



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.gov.tr/politeknik>



Elektron demet ile ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si diyotların elektriksel özellikleri

The electrical properties of Au/PTCDA/n-Si diodes with electron beam irradiated PTCDA interfacial layer

Yazar (Author): Umut AYDEMİR

ORCID: 0000-0001-5396-4610

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Aydemir U., “Elektron demet ile ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si diyotların elektriksel özellikleri”, *Politeknik Dergisi*, 22(2): 393-398, (2019).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.gov.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.417761

Elektron Demet ile Işınlanmış PTCDA Arayüzey Tabakalı Au/PTCDA/n-Si Diyotların Elektriksel Özellikleri

Araştırma Makalesi / Research Article

Umut AYDEMİR

Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü, Uludağ Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 16.01.2018 ; Kabul/Accepted : 09.04.2018)

ÖZ

Bu çalışmada, geleneksel Au/n-Si Schottky Diyotların (SDs) aygıt performansının ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakası kullanılarak yenilikçi bir yaklaşımla iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle ilk olarak PTCDA tozları 30kGy, 60kGy ve 100kGy farklı elektron demet (E-Demet) dozlarında ışınlanmıştır ve sonuçlar FTIR yöntemi ile analiz edilmiştir. Işınlanmamış ve ışınlanmış PTCDA tozları n-Si altta üzerine organik buharlaştırma sisteminde kaplanmıştır. Farklı dozlarda E-Demet ile ışınlanmış ve ışınlanmamış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD'ların Akım-Gerilim (I-V) karakteristikleri $\pm 3V$ arasında oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Aygıtların idealite faktörü(n), Schottky engel yüksekliği (Φ_{Bo}), doğrultma oranı (DO), seri direnç (R_s) ve Şönt direnci (R_{sh}) parametreleri I-V sonuçlarından hesaplanarak elde edilmiştir. 30 kGy ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD aygıt performansının ışınlanmamış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD'a göre daha iyi olduğu deneysel olarak gözlenmiştir. Au/PTCDA/n-Si SD'un I-V karakteristiklerinin ışınlama ile oldukça etkilendiği ve uygun ışınlama dozu ile aygıt performansının artırılacağı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Au/PTCDA/n-Si, PTCDA arayüzey tabakası, Schottky diyotlar, E-Demet ışınlama.

The Electrical Properties of Au/PTCDA/n-Si Diodes with Electron Beam Irradiated PTCDA Interfacial Layer

ABSTRACT

In this work, it is aimed to improve the device performance of traditional Au / n-Si Schottky Diodes (SDs) with an innovative approach using the irradiated PTCDA interfacial layer. For this reason, first PTCDA powders were irradiated with different electron beam (E-Beam) doses of 30kGy, 60kGy and 100kGy and the results were analyzed by FTIR method. Unirradiated and irradiated PTCDA powders with E-Beam were evaporated on n-Si substrate via organic evaporator. Current-Voltage (I-V) characteristics of unirradiated and irradiated Au/PTCDA/n-Si SDs with PTCDA interfacial layers irradiated with different E-Beam doses of 30kGy, 60kGy and 100kGy were carried out between $\pm 3V$ at room temperature. The ideality factor (n), Schottky barrier height (Φ_{Bo}), rectification ratio (DO), series resistance (R_s) and shunt resistance (R_{sh}) of devices were calculated from current-voltage (I-V) results. It is experimentally seen that performance of Au/PTCDA/n-Si SD irradiated with 30 kGy has better results when we compared unirradiated Au/PTCDA/n-Si SD. It has been observed that the I-V characteristics of the Au/PTCDA/n-Si SD are highly influenced by irradiation and the device performance can be improved with appropriate irradiation dose.

Keywords: Au/PTCDA/n-Si, PTCDA interfacial layer, Schottky diodes, E-Beam irradiation.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Literatürde Schottky Diyotlar (SD) arayüzey tabakasız metal/yarıiletken (MY) aygıtlar, metal/yalıtkan/yarıiletken (MY) aygıtlar ve metal/polimer/yarıiletken (MPY) aygıtlar olmak üzere çok geniş biçimde yer almaktadır [1-13]. Son yıllarda polimer arayüzey tabakalı SD üzerine yapılan araştırmalar yoğunlaşmıştır [2-13]. İlk çalışmalar MY arayüzeyinde organik arayüzey tabakası kullanılıp kullanılmayacağı üzerine iken bugün araştırmalar

özellikle farklı polimer arayüzey tabakası kullanarak SDların elektriksel özelliklerinin modifiye edilmesine dayanmaktadır [3-5]. Organik malzemelerin MY arayüzeyine yerleştirilmesi ile elde edilen MPY aygıtların performansları üzerine etkilerini inceleyen literatürde çok sayıda yayın vardır. Bunlardan bazılarını örnek verecek olursak; Aydemir ve arkadaşları PVA:Zn kullanarak [2], Çakar ve arkadaşları rhodamine-101 kullanarak [6], Gupta ve Singh poly(aniline) kullanarak [7], Kılıçoğlu ve arkadaşları tetraamide-I kullanarak [8], Güllü ve Türüt phenolsulfonphthalein kullanarak [9], Akkılıç ve arkadaşları chitin kullanarak [10], Aydın ve arkadaşları β -carotene kullanarak [11], Güllü ve

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : umutaydemir@uludag.edu.tr

arkadaşları safranin T kullanarak [12], Kuo ve arkadaşları Poly(3-hexylthiophene) [13] kullanarak araştırmalarını yayınlamışlardır. Tüm bu yayınlarda organik arayüzey tabakası kullanımı aygıt performansını olumlu yönde etkilediği deneysel sonuçlarla desteklenerek rapor edilmiştir. Polimer/yarıiletken tabanlı bu tarz MPY çalışmaları, literatürde organik alan etkili transistör (OFET) [14,15] ve organik ışık yayan diyot (OLED) [16,17] gibi aygıtların araştırmalarına ışık tuttuğu için oldukça önemlidir ve yaygın olarak araştırılmaktadır.

Organik arayüzey tabakası metal ve yarıiletken arasında fiziksel bariyer oluşturarak metal ile yarıiletken yüzeylerinin doğrudan birbirine temasını engelleyerek yarıiletken yüzeyindeki arayüzey tabakalarının yeniden düzenlenmesine ve yük geçişlerinin kontrolüne yardımcı olur [2-13,18]. Böylelikle nanometre kalınlığında organik arayüzey tabakası kullanımı yüksek kaliteli, düşük idealite faktörü, sızıntı akımı, seri direnç ve arayüzey durum yoğunluğuna sahip ve yüksek şönt dirence sahip SD üretimine olanak tanımaktadır. Organik malzemelerin radyasyona karşı oldukça hassas olması ve ışınlamanın aygıt performansı üzerine etkisi bir diğer önemli araştırma konusudur [19-22]. Literatürde genellikle polimer arayüzey tabakalı aygıtlar üretildikten sonra radyasyona maruz bırakılmış ve ışınlanan aygıtın elektriksel özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmanın ana amacı ise polimer radyasyon etkileşiminin Au/PTCDA/n-Si SD elektriksel özellikleri üzerine etkilerinin araştırılmasıdır. Bu nedenle, bu çalışmada literatürden farklı olarak PTCDA tozları aygıt üretilmeden önce elektron demet (E-Demet) ışınlarına maruz bırakılmış ve geleneksel Au/n-Si SD modifiye edilmiştir. Farklı dozlarda E-Demet ışınlarına maruz bırakılmış PTCDA tozlar organik buharlaştırma sistemi ile Au/n-Si arayüzeyine sandviçlenerek idealite faktörü, Schottky bariyer yüksekliği, sızıntı akımı, seri ve şönt direnç gibi ana elektriksel parametreleri Akım-Gerilim (I-V) ölçümlerinden hesaplanarak ışınlanmamış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD sonuçları ile kıyaslanmıştır. Böylece yarıiletken ve metal kontaklar E-Demet ışınlarından izole edilmiş ve sadece ışınlamaya maruz kalan PTCDA arayüzeyi ile elde edilen Au/PTCDA/n-Si SD'un temel elektriksel özellikleri incelenmiştir. Ayrıca, E-Demet ile ışınlanmış ve ışınlanmamış PTCDA numunelerinin FTIR sonuçları yapısal analiz olarak tartışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL and METHOD)

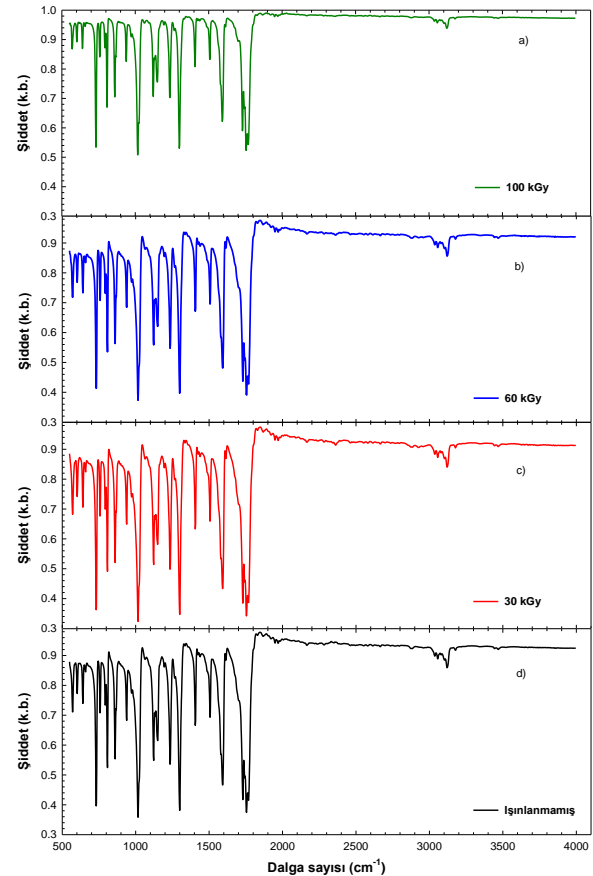
Arayüzey tabakası olarak kullanılan toz PTCDA ($C_{24}H_{18}O_6$) Sigma Aldrich firmasından tedarik edilmiştir. PTCDA tozlar ince film kaplamadan önce ILU-10 (1MeV) Elektron Demet Hızlandırıcı ile 30, 60 ve 100 kGy dozlarında ışınlanmıştır. Ardından ışınlanmamış ve ışınlanmış PTCDA toz numunelerinin FTIR ölçümleri Termo Scientific Nicolet 6700 FT-IR cihazı ile gerçekleştirildi.

İnce film üretimi için kullanılan (100) yönelimli, P katkılı n-Si yarıiletken alttaş 3 aşamalı RCA temizleme yöntemiyle temizlendi. Alttaşın arka yüzeyine komple omik kontak yapmak üzere 5N saflıkta 150 nm kalınlıkta Au termal buharlaştırma sisteminde kaplandı ve 450 °C de birkaç dakika tavlandı. Ardından PTCDA tozlar VAKSİS PVD Handy 40 model organik buharlaştırıcı ile n-Si alttaş yüzeyine temiz odada 100-150 nm kalınlıklarında kaplandığı profilometre ile gözlemlendi. Son olarak ışınlanmamış ve ışınlanmış PTCDA film kaplı Si alttaşların doğrultucu kontaktları 1mm çaplı maske kullanılarak 100nm Au termal buharlaştırma sisteminde kaplandı. Numuneler gümüş pasta yardımı ile gümüş kaplı iletken tellere yapıştırılarak Au/PTCDA/n-Si SD'lar elektriksel ölçümlere hazır hale getirildi.

İşinlanmış ve ışınlanmamış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si aygıtların Akım-Gerilim (I-V) ölçümleri Keithley 2400 kaynak ölçer yardımıyla oda sıcaklığında bilgisayar destekli ölçüm sisteminde gerçekleştirildi.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Yapısal Karakterizasyon (Structural Characterization)



Şekil 1. PTCDA tozlarının a) 100 kGy ışınlanmış, b) 60 kGy ışınlanmış, c) 30 kGy ışınlanmış d) ışınlanmamış FTIR geçirgenlik-dalga sayısı eğrileri (FTIR transmittance vs wavenumber plots of PTCDA powders a) irradiated at 100 kGy, b) irradiated at 60 kGy, c) irradiated at 30 kGy d) unirradiated)

İşinlanmış ve işinlanmamış PTCDA tozlarının FTIR geçirgenlik sonuçları aşağıda Şekil 1’de verilmiştir. Şekil 1’den görüleceği gibi 1120-1145 cm^{-1} pikleri C-O uzama titreşimlerini işaret edebilir. Buna rağmen 1174-1732 cm^{-1} pikleri ise C=O piklerinin gerilme titreşimlerine atfedilebilir. Elde edilen FTIR sonuçlarına göre 100 kGy’e kadar E-Demet ışınlanması PTCDA’nın yapısını bozmamıştır ve pikler literatür ile uyum içerisindedir [23]. Şekil 1’e göre 1299,95 cm^{-1} ’e karşılık gelen pikin minimum değerleri 0, 30 kGy, 60 kGy ve 100 kGy için sırasıyla 0,3814, 0,3468, 0,3971, 0,5308 olarak elde edilmiştir ve maksimum pik şiddeti 30 kGy için gözlenmiştir. Benzer olarak 1755,12 cm^{-1} dalga sayısına gelen titreşim için pik şiddetleri 0, 30 kGy, 60 kGy ve 100 kGy sırasıyla 0,3746, 0,3419, 0,3907, 0,5233 olarak elde edilmiştir. Buradaki karakteristik pik şiddetlerinden görünüyorsa ki, 30 kGy ışınlamaya maruz bırakılan PTCDA’ya ait FTIR piklerinin şiddeti işinlanmamış PTCDA’ya göre daha yüksektir. Ancak ışınlama dozu 60 kGy ve 100 kGy olarak yükseldikçe PTCDA ya ait FTIR piklerinin şiddeti uygulanan radyasyon dozu ile ters orantılı olarak azalmaya başlamaktadır.

Elektriksel Karakterizasyon (Electrical Characterization)

Metal/Yarıiletken (MY), Metal/Polimer/Yarıiletken (MPY) tipi Schottky diyotlarında (SD) Akım-Gerilim (I-V) ilişkisi $V \geq 3kT/q$ için termiyonik emisyon teorisine (TE) göre aşağıdaki şekilde verilir [1].

$$I = I_0 \left[\exp\left(\frac{qV_D}{nkT}\right) - 1 \right] \quad (1)$$

Burada V_D diyot üzerine düşen gerilim, n idealite faktörü, k Boltzmann sabiti, T Kelvin cinsinden sıcaklık ve I_0 ise ters doyum akımı olup

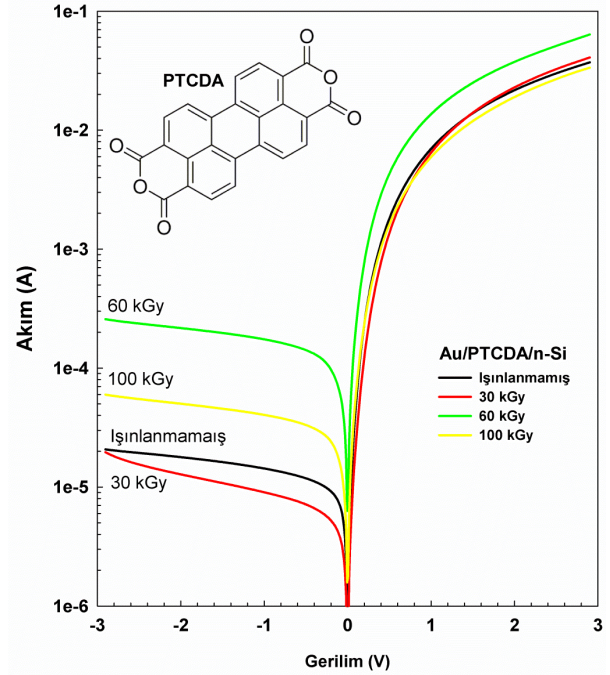
$$I_0 = AA^{**} T^2 \exp\left(\frac{-q\Phi_{Bo}}{kT}\right) \quad (2)$$

eşitliği ile verilir. Burada Φ_{Bo} metal ile yarıiletken arasında oluşan sıfır beslem potansiyel engel yüksekliği, A diyodun doğrultucu kontak alanı ve A^{**} etkin Richardson sabiti olup değeri n-tipi Si için $120 \text{ A.cm}^{-2}\text{K}^{-2}$ ’dir [1,2]. Buna göre Eş.2, Eş.1’de yerine yazılırsa;

$$I = AA^{**} T^2 \exp\left(\frac{-q\Phi_{Bo}}{kT}\right) \left[\exp\left(\frac{qV_D}{nkT}\right) - 1 \right] \quad (3)$$

şekline dönüşür. Ancak köşeli parantez içindeki 1 rakamı üstel ifade yanında oda sıcaklığı ve üstündeki değerler için rahatlıkla ihmal edilebilir. Buna ilave olarak, TE teorisine göre idealite faktörünün 1 olması beklenir. Ancak pratikte idealite faktörü, özellikle yalıtkan arayüzey tabakanın kalınlığı ve yasak enerji aralığında lokalize olan arayüzey durumlarının yoğunluğundan (N_{ss}) dolayı 1’den büyük çıkmaktadır. Idealite faktörünün birden büyük olması M/Y arasına kaplanan PTCDA tabakasına, arayüzey durumlarının

büyüklüğüne, Schottky engel alçalmasına, M/Y arasında oluşan potansiyel engel yüksekliğinin homojensizliğine ve fabrikasyon sırasında laboratuvar ortamında bulaşan muhtelif organiklerin varlığına atfedilir [18-20,24]. Schottky diyotlarda logaritmik akımın (LnI) gerilim (V) göre grafiğinin genelde linear bir doğru olması beklenir. Ancak deneysel sonuçlardan görüldüğü gibi yüksek gerilimlerde ($V \geq 1 \text{ V}$) seri direnç (R_s) etkisinden dolayı LnI-V eğrisinde ideal durumdan sapmalar olur, yani R_s LnI-V eğrisinin bükülmesine yol açar. Grafiğin doğrusallıktan saptığı bölgede hem idealite faktörü 1’den büyük olacak hem de linear bölgenin daralmasından dolayı hesaplamaların güvenilirliği azalacaktır.



Şekil 2. Farklı dozlarda işinlanmış ve işinlanmamış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si Schottky diyotların I-V eğrileri (I-V curves of Au/PTCDA/n-Si Schottky diodes unirradiated and irradiated at different doses of PTCDA interfacial layers)

Linear bölge için Eş.1 ifadesinin Ln’i alınırsa,

$$\text{Ln}I = \text{Ln}I_0 + \frac{q}{nkT} V_D \quad (4)$$

şeklinde bir doğru denklemi elde edilir. Farklı dozlarda elektron demet (E-Demet) ışınlarına maruz kalmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD’ların oda sıcaklığındaki doğru ve ters ön gerilim altındaki yarı-logaritmik LnI-V eğrisi Şekil 2’de verilmiştir.

Şekil 2’de açıkça görüldüğü gibi elektron demet ışınlarına maruz bırakılmış PTCDA organik arayüzey tabakalı SD’un I-V sonuçlarını etkilemiştir. 30 kGy ışınlama aygıtın sızıntı akımında ($V < 0$) azalmaya sebep olurken, ışınlama dozu 60 kGy artırıldığında ise sızıntı akımının artmasına sebep olduğu görülmektedir. Maksimum ışınlama dozu olan 100 kGy ışınlamada ise aygıtın sızıntı akımının 60 kGy’e göre azaldığı fakat 30

kGy ışınlanmış ve ışınlanmamış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD' a göre hala yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra doğru beslem ($V > 0$) sonuçlarında ise 60 kGy ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si aygıtın akım değerinde bir artış gözlemlenirken ışınlanmamış ve diğer dozlarda ışınlanmış PTCDA kullanılarak elde edilen aygıtların akım eğrileri birbirinden ayırt edilemeyecek kadar yakındır. 60 kGy ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD doğru beslemde en yüksek akımı geçirirken ters beslemde ise en fazla sızıntı akımı geçirerek performansını kısıtlamıştır. Benzer sonuçlar x-ışını radyasyonuna maruz bırakılan anthraquinone/p-Si ve pyridine/p-Si için elde edilmiş ve yayınlanmıştır [22]. Aygıtın idealite faktörü n , Şekil 1'deki $\ln I-V$ eğrisinin eğiminden ($\tan \theta = q/nkT$) yararlanılarak,

$$n = q / (kT \tan \theta) \quad (5)$$

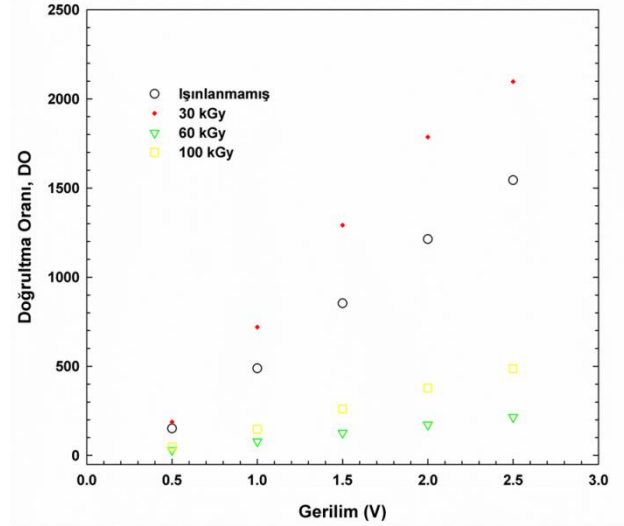
I_o doyma akımı değeri ise $\ln I-V$ grafiğinin lineer bölgesinin uzantısının $\ln I$ eksenini sıfır gerilimde kestiği noktadan elde edildi. I_o , diyodun doğrultucu kontak alanı (A) ve etkin Richardson sabiti (n -tipi Si için $120 \text{ A} \cdot \text{cm}^{-2} \text{K}^{-2}$) değerleri kullanılarak potansiyel engel yüksekliği (Φ_B) Eş.2'den yararlanılarak hesaplandı [1,2].

$$\Phi_B(I-V) = \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{AA * T^2}{I_o} \right) \quad (6)$$

Sonuçların daha net anlaşılabilmesi için hesaplanan en temel diyot parametrelerinden idealite faktörü ve engel yüksekliği Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'den açıkça görüldüğü gibi en düşük idealite faktörü ışınlanmamış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD olurken en yüksek idealite faktörüne sahip aygıt ise 60 kGy ışınlamaya maruz bırakılmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD olmuştur. Ancak Schottky engel yükseklikleri (Φ_{Bo}) ele alındığında 30 kGy ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakası içeren Au/n-Si SD 0,62 eV ile en yüksek engel yüksekliğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. 60 kGy ve 100 kGy ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD'ler ise ışınlanmamış aygıtı göre daha düşük Φ_{Bo} 'a sahip olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen Au/PTCDA/n-Si SD'un I-V sonuçlarına göre, literatürde daha önce Farag ve arkadaşları tarafından yayınlanmış PTCDA/n-Si aygıtı göre daha iyi performansa sahip olduğu görülmüştür [24].

Çizelge 1. PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD'ların bazı temel elektriksel parametreleri (Basic electrical parameters of Au/PTCDA/n-Si SD with PTCDA interfacial layer)

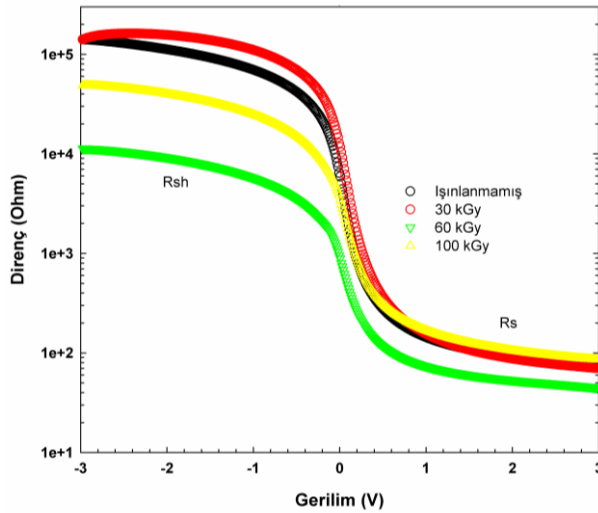
Diyotlar	İdealite Faktörü, n	Φ_{Bo} (eV)
Işınlanmamış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si	1,23	0,60
30 kGy ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si	1,26	0,62
60 kGy ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si	1,43	0,56
100 kGy ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si	1,40	0,59



Şekil 3. Farklı dozlarda ışınlanmış ve ışınlanmamış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si Schottky diyotların doğrultma oranları (The rectification ratio of Au/PTCDA/n-Si Schottky diodes unirradiated and irradiated at different doses of PTCDA interfacial layers)

Işınlanmamış ve ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD'ların DO, pozitif gerilimdeki akımın negatif bölgedeki akıma oranı, Şekil 3'te verilmiştir. Şekil 3'e göre 30 kGy ışınlanmış PTCDA kullanılarak elde edilen Au/PTCDA/n-Si SD $\pm 2,5 \text{ V}$ 'ta 2097 kat doğrultma gösterdiği ve en yüksek DO sahip olduğu gözlemlenmiştir. 60 kGy ve 100 kGy ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD'ların DO ise ışınlanmamış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD'ye göre daha düşük performans gösterdiği açıktır.

SD'ların aygıt performansının ölçümünde seri direnç ve şönt direnci (R_{sh}) en önemli parametrelerden ikisidir. Au/PTCDA/n-Si aygıtların ışınlama dozlarına göre R_s ve R_{sh} değerleri Ohm kanununa göre I-V sonuçlarından hesaplanmış ve Şekil 4'te verilmiştir. Burada ışınlanmamış, 30 kGy, 60 kGy ve 100 kGy dozlarında ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si aygıtların R_{sh} değerleri sırasıyla 140 k Ω , 146 k Ω , 11,3 k Ω ve 48,6 k Ω olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre 30 kGy ışınlama dozunda en ışınlanmamış diyota göre daha yüksek R_{sh} değeri gözlenirken, 60 kGy ışınlamada en düşük R_{sh} değeri elde edilmiştir.



Şekil 4. Farklı dozlarda ışınlanmış ve ışınlanmamış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si Schottky diyotların R-V eğrileri (R-V curves of Au/PTCDA/n-Si Schottky diodes unirradiated and irradiated at different doses of PTCDA interfacial layers)

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada ışınlanmamış ve farklı dozlarda E-Demet ışınlarına maruz bırakılmış PTCDA tozları n-Si alttaş üzerine kaplanarak Au/PTCDA/n-Si SD'lar üretilmiştir. PTCDA tozları 30kGy, 60kGy ve 100kGy farklı elektron demet dozlarında ışınlanmıştır ve 30 kGy ışınlanmış PTCDA tozunun FTIR piklerinin en yüksek şiddete sahip olduğu gözlemlenmiştir. 100 kGy ışınlamaya kadar elektron demet ışınlarının PTCDA'nın C-O ve C=O bağlarını zayıflattığı ancak yapısal deformasyon oluşturmadığı FTIR spektrumlarından anlaşılmıştır.

Farklı dozlarda ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD ve ışınlanmamış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD'ların I-V karakteristiklerinden aygıtların idealite faktörü (n), Schottky engel yüksekliği (Φ_{Bo}), doğrultma oranı (DO), seri direnç (R_s) ve Şönt direnci (R_{sh}) parametreleri hesaplanmıştır. 30 kGy ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD aygıt performansının ışınlanmamış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD'a göre daha iyi olduğu deneysel olarak gözlemlenmiştir. Schottky engel yükseklikleri ele alındığında 30 kGy ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakası içeren Au/PTCDA/n-Si SD 0,62 eV ile en yüksek engel yüksekliğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. 30 kGy ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD $\pm 2,5$ V'ta 2097 kat doğrultma gösterdiği ve en yüksek DO sahip olduğu gözlemlenmiştir. Buna ilave olarak en yüksek R_{sh} değerinin yine 30 kGy ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD a ait olduğu gözlenirken en düşük R_s değerinin ise 60 kGy ışınlanmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD'a ait olduğu gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak ışınlamaya maruz bırakılmış PTCDA arayüzey tabakalı Au/PTCDA/n-Si SD'un I-V

karakteristiklerinin ışınlama ile oldukça etkilendiği gözlemlenmiştir. Au/PTCDA/n-Si SD için en uygun ışınlama dozunun 30 kGy olduğu ve Φ_{Bo} , DO, R_{sh} parametrelerinde iyileşmeye sebep olarak aygıt performansının artırıldığı gözlemlenmiştir.

Arayüzey tabakası olarak kullanılacak polimerin ışınlanma dozuna göre SD'un temel elektriksel parametrelerini uygulanan doza göre olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle bu tarz aygıtları üretmeden önce doz optimizasyonu yapılmalıdır. Polimerin yapısını bozmadıkça E-Demet ışınlama ile aygıtın performans parametrelerinin kontrollü olarak artırılmasında veya azaltılmasında kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Makalede izlenen yöntem izlenerek farklı polimerler ile farklı MPY aygıtların üretim süreçleri denenerek sonuçların tartışılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Yazar, polimerlerin "Elektron Demet Hızlandırıcı" ile ışınlanması için Durmazlar Holding'e, diyotların temiz odada üretimi için Bilkent-UNAM temiz oda ekibine ve elektriksel ölçümler için Gazi-Fotonik I-V ekibine teşekkür eder.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Sze S.M., Physics of Semiconductor Devices, *John Wiley and Sons*, New York, (2007).
- [2] Aydemir U., Taşçıoğlu İ., Altındal Ş. ve Uslu İ., A detailed comparative study on the main electrical parameters of Au/n-Si and Au/PVA:Zn/n-Si Schottky barrier diodes. *Materials Science in Semiconductor Processing* 16(6): 1865-1872 (2013).
- [3] Ocaya, R.O., Al-Sehemi, A.G., Al-Ghamdi, A., El-Tantawy, F., Yakuphanoglu, F., Organic semiconductor photosensors. *Journal Of Alloys And Compounds* 702: 520-530 (2017).
- [4] Gupta R, Misra S.C.K., Malhotra B.D., Beladakere N.N., Chandra S., Metal/semiconductive polymer Schottky device. *Appl. Phys. Lett.* 58: 51, (1991).
- [5] Xu Y., Sun H., Noh Y.Y., Schottky Barrier in Organic Transistors. *IEEE Transactions On Electron Devices* 64(5): 1932-1943 (2017).
- [6] Çakar M., N. Yıldırım, Ş. Karataş, C. Temirci, A. Turut, Current-voltage and capacitance-voltage characteristics of Sn/rhodamine-101/ n-Si and Sn/rhodamine-101/ p-Si Schottky barrier diodes. *J. Appl. Phys.*, 100: 74505 (2006).
- [7] Gupta R.K. ve Singh R.A., Electrical properties of junction between aluminium and poly(aniline)-poly(vinyl chloride) composite, *Mater. Chem. Phys.* 86: 279, (2004).
- [8] Kılıçoğlu T., Aydın M.E., Topal G., Ebeoğlu M.A., Saygılı H., The effect of a novel organic compound chiral macrocyclic tetraamide-I interfacial layer on the calculation of electrical characteristics of an Al/tetraamide-I/p-Si contact. *Synth. Met.* 157: 540 (2007).

- [9] Güllü Ö. ve Türüt A., Electrical analysis of organic interlayer based metal/interlayer/semiconductor diode structures. *J. Appl. Phys.* 106: 103717, (2009).
- [10] Akkılıç K., Aydın M.E., Uzun İ., Kılıçoğlu T., The calculation of electronic parameters of an Ag/chitin/n-Si Schottky barrier diode *Synth. Met.*, 156: 958, (2006).
- [11] Aydın M.E., Kılıçoğlu T., Akkılıç K., Hoşgören H., The calculation of electronic parameters of an Au/ β -carotene/n-Si Schottky barrier diode. *Physica B* 381: 113, (2006).
- [12] Güllü Ö., Aydoğan Ş., Türüt A., Fabrication and electrical properties of Al/Safranin T/n-Si/AuSb structure. *Semicond. Sci. Technol.* 23: 075005 (2008).
- [13] Kuo C.S., Wakim F.G., Sengupta S.K., Tripathy S.K., Schottky and Metal-Insulator-Semiconductor Diodes Using Poly(3-hexylthiophene) *Jpn. J. Appl. Phys.* 33: 2629 (1994).
- [14] Narayanan Unni K N., Dabos-Seignon S., Nunzi J.M. Improved performance of pentacene field-effect transistors using a polyimide gate dielectric layer. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 8(1): 1148 (2005).
- [15] Faraji S, Hashimoto T, Turner M L and Majewski L A Solution-processed nanocomposite dielectrics for low voltage operated OFETs *Organic Electronics*, 17 :178 (2015).
- [16] Chime A. C., Bensmida S., Chakaroun M., Lee M. W. Nkwawo H.,Fischer A. P. A., Electrical modelling and design of ultra-fast micro-OLED with coplanar wave-guided electrodes in ON-OFF regime. *Organic Electronics* 56: 284-290, (2018).
- [17] Chang-Chun, L., Yan-Shin S.,Chih-Sheng W., Chia-Hao T., Shu-Tang, Y., Yi-Hao P.,Kuang-Jung C., Development of robust flexible OLED encapsulations using simulated estimations and experimental validations. *Journal of Physics D: Applied Physics* 45(27): 275102 (2012).
- [18] Kampen T., Schuller A., Zahn D.R.T., Biel B., Ortega J., Perez R., Flores F., Schottky contacts on passivated GaAs(100) surfaces: barrier height and reactivity. *Appl. Surf. Sci.* 234: 341 (2004).
- [19] Uslu, H, Yildirim, M, Altindal, S, Durmus, P, The effect of gamma irradiation on electrical and dielectric properties of organic-based Schottky barrier diodes (SBDs) at room temperature. *Radiation Physics And Chemistry*, 81(4): 362-369, (2012).
- [20] Dökme, İ. , Altindal, Ş. and Uslu, İ., The effects of temperature, radiation, and illumination on current-voltage characteristics of Au/PVA(Co, Zn-doped)/n-Si Schottky diodes. *J. Appl. Polym. Sci.*, 125: 1185-1192, (2012).
- [21] Al-Ta'ii, H., Periasamy V., Iwamoto M. Irradiation effects on electrical properties of DNA solution/Al Schottky diodes. *Applied Physics A*, 124(4): 325, (2018).
- [22] Şahin Y., Aydoğan Ş., Ekinci D., Turut A., The performance of the anthraquinone/p-Si and the pyridine/p-Si rectifying device under X-ray irradiation. *Materials Chemistry and Physics* 183: 516-523, (2016).
- [23] Liao Y., Weber J.,Faul C.F.J, Fluorescent Microporous Polyimides Based on Perylene and Triazine for Highly CO2-Selective Carbon Materials, *Macromolecules*, 48 (7): 2064-2073, (2015).
- [24] Farag, AAM; Osiris, WG, Yahia, IS, Photovoltaic performance analysis of organic device based on PTCDA/n-Si heterojunction. *Synthetic Metals*, 161(17-18): 1805-1812, (2011).