pulsed reactive sputtering”, *Vacuum*, **104**, 97-104 (2014).
6. A Subrahmanyam et. al., “Nano-vanadium oxide thin films in mixed phase for microbolometer applications”, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, **41**, 195108 (2008)

## Biyo-aktif 2-aminobenzamide (2AB) Ligandın Kristal Yapısı, Termal ve Biyolojik Analizleri

Akif Arslan<sup>1</sup>, Ömer Çelik<sup>2</sup>, Ashabil Aygan<sup>3</sup>, Uğur Çömlekciöğlü<sup>3</sup>, Mehmet Aslantaş<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Korkut Ata Üniversitesi, Düziçi Meslek Yüksekokulu, Osmaniye

<sup>2</sup>Dicle Üniversitesi, Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi, Diyarbakır

<sup>3</sup>KSÜ, Biyoloji Bölümü, 46100 Aşar Kampusu, Kahramanmaraş

<sup>4</sup>KSÜ, Fizik Bölümü, 46100 Aşar Kampusu, Kahramanmaraş

2-aminobenzamide (2AB) ve türevleri kimyasal reaksiyonlarda ve kompleks biyolojik sistemlerde önemli fonksiyonlara sahip çok yönlü biyo-aktif moleküllerdir. Moleküler yapılarda hidrojen bağlarının önemli rolü olduğu için, 2AB molekülünün kristal yapısı X-ışını kırınımı yöntemiyle aydınlatılarak molekül-içi ve moleküller-arası C-H...O ve N-H...O hidrojen bağlarının karakteristiği yeniden belirlenmiştir. Diğer taraftan

2AB'nin üç aşamada bozunma göstererek kütle kaybına uğradığı ve 99°C ye kadar termal kararlılığını koruduğu görülmüştür. Biyo-aktif bir molekül olan 2AB'nin, biyolojik açıdan genel bir değerlendirilmesi yapılarak; bakteriler üzerinde antimikrobiyal etki spektrumu ile endo-1,4-β-ksilanaz ve endo-1,4-β-glukanaz enzimlerin aktiviteleri üzerine etkileri test edildi.

## AlInN/AlN/GaN HEMT Yapıların Yapısal Özellikleri

T. Ataşer<sup>1,2</sup>, M. Tamer<sup>1,3</sup>, M. K. Öztürk<sup>1,4</sup>, S. Çörekçi<sup>1,5</sup>, Y. Baş<sup>1</sup>, A. Gültekin<sup>1</sup>, G. Kurtuluş<sup>1</sup>, S. Özçelik<sup>1,4</sup>, E. Özbay<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara

<sup>2</sup>Balıkesir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Balıkesir

<sup>3</sup>Zirve Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Gaziantep

<sup>4</sup>Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Ankara

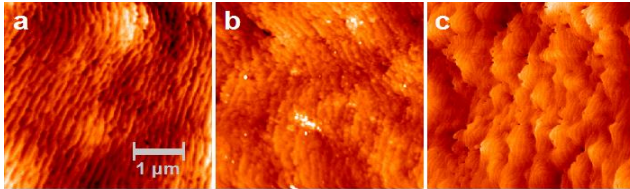
<sup>5</sup>Kırklareli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, 39000, Kırklareli

<sup>6</sup>Bilkent Üniversitesi, Nanoteknoloji Araştırma Merkezi, 06800, Ankara

Farklı indiyum (In) katkılarına sahip AlInN bariyerli AlInN/AlN/GaN yüksek elektron mobiliteli transistor yapılar metal organik kimyasal buhar depozisyonu ile safir alttaşlar üzerine büyütüldü. Oda sıcaklığında yapıların taşıyıcı yoğunluğu ve mobiliteleri Hall-Etkisi ölçümleri ile belirlendi. Heteroyapıların yapısal özellikleri yüksek çözünürlüğe sahip X-ışını Kırınımı ve Atomik Kuvvet Mikroskobu ile araştırıldı. Deneysel sonuçlar GaN içindeki vida ve kenar tipi dislokasyon yoğunluklarının In katkısına bağlı olarak önce arttığını, daha sonra azaldığını gösterdi. Yüzey analizi GaN kep tabakaların yüzey özelliklerinin kep tabaka kalınlığına bağlı olduğunu açık bir biçimde ortaya koydu.

**Tablo 1:** Yapılardaki bariyer tabakaların In kompozisyonları, kep tabakaların kalınlıkları ( $d$ ), GaN tabakaların dislokasyon yoğunlukları ( $D$ ) ve yapılar için iletim özellikleri: taşıyıcı mobilitesi ( $\mu$ ) ve taşıyıcı yoğunluğu ( $n$ )

In katkı %	$d$ nm	$D_{\text{vida}} \times 10^4 \text{ cm}^{-2}$	$D_{\text{kenar}} \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$	$\mu \times 10^3 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$	$n \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$
10.9	1	1.68	2.8	1.03	2.80
13.6	2	13.8	90	1.10	2.85
13.8	4	0.42	15.8	1.50	3.20



**Şekil 1:** İncelenen yapıların GaN kep tabakaları yüzeyi üzerinden alınan Atomik Kuvvet Mikroskobu görüntüleri. Tarama alanı:  $4\mu\text{m} \times 4\mu\text{m}$ . Kep tabaka kalınlıkları: **a** 1 nm, **b** 2 nm, ve **c** 4 nm.

#### Teşekkür:

Bu çalışma 2011K120290 nolu proje ile Kalkınma Bakanlığı ve 111M237 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

## Ga<sub>0.42</sub>In<sub>0.58</sub>P/Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As Güneş Hücresinde In Oranının (x) Hücre Verimi Üzerine Etkisi

Tuğçe Ataşer<sup>1,2</sup>, Orhan Zeybek<sup>2</sup>, Süleyman Özçelik<sup>1,3</sup>

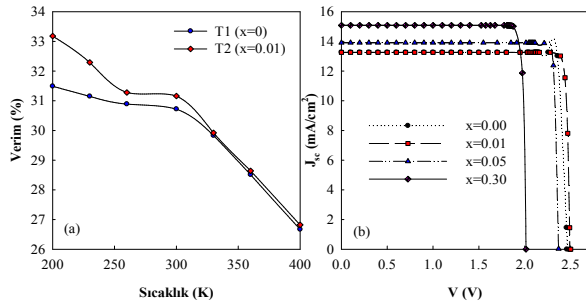
<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara

<sup>2</sup>Balıkesir Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Balıkesir

<sup>3</sup>Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Ankara

[tgcmutlu@gmail.com](mailto:tgcmutlu@gmail.com), [sozcelik@gazi.edu.tr](mailto:sozcelik@gazi.edu.tr)

III-V grubu yarıiletken malzemeler kullanılarak 0.2-3.4 eV arasında değişen direkt yasak enerji aralığı değerine sahip fotodetektör, yarıiletken lazer, güneş hücresi ve ışık yayan diyot gibi yapılar elde edilebilir [1]. Direkt yasak enerji aralıklı III-V grup yarıiletkenler kullanılarak yüksek verimli güneş hücresi yapıları elde etmek mümkündür [2,3]. Dimroth ve arkadaşlarının yapmış oldukları deneysel çalışmada iki eklemlili güneş hücresi yapılarında alt hücrenin indiyum (In) içeriğinin değiştirilerek yasak enerji aralığı değerinin düşürülmesi ile hücrenin veriminde artış gözlenmiştir [4].



**Şekil 1:** (a) T1 ve T2 yapılarının teorik olarak hesaplanan verim değerlerinin sıcaklığa bağlı değişimleri (b) In oranlarına bağlı akım yoğunluğunun voltaja göre değişimleri

Bu çalışmada, Ga<sub>0.42</sub>In<sub>0.58</sub>P/Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As iki eklemlili güneş hücresi yapısında, akım uyumunu da koruyacak şekilde, In içeriğinin değişmesinin hücre çıktı parametrelerine etkisi teorik olarak araştırıldı. Bu kapsamda, Ga<sub>0.42</sub>In<sub>0.58</sub>P/Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As iki eklemlili güneş hücresi yapıları In içeriği (x) 0-0.30 aralığında seçilerek hücre tasarımları yapıldı. Analitik güneş hücre modeli yönetimine göre [5] tasarlanan yapılar içerisinde x=0 ve x=0.01

### Teşekkür:

Bu çalışma 2011K120290 nolu proje ile Kalkınma Bakanlığı tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. A. van Geelen, P.R. Hageman, G.J. Bauhuis, P.C. van Rijsingen, P. Schmidt, L. J. Giling, "Epitaxial lift-off GaAs solar cell from a reusable GaAs substrate", *Materials Science and Engineering*, No B45, 162 (1997).
2. Lewis Fraas, Larry Partain, "Solar Cells And Their Applications", A John Wiley & Sons, Second Edition, 293 (2010).
3. S. M. Durbin and J. L. Gray, "Numerical Modeling of Photon Recycling in Solar Cells", *IEEE Transactions On Electron Devices*, No 2, 239 (1994).
4. F. Dimroth, P. Lanyı, U. Schubert, and A.W. Bett, "MOVPE Grown Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As Solar Cells for GaInP/GaInAs Tandem Applications", *Journal of Electronic Materials*, No 1, 42 (2000).
5. Luis Castañer and Santiago Silvestre Universidad Politecnica de Cataluııa, "Modelling Photovoltaic Systems using PSpice", John Wiley&Sons, 22(2002).

değerleri bir örnek olarak sunuldu ve bu hücreler sırasıyla T1 ve T2 olarak isimlendirildi. Bir güneş hücresinin performansı hakkında bilgi, akım yoğunluğu-voltaj (J-V) eğrisi incelenerek elde edilebilir. T1 ve T2 yapıları için teorik olarak akım yoğunluğu (J<sub>sc</sub>), voltaj (V<sub>oc</sub>), dolun faktörü (FF) ve hücre verimi (η) değerleri sıcaklığa bağlı olarak hesaplandı ve kıyaslandı. T1 ve T2 yapılarının veriminin sıcaklığa göre değişimi Şekil 1a'da sunuldu. Sıcaklık arttıkça verimin azaldığı gözlemlendi. Ayrıca iki yapının belli bir sıcaklık değerinde verimleri kıyaslandığında T2 yapısının (x=0.01) veriminin daha yüksek olduğu belirlendi. Bununla birlikte x değerinin 0.01'den büyük olduğunda hücre veriminin azaldığı belirlendi (Şekil 1b). 200K, 300 K ve 400 K sıcaklık değerleri için hesaplanan T1 ve T2 yapılarının hücre çıktı parametreleri Tablo 1'de kıyaslamalı olarak sunuldu.

**Tablo 1:** 200K, 300K ve 400K sıcaklık değerleri için hesaplanan T1 ve T2 yapılarının hücre çıktı parametreleri

Hücre Çıktı Parametreleri		J <sub>sc</sub> (mA/cm <sup>2</sup> )	V <sub>oc</sub> (V)	FF	H (%)
200K	T1	12.13	2.70	0.96	31.49
	T2	12.13	2.84	0.96	33.18
300K	T1	13.26	2.45	0.94	30.72
	T2	13.26	2.49	0.94	31.16
400K	T1	13.68	2.12	0.91	26.67
	T2	13.68	2.14	0.91	26.82

Sonuç olarak Ga<sub>0.42</sub>In<sub>0.58</sub>P/Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As iki eklemlili güneş hücresi yapısında In oranının 0.01 olduğu durumda verimlilik değerinin maksimum olduğu gözlemlendi.



Cu Katkılı MgSiP<sub>2</sub> Bileşiğinin Elektronik ve Optik Özelliklerinin İncelenmesi

Belgin Koçak, Yasemin Öztekin Çiftci

Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

Üçlü A<sup>II</sup>B<sup>IV</sup>C<sup>V</sup><sub>2</sub> tipi yarıiletken bileşiklerine spintronik, fotovoltaik, optoelektronik ve non-lineer optik gibi teknolojik alan uygulamalarına uygun bileşikler oldukları için gün geçtikçe daha fazla ilgi artmaktadır. Kolaylaşan bilgisayar hesaplamalarıyla Si, Ge veya GaAs gibi teknolojik öneme sahip yarıiletkenlere alternatif olabilecek çok sayıda yeni birleşik tasarlanmaktadır [1-4]. Yakın zamanda, Krivosheeva ve arkadaşları [4] tarafından II-IV-V<sub>2</sub> (II=Be, Zn, Cd; IV= Si, Ge; V=P, As) kalkopiritlerine 3d metallerinden V, Cr, Mn, Fe, and Co katkılanarak elektronik ve manyetik özellikleri, yoğunluk fonksiyonel teorisi çerçevesinde Perdew ve Wang tipi GGA yaklaşımı kullanılarak araştırıldı. 3d metalleri incelenen kalkopirit bileşiklerine katkılındıkça yarıiletken özelliklerinin değiştiği malzemelerin yarı-metalik veya metalik özellik sergilemeye başladığı görüldü. Bu çalışmada 3d metalleriyle katkılanan bu bileşiklerin yarı-metalik özellik göstermeleri nedeniyle manyetik sensör, bellek elemanı ve spintronik aygıt yapımında kullanılabileceği önerildi.

Bu çalışmada yarıiletken MgSiP<sub>2</sub> bileşiğine 3d metallerinden Cu elementi % 0-100 oranında katkılanarak bileşiğin yapısal, elektronik ve optik özelliklerini nasıl değiştiği, VASP kodu [5] kapsamında yoğunluk fonksiyonel teorisi (DFT) çerçevesinde Perdew-Burke-Ernherzof (PBE) tipi genelleştirilmiş gradyent yaklaşımı (GGA) ile 500 eV'luk kesme enerjisi ve 4x4x4'lük k-noktası gridler kullanılarak incelendi. İlkel birim hücrelerinde sekiz atom bulunan cisim merkezli tetragonal yapı 2x2x2'lik bir süper hücre üzerine kurularak 64 atomdan oluşan bir yapı oluşturuldu. Örgü geometrisi ve iyonik konumları tamamen serbest bırakarak optimizasyon gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlar Tablo 1 ile sunuldu. MgSiP<sub>2</sub> bileşiği dışındaki bileşikler için kıyaslayabileceğimiz literatürde bir

çalışma şu ana kadar bulunmadığı için hesaplamaları karşılaştırmak için Vegard kuralı kullanıldı. Mg<sub>1-x</sub>Cu<sub>x</sub>SiP<sub>2</sub> için sapma değeri -0.45 Å olarak bulundu.

Tablo 1: Mg<sub>1-x</sub>Cu<sub>x</sub>SiP<sub>2</sub> için hesaplanan örgü sabitleri.

Bileşik	Referanslar	a (Å)	c(Å)	c/a
MgSiP <sub>2</sub>	Bu çalışma (GGA-PBE)	5.748	10.235	1.781
	Deney <sup>6</sup>	5.720	10.120	1.77
Mg <sub>0.75</sub> Cu <sub>0.25</sub> SiP <sub>2</sub>	Bu çalışma (GGA-PBE)	5.663	10.183	1.798
Mg <sub>0.5</sub> Cu <sub>0.5</sub> SiP <sub>2</sub>	Bu çalışma (GGA-PBE)	5.566	10.146	1.823
Mg <sub>0.25</sub> Cu <sub>0.75</sub> SiP <sub>2</sub>	Bu çalışma (GGA-PBE)	5.415	10.314	1.905
CuSiP <sub>2</sub>	Bu çalışma (GGA-PBE)	5.305	10.320	1.945

Elde edilen örgü sabitleri ile yüksek simetri noktalarına karşılık gelen elektron bant yapıları ve parçalı ve toplam durum yoğunlukları incelendi. MgSiP<sub>2</sub> ve CuSiP<sub>2</sub> bileşikler doğrudan bant aralığına sahip yarıiletken bileşikler olduğu bulundu. Ancak Cu konsantrasyonu %25, %50 ve %75 olan bileşiklerde valans bandı maksimumu Fermi enerjisi seviyesinde üstünde bulunması bileşiklerin elektronik özelliklerini değiştirmiştir. Mg<sub>0.75</sub>Cu<sub>0.25</sub>SiP<sub>2</sub>, Mg<sub>0.5</sub>Cu<sub>0.5</sub>SiP<sub>2</sub> ve Mg<sub>0.25</sub>Cu<sub>0.75</sub>SiP<sub>2</sub> bileşikler bu yapıda yarı-metalik özellik sergilemektedir. Mg<sub>1-x</sub>Cu<sub>x</sub>SiP<sub>2</sub>'de, MgSiP<sub>2</sub> bileşiğine Cu katkılındıkça enerji bant aralığı değeri gittikçe azalmaktadır.

Son olarak pratikte bileşiklerin kullanılabilirliğini ifade etmek ve elektronik özellikler hakkında daha geniş bilgi elde etmek için incelediğimiz malzemelerin optik özellikleri (dielektrik sabitleri, kırılma indisi sönüm katsayısı optiksel yansıtma ve enerji kayıp spektrumu) ayrıntılı olarak incelendi.

## Kaynakça

1. J. L. Shay, J. H. Wernick, "Ternary Chalcopyrite Semiconductors: Growth, Electronic Properties and Applications", Pergamon Press, Oxford, 1975.
2. H. M. Huang, S. J. Luo, K. L. Yao, "First Principles Study of Half-Metallic and Magnetic Properties of V Doped MgSiN<sub>2</sub> Chalcopyrite", J. Supercond Nov Magn, **27**, 257-261 (2014).
3. P. Palacios, K. Sánchez, J. C. Conesa, J. J. Fernández, P. Wahnón, "Theoretical modelling of intermediate band solar cell materials based on metal-doped chalcopyrite compounds", Thin Solid Films, **515**, 6280-6284 (2007).
4. V. Krivosheeva, V. L. Shaposhnikov, V. E. Borisenko, J-L. Lazzari, "Magnetic properties of A<sup>II</sup>-B<sup>IV</sup>-C<sup>V</sup><sub>2</sub> chalcopyrite semiconductors doped with 3d-elements", Phys. Status Solidi B, 1-13 (2014).
5. G. Kresse, J. Hafner, "Ab initio molecular dynamics for liquid metals", Phys. Rev. B, **47**, 558 (1994).
6. Landolt-Bornstein, in Condensed Matter, Ternary Compounds, Organic Semiconductors, New Series, Group III, edited by O. Madelung, U. Rossler and M. Schulz, Vol. 41E (Springer-Verlag, Berlin, 2000).

## ALD Tekniği ile Oluşturulan Au/TiO<sub>2</sub>/n-Si Diyotların Elektriksel ve Foto-iletim Özelliklerinin Oda Sıcaklığında İncelenmesi

Yasemin Şafak Asar, Şemsettin Altındal

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi Fizik Bölümü, 06500, Ankara

Bu çalışmada ALD tekniği ile oluşturulan Au/TiO<sub>2</sub>/n-Si diyotlarda akım-voltaj (I-V) karakteristikleri karanlık ve ışık şiddetine bağlı olarak  $\pm 6$  V aralığında incelendi. Doğru beslem I-V ölçümlerinden ters doyum akımı ( $I_0$ ), sıfır beslem engel yüksekliği ( $\Phi_{b0}$ ) ve idealite faktörü ( $n$ ) değerleri aydınlatma şiddetine bağlı olarak hesaplandı ve elde edilen değerler Tablo 1’de verildi. Deneysel sonuçlar  $\Phi_{b0}$ ,  $n$ ,  $R_s$  ve  $I_0$  değerlerinin aydınlatma şiddetine oldukça bağlı olduğunu gösterdi.  $\Phi_{b0}$  ve  $R_s$  değerleri artan aydınlatma şiddeti ile neredeyse lineer olarak azalırken  $I_0$  ve  $n$  değerleri ise artmaktadır.  $I_0$  değerindeki artma elektron-hol çiftlerinin oluşmasına ve eklemdeki elektrik alan altında farklı yönlerde hareket etmesine atfedildi.  $n$ -değerlerinin yüksek olması arayüzey tabakanın varlığına, engel homojensizliğine ve n-Si/TiO<sub>2</sub> arayüzey durumlarının özel bir dağılımına atfedildi.

Şekil 1’den görüleceği üzere akım değeri orta gerilim bölgesinde artan voltajla lineer olarak artarken, yeterince yüksek gerilimlerde seri direnç ve yalıtkan tabaka varlığı ile lineerlikten sapmaktadır. Bu nedenle hem  $R_s$  hem de  $\Phi_b$  değerleri modifiye edilmiş Norde fonksiyonları hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 1’de verildi.

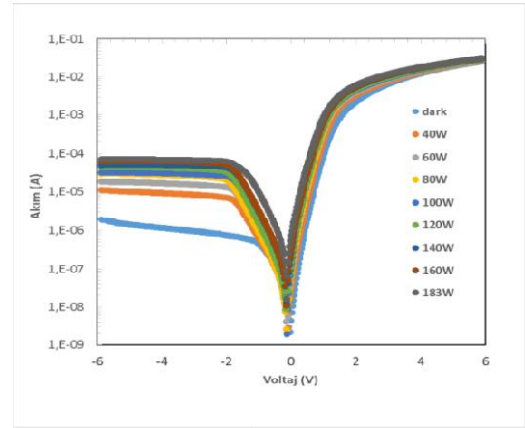
**Tablo 1:** Au/TiO<sub>2</sub>/n-Si Schottky engel diyot için hesaplanan bazı elektriksel parametreler

	$n$	$\Phi_b$ (I-V) (eV)	$I_0$ (A)	$\Phi_b$ (Norde) (eV)	$R_s$ ( $\Omega$ )
<b>Karanlık</b>	3.65	0.783	$7.62 \times 10^{-09}$	0.862	1230
<b>40W</b>	4.01	0.743	$3.73 \times 10^{-08}$	0.820	807
<b>60W</b>	4.10	0.723	$8.35 \times 10^{-08}$	0.786	832
<b>80W</b>	4.18	0.717	$1.05 \times 10^{-07}$	0.780	835
<b>100W</b>	4.28	0.706	$1.64 \times 10^{-07}$	0.760	705
<b>120W</b>	4.33	0.703	$1.82 \times 10^{-07}$	0.758	651
<b>140W</b>	4.63	0.684	$3.87 \times 10^{-07}$	0.740	485
<b>160W</b>	4.67	0.682	$4.20 \times 10^{-07}$	0.748	267
<b>183W</b>	5.05	0.662	$9.59 \times 10^{-07}$	0.723	201

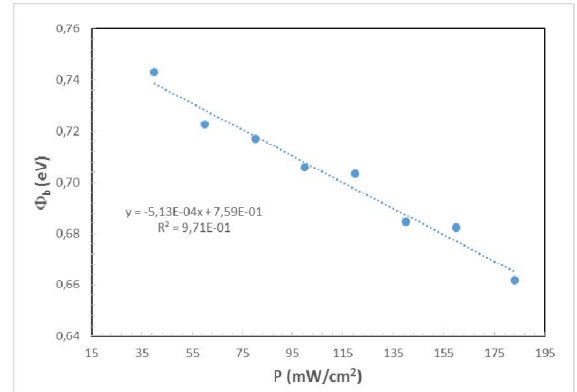
Aydınlatma şiddetiyle  $\Phi_b$  değeri aşağıdaki şekilde değişmektedir ve Şekil 2’de verilmiştir.

$$\Phi_{b0} = \Phi_b - \alpha P$$

Burada  $\alpha$ , aydınlatma şiddetine bağlı  $\Phi_b$ ’deki değişim katsayısı  $\Phi_{b0}$  ise sıfır aydınlatmadaki engel yüksekliği olup sırasıyla  $-5.13 \times 10^{-4}$  eV/W ve 0.759 eV olarak elde edildi.



**Şekil 1:** Au/TiO<sub>2</sub>/n-Si diyotlarda karanlık ve ışık şiddetine bağlı ölçülen akım-voltaj eğrisi



**Şekil 2:** Au/TiO<sub>2</sub>/n-Si diyotlarda engel yüksekliğinin ışık şiddetine bağlı değişim grafiği

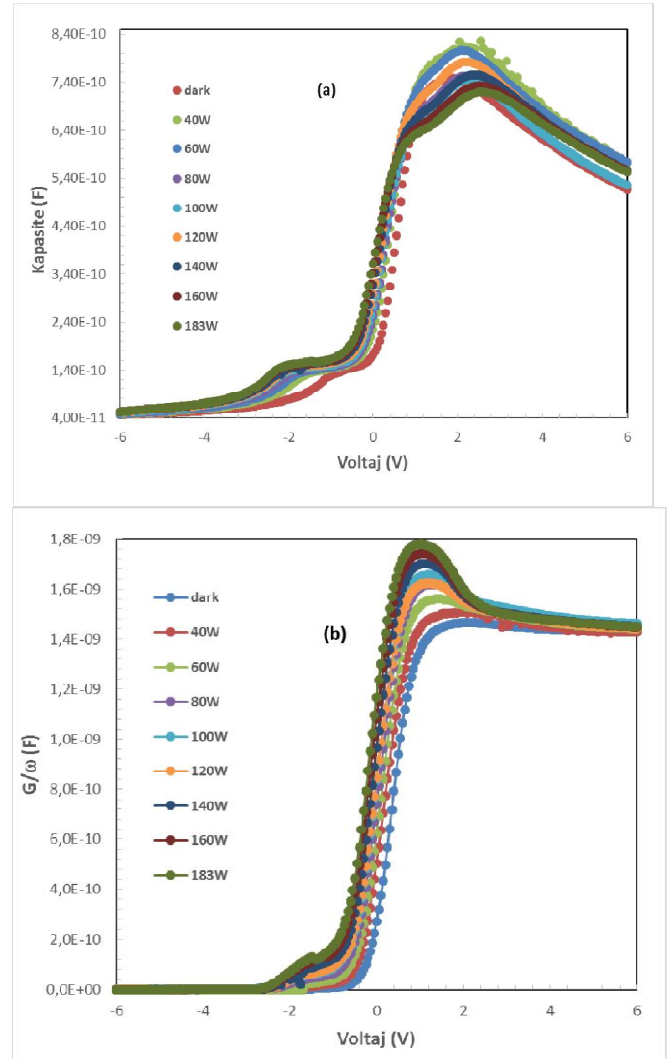
## Au/TiO<sub>2</sub>/n-Si Diyotlarda Aydınlatma Şiddetinin Doğru ve Ters Beslem C-V ve G/ω-V Karakteristikler Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Şemsettin Altındal<sup>1</sup>, Yasemin Şafak Asar<sup>1</sup>, İkram Orak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi Fizik Bölümü, 06500, Ankara

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, Bingöl

Bu çalışmada, hazırlanan Au/TiO<sub>2</sub>/n-Si diyotların elektriksel özellikleri geniş bir aydınlatma şiddeti aralığında (0-183W) ve 1MHz frekansta elde edilen doğru ve ters beslem kapasite-voltaj (C-V) ve iletkenlik-voltaj (G/ω-V) ölçümlerinden yararlanılarak incelendi. Deneysel sonuçlar; yapının seri direnci (R<sub>s</sub>), arayüzey durumları (N<sub>ss</sub>), tüketim tabakasının kalınlığı (W<sub>D</sub>), potansiyel engel yüksekliği (Φ<sub>b</sub>) gibi temel elektriksel parametrelerin aydınlatma şiddetine oldukça bağlı olduğunu gösterdi. Artan aydınlatma şiddetiyle kapasite ve iletkenlik değerlerindeki artış, aydınlatma etkisiyle meydana gelen elektron-deşik çiftlerinin oluşumuna atfedildi. Hem C-V hem de G/ω-V eğrilerinde; terslenim, tüketim ve yığılma bölgeleri açıkça görülmektedir. Bu davranış, MIS veya MOS tipi yapılara benzerlik gösterir (Şekil 1 (a) ve (b)). Şekil 1'deki eğrilerde terslenim ve tüketim bölgesindeki aydınlatma şiddetine bağlı yarımalar arayüzey durumlarının n-Si/TiO<sub>2</sub> arayüzeyindeki özel bir dağılıma; yığılma bölgesinde gözlenen pikler ise seri direnç etkisine ve arayüzey tabakanın varlığına atfedildi. Bu nedenle, R<sub>s</sub> değerinin ölçülen C-V ve G/ω-V eğrileri üzerine etkisini elimine etmek için bu eğriler Nicollian ve Brews metodu kullanılarak düzeltildi. Voltaja bağlı N<sub>ss</sub> durumlarının dağılım profili karanlık-ışık altındaki C-V ölçümlerinden faydalanılarak elde edildi. Işık altında elde edilen deneysel sonuçlar hazırlanan Au/TiO<sub>2</sub>/n-Si diyotların bir fotodedektör olarak da kullanılabileceğini gösterir.



Şekil 1: Au/TiO<sub>2</sub>/n-Si diyot için (a) kapasite (b) iletkenlik değerlerinin aydınlatma şiddeti ve uygulanan voltaja göre değişim grafikleri

## Farklı Arayüzey (Zn-PVA) Tabakalı Al/p-Si (MPS) Yapıların Hazırlanması ve Elektriksel Özelliklerinin I-V ve C/G-V Ölçümleri Kullanılarak İncelenmesi

Behiza Bilgen Benli<sup>1</sup>, Şemsettin Altındal<sup>2</sup>, İbrahim Uslu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, İleri Teknolojiler ABD, 06500 Teknikokullar, Ankara

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500 Teknikokullar, Ankara

Bu çalışmada, arayüzey tabakanın kalınlığının temel elektriksel parametreler üzerine etkisinin belirlemek amacıyla beş farklı kalınlıktaki (5 nm, 10 nm, 20 nm, 30 nm, 50 nm) 0.03 Zn-katkılı Polyvinyl alkol (PVA) arayüzey tabakası Al ile p-Si arasına sandiviciçlendi. Hazırlanan bu yapıların idealite faktörü ( $n$ ), ters-beslem doyum akımı ( $I_o$ ), sıfır beslem engel yüksekliği ( $F_{Bo}$ ), seri ve kısa devre dirençleri ( $R_s$  ve  $R_{sh}$ ) ve doğrultma oranları ( $RR=I_F/I_R$ ) gibi temel diyot parametreleri doğru ve ters beslem akım-voltaj (I-V) ölçümleri kullanılarak elde edildi ve karşılaştırıldı. Arayüzey durumlarının ( $N_{ss}$ ) enerjiye bağlı dağılım profilleri de,  $F_{Bo}$  ve  $n$  değerlerinin voltaja bağlı değişimi dikkate alınarak her beş numune için elde edildi. 1 MHz'de doğru ve ters beslem kapasitans-voltaj (C-V) iletkenlik-voltaj ( $G/w$ -V) ölçümlerinden de engel yüksekliği ( $F_B(C-V)$ ), alıcı katkı atomlarının konsantrasyonu ( $N_a$ ),  $R_s$  ve tüketim tabakasının genişliği ( $W_D$ ) değerleri hesaplanarak kıyaslandı.

C-V eğrileri tüm numuneler için doğru gerilim altında anormal bir pik verdiği ve daha ileri voltajlarda ise negatife gittiği gözlemlendi. Bu durum  $N_{ss}$ ,  $R_s$  ve arayüzey tabakanın varlığına atfedildi. Elde edilen deneysel sonuçlar, neredeyse tüm bu elektriksel parametrelerin arayüzey tabakasının kalınlığı ve homojenliğine oldukça bağlı olduğu gözlemlendi. Bu çalışmada, hazırlanan bu numuneler içinde 5 nm kalınlıklı Zn-katkılı Polyvinyl alkol (PVA) arayüzey tabakaya sahip numunenin  $R_s$ ,  $R_{sh}$ ,  $RR$  ve  $N_{ss}$  açısından en iyi performansa sahip olduğu gözlemlendi. Yeterince yüksek kalınlıklara gidildikçe ( $d_i \geq 30nm$ ) hazırlanan yapıların performansının düştüğü gözlemlendi. PVA'nın iletkenliğini artırmak amacıyla katkılanan Zn miktarının da elektriksel ölçümler üzerinde son derece etkili olduğu bilinmektedir. Ancak, bu çalışmada %3 Zn katkılanan PVA arayüzey tabakası seçilmiştir ve katkı miktarına bağlı olarak ikinci bir çalışmanın da tarafımızdan gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Arayüzey tabakanın etkileri; I-V, C-V ve G/w-V karakteristikleri; Seri direnç ve arayüzey durumlarının dağılım profili; Negatif kapasitans

## 0 ve 1 Boyutlu Gümüş Nanoyapıların Yüzeyde Güçlendirilmiş Raman Saçılması Aktivitesinin Karşılaştırılması

Özge Demirtaş<sup>1,2</sup>, Recep Yüksel<sup>2,3</sup>, H. Emrah Ünalın<sup>2,3,4</sup>, Alpan Bek<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

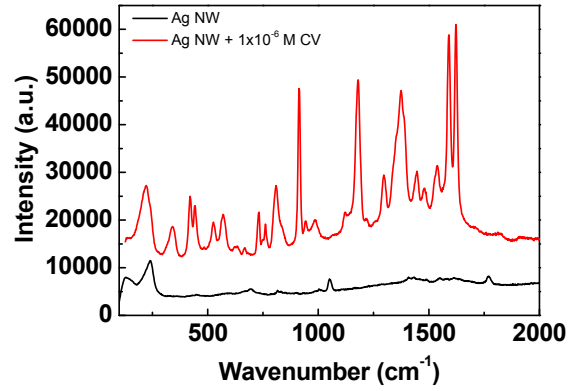
<sup>2</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (GÜNAM), 06800, Ankara

<sup>3</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mikro ve Nanoteknoloji Programı, 06800, Ankara

<sup>4</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara

Raman saçılması kesit alanı çok küçük ve sinyalin gözlenmesi zor olduğu için, Yüzeyde Güçlendirilmiş Raman Saçılması (YGRS) etkisinin keşfedilmesi çok önemlidir. YGRS, elektromanyetik alan artırımı ile titreşimsel özellikleri inceleyen güçlü bir tekniktir [1]. Az miktarda numune kullanılması, çok fazla veri elde edilmesi ve yüzey seçiciliği bu alanı daha da değerli hale getiren etmenlerdir. Güçlenmenin sebebi gelen elektromanyetik alan ile iletim elektronlarının uyarılmasıyla yüzey plazmonları tarafından oluşturulan metal yüzeydeki bölgesel alan arasındaki farktan kaynaklanmaktadır [2]. Alt tabakanın yapısı YGRS'den iyi bir sonuç almak için oldukça kritiktir. Metal yüzeylere tutunan birçok moleküle ek olarak, gümüş nanoparçacıkların koloidal süspansiyonları gibi sıvı-katı örnekler güçlendirme faktörünün artırılması için yapılan nanoyapı araştırmalarının ilgi alanına girmiştir [3]. Bu çalışmada cam üzerine yığılı Ag nanotel ve

Ag nanoparçacık düzensiz yapıların üzerine ayrı ayrı crystal violet (CV) ve Brilliant Cresyl Blue molekülleri tutturularak ve bu moleküllerin düz cam yüzey üzerinde verdikleri sinyal referans alınarak ölçülmüş olan Raman sinyallerindeki YGRS etkisini inceledik.



Şekil 1: Ag nanoteller ve CV tutturulmuş Ag nanotellerin Raman ölçümlerinin karşılaştırması

### Kaynakça

1. K. A. Willets, R. P. V. Duyne, "Localized Surface Plasmon Resonance Spectroscopy and Sensing", Annual Review of Physical Chemistry, **58**, 267–97 (2007).
2. "Principles of Surface Enhanced Raman Spectroscopy", E. L. Ru, P. Etchegoin, Elsevier, Oxford - UK, (2009).
3. A. Kudelski, "Raman studies of rhodamine 6G and crystal violet sub-monolayers on electrochemically roughened silver substrates: Do dye molecules adsorb preferentially on highly SERS-active sites?", Chemical Physics Letters **414**, 271–275, (2005).

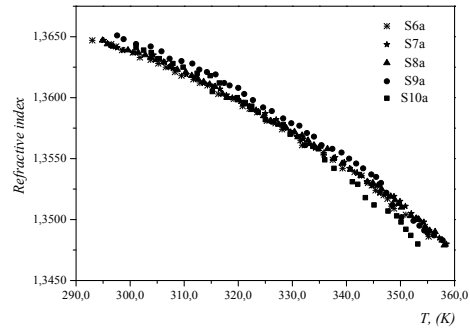
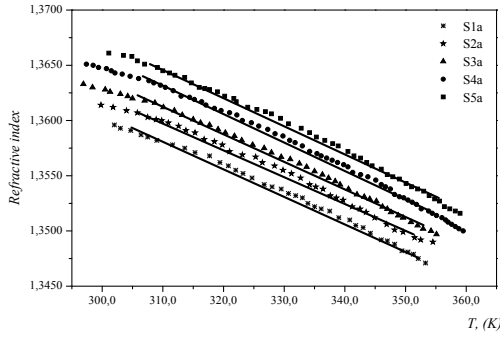
## Hexadecyltrimethyl Ammonium Bromide/Su ve Hexadecyltrimethyl Ammonium Bromide/Su/1-dekanol (CTAB/H<sub>2</sub>O/DeOH) Liyotropik Sıvı Kristal Sistemlerinde İzotropik Miseller Fazının Optiksel Kırılma Özelliklerinin İncelenmesi

**Pınar Özden, Atilla Eren Mamuk, Arif Nesrullazade**

*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Sıvı ve Katı Kristaller Araştırma Laboratuvarı, 48000, Muğla*

Bu çalışmada hexadecyltrimethyl ammonium bromide/su (CTAB/H<sub>2</sub>O) ve hexadecyltrimethyl ammonium bromide/su/1-dekanol (CTAB/H<sub>2</sub>O/DeOH) liyotropik sıvı kristal sistemlerinde miseller L<sub>1</sub> fazının sıcaklığa ve konsantrasyona bağlı kırılma indisi değerleri

ölçülerek thermotropik özellikleri incelenmiştir. Miseller L<sub>1</sub> fazının şekli tespit edilmiştir. Amfifil konsantrasyonunun ve alifatik alkol konsantrasyonunun L<sub>1</sub> fazının kırılma özelliklerine etkileri araştırılmıştır.



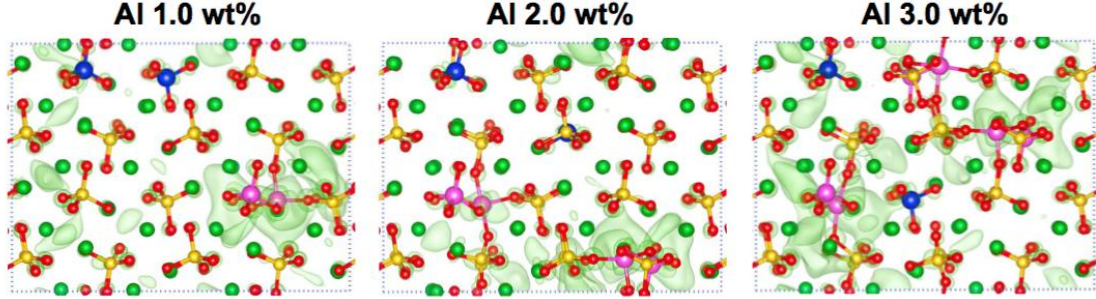
**Şekil 1:** CTAB/H<sub>2</sub>O liyotropik sisteminde S1a – S5a örnekleri için ve (CTAB/H<sub>2</sub>O)+DeOH liyotropik sisteminde S6a – S10a örnekleri için L<sub>1</sub> fazının sıcaklığa bağlı kırılma indisleri.



## Katkılama ile Belit (kalsiyum-silikat) Fazının Reaktivitesinin Artırılması

Abdullatif Önen, Engin Durgun

Bilkent Üniversitesi, UNAM-Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi ve Malzeme Bilimleri ve Nanoteknoloji Enstitüsü, 06800, Ankara



Şekil 1: Beta-C2S fazında, Al katkılamağa bağlı yük lokalizasyonu.

Silikat ailesinin ilginç ve karmaşık bir sınıfını oluşturan kalsiyum silikatlar, yer kabuğunda çok miktarda bulunmakta ve birçok mineralin önemli bileşenini oluşturmaktadır. Bu bileşiklerin endüstrinin birçok alanında farklı uygulamaları vardır. Bunlar arasında çimento, cam, boya, refrakter gibi yapı malzemeleri olduğu gibi ışık salan diode (LED), ecza ürünleri, ilaç taşınması gibi sahalarda da uygulamaları bulunmaktadır. Ek olarak kendinden sertleşen (self-hardening) bir malzeme olması ve hidroksiapatit mineraline benzerliği nedeniyle sentetik kemik/diş iyileştirme-yenileme araştırmaları için de alternatif bir malzeme olarak düşünülmektedir.

Bu çalışma özel olarak kalsiyum silikatların çimento sahasındaki rolü ile ilgilidir. Çimento üretiminde bileşiğin sentetik alit ( $\text{Ca}_3\text{SiO}_5$ , C3S) ve belit ( $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ , C2S) formu kullanılmakta ve günümüz çimentosunun (Portland çimentosu) %80'inden fazlasını oluşturmaktadır. Günümüzde çimento üretimi (dolayısıyla çimento klinkeri halinde sentetik kalsiyum silikatlar) yıllık 3.3 milyar tonun üzerindedir ve konutlardan gökdelenlere, barajlardan otoyollara birçok alanda kullanılmaktadır. Diğer yandan insan kaynaklı  $\text{CO}_2$  emisyonunun yaklaşık %6-8'ine çimento

endüstrisi neden olmakta ve buna ek olarak üretim süreçlerinde yüksek miktarda enerji harcanmaktadır. Dolayısıyla bu malzemenin üretimi ve kullanımı hem çevresel kirliliğe hem de küresel ısınmaya doğrudan olumsuz etki etmektedir. Çevresel koşullar ve artan yapısal gelişme göz önüne alındığında olumsuz etkileri azaltacak çözümlere acil şekilde ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu eksikliği gidermek amacıyla yapılmış olan teorik çalışmalarda çeşitli elementlerin alit ve belit fazına olan etkileri incelenmiş[1,2] ve katkılama için olası uygun adaylar önerilmiştir[1].

Bu çalışmanın temel amacı kuantum mekaniğine dayalı hassas bilgisayarlı modelleme (ab initio) tekniklerini klasik ve istatistiksel yöntemlerle birleştirerek ve atomik seviyeden başlayarak, belit fazının düşük reaktivitesini artırma yollarını araştırmaktır. Yaptığımız analizler endüstriyel belit (beta-C2S) mineralini Al ve sülfat ile katkılayarak reaktivitesini artırmanın mümkün olduğunu göstermiştir. Düşük konsantrasyonda yapılan katkı mineralin mekanik özelliklerine de zarar vermemektedir.

**Teşekkür:** Bu çalışma 114F169 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. E. Durgun, H. Manzano, R.J.M. Pellenq, and J.C. Grossman "Understanding and Controlling the reactivity of the Calcium Silicate Phases from First Principles" Chem. Mater. 24, 1262 (2012).
2. H. Manzano, E. Durgun, M.J.A. Qomi, F-J. Ulm, R.J.M. Pellenq, and J.C. Grossman "Impact of Chemical Impurities on the Crystalline Cement Clinker Phases Determined by Atomistic Simulations" Cryst. Growth Des. 11, 2964 (2011).

## NaBH<sub>4</sub> Hidrolizinde Au(111) Yüzeyinin Katalitik Etkisi

A. Emre Genç, Bülent Kutlu

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Teknikokullar, Ankara

Fosil Yakıtların yakın gelecekte enerji ihtiyacını karşılayamayacak olması ve küresel ısınma problemine sebep olmasından ötürü alternatif bir enerji kaynağının bulunması zorunludur. Hidrojen; temiz olması, birim kütesinin enerji yoğunluğunun benzin ve metandan yaklaşık 3 kat fazla olması ve bol miktarda bulunması dolayısıyla geleceğin enerji kaynağı olarak görülmektedir. Bunun yanında Hidrojen depolamanın maliyetli, pratik uygulamalar için kullanışlı olmaması ve depolama becerisinin ihtiyaca cevap vermemsinden ötürü tercih edilmektedir [1]. Bunun yerine hidrojen içeriği oldukça yüksek olan Kimyasal hidrürlerden hidroliz yöntemiyle hidrojen elde etme yöntemi bir katalizör yardımıyla oda sıcaklığından kendiliğinden gerçekleşen reaksiyon olarak göze çarpmaktadır [2].

Sodyum Borhidrür (NaBH<sub>4</sub>) ağırlıkça hidrojen miktarı bakımından ve aktivasyon enerjisinin en düşük olduğu metal hidrür olduğundan dolayı en çok göze çarpan malzemedir [3]. Sodyum Borhidrür hidrolizi geçmişten günümüze geçiş metalleri ve metal oksit tabanlı metal-metal alaşımlar dahil birçok katalizör yardımıyla incelenmiştir[4]. Bu çalışmada NaBH<sub>4</sub>+2H<sub>2</sub>O→NaBO<sub>2</sub>+4H<sub>2</sub> reaksiyonunun ara durumları katalizörsüz ve katalizörlü (Au (111) yüzeyi) olarak incelenerek, aktivasyon enerjisinin değişimi belirlenecektir. Hesaplamalar Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisini temel alan CASTEP paket programı yardımıyla, NaBH<sub>4</sub> hidroliz reaksiyonu için yüzey-ara durum molekül etkileşmelerini oldukça iyi bir şekilde tanımlayan GGA-PW91 fonksiyoneli kullanılarak yapılacaktır [5].

### Kaynakça

1. L. Sclapbach, A. Züttel, "Hydrogen Storage Materials for mobile application", Nature, **414**, 353-358 (2001).
2. U. Demirci et. al, "Sodium Borohydride Hydrolysis as Hydrogen Generator: Issues, State of the Art and Applicability Upstream from a Fuel Cell", Fuel Cell, **3**, 335-350 (2010).
3. Michael A. Matthews et. al. "Hydrogen Generation from Chemical Hydrides", Ind. Eng. Chem. Res., **48**, 3703-3712 (2009).
4. P. Brack et. al., "Heterogeneous and homogenous catalysts for hydrogen generation by hydrolysis of aqueous sodium borohydride (NaBH<sub>4</sub>) solutions", Energy Science and Engineering", **3(3)**, 174-188(2015).
5. John P. Perdew , Y. Wang, "Accurate and simple analytic representation of the electron-gas correlation energy", Phys. Rev. B, **45**, 13244-13249 (1992).

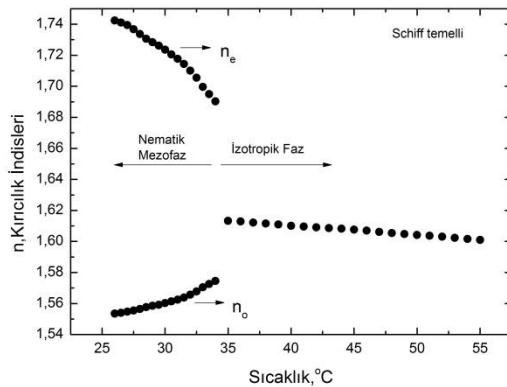
## Schiff Temelli ve Alkyl-Oxycyanobiphenyl Temelli Termotropik Nematik Sıvı Kristallerin Kırıcılık Özelliklerinin İncelenmesi

**Atilla Eren Mamuk, Pınar Özden, Arif Nesrullazade**

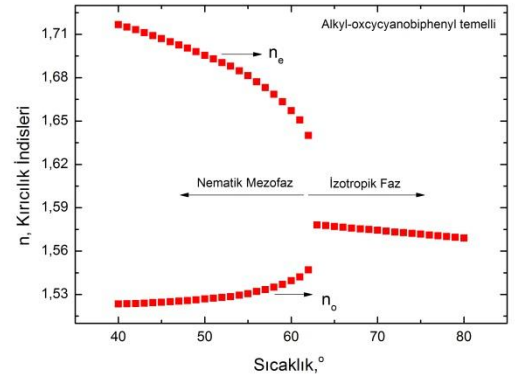
*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Sıvı ve Katı Kristaller Araştırma Laboratuvarı, 48000 Muğla*

Benzeri olmayan özellikleri ile sıvı kristaller teknoloji ve bilimde geniş uygulama alanına sahip malzemelerdir. Hem katı kristallerin sahip olduğu anizotropik özellikleri hem de sıvıların sahip olduğu akışkan özellikleri aynı anda sergileyen sıvı kristaller moleküler düzenlerine göre farklı mezofazlar sergilerler. Moleküllerinin ağırlık merkezlerinin diziliminde uzun erimli düzene sahip olan termotropik nematik sıvı kristaller, bu yapılarıyla dış fiziksel etkilerden fazlasıyla etkilenirler. Bu durum termotropik nematik sıvı kristallerin çeşitli bilgi kaydetme ve sensör uygulamalarında yer bulmalarını ayrıca bilim dünyasında ilgi çeken malzemeler olmalarını sağlamaktadır.

Bu çalışmada termotropik nematik mezofaza sahip Schiff temelli ve alkyl-oxycyanobiphenyl temelli sıvı kristallerin mavi ışık altında temel kırıcılık özellikleri incelenmiştir. Bu çerçevede her iki tür malzemenin moleküllerinin homeotropik yöneltilmiş ve yöneltilmemiş durumları için kırılma indislerinin sıcaklığa bağlı olarak değişimi incelenmiştir.



**Şekil 1:** Schiff temelli termotropik nematik sıvı kristali için n-T grafiği



**Şekil 2:** Alkyl-oxycyanobiphenyl temelli termotropik nematik sıvı kristali için n-T grafiği

Şekil 1 ve Şekil 2 incelendiğinde her iki tür malzeme için faz geçiş sıcaklıklarının birbirlerine göre belirgin şekilde farklı olduğu gözlenmiştir. Ayrıca bu grafiklerden çift kırılma ( $\Delta n$ ), ortalama kırıcılık indisi ( $n_{ort}$ ), olağan ( $n_o$ ) ve olağanüstü ( $n_e$ ) kırıcılık indisi değerlerinde mertbe farkları olduğu tespit edilmiştir. Bahsedilen bu değerler ve bunun yanında yöneltilmemiş örnekler için malzemelerin kırıcılık indislerinin sıcaklığa bağlı değişimleri ayrıntılı olarak verilecektir. Elde edilen bulgular çalışmada tartışılacaktır.

## Au/0.03 Grafen Katkılı PVA/p-Si Yapılarda Bariyer Yüksekliği ve İdealite Faktörünün Sıcaklığa Bağlı İncelenmesi

Selçuk Demirezen<sup>1</sup>, Seçkin Altındal Yerişkin<sup>2</sup>, Muzaffer Balbaş<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, 06500, Ankara

Au/0.03 grafen katkılı PVA/p-Si yapıların doyum akımı ( $I_0$ ), idealite faktörü ( $n$ ), potansiyel engel yüksekliği ( $\Phi_{B_0}$ ) gibi temel diyot parametreleri sıcaklığın (240K-380K) ve voltajın (-2V – 2V) bir fonksiyonu olarak incelendi. Artan sıcaklıkta idealite faktörünün azaldığı, potansiyel engel yüksekliğinin ise beklenmedik bir şekilde arttığı gözlemlendi. Bariyer yüksekliğinin artan sıcaklıkla artması yasak enerji aralığının sıcaklıkla negatif değişim katsayısına aykırıdır. Bariyer yüksekliği ile idealite faktörü arasında lineer bir bağ olduğu gözlemlendi. Akım iletim mekanizmasında Gaussian dağılımının (GD) etkin olup olmadığını göstermek için  $\Phi_B$ - $q/2kT$  grafiği çizildi.

Grafiğin eğiminden ve  $q/2kT$  eksenini kestiği noktadan standart sapma ( $\sigma_s$ ) 0.111, ortalama bariyer yüksekliği 0.935 eV olarak elde edildi. Standart sapma değeri modifiye Richardson eğrisinde kullanılarak ortalama bariyer yüksekliği 0.78 eV ve Richardson sabiti ( $A^*$ )  $30.24 \text{ A/cm}^2\text{K}^2$  olarak elde edildi. Richardson sabitinin elde edilen değerinin ( $30.24 \text{ A/cm}^2\text{K}^2$ ) p-tipi Si için verilen teorik değeri ( $32 \text{ A/cm}^2\text{K}^2$ ) ile uyum içinde olduğu gözlemlendi. Bu sonuçlar hazırlanan Au/0.03 grafen katkılı PVA/p-Si yapılarda akım iletim mekanizmasının termiyonik emisyon (TE) bazlı Gaussian dağılımıyla başarılı bir şekilde açıklanabileceğini gösterdi.

### Kaynakça

1. E. Özavcı, S. Demirezen, U. Aydemir, Ş. Altındal, Sensors & Actuators: A. Physical 194, 259, 2013.
2. S. M. Sze, Physics of Semiconductor Devices, 2nd ed. New York, Wiley, 1980.
3. E.H. Rhoderick, R.H. Williams Metal Semiconductor Contacts, 2nd Edn., Clarendon Press: Oxford. 1988
4. R.F. Schmitsdorf, T.U. Kampen, W. Mönch, Surf. Sci., 324 (1995) 249-256.
5. J.H. Werner and H.H. Güttler, J. Appl. Phys., 69 (1991) 1522-1533.
6. S.A. Yerişkin, H.İ. Ünal, and B. Sarı, J Appl Polym Sci, Part I. 120, 390, 2011.
7. Ö. Vural, Y. Şafak, Ş. Altındal, A. Türüt. Current Applied Physics, 10, 761, 2010.

## Geçiş Metallerinin BC<sub>2</sub>N Katmanına Bağlanma Özelliklerinin İlk-Prensiplerle İncelenmesi

Sezgin Aydın

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

Hidrojen verimlilik, bolluk ve çevre dostu olması gibi nedenlerden dolayı gelecekteki enerji stratejileri için ideal bir enerji kaynağı olarak görülmektedir [1]. Bu nedenle, güvenilir bir şekilde depolanması oldukça önemlidir. Uygun bir depolama malzemesi yüksek gravimetrik/volumetrik yoğunluk, hızlı kinetikler, makul termodinamikler ve tersinirlik gibi gereksinimleri karşılamalıdır. Metal-dekore edilmiş karbon nanoyapıların bu gereksinimleri sağlayabilecek adaylar oldukları rapor edilmiştir. Diğer taraftan karbon-tabanlı yapılara farklı elementler (özellikle geçiş metalleri) adsorbe edilerek hidrojen depolama özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır [2-4].

Literatürde düzlemsel BC<sub>2</sub>N katmanının (Şekil 1) hidrojen depolama özellikleri araştırılmıştır [5]. Bu katman 3-farklı çukur konumu içerir. Hol-1 B-C atomları, Hol-2 C-N atomları ve Hol-3 B-C-N atomları tarafından oluşturulur. Sc ve Ti atomları için en kararlı durumun Hol-1 olduğu rapor edilmiştir.

Bu çalışmada, hidrojen depolama çalışmalarında alternatif olarak kullanılmak üzere, BC<sub>2</sub>N katmanına geniş bir geçiş metali ailesi (Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Tc, Re, Os, Ir, Pt, Au ve Ag) dekore edilerek oluşturulan sistemlerin yapısal ve elektronik özellikleri yoğunluk fonksiyoneli teorisi kapsamında düzlem-dalga ilk-prensip hesaplamaları yapılarak incelendi. Hol-1, Hol-2 ve Hol-3 konumlarının her biri için metallerin bağlanma enerjileri hesaplandı.

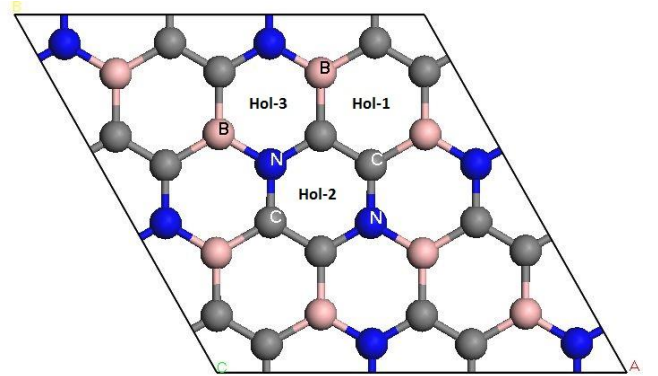
### Teşekkür:

Hesaplamalar Gazi-HPCC'de yapıldı (hpcc.gazi.edu.tr).

### Kaynakça

1. Z. Yang, J. Ni, "Hydrogen storage on calcium-decorated BC<sub>3</sub> sheet: A first principles study", Applied Physics Letters, **97**, 253117 (2010).
2. H. An, C.-S. Liu, Z. Zeng, C. Fan, X. Ju, "Li-doped B<sub>2</sub>C graphene as potential hydrogen storage medium", Applied Physics Letters, **98**, 173101 (2011).
3. J. Li, X. Wang, K. Liu, Y. Sun, L. Chen, "High hydrogen-storage capacity of B-adsorbed graphene: first-principles calculation", Solid State Comm., **152**, 386 (2012).
4. D. Li, Y. Ouyang, J. Li, Y. Sun, L. Chen, "Hydrogen storage of beryllium adsorbed on graphene doping with boron: first-principles calculations", Solid State Comm., **152**, 422 (2012).
5. N. Song, Y. Wang, Q. Sun, Y. Jia, "First-principles study of hydrogen storage on Ti (Sc)-decorated boron-carbon-nitride sheet", Applied Surface Science, **263**, 182 (2012).

Ti ve Sc ile uyumlu olarak, çalışılan geçiş metalleri için en kararlı konumun Hol-1 olduğu tespit edildi. Nb ve Ta hariç, diğer bütün elementler için Hol-3 konumunun Hol-2 konumundan daha kararlı olduğu görüldü. Hol-1 durumunda en yüksek bağlanma enerjisi Re için (6.286eV), Hol-2 durumunda Nb için (4.987eV), Hol-3 durumunda W için (5.375eV) elde edildi. Pt, Ag ve Au'nun diğer elementlerden, literatürle karşılaştırmalı olarak Sc (2.57eV) ve Ti (2.34eV)'den daha düşük bağlanma enerjilerine sahip oldukları belirlendi. Bağ uzunlukları, atomik yükler, bağlanma doğası ve elektronik özellikler incelenerek detaylı bir analiz sunuldu.



Şekil 1: BC<sub>2</sub>N katmanı ve çukur konumlar

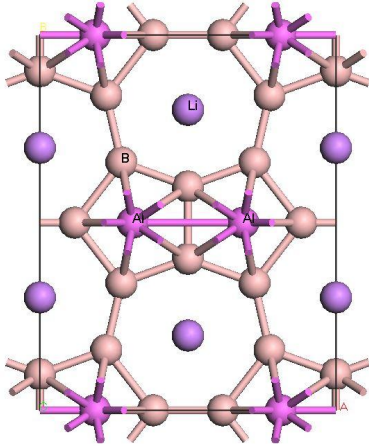


Hipotetik  $\beta$ -LiAlB<sub>4</sub> ve  $\gamma$ -LiAlB<sub>4</sub> Bileşiklerinin İlk-prensiplerle İncelenmesi

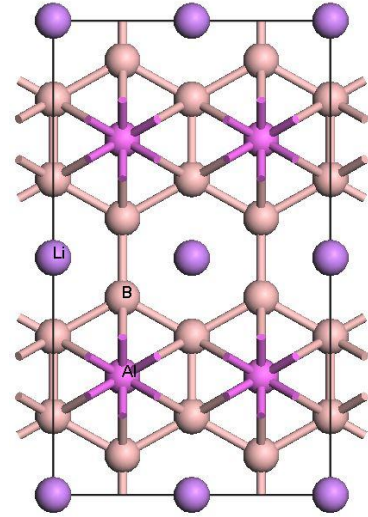
Sezgin Aydın

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

Bor elementi oluşturduğu elementel fazlar ve diğer elementlerle yaptığı bileşikler açısından bakıldığında, yüksek sıcaklık dayanımı, yüksek sertlik, yüksek aşınma direnci, süperiletkenlik gibi özellikler sayesinde teknolojideki çok sayıda alanda kullanım imkanı bulur [1]. Bor ve bor içerikli kristal yapılar 3D olabildikleri gibi, grafen'e benzer şekilde iki-boyutlu da olabilirler [2]. Bu farklı geometrilere, bağlanma doğalarına ve fiziksel özelliklere sahip olan 2D bor yapıları bireysel formlarda olabildikleri gibi, belirli bir kristal yapının içinde gömülü olarak bulunabilirler. Örneğin, AlB<sub>2</sub>-tip MgB<sub>2</sub>'de grafen-benzeri altıgen formda, YCrB<sub>4</sub>-type yapıda ikili-beşgenlerin bir araya gelmesiyle, Y<sub>2</sub>ReB<sub>6</sub>-type yapıda tekli-beşgenlerin köşelerinden bağlanmasıyla oluşurlar. Düzlemsel olabilecekleri gibi belirli bir kalınlıkları da olabilir.

Şekil 1:  $\beta$ -LiAlB<sub>4</sub>'ün kristal yapısı

Bu çalışmada, ilk kez ThMoB<sub>4</sub>-tipi ( $\beta$ -tipi, Şekil 1) ve YbAlB<sub>4</sub>-tipi ( $\gamma$ -tipi, Şekil 2) [3] hipotetik LiAlB<sub>4</sub> bileşiklerinin kararlılıkları, yapısal, elektronik, mekanik ve dinamik özellikleri yoğunluk fonksiyoneli teorisi kapsamında düzlem-dalga ilk-prensipler hesaplamaları yapılarak incelendi. Her iki bileşiğin enerjistik, mekanik ve dinamik açıdan kararlı olduğu görüldü. Fonon spektrumları hesaplanarak, titreşim modları detaylı bir şekilde analiz edildi.

Şekil 2:  $\gamma$ -LiAlB<sub>4</sub>'ün kristal yapısı(2x2)**Teşekkür:**

Hesaplamalar Gazi-HPCC'de yapıldı (hpcc.gazi.edu.tr).

**Kaynakça**

1. B. Albert, H. Hillebrecht, "Boron: Elementary challenge for experimenters and theoreticians", *Angew. Chem. Int. Ed.*, **48**, 8640 (2009).
2. Z. A. Piazza, H.-S. Hu, W.-L. Li, Y.-F. Zhao, J. Li, L.-S. Wang, "Planar hexagonal B<sub>36</sub> as a potential basis for extended single-atom layer boron sheets", *Nature*, **5**, 3113 (2013).
3. D. A. Tompsett, Z. P. Yin, G. G. Lonzarich, W. E. Pickett, "Role of crystal symmetry in the magnetic instabilities of  $\beta$ -YbAlB<sub>4</sub> and  $\alpha$ -YbAlB<sub>4</sub>", *Phys. Rev. B*, **82**, 235101 (2010)



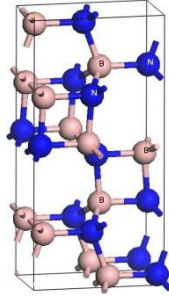
## Karbon-katkılı p-BN

Sezgin Aydın

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

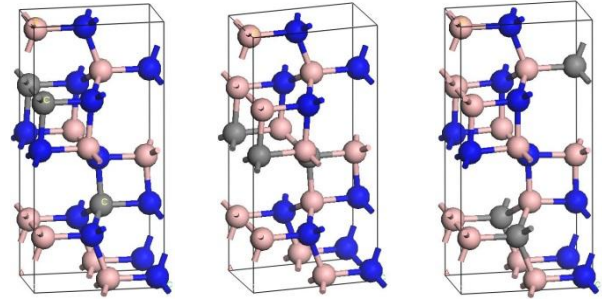
Bor nitrid (BN), mükemmel optik, elektronik, mekanik ve termal özelliklerinden dolayı hem teorik hem de deneysel çalışmalar bakımından oldukça ilgi çekmiştir [1]. Yüksek sıcaklık seramik materyali olarak kullanılır ve çok ağır çevre şartlarına dayanıklıdır. h-BN ve r-BN gibi tabakalı grafit-benzeri kristal yapılar, c-BN ve w-BN gibi üç-boyutlu elmas-benzeri farklı kristal yapılar sahiptir. Farklı kristal yapılar farklı bağlanma doğalarına karşılık geldiğinden, BN kristallerinin fiziksel özellikleri oldukça farklıdır ve geniş bir yelpazeye yayılır.  $sp^2$  hibritlerine sahip grafit benzeri fazlar kolayca sıkıştırılabilirken,  $sp^3$  hibritlerine sahip elmas-benzeri fazlar oldukça serttirler [2].

Jiang ve ark. teorik hesaplamalar yardımıyla topolojik yapısı bct-BN [3] ve z-BN [4]'ye benzeyen yeni bir ortorombik BN fazı rapor ettiler [2] ve p-BN olarak isimlendirdiler. p-BN'nin kristal yapısı Şekil 1'de gösterildi.



Şekil 1: p-BN'nin kristal yapısı

Bu çalışmada, p-BN fazı referans alınarak, bor ve azot atomlarının karbon atomuyla yer değiştirmesiyle tasarlanan 3-adet hipotetik yapının (p-BN\_C1, p-BN\_C2 ve p-BN\_C3, Şekil 2) kararlılıkları, yapısal, elektronik, mekanik ve dinamik özellikleri yoğunluk fonksiyoneli teorisi kapsamında düzlem-dalga ilk-prensipier hesaplamaları yapılarak incelendi. Hesaplanan kohesif enerji, elastik sabitler ve fonon dispersiyon eğrileri yardımıyla, tasarlanan yapılardan sadece p-BN\_C3'ün kararlı olduğu tespit edildi. p-BN yarıiletken olmasına rağmen, p-BN\_C3'ün metalik karakterde olduğu görüldü. Elastik sabitler ve ilişkili olarak hesaplanan bulk modülü ve makaslama modülünün p-BN'den daha düşük olduğu gözlemlendi. Ayrıca, p-BN\_C3'ün sertliği detaylı bir şekilde incelenerek, p-BN ile karşılaştırıldı.



Şekil 2: p-BN\_C1 (solda), p-BN\_C2 (ortada), p-BN\_C3 (sağda)

### Teşekkür:

Hesaplamalar Gazi-HPCC'de yapıldı (hpcc.gazi.edu.tr).

### Kaynakça

1. J. Long, C. Shu, L. Yang, M. Yang, "Predicting crystal structures and physical properties of novel superhard p-BN under pressure via first-principles investigation", J. Alloy. Compd., **644**, 638 (2015).
2. X. Jiang, J. Zhao, R. Ahuja, "A novel superhard BN allotrope under cold compression of h-BN", J. Phys.: Condens. Matter, **25**, 122204 (2013).
3. B. Wen, J. Zhao, R. Melnik, Y. Tian, "Body-centered tetragonal B<sub>2</sub>N<sub>2</sub>: a novel  $sp^3$  bonding boron nitride polymorph", Phys. Chem. Chem. Phys., **13**, 14565 (2011)
4. C. He, L. Sun, C. Zhang, X. Peng, K. Zhang, J. Zhong, "Z-BN: a novel superhard boron-nitride phase", Phys. Chem. Chem. Phys., **14**, 10967 (2012)

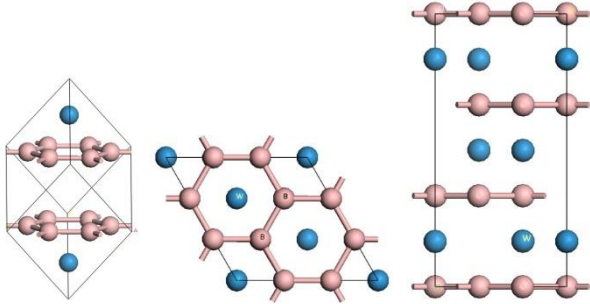
## hR24-WB<sub>3</sub>-tipi X<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>3</sub> (X=W, Mo, Tc) Bileşiklerinin Yapısal ve Mekanik Özelliklerinin İlk-Prensiplerle İncelenmesi

Sezgin Aydın

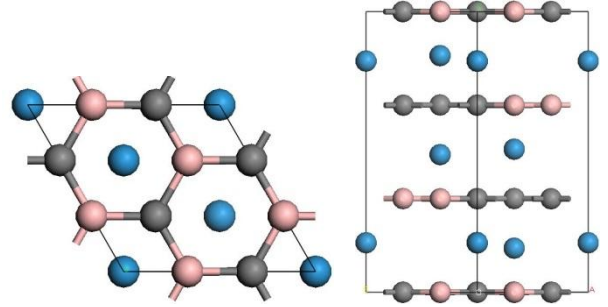
Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Ankara

Sahip oldukları eşsiz özelliklerden dolayı, yeni geçiş metali boritlerinin hesapsal yöntemlerle tahmini ve deneysel olarak sentezlenmesi aktif araştırma alanlarından biridir. Özellikle, zor şartlara dayanıklı ve süper sert malzeme tasarımı için geçiş metali boritlerinin kullanımı genel kabul gören bir stratejidir [1]. Bunun ötesinde geçiş metali boritleri şaşırtıcı geometriler ve bunun bir sonucu olarak ilginç elektronik özellikler de sergilerler. Bor, düzlemsel birimler halinde katı-yapılar içinde bulunabilir, ayrıca tek başlarına da olabilirler. Bu birimler homojen olabileceği gibi, heterojen de olabilirler. Hidrojen depolama çalışmalarına konu olan düzlemsel BC ve BC<sub>3</sub> katmanları örnek olarak verilebilir.

Liang ve ark. düzlemsel bor katmanlarına sahip grafit-tipi hR24-WB<sub>3</sub>'ün (Şekil 1) düşük oluşum enerjisine ve yüksek sertliğe sahip olduğunu rapor ettiler [2].



Şekil 1: hR24-WB<sub>3</sub>'ün kristal yapısı: ilkel hücre, birim hücrenin üstten ve yandan görünümü



Şekil 2: Karbon katkılı WB<sub>3</sub>

Bu çalışmada, mevcut düzlemsel katman ve geçiş metali arasındaki etkileşimi artırması, dolayısıyla mekanik özellikleri iyileştirmesi amaçlanarak, hR24-WB<sub>3</sub>'ün kristal yapısında 3-bor atomunun karbon atomuyla yer değiştirmesi sonucu elde edilen (Şekil 2), düzlemsel BC katmanına sahip X<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>3</sub> (X=W, Mo, Tc) bileşiklerinin yapısal ve mekanik özellikleri yoğunluk fonksiyoneli teorisi kapsamında düzlem-dalga ilk-prensip hesaplamaları yapılarak incelendi. Hesaplanan oluşum entalpisi, kohesif enerji ve elastik sabitler yardımıyla, karbon katkılı XB<sub>3</sub>C<sub>3</sub> bileşiklerinin enerjetik ve mekanik kararlı oldukları, karbon ilavesinin bor katmanının düzlemsel geometrisini bozmadığı görüldü. X=W ve Mo durumunda karbon katkılı yapıların daha yüksek C<sub>11</sub>, C<sub>33</sub>, C<sub>12</sub> elastik sabitlerine ve bulk modülüne sahip oldukları tespit edildi. Karbon katkılı bileşiklerin hesaplanan özellikleri katkılı-olmayan bileşikler ile kıyaslanarak detaylı bir analiz sunuldu.

### Teşekkür:

Hesaplamalar Gazi-HPCC'de yapıldı (hpcc.gazi.edu.tr).

### Kaynakça

1. R. B. Kaner, J. J. Gilman, S. H. Tolbert, "Designing Superhard Materials", Science, **308**, 1268 (2005).
2. Y. Liang, Y. Gou, X. Yuan, Z. Zhong, W. Zhang, "Unexpectedly hard and highly stable WB<sub>3</sub> with a noncompact structure", Chemical Physics Letters, **580**, 48 (2013).

### III -V Yariiletken Yapılara Çinko ve Benzeri Atomların Difüzyonunun Geliştirilmesi ve İncelenmesi

Doğan Yılmaz<sup>1,2</sup>, Erkin Ülker<sup>3</sup>, Deniz Çalışkan<sup>2</sup>, Nihan Akın<sup>4</sup>, Süleyman Özçelik<sup>1,4</sup>, Ekmel Özbay<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İleri Teknolojiler Bölümü, Gazi Üniversitesi, Ankara

<sup>2</sup>Nanoteknoloji Araştırma Merkezi, Bilkent Üniversitesi, Ankara

<sup>3</sup>Fotonika Yarıiletken Teknolojileri, Ankara

<sup>4</sup>Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gazi Üniversitesi, Ankara

[dogany@bilkent.edu.tr](mailto:dogany@bilkent.edu.tr)

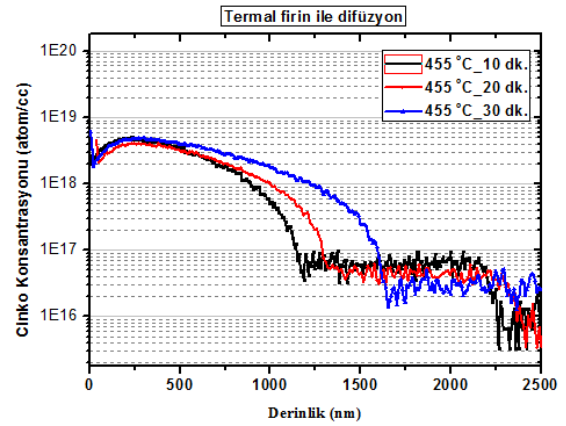
InP tabanlı epitaksiyel yapılar büyütülürken iki farklı yöntem izlenebilir. Bunlardan ilki en üst katmandaki InP malzeme katkısız olabilir ya da büyütme sırasında en üst katman katkılanabilir. Dedektör performansı olarak düşük karanlık akım, yüksek kuantum verimi ve yüksek hız elde edilmesi isteniyorsa tüm yüzeyi p tipi katkılamak yerine sadece yüzeydeki istenilen bölgelerin p tipi katkılanması büyük önem taşır<sup>[1,2]</sup>.

Çinko difüzyonu genellikle InP alttaş üzerine lazer ve fotodiyod üretiminde temel ve tamamlayıcı işlemlerdir. Fotoelektrik aygıtların performansında Zn difüzyonunu çok kritik olmasından dolayı yapıdaki Zn profilinin kontrolü çok önemli bir hal almıştır. Sonuç olarak InP malzemesine Zn difüzyonunun kontrolü ve anlaşılması çok ciddi bir altyapı gerektirmektedir.

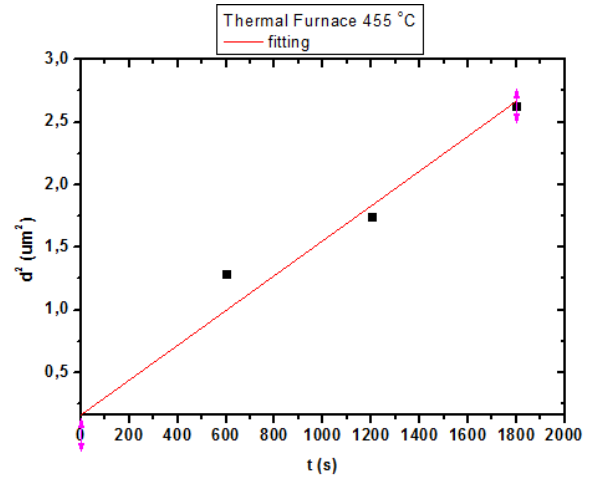
Bu çalışmada temel amaç; difüzyon derinliği, katkı konsantrasyonu kontrol edilebilen, uniform ve tekrar edilebilir bir şekilde çinko atomlarının InP tabanlı yapılara difüzyonun gerçekleşmesi ve bu difüzyonun karakterize edilmesidir. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak InP alttaşa çinko malzemesinin difüzyonu üzerine çalışıldı. Bu denemelerde termal buharlaştırma, sputter magnetron ve termal fırın gibi temel mikrofabrikasyon yöntemleri kullanılmıştır. 2. Adımda, difüzyon sıcaklığının difüzyon derinliğine bağlılığı araştırılmıştır. Difüzyon karakterizasyonu için İkincil İyon Kütle Spektrometresi (SIMS) analiz ve hall yöntemi kullanılmıştır.

#### Kaynakça

1. ChunQuan zhuang, YanQiu lv, HaiMei gong; "Research on zinc diffusion in undoped InP" National Laboratory for Infrared Sensor, Shanghai Institute of Technical Physics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200083, China
2. Mohamed Elsayed; "The appearance of vacancies during Cu and Zn diffusion in III-V compound semiconductors", Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg PhD Thesis (2011)
3. Seung-Yeul Yang, Ji-Beom Yoo, "Characteristics of Zn diffusion in planar and patterned InP substrate using Zn3P2 film and rapid thermal annealing process", Surface and Coating Technology 131 (2000) 66-69



Şekil 1: Farklı difüzyon süreleri için SIMS analizi



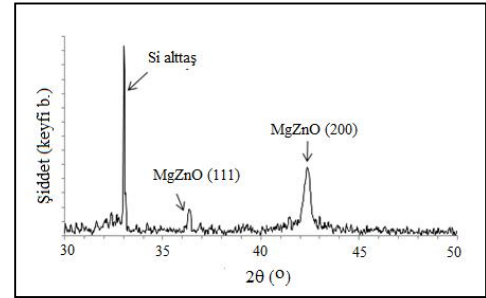
Şekil 1: 455 °C için  $d^2-t$  grafiği

Reaktif Büyütülen  $Mg_{0.40}Zn_{0.60}O$  İnce Filmlerin KarakterizasyonlarıN. Akın<sup>1,2,\*</sup>, N. Akcay<sup>1,2</sup>, Y. Özen<sup>1,2</sup>, B. Kınacı<sup>3</sup>, G. Sürücü<sup>4</sup> ve S. Özçelik<sup>1,2,\*\*</sup><sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara<sup>3</sup>İstanbul Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul<sup>4</sup>Ahi Evran Üniversitesi, Elektrik ve Enerji Bölümü, Kaman MYO, Kırşehir\*[nihanakin@gazi.edu.tr](mailto:nihanakin@gazi.edu.tr), \*\*[sozcelik@gazi.edu.tr](mailto:sozcelik@gazi.edu.tr)

ZnO, oda sıcaklığında geniş yasak enerji aralığına (3,37 eV) sahip bir malzemedir. Aynı zamanda termal ve kimyasal olarak kararlı bir yapıdır. Ayrıca, ZnO'nun yüksek eksiton bağlanma enerjisine (60 meV) sahip olması onun oda sıcaklığı ve daha yüksek sıcaklıklarda yoğun yakın bant kenarı eksitonik yayıma izin vermesine neden olur. Yüksek eksiton enerjisi ZnO tabanlı opto-elektronik aygıtlara düşük eşik gücü avantajı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, ZnO'nun bazı metaller (Al, Ga vb.) ile katkılanması ile elektriksel özellikleri iyileştirilebilmekte ve bazı metallerle (Mg, Mn vs.) alaşım oluşturulması sayesinde enerji bant aralığı genişletilebilmektedir.

Son zamanlarda, alaşım  $MgZnO$  filmlerinin UV dedektör üretimine uygunluğu yanında, özellikle  $Cu(In,Ga)Se_2$  ve  $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$  ince filmlere dayalı geliştirilen fotovoltaiklerde tampon tabaka olarak kullanımı yaygınlaşmıştır [1,2]. Bu çalışmada,  $Mg_{0.40}Zn_{0.60}O$  ince filmleri RF Magnetron Püskürtme Sistemi'nde %40 Mg oranına sahip  $MgZnO$  alaşım hedef kullanılarak gerçekleştirildi. Kaplama süresince RF gücü ve  $O_2$  gazı ile reaktif büyütmenin etkisini değerlendirmek amacı ile filmler, 100 W ve 50 W güçlerinde reaktif olmayan; 50 W gücünde reaktif olarak büyütüldü. Kaplama sırasında alttaşa herhangi bir ısı işlem uygulanmadı ve ince film kalınlığı 100 nm olacak şekilde kalınlık ölçer ile kontrol edildi. İnce filmlerin yapısal, optiksel ve morfolojik

özellikleri XRD, UV-Vis ve AFM ölçümleri ile araştırıldı.



Şekil 1: N346\_K kodlu  $Mg_{0.40}Zn_{0.60}O$  filminin XRD deseni

$x > 0.40-0.45$  için  $Mg_xZn_{1-x}O$  filminin kübik yapıda büyür. Şekil 1'de gözlenen  $33,5^\circ$  civarındaki pik n-Si altaşa aittir.  $42^\circ$  civarında görülen pik kübik  $MgZnO$ 'nun (200) ve  $37^\circ$  civarında görülen pik ise  $MgZnO$ 'nun (111) yönelimindeki kırınım pikine aittir. Filmler, %80'nin üstünde geçirgenliğe sahiptir ve  $E_g$  değerleri 4,15-4,20 eV aralığındadır. Bu çalışmada, reaktif büyütmenin filmlerin kristalitesi ve morfolojisi üzerine olumlu etki sağladığı görüldü. Ayrıca, ince film güneş aygıtı tasarımlarında, güneş ışınımının büyük yüzde ile hücre aktif materyaline ulaşması hedeflendiği dikkate alınarak, geliştirilen  $MgZnO$  filmlerinin  $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$  ince film fotovoltaik geliştirmede, geniş bant aralığı sayesinde iletken oksit veya bant-ofsetleri değerlendirilerek tampon tabaka olarak kullanımının uygun olacağı düşünülmektedir.

**Teşekkür:**

Bu çalışma 2011K120290 nolu KB ve 0586.STZ.2013-2 nolu BSTB projeleri ile desteklenmiştir.

**Kaynakça**

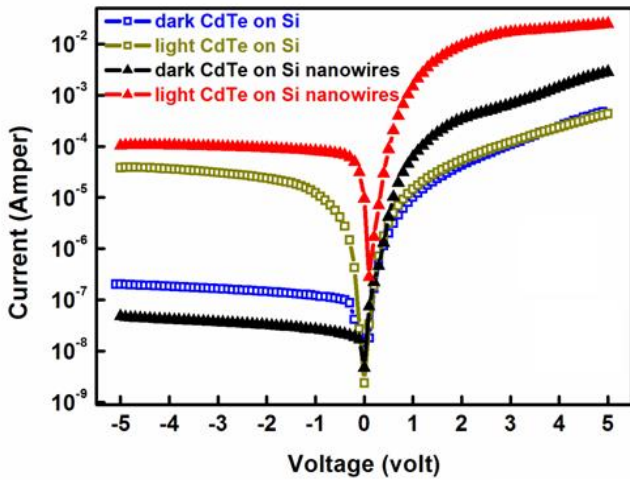
1. Jian V. Li. et al., "Influence of sputtering a ZnMgO window layer on the interface and bulk properties of  $Cu(In,Ga)Se_2$  solar cells", J. Vac. Sci. Technol. B **27(6)**, 2384-2389, (2009).
2. H. Daisuke et al., "Sputtered (Zn,Mg)O buffer layer for band offset control in  $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$  solar cells", Japanese Journal of Applied Physics **53**, 106502 (2014).



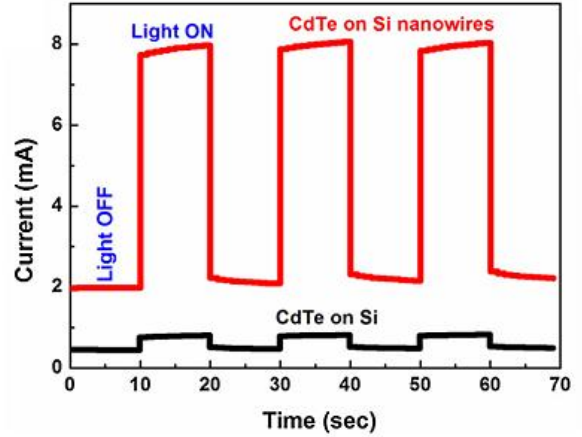
## CdTe-Si Nanotel Heteroeklem Yapıların Fotodiyot Özellikleri

Güvenç Akgül<sup>1</sup>, Funda Aksoy Akgül<sup>2</sup>, Hüsnü Emrah Ünalın<sup>3</sup> ve Raşit Turan<sup>4</sup><sup>1</sup> Niğde Üniversitesi, Bor Meslek Yüksekokulu, 51700, Niğde<sup>2</sup> Niğde Üniversitesi, Fizik Bölümü, 51700, Niğde<sup>3</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, 06800, Ankara<sup>4</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

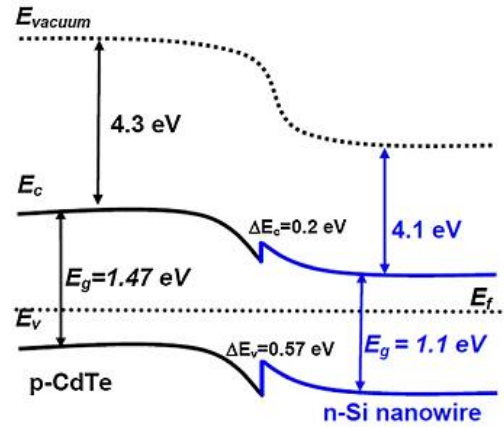
Günümüzde Silikon (Si) en iyi bilinen, yenilenebilir enerji ve opto-elektronik aygıt üretiminde en çok kullanılan yarıiletken bir malzemedir [1-3]. Bu nedenle, Si tabanlı güneş hücreleri ve foto-algılayıcılar yarıiletken teknolojileri için önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle bir boyutlu yarıiletken malzemelerin (nanoteller) sahip olduğu birçok avantajından dolayı, yenilenebilir enerji aygıtlarında kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada, Kadmiyum Telür (CdTe) ve Si nanotel heteroeklem yapıların opto-elektronik ve fotodiyot özellikleri incelendi. Kimyasal dağıtım yöntemi (MAE) ile üretilen Si nanoteller üzerine heteroeklem oluşması için magnetron saçtırmalı kaplama (RF) yöntemi kullanılarak CdTe ince filimleri kaplandı. Üretilen aygıt çok iyi bir diyot özelliği gösterdi. Üretilen aygıt'ın doğrultma oranı yaklaşık  $10^5$  mertebesinde ve ideallik faktörü ise yaklaşık 1.9 oldu (Şekil 1). Buna ek olarak, yapılan deneyler sonucunda üretilen aygıtın ışık altında çok iyi tepkiler verdiği gözlemlendi (Şekil 2).



Şekil 1: Üretilen aygıtların I-V özelliği.



Şekil 2: Üretilen aygıtların ışık altında Aç-Kapa özelliği.



Şekil 3: Üretilen heteroeklemin enerji band diyagramı.

## Teşekkür:

Bu çalışma TÜBİTAK 2218-Yurtiçi Araştırma Bursu projesi ile desteklenmiştir.

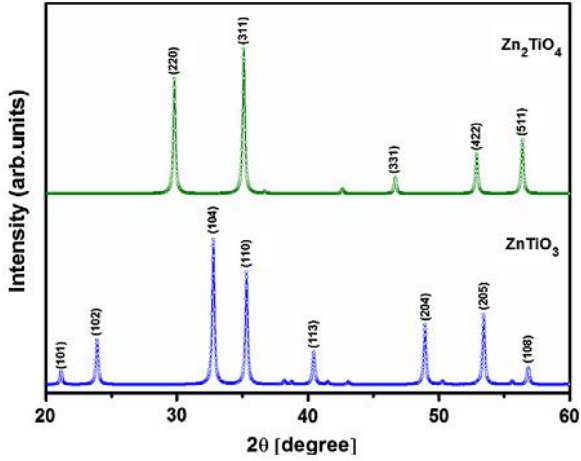
## Kaynakça

1. K.Q. Peng, X. Wang, L. Li, X.L. Wu, S.T. Lee, J. Am. Chem. Soc. 132 (2010) 6872.
2. J.S. Jie, W.J. Zhang, K.Q. Peng, G.D. Yuan, C.S. Lee, S.T. Lee, Adv. Funct. Mater. 18 (2008) 3251-3257.
3. A. Puzder, A.J. Williamson, J.C. Grossman, G. Galli, Phys. Rev. Lett. 88 (2002) 097401.

## Çinko Titanat Yapıların Üretimi ve Karakterizasyonu

Güvenç Akgül<sup>1</sup>, Funda Aksoy Akgül<sup>2</sup><sup>1</sup> Niğde Üniversitesi, Bor Meslek Yüksekokulu, 51700, Niğde<sup>2</sup> Niğde Üniversitesi, Fizik Bölümü, 51700, Niğde

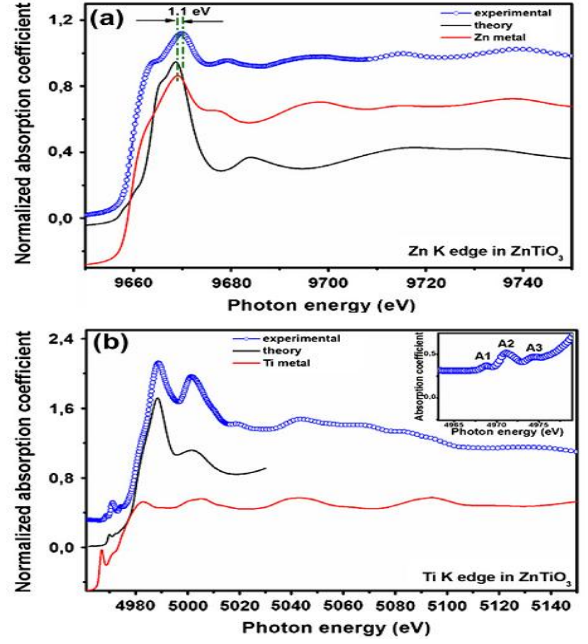
Çinko titanatlar, özellikle  $ZnTiO_3$  ve  $Zn_2TiO_4$  yapıları malzeme bilimi ve endüstride çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu yapılar genellikle yenilenebilir katalizörler, pigmentler ve dielektrik malzeme üretiminde kullanılmaktadır [1-3]. Bu yapıları üretmenin birçok metodu olmasına rağmen bu yöntemlerin birçoğu oldukça masraflı ve karmaşıktır. Yapmış olduğumuz bu çalışmada Çinko titanatlar uygun malzemeler kullanılarak ( $ZnO$  ve  $TiO_2$ ) oldukça kolay ve ucuz bir yöntem olan bilyeli öğütme ile üretildi. Üretilen numunelerin yapısal karakterizasyonu X-ışını kırınımı ve X-ışını soğurma spektroskopisi analiz yöntemleri ile yapıldı. Yapılan analizler sonucunda üretilen Çinko titanatlar'ın nano boyutta ve yüksek yapıda kristalize olduğu bulundu.



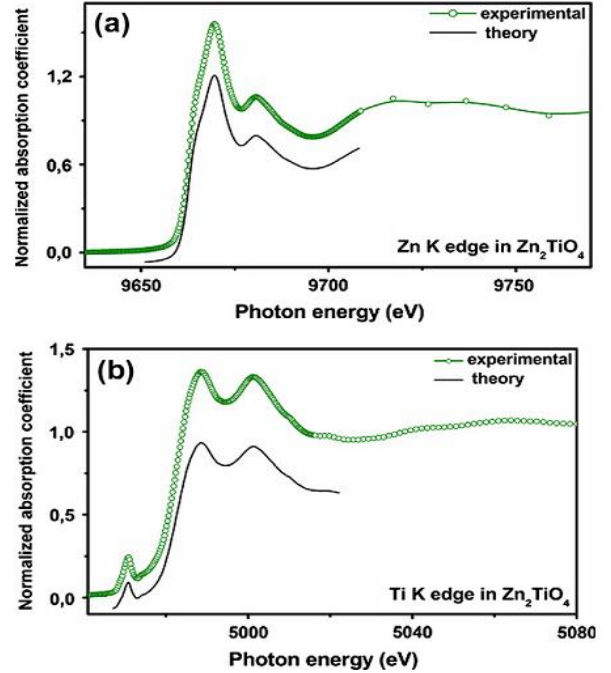
Şekil 1: Üretilen Çinko titanatlar'ın X-ışını kırınım desenleri.

## Kaynakça

1. F.H. Dulin, D.E. Rase, J. Am. Ceram. Soc. 43 (1960) 125–131.
2. Y.S. Chang, Y.H. Chang, I.G. Chen, G.J. Chen, Y.L. Chai, S. Wu, T.H. Fang, J. Alloys Compd. 354 (2003) 303–309.
3. H.T. Kim, S. Nahm, J.D. Byun, Y. Kim, J. Am. Ceram. Soc. 82 (1999) 3476–3480.



Şekil 2: Üretilen  $ZnTiO_3$ 'ün X-ışını soğurma spektroskopisi.



Şekil 3: Üretilen  $Zn_2TiO_4$ 'ün X-ışını soğurma spektroskopisi.



**Sb Katkılı Hacimli Germanyum Tek Kristal Büyütülmesi ve Karakterizasyonu****V. Baran, Y. Çat, T. Asar, S.Ş. Çetin, M. Kasap ve S. Özçelik***Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 06500 Ankara**Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500 Ankara*

Germanyum (*Ge*), 2-14  $\mu\text{m}$  dalgaboyu aralığında yüksek optik geçirgenliğe sahip olması nedeniyle, kızılötesi uygulamalar için dikkat çekmektedir. Bu optik özelliklerinden dolayı, geniş açılı kamera merceklerinde, projektörlerde ve mikroskop merceklerinde sıklıkla kullanılan bir kristaldir [1].

Yarıiletken tek-kristalleri hacimli olarak büyütmek için çeşitli teknikler mevcuttur. Czochralski (*CZ*), Eriyen Bölge, Bridgman ve Kryopolous bu teknikler arasında yer alır [1-2]. Tek kristal elde etmek için günümüzde en çok tercih edilen metot ise *CZ* kristal büyütmeye metodudur.



**Şekil 1:** (a) Gazi Üniversitesi Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan CGS-Lab Ge sistemi ve (b) büyütülen n-Ge tek kristali.

**Teşekkür:** Bu çalışma 2011K120290 nolu proje ile Kalkınma Bakanlığı ve 5140074 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

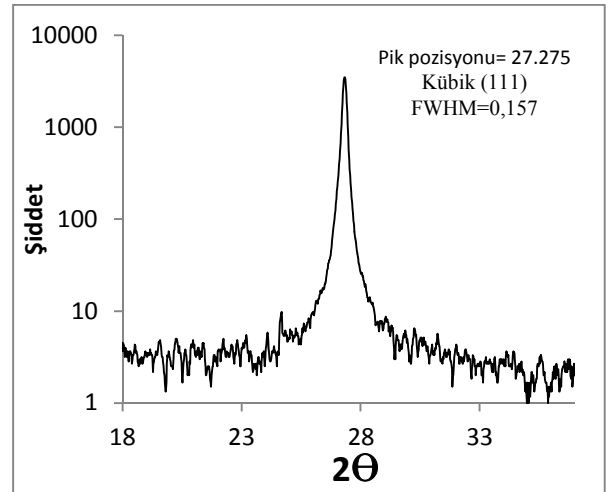
**Kaynakça:**

1. Depuydt, B., Theuwis, A., Romandic, I., Material Science In Semiconductor Processing, 438-441 (2006).
2. Mark, S.A., Frank, J.B., Journal of Crystal Growth, 360, 134-145 (2012).

Bu çalışmada 101 mm çapında (4"), (111) yöneliminde, antimoni (*Sb*) katkı *Ge* tek kristali (Şekil.1(b)), *CZ* sistemi (Şekil.1(a)) ile yüksek katkı konsantrasyonuna sahip olacak şekilde büyütüldü.

Kristalin elektriksel özellikleri Hall Etkisi ile elde edildi. Kristalin yapısal özelliği yüksek çözünürlüklü X-Işını kırınımı (HRXRD), kızılötesi optik geçirgenliği Fourier dönüşümlü kızılötesi metodu ile belirlendi.

Büyütülen kristalin HRXRD kırınım pikinin (Şekil.2) düşük pik yarı genişliğe (FWHM) sahip olması kaliteli bir kristal olduğunun göstergesidir.



**Şekil 2:** Büyütülen kristale ait XRD deseni.

Ayrıca, %46 civarında elde edilen yüksek optik geçirgenlik, büyütülen kristallerin kızılötesi uygulamalar için optik pencere olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, yüksek n-tipi katkı olduğu ve metalik özellik gösterdiği belirlenen kristalin kızılötesi optik eleman olarak EMI kalkanlama özelliğine sahip olabileceği öngörülmektedir.

## 5-metil-2-hidroksi-asetofenon-tiyosemikarbazon Ligandı ve Nikel(II) Kompleksi: X-ışını kırınımı, spektroskopi (IR, UV-Vis. ve $^1\text{H-NMR}$ ) ve DFT çalışmaları

Işın Kılıç-Cıkla <sup>1</sup>, Şükriye Güveli <sup>2</sup>, Metin Yavuz <sup>1</sup>, Tülay Bal-Demirci <sup>2</sup>, Bahri Ülküseven <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 55139, Samsun

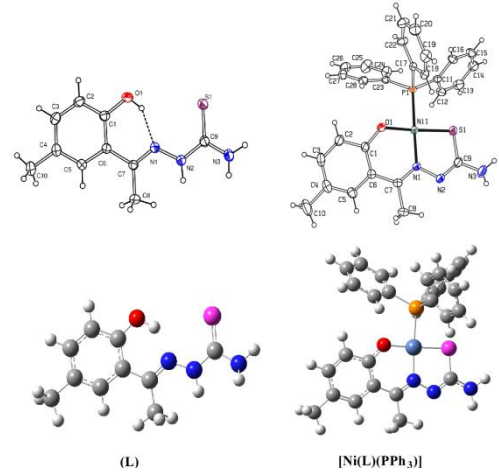
<sup>2</sup>İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Bölümü, 34320, İstanbul

Tiyosemikarbazon türevlerinde aromatik halkalarda yer alan sübstitüentlerin çeşitliliği farklı özelliklerin ortaya çıkmasında önemli bir etkidir. Bunun yanında kükürt atomuna bağlı bulunan gruplar molekül özelliklerine katkıları nedeniyle son yıllarda önem kazanmaya başlamıştır. Tiyosemikarbazonların molekül yapısının esnekliği ile bağlantılı olarak, geçiş metalleri ve diğer metaller ile oluşturdukları kompleksler de son derece değişken davranışlar sergilemeleri ve metal-kompleks bileşiklerinin serbest ligantlara göre daha da etkili biyolojik aktivite göstermeleri bu sınıf bileşiklerin önemini iyice arttırmıştır [1-2].

Bu çalışmada 5-metil-2-hidroksi-asetofenon-tiyosemikarbazon ( $^1\text{L}$ ) ligandı ve ikinci bir ligand olarak trifenilfosfin içerecek şekilde nikel(II) kompleksi  $[\text{Ni}(\text{}^1\text{L})(\text{PPh}_3)]$  sentezlenmiştir. Serbest ligand ve kompleksin kristal yapıları X-ışını kırınımı yöntemi ile belirlenirken spektroskopik özellikleri ise IR,  $^1\text{H-NMR}$  ve UV teknikleri ile incelenmiştir.

Deneysel çalışmaları desteklemek ve sonuçları kıyaslamak amacıyla yapıların moleküler geometrileri Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi (DFT) kullanılarak belirlenmiştir. Tüm hesaplamalarda B3LYP fonksiyoneli ile 6-311G(d,p) baz seti kullanılırken, kompleksin Ni atomu için ekstra LANL2DZ baz seti

kullanılmıştır. Moleküllerin optimize geometrileri üzerinde titreşim frekansları,  $^1\text{H-NMR}$  kimyasal kaymaları ve elektronik spektrumları teorinin aynı seviyesinde hesaplanmış ve deneysel olarak elde edilen verilerle karşılaştırılarak yorumlanmıştır.



**Şekil 1:** ( $^1\text{L}$ ) ligandı ve  $[\text{Ni}(\text{}^1\text{L})(\text{PPh}_3)]$  kompleksinin X-ışını kırınımından elde edilen Ortep-3 diyagramları ve DFT/B3LYP yöntemi ile elde edilen optimize geometrileri.

### Kaynakça

1. El-Shazly, R.M. , Al-Hazmi, G.A.A. , Ghazy, S.E. , El-Shahawi, M.S. & El-Asmy, A.A. , 'Synthesis and Spectroscopic Characterization of Cobalt(II) Thiosemicarbazone Complexes', Journal of Coordination Chemistry, **59**, 845–859 (2006).
2. Torres, E.L. & Abram, U. , 'Rhenium Complexes with Triazine Derivatives Formed from Semicarbazones and Thiosemicarbazones', Inorganic Chemistry, **47**, 2890-2896 (2008).

## Cu-Mn-Al Alaşımının Sıcaklığa Bağlı Olarak Elektriksel Özdirencinin İncelenmesi

**Emine Aldırmaz**

*Amasya Üniversitesi, Fizik Bölümü, 05100, İpekköy, Amasya*

Özellikle sevil hatırlamalı bakır alaşımları, kolayca düzelebilen deformasyonları ve daha ekonomik olması nedeniyle teknolojik açıdan önemlidirler ve endüstride birçok alanda kullanılmaktadırlar. Bu nedenle bu alaşımlar; fizikçiler, malzemeciler, mühendisler ve birçok bilim dalı için ilgi çekici malzemeler olmuştur [1-3]. Çalışmamızda sıcaklığın bir fonksiyonu olarak Cu-13.81%Mn-3.78%Al (% ağırlıkça) alaşımlarının özdirenç-sıcaklık ve özdirenç-frekans ölçümleri yapıldı. Alaşımın elektriksel özdirenç standard dört nokta metodu ile 25–300 °C sıcaklık aralıklarında alındı.

Özdirenç ölçümlerinin sıcaklık artışı ile arttığı bulundu. Alaşımların yapıları ve faz dönüşümleri tayin edildi. Cu-13.81%Mn-3.78%Al (% ağırlıkça) alaşımının mikroskop incelemeleri taramalı elektron mikroskobu ile yapıldı. Yapısal incelemelerde çalışılan alaşımın austenite fazda olduğu gözlemlendi. Alaşımın kristal incelemeleri X-ışınları kırınım difraktometresi ile yapıldı. X-ışını ölçümleri sonucunda alaşımların sahip olduğu yapılar ve yansıma veren düzlemleri belirlendi.

### **Teşekkür:**

Bu çalışma FMB-BAP 15-093 nolu proje ile Amasya Üniversitesi tarafından desteklenmiştir.

### **Kaynakça**

1. V. Torra, (ed.). Proceedings COMETT Course: “the Science and Technology of Shape Memory Alloys”, University of Balears Islands, Palma de Mallorca, Spain, (1989).
2. H. Funakubo, “Shape Memory Alloys”, Gordon and Breach Science Publishers, (1987).
3. S. Saadat, J. Salichs, M. Noori, Z. Hou, H. Davoodi, I. Bar-on, Y. Suzuki, and A. Masuda, “An overview of vibration and seismic applications of NiTi shape memory alloy”, Smart Mater. Struct., 11, 218–229 (2002).

## Sodyum Bor Hidrürün Hidroliz Reaksiyonu Üzerine Pt(111) Yüzeyinin Katalitik Etkisi

**Aykan Akça, Bülent Kutlu**

*Gazi Üniversitesi, Fizik, 06500, Ankara*

Sodyum Bor Hidrürün hidrolizi alanında, çalışmaların çoğu katalitik performans ve metal hidrürlerden hidrojen elde edilmesi üzerinedir [1]. Alternatif enerji kaynağı olarak görülen hidrojen, oda sıcaklığında hidroliz reaksiyonu sonucunda elde edilebilmektedir [2]. Bu çalışmada, Sodyum Bor Hidrürün hidroliz mekanizması, katalizörlü ve katalizörsüz ortamlar yoğunluk fonksiyoneli teorisi [3,4] kullanılarak belirlenmiştir. Hidroliz reaksiyonlarında genel olarak katalizör olarak toz formunda geçiş metalleri kullanılmaktadır [5].

Toz kristalin olası yüzeylerin katalitik etkisinin belirlenmesi ve etkin katalizör yüzeylerinin sentezlenmesi sonucunda hidrojen miktarının artırabileceği düşünülmektedir [6]. Bu çalışmada,  $\text{NaBH}_4 + \text{H}_2\text{O}$  reaksiyonunda toz kristal yüzeylerden Pt(111) yüzeyinin aktivasyon bariyeri üzerine etkisi belirlenmiştir. Sodyum Bor Hidrürün hidroliz mekanizmasının aydınlanması teknolojinin gelişmesi ile daha etkin katalizörlerin bulunması ve mevcut katalizörlerin geliştirilmesi için önemlidir.

### **Kaynakça**

1. Umit B. Demirci ve Philippe Miele, "Reaction Mechanisms of The Hydrolysis of Sodium Borohydride: A Discussion Focusing on Cobalt-Based Catalysts", *Comptes Rendus Chimie*, **17**, 707-716 (2014).
2. Cheng-Hong Liu, Bing-Hung Chen, Chan-Li Hsueh, Jie-Ren Ku, Ming-Shan Jeng ve Fanghei Tsau, "Hydrogen Generation From Hydrolysis of Sodium Borohydride Using Ni-Ru Nanocomposite As Catalysts", *International Journal of Hydrogen Energy*, **34**, 2153-2163 (2009).
3. Kohn, W. Ve Sham, L.J., "Self-Consistent Equations Including Exchange and Correlation Effects.", *International Journal of Hydrogen Energy*, **140**, A1133-A1138 (1965).
4. Hohenberg, P.; Kohn, W., "Inhomogeneous Electron Gas.", *Phys. Rev.*, **136**, B864-B871 (1964).
5. Sean S. Muir ve Xiangdong Yao, "Progress In Sodium Borohydride As a Hydrogen Storage Material: Development of Hydrolysis Catalysts And Reaction Systems", *International Journal of Hydrogen Energy*, **36**, 5983-5997 (2011).
6. Hong-Gang Liao, Yan-Xia Jiang, Zhi-You Zhou, Sheng-Pei Chen ve Shi-Gang Sun, "Shape-Controlled Synthesis of Gold Nanoparticles in Deep Eutectic Solvents For Studies of Structure-Functionality Relationships in Electrocatalysis", *Angew. Chem.*, **120**, 9240-9243 (2008).

## Heteroeklemlı Çinko Tellür İnce Film-Silisyum Nanotel Yapıların Fotodiyot Karakteristikleri

Funda Aksoy Akgül<sup>1,5</sup>, Güvenç Akgül<sup>2,5</sup>, Hüsnü E. Ünalın<sup>3,5</sup>, Raşit Turan<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Niğde Üniversitesi, Fizik Bölümü, 51240, Niğde

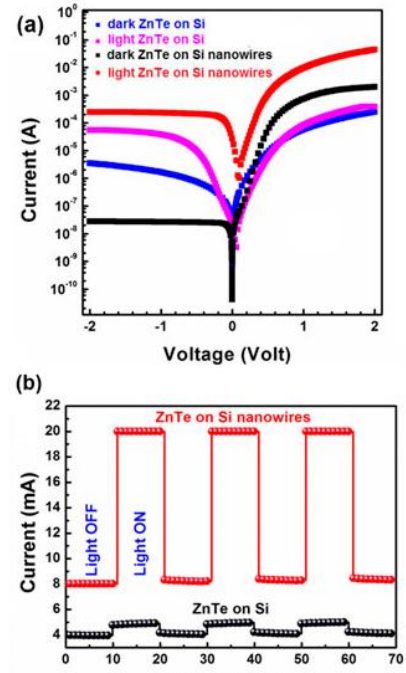
<sup>2</sup>Niğde Üniversitesi, Bor Meslek Yüksekokulu, 51700, Niğde

<sup>3</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara

<sup>4</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

<sup>5</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (GÜNAM), 06800, Ankara

Bu çalışmada, p-tipi Çinko Tellür (ZnTe) ince film / n-tipi Silisyum (Si) nanotel yapısından oluşan heteroeklemlı diyotların optoelektronik özellikleri ve fotodedeksiyon karakteristikleri incelenmiştir. Düşey olarak sıralanmış Si nanoteller, ucuz ve basit bir teknik olan kimyasal dağlama yöntemi (MACE) kullanılarak sentezlenmiştir. Elde edilen Si nanotellerin yüzeyi, daha sonra rf plazma magnetron saçtırmalı kaplama sisteminde p-tipi ZnTe ince filmi ile kaplanmış ve böylece üç-boyutlu heteroeklemler üretilmiştir. Elektriksel ölçümler sonucunda, Si nanotel-temelli diyotların üstün özellikler sergilediği ortaya konmuştur (Şekil 1). Üretilen diyotlar için  $10^4$  değerinde doğrultma oranı, karanlıkta  $n = 1.8$  gibi oldukça küçük bir idealite faktörü ve ayrıca ışık altında 100 mV değerinde açık-devre voltajı ölçülmüştür. Heteroeklemlı diyotların görünür ve yakın-kızılötesi (NIR) bölgede yüksek oranda algılama özelliğine sahip oldukları, spektral fotoduyarlılık ölçümleri ile gözlenmiştir. Bu çalışmada gözlenen aygıt özellikleri, ZnTe ince film / Si nanotel yapısından oluşan heteroeklemlı yapıların özellikle NIR bölgesindeki yüksek performanslı ve düşük maliyetli optoelektronik aygıt uygulamalar için gelecek vaat eden bir aday olduğunu ortaya koymuştur.



Şekil 1: p-tipi Çinko Tellür (ZnTe) ince film / n-tipi Silisyum (Si) heteroeklemlı yapısından oluşan nanotel-temelli ve planar diyotların karanlıkta ve ışık altında (a) Yarılogaritmik I-V ve (b) Açma-kapama karakteristikleri.

### Teşekkür:

Bu çalışma Tübitak 2218-Yurt İçi Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı tarafından desteklenmiştir.



## p-CuO / n-Si Nanotel Yapılı Heteroeklemlerli Fotodedektörlerin Üretimi ve Karakterizasyonu

Funda Aksoy Akgül<sup>1,5</sup>, Güvenç Akgül<sup>2,5</sup>, Hüsnü E. Ünal<sup>3,5</sup>, Raşit Turan<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Niğde Üniversitesi, Fizik Bölümü, 51240, Niğde

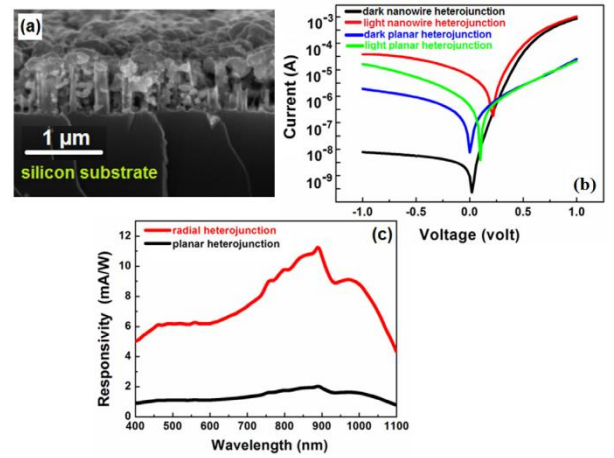
<sup>2</sup>Niğde Üniversitesi, Bor Meslek Yüksekokulu, 51700, Niğde

<sup>3</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara

<sup>4</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

<sup>5</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (GÜNAM), 06800, Ankara

Yarıiletken nanoteller kendilerine has özellikleri sebebiyle son yıllarda birçok uygulama için vazgeçilmez materyaller haline gelmişlerdir. Günümüze kadar çalışılan malzeme sistemleri arasında Silisyum (Si) nanoteller, sahip oldukları mükemmel ışık hapsedme ve gelişmiş soğurma özellikleri ile fotovoltaik ve optoelektronik uygulamalar için gelecek vaat eden potansiyele sahiptirler. Si nanotel-temelli heteroeklemlerli güneş gözeleri ve fotodiyotlardan umut verici sonuçlar elde edilmiştir. Bu aygıt yapılarında, bir-boyutlu Si-nanoteller organik veya inorganik tamamlayıcı malzemeler ile p-n eklemi oluşturmak üzere kaplanırlar. Özellikle metal oksitler gibi farklı tamamlayıcı yarıiletken bileşiklerin kullanılması ile yeni aygıtların geliştirilmesine yönelik çok sayıda bilimsel araştırma mevcuttur. Çeşitli geçiş elementi metal oksitlerinden biri olan CuO, uygun optik özellikleri ile gelecek vaat eden yarıiletken adaylardan biridir. Yapısında yer alan bakır atomu boşluklarından dolayı doğal olarak p-tipi iletkenlik sergileyen CuO, diğer metal oksitler ile karşılaştırıldığında sahip olduğu küçük yasak enerji aralığı (1,2 - 1,9 eV) ile özellikle yakın-kızılötesi (NIR) bölgesindeki fotodedeksiyon ve optik anahtar uygulamaları için mükemmel bir seçenektir. Bu çalışmada, CuO ince film/Si nanotel heteroeklemlerli fotodedektörler ilk defa üretilmiş ve üretilen aygıtların optoelektronik performansları incelenmiştir (Şekil 1). Kimyasal



Şekil 1: Üretilen CuO ince film / Si nanotel yapısındaki fotodedektörlerin (a) FESEM görüntüsü, (b) Yarılogaritmik I-V karakteristiği ve (c) Spektral fototepkisi.

dağlama (MAE) yöntemi ile üretilen dikey olarak sıralanmış Si nanotellerin üzerine, sol-jel metodu kullanılarak sentezlenmiş CuO ince filmleri spin-kaplama ile kaplanmıştır. Elde edilen nanotel-temelli heteroeklemlerli fotodedektörlerin, karşılaştırma amaçlı üretilen planar kontrol aygıtlara göre çok daha iyi diyot özelliği sergilediği (doğrultma oranı  $10^5$ ) ve daha gelişmiş elektriksel ve foto-duyarlılık özellikleri gösterdiği gözlenmiştir. Bu çalışma sonucunda, Si nanotel-temelli fotodedektörlerin üstün çalışma performansının nanoteller ile CuO ince filmi arasında oluşan arayüzeyin 3-boyutlu doğasından kaynaklandığı ortaya konulmuştur.

### Teşekkür:

Bu çalışma Tübitak 2218-Yurt İçi Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. Guvenç Akgül, Funda Aksoy Akgül, Emre Mulazımoğlu, Husnu Emrah Unalan and Rasit Turan, "Fabrication and characterization of copper oxide-silicon nanowire heterojunction photodiodes", J. Phys. D: Appl. Phys., **47**, 065106 (2014).



## Biyomedikal Uygulamalar İçin Şekil-Hafızalı Nitinol Alaşımlarının Yüzey Pasivasyon Özelliklerinin Sinkrotron Işınımı-temelli Yöntemlerle İncelenmesi

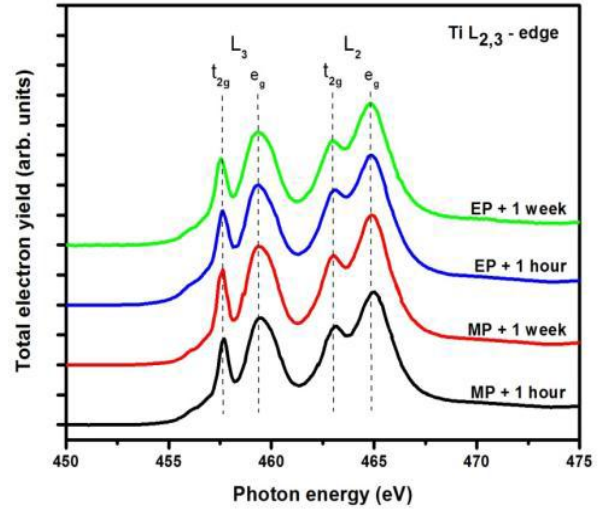
Funda Aksoy Akgül<sup>1</sup>, Güvenç Akgül<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Niğde Üniversitesi, Fizik Bölümü, 51240, Niğde

<sup>2</sup>Niğde Üniversitesi, Bor Meslek Yüksekokulu, 51700, Niğde

Biyomedikal aygıt uygulamaları için şekil-hafızalı NiTi (Nitinol) alaşımları gelecek vaat eden malzemelerdir. Bu uygulamalar için, NiTi alaşımlarına çeşitli yüzey işlemleri uygulanır ve böylece bu malzemelerin yüzeylerinde koruyucu bir film tabakası oluşturulur. Bu çalışmada, NiTi örneklerine mekanik parlatma (MP), elektrokimyasal parlatma (EP), nitrik asit pasivasyonu ve fosfat tamponlu tuz çözeltisi (PBS) pasivasyonu gibi yüzey işlemleri uygulanmış ve bu işlemlerden sonra örneklerin yüzey elektronik özelliklerinde meydana gelen değişiklikler sinkrotron-temelli X-ışını Fotoelektron Spektroskopisi (XPS) ile incelenmiştir. Mekanik ve elektrokimyasal olarak parlatılmış NiTi örneklerinin kristal yapısı üzerine PBS çözeltisi ile yapılan pasivasyon işleminin etkisi Yakın-uç X-ışını Soğurma İnce Yapı Spektroskopisi (NEXAFS) ile araştırılmıştır. XPS ölçümleri sonucunda, tüm işlemlerin NiTi örneklerinin yüzeyinde yaklaşık 4-6 nm kalınlığında ince bir TiO<sub>2</sub> pasivasyon filmi oluşturduğu gözlenmiştir. Ayrıca, mekanik olarak parlatılmış örneklerin pasivasyon tabakası içinde elektrokimyasal olarak parlatılmış örneklere göre çok daha fazla

Ni atomu bulunduğu belirlenmiştir. NEXAFS ölçümleri, tüm örneklerin yüzeyinde oluşan ince film tabakasının benzer amorf TiO<sub>2</sub> yapısında olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 1).



Şekil 1: Mekanik (MP) ve elektrokimyasal (EP) olarak parlatılmış ve PBS pasivasyonu uygulanmış Nitinol örneklerinin Ti L<sub>2,3</sub>-ucu NEXAFS spektrumu.

# Be<sub>1-x-y</sub>Zn<sub>x</sub>Hg<sub>y</sub>Se Alaşımlarının Yapısal, Elektronik, Elastik Ve Optiksel Özelliklerinin Vegards Yasasına Bağlı Olarak X –Ray Cihazı ve ab-Initio Metodla İncelenmesi

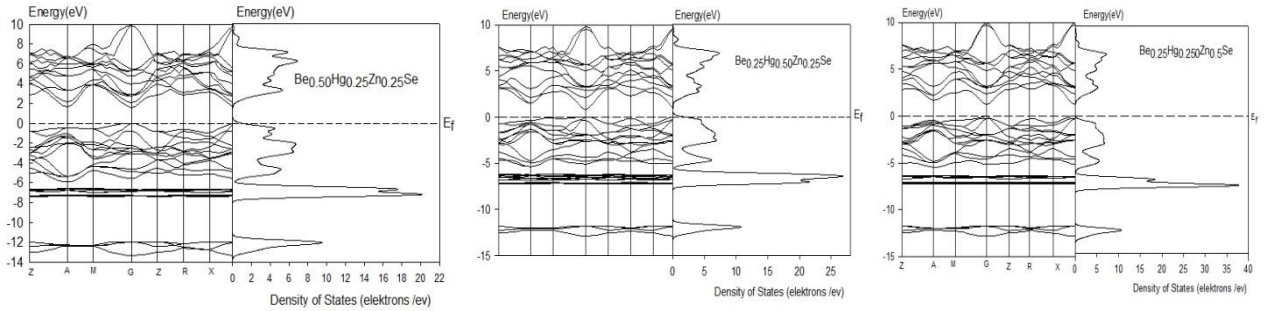
A. Gültekin<sup>1</sup>, M. Kemal Öztürk<sup>1</sup>, M. Tamer<sup>2</sup>, Y. Baş<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü 06500, Ankara

<sup>2</sup>Zirve Üniversitesi, 27260, Gaziantep

Bu çalışmada Yoğunluk Fonksiyoneline dayalı bir program olan CASTEP (Cambridge Tequential Total Energy Package ) [1-4] kodu kullanılarak Be, Hg, Zn ve Se'un norm conserving pseudopotansiyelleri; Perdew, Burke ve Ernzerhof tarafından parametrize edilen GGA yaklaşımı ve Troullier–Martins [5] simülasyonu kullanılarak üretildi. Be<sub>1-x-y</sub>Zn<sub>x</sub>Hg<sub>y</sub>Se Alaşımlarının yapısal, optik özellikleri, elektronik özellikleri, elastik sabitleri ve bu sabitlere bağlı olarak Bulk modülü, young modülü, shear modülü, Poisson oranı, sıkıştırılabilirlik ve B/G oranı, hesaplanmıştır. Bileşenler için, kromer-kronig bağıntıları kullanılarak dielektrik sabitlerine bağlı olarak kırılma indisi, soğurma katsayısı, enerji kayıp fonksiyonu hesaplanarak bulundu. Bunların dışında elastik sabitleri, Bulk modülü, young modülü, shear modülü, Poisson oranı,

sıkıştırılabilirlik ve B/G oranı, Vegards yasasına bağlı olarak X–ray cihazı ile Dörtlü alaşımların bu özellikleri, ikili bileşiklerin özellikleri kullanılarak bulundu. Her iki yöntemle bulunan sonuçların uyumlu olduğu görülmüştür. Tüm alaşımlar direkt bant geçişine sahip, yarı iletken özellik göstermektedirler. Soğurma katsayısının, Dielektrik fonksiyonun imajiner kısmının ve sönüm katsayısının yükselmeye başladığı değerlerin aynı değerler olduğu ve yasak bant aralığına çok yakın olduğu görülmektedir. Kırılma indisi ile dielektrik sabitinin reel kısmının benzer özellikler gösterdiği görülmektedir. Elastik sabitleri (x,y=0.25, 0.25), (x,y=0.50, 0.25) ve (x,y= 0.25, 0.50) değerleri için hesaplandı, mekanik denge koşullarını sağladığı görüldü ve elastik sabitleri tablo2. gösterildi.



Şekil.1: Be<sub>1-x-y</sub>Zn<sub>x</sub>Hg<sub>y</sub>Se alaşımının band yapısı

Tablo2. Hesaplanan Elastik sabitleri (GPa) of Be<sub>1-x-y</sub>Zn<sub>x</sub>Hg<sub>y</sub>Se

Alaşım adı	Method	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>44</sub>	C <sub>66</sub>
Be <sub>0.25</sub> Zn <sub>0.25</sub> Hg <sub>0.5</sub> Se	Castep	76.30	43.84	45.16	77.52	34.39	31.76
	(X-ray)	79.41	48.15	-	-	45.74	-
Be <sub>0.25</sub> Zn <sub>0.5</sub> Hg <sub>0.25</sub> Se	Castep	80.94	46.23	44.87	79.51	35.94	36.98
	(X-ray)	88.21	49.88	-	-	48.32	-
Be <sub>0.5</sub> Zn <sub>0.25</sub> Hg <sub>0.25</sub> Se	Castep	90.80	46.22	50.01	105.16	55.01	46.95
	(X-ray)	99.33	50.88	-	-	58.62	-

## Kaynakça

1. M.D. Segall, P.J.D. Lindan, M.J. Probert, M.C. Payne, J. Phys.: Condens. Matter ,14,2717, 2002
2. Weihua Zhu, Heming Xiao, J Comput Chem., 29: 176–184, 2008
3. Ceperley D M and Alder M J Phys. Rev. Lett 45 566, 1980
4. Perdew P and Zunger A Phys. Rev. B 23 5048, 1981
5. O. Madelung, M. Schulz, H. Weiss, Landolt-Boörstein (Eds.), Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, vol.17, Springer, Berlin, 1982.

## 2×1×1 Be<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>Se Alaşımlarının Yapısal, Elektronik, Elastik ve Optiksel Özelliklerinin Vegards Yasasına Bağlı Olarak X-Ray Cihazı ve Ab-Initio Metodla İncelenmesi

A. Gültekin<sup>1</sup>, M. Kemal Öztürk<sup>1</sup>, M. Tamer<sup>2</sup>, Y. Baş<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi Fizik Bölümü 06500, Ankara

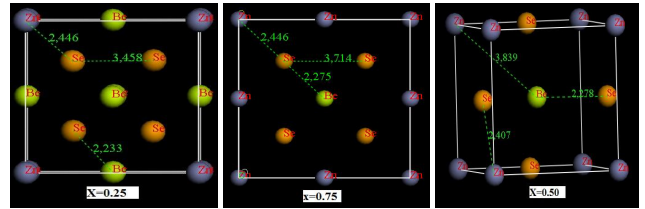
<sup>2</sup>Zirve Üniversitesi, 27260, Gaziantep

2×1×1 Be<sub>x</sub>Zn<sub>1-x</sub>Se yarı iletken karakter gösterdiklerinden dolayı, endüstride oldukça popüler bileşiklerdir. Son yıllarda çeşitli yarı iletken elektrikli ve optiksel cihazlara çok fazla artan talep vardır. II-VI ve III-V bileşikleri yaygın olarak incelenmiş, Berilyum ile kalkojenlerin yaptığı bileşiklerin optoelektronik cihazlarda kullanılması çok dikkat çekmiştir. Leds ve lazer diyotlarda (LDs), görünür bölgedeki mavi ve yeşil dalga boyunda, teknolojiye kullanılması önemlidir[1]. Berilyum kalkojen bileşikleri, BeSe ve BeTe güçlü örgü, sert ve yüksek kovalent bağlarından dolayı dikkat çekmekte ve araç ömrünü uzatmaktadır [2]. ZnSe' ye Be katılması yani Be<sub>x</sub>Zn<sub>1-x</sub>Se (üçlü alaşımlar) Waag ve arkadaşları tarafından önerilmiştir [3]. Bunun sonucu olarak, malzemenin ömrünü ve sertliğini geliştirmek için çalışmalar yapılmıştır [4,5]. A<sub>1-x</sub>B<sub>x</sub>C tipi ternary alaşımların yapısal özellikleri Castep ve Vegards yasasına bağlı olarak X-ray cihazı ile yarı deneysel olarak farklı, x=0.125- 0.250- 0.375-0.500-0.625-0.750 konsantrasyonlarının denge durumlarında ki kuvvetleri için elastik sabitleri ve elastik sabitlerine bağlı parametreler hesaplandı. A ve B iki yarıiletken ve yarıiletken alaşımı A<sub>1-x</sub>B<sub>x</sub>C dir, x alaşımın bileşeni veya alaşımın mole kesri A'nın örgü parametresi a<sup>A</sup>, B'nin örgü parametresi a<sup>B</sup> ve alaşımın örgü parametresi de a<sup>AB</sup>(x)=xa<sup>A</sup>+(1-x)a<sup>B</sup> olarak ele alınır, bu kanuna vegards kanunu denir. Band gap için iki yarı iletken A, B ve alaşım A<sub>1-x</sub>B<sub>x</sub>C düşüneceğiz, A'nın temel band gap E<sub>g</sub><sup>A</sup>, B için temel band gap E<sub>g</sub><sup>B</sup> ve alaşım için band gap E<sub>g</sub>(x)=x E<sub>g</sub><sup>A</sup>+(1-x) E<sub>g</sub><sup>B</sup>-x(1-x) E<sub>b</sub> burada E<sub>b</sub> bowing parametresidir. Ve bowing enerjisi olarak isimlendirilmektedir[6].

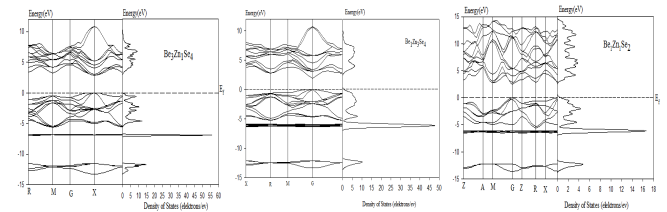
### Kaynakça

- 1.R.Gunshor, A.Nurmikko, Mater. Res. Bull.15 (1995).
2. C. Verie, J. Crystal Growth 184 (1998) 1061.
3. Waag A et al 1998 J. Cryst. Growth 184/185 1
4. C. Verie, J. Cryst. Growth 184/185, 1061 (1998)
5. K. Maruyama, K. Suto, and J.-I. Nishizawa, J. Cryst. Growth 214/215, 104 (2000).
6. M. Androulidaki, N. T. Pelekanos, K. Tsagaraki, E. Dimakis, E. Iliopoulos,

2x1x1 Be<sub>x</sub>Zn<sub>1-x</sub>Se üçlü alaşımlar, ikili bileşiklerin özellikleri kullanılarak bulundu. Şekil 1'de 2×1×1 Be<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>Se'nin kristal yapıları ve bağ uzunlukları için bazı sonuçlar gösterildi. Ayrıca yapısal, elektronik, optik özellikleri ve elektronik özellikleri ve elastik sabitleri yoğunluk fonksiyon teorisi (DFT)'yi temel alan Castep programı kullanılarak da incelenmiştir. Değiş-tokuş korelesyon olarak GGA ve LDA alındı. Bileşenler için Elastik sabitleri, Bulk modülü,yasak band aralığı, fermi enerjisi ve kromer-kronig bağıntıları kullanılarak dielektirik sabitleri, kırılma indisi, soğurma katsayısı, enerji kayıp fonksiyonu hesaplandı. Her iki yöntemle bulunan sonuçların uyumlu olduğu görülmüştür. Şekil 2' de Fermi seviyesinin 0 eV'da x'e bağlı olarak 2×1×1 Be<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>Se band yapısı ve DOS'u gösterilmiştir.



Şekil 1: 2×1×1 Be<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>Se'nin kristal yapıları ve bağ uzunlukları



Şekil 2: 2×1×1 Be<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>Se band yapısı ve DOS

## Al/CuPc/p-tipi InP Diyotların Elektronik Özellikleri

Filiz Aslan<sup>1</sup>, Ömer Güllü<sup>1</sup>, Yusuf Selim Ocak<sup>2</sup>, Şerif Rüzgar<sup>1,3</sup>, Ahmet Tombak<sup>1</sup>, Cihat Özaydın<sup>4</sup>,  
Osman Pakma<sup>1</sup>, İsmail Arsel<sup>1</sup>, Samet Özkan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Batman Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Batman

<sup>2</sup>Dicle Üniversitesi, Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Diyarbakır

<sup>3</sup>Anadolu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Eskişehir

<sup>4</sup>Batman Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Batman

Bu çalışmada,  $\pi$ -bağları açısından zengin ve güneş ışığına karşı duyarlı olan Şekil 1'de yapısı gösterilen bakır fitalosiyanın (CuPc) organik bileşiği kullanılarak Al/CuPc/p-InP Schottky diyotu oluşturuldu ve oluşturulan Al/CuPc/p-InP diyotunun karakteristik parametreleri oda sıcaklığında, karanlık ve aydınlık ortamda belirlendi. Ayrıca bu çalışmada Norde ve Cheung fonksiyonları yardımıyla Al/CuPc/p-InP Schottky diyotunun karakteristik parametreleri (idealite faktörü ( $n$ ), engel yüksekliği ( $\Phi_b$ ) ve seri direnç ( $R_s$ )) hesaplandı.

Yapılan hesaplamalar sonucunda diyotun engel yüksekliği 1,03 eV, idealite faktörü 1,52 olarak bulundu. Al/CuPc/p-InP diyotunun aydınlık ortamdaki  $I-V$  ölçümleri AM1,5 global filtreye sahip güneş simülatörü altında -0,5 V' da 100 mW/cm<sup>2</sup> ışık kullanılarak gerçekleştirildi. Bu ölçümler doğrultusunda diyotun fotodiyot özellik gösterdiği görüldü. Diyotun açık devre voltajı  $V_{oc}=0,37$  V ve kısa devre akımı  $I_{sc}=0,018$   $\mu$ A olarak hesaplandı.

## MOCVD Tekniği ile AlInN/GaN/AlN HEMT Yapısının Büyütülmesi

**Erkan Hekin, Mustafa Kemal Öztürk**

*Gazi Üniversitesi, Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 06500 Ankara*

*Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500 Ankara*

Bu çalışmamızda Metal Organik Kimyasal Buhar Biriktirme (MOCVD) tekniği ile AlInN/GaN/AlN/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> HEMT yapılar In oranında büyütülmüştür. Büyütülen örnekler Yüksek Çözünürlüklü X-Işını Kırınım (HRXRD) cihazı ile; yapısal olarak mozaik kusurları (eğim açısı, yanal ve dikey mozaik kristal boyut, vida ve kenar dislokasyon yoğunluğu) In değerine bağlı olarak incelendi. Elde edilen sonuçlara göre değişik In oranlarında bu kusurlar artan veya azalan eğilimler

gösterdi. Büyütülen AlInN/GaN/AlN tabakalarda azalan In oranlarına göre elde edilen mozaik yapı kusurları birbirlerine zıt davranışlar göstermesi, büyütülen tabakaların büyütme şartları tüm numuneler için aynı tutulmuş ve GaN tabaka artan ve AlInN/AlN tabakada azalan davranışlar sergilemektedir. Büyütülen tabakaların uygun sıcaklıkta uygun büyütme oranına ulaşıldığı göstermektedir.

## Optoelektronik Uygulamaları için Kullanılan Yarıiletken KCaN Bileşiğinin Temel Fiziksel Özelliklerinin İlk-ilkeler Yöntemiyle İncelenmesi

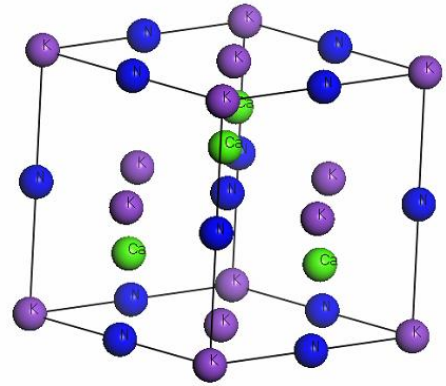
M. Evecen<sup>1,\*</sup>, Y.Ö. Çiftçi<sup>2</sup>, M. Çakmak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Amasya Üniversitesi, Fizik Bölümü, 05000, Ipekköy, Amasya

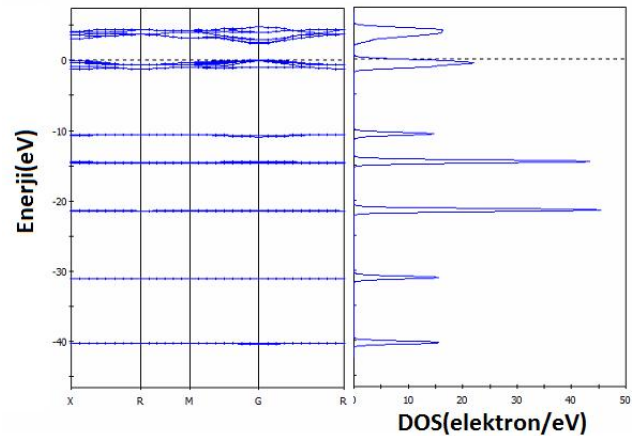
<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Fizik Bölümü, Teknikokullar, 06500, Ankara

İnce film, güneş hücreleri veya diyotlar gibi optoelektronik uygulamaların gelişimi için yapısal ve elektronik özellikli yeni yarıiletken malzemelerin araştırılması materyal biliminde önemli konulardan birini oluşturur. II-VI ve III-V yarıiletken bileşikler elektronik ve optoelektronik teknolojisindeki cihaz uygulaması için önde gelen materyaller arasında görülmektedir. Farklı alanlarda bazı ikili yarıiletkenlerin sınırlı uygulamaları alternatif malzeme araştırmaya bilim adamlarını teşvik etmiştir. Materyallerin ilginç bir sınıfı XYZ kimyasal bileşimli yarı-Heusler veya "Nowotny-Juza"[1] bileşiklerine aittir. I-II-V ve I-III-IV tipi mümkün sekiz elektronlu yarı-Heusler bileşiklerinin sadece çok az kısmı şimdiye kadar sentezlendi [1-4] ve ayrıca ilk-ilkeler hesaplamalarla incelendi [4,5]. Bu çalışmada yarı-Heusler bileşikler arasından seçilen KCaN bileşiğinin, elastik, elektronik ve optik özellikleri; taban durum özelliklerinin ve elektronik yapının belirlenmesinde etkin bir yöntem olan yoğunluk fonksiyonel teorisi (DFT) ve düzlem dalga pseudo potansiyeline dayanan ab-initio metodu ile hesaplandı. Hesaplamalarda ab-initio kod olarak CASTEP (Cambridge Serial Total Energy) paket programı kullanıldı. Bileşiğimiz Genelleştirilmiş Gradyent Yaklaşımı (GGA) altında incelenmiştir. 500 eV kesilim enerjisi ve 12×12×12 Monkhorst-Pack k-noktası kullanılmıştır. Enerji yakınsaklığı 10<sup>-6</sup> eV ve kuvvet 10<sup>-2</sup> eV/Å olarak optimizyon yapıldı. Örgü sabitleri ile birlikte KCaN bileşiğinin bulk modülleri ve bulk modüllerinin basınca göre türevleri elde edilmiştir ve literatürdeki teorik ve deneysel değerlerle uyumlu olduğu görülmüştür. KCaN bileşiği MgAgAs tip yapıda kristalleşir (Şekil 1). Bu bileşiğin temel simetri doğrultuları boyunca hesaplanan elektronik band yapısından (şekil 2) 2.358eV band aralığına sahip yarıiletken özellik

gösterdiği bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar mevcut deneysel ve teorik verilerle kıyaslanarak, kapsamlı bir analiz sunuldu.



Şekil 1: KCaN bileşiğinin birim hücresi



Şekil 2: KCaN bileşiğinin elektronik band yapısı

### Kaynakça

1. H. Nowotny, K. Bachmayer, Monatsch. Chem. **81**, 488 (1950).
2. H. Nowotny, B. Glatzl, Monatsh. Chem. **82**, 720 (1950).
3. R. Juza, F. Hund, Z. Anorg. Chem. **257**, 1 (1948); R. Juza, W. Dethlefsen, H. Seidel, K. Benda, Anorg. Allg. Chem. **356**, 253 (1968).
4. C. Kandpal, C. Felser, R. Seshadri, J. Phys. D **39**, 776 (2006).
5. S. Kacimi, H. Mehnane, A. Zaoui, Journal of Alloys and Compounds **587**, 451 (2014).



## Bor Katkılı $\text{Li}_2\text{MnO}_3$ Kullanılarak Üretilen CR2032 Pillerin Kapasite Değişimlerinin Araştırılması

Erdinç Öz<sup>1</sup>, Serkan Demirel<sup>1</sup>, Serdar Altın<sup>1</sup>, Sevda Avcı<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İnönü Üniversitesi, Fizik Bölümü, 44280, Malatya

<sup>2</sup>İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, 34700, İstanbul

Mangan bazlı katot materyalleri, enerji depolama sistemlerinde, tek kullanımlık piller ve şarj edilebilir piller için ilgi çekici materyallerdir. Bunun temel sebepleri ise Co ve Ni bazlı katot materyallerine göre daha ucuz olması ve daha güvenilir (daha az toksik olması) olmasıdır.

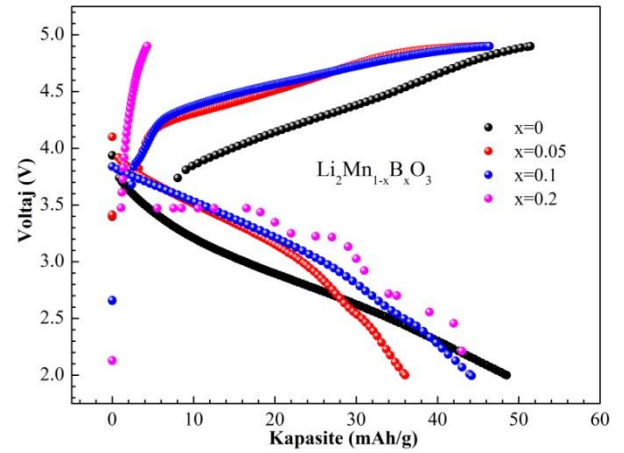
$\text{Li}_2\text{MnO}_3$  katot materyalinin kapasite değeri üretim yöntemine göre değişmekte olup katıhal reaksiyon ile üretilen  $\text{Li}_2\text{MnO}_3$  katot materyali yaklaşık 50 mAh/g kapasiteye sahiptir [1]. Yapılan çalışmada, Mn bölgelerine B katkılanması yapılarak üretilen pillerin pil ömürlerinin artırılması hedeflenmiştir. Çalışmada Bor kullanılması sebepleri : Bor elementinin elektronik yapısının Mn elementine benzer olması ve bu sayede kristal yapı içerisinde yapılan bağ sayısını olumsuz etkilememesi, Mn-O bağ enerjisinin yaklaşık 809 kJ/mol ve B-O bağ enerjisinin yaklaşık 362 kJ/mol olmasıdır [2].

**Tablo 1:** Üretilen  $\text{Li}_2\text{Mn}_{1-x}\text{B}_x\text{O}_3$  katot materyallerinin Rietveld Refinement analizi sonucu belirlenen kristal parametreleri.

$\text{Li}_2\text{Mn}_{1-x}\text{B}_x\text{O}_3$	a (Å)	b (Å)	c (Å)
x=0	4.9267	8.5274	5.0276
x=0.05	4.9292	8.5215	5.0182
x=0.1	4.9314	8.5277	5.0273
x=0.2	4.9359	8.5316	5.0378

B-O bağ enerjisinin daha yüksek olması, kristal yapıda, pilin şarj-deşarjı sırasında meydana gelen yapı bozulmalarını engelleyecek ve bunun sonucu olarak pilin ömrü artacaktır. Çalışmada  $\text{Li}_2\text{Mn}_{1-x}\text{B}_x\text{O}_3$  (x=0, 0.05, 0.1 ve 0.2) katot materyalleri

katıhal reaksiyon yöntemi ile üretilmiştir. Üretilen katot materyalleri CR2032 jeton pil haline getirilerek elektrokimyasal ölçümleri alınmıştır. Elde edilen kapasite değeri literatürde belirlenmiş kapasite değerine yakındır [1].



**Şekil 1:**  $\text{Li}_2\text{Mn}_{1-x}\text{B}_x\text{O}_3$  katot malzemesi ile hazırlanmış pillerin 1. döngüye ait kapasite-voltaj grafiği.

Şekil 1’de üretilen katot materyalleri ile hazırlanmış olan pillerin 1. döngülerine ait kapasite değerleri görülmektedir. Bu grafiğe bağlı olarak, üretilen pillerin kapasite değerleri arasında çok büyük fark bulunmamakla birlikte, 20 döngü üzerinden alınan kapasite değerlerinin döngü sayısına göre değerlendirilmesi, yapılan Bor katkılanmasının pil ömrüne etkisi daha açık şekilde görülecektir.

### Teşekkür:

Bu çalışma TUBİTAK-112M487 ve İUBAP-2014-02 projelerinden sağlanan destek ile yapılmıştır.

### Kaynakça

1. J. Lim, J. Moon, J. Gim, S. Kim, K. Kim, J. Song, J. Kang, W. Bin Im and J. Kim, “Fully activated  $\text{Li}_2\text{MnO}_3$  nanoparticles by oxidation reaction”, J. Mater. Chem., 22, 11772, (2012).
2. Y.-R. Luo, “Bond Dissociation Energies”, December 26, 2002 by CRC Press Reference B/W Illustrations ISBN 9780849315893.

## Oksijene Duyarlı SrCoO<sub>3-x</sub> Üretim Şartlarının Araştırılması ve Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi

Serkan Demirel, Erdiñ Öz, Ali Bayri, Serdar Altın

İnönü Üniversitesi, Fizik Bölümü, 44280, Malatya  
demirel.srkn@gmail.com

Gelecekte teknolojinin birçok alanında karşımıza çıkması beklenen spin bazlı materyaller; günümüz ve gelecek teknolojisinde enerji çevrimi, üretimi ve tasarrufu gibi alanlarda kullanılabilir. Bu kapsamda, spin-bazlı termoelektrik etkilerin özellikle geçiş elementi bazlı bulk materyallerde görülmesi ve bu materyallerin üretimi, teknolojik açıdan büyük önem taşımaktadır [1].

Yapılan çalışma kapsamında, spin geçiş özelliği gösteren kobalt bazlı SrCoO<sub>3</sub> sistemi üzerinde manyetik, elektriksel ve termal özelliklerin araştırılması, bu özellikler arasındaki bağlantılar ile materyalin hem manyetik, hem elektriksel hem de termoelektrik performansında geliştirmeler sağlanması hedeflenmiştir.

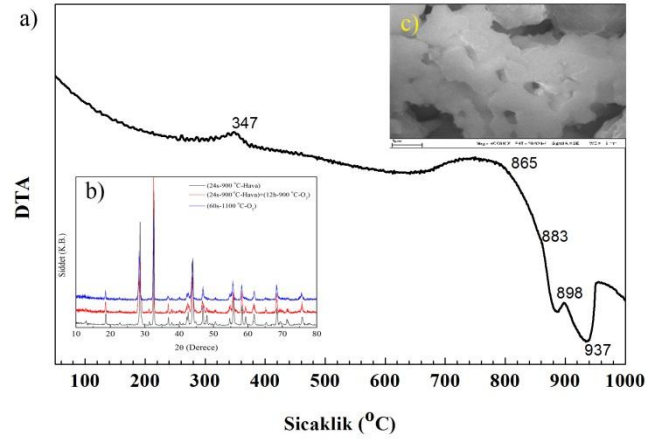
SrCoO<sub>3</sub> malzemesi fiziksel özellikleri yanı sıra üretim şartları ile de dikkat çekmektedir. Genel olarak SrCoO<sub>3</sub> fazının üretilmesinin ya elektrokimyasal sentez yada yüksek basınç altında sıcak presleme yöntemleri ile gerçekleştiği görülmüştür [2-4]. Söz konusu malzemenin üretiminde kullanılan katihal reaksiyon yöntemi ile genel olarak SrCoO<sub>3</sub> fazı yerine SrCoO<sub>2.5</sub> fazı elde edilmektedir.

Sunulan çalışma kapsamında SrCoO<sub>3</sub> fazının katihal reaksiyon yöntemi ile üretilmesi hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında SrCoO<sub>3</sub> ve Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> kimyasalları sitokiyometrik oranlarda mekanik olarak karıştırılmasının ardından yapılan DTA analizi ile faz oluşum sıcaklıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Belirlenen faz oluşum sıcaklıklarına bağlı olarak kimyasal karışıma farklı sıcaklıklar altında farklı sürelerde ısı işlemleri yapılmıştır. Isıl işlemler sonrası elde edilen bileşiklerin XRD analizleri ile faz analizi yapılmıştır.

**Teşekkür:** Bu çalışma TÜBİTAK-115F273 ve İÜBAP-2015-48 nolu projeler tarafından desteklenmektedir.

### Kaynakça

1. V. Cascos, R. Martínez-Coronado, J. A. Alonso, "New Nb-doped SrCo<sub>1-x</sub>Nb<sub>x</sub>O<sub>3-δ</sub> perovskites performing as cathodes in solid-oxide fuel cells", International Journal of Hydrogen Energy, **39**, 14349–14354 (2013).
2. M. Eshraghi, P. Kameli, F. Khalili, M. H. Ehsani, H. Salamati, "Structural, magnetic and electrical characterization of the La<sub>0.7</sub>Ca<sub>0.3</sub>Co<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>O<sub>3</sub> (x=0, 0.7 and 1) compounds prepared by a simple method" Journal of Rare Earths **32**, 965-972 (2014).
3. B. Raveau, Md. M. Seikh, "Magnetic and Physical Properties of Cobalt Perovskites", Handbook of Magnetic Materials, chapter 3, **23**, 161–289 (2015).
4. Y. Long, Y. Kaneko, S. Ishiwata, Y. Taguchi and Y. Tokura, "Synthesis of cubic SrCoO<sub>3</sub> single crystal and its anisotropic magnetic and transport properties" Journal of Physics: Condensed Matter, **23**, 245601 (2011).



**Şekil 1:** SrCoO<sub>3-x</sub> karakterizasyon çalışmasında a) DTA, b)XRD, c)SEM analizi.

XRD ve DTA analizlerine bağlı olarak malzeme üretiminde farklı sıcaklık ve sürelerle bağlı ısı işlemleri gören malzemelere ani soğutma (quenching) yapılmıştır.

Yapılan çalışmalar kapsamında SrCoO<sub>2.5</sub> fazının hegzagonal kristal simetrisinde daha kararlı bir yapı sergilemiş, yüksek basınç (30 ton) pres yapılmasına rağmen yapı SrCoO<sub>2.5</sub> fazından SrCoO<sub>3</sub> fazına dönüşümü sağlanamamıştır. Bu durum SrCoO<sub>2.5</sub> fazının yapısal olarak daha kararlı olduğunu göstermektedir.

İkinci bir yöntem olarak, elektrokimyasal bir hücre ile anodik oksidasyon yöntemi kullanılarak yapıdaki oksijen miktarının artırılacağı görülmüştür. Yapılan çalışmalar sonucunda ayrıca daha yüksek basınçlar kullanılarak da oksijen miktarının artırılacağı sonucuna varılmıştır.

## 500 Watt'lık Evirici Geliştirilmesi

Ali M.Ali<sup>1</sup>, Süleyman Özçelik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, İleri Teknolojiler ABD, 06500 Teknikokullar, Ankara

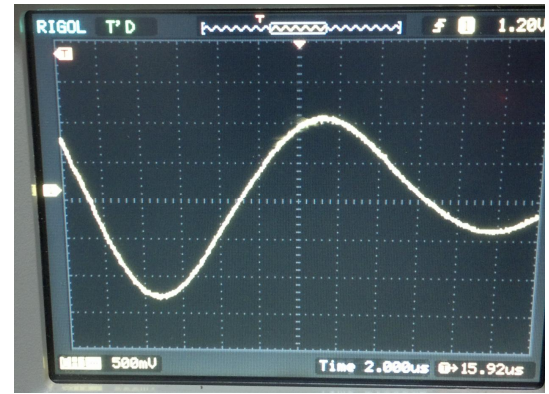
<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500 Teknikokullar, Ankara

Evirici doğru akımı (DC) alternatif (AC) akıma dönüştüren elektronik cihaz olarak tanımlanır. Özellikle fotovoltaik panellerde üretilen elektrik enerjisini taşımak ve uygulamada kullanabilmek amacıyla eviriciler kullanılarak AC akıma dönüştürmek gerekmektedir. Özellikle, Güneş enerji santrallerinin şebeke üzerine aktarılması için eviricilerin kullanımını zorunlu kılar. Elektrikle çalışan çoğu cihaz sinüs sinyaline uygun AC akımla çalıştığından eviricinin çıkışının tam sinüs dalga olması gerekir.

Eviricinin AC akıma dönüştürme işlemi birkaç yöntemden oluşmaktadır. Diyotla yapılması: çıkış sinyali kare dalgadır. Mikro işlemcilerle yapılması (PIC16f877): çıkış sinyali üçgendir. Tam sinüs dalga olması için devrenin çıkışına bir de filtre yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada yapılan tasarımda dönüştürücü olarak IRFZ44 mosfet kullandı ve çıkışına uygun filtre koyarak tam sinüs dalga elde edildi. Yapılan PWM tasarımında SG3525 entegresi kullanıldı.

SG3525 entegresinin düzgün çalışabilmesi için sabit DC gerilimine ihtiyaç vardır. Bunu sağlamak için trafoya özel sargı ekleyerek geri besleme yapıldı.

Tasarımda transformatör için silizli nüve kullanıldı. Bu nüvelerin manyetik geçirgenliği düşük olduğundan harmonikleri yüksek olmaktadır [1]. Bu nedenle transformatörün endüktansını sınırlayacak şekilde filtre elemanı seçildi [2].



Şekil 1: Elde edilen Sinüs Dalgası

Şekil 1'de görüldüğü gibi çıkış sinyali %1'lik bir bozulma ile sinüse yaklaşmıştır. Geliştirilen eviricide toplam harmonik bozulma (THD) %2 altındadır. Bu değer uygulamada kabul edilebilir sınırlar içerisinde.

**Teşekkür:** Bu çalışma 2011K120290 nolu proje ile Kalkınma Bakanlığı tarafından desteklenmiştir.

### Kaynakça

1. Harish K. Krishnamurthy and Raja Ayyanar, "Building Block Converter Module for Universal (AC-DC, DC-AC, DC-DC) Fully Modular Power Conversion Architecture", Arizona State University Tempe, Arizona, USA, 2007 IEEE
2. Shinichi Okanuma, Puskar Khatiwada, "Output Electric Power Increase of a DC-AC Converter Utilizing Magnetic Oscillation", Graduate School Student of Symbiotic Systems Science and Technology, Fukushima University, Japan 2010 IEEE

## Plazmonik Monopol Nanoanten Yardımı ile THz Sinyal Şiddeti Artırımı

Hasan Mert Bozacı<sup>1,2</sup>, Bayram Bütün<sup>2</sup>, Süleyman Özçelik<sup>1,3</sup>, Ekmel Özbay<sup>2</sup>

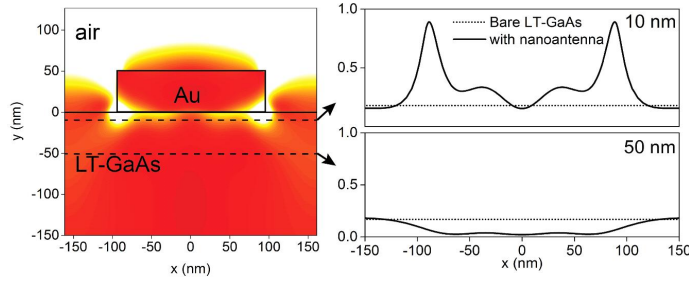
<sup>1</sup> İleri Teknolojiler Bölümü, Gazi Üniversitesi, 06500 Yenimahalle, Ankara

<sup>2</sup> Nanoteknoloji Araştırma Merkezi, Bilkent Üniversitesi, 06800 Bilkent, Ankara

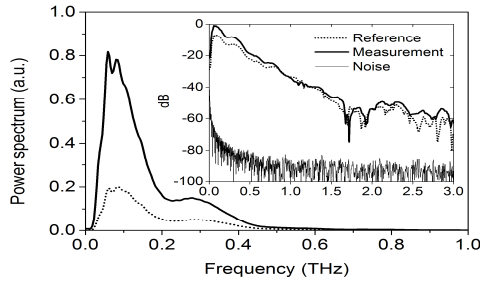
<sup>3</sup> Fotonik Araştırma Merkezi, Gazi Üniversitesi, 06500 Yenimahalle, Ankara

Fotoiletken Anten, Terahertz Zamana Dayalı Spektroskopi (THz-TDS) sistemlerinde Terahertz (THz) ışın kaynağı olarak sıkça kullanılan bir üreteç anten tipidir. Bu Araştırmada, Galyum Arsenik (GaAs) tabanlı fotoiletken antenlerin emisyon gücünün plazmonik monopol nanoanten yardımı ile artırılması incelenmiştir.

Nanoanten yapıların THz üretimine etkisinin kapsamlı incelenebilmesi amacıyla aynı yonga üzerinde aynı geometrideki iki antenden birine nano yapı uygulanmış ve iki anten karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda Zaman sinyalinde 72% artış, frekans uzayında ise 0.8 THz'e kadar 4 kat artış gözlenmiştir.



Şekil 1: Nanoyapı FDTD Simülasyon Çalışmaları



Şekil 2: THz Spektral Güç artışı Grafiği

## Tavlama Sıcaklığının Püskürtme Tekniği ile Büyütülen $V_2O_5$ İnce Filmlerin Yapısal Özellikleri Üzerine Etkisi

Oguz Özbal<sup>1,3,\*</sup>, Meltem Dönmez<sup>2,3</sup>, S. Şebnem Çetin<sup>2,3</sup> ve Süleyman Özçelik<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>İleri Teknolojiler ABD, Gazi Üniversitesi, 06500 Teknikokullar, Ankara

<sup>2</sup>Fizik Bölümü, Fen Fakültesi, Gazi Üniversitesi, 06500, Ankara

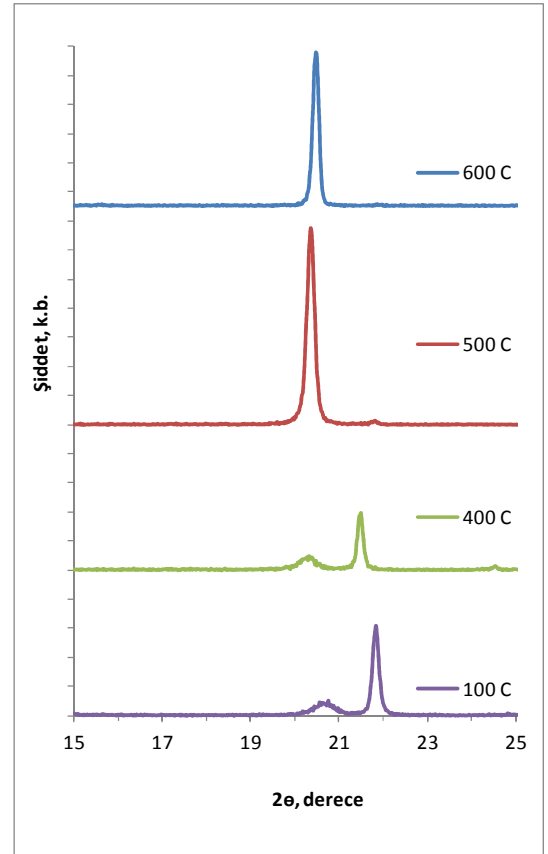
<sup>3</sup>Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gazi Üniversitesi, 06500, Ankara

\*[oozbal@ssm.gov.tr](mailto:oozbal@ssm.gov.tr), [sozcelik@gazi.edu.tr](mailto:sozcelik@gazi.edu.tr)

Vanadyum oksit bileşimlerden Vanadyum-pentaoksit ( $V_2O_5$ ), ısı sensör, ışık modülatörü ve kızılötesi dedektörler gibi elektro-optik uygulamalarda kullanılmaktadır.  $V_2O_5$  ince filmleri  $\alpha$ - (orthorhombic) and  $\beta$ - (monoclinic veya tetragonal) fazlarda üretilebilmektedir. Filmlerin büyüme şartlarına bağlı olarak faz değişimlerinin belirlenmesi ve iyi kristal kalitesinde üretimleri teknolojik uygulamaları açısından önemlidir.

Bu çalışmada,  $V_2O_5$  seramik hedef (99.98) kullanılarak RF püskürtme tekniği ile 100 W RF gücünde  $V_2O_5$  ince filmleri n-Si alttaş üzerine 100 °C alttaş sıcaklığında büyütüldü ve bu filmin parçaları 400 °C ve 500 °C'de hava ortamında 1 saat süre ile tavlandı. Tavlamanın yapısal ve morfolojik özellikler üzerine etkisi XRD ve AFM ölçümleri ile incelendi.

Şekil.1'de verilen X-Işını kırınımı (XRD) desenleri incelendiğinde, 100 °C ve 400 °C'de alfa fazı baskın olduğu görüldü. 500 °C tavlama sıcaklığında ise beta fazının daha baskın olduğu ve 600 °C'de ise tamamen beta faza dönüşmeye başladığı anlaşıldı. Ayrıca AFM analizlerinden paçacık boyutunun tavlama sıcaklığı ile arttığı ve faz değişimi ile yüzey morfolojisinin değiştiği belirlendi.



Şekil 1: Büyütülen (100 °C), 400 °C, 500 °C ve 600 °C'de tavlanan  $V_2O_5$  filmlerinin XRD desenleri.

**Teşekkür:** Bu çalışma 2011K120290 nolu proje ile Kalkınma Bakanlığı tarafından desteklenmiştir.





# DİZİN





---

Aydın	E. M.	P66				
Aydın	B.	P83				
Aydın	S.	P71	P115	P116	P117	P118
Aydın	E.	Ç7				
Aygan	A.	P102				
Aytaç	S. P.	P55				
Ayyıldız	E.	P68				
Bacaksız	C.	P15				
Bacıoğlu	A.	P82				
Bahat	M.	P83				
Bal Demirci	T.	P124				
Balbaşı	M.	P114				
Baran	V.	P91	P123			
Baş	Y.	P103	P130	P131		
Batı	H.	P66				
Bayraklı	Ö.	P76	P78	S5		
Bayri	A. M.	P136				
Baysal	M. B.	P73				
Bek	A.	P70	P74	P79	P109	
Benli	B. B.	P108				
Berberoğlu	H.	P85				
Beşe	Ç.	P36				
Bilgili	A. K.	P33				
Bilgin	V.	P18				
Bingöl Alpaslan	Y.	P30				
Birant	G.	P79				
Borra	M. Z.	P70				
Boyacı	İ. H.	P85				
Boyacıoğlu	B.	P17				
Boyalı	E.	P59	P90	P100		
Boyarbay Kanta	B.	P68				
Bozacı	H. M.	P138				
Bozkurt	N.	P67				
Bulut	N.	S1				
Bulutay	C.	P43				
Bülbül	M. M.	P97				
Bütün	B.	P138				
Büyükdemirkıran	T.	P45				
Büyükgüngör	O.	P26				
Cakmak	S.	P72				
Can	M. M.	P8	P9			
Can	M.	P87	P88			
Carpentieri	M.	S4				
Carusotto	I.	S3				
Celegato	F.	S4				
Ceylan	Ü.	P19				

Ceylan	A.	P64				
Clark	S. M.	Ç8				
Cogulu	E.	P10				
Coşkun	M.	P8				
Coşkun	C.	P23				
Cömert	B.	P56	P57	P90		
Çağlar	M.	P61	P62	P63		
Çağlar	Y.	P61	P62	P63		
Çağlayan	H.	Ç3				
Çakıl	O.	P71				
Çakır	Ö.	P3				
Çakmak	M.	P56	P134			
Çalışkan	N.	P66				
Çalışkan	D.	P119				
Çat	Y.	P91	P123			
Çatak Çelik	R.	P32				
Çelik	Ö.	P8	P46	P102		
Çetin	S. Ş.	P59	P60	P90	P123	P139
Çınar	İ.	P10				
Çınarlı	M.	P66				
Çitoğlu	S.	P8				
Çolak	Ş.	P84				
Çolakoğlu	K.	P58				
Çolakoğlu	T.	P70				
Çömlekcioğlu	U.	P102				
Çörekçi	S.	P47	P103			
Dege	N.	P72				
Değer	C.	P81				
Delice	S.	P42				
Deligöz	E.	P37	P73			
Demiç	Ş.	P88				
Demir	K.	P23				
Demir	S.	P72				
Demir	D.	P93				
Demirbilek	R.	P48				
Demirci Sankır	N.	Ç7				
Demircioğlu	Z.	P26				
Demirel	S.	P135	P136			
Demirezen	S.	P114				
Demirselçuk	B.	P18				
Demirtaş	Ö.	P109				
Deveci	M.	P64				
Dias	R. P.	Ç8				
Dilek	N.	P32				
Diñer	İ.	P3				
Dirican	E.	P101				

Doğan	S.	P38			
Dönmez	M.	P56	P57	P139	
Dugan	S.	P47			
Duman	S.	P16	P22	P38	
Duran	A.	P99			
Durgun	E.	P12	P15	P111	
Duru	İ. P.	P81			
Duyar Coşkun	Ö.	P94	P95	P96	
Efkere	H. İ.	P60	P67		
Ekici	Ö.	P34	P35		
Ekicibil	A.	P49	P51	P52	P54
Elerman	Y.	S2	P3	P36	
Elmalı	A.	Ç4	P65		
Emir	C.	P76			
Erdinç	A.	P13	P14		
Erkovan	M.	P4	P5	P7	
Eroğlu	E.	P89			
Erzeneoğlu	S. Z.	P21			
Esen	Z.	P40			
Eserci	H.	P30			
Evcimen Duygulu	N.	P92			
Evecen	M.	P134			
Eygi	Z. D.	P18			
Fatma Aydın	F.	P29			
Fırat	T.	P8			
Fırtına Arslan	H.	P13	P14		
Finocchio	G.	Ç11	S4		
Genç	A. E.	P112			
Gençaslan	A.	P6			
Giordano	A.	Ç11	S4		
Gökce	H.	P19			
Görgün	K.	P63			
Güçlü	A. D.	Ç5			
Güldeste	E. T.	P43			
Güler	M. Ö.	P6			
Gülgün	M. A.	P9			
Güllü	H. H.	S5	P76	P77	P78
Güllü	Ö.	P132			
Gülseren	O.	Ç2	Ç12	P44	
Gültekin	A.	P103	P130	P131	
Gümrükçü	A. E.	P64			
Gümüş	C.	P86			
Gündoğdu	G.	P55			
Günen	A.	P99			
Güney	M. N.	P83			
Gür	E.	P23			



Soyad	Ad	Özet Sayfa No.					
Gürbulak	B.	P1	P2	P16	P21	P22	P38
Güveli	Ş.	P124					
Habiboğlu	A. T.	S4					
Han	A. S.	Ç7					
Hasanlı	N.	P42					
Hauet	T.	Ç11					
Hayvalı	M.	P65					
Hekin	E.	P133					
Hurma	T.	P25					
Hünerli	V.	P70					
Ilday	F. O.	P70					
Ilıcan	S.	P61	P62	P63			
Işık	M.	P42					
İçli	S.	P88					
İkram Orak	İ.	P107					
Kahveci	O.	P68					
Kahveci	E.	P92					
Kalkan	B.	Ç8					
Kandemir	Z.	S1					
Karabıyık	H.	P30					
Karabuğa	Ş.	P46					
Karabulut	İ.	P80					
Karadağ	A. H.	P85					
Karakaş	S.	P81					
Karakaş	V.	S4					
Karakaya	İ.	P46					
Karapınar	R.	P24					
Karatay	A.	P65					
Karateke	T.	P48					
Karayel	A.	P44	P45				
Kartal	Z.	P31					
Kasap	M.	P123					
Katine	J. A.	Ç11	P10				
Kaya	M.	P3	P36				
Kaya	D.	P6					
Kaynak	F. B.	P55	P92				
Kaynar	M. B.	P64					
Kazak	C.	P29					
Keçik	D.	P15					
Kepekci	R. A.	P72					
Kılıç Cıkla	I.	P124					
Kılıç Çetin	S.	P49	P51	P52			
Kılınç	N.	P5					
Kımacı	B.	P98	P120				
Kocaöz	Ö. D.	P37					
Koç	E.	P40					



Özgün	S.	Ç4							
Özışık	H.	P37							
Özkan	A.	P53							
Özkan	S.	P132							
Öztekin	E.	P30							
Öztekin Çiftci	Y.	P39	P50	P58	P105	P134			
Öztürk	O.	P7							
Öztürk	M. K.	P47	P59	P93	P103	P130	P131	P133	
Özyurt Kuş	F.	P27	P28						
Pakma	O.	P132							
Parlak	M.	S5	P76	P77	P78				
Parlak	U.	P4							
Pavlov	I.	P70							
Reznikov	Y.	P24							
Rüzgar	K.	P82							
Rüzgar	Ş.	P132							
Sağlam	Y. G.	P12							
Sakar	B.	P7							
Salamov	B. G.	P33							
Sarıtaş	S.	P1	P2	P22					
Sayın	C. S.	Ç12							
Semiz	L.	Ç7							
Sen	S.	Ç8							
Senger	R. T.	P15							
Serin	T.	P27	P28						
Serin	N.	P27	P28						
Sertel	T.	P59							
Shawuti	S.	P9							
Stipe	B.	P10							
Sürücü	Gökçe	P50							
Sürücü	G.	P50	P58	P73	P120				
Şafak Asar	Y.	P106	P107						
Şahin	M.	P13	P14						
Şahin	S.	P19							
Şahin	E.	P45							
Şata	M.	P16	P22	P38					
Şen	H. Ş.	Ç2							
Şener	E.	P101							
Şimşek	M.	P89							
Tagiyeva Askerbeyli	R. T.	P20							
Tamer	M.	P103	P130	P131					
Tanyeri	Ö.	P36							
Tataroğlu	A.	P69							
Tayran	C.	Ç12							
Tekle	T.	P38							
Tıraş	T.	Ç4							

Tiberto	P.	S4							
Tokel	O.	P70							
Toksagül	S.	P30							
Tombak	A.	P132							
Topkaya	R.	Ç1							
Tozkoparan	B.	P55							
Tozlu	C.	P87	P88						
Tunar	G.	P34	P35						
Tunç	T.	P32							
Turan	R.	P70	P121	P127	P128				
Turgut	E.	P1							
Turnali	A.	P70							
Tümer	M.	P45							
Türkmen	O.	P65							
Türksoy Öcal	M.	P7							
Umucalılar	R. O.	S3							
Uskova	O. V.	P24							
Uslu	İ.	P108							
Uzun	S.	P40							
Ülker	E.	P119							
Ülküseven	B.	P124							
Ünal	Y.	P36							
Ünalan	H. E.	Ç6	P74	P79	P109	P121	P127	P128	
Ünver	H.	P17							
Ürdem	Ş.	P5							
Wang	K. L.	P54							
Wouters	M.	S3							
Yağcı	A. M.	Ç4	P101						
Yağlıoğlu	H. G.	Ç4	P65						
Yaralı	E.	Ç7							
Yavru	C.	Ç4							
Yavuz	A.	P31							
Yavuz	T.	P47							
Yavuz	M.	P124							
Yazıcı	D.	P11							
Yıldırım	M.	Ç4	P1	P2	P22				
Yıldız	D. E.	P75							
Yıldız	F.	P81							
Yılmaz	H.	P65							
Yılmaz	D.	Ç9	P119						
Yiğit	M. Z.	P87							
Yiğiterol	F.	P75							
Yoo	C. S.	Ç8							
Yüksektepe Ataol	Ç.	P34	P35						
Yüksel	S.	P23							
Yüksel	R.	P74	P79	P109					

Yükseltürk

E.

P97

Yüzüak

G. D.

S2

Yüzüak

E.

S2

Zan

R.

Ç10

Zeybek

O.

P104

Zeyrek

C. T.

P17

# YMF21 KISA PROGRAM

08:30 -08:55	Kayıt
08:55 -09:00	Açılış Konuşması: Prof. Dr. Süleyman ÖZÇELİK (Gazi Üniversitesi)
<b>1. Oturum</b>	
<b>Oturum Başkanı: Prof. Dr. İbrahim Halil MUTLU (Akdeniz Üniversitesi)</b>	
09:00 -09:20	Ç01 Prof. Dr. Bekir AKTAŞ (Gebze Teknik Üniversitesi)
09:20 -09:40	Ç06 Doç. Dr. H. Emrah ÜNALAN (ODTÜ)
09:40 -10:00	Ç12 Dr. Ceren TAYRAN (Gazi Üniversitesi)
10:00 -10:15	S01 Prof. Dr. Nejat BULUT (İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü)
10:15 -10:45	ÇAY ARASI
<b>2. Oturum</b>	
<b>Oturum Başkanı: Prof. Dr. Muhammet YILDIRIM (Atatürk Üniversitesi)</b>	
10:45 -11:05	Ç02 Prof. Dr. Oğuz GÜLSEREN (Bilkent Üniversitesi)
11:05 -11:25	Ç07 Doç. Dr. Nurdan SANKIR DEMİRCİ (TOBB-ETU)
11:25 -11:45	Ç10 Yrd. Doç. Dr. Recep ZAN (Niğde Üniversitesi)
11:45 -12:00	S02 Gizem DURAK YÜZÜAK (Ankara Üniversitesi)
12:00 -13:30	ÖĞLE YEMEĞİ
<b>3. Oturum</b>	
<b>Oturum Başkanı: Prof. Dr. Yalçın ELARMAN (Ankara Üniversitesi)</b>	
13:30 -13:50	Ç13 Dr. Nihan AKIN (Gazi Üniversitesi)
13:50 -14:10	Ç08 Yrd. Doç. Dr. Bora KALKAN (Hacettepe Üniversitesi)
14:10 -14:30	Ç09 Yrd. Doç. Dr. Dündar YILMAZ (Zirve Üniversitesi)
14:30 -14:50	Ç11 Dr. Ayşe Gökçe Özbay (Boğaziçi Üniversitesi)
14:50 -15:05	S03 Dr. Rifat Onur UMUCALILAR (Koç Üniversitesi)
15:05 -15:35	ÇAY ARASI
<b>4. Oturum</b>	
<b>Oturum Başkanı: Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK (Gazi Üniversitesi)</b>	
15:35 -15:55	Ç04 Doç. Dr. Halime Gül YAĞLIOĞLU (Ankara Üniversitesi)
15:55 -16:15	Ç05 Doç. Dr. Alev Devrim GÜÇLÜ (İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü)
16:15 -16:35	Ç03 Doç. Dr. Hümeysra ÇAĞLAYAN (Abdullah Gül Üniversitesi)
16:35 -16:50	S04 Vedat KARAKAŞ (Boğaziçi Üniversitesi)
16:50 -17:05	S05 Özge BAYRAKLI (ODTÜ)
17:05 -17:15	SPONSOR FİRMA SUNUMU
17:15	POSTER ÖDÜL TÖRENİ
19:00	AKŞAM YEMEĞİ

