

## Elektroçirime Yöntemiyle Üretilen GaInP Nanoliflerin Elektriksel ve Optik Karakterizasyonu

Atilla EVCİN<sup>1</sup>, Nalan Çiçek BEZİR<sup>2</sup>, Refik KAYALI<sup>3</sup>, Mehmet ARI<sup>4</sup> ve Abdullah KÜÇÜK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar.

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Isparta

<sup>3</sup>Niğde Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Niğde

<sup>4</sup>Erciyes Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Kayseri

e-posta: evcin@aku.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.10.2012; Kabul Tarihi:11.11.2013

### Özet

Bu çalışma kapsamında elektroçirime yöntemiyle Galyum İndiyum fosfit (GaInP) nanoliflerin oluşturabilmek için çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin viskozitesini ayarlayabilmek için değişik katkıları (PVA,DEA,PEG,PVP) katılmış ve ardından çözelti elektroçirime yöntemiyle iletken cam ve alüminyum altlık kullanılarak lif haline getirilmiştir. Oluşan seramik içerikli lifler inert atmosferde sinterlenmiştir. Elde edilen GaInP liflerin ısıl karakterizasyonu TGA ve DTA teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen liflerin elektrik ve optik özellikleri sırasıyla dört nokta metodu ve UV spektrometresiyle incelenmiştir. GaInP lif örneklerinin kristal yapı ve yüzey morfolojisi karakterizasyonu ise Atomik Güç Mikroskopu (AFM) ve taramalı elektron mikroskopu (SEM), yapısal özellikleri X-ışını kırınımı (XRD) teknikleri kullanılarak belirlenmiştir.

### Anahtar kelimeler

Elektroçirime; Nanolif; GaInP; Yarıiletkenler

## Electrical and Optical Characterization of GaInP Nanofibers produced by Electrospinning

### Abstract

In this study, for the fabrication of the GaInP semiconducting fibers 3 different solutions were prepared. Different chemicals (PVA,DEA,PEG,PVP) were added to the prepared solution for it to adjust its viscosity and then fibers were developed spraying the solution by using electrospinning technique on the conductive glass and aluminium substrates. These obtained fibers were sintered at inert atmosphere. Thermal analyses of the obtained GaInP fibers were examined by using thermogravimetric/differential thermal analysis (TG-DTA) techniques. Electrical and optical properties of the fabricated fibers were examined by using four probe method and UV spectrometer, respectively. Whereas characterization of surface morphology and the crystal structure of the GaInP fiber samples were carried out by means of SEM, AFM and XRD techniques.

### Key words

Nanofibers, GaInP, Semiconductors, Electrospinning

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

### 1. Giriş

Geleceğin teknolojisi olarak görülen, disiplinlerarası çalışmayı ön plana çıkaran ve günlük hayatımıza girmiş olan "Nano Teknoloji" alanında nano boyutlu metal partiküllerinin kullanımı ile geliştirilen ileri teknoloji malzemelerinin kullanımı son yıllarda giderek artmaktadır. Bilişim ve haberleşme, uzay-havacılık, otomotiv, elektrik-elektronik, kimya, çevre, enerji, biyoloji, gen mühendisliği ve savunma sanayi en önemli uygulama alanlarıdır (Kepekçi 2011) Son birkaç yıl içinde nanoteknolojinin temel uygulama alanları olarak

nanomalzeme, nanoelektrik, nanooptik, nanolif, nanoüretim, nanobiyoteknoloji, nanokimya, nanotekstil gibi çeşitli alanlar ortaya çıkmıştır (Küçük 2012). Farklı nanolif üretim teknikleri arasında en yeni ve en etkin olanı elektroçirime (electrospinning) tekniğidir. Patent literatüründe ilk örnekleri 20. Yüzyılın başlarında görülen ancak, özellikle 90'lı yılların ortalarından sonra akademik çevrelerin oldukça ilgisini çeken elektroçirime yöntemi, yeniden doğmuş eski bir teknolojidir. Nanolif üretiminde elektroçirime (electrospinning) yöntemi uzun yıllardan beri kullanılmasına karşın, bu yöntemin seramik

nanolif üretiminde kullanımı henüz çok yenidir (Kepekçi 2011, Küçük 2012). Enerji, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin temel ihtiyaçlarından birisidir. Teknolojinin gelişmesiyle beraber ise elektrik enerjisine olan ihtiyaç artmıştır. Mevcut enerji üretim kaynakları hızla tükenmeye, hammadde fiyatları artmaya, çevre ve insan sağlığı olumsuz etkilenmeye başlamıştır. Bu nedenle "temiz enerji" sınıflaması içerisinde yer alan çevre dostu, kirletici gaz yayımını artırıcı özelliğı olmayan elektrik enerji üretim türlerini üretmek/kullanmak zorunluluk haline gelmiş ve son yıllarda aralarında güneş enerjisinin de bulunduğu yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde yapılan çalışmalar hız kazanmıştır (Asar 2009). Doğada bulunan yarıiletken malzemeler elementel yarıiletkenlerdir. Diğer yarıiletkenler ise bazı elementlerin bileşimi/alaşımı şeklinde yapay büyütme teknikleri ile elde edilen yarıiletkenlerdir. GaAs, GaN ve CdTe gibi iki yarıiletkenler bileşik, GaAlAs, InGaN ve InGaAsP gibi üç ve daha fazla elementten oluşan yarıiletkenler ise alaşım yarıiletkenler olarak adlandırılır (Asar 2009). Bu çalışmada üç farklı

bileşimde GaInP nanoliflerinin, elektroğirme tekniğı ile üretilmesi hedeflenmiştir. Elektroęirme üretim parametrelerinin ve farklı bileşimlerin sonuçlara etkisi incelenerek uygun başlangıç malzemeleri ve optimum üretim şartları belirlenmiştir. Üretilen nanoliflerin elektriksel ve optik özellikleri UV Spektrofotometre, FL ve 4 prob cihazları kullanılarak araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada  $Ga_xIn_{1-x}P$  bileşiminesahip nanoliflerin elektroğirme yöntemiyleüretimihedeflenmiştir.Bu amaçlaüçfarklıbileşimoluşturulmuştur.Bunlar;

Çözeltil : Ga0,50In0,50P

Çözeltill : Ga0,75In0,25P

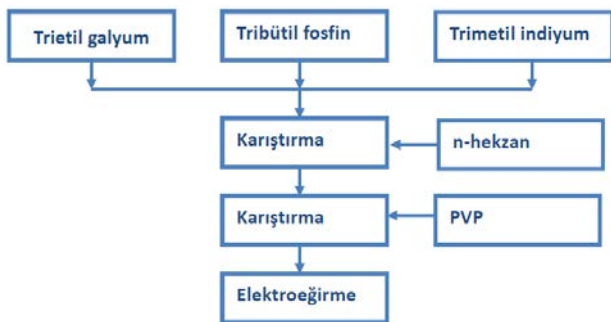
Çözeltilll : Ga0,25In0,75P

Bu bileşimlere sahip çözeltileri hazırlamak için Ga kaynağı olarak trimetilgalyum TMG  $[(CH_3)_3Ga]$ , indiyum kaynağı olarak trimetilindiyum TMI  $[(CH_3)_3In]$  ve fosfor kaynağı olarak da terbütilfosfin TBP  $[C_4H_{11}P]$  seçilmiştir. Kullanılan kimyasalların özellikleri Tablo 1 'de verilmiştir.

**Tablo 1** Kullanılan kimyasal maddeler ve özellikleri

Kimyasal Adı	Formülü	Marka	CAS no	Molekül Ağırlığı	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>
Trimetilgalyum	$(CH_3)_3Ga$	ABCR	1445-79-0	114,83	1,151
Trimetilindiyum	$(CH_3)_3In$	ABCR	3385-78-2	159,93	1,568
T-bütilfosfin	$C_4H_{11}P$	ABCR	2501-94-2	90,10	0,700
n-hekzan	$C_6H_{14}$	Merck	110-54-3	86,18	0,660
Mutlak Etanol	$C_2H_5OH$	Aldrich	64-17-5	46,07	0,789
Polivinilprolidon	$(C_6H_9NO)_n$	Aldrich	9003-39-8	1.300.000	

Deney akım şeması Şekil 1'de verilmiştir.



**Şekil 1.** Deney Akım şeması

### 2.1. Elektroęirme ile Nanolif Üretimi

Nanolif üretimi Afyon Kocatepe Üniversitesi İleri Teknoloji Malzemeleri laboratuvarında tarafımızdan kurulan Elektroęirme deney düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Şekil 2'de görülen deney düzeneğı 3 ana bileşenden oluşmaktadır.

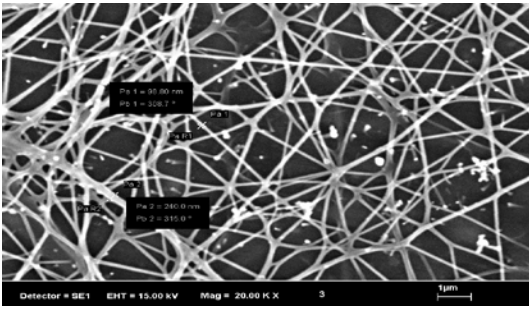
- Yüksek voltaj güç kaynağı
- Besleme ünitesi
- Toplayıcı plaka



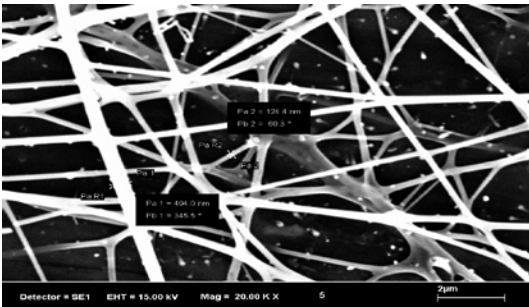
Şekil 2. Elektroçirime deney düzeneği

### 3. Bulgular

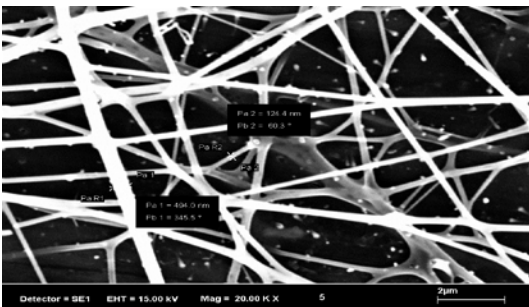
Şekil 3'de Çözelti I-II ve III 'den üretilen farklı parametrelerdeki nanoliflerin 6 cm mesafe ve 25 kV voltajdaki SEM fotoğrafları verilmiştir.



Çözelti I



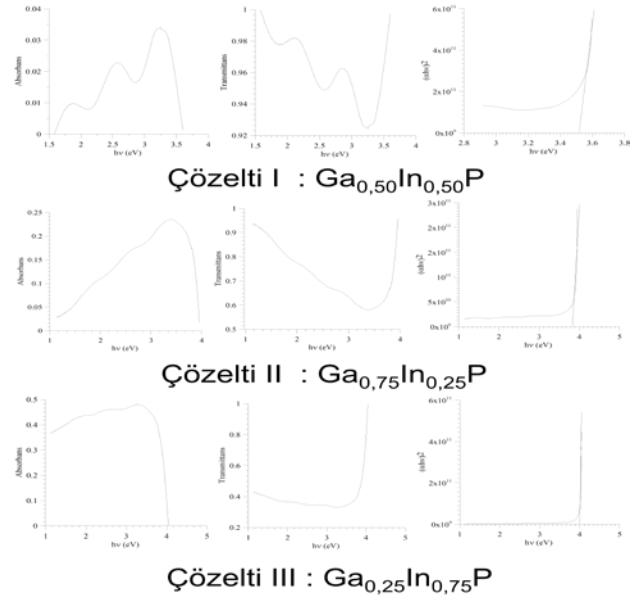
Çözelti II



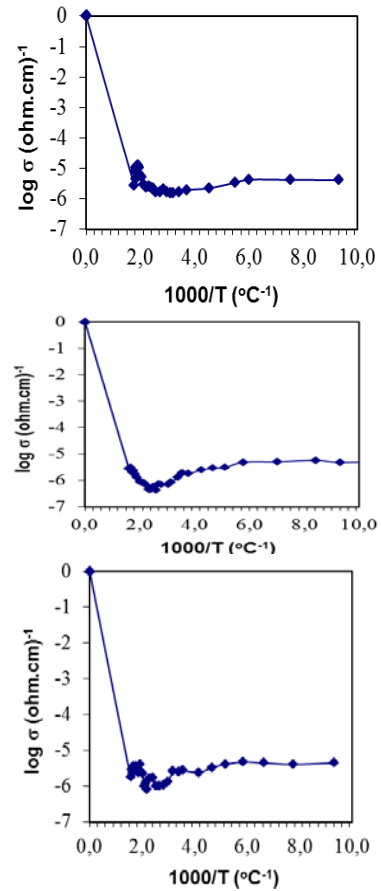
Çözelti III

Şekil 3. Nanoliflerin SEM fotoğrafları

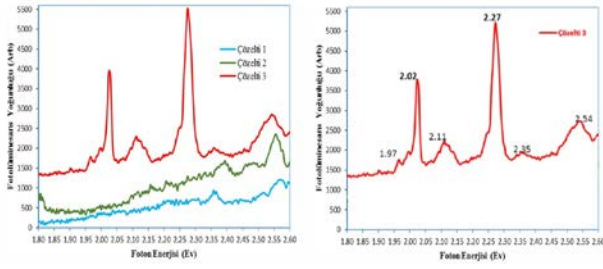
Üç farklı bileşime sahip nanoliflerin geçirgenliği ve soğurması ölçülerek optik bant aralığı hesapları yapılmıştır. Şekil 4'de üretilen nanoliflerin foton enerjisine göre çizilmiş absorpsiyon ve geçirgenlik grafikleri verilmiştir.



Şekil 4. GaInP nanoliflerin UV görünür bölgesinde absorpsiyon, transmittans ve  $(\alpha hv)^2-hv$  grafiği



Şekil 5. Üç farklı çözeltiden elde edilen nanoliflerin 1000/T'ye karşı  $\ln \ln \sigma$  grafikleri



Şekil 6. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış çözeltiler için FL ölçümleri

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada Elektroęirme yönteminin değişik işlem parametreleri denenmek suretiyle üç farklı GaInP yapısında nanolifler üretilmiş ve nanoliflerin morfolojik, mineralojik, spektroskopik, elektriksel, optik ve yüzey özellikleri incelenmiştir.

Üç farklı bileşime sahip nanoliflerin geçirgenlik değeri arttıkça foton enerji değeri artmaktadır. Nanoliflerin bant aralığı Çözelti I, II ve III için sırasıyla 3,82 eV , 3,51 eV ve 4 eV olduğu bulunmuştur.

Çözeltiler için Fotoluminesans (FL) ölçümlerinde en kuvvetli FL pikleri Çözelti III için gözlenmiş olup, literatürle uyumludur.

Çözeltilerin grafiksel yöntemle hesaplanan aktivasyon enerjisi değerleri sırasıyla 0,045800 eV, 0,2214344 eV ve 0,12515 eV olarak bulunmuştur. Görülmektedir ki çözelti bileşimi malzemenin optik ve elektriksel özelliklerinde değişime neden olmaktadır.

#### Teşekkür

Bu çalışma Tübitak 110M344 nolu proje tarafından desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Asar, T., GaInP ve InGaAs Kuantum Kuyulu Güneş Pillerinin (QWSC) Üretimi, (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2009)
- Denizli, T., GaInP/GaAs Kuantum Kuyulu Yapılarda Alaşım Düzensizliği Ve Arayüzey Pürüzlülüęü Saçılması, (Yüksek Lisans Tezi), Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, (2006)
- Evcin A. and Kaya D.A., Scientific Research and Essays Vol. 5(23), pp. 3682-3686, 4 December, 2010
- Elliott, E. A. Chekhovich, M. S. Skolnick, A. I. Tartakovskii and A. B. Krysa, Journal of Physics: Conference Series 245 (2010) 012093
- Gudovskikh, J.P.Kleider, N.A.Kalyuzhnyy, V.M.Lantratov, S.A.Mintairov, Solar Energy Materials & Solar Cells 94 (2010) 1953–1958
- Kepekçi, D.B., *Elektroęirme Yöntemiyle InP Nanoliflerin Üretim ve Karakterizasyonu*, (Yüksek Lisans Tezi), Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2011).
- Küçük, A., *Elektroęirme Yöntemiyle Bor Katkılı Hidroksiapatit Nanoliflerin Üretimi Ve Karakterizasyonu*,(Yüksek Lisans Tezi), Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2012).
- Sakamoto, K. Nakata, S. Nakajima, Physica B 272 (1999) 250}252