

**FENOLİK YAPIDAKİ BAZI BİLEŞİKLERİN DEĞİŞİK  
ASİT KLORÜRLERLE ESTERLEŞME TEPKİMELERİ VE  
OLUŞAN ESTERLERİN ELEKTRONİK  
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Eşref YİĞİTALP  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
KİMYA ANABİLİM DALI**



**T.C.  
BATMAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FENOLİK YAPIDAKİ BAZI BİLEŞİKLERİN  
DEĞİŞİK ASİT KLORÜRLERLE  
ESTERLEŞME TEPKİMELERİ VE OLUŞAN  
ESTERLERİN ELEKTRONİK  
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Eşref YİĞİTALP  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
KİMYA ANABİLİM DALI**

**Haziran-2014  
BATMAN  
Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Eşref YİĞİTALP tarafından hazırlanan “Fenolik Yapıdaki Bazı Bileşiklerin Değişik Asit Klorürlerle Esterleşme Tepkimeleri Ve Oluşan Esterlerin Elektronik Özelliklerinin İncelenmesi” adlı tez çalışması 26/06/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Doç. Dr. Nevzat DAMLA

.....

#### Danışman

Prof.Dr.Giray TOPAL

.....

#### Üye

Yrd. Doç. Dr. Beşir DAĞ

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Doç. Dr. M. Tahir NALBANTÇILAR

FBE Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Eşref YİĞİTALP

Tarih:26/06/2014

# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

### FENOLİK YAPIDAKİ BAZI BİLEŞİKLERİN DEĞİŞİK ASİT KLORÜRLERLE ESTERLEŞME TEPKİMELERİ VE OLUŞAN ESTERLERİN ELEKTRONİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Eşref YİĞİTALP

Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Giray TOPAL

2014, 74 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Giray TOPAL

Doç. Dr. Nevzat DAMLA

Yrd. Doç. Beşir DAĞ

Bu, çalışmada konjugasyonu artırılmış 5 adet diester sentezlendi. Konjugasyonu artırmak için diasit klorürleriyle fenolik yapılar etkileştirildi. Bu esterlerin yapıları UV-Vis, FT-IR, <sup>1</sup>H NMR ve <sup>13</sup>C NMR spektroskopisi ile aydınlatıldı. Daha sonra iletkenlik ölçümleri yapıldı. Herbir diester için metal-diester-yarıiletken yapılar oluşturuldu. Akım-gerilim (I-V) grafikleri çizildi. Diyot özelliğine sahip oldukları belirlendi.

**Anahtar Kelimeler:** Aromatik Esterler, Güneş Pili, Schottky diyot, Spektroskopi

**ABSTRACT**

**MS THESIS**

**ESTERIFICATION REACTIONS OF ACID CHLORIDES WITH SOME  
PHENOLIC STRUCTURES AND INVESTIGATION OF THEIR ELECTRONIC  
PROPERTIES**

**Eşref YİĞİTALP**

**The Graduate School of Natural and Applied Science of Batman University**

**The Degree of Master of Science**

**In Chemistry**

**Advisor: Prof. Dr. Giray TOPAL**

**2014,74 Pages**

**Jury**

**Advisor Prof.Dr. Giray TOPAL**

**Assoc. Prof. Dr. Nevzat DAMLA**

**Asst. Prof. Dr. Beşir DAĞ**

In this study five diester compounds have been synthesized which were improved their conjugations. In order to improve conjugation of diacid chlorides were reacted with phenolic structures. The structures of these esters were identified by UV-Vis, FT-IR, <sup>1</sup>H NMR and <sup>13</sup>C NMR spectroscopies. Then metal-diester-semiconductor structures were formed for each diester I-V graphics were plotted. They have showed diode properties from these graphics.

**Keywords:** Aromatic Esters, Schottky Diode, Solar Cells, Spectroscopy

## TEŞEKKÜR

Bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, uygun bir çalışma ortamı oluşturmak için gerekli bilimsel donanımı sağlayan danışman hocam sayın Prof. Dr. Giray TOPAL'a, deneysel çalışmalarım ve tez yazım çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam sayın Doç. Dr. Yusuf Selim OCAK'a ve doktora öğrencisi sayın Ahmet TOMBAK'a ve tezinden faydalandığım sayın Dr.Enise ÖZERDEN'e ve spektrumların alınmasında emeği geçen doktora öğrencisi sayın Mehmet ÇOLAK'a ve doktora öğrencisi sayın Salih PAŞA'ya ve deneysel çalışmalarım ve tez yazım sürecine özel katkı sunan, yüksek lisans öğrencisi değerli kardeşim sayın Ömer ERDOĞAN'a ayrıca analiz çalışmaları esnasında yardımlarını esirgemeyen bütün DÜBTAM ekibine teşekkürü bir borç bilirim

Bütün eğitim hayatı boyunca manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Eşref YİĞİTALP  
BATMAN-2014

# İÇİNDEKİLER

	SAYFA
<b>ÖZET</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Amaç.....	3
1.2. Esterler.....	4
1.2.1. Esterlerin adlandırılması.....	5
1.2.2. Esterlerin Fiziksel Özellikleri.....	6
1.2.3. Esterlerin Sentezi.....	8
1.2.3.1. Karboksilli Asit ve Alkollerin Tepkimesi ile.....	8
1.2.3.2. Karboksilli Asit Klorürler ve Alkollerin Tepkimesi ile.....	8
1.2.3.3. Karboksilli Asit Anhidritleri ve Alkollerin Tepkimesi ile.....	9
1.2.3.4. Karboksilli Asit Tuzlarının ile Alkil Halojenürlerin Tepkimesiyle.....	9
1.2.3.5. Karboksilli Asit Gümüş Tuzları ile Alkil Halojenlerin Tepkimesi.....	9
1.2.4. Esterleşme Mekanizması.....	10
1.2.5. Esterlerin tepkimeleri.....	11
1.2.5.1. Hidroliz Tepkimeleri.....	11
1.2.5.2. Sabunlaşma Tepkimeleri.....	11
1.2.5.3. Amonyak ile Tepkimeleri.....	11



1.2.5.4. İndirgenme Tepkimeleri.....	12
1.2.6. Esterleşme Hızına Etki Eden Faktörler.....	12
1.2.6.1. İndüktif Etkinin Esterleşme Hızına Etkisi.....	12
1.2.6.2. Sterik Etkinin Esterleşme Hızına Etkisi.....	12
1.3. Metal/YarıiletkenKontaklar.....	13
1.3.1. Metal/n-Tipi Yarıiletken Kontaklar.....	19
1.3.1.1. Metal/n-Tipi Yarıiletken Doğrultucu Kontaklar.....	19
1.3.1.2. Metal/n-Tipi Yarıiletken Omik Kontaklar.....	21
1.3.2. Metal/p-Tipi Yarıiletken Kontaklar.....	24
1.3.2.1. Metal/p-Tipi Yarıiletken Doğrultucu Kontaklar.....	24
1.3.2.2. Metal/p-Tipi Yarıiletken Omik Kontaklar.....	26
1.3.2.3. Metal (Omik)/n-Tipi Yarıiletken/Metal (Doğrultucu) Yapısı.....	28
1.3.2.4. Metal (Omik)/p-Tipi Yarıiletken/Metal (Doğrultucu) Yapısı.....	28
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....</b>	<b>30</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>32</b>
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>38</b>
4.1. Konjugasyonu Artırılmış Aromatik Esterlerin Hazırlanması.....	38
4.1.1. Tereftaloik Asitin Difenil Esterinin Hazırlanması.....	38
4.1.2. Tereftaloik Asitin $\beta$ -Naftil Di-Esterinin Hazırlanması.....	39
4.1.3. 1,3-Fenilbis (4-nitrobenzoat) Diesterinin Hazırlanması.....	40
4.1.4. Bis (2-((Phenylmino)methyl)Phenyl) terephthalate'nin Hazırlanması.....	41
4.1.5. Diquinolin-8-yl terephthalate'nin Hazırlanması.....	42
4.2. Yarıiletkenin Temizlenmesi ve Diyotların Hazırlanması.....	44
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>45</b>

<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>73</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>75</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Hazırlanan yarıiletken kontak sistemin şematik gösterimi	15
Şekil 1.2. Kontakta önce metal ve n-tipi yarıiletken için enerji-bant diyagramları	20
Şekil 1.3. Kontakta sonra termal denge durumunda oluşan enerji-bant diyagramı	21
Şekil 1.4. $\Phi_m < \Phi_s$ durumu için metal/n-tipi yarıiletken omik kontakta enerji-bant diyagramı	23
Şekil 1.5. Metal/p-tipi yarıiletken doğrultucu (Schottky) kontakta enerji-bant diyagramı	24
Şekil 1.6. Metal/p-tipi omik kontakta enerji-bant diyagramı	27
Şekil 1.7. $N^+NM$ yarıiletken diyot yapısının termal dengede enerji-bant diyagramı	28
Şekil 1.8. $P^+PM$ yarıiletken diyot yapısının termal dengede enerji-bant diyagramı	29
Şekil 5.1. Tereftalik Asitin Difenil Esterinin UV Spektrumu	45
Şekil 5.2. Tereftalik Asitin Difenil Esterinin FT-IR Spektrumu	46
Şekil 5.3. Tereftalik Asitin Difenil Esterinin $^1H$ NMR Spektrumu	47
Şekil 5.4. Tereftalik Asitin Difenil Esterinin $^{13}C$ NMR Spektrumu	48
Şekil 5.5. Tereftalik Asitin Di- $\beta$ -Naftil Esterinin UV Spektrumu	49
Şekil 5.6. Tereftalik Asitin Di- $\beta$ -Naftil Esterinin FT-IR Spektrumu	50
Şekil 5.7. Tereftalik Asitin Di- $\beta$ -Naftil Esterinin $^1H$ NMR Spektrumu	51
Şekil 5.8. Tereftalik Asitin Di- $\beta$ -Naftil Esterinin $^{13}C$ NMR Spektrumu	52
Şekil 5.9. 1,3-Fenilenbis (4-nitrobenzoat) Diesterinin UV Spektrumu	53
Şekil 5.10. 1,3-Fenilenbis (4-nitrobenzoat) Diesterinin FT-IR Spektrumu	54
Şekil 5.11. 1,3-Fenilenbis (4-nitrobenzoat) Diesterinin $^1H$ NMR Spektrumu	55
Şekil 5.12. 1,3-Fenilenbis (4-nitrobenzoat) Diesterinin $^{13}C$ NMR Spektrumu	56
Şekil 5.13. Bis(2-((Phenylmino)methyl)Phenyl)terephthalate UV Spektrumu	57
Şekil 5.14. Bis(2-((Phenylmino)methyl)Phenyl)terephthalate FT-IR Spektrumu	58
Şekil 5.15. Bis(2-((Phenylmino)methyl)Phenyl)terephthalate $^1H$ NMR Spektrumu	59
Şekil 5.16. Bis(2-((Phenylmino)methyl)Phenyl)terephthalate $^{13}C$ NMR Spektrumu	60

Şekil 5.17. Diquinolin-8-yl terephthalate ait UV Spektrumu	61
Şekil 5.18. Diquinolin-8-yl terephthalate ait FT-IR Spektrumu	62
Şekil 5.19. Diquinolin-8-yl terephthalate ait <sup>1</sup> H NMR Spektrumu	63
Şekil 5.20. Diquinolin-8-yl terephthalate ait <sup>13</sup> C NMR Spektrumu	64
Şekil 5.21. Au/difeniltereftaloat/n-Si diyotunun karanlık ve ışık altındaki akım-gerilim eğrileri	67
Şekil 5.22. Au/Di- β-naftil Tereftaloat/n-Si diyotunun karanlık ve ışık altındaki akım-gerilim eğrileri	68
Şekil 5.23. Au/1,3-Fenilenbis (4-nitrobenzoat)/n-Si diyotunun karanlık ve ışık altındaki akım-gerilim eğrileri	69
Şekil 5.24. Au/Bis (2-((Phenylimino)methyl)Phenyl)terephthalate/n-Si diyotunun karanlık ve ışık altındaki akım-gerilimleri eğrileri	70
Şekil 5.25. Au/Diquinolin-8-yl terephthalate/n-Si diyotunun karanlık ve ışık altındaki akım-gerilim eğrileri	71

## SİMGELER VE KISALTMALAR

CD-DVD	:Optik Bilgi Sistemleri
°C	: Santigrat Derece
$E_c$	: İletkenlik Bandının Enerjisi
$E_f$	: Fermi Enerji
$E_s$	: Elektronun İyonizasyon Enerjisi
$E_v$	: Değerlik Bandının Enerjisi
E.N.	: Erime Noktası
FET	: Alan Etkili Transitör
FT-IR	: Fourier Transform Infrared Spectroscopy
G	: Gram
I	: Akım
$I_F$	: Doğru belsem altındaki akım
$I_R$	: Ters belsem altındaki akım
MESFET	: Metal-Yarıiletken Alan Etkili Transistör
MS	: Metal Yarıiletken Kontaklar
$N_c$ veya $N_v$	: Değerlik bandındaki izinli enerji durumlarının yoğunluğu
NMR	: Nuclear Magnetic Resonance (Nükleer Manyetik Rezonans)
SD	: Schottky Diyot
T	: Mutlak sıcaklık
UV	: Ultraviyole
V	: Gerilim
$V_{dif}$	: Difüzyon Potansiyeli
$X_s$	: Elektron Yakınlığı
$\Phi_m$	: Metalin İş Fonksiyonu
$\Phi_s$	: Yarıiletkenin İş Fonksiyonu
$\Lambda$	: Dalga boyu

## 1.GİRİŞ

Günümüzde yarıiletken kontaklar hazırlama ve bunların optoelektronik özelliklerini belirleyerek elektronik sanayideki kullanım alanlarını tespit etmek, hem organik kimya hemde elektronik mühendisliği üst disiplinlerinin ve katıhal fiziği ve malzeme gibi altyapı birimlerinin ortak araştırma konuları haline gelmiş ve gün geçtikçe de güncel önemi artarak günümüz elektronik malzeme biliminin öncelikli konuları arasında yer almıştır. Literatür araştırmaları bu anlamda binlerce yeni organikler ve bunların elektronik özelliklerinin tespiti, kullanım boyutlarının geniş uygulama örnekleriyle doludur. Karoten türevleri, perilen diimitler, piran türevleri, tiyofen polimerleri, değişik konjuge amit türevleri, oranje, eosin, malahit gibi boyar madde türevleri günümüzde en çok çalışılan konular arasındadır. Bu bağlamda sentezi bilinen bazı aromatik esterlerin hazırlanarak, optoelektronik özelliklerinin araştırılmasını ilgi çekici bir konu olması açısından ele almayı hedefledik. Literatürde sentezleri bilinen veya tarafımızdan yeni sentezlenen beş farklı fenolik esterlerin hazırlanmasını ve Schottky diyot özelliklerinin araştırılmasını ve benzer analoglarıyla karşılaştırılmasını uygun bulduk. Bu amaçla hazırladığımız yüksek konjugasyona sahip esterlerin yapılarını spektroskopik yöntemlerle aydınlattık ve elektronik özelliklerini inceledik. Çoğunun yeterli düzeyde elektronik iletkenliğe sahip olduğunu ve Schottky diyot olarak kullanılacaklarını edebiyat verilerine dayanarak tespit ettik. Öncelikle tezin teorik kısmında esterlerle elde edilişleri ve elde ediliş mekanizması hakkında bilgi verdikten sonra yarıiletkenler ve elektronik özellikleri hakkında uygulamalı örnekler sunmaya çalıştık. Tezin yazılmasında özellikle omik kontaklar konusundaki literatür bilgileri için daha önceki çalışmalardan faydalanıldı.

Metal-yarıiletken (MS) kontaklar, bütün yarıiletken tabanlı devre elemanlarının oluşumunda yer aldıklarından büyük bir öneme sahiptirler. MS kontakların elektriksel özelliklerinden yeterince faydalanmak, uygun kontaklar hazırlayarak elektronik devre elemanlarının üretiminde kullanabilmek için karakteristiklerinin (elektronik, termal ve optik özelliklerinin) iyi bilinmesi gerekir (Rhoderick 1988). Üretilen bir devre elemanının istenilen performansta çalışabilmesi, devre yapısına ait bütün özelliklerinin bilinmesi ve doğabilecek olumsuzlukların giderilmesine bağlıdır. Bu nedenlerden dolayı, yarıiletken teknolojisinde, temel elektronik yapı elemanlarının (özellikle diyotların) fiziksel ve elektronik özelliklerini araştırmak büyük önem taşımaktadır.

(Rhoderick 1988, Sze 1981, Kılıçoğlu 1988, Bozkurt ve ark. 1997, Nozu ve ark. 1999, Özkahraman 2013).

Uzun zamandır, çeşitli yarıiletken elemanlarından üretilen MS yapıların araştırılmasıyla ilgili çalışmalar devam etmektedir. Bazı araştırmalar, yeni yarıiletken malzemelerin hazırlanması yönünde yapılırken, bazı araştırmalar da bu yarıiletkenlerin elektronik özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerden faydalanılarak yeni metal-yarıiletken devre elemanları geliştirmesini amaçlar (Ocak 2010). Bu devre elemanları kullanılarak, lazer yazıcılar, fotokopi makineleri, gaz sensörleri, optik bilgi sistemleri (CD-DVD), güneş pilleri, LED uygulamaları ve nükleer santrallerde kontrol sistemleri gibi pek çok teknolojik aygıtlar geliştirilmiştir (El-Nahass ve ark. 2005).

Elektronik devre elemanları teknolojisinde metal-yarıiletken kontaklar oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu tür yapılardan güneş pilleri, metal-yarıiletken alan etkili transistörler (MESFET), Schottky diyotlar (SD), yarıiletken dektörler, varaktörler ve mikrodalga devre elemanı üretilmektedir (Sze,1981 ve Ocak, 2010).

İlk metal yarıiletken yapı nokta kontak diyotlarıdır. Bu yapılar yarıiletken malzemenin yüzeyine ince sivritilmiş bir iletken telin kontak haline getirilmesiyle elde edilmiştir. Daha sonra bu kontaklar geliştirilmiş ve ilk olarak metal-yarıiletken yapılar arasında oluşan potansiyel engelinin uygulanan gerilimle değişimi Schottky tarafından açıklandığı için Schottky kontaklar olarak adlandırılmıştır (Rhoderick and Williams, 1988).

Schottky kontaklar, metal-yarıiletken eklemine üzerinde daha homojen kontak potansiyeli ve akım dağılımını elde etmek için yarıiletken yüzeyine sınırlı alanda metal buharlaştırarak oluşturulan düzlemsel kontaklardır. Schottky diyotların nokta kontak diyotlara göre avantajları daha düşük seri direnç, düşük gürültü karakteristiği ve yüksek kapasitelere sahip olmalarıdır. Günümüzde, Schottky doğrultucular cihaz uygulamalarının birçoğuna uygundur, özellikle çoğunluk taşıyıcıların akım iletiminin baskın olduğu cihazlarda hızlı anahtarlanma hızı istenilen durumlarda kullanılabilir. Schottky diyotların akım iletimi çoğunluk taşıyıcıları ile sağlanırken bunların akım kazancı fazla ve anahtarlanma hızları p-n eklemlerine daha etkindir (Sze, 1981).

1977 yılında, ünlü fizikçiler Alan Heeger, Alan G. Mac Diarmid ve Hideki Shirakawa'nın, polimerlerin elektriksel özellikleri üzerine yaptığı çalışmalar bilim camiası için devrim niteliğinde gelişmelere yol açmıştır. Bu çalışmalarından dolayı, 2000 yılında Nobel Kimya ödülüyle onurlandırılmışlardır (Heeger 1977). Bu çalışmalar, organik malzemelerin inorganik malzemeler yerine elektriksel ve optoelektronik aygıt yapımında kullanılabileceği fikrinin gelişmesine sebep olmuştur. Organik malzemelerin, düşük maliyetleri ve kolayca üretilebilir olmaları gibi avantajlarının yanı sıra, farklı amaçlar için farklı özelliklere sahip bileşiklerin sentezlenebilme ihtimali ve geniş alanlara; ekranlı bilgisayar ve cep telefonu teknolojisinin doğmasına neden olmuştur.

### 1.1. AMAÇ

Konjugasyon; özellikle UV aktif bileşiklerde elektronik geçişlerde düşük enerji ve maksimum dalga boyunu olumlu yönde destekleyen bir özelliktir. Bu yüzden konjugasyonu artmış veya sentetik yollarla artırılmış esterlerin veya diesterlerin elektronik ve diyot özelliklerinin incelenmesine karar verildi. Bu amaçla bazı diesterlerin sentezlenmesi ve spektroskopik verilerle yapıların aydınlatılması hedeflendi.

Organik yapıdaki bu tip materyaller elektronik sanayide oldukça yaygın kullanım alanı bulmaktadırlar. Genelde literatürde rastlanılan organikler Furan, Tiyofen ve benzeri monomerlerden çıkılarak polimerleştirilmiş türevler ya da konjige yapısı baskın doğal ürünlerdir (Karoten, Pentasen, Hekzasen gibi). Bu çalışmada polimerik yapıdan ziyade aromatik ve konjugasyonu artırılmış esterlerin veya diesterlerin hazırlanarak optoelektronik özelliklerinin araştırılması ve literatürdeki analoglarıyla karşılaştırılması amaçlandı. Bu amaçla tereftaloil klorürün ve rezorsinolun fenolik yapıdaki bazı aromatik bileşiklerle verdiği diesterlerin sentezi ve optoelektronik özellikleri (Schottky diyot, barrier, güneş pili gibi elektronik malzemelerin yapımında kullanılabilirlikleri) araştırıldı.



## 1.2. ESTERLER

Esterler bir molekül karboksilli asitle bir molekül alkol arasından, bir molekül su ayrılmasıyla oluşan bileşiklerdir. Esterler genellikle hoş kokulu sıvı veya katı bileşikler olmakla beraber, gayet kötü kokulu esterler de bilinmektedir. Karbon sayısı küçük alkil gruplu esterler, meyve kokulu, renksiz, acııcı sıvılardır. Daha yüksek karbonlu alkil içeren esterler kokusuzdur. Nötraldirler ve sudan hafiftirler. Esterlerin kaynama noktaları aynı karbon sayılı karboksilli asitlerden daha düşüktür. Karboksilli asitlerin alkollerle verdikleri kondansasyon reaksiyonundan elde edilirler. Bu reaksiyona esterleşme reaksiyonu adı verilir.

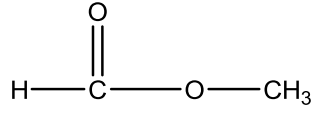
Kimyada esterler, bir hidroksil grubundaki hidrojen atomunun bir organik grup (bu metinde R'olarak gösterilecektir) ile yer değiştirmiş olduğu organik bileşiklerdir. Hidrojenin bir  $H^+$  iyonu olarak ayrışabileceği  $-OH$  grubu olan bu tür asitlere oksijen asidi denir.

En yaygın esterler karboksilat esterlerdir, bunlarda söz konusu asit bir karboksilik asittir. Örneğin, eğer asitasetik asit ise, esterine asetat denir. Kararsız bileşikler olan karbamik asit veya karbonik asitten, sırasıyla karbamatlar,  $RO(CO)NHR'$ , ve dialkil karbonatlar,  $RO(CO)OR$ , gibi kararlı esterler elde edilebilir. Esterlerin organik asitlerden de oluşabilirler, örneğin dimetil sülfat bir esterdir ve bazen "sülfürik asit dimetil ester" olarak adlandırılır. Esterler tuzlara benzer şekilde adlandırılırlar; kation ve anyonları olmasa da, kullanılan terminoloji aynı biçimdedir, daha elektronegatif olan kısmın ardından daha elektropozitif olan kısım söylenir.

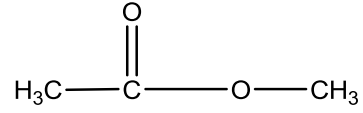
Esterler bir asit (genelde bir organik asit) ile bir alkolün veya (fenol bileşiğinin) yoğunlaşma tepkimesi ürünü olarak düşünülebilir, ama esterleri elde etmek için başka tepkimeler de vardır. Yoğunlaşma (kondenzasyon) iki molekülün birleşerek küçük bir molekülü attıkları bir tipkimyasal tepkimedir; bu durumda iki  $-OH$  grubu birleşirken bir su molekülü atılır. Ester oluşumuna yol açan yoğunlaşma tepkimesine esterleşme denir. Esterleşme tepkimeleri  $H^+$  iyonları tarafından katalizlenir. Sülfürik asit bu tepkimede sıkça kullanılan bir katalizördür. Ester ismi Almanca *Essig-Äther*den gelir, bu, asetik asit etil esterin (etil asetatın) eski bir ismidir (Wikipedia 2013).

### 1.2.1. Esterlerin Adlandırılması

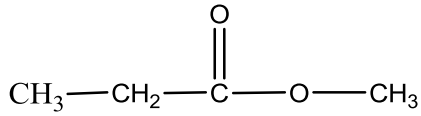
Esterler adlandırılırken, önce oksijene bağlı alkil grubundan sonra asit grubunun adı söylenir. Asit grubu okunurken -ik asit yerine -at eki getirilerek adlandırılma yapılabilir. Aşağıdaki örneklerde IUPAC ve özel adlandırmalar verilmiştir (Meb. gov).



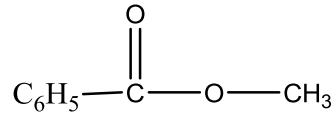
Metil formiyat



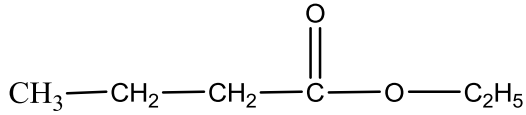
Metil asetat



Metil propionat



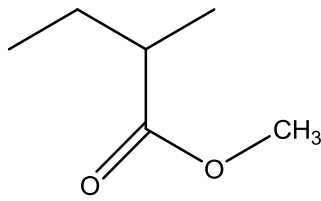
Metil benzoat



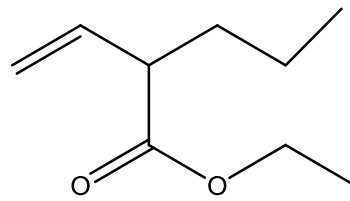
Etil bütanoat

Esterlerin bir başka adlandırma şekli de şöyledir;

Ester önce bir hidrokarbon gibi isimlendirilir. Sonra bu ismin önüne, ester grubunun (COOR) bağlı olduğu karbon atomunun numarasıyla ester grubunun ismi eklenir.



2-Karbmetoksibütan



4-Karbetoksi 1-heksen

### 1.2.2. Esterlerin Fiziksel Özellikleri

Esterler hidrojen bağı oluşumlarında hidrojen bağı alıcısı olarak yer alırlar (kendilerini oluşturan alkollerin aksine). Hidrojen bağlanmasına katılma yeteneği sayesinde aynı uzunluktaki hidrokarbonlardan daha çok suda çözünebilirler. Ancak, oluşturabildikleri hidrojen bağlarının yetersiz kalan özellikleri yüzünden kendilerini oluşturan alkol ve asitlere kıyasla daha hidrofobiktirler. Hidrojen bağı vericisi olmamaları nedeniyle birbirleriyle hidrojen bağı oluşturmazlar, bu yüzden de esterler aynı molekül ağırlıklı karboksilik asitlere kıyasla daha uçucudurlar. Bu özellik onları analitik, organik kimyada çok yararlı kılar: uçuculuğu az olan ve bilinmeyen organik asitler çoğu zaman esterleştirilerek uçucu bir estere dönüştürülebilirler, bu da gaz kromatografisi, gaz-sıvı kromatografisi ve yakütle spektrometrisi ile analiz edilebilir.

Çoğu esterin kendine has bir kokusu vardır, bu da onların yapay koku ve parfümlerde kullanılmasına neden olmuştur.

Örneğin:

allil heksanoat	ananas
benzil asetat	armut, çilek, yasemin
bornyl asetat	çamağacı kokusu
butil butirat	ananas
etil asetat	tırnak oje temizleyicisi, maket boyası, uçak tutkalı
etil butirat	muz, ananas, çilek
etil heksanoat	çilek
etil sinamat	tarçın
etil format	limon, rom, çilek
etil heptanoat	kayısı, kiraz, üzüm, raspberry
etil isovalerat	elma
etil laktat	üzüm
etil nonanoat	üzüm
etil valerat	elma
geranil asetat	jeranyum

geranil butirat	kiraz
geranil pentanoat	elma
isobutil asetat	kiraz,ahududu,çilek
isobutil format	ahududu
isopentil asetat	armut,muz
linalil asetat	lavanta,adaçayı
linalil butirat	şeftali
linalil format	elma,şeftali
metil asetat	nane
metil antranilat	üzüm,yasemin
metil benzoat	kananga
metil benzil asetat	kiraz
metil butirat	ananas,elma
metil sinnamat	strawberry
metil pentanoat	çiçeksi
metil fenil asetat	bal
metil salisilat (keklik üzümü yağı)	keklik üzümü
nonil kaprilat	portakal
octil asetat	portakal
oktil butirat	alhavuç
pentil asetat (amil asetat)	elma,muz
pentil butirat (amil butirat)	kayısı,armut,ananas
pentil heksanoat (amil kaproat)	elma,ananas
pentil pentanoat (amil valerat)	elma
propil etanoat	armut

### 1.2.3. Esterlerin Sentezi

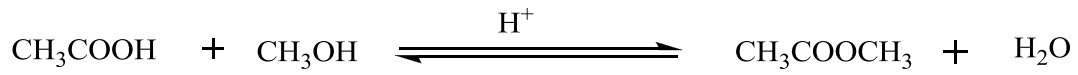
Doğal bileşikler olan esterler, parfüm endüstrisinde kullanılmak üzere yapay olarak da elde edilebilmektedir

#### 1.2.3.1. Karboksilli Asit ve Alkollerin Tepkimesi İle Ester Eldesi

Karboksilli asit ile alkollerin tepkimesinde ester elde edilir.



Örnek:



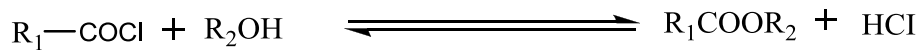
Asetik asit

Metanol

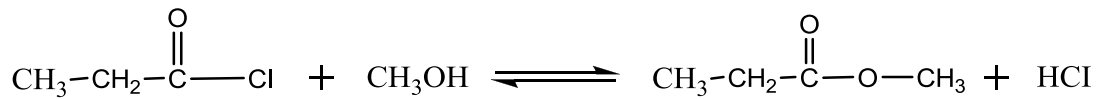
Metil asetat

#### 1.2.3.2. Karboksilli Asit Klorürler ve Alkollerin Tepkimesi İle Ester Eldesi

Karboksilli asit klorür ve asit anhidritlerin alkollerle, asit tuzlarının alkil halojenürlerle tepkimesinden esterler elde edilir.



Örnek:



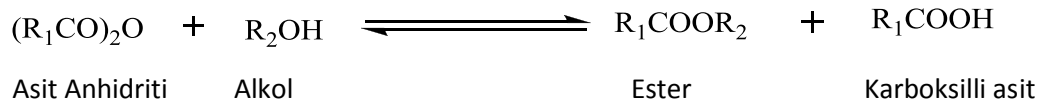
Propiyonil klorür

Metanol

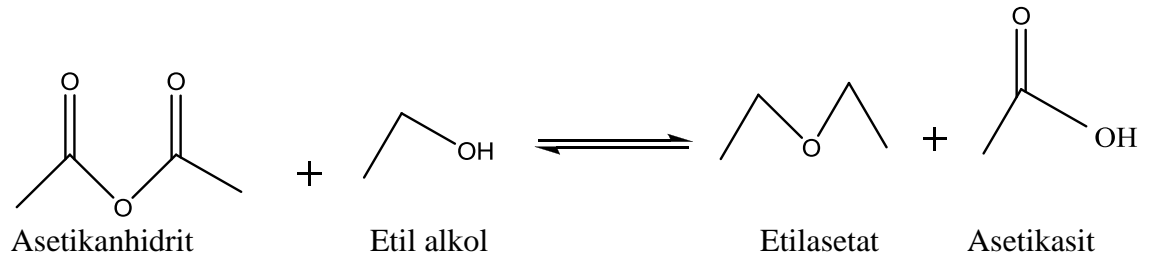
Metil propiyonat

### 1.2.3.3. Karboksilli Asit Anhidritleri ve Alkollerin Tepkimesi İle Ester Eldesi

Asit anhidritlerin alkollerle, tepkimesinden esterler elde edilir.

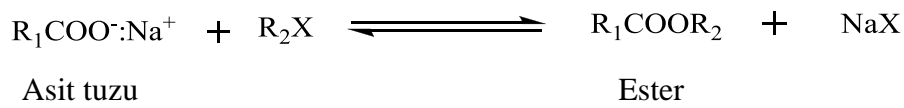


Örnek:



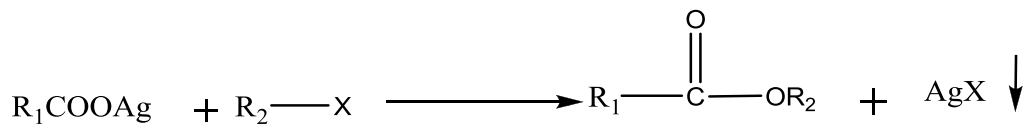
### 1.2.3.4. Asit Tuzlarının Alkil Halojenürlerle Tepkimesi İle Ester Eldesi

Asit tuzlarının alkil halojenürlerle tepkimesinden esterler elde edilir.

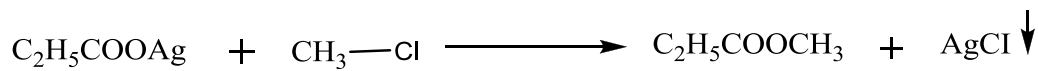


### 1.2.3.5. Karboksilliasitlerin Gümüş Tuzlarının Alkil Halojenürlerle Tepkimesi İle Ester Eldesi

Karboksilli asitlerin gümüş tuzlarının alkil halojenürlerle tepkimesinden esterler elde edilir.

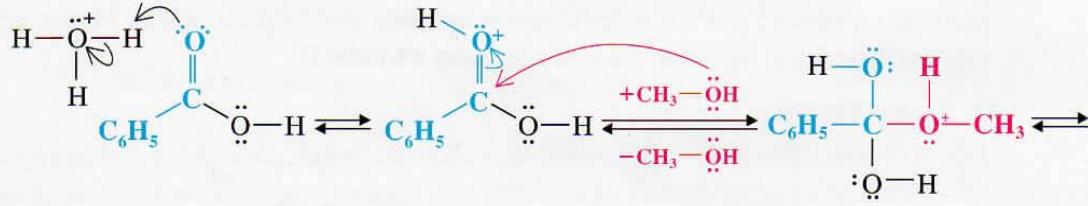


Örnek:



### 1.2.4. Esterleşme Mekanizması

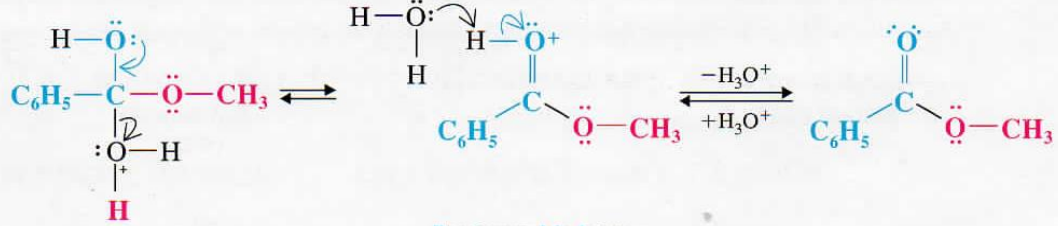
#### Asit Katalizli Esterleşme



Karboksilik asit, kuvvetli bir asit katalizörden bir proton alır.

Alkol, protonlanmış karbonil grubuna atak yaparak bir düzgün dört-yüzlü ara ürün verir.

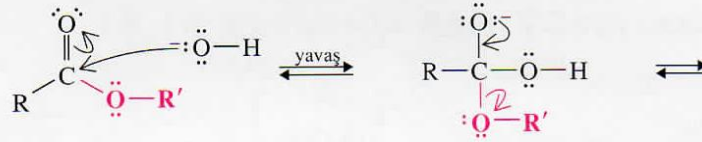
Oksijen atomu üzerindeki bir proton kaybedilir ve başka bir oksijen atomu tarafından kazanılır.



Bir su molekülünün kaybedilmesi protonlanmış esteri verir.

Protonun bir baza aktarılması bir ester oluşumuna yol açar.

#### Baz-Destekli Ester Hidrolizi



Bir hidroksit iyonu karbonil grubuna atak yapar

Düzgün dört-yüzlü ara ürün bir alkoksit iyonu oluşturur.



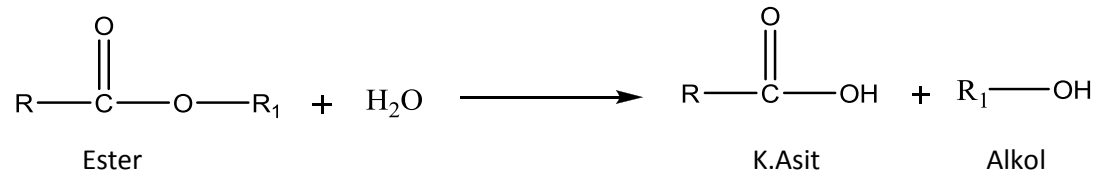
Bir protonun aktarımı tepkime ürününün oluşumuna yol açar.

(Graham Solomons 7.Baskı)

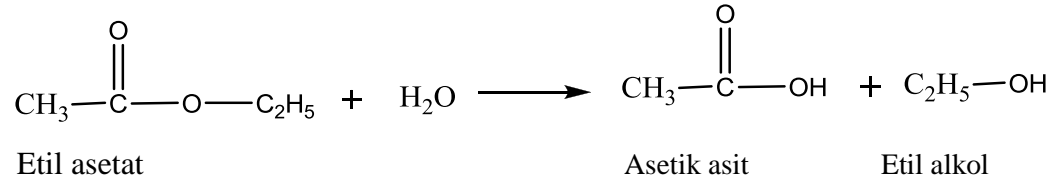
## 1.2.5. Esterlerin Tepkimeleri

### 1.2.5.1. Hidroliz tepkimeleri

Esterlere su katılması ile karboksilli asitler ve alkoller oluşur.



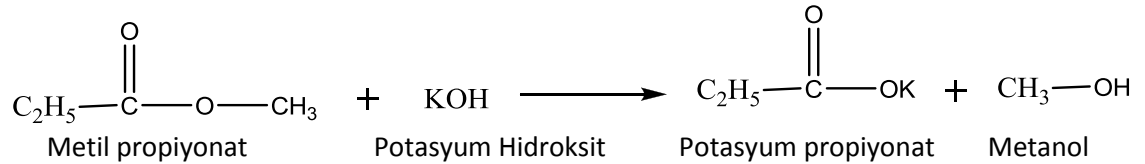
Örnek:



### 1.2.5.2. Sabunlaşma Tepkimeleri

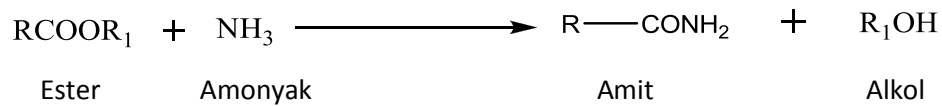
Esterler sodyum ya da potasyum hidroksit ile kaynatılırsa asit tuzu olan sabun ve alkol elde edilir.

Örnek:

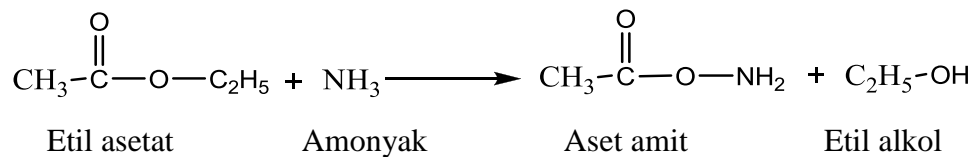


### 1.2.5.3. Amonyak ile Tepkimeleri

Esterler amonyak çözeltisi ile karıştırılırsa amit ve alkol açığa çıkar



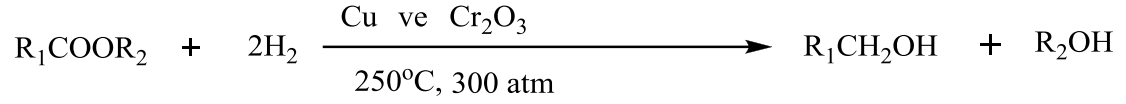
Örnek:





#### 1.2.5.4. İndirgenme Tepkimeleri

Esterler, bakır ve krom (III) oksit katalizörlüğünde yüksek sıcaklık ve basınçta hidrojenin etkisi ile alkole indirgenir



Asit kökünden türeyen alkol

#### 1.2.6. Esterleşme Hızına Etki Eden Faktörler

##### 1.2.6.1. İndüktif Etkinin Esterleşme Hızına Etkisi

Karboksilik asit molekülünde elektronegatif bir atom varsa (örneğin halojenler) bu indüktif etkiyle, karboksilik asit grubunun merkezi karbon atomunu pozitifleştirir. O halde buraya alkolün bağlanması daha kolay olur, dolayısıyla reaksiyon hızı artar. Moleküldeki elektronegatif atom – COOH grubuna ne kadar yakınsa etki o kadar artar. Örneğin klorasetik asit asetik asitten daha kolay esterleştirilebilir ve de bunun esterleri, asetik asit esterlerinden daha kolay hidrolizlenebilirler

##### 1.2.6.2. Sterik Etkinin Esterleşme Hızına Etkisi

Karboksilik asidin –COOH grubuna komşu büyük hacimli gruplar varsa veya alkol molekülü –OH çevresinden dallanmışsa pozitif merkeze bağlanma engellenir ve esterleşme ile hidroliz hızı azalır örneğin izobütirik asitle izopropil alkolün esterleşmesi sterik etkiden dolayı çok yavaştır

### 1.3. Metal/Yarıiletken Kontaklar

Günümüzde elektronik aletlerin büyük bir bölümü doğru akımla çalışmaktadır. Elektronik sistemlerde alternatif akımı doğru çeviren bu işlem, diyotlarla gerçekleştirilmektedir. n-tipi bir iletkenle p-tipi bir yarı iletkenin atomik boyutlarda üst üste gelmesiyle p-n eklem diyotu, bir metal ile bir yarıiletkenin belirli koşullar altında kontak haline getirilmesi ile Schottky diyotu elde edilir. Metal/yarıiletken arayüzeyinde bir potansiyel engeli oluştuğunu ilk defa Schottky ortaya koyduğunu için bu kontaklara atfen Schottky diyotlar veya Schottky kontaklar denilmektedir.(Cowley ve Sze 1965). Metal/yarıiletken kontaklarda meydana gelen doğrultma işlemi yarıiletkenin eklem tarafındaki deplasyon tabakası tarafından sağlanır. (Schottky 1938). Bir metal/yarıiletken kontak ani bir arayüzey oluşana kadar metal ve yarıiletkenin Fermi enerjisi seviyeleri arasındaki farkın ortadan kalkması ile elde edilebilir (Mönch 1995).

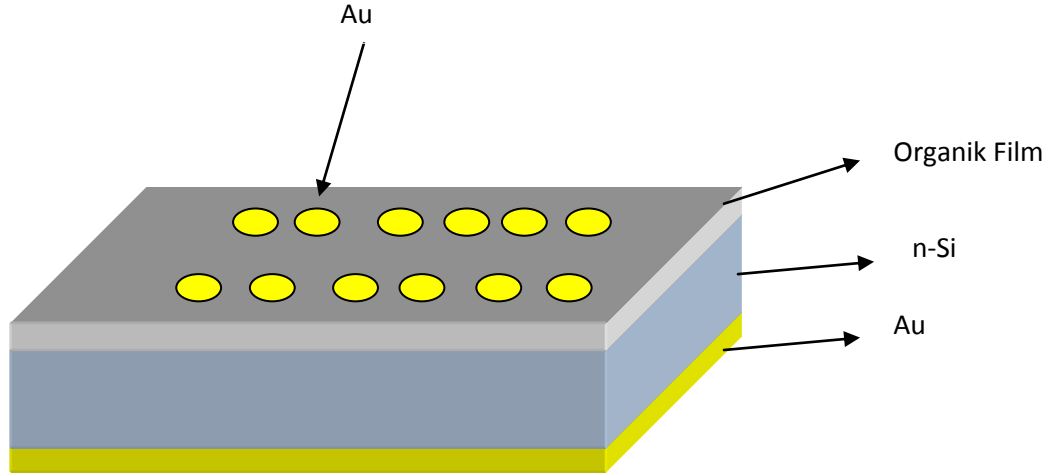
Mikroelektronik aygıtların çoğunluğunun çalışma prensipleri metal/yarıiletken ve p-tipi yarıiletken (pn eklemi) kontakların fiziksel karakteristiklerine bağlıdır. Bu tür kontakların sınır bölgesinde potansiyel engelleri meydana gelmektedir. Potansiyel engellerinin oluşması metal/yarıiletken arası veya p-tipi/n-tipi yarıiletkenler arası yük taşıyıcıların konsantrasyonlarının yeniden dağılmasına bağlıdır. Bu tür kontakların elektriksel özellikleri dışarıdan uygulanan gerilimin değeri ve yönü ile değişmektedir. Yarıiletken kontaklar lineer olmayan akım-gerilim karakteristikler göstermektedir. Kontakların lineer olmayan özellikleri elektrik akımının doğrultulması, dönüşümü amplifikasyonu veya elektrik sinyallerinin jenerasyonu için kullanılabilir. Bu tür doğrultucu eklemlerden diyotlar, transistörler, tünel diyotlar, Schottky diyotları yapılmaktadır (Cafer 2000).

Metal/yarıiletken kontaklar bütün yarıiletken devre elemanlarında yer aldıkları için büyük bir öneme sahiptir. Schottky diyotların karakteristik parametrelerinin anlaşılabilmesi, yalıtkan ve yarıiletken kristallerin iletkenlik özelliklerinin anlaşılabilmesinin bir yolu da kristale uygun kontakların yapılmasıdır. Kontaklar arayüzeyin karakteristiklerine bağlı olarak ya bir Schottky engeli ya da bir omik kontak gibi davranırlar. Kontak, kristal ile kristale uygulanacak olan kontak malzemenin en az dirençle atomik boyutta temas etmeleri olarak düşünülebilir. Kontakın ideal olması

kontak malzemenin yüzeylerinin temiz ve pürüzsüz olmasıyla doğrudan ilişkilidir(Crowell ve Sze 1965).

İki madde (metal/metal, metal/yarıiletken, yarıiletken/yarıiletken) kontak haline getirildiğinde aralarındaki yük alışverişinden sonra yeni denge durumu meydana gelir ve her iki maddenin Fermi enerji seviyeleri eşitlenir. Oluşan yeni yük dağılımı nedeniyle kontak bölgesinde bir dipol tabakası meydana gelir. İki metal arasında yapılan kontak durumunda, bu dipol tabakası kontağın her iki tarafındaki yüzey yükleri neden ile meydana gelir. Oluşan bu kontak, elektronların her iki yönde serbestçe hareket edebilmeleri nedeniyle omik kontak olarak adlandırılır. Şayet, kontağı oluşturan maddelerden biri metal diğeri yarıiletken ise oluşacak kontak omik ya da doğrultucu olabilir. Doğrultucu kontak (Schottky kontak), akımın durumunda elektronlar bir yönde kolayca hareket ederlerken, ters yöndeki geçişleri kontak bölgesinde oluşan potansiyel engeli nedeniyle zorlaşır. Bu durum her iki maddenin elektronik enerji- bantdiagramı ile yakından ilişkilidir (Ziel 1968).

Bir metal/yarıiletken eklem üzerindeki akım çoğunluk taşıyıcılarına bağlıdır. Başlıca üç farklı mekanizma bulunur: Bunlar, yarıiletkenden metale doğru taşıyıcıların difüzyonu, Schottky engeli üzerinden itici gücün akıma katkı sağladığını farzeder. Öte yandan termoiyonik emisyon teorisi, sadece metal/yarıiletken arayüzeyindeki iletkenlik bant enerjisine eşit yada daha fazla enerjiye sahip enerjik taşıyıcıların akıma dalga yapısının engelden geçmesine izin verdiğini düşünür. Verilen bağıntıda bu üç mekanizmanın bir birleşimi bulunmalıdır. Buna rağmen, baskın akım mekanizması olan sadece bir tanesi akımı oluşturur. Tipik bir yarıiletken kontak tasarımı şekil1.1 de gösterilmiştir.



**Şekil1.1.** Hazırlanan yarıiletken kontak sistemin şematik gösterimi

Metal/yarıiletken kontak iletkenliği sağlayan yük taşıyıcıları (holler ve elektronlar) bir yönden diğer yöne (metalden yarıiletkene ya da yarıiletkenen metale) daha kolay iletiliyorsa bu tür davranışa doğrultma denir. Yani; diyotun tam ilettime geçtiği voltaj değerinde, doğru belsem (forward bias) altındaki akımın ( $I_F$ ), ters belsem (reverse bias) altındaki akıma ( $I_R$ ) oranı “doğrultma oranı” olarak verilir ve bu orandiyotun kalitesini önemli ölçüde belirler. İdeal diyotlarda doğrultma oranı ( $I_F/I_R$ ) yaklaşık olarak,  $10^8$ - $10^{10}$  civarındadır.

Metal/yarıiletken kontaklar, metalin ve yarıiletkenin iş fonksiyonlarına ( $\Phi_m$  ve  $\Phi_s$ ) bağlı olarak, omik ve doğrultucu kontak (Shottky kontak) olmak üzere iki kısımda incelenir. n-tipi yarıiletken/metal kontaklarında  $\Phi_m > \Phi_s$  ise; doğrultucu kontak, eğer  $\Phi_m < \Phi_s$  ise; omik kontak oluşur. p-tipi yarıiletken/metal kontaklarında ise;  $\Phi_m < \Phi_s$  durumunda doğrultucu kontak ve  $\Phi_m > \Phi_s$  durumunda da omik kontak oluşur. Doğrultucu ve omik kontakların oluşumu kısaca;  $\Phi_m$  metalin ve  $\Phi_s$  yarıiletkenin iş fonksiyonları olmak üzere, Tablo 1.1. de tablo halinde verilmiştir.

**Tablo1.1.**İş fonksiyonlarının durumuna göre, doğrultucu ve omik kontaktları oluşumu

İş Durumu	Fonksiyonlarını	Yarıiletkenin Türü	Kontak Türü
	$\Phi_m > \Phi_s$	n-tipi	Doğrultucu
	$\Phi_m < \Phi_s$	n-tipi	Omik
	$\Phi_m > \Phi_s$	p-tipi	Omik
	$\Phi_m < \Phi_s$	p-tipi	Doğrultucu

Metal/yarıiletken kontaklarla ilgili bazı temel fiziksel parametreleri aşağıdaki gibi tanımlayabiliriz:

**Fermi Enerji ( $E_f$ )** :İletkenlerde mutlak sıfır sıcaklığında ( $T=0$  K), elektronlar tarafından taban durumundan itibaren işgal edilen en yüksekteki dolu seviyenin enerjisine denir. Mutlak sıfır sıcaklığında Fermi seviyesinin üzerindeki enerji seviyeleri boştur. Yarıiletkenlerde ise; iletkenlik ve değerlik bandındaki izinli enerji durumlarının yoğunluğuna ( $N_c$  veya  $N_v$  ), katkı atomlarının yoğunluğuna ( $N_d$  veya  $N_a$ ) ve sıcaklığa bağlı olarak, yasak enerji bölgesinde yer alan izafi seviye Fermi enerji olarak adlandırılır. n-tipi yarıiletkenlerde Fermi enerjisi referans olarak, iletkenlik bandının ( $E_c$ ) alt kenarından itibaren ölçülürken, p-tipi yarıiletkenler de ise; değerlik bandının ( $E_v$ ) üst kenarından itibaren ölçülmektedir.

**Fermi Enerjisi Seviyesi**: İletkenlik ve değerlik bandındaki taşıyıcı sayısına bağlı olarak, yasak enerji aralığında yer alan izafi seviyeye denir.

**İş Fonksiyonu ( $\Phi_m, \Phi_s$ )**: Metalin veya yarıiletkenin Fermi enerji seviyesinden bir elektronu sıfır kinetik enerjiyle yüzeye çıkarmak için gerekli olan minimum enerji miktarına denir. Bir metal veya yarıiletkene verilen kinetik enerji önce iş fonksiyonu için harcanır, eğer verilen kinetik enerji iş fonksiyonundan fazla ise; elektrona kinetik enerji olarak aktarılır.

**Vakum Seviyesi**: Metalin veya yarıiletkenin yüzeyi olup, elektronun hareketsiz olduğu yüzeydir. Metal veya yarıiletkenin Fermi enerji seviyesinden bir elektronu sıfır kinetik enerji ile yüzeye çıkarmak için gerekli minimum enerji miktarı olan iş fonksiyonu kadar

bir enerji ile elektronun maddenin dışına çıkması halinde hareketsiz kaldığı yani; kinetik enerjisinin sıfır olduğu enerji seviyesine **vakum seviyesi** denir. Kısacası; bir elektronu yüzeyde koparmak için ihtiyaç duyulan minimum enerji miktarı veya yüzeyde hareketsiz duran bir elektronun enerjisidir.

**Elektronun İyonizasyon Enerjisi ( $E_s$ ):** Metalin veya yarıiletkenin değerlik bandının ( $E_v$ ) maksimumu ile vakum seviyesi arasındaki enerji farkına denir.

**Elektron Yakınlığı ( $X_s$ ):** Kimyasal olarak, bir atomun bir elektron alırken açığa çıkardığı enerji veya bir atomun bir elektron aldığı serbest kalan enerji olarak tanımlanır. Ayrıca, iletkenlik bandının ( $E_c$ ) tabanı ile vakum seviyesi arasındaki enerji farkına denir.

Bir Schottky engel diyotu (SED), pn eklem diyotuyla karşılaştığında birçok avantaja sahiptir. Bu avantajlar ile kullanıldıkları yerlerde ne gibi farklılar gösterdiğini açıklayalım (Rhoderick ve Williams 1988, Neamen 1992, Singh 2001).

**1.**Schottky engel diyotunda akım iletimi çoğunluğu taşıyıcıları tarafından sağlanırken, bir pn eklemde ise; akım iletimi azınlıkları tarafından sağlanır. Bu da Schottky engel diyotunda yeniden birleşme (rekombinasyon) olmayacağından, akımda bir azalma meydana gelmez ve verim daha yüksek olur. Ama bir pn eklemde ise; yeniden birleşme olacağından akımda azalma meydana gelir.

**2.**Schottky engel diyotunda ters belsemde oluşturulan akımın sıcaklığa bağımlılığı oldukça düşük iken, bir pn eklemde ise, ters belsemde oluşturulan akımın sıcaklığa bağımlılığı oldukça yüksektir. Yani bir FET'in (alan etkili transistör ) kapı (gate) terminali Schottky engel diyotundan yapılmış ise; akım azalır ve sıcaklıktan hemen hemen bağımsız bir karakteristik gösterir. Genellikle kızılötesi yani IR (infrared) dedektörleri negatif belsemde yani ters belsemde tutulur. Bunun için sıcaklıktan etkilenmemeleri çok önemlidir.

**3.**Schottky engel diyotunda anahtarlanma hızı, enjekte edilen elektronların termal hızları ile kontrol edilirken, pn eklemde anahtarlanma hızı, enjekte edilen azınlık taşıyıcıların yeniden birleşmesiyle (rekombinasyon) kontrol edilir. Buna göre Schottky engel diyotu çok daha frekans uygulamalarında (100 GHz'e kadar, sinyal karıştırıcı ve dedektörlerde) kullanılabilir. Ancak bu uygulamalarda Schottky engel diyotu için kullanılan metal yeterince ince yani yarı geçirgen film şeklinde olmalıdır. Aksi takdirde, gelen ışığın şiddetinin düşmesine neden olur.

4. Schottky engel diyotunu ilettime geçirmek için gerekli olan cut-in (turn-on) gerilimi oldukça küçük iken, pn eklemine ilettime geçirmek için gerekli olan gerilim daha büyüktür. Bu da eklemde daha az enerji harcaması anlamına gelir ve dolayısıyla daha az ısınmasına neden olur.

5. İdealde Schottky engel diyotunda yeniden birleşme olayı (rekombinasyon) olmadığından, idealite faktörü yaklaşık olarak 1.0'dir. Ama pn eklemde deplasyon bölgesindeki yeniden birleşmeden dolayı idealite yaklaşık olarak 1.2-2.0 arasındadır.

6. Schottky engel diyotunun oluşturulması, teknolojik açıdan bir pn eklemine oluşturulmasından oldukça kolaydır. Ayrıca pn eklemde aynı malzemenin hem n-tipi hem de p-tipi elde etmek mümkün olmamakta, olsa bile aynı özelliklere sahip olamamaktadır. Mesala; mobiliteleri; birbirinden farklı olmakta, bu da eklemde verimli çalışmasını engellemektedir.

7. pn eklemiyle yapılan bir dedektörde kullanılan malzemenin cinsine bağlı olarak mesela Si ele alalım; gelen parçacık veya fotonun enerjisi kullanılan malzemenin yasak enerji aralığında (1.12 eV'tan) daha büyük olmalıdır. Bu durumda bir IR dedektörü yapımı mümkün olmaz. Ama böyle bir yapı Schottky engel diyotu kullanılarak, rahatlıkla elde edilebilir. Çünkü engel yüksekliği kontrol edilebilmektedir. Genellikle de Pt metali kullanılmaktadır (McCafferty ve ark. 1996). Ya da pn eklemde kullanılan yarıiletkenin yasak enerji aralığı, gözlenen fotonun enerjisinden küçük seçilmelidir.

Yukarıda sıraladığımız sebeplerden dolayı Schottky engel diyotunun, birçok yönden pn eklem diyotuna göre üstün tarafları vardır. Bu yüzden Schottky engel diyotunun oluşturulması ve bu yapıların karakterizasyonu çalışmamız oluşturmaktadır.

### 1.3.1. Metal/ n-Tipi Yarıiletken Kontaklar

#### 1.3.1.1. Metal/n-Tipi Yarıiletken Doğrultucu Kontaklar

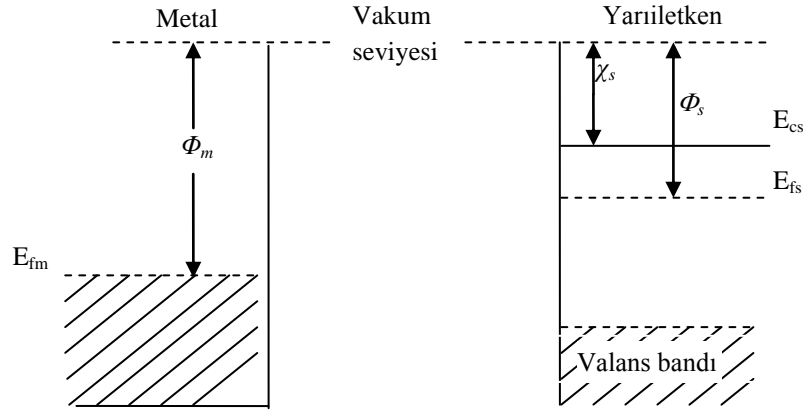
Akım taşıyıcıları (boşluk ve elektron) bir doğrultuda kolayca hareket ederken, potansiyel engelinden dolayı diğer yönde hareketleri zorlaşır. Bu tür kontaklar doğrultucu kontaklardır. Bu olayı açıklamak için bir metal ve bir n-tipi yarıiletken dikkate alalım. Oda sıcaklığında yarıiletken içindeki bütün donörler iyonize olmuş olsunlar. Metalin iş fonksiyonu  $\Phi_m$ , yarıiletkenin iş fonksiyonu  $\Phi_s$ , yarıiletkenin elektron ilgisi  $X_s$  ve  $\Phi_m > \Phi_s$  olsun. Kontakta önceki durumda Şekil 1.2.'de görüldüğü gibi yarıiletkenin Fermi seviyesi metalin Fermi seviyesinde ( $\Phi_m - \Phi_s$ ) kadar yukarıdadır. Kontakta sonra yarıiletken yüzeyden metale elektronlar geçerken geride iyonize olmuş donörler bırakılır. Yük mübadelesi tamamladıktan sonra her iki tarafın Fermi seviyeleri eşitlenir. Yani yarıiletkenin enerji seviyesi Şekil 1.3.'de görüldüğü gibi ( $\Phi_m - \Phi_s$ ) kadar alçalmıştır. Sonuç olarak, kontakta oluşan dipol tabakası nedeniyle eklem üzerinde bir potansiyel engeli meydana gelir. Bu engelin yarıiletken tarafındaki yüksekliği ( $\Phi_m - \Phi_s$ ) ve metal tarafındaki yüksekliği ise ( $\Phi_m - X_s$ ) kadardır.

Yarıiletken tarafındaki bu engel yüksekliği difüzyon potansiyeli cinsinden

$$eV_{dif} = (\Phi_m - \Phi_s) \quad (1.1)$$

Şeklinde ifade edilir.  $V_{dif}$  niceliği difüzyon potansiyeli olarak bilinir ve metalin yüzeyine göre alınır. Potansiyel engeli kontaktaki elektrik dipol tabakası tarafından korunur (sürdürülür). Kontakta yarıiletken tarafındaki pozitif yüklere, sayısı metal tarafındaki iyonize olmuş yük yoğunluğundan çok daha az olan iyonize olmuş donörlerin neden olduğu ve bunların yarıiletken içinde hareketsiz olmalarından dolayı bunlara yüzey yükü olarak değil bir uzay yükü olarak bakmak gerekir. Kontaktaki potansiyel engelinden dolayı, yüzey tabakası engel tabakası olarak bilinir. Ayrıca bu metal/yarıiletken kontakta yüzey tabakası uzay yükü tabakası olarak da adlandırılır. Bu tabakanın kalınlığı iyonize olmuş donörlerin konsantrasyonuna ve difüzyon potansiyelinin değerine bağlıdır.





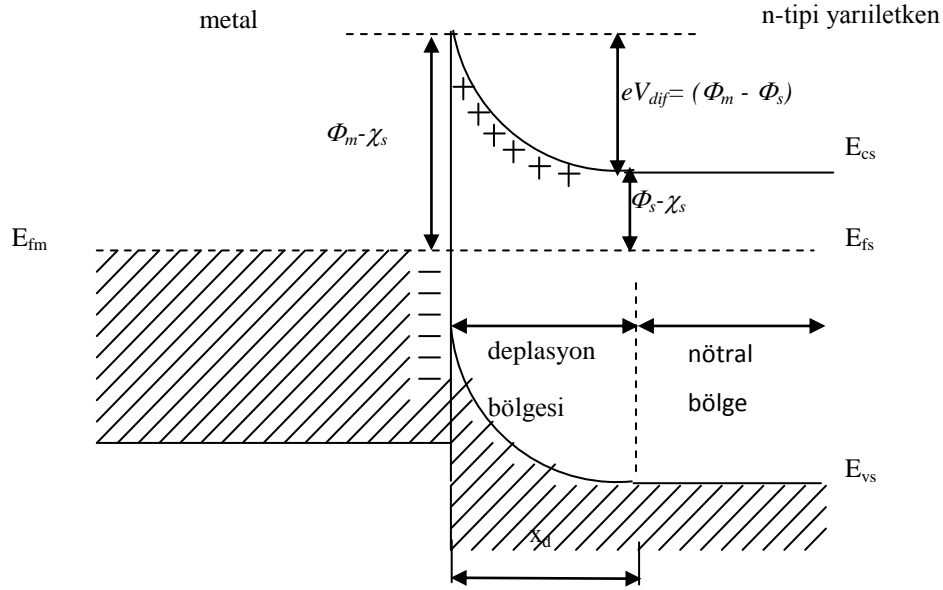
Şekil1.2.Kontaktanönce metal ve n-tipi yarıiletkene ait enerji-bant diyagramları

Termal uyarılmadan dolayı metalin bazı elektronları potansiyel engelini aşıp, yarıiletkenin içine geçmek için yeterli enerjiye sahip olacaklar ve aynı şekilde, yarıiletkenin bazı elektronları potansiyel engelini aşıp metalin içine geçmek için yeterli enerjiye sahip olacaklardır. Denge durumunda bu eşit ve zıt  $I_0$  akımlarına sebep olacaktır.

Yarıiletkene  $-V$  gerilimi uygulanırsa metalden yarıiletkene geçecek elektronlar için engel yüksekliği değişmez ve bu nedenle bu elektronların oluşturacakları akımda değişmez. Fakat yarıiletken tarafında, iletkenlik bandı  $eV$  kadar yükseleceği için yarıiletkenden metale geçecek elektronlar için engel yüksekliği  $eV$  kadar azalacaktır. Dolayısıyla metalden yarıiletkene doğru akan akım  $\exp(eV/kT)$  faktörü kadar artacaktır. Bu durumda oluşan net akım;

$$I = I_0 \left[ \exp\left(\frac{eV}{kT}\right) - 1 \right] \quad (1.2)$$

ile verilir.  $I$  net akımı pozitifdir. Bu beslem durumuna ( $V \gg kT/e$ ) düz beslem durumu denir. Yani  $V \gg kT/e$  için akım büyük ve pozitifdir. Yarıiletken tarafına  $+V$  gerilimi uygulandığında iletkenlik bandı  $eV$  kadar alçalır ve yarıiletken tarafındaki engel yüksekliği  $eV$  kadar artar. Oluşan net akım  $-I_0$  değerine yaklaşır. Bu beslem durumuna ( $V \ll -kT/e$ ) ters beslem durumu denir. Yani  $V \ll -kT/e$  için akım küçük ve negatiftir, hemen hemen  $-I_0$ 'a eşittir.



Şekil 1.3. Kontakta sonra termal denge durumunda oluşan enerji-bant diyagramı

Buradan anlaşılacağı gibi, yarıiletkenin potansiyel engelinin yüksekliği uygulanan voltaja bağlı olarak değişir. Metal tarafındaki engel yüksekliği uygulanan voltajdan bağımsızdır. Metal/n-tipi yarıiletken doğrultucu kontakta  $V > 0$  ise kontak ters beslenmiştir. Eğer  $V < 0$  ise kontak doğru beslenmiştir.

### 1.3.1.2. Metal/n-Tipi Yarıiletken Omik Kontaklar

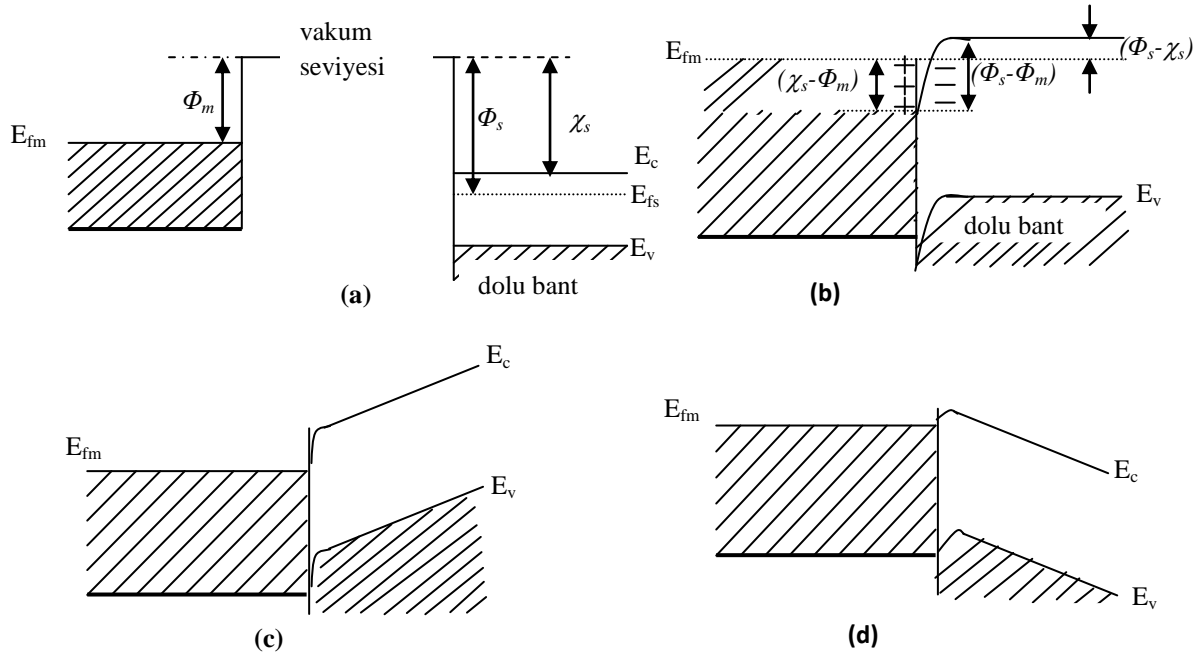
n-tipi yarıiletkenin iş fonksiyonu  $\Phi_s$ , metalin iş fonksiyonu  $\Phi_m$ 'den büyük ise ( $\Phi_m < \Phi_s$ ) omik kontak oluşur. Omik kontaklar, uygulanan gerilimin polaritesinden bağımsız olarak her iki yönde de akım akışına minimum direnç gösteren metal/yarıiletken eklemlerdir (Brillson 1993, Neamen 1992). Akım-gerilim ilişkisi Ohm Kanunu ile verilen kontaklar omik bir davranış sergilerler. Kontak direncinin değeri ise omik kontakın kalitesini belirler.

Omik kontak elde etmenin üç genel şekli vardır. Bunlardan ilki; Schottky engel yüksekliği düşük bir eklem oluşturmak suretiyle elektronların her iki yönde de geçiş yapabileceği bir kontak oluşturmak (non-rectifying barrier), ikincisi ise; Schottky engel yüksekliği büyük olsa dahi elektronların tünelleme yapabileceği dar potansiyel engeli oluşturmaktır (tunneling barrier). Bu tünelleme engeli, yarıiletken yüzeyini aşırı tiplilik ( $n^{++}$  veya  $p^{++}$ ) gösterecek şekilde katkılanmak suretiyle elde edilir. Üçüncü olarak da,

termal difüzyonla dar bant aralıklı ve taban ile aynı özellikte bir tabaka oluşturmak suretiyle omik kontak oluşturmaktır. Burada sadece düşük Schottky engel yüksekliğine sahip metal/n-tipi yarıiletken kontaklarda omik kontak oluşumu anlatılacaktır.

$\Phi_m < \Phi_s$  durumunda, bir metalle n-tipi yarıiletken kontak halinde olsunlar. Kontakta önceki durumda yarıiletkenin Fermi seviyesi metalin Fermi seviyesinden  $(\Phi_s - \Phi_m)$  kadar aşağıdadır. Metal ve yarıiletkenin kontakta önceki enerji-bant diyagramı Şekil 1.4.a.'da görülmektedir. Kontakta sonra termal denge durumunda, elektronlar metalden yarıiletkene doğru geride pozitif boşluklar bırakarak geçerler ve bu durumda yarıiletken yüzeyin n-tipliliği artar. Yarıiletken yüzeydeki bu fazla elektronlar bir negatif yüzey yükü tabakası meydana getirirler. Yine metalden ayrılan elektronlar geride bir yüzey yükü tabakası (pozitif yük dağılımı) meydana getirirler ve böylece kontak bölgesinde bir dipol tabakası oluşur. Bu durum Şekil 1.4.b.'de görülmektedir. Yük mübadelesi bittikten sonra, yarıiletken gövdedeki Fermi seviyesi  $(\Phi_s - \Phi_m)$  kadar yükselir.

Şayet metal tarafına pozitif bir  $+V$  gerilimi uygulanırsa bu durumda yarıiletkenden metale doğru akan elektronlar için engel yoktur ve elektronlar bu yönde kolayca hareket edebilirler (Şekil 1.4.c.). Şayet yarıiletken tarafına bir  $+V$  gerilimi uygulanırsa, elektronların karşılaşacakları engel yüksekliği yine çok küçük olacaktır ve elektronlar kolayca metalden yarıiletkene doğru akacaklardır (Şekil 1.4.d.).



Şekil 1.4.  $\Phi_m < \Phi_s$  durumu için metal/n-tipi yarıiletken omik kondağa ait enerji-bant diyagramı

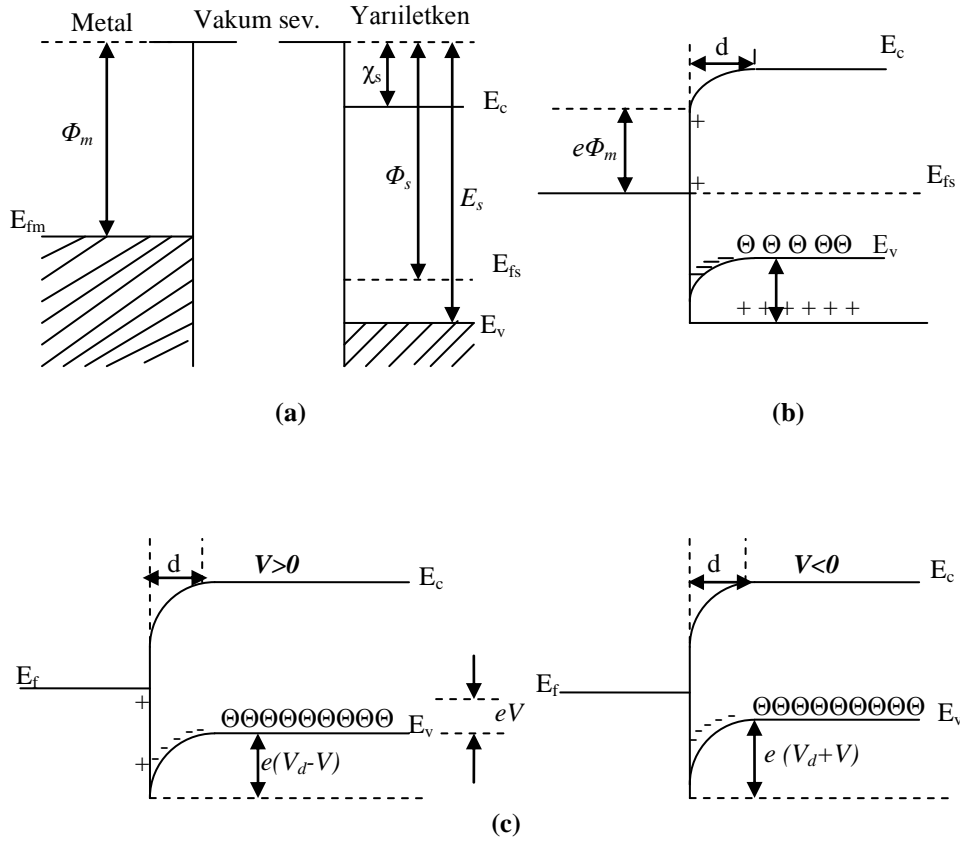
(a)Kontaktan önce (b) Kontaktan sonra (c) Düz beslem altında (d) Ters beslem altında

Sonuç olarak böyle bir kontakta, elektronlar her iki yönde de kolayca hareket edebilirler.  $(\Phi_s - \chi_s)$  nispeten küçük olursa, elektronlar herhangi bir zorlukla karşılaşmadan engel boyunca hareket edebilirler. Bu özellikte oluşan kontaklara **omik kontaklar** denir. Omik kondağa  $+V$  gerilimi uygulandığında potansiyel bütün yarıiletken gövde boyunca dağılacaktır. Metale negatif bir  $-V$  gerilimi uygulandığında, metalden yarıiletkenin iletkenlik bandına elektron geçişi olmasından dolayı bu kontaklara enjeksiyon kontakları da denir (Ziel 1968).

Omik kondağa bir  $V_a$  gerilimi uygulanırsa bu gerilim Schottky kontakta olduğu gibi sadece Schottky bölgesinde değil bütün yarıiletken gövde boyunca dağılacaktır. Normalde omik kontak elde edebilmek için n-tipi yarıiletkenin yüzeyine buharlaştırılan metal, daha sonra yarıiletkenin yüzeyinde bir  $n^+$  tabakası oluşturmak için belli bir sıcaklıkta tavllanır ve yarıiletkenle alaşım haline getirilir. Bu  $n^+$  tabakası yarıiletken gövdeye göre elektron bakımından daha zengindir (Sze 1981).

### 1.3.2. Metal/p-Tipi Yarıiletken Kontaklar

#### 1.3.2.1. Metal/p-Tipi Yarıiletken Doğrultucu Kontaklar



**Şekil 1.5.** Metal/p-tipi yarıiletken doğrultucu (Schottky) kontakın enerji-bant diyagramı (a) Kontakın önce (b) Kontakın sonra ve termal dengede (c)  $V \neq 0$  durumunda

Bir metal, bir yarıiletkenile kontak haline getirildiği zaman, bu iki madde arasında yüklerin yeniden dağılımı vuku bulur. Yük dağılımı, her iki maddenin Fermi seviyeleri (elektrokimyasal enerjileri) aynı seviyeye gelinceye kadar devam eder. Bu durumda dengeye ulaşılır. Bir metal/yarıiletken kontakta yük taşıyıcıları (elektronlar ve holler) bir doğrultuda diğer doğrultuya göre daha kolay geçebiliyorsa, buna doğrultucu kontak denir. Bundan dolayı doğrultucu kontakta bir doğrultudaki akım diğer doğrultuya göre daha kolay geçer.

$\Phi_s$ ; yarıiletkenin iş fonksiyonu,  $\Phi_m$ ; metalin iş fonksiyonu ve  $E_s$  ise valans bandının tepesi ile vakum seviyesinin tabanı arasındaki fark olsun. Eğer  $\Phi_m < \Phi_s$  ise; kontak doğrultucu,  $\Phi_m > \Phi_s$  ise; kontak omik olur.

Şimdi  $\Phi_m < \Phi_s$  olan birinci durumu göz önüne alalım. Oda sıcaklığında akseptörlerin hepsi iyonize olmuş olsun. Kontakta önce (Şekil 1.5.a.), yarıiletkenin Fermi seviyesi metalin Fermi seviyesinden  $(\Phi_s - \Phi_m)$  kadar aşağıdadır. Kontakta sonra, metal ve yarıiletkenin Fermi seviyeleri aynı hizaya gelinceye kadar metalden yarıiletkene elektron akışı olur. Bunun sonucunda yarıiletken tarafındaki holler, bu elektronlardan dolayı iyonize olurlar. Yarıiletkenin yüzey tabakasındaki bu negatif yüklü iyonize olmuş akseptörler,  $d$  kalınlığındaki bir uzay yükü tabakası içerisinde dağılırlar. Yarıiletken gövdedeki enerji seviyeleri  $(\Phi_s - \Phi_m)$  kadar yükseldiğinden, yarıiletken tarafındaki holler için yüzey engeli;

$$eV_{dif} = (\Phi_s - \Phi_m) \quad (1.3)$$

olur. Burada  $V_{dif}$ , difüzyon potansiyelidir. Yarıiletken içerisindeki bu potansiyel, metalin yüzeyine göre alınır. Kontakta metal tarafındaki holler için engel yüksekliği;

$$e\Phi_b = (\Phi_s - \Phi_m) + (E_s - \Phi_s) = (E_s - \Phi_m) \quad (1.4)$$

olur. Termal uyarılmadan dolayı, yarıiletkendeki bazı holler potansiyel engelini aşacak kadar enerji kazanıp, metalin içine geçebilirler. Aynı şekilde metalde termal olarak oluşan bazı holler de engeli aşacak kadar enerji kazanıp yarıiletken içine geçebilirler. Böylece kontakta engelden geçen eşit ve zıt yönlü  $I_0$  akımı oluşur.

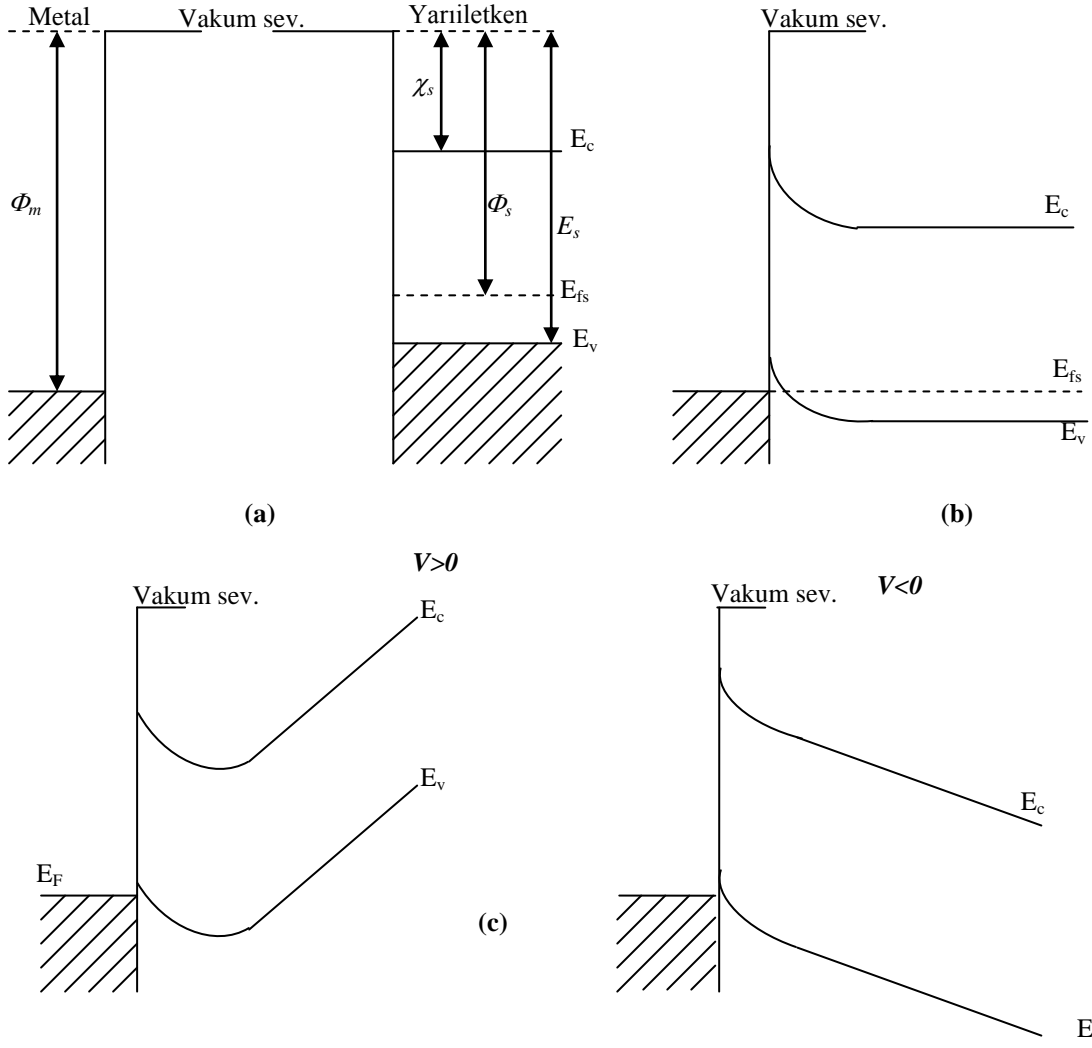
Eğer yarıiletkene bir  $V$  gerilimi uygulanırsa (Şekil 1.5.b.), soldan sağa akan hol akımı değişmez, ama sağdan sola akan hol akımı  $\exp(eV/kT)$  çarpanı kadar değişir. Bundan dolayı yarıiletkendeki enerji seviyelerinin tümü  $eV$  kadar düşer ve buna bağlı olarak yarıiletkenden metale (sağdan sola) geçen holler için engel yüksekliği  $eV$  kadar azalır. Sonuç olarak, yarıiletkenden metale geçen hollerin oluşturduğu akımın doğrultusu pozitif olarak kabul edilirse karakteristik akım;

$$I = I_0 \left[ \exp\left(\frac{eV}{kT}\right) - 1 \right] \quad (1.5) \text{ olacaktır. Bu bir doğrultucu kontaklıdır.}$$

### 1.3.2.2. Metal/p-Tipi Yarıiletken Omik Kontaklar

Şimdi  $\Phi_m > \Phi_s$  durumunu dikkate alalım. Şekil 1.6.a.'da görüldüğü gibi yarıiletkenin Fermi seviyesi metalin Fermi seviyesinden  $(\Phi_m - \Phi_s)$  kadar yukarıdadır. Kontakta sonra bir yük mübadelesi olacaktır. Yarıiletkendeki elektronlar, hollerden dolayı geride bir pozitif yüzey yükü bırakarak ve metal tarafında bir negatif yüzey yükünü oluşturarak metal tarafına akarlar. Buna bağlı olarak yarıiletkendeki Fermi seviyesi Şekil 3.5.b.'de görüldüğü gibi  $(\Phi_m - \Phi_s)$  kadar aşağı düşer. Hol konsantrasyonunun artmasından dolayı yarıiletken yüzeyi daha fazla p-tipi olur.

Elektronlar, metalden yarıiletken içerisindeki boş durumlara kolayca geçebilirler. Bu yük hareketi, hollerin yarıiletkenden metale akışına karşılık gelir. Metal tarafına geçen holler (yüksek elektron konsantrasyonundan dolayı) hemen nötralle olurlar. Ters beslem durumunda, metalin iletkenlik bandında termal olarak oluşan holler de kolay bir şekilde yarıiletken tarafına geçebilirler. Bu şekilde, her iki doğrultuda akımı kolayca geçirebilen kontaklara omik kontak denir.

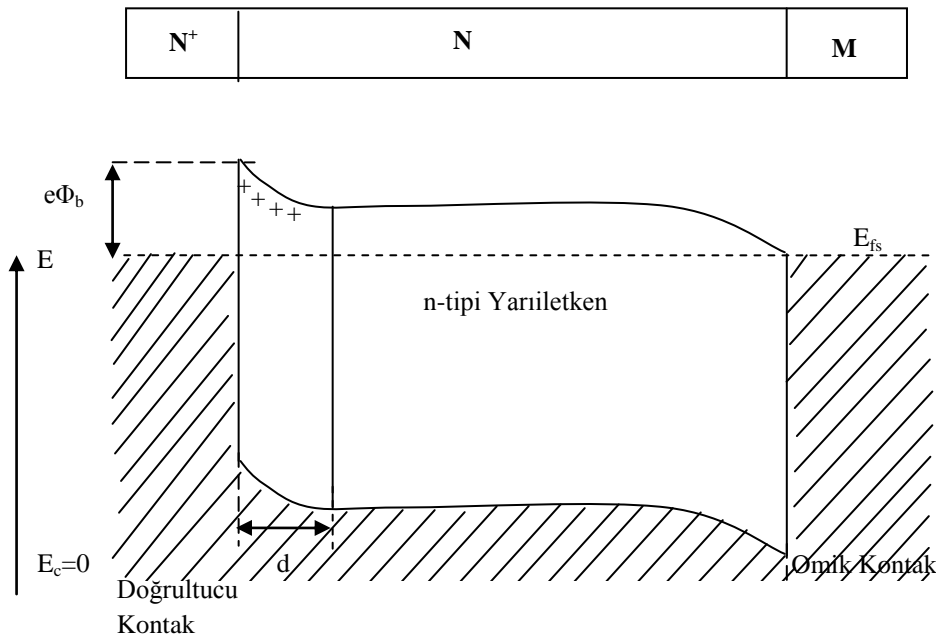


**Şekil 1.6.** Metal/p-tipi omik kontakın enerji-bant diyagramı (a) Kontakın önce (b) Kontakınsonra (c)  $V \neq 0$  durumunda



### 1.3.2.3. Metal (Omik)/n-Tipi Yarıiletken/Metal (Doğrultucu) Yapısı

Metal (Omik)/n-tipi Yarıiletken/Metal (Doğrultucu) yapısı; n-tipi yarıiletkenin bir yüzeyinin aşırı katkılanması sonucu elektron bakımından çok zengin  $N^+N$  omik kontağı ve diğer yüzeyine uygulanan NM doğrultucu kontağından oluşmaktadır. Bu yapıya ait enerji-bant diyagramı aşağıdaki Şekil 1.7.'da verilmiştir.  $N^+$  omik kontak tarafına negatif bir gerilim uygulandığında, yapı ters beslenmiş olur.  $N^+NM$  yapısı diyot gibi davrandığı için, böyle bir yapı yarıiletken diyot olarak adlandırılır (Aydoğan 2004).

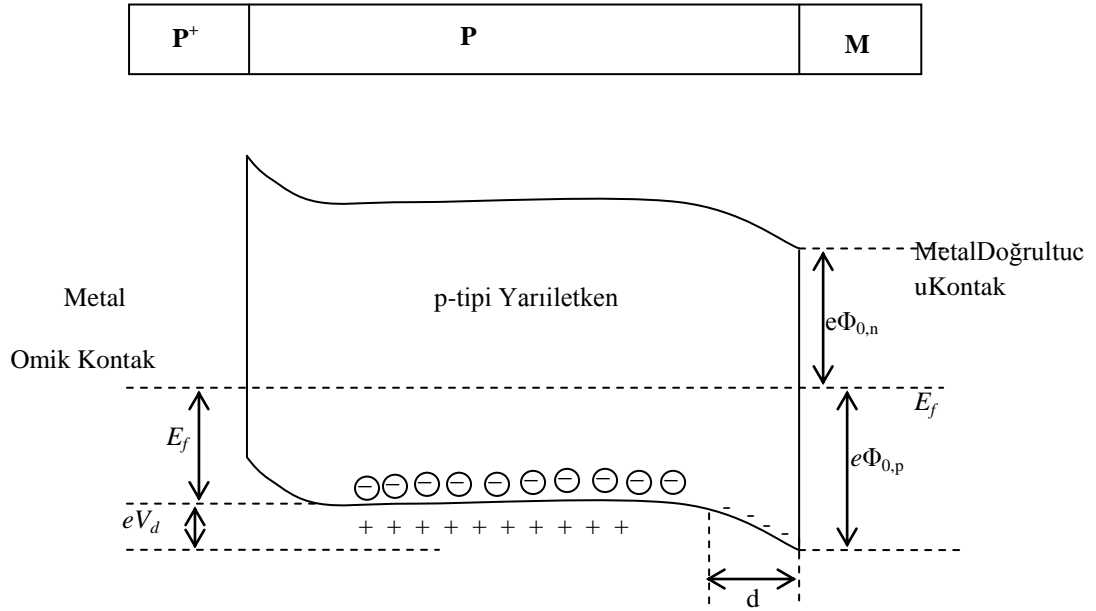


Şekil 1.7.  $N^+NM$  yarıiletken diyot yapısının termal dengede enerji-bant diyagramı

### 1.3.2.4. Metal (Omik)/p-Tipi Yarıiletken/Metal (Doğrultucu) Yapısı

Metal/p-tipiyarıiletken/metal ( $P^+PM$ ) yapısı,p-tipi yarıiletkeninbiryüzeyine boşlukbakımından çok zengin  $P^+P$  omik kontağı ile diğer yüzeyine uygulanan PM doğrultucu kontağından meydana gelir. Termal dengede böyle bir yapının enerji-bant diyagramı Şekil 3.7.'de görülmektedir.  $P^+$  omik kontak tarafı  $V>0$  olacak şekilde bir gerilim uygulandığında, yapı doğru beslemde olur.  $P^+$  tarafına  $V<0$  olacak şekilde bir gerilim uygulanırsa, yapı ters beslemde olur.  $P^+PM$  yapısı, diyot özelliğine sahip bir yapıdır. Bu şekildeki bir yapı yarıiletken diyot olarak adlandırılır. Şekil1.8.'de

görüldüğü gibi holler için engel yüksekliği  $e\Phi_{0,p} = (eV_d + E_f)$ 'ye eşittir (Temirci 2000). Metal/Yarıiletken kontaklar ile ilgili teorik bilgiler için daha önceki çalışmalardan yararlanıldı (Özerden 2014).



Şekil 1.8. P<sup>+</sup>PM yarıiletken diyot yapısının termal dengede enerji-bant diyagramı

## 2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Metal-Yarıiletken ara yüzeyinde bir bariyer oluştuğunu ilk kez Schottky ortaya koyduğu için metal-yarıiletken kontaklar Schottky bariyer diyot olarak adlandırılır. Metal-Yarıiletken (MS) kontaklarla ilgili ilk çalışma 1874 yılında Braun tarafından yapılmıştır. Braun; demir, bakır ve kurşun sülfür kristaller üzerine metalik kontakların yapıldığını açıklamıştır. MS kontaklarla ilgili temel çalışmalar yirmici yüzyılda başlamıştır. MS kontaklar, teknolojik olarak 1900 yılından önce radyo dedektörü, İkinci savaşı sırasında radar dedektörü, 1970'den sonraki yıllarda ise mikrodalga diyotu kullanılmıştır.

MS diyotların teknolojik gelişimi kısaca aşağıda yer almaktadır.

- Braun, 1895'de nokta kontak metal-yarıiletken doğrultucular dedektörlerin uygulamasını sağlamıştır.
- 1920'li yıllarda radyo dalgalarının algılanmasında vakum tüpleri kullanılmıştır.
- 1948'li yıllarda Bardeen ve Brattain, nokta kontak Germanyum diyotlarda taşıyıcı enjeksiyonu bulmuşlar ve nokta kontak Ge transistörünü yapmışlardır.
- 1950'li yıllarda metal-yarıiletken kontaklar p-n eklem şeklinde omik kontak olarak kullanılmıştır.
- 1960'lı yıllarda metal-yarıiletken kontaklarla ilgili araştırmalar yoğunluk kazanmıştır. Bu araştırmalardan biri Baird'in Schottky engelini Si transistörlerle birleştirerek metal-yarıiletken alan etkili transistörün (MESFET) geliştirilmesidir.
- 1970'li yıllarda çalışmalar p-n eklem diyotların I-V-T karakteristiklerinin ölçerek devam etmiştir.
- 1980'li yıllarda ise MS diyotların I-V-T karakteristiklerinin ölçülmesi gerçekleştirilmiştir.

Ara yüzey tabakasının kontak parametrelerini önemli derecede etkilediğinin anlaşılmasından sonra değişik amaçlar için kullanılmak üzere ara yüzey tabakası olarak farklı maddeler kullanılarak üretilen Schottky diyotları üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Genellikle ara yüzey tabakası olarak polimer olmayan organik maddeler kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca iletken polimerler metalle kontak haline getirildiği zaman fotovoltaj, elektrolüminesans ve doğrultucu etki gösterdiğinden, son

zamanlarda elektronik endüstrisinde önemli bir yere sahip olmaya başlamıştır. Bunun yanında polimerlerin mekanik dayanıklılığı, hem metalik hem de yarıiletken davranışa sahip oluşu, kararlılığı ve ucuzluğu bunları metal yarıiletken kontak imalinde tercih edilen materyaller haline getirmiştir. Bu nedenle günümüzde metal/polimer/yarıiletken kontaklar üzerindeki çalışmalar artmıştır.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Kullanılan Cihazlar



1.FT-IR (Perkin Elmer Precisely Spectrum One), Dicle Üniversitesi Eğitim Fak.Kimya Bölümü



2. UV-Vis (Shimadzu UV-1700 Spectrophotometer), Dicle Üniversitesi Eğitim Fak.



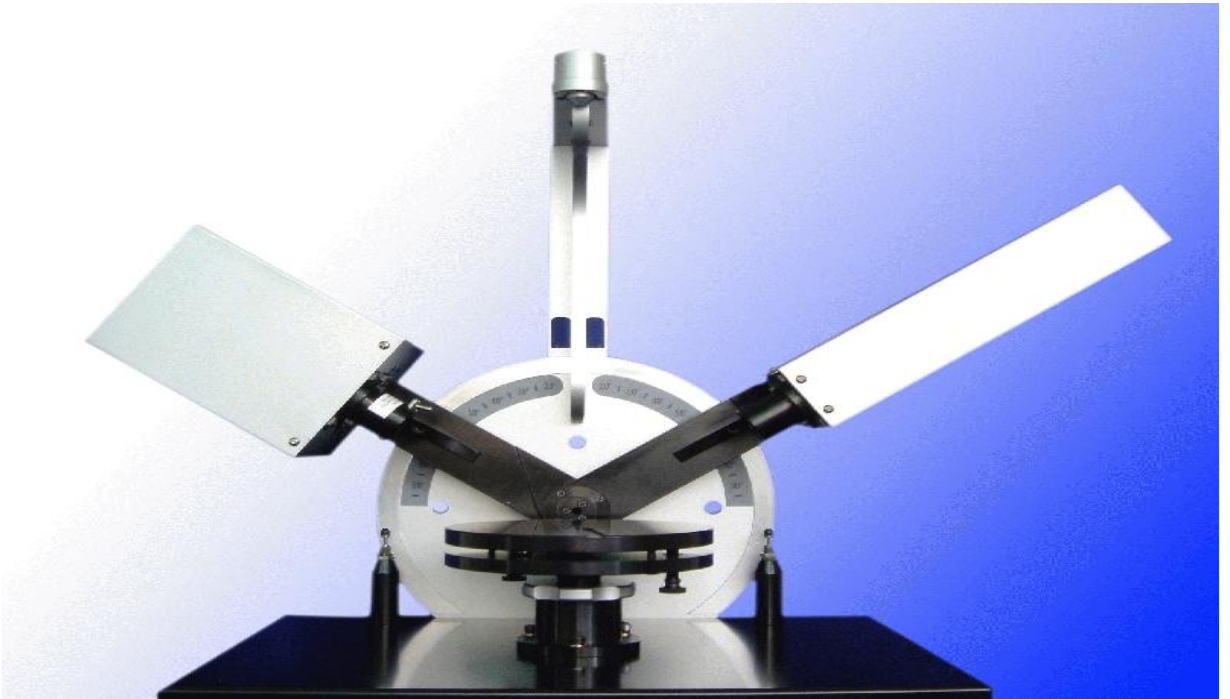
3.  $^1\text{H}$ -NMR Spektrometresi (Bruker AV-400) Dicle Üniversitesi Fen Fak. Kimya Bölümü



4. Elementel analiz (Costech instruments), Dicle Üniversitesi Merkez Laboratuvarı



5. Diferansiyel Termal Analiz Cihazı (Shimadzu DTG-60 H), Dicle Üniversitesi Merkez Laboratuvarı



6. PHE-102 Spektroskopik Elipsometre, Dicle Üniversitesi Merkez Laboratuvarı



7. HMS-300 Hall Etkisi Ölçüm Sistemi, Dicle Üniversitesi Merkez Laboratuvarı



8. NVT-400 Vakum Sistemi, Dicle Üniversitesi Merkez Laboratuvarı





9. Keithley 2400 sourcemetre, Dicle Üniversitesi Merkez Laboratuarı



10. Oriel 9600 güneş simülatorü, Dicle Üniversitesi Merkez Laboratuarı

11. Erime noktası tayin cihazı (Barnstead Electrothermal 9100), Dicle Üniversitesi Eğitim Fak. Kimya Eğitimi Bölümü.

12. Fırın (Protherm), Dicle Üniversitesi Eğitim Fak. Kimya Eğitimi Bölümü.

13. Evaporatör(Heidolph Laborato 4001 Efficient), Dicle Üniversitesi Eğitim Fak. Kimya Eğitimi Bölümü

14. Magnetik karıştırıcı (IKA C-Mag HS-7), Dicle Üniversitesi Eğitim Fak. Kimya Eğitimi Bölümü

### 3.2.KullanılanKimyasallar

Tereftaloil Klorür (Aldrich)

$\beta$ -Naftol (Merck)

Etanol (Sigma-Aldrich)

Sodyum Hidroksit (Merck)-(%10'luk sulu çözeltisi)

Resorcinol(Merck)

4-Nitro Benzoil Klorür(Aldrich)

N,N- Dimetil Asetamit (Fluka)

8-Hidroksi Kinolin (Merck)

Benzen (Aldrich)

Anilin (Fluka)

Aseton (Sigma-Aldrich)

Metanol (Riedel-de Haen)

Piridin (Riedel-de Haen)

Salisilaldehit (Fluka)

Potasyum Salisilat (Aldrich)

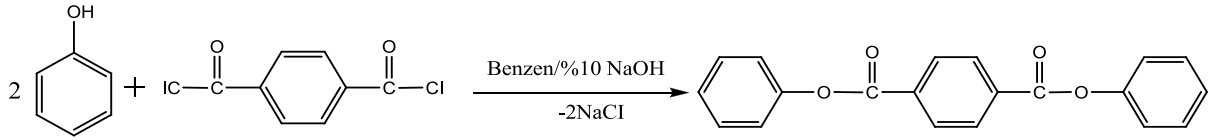
Metanol (Sigma-Aldrich)

Fenol(Merck)

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Konjugasyonu Artırılmış Aromatik Diesterlerin Hazırlanması

#### 4.1.1. Tereftaloik Asitin Difenil Esterinin (Difenil Tereftaloat) Hazırlanması



25 °C 100 mL lik bir beherde 6.09 g (30 mmol) Tereftaloil Klorür 40 mL benzen içinde karıştırılarak çözüldü. Başka bir beherde 5.64 g (60 mmol) fenol 40 mL %10'luk sulu NaOH içerisinde magnetik karıştırıcı üzerinde aynı koşullarda karıştırılarak çözüldü. Oluşan çözeltiler 100 mL lik tek boyunlu bir balona aktarıldı. Balonun ağzı kapatılarak oda sıcaklığında 10 dakika karıştırıldı ve karışım 30 dakika süresince dinlenmeye bırakıldı. Çöken katı trompta süzülerek çözücüden uzaklaştırıldı, oluşan ham ürün saf suyla iyice yıkandıktan sonra 25 °C ta süzgeç kâğıdı üzerinde açık havada kurutuldu. Daha sonra etanol: N,N dimetil asetamit (1:1) karışımından kristallendirildi. Kristallerin oluşması için süzüntü -15 °C ta 1 gün boyunca bekletildi. Oluşan Beyaz parlak kristaller trompta süzülerek ayrıldı. Ayrılan kristaller açık havada kurutuldu. Verim %89 (9,28 g) E.N: 201-202 °C

Bileşiğin UV spektrumu şekil 5.1'de IR spektrumu Şekil 5.2' de <sup>1</sup>H NMR Şekil 5.3'de <sup>13</sup>C NMR spektrumu Şekil 5.4'de, Akım-Gerilim grafiği Şekil 5.21'de verilmiştir.

**Elementel Analiz: Deneysel (Teorik)** %C 71.28 (75.40), % H 3.78 (4.4)

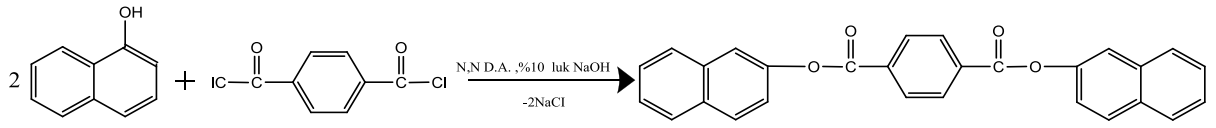
**U.V-Vis (nm):**  $\lambda_1=257$ ,  $\lambda_2=273$ ,  $\lambda_3=278$

**FT-I.R (cm<sup>-1</sup>):**  $\nu(\text{C}=\text{O})$ : 1728,  $\nu(\text{C}-\text{O})$ : 1243-1264

**<sup>1</sup>H NMR (C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>O<sub>4</sub>)**  $\delta$ ppm: 7.24-7.28(m, 10 H), 8.4(s, 4H)

**<sup>13</sup>C NMR (C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>O<sub>4</sub>)**  $\delta$ ppm: 121.58, 126.20, 129.62, 130.30, 133.95, 150.75, 164.32

#### 4.1.2. Tereftaloik Asitin $\beta$ -Naftil Di-Esterinin (Di- $\beta$ -Naftil Tereftaloat) Hazırlanması



25 °C ta 100 mL lik bir beherde 2,88 g (20 mmol )  $\beta$ -Naftol 40 mL % 10 luk sulu NaOH içerisinde magnetik karıştırıcı ile aynı koşullarda karıştırılarak çözüldü. 2,03 g (10 mmol) tereftaloil klorür 40 mL N,N-dimetil asetamitte 100mL lik ayrı bir beherde çözüldü. Oluşan çözeltiler 100 mL' lik balona aktarıldı. Balonun ağzı kapatılarak oda sıcaklığında 15 dakika boyunca karıştırıldı ve karışım 30 dakika süresince dinlenmeye bırakıldı Çöken katı trompta süzülerek çözücüden uzaklaştırıldı, oluşan ham ürün saf suyla iyice yıkandıktan sonra bir saat camının üzerine alınarak, 40 °C ta 30 dakika süreyle etüvde kurutuldu, kuruyan katı madde etanol:benzen (1:1) karışımından kristallendirildi. Kristallerin oluşması için süzüntü -15 °C de 1 gün boyunca bekletildi. Oluşan beyaz kristaller trompta süzülerek ayrıldı, ayrılan kristaller bir saat camına alınarak 40 °C ta 20 dakika süreyle etüvde kurutuldu. Verim %88 (3.68 g) E.N: 233-234 °C

Bileşiğin UV spektrumu şekil 5.5'de IR spektrumu Şekil 5.6' de <sup>1</sup>H NMR Şekil 5.7'de <sup>13</sup>C NMR spektrumu Şekil 5.8'de, Akım-Gerilim grafiği Şekil 5.22'de verilmiştir.

**Elementel Deneysel(Teorik)** % C 80.75 (80.4), %H 4.1(4.3)

**U.V-Vis(nm):**  $\lambda_1=271$ ,  $\lambda_2=284$ ,  $\lambda_3=287$

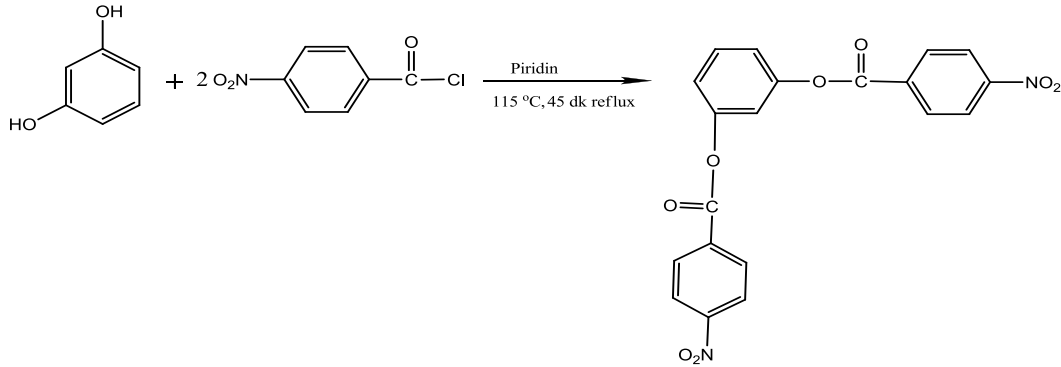
**FT-I.R (cm<sup>-1</sup>) :**  $\nu(\text{C=O})$ : 1728,  $\nu(\text{C-O})$ : 1238-1261

**<sup>1</sup>H NMR(C<sub>28</sub>H<sub>18</sub>O<sub>4</sub>)**  $\delta$ ppm: 7.42(dd,4H), 7.51-7.58(m,4H), 7.77(d,2H), 7.87

7.97(m.4H), 8.43(s,4H)

**<sup>13</sup>C NMR (C<sub>28</sub>H<sub>18</sub>O<sub>4</sub>)**  $\delta$ ppm: 118.69, 126.75, 127.87, 129.66, 130.40 Karbonil karbonu ve ipso karbonlar gözlenmedi

#### 4.1.3.(1,3-Fenilbis(4-nitrobenzoat)) Diesterinin Hazırlanması



100 mL lik bir beherde 2,2 g (20 mmol ) Resorcinol oda sıcaklığında 30 mL piridin içinde çözüldü. 2,04 g (10 mmol) 4-nitro benzoil klorür 40 mL piridinde çözümlenerek başlangıç çözeltiye ilave edildi. Karışım tek boyunlu bir balona alındı, üzerine geri soğutucu takılarak (magnet karıştırıcılı ısıtıcı üzerine ve yağ banyosunun içinde) 115 °C ta 45 dakika süre boyunca reflux edildi. Reaksiyon durduruldu, sistem soğutulmaya bırakıldı, sistemin sıcaklığı 40 °C ye geldiğinde içinde 150 mL buzlu su bulunan bir behere aktarıldı. 2 saat bekletildi ve beherin dibinde çöken katı maddeler trompta süzülerek ve saf suyla iyice yıkanarak ayrıldı. Ayrılan katı madde bir saat camına alınarak ve etüvde 100 °C ta 30 dakikasüreye kurtuldu. Kuruyan katı madde sıcaklığı 30°C 50 mL aseton:etanol (1:1) karışımdan kristallendirildi, çözünmeyen katı (monoester) süzülerek uzaklaştırıldı. Kristallerin oluşması için süzüntü -15 °C de 1 gün boyunca bekletildi. Oluşan beyaz kristaller trompta süzülerek ayrıldı, ayrılan kristaller bir saat camına alınarak 40 °C de ki etüvde 30 dakika boyunca kurutuldu. Verim %90 (7.35 g) E.N: 185-186 °C

Bileşiğin UV spektrumu şekil 5.9'de IR spektrumu Şekil 5.10'de <sup>1</sup>H NMR Şekil 5.11'de <sup>13</sup>C NMR spektrumu Şekil 5.12'de, Akım-Gerilim grafiği Şekil 5.23'de verilmiştir.

**Elementel Deneysel (Teorik)** % C 59.25(58.83) % N 6.86 (6.86) % H 2.26 (2.96)

**U.V-Vis(nm):**  $\lambda_1=312$   $\lambda_2=315$ ,  $\lambda_3=334$

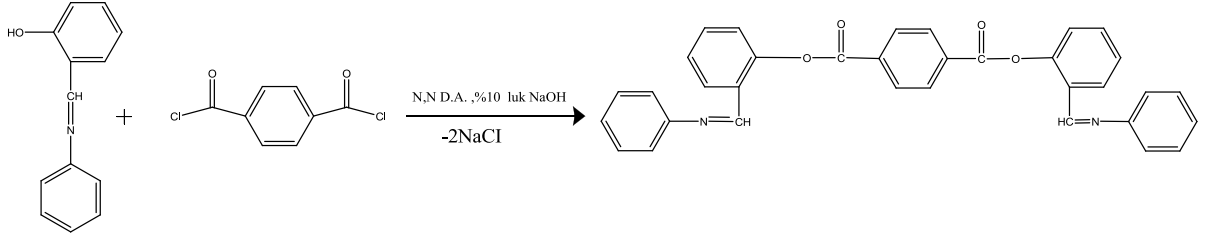
**FT-I.R (cm<sup>-1</sup>) :**  $\nu(\text{C=O})$ : 1731,  $\nu(\text{C-O})$ : 1239-1258

**<sup>1</sup>H NMR(C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>O<sub>8</sub>)**  $\delta$ ppm:7.26-7.29(d,4H),7.31

7.35(t,4H),7.467.50(m,3H),8.36(s,1H)

$^{13}\text{C}$  NMR( $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$ )  $\delta$ ppm:116.56, 120.42, 124.51, 130.81, 131.84, 134.73, 151.14, 151.32, 163.45

#### 4.1.4. Bis(2-((Phenylimino)methyl)Phenyl)terephthalatenin Hazırlanması



100 mL lik bir beherde 1 mL 1,66 g (13 mmol) salisilaldehit 20 mL etanolde çözüldü. Başka bir beherde 1,4g (6,5 mmol) tereftaloil klorür 30 mL etanolde çözüldü. Etanolde çözülen salisilaldehit üzerine, etanolde çözülen tereftaloil klorür çözeltisi yavaş yavaş ilave edildi ve bir magnet içersine atılarak karıştırıldı ve karışımın sıcaklığını 50 °C getirilerek 30 dakika karıştırıldı, oluşan karışımın rengi, pempeye dönüştüğünde karışımın üzerine 1,2 mL 1,22 g (13 mmol) anilin, 20 mL etanolde çözülen karışımın üzerisine yavaş yavaş ilave edildi ve karışım 30 dakika boyunca karıştırıldı. Oluşan çözelti tek boyunlu bir balona aktarılarak evapore edildi. Evapore sonucu oluşan katı madde benzen:etanolde karışımında (1:1) kristallendirildi. Verim % 85.2 (2.9 g) E.N: 86-89 °C

Bileşiğin UV spektrumu şekil 5.13'de IR spektrumu Şekil 5.14' de  $^1\text{H}$  NMR Şekil 5.15'de

$^{13}\text{C}$  NMR spektrumu Şekil 5.16'de, Akım-Gerilim grafiği Şekil 5.23'de verilmiştir.

**Elementel Deneyisel (Teorik)** % C 62.16 (64.36) % N 5.89 (5.54) % H 3.41 (3.61)

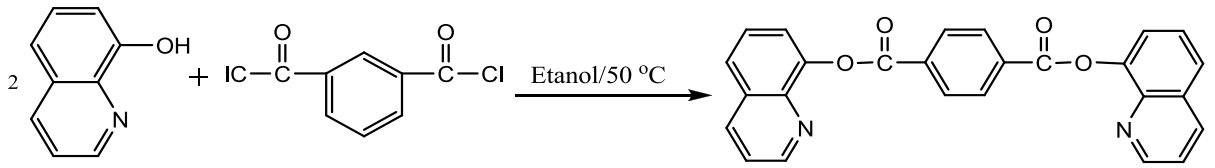
**U.V-Vis(nm):**  $\lambda_1=279$ ,  $\lambda_2=327$

**FT-I.R (cm $^{-1}$ ):**  $\nu(\text{C}=\text{N})$ : 1645,  $\nu(\text{C}-\text{O})$ : 1248-1276

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{C}_{34}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_4$ )  $\delta$ ppm: 6.94-7.02 (M, 6H), 7.31-7.54(M, 8H), 7.64-7.71(DD, 4H), 8.99 (s, 4H), 10.26 (S, 2H)

$^{13}\text{C-NMR}$ ( $\text{C}_{34}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_4$ ) $\delta$ ppm:125.29,128.14,128.96,137.43,karbonilkarbonları, tereftaloik asitteki aromatik karbonlar ve ipso karbonlar gözlenme

#### 4.1.5. Diquinolin-8-yl terephthalate'nin Hazırlanması



100 mL lik bir beherde, 2.9 g (20 mmol) 8-Hidroksikinolin 50 mL etanolün içerisine ilave edilip, 50 °C sıcaklığında ve içerisine bir magnet atılıp 10 dakika boyunca karıştırılarak çözülmesi sağlandı. Bir başka 100 mL lik beherde 2.03 g (10 mmol ) tereftaloil klorür 20 mL etanol içerisinde çözülüp ve 50°C ta 10 dakika boyunca magnet karıştırıcıda karıştırılarak çözülmesi sağlandı. Oluşan çözeltiler birbiri içerisine aktarıldı sıcaklığın 50 °C de metanol:benzende (1:1) ve içerisine bir magnet atılarak 30 dakika boyunca karıştırılarak çözülmesi sağlandı. Oluşan çözelti difirize atılarak sıcaklığı -15°Cde 1 gün boyunca bekletildi. Oluşan sarı renkte ki çökelek trompta süzülerek ve saf suyla iyice yıkanarak ayrıldı, ayrılan kristaller bir saat camına aktarılarak 40 °C de ki etüvde 30 dakika kurutulmaya alındı. Verim % 88 (3,7g)E.N: 236-239 °C

Bileşiğin UV spektrumu şekil 5.17'de IR spektrumu Şekil 5.18' de  $^1\text{H NMR}$  Şekil 5.19'de

$^{13}\text{C NMR}$  spektrumu Şekil 5.20'de, Akım-Gerilim grafiği Şekil 5.24'de verilmiştir.

**Elementel Deneysel (Teorik) % C 57.71 (64.28) % N 7.4 (7.1) % H 2.88 (3.21)**

**U.V-Vis(nm):**  $\lambda_1=288$ ,  $\lambda_2=314$

**FT-I.R (cm<sup>-1</sup>):**  $\nu(\text{C}=\text{O})$ : 1725,  $\nu(\text{C}-\text{O})$ : 1247-1263,  $\nu(\text{C}=\text{C arom.})$ :1497,1469

$^1\text{H NMR}$ ( $\text{C}_{26}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_4$ )  $\delta$ ppm:7.46-7.49(m,2H),7.61-7.65(m,4H),7.80-7.85(m,2H),

8.23-8.26(m,2H), 8.54(s,4H),8.94(dd,2H)

$^{13}\text{C NMR}(\text{C}_{26}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_4)$   $\delta\text{ppm}$ : 121.54,121.86,126.25,129.65,133.89,136.04,141.22,  
147.61,150.71,164.77



#### 4.2. Yarıiletkenin Temizlenmesi Ve Diyotların Hazırlanması

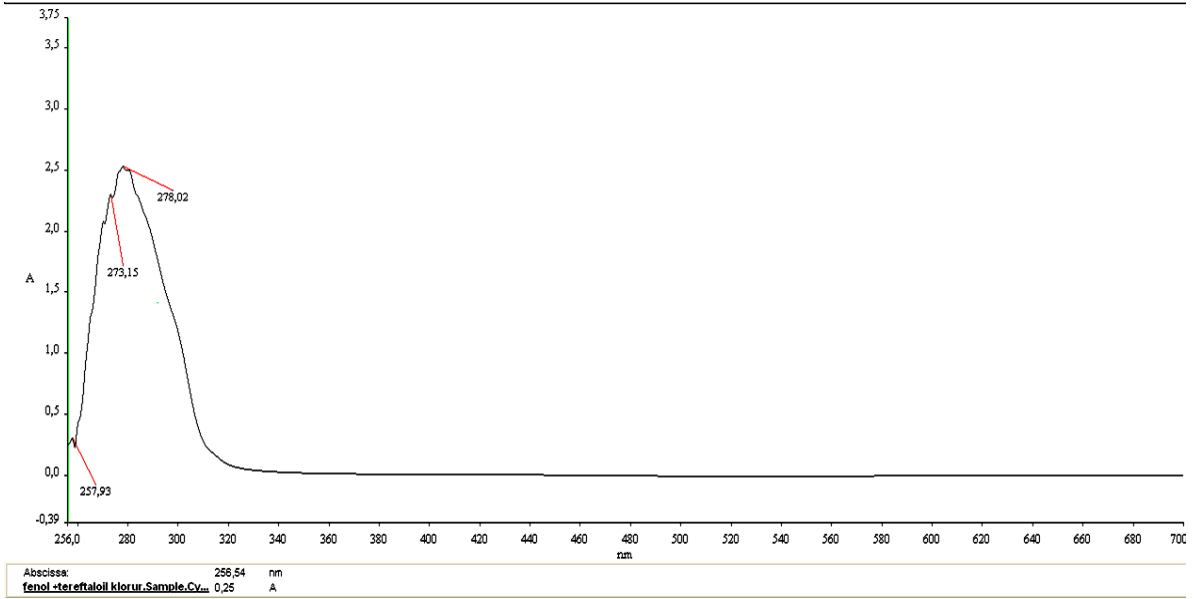
Diyotun oluşturulmasında 1-10  $\Omega$  cm öz dirence ve (100) yönelime sahip n-Si yarıiletken kullanıldı. Yarıiletken, muhtemel yağlarından temizlenmesi için trikloroetilende 10 dakika kaynatıldı. Daha sonra sırasıyla aseton ve metanolde ultrasonik 5 dakika bekletildi. Yüzeydeki oksit tabakalardan kurtulmak için, HF-H<sub>2</sub>O (1:10) seyreltik çözeltisine, 30 saniye boyunca daldırıldı. Her aşamadan sonra, deionize suyla durulandı. Daha sonra, azot (N<sub>2</sub>) ortamında kurutuldu.

Diyotların üretime, omik kontak oluşturulması ile başlandı. Düşük basınç altında daha önce temizlenmiş olan n-Si yarıiletkeninin mat yüzeyine 200nm kalınlığına Altın buharlaştırıldı. Oluşan n-Si/Au yapısı azot ortamında, 420 °C sıcaklığa ayarlanmış kuartz fırında 3 dakika tavlandı. Böylece, yapımızın omik kontak bölümü hazırlanmış oldu. Omik kontak işleminden sonra, muhtemel oksitlenmeye karşı, yapımızın parlak yüzeyi HF:H<sub>2</sub>O (1:10) çözeltisiyle temizlendi. Deionize suda yıkanıp, azot gazıyla kurutuldu. 12 mg diesterler molekülü 25ml etanolde dikkatlice karıştırıldı. Oluşan karışımın homojen oluşması için manyetik karıştırıcıda 500 ppm 30 dakika karıştırıldı. Daha sonra karışım organik kirlere arınmış ve THF ile temizlenmiş n-Si üzerine dönel kaplama cihazı ile kaplandı. Daha sonra organik film üzerine düşük basınçta Au buharlaştırılarak Au/Diesterlerin/n-Si yapısı elde edilmiş oldu.

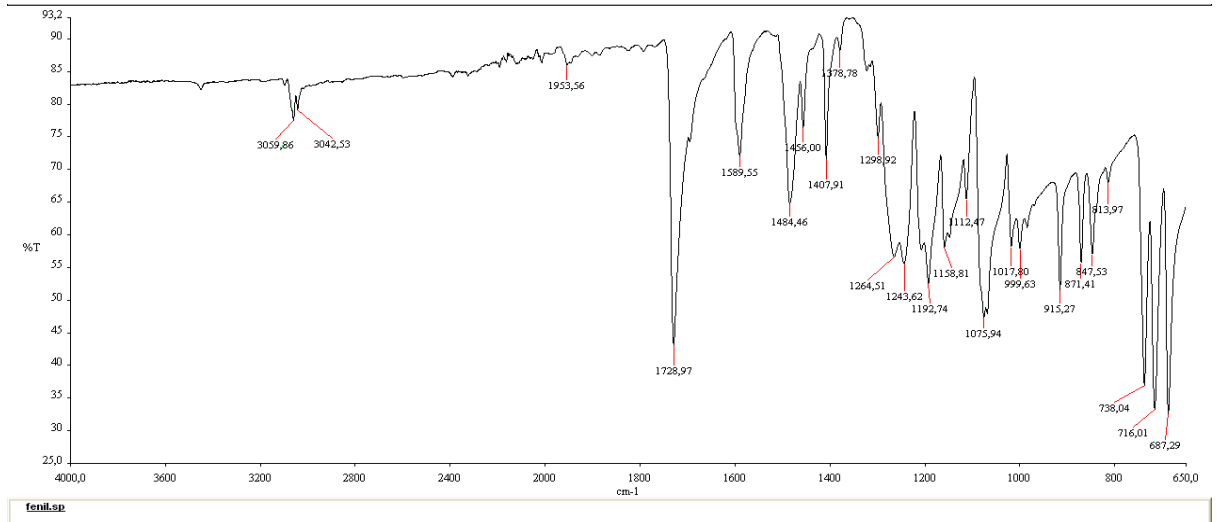
#### 4.3. Akım-Gerilim Ve Kapasite Gerilim Ölçümlerinin Alınması

Oluşan Au/Diesterler/n-Si/Au yapısının, elektriksel karakterizasyonunun belirlenmesi için yapının akım-gerilim (I-V) ölçümleri Keithley 2400 sourcemeter cihazı kullanılarak yapıldı. Bu ölçümler sonucunda, yapımız doğru iletken özelliğe sahip olduğu görüldü. Ayrıca I-V ölçümleri 100mW/cm<sup>2</sup> ışık yoğunluğuna sahip güneş simülatör altında gerçekleştirilmiş ve yapının ışığa karşı duyarlılığı ve fotoelektriksel özellikleri incelenmiştir. Elde edilen diesterlerin idealite faktörü(n), Engel Yüksekliği (eV), Doğrultma Oranı ( $\times 10^3$ ), Işık Tepkisi ( $I_{ışık}/I_{karanlık}$ ) ( $\times 10^3$ ) gibi sonuçları Tablo 5.1de verilmiştir.

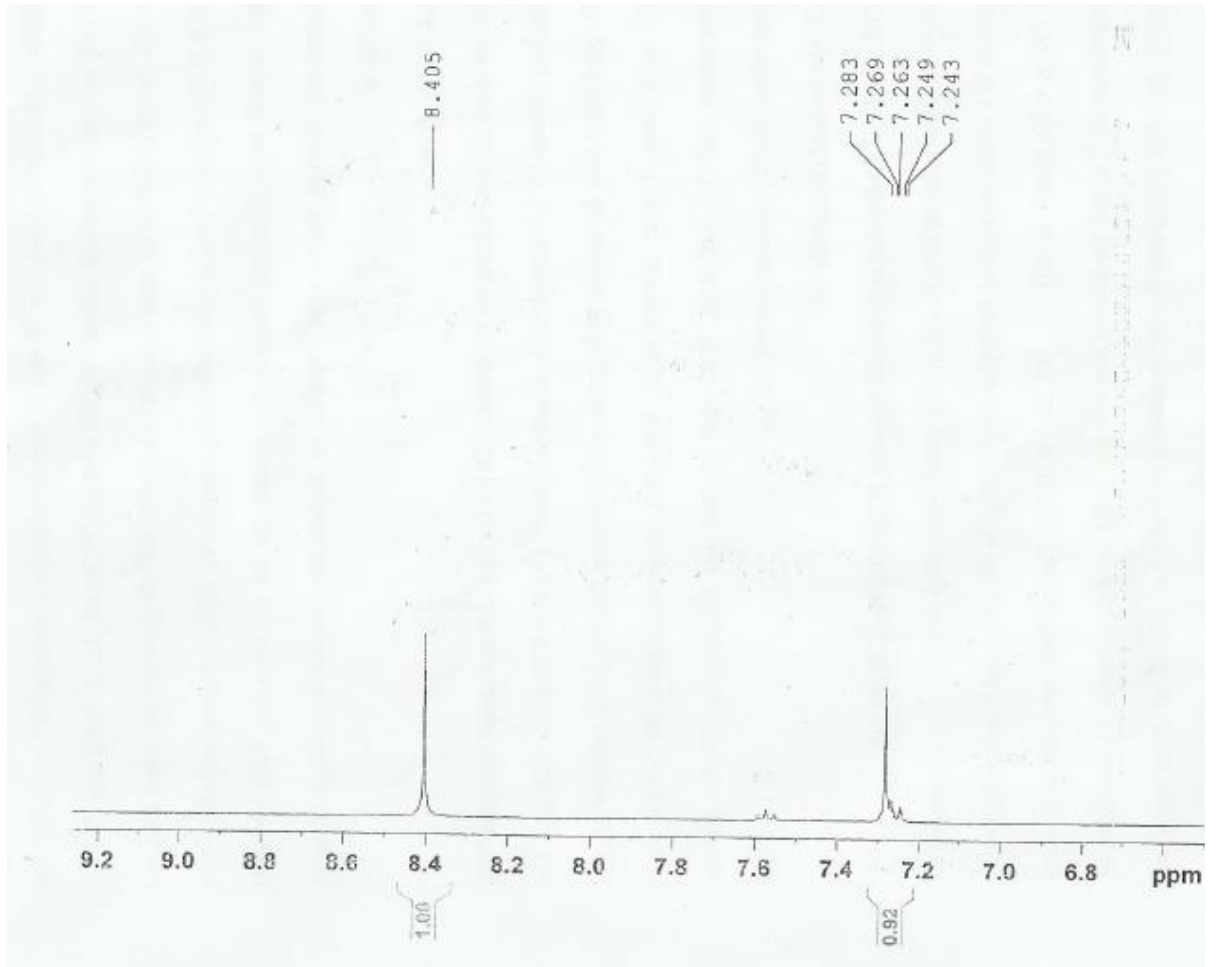
## 5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER



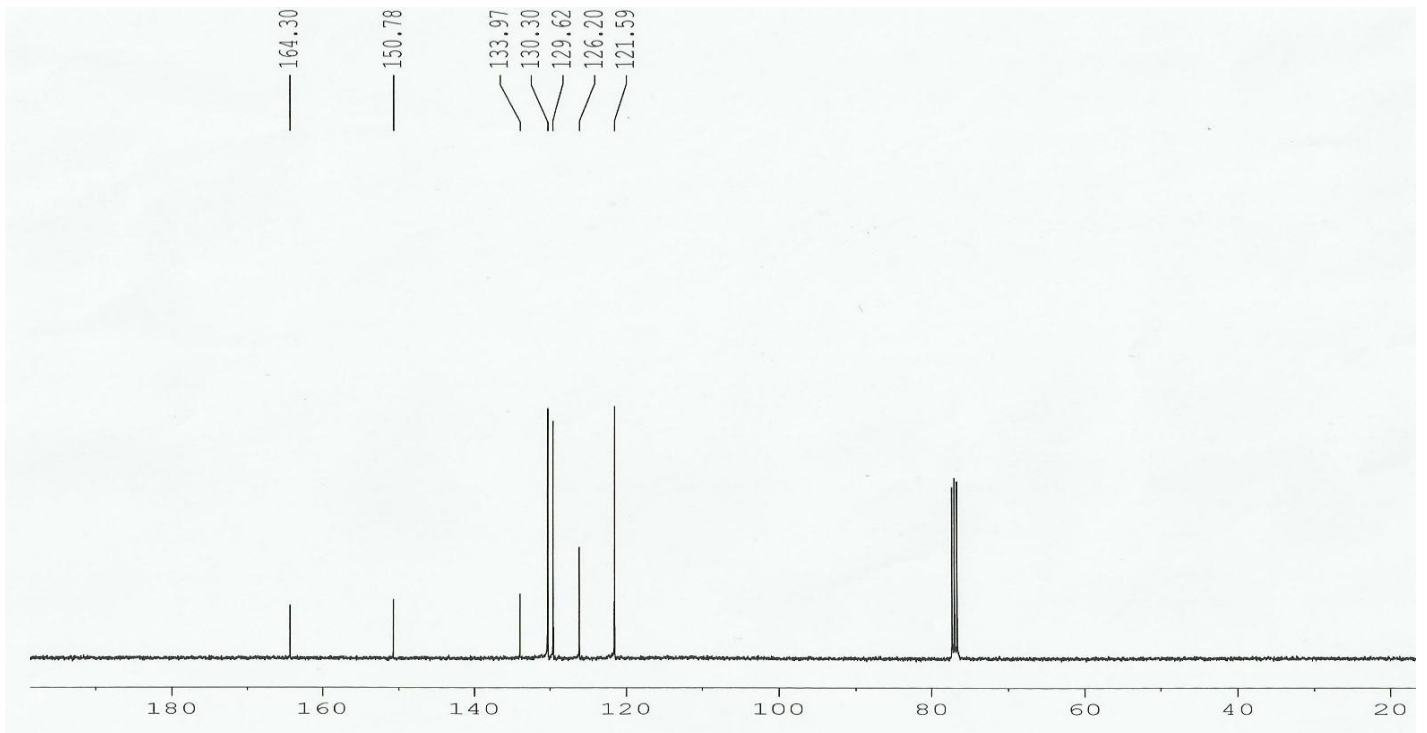
Şekil 5.1. Tereftalik Asitin Difenil esterinin UV spektrumu



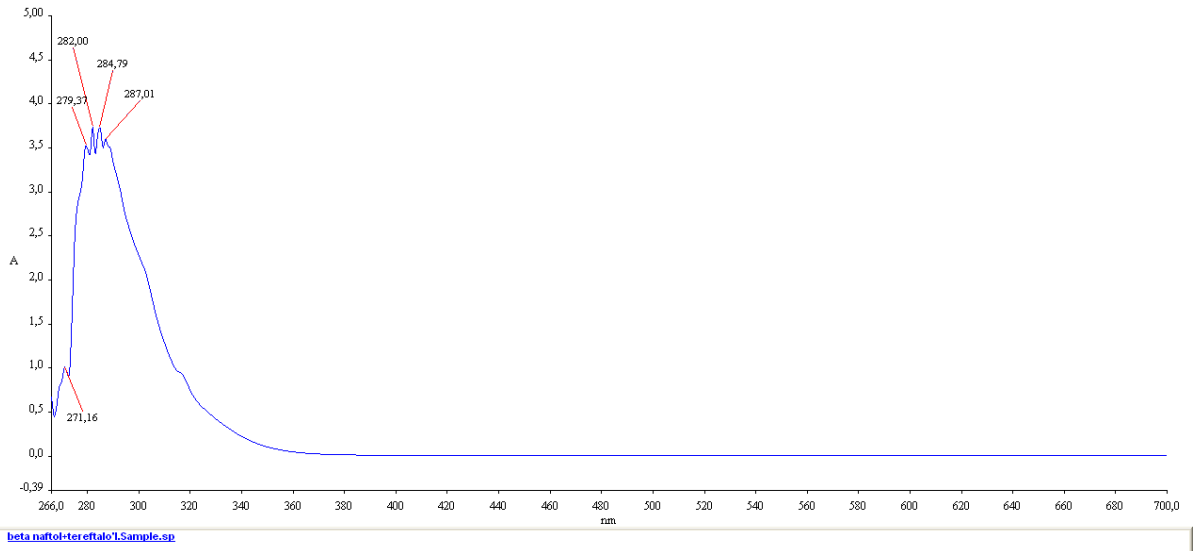
Şekil 5.2. Tereftalik Asitin Difenil esterinin FT-IR spektrumu



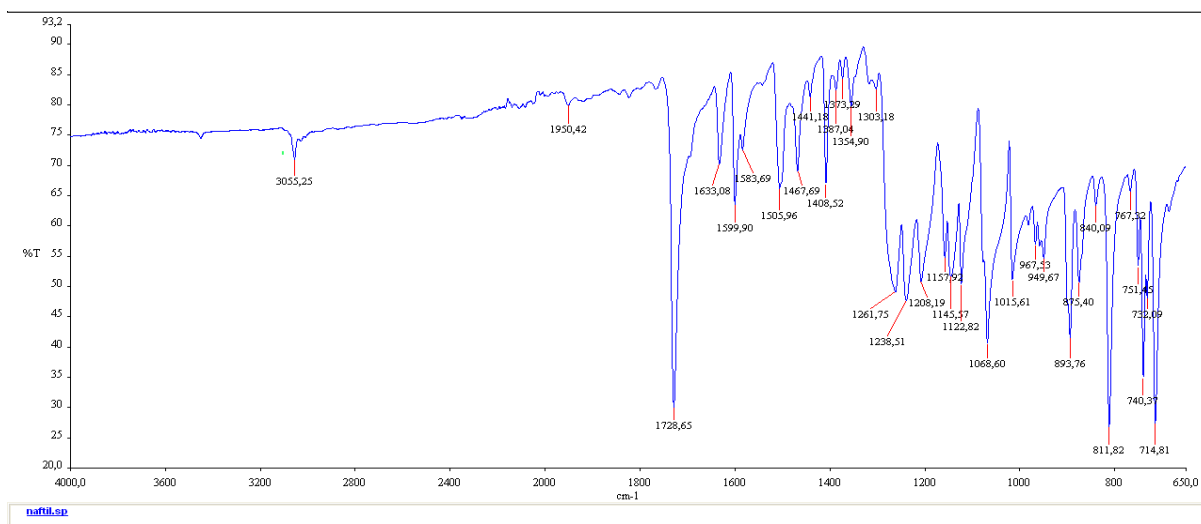
Şekil 5.3. Tereftalik Asitin Difenil esterinin  $^1\text{H}$  NMR spektrumu



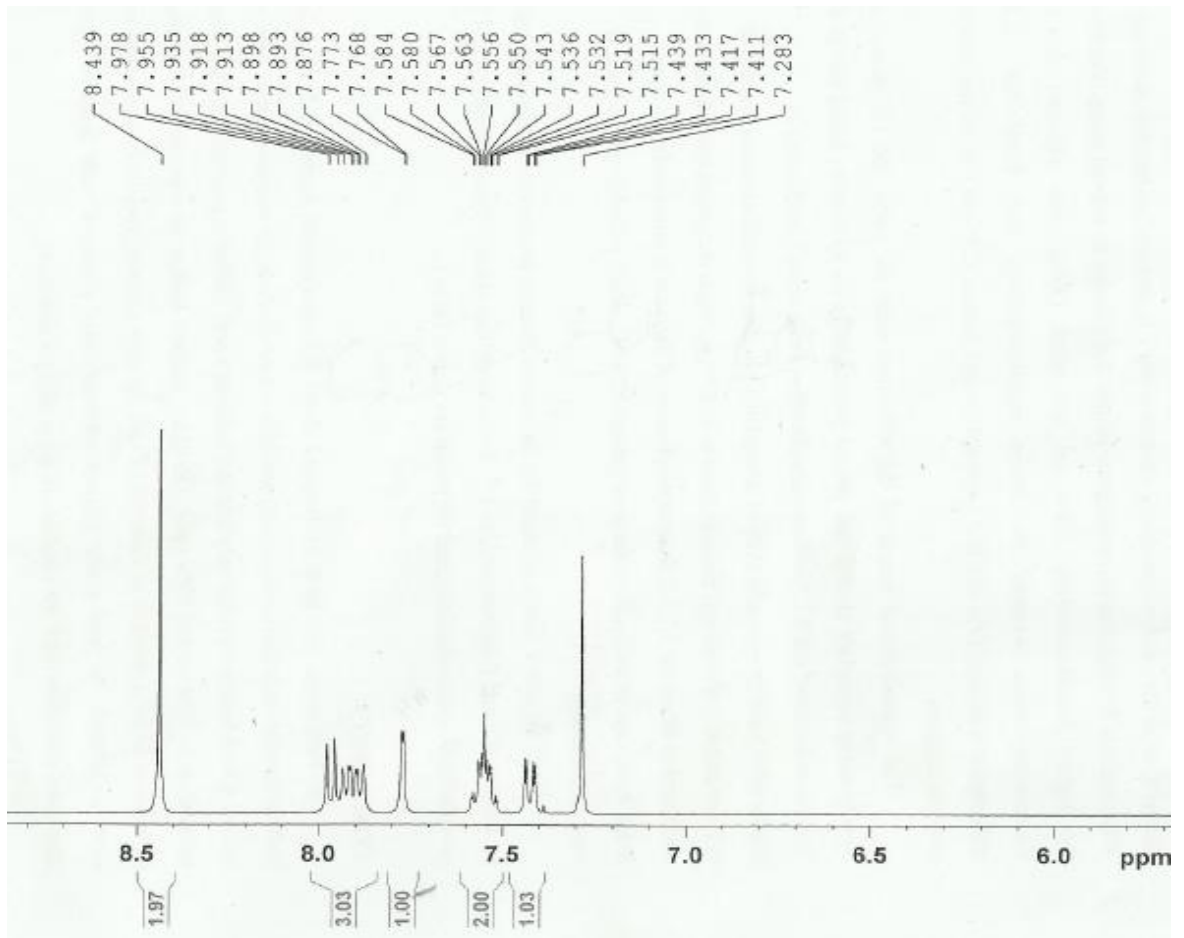
Şekil 5.4 Tereftalik Asitin Difenil esterinin  $^{13}\text{C}$  NMR spektrumu



Şekil 5.5. Tereftalik Asitin Di- $\beta$ -naftil esterinin UV spektrumu

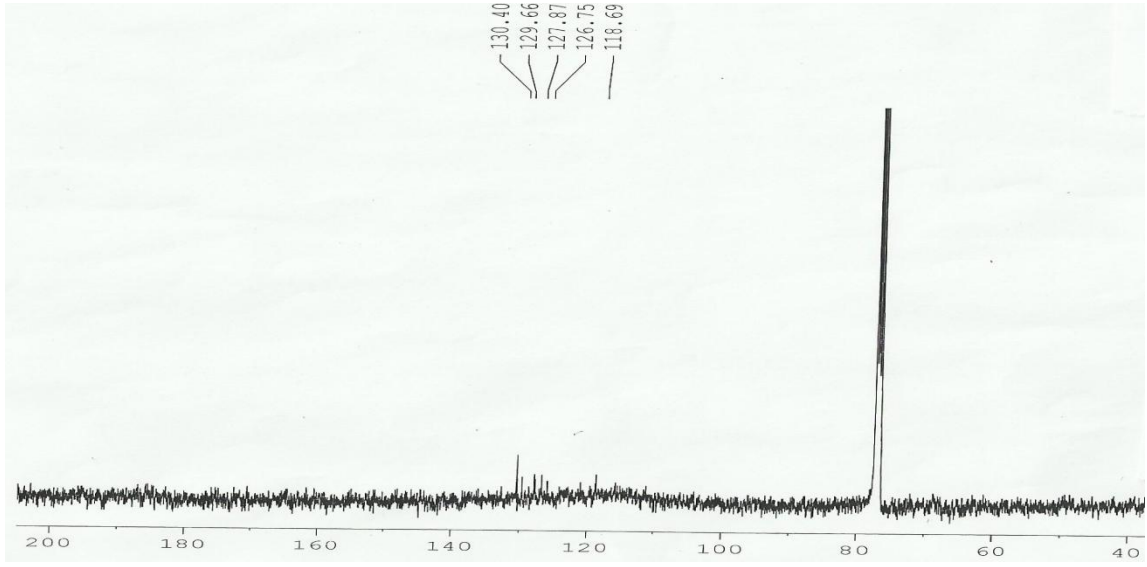


Şekil 5.6. Tereftalik Asitin Di- $\beta$ -naftil esterinin FT-IR spektrumu

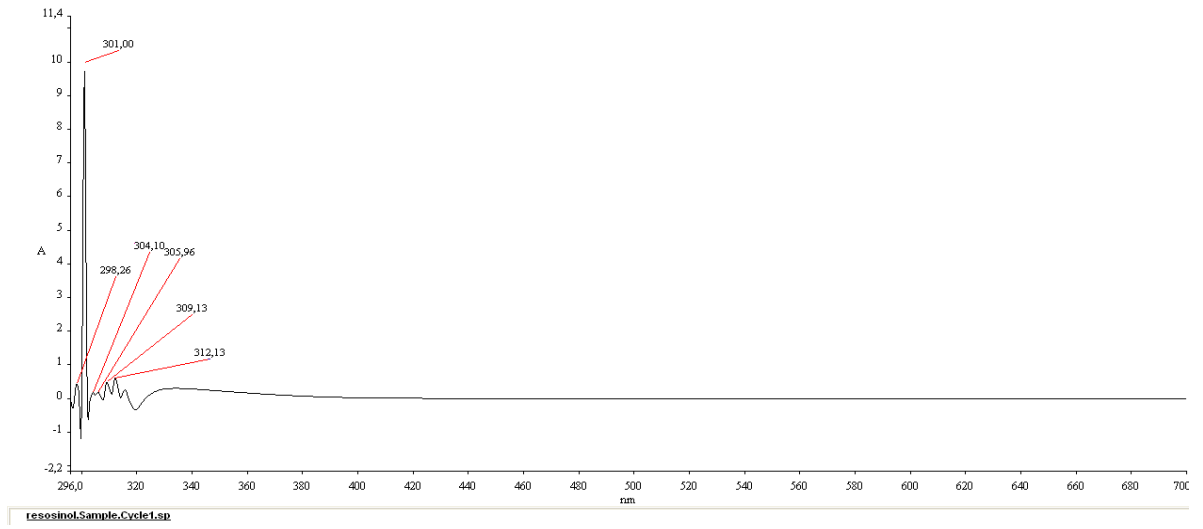


Şekil 5.7. Tereftalik Asitin Di- $\beta$ -naftil esterinin  $^1\text{H}$  NMR spektrumu

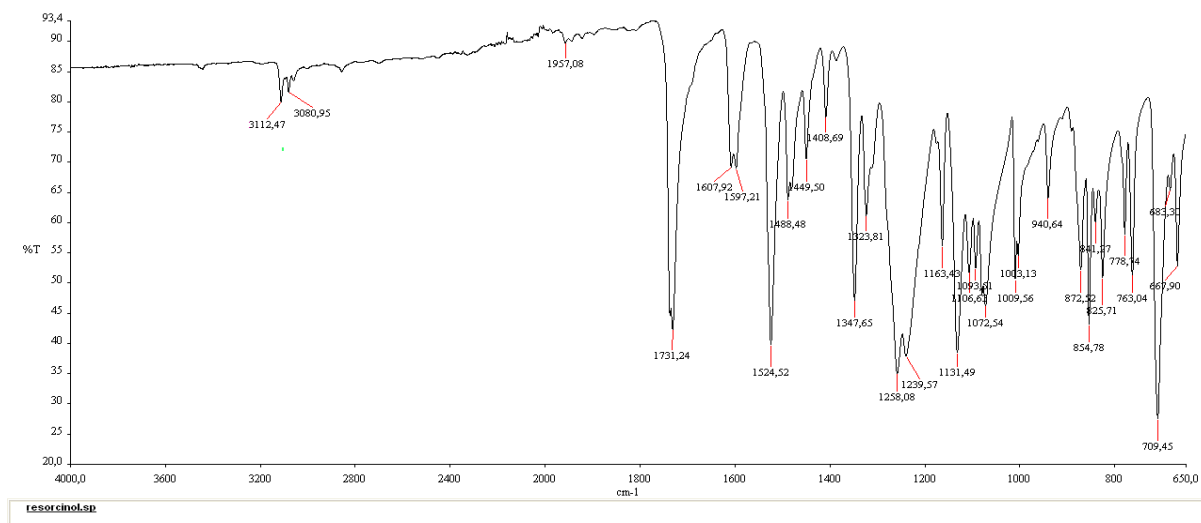




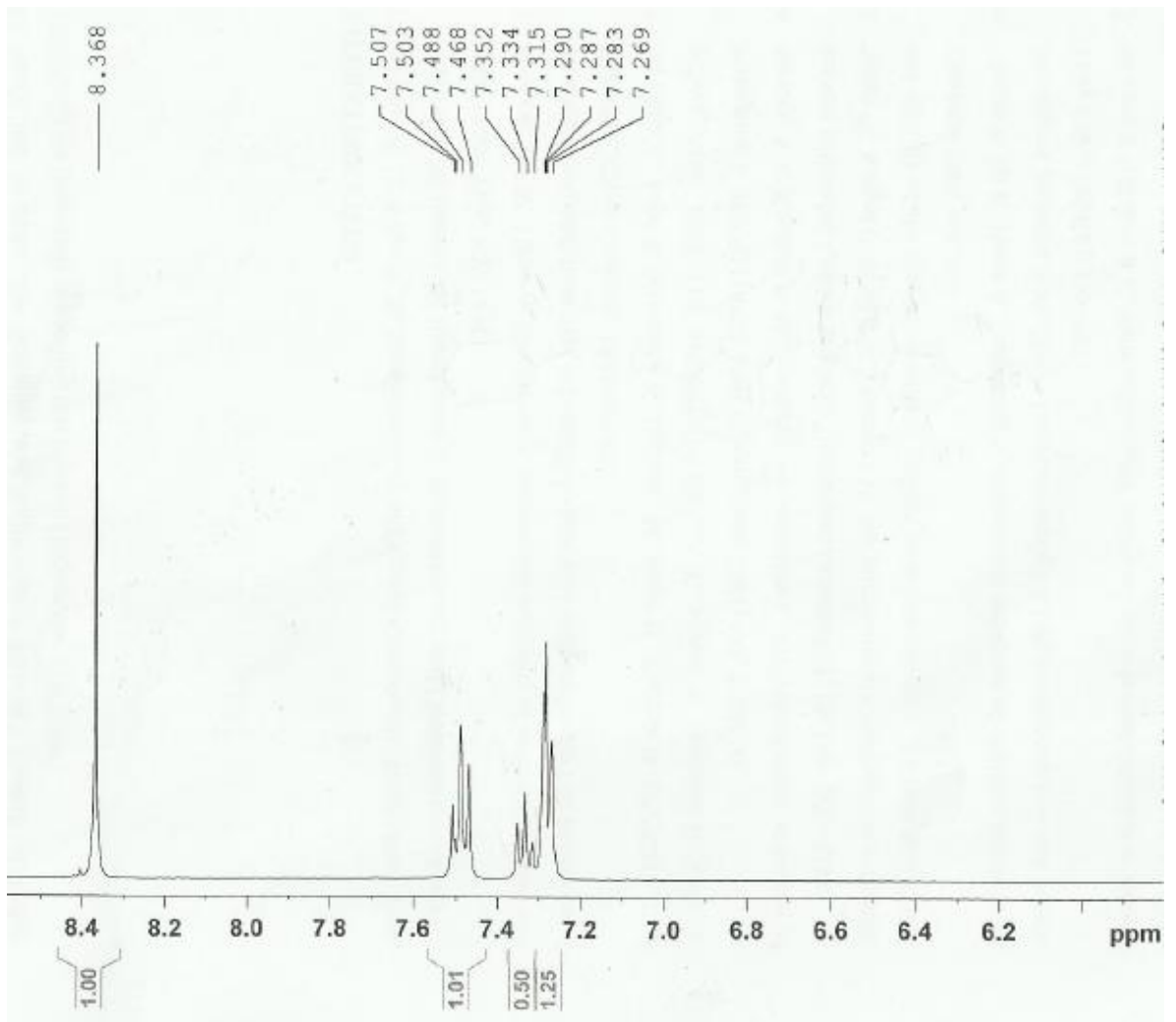
Şekil 5.8 Tereftalik Asitin Di- $\beta$ -naftil esterinin  $^{13}\text{C}$  NMR spektrumu



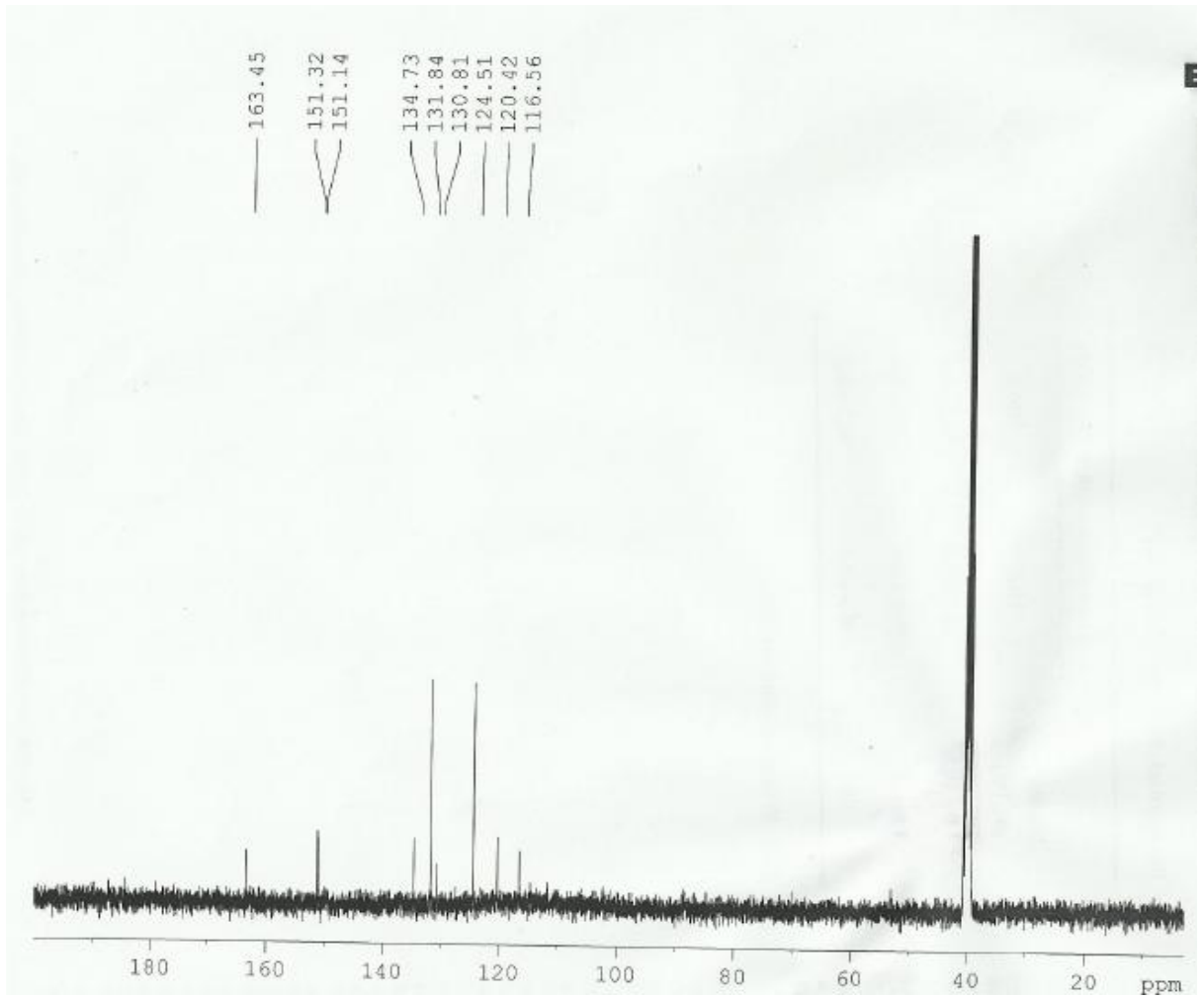
Şekil 5.9. 1,3-Fenilenbis(4-nitrobenzoat) Diesterinin UV Spektrumu



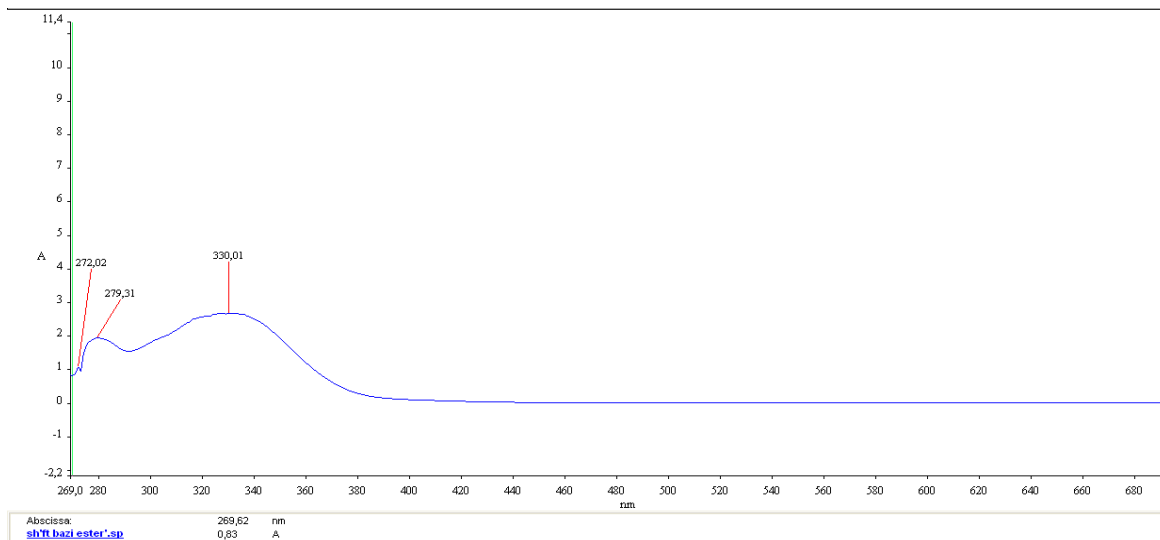
Şekil 5.10. 1,3-Fenilenbis(4-nitrobenzoat) Diesterinin FT-IR Spektrumu



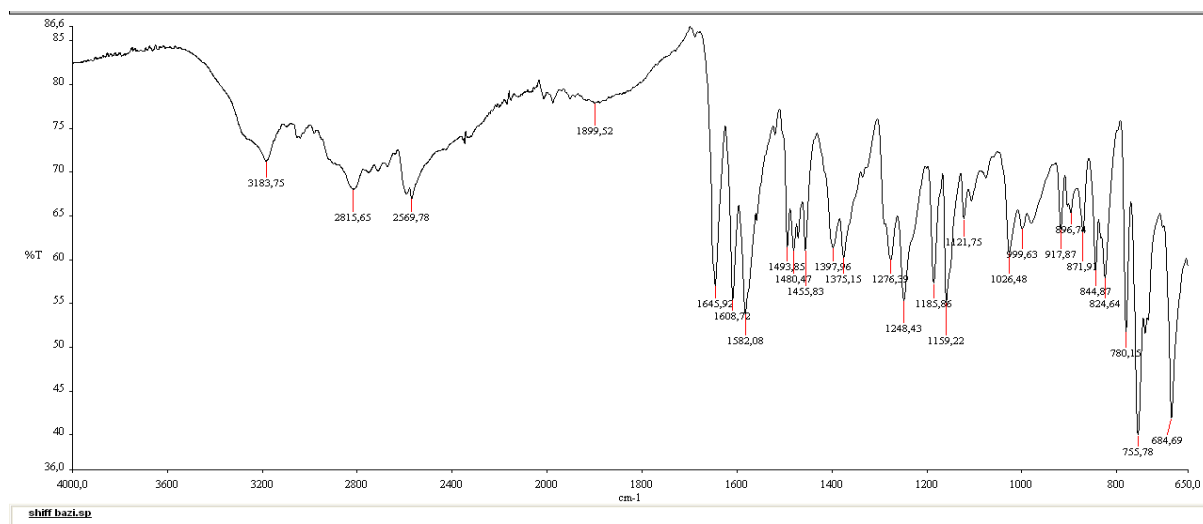
Şekil 5.11. 1,3-Fenilenbis(4-nitrobenzoat) Diesterinin  $^1\text{H}$  NMR spektrumu



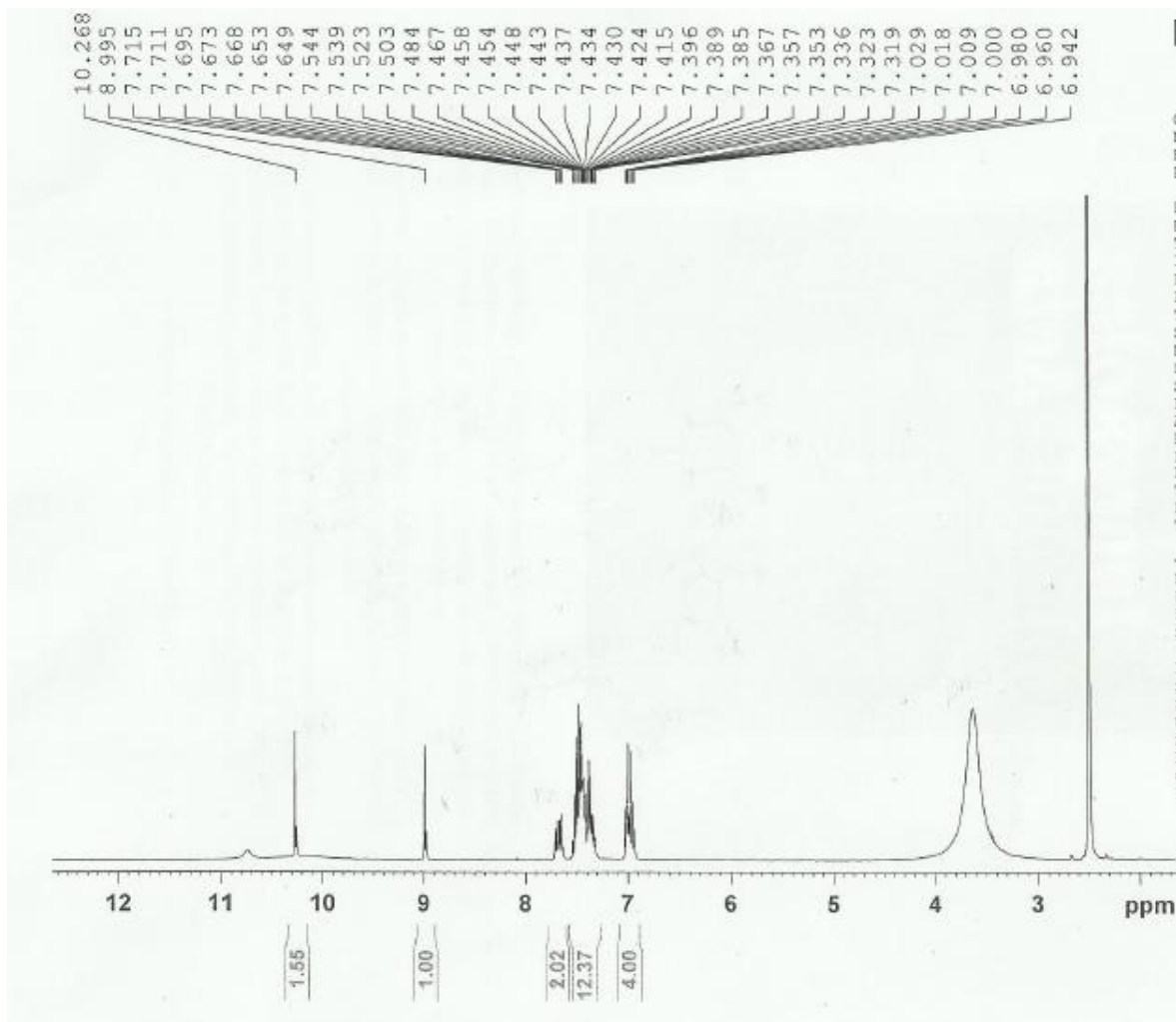
Şekil 5.12. 1,3-Fenilenbis(4-nitrobenzoat) Diesterinin  $^{13}\text{C}$  NMR spektrumu



Şekil 5.13. Bis(2-((Phenylimino)methyl)Phenyl)terephthalate UV Spektrumu

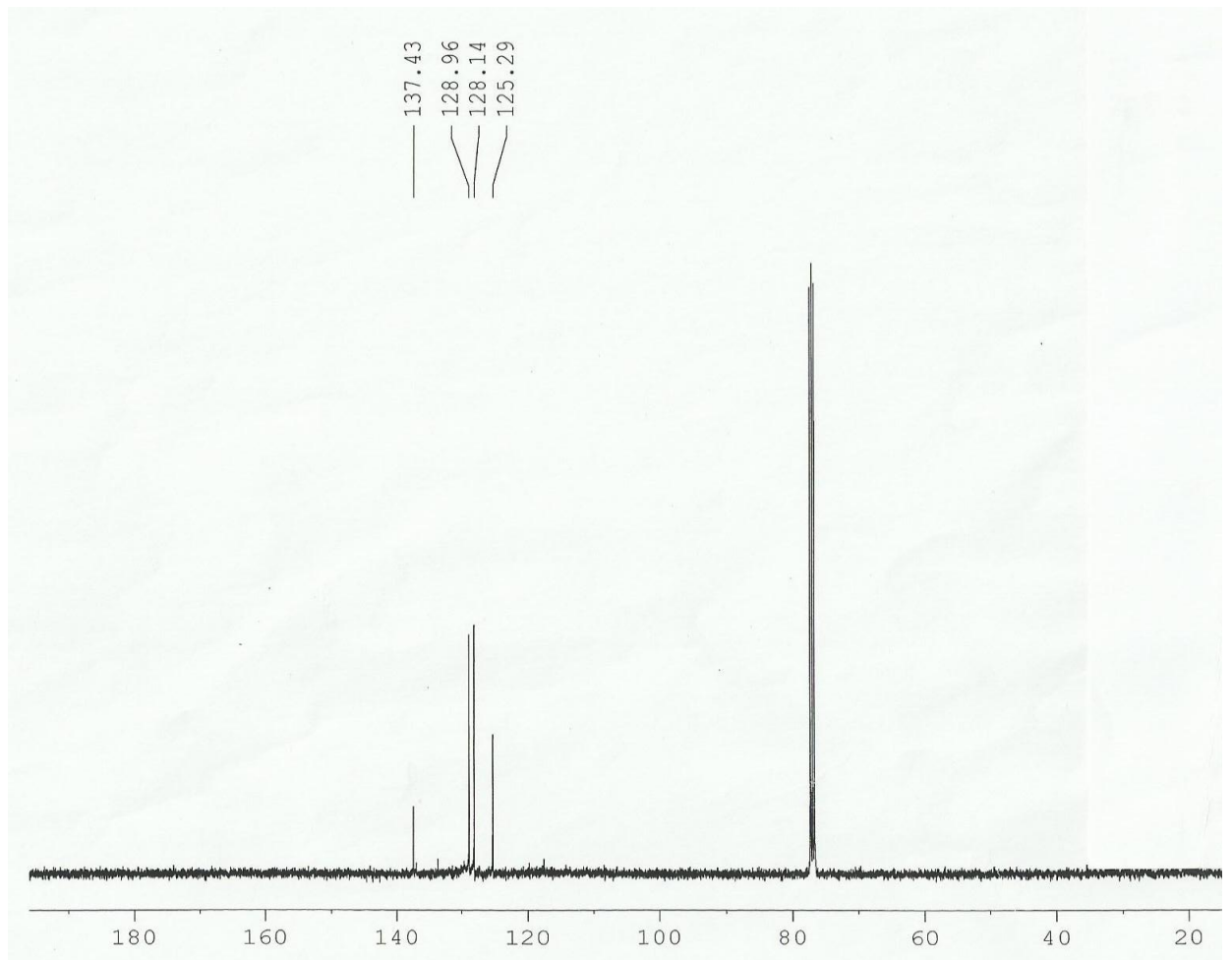


Şekil 5.14. Bis(2-((Phenylimino)methyl)Phenyl)terephthalate FT-IR Spektrumu

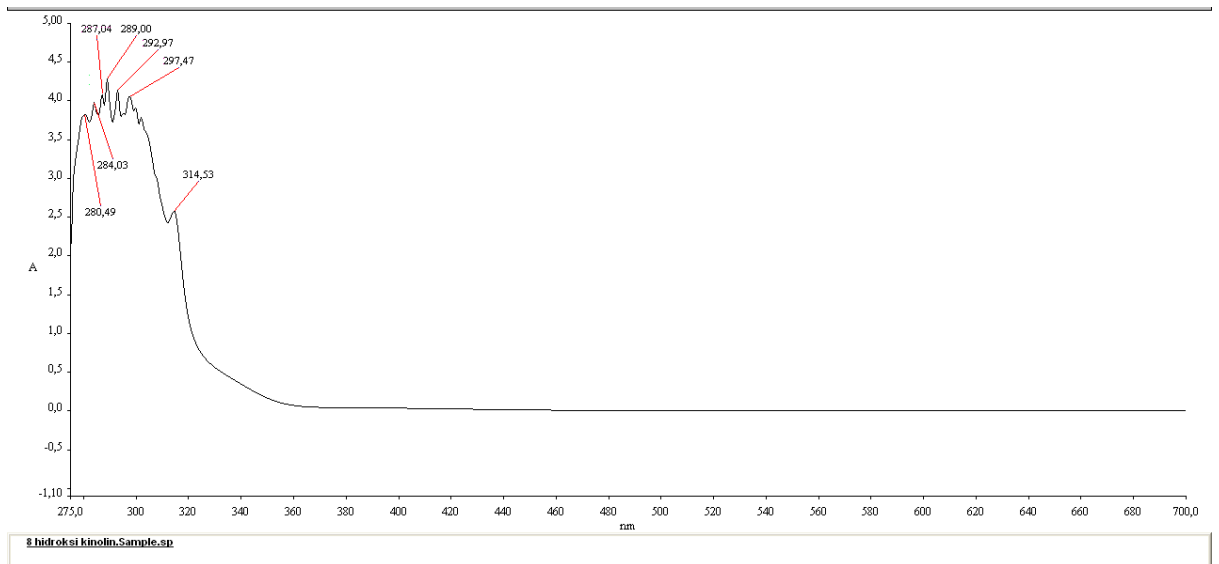


Şekil 5.15. Bis(2-((Phenylimino)methyl)Phenyl)terephthalate  $^1\text{H}$  NMR spektrumu

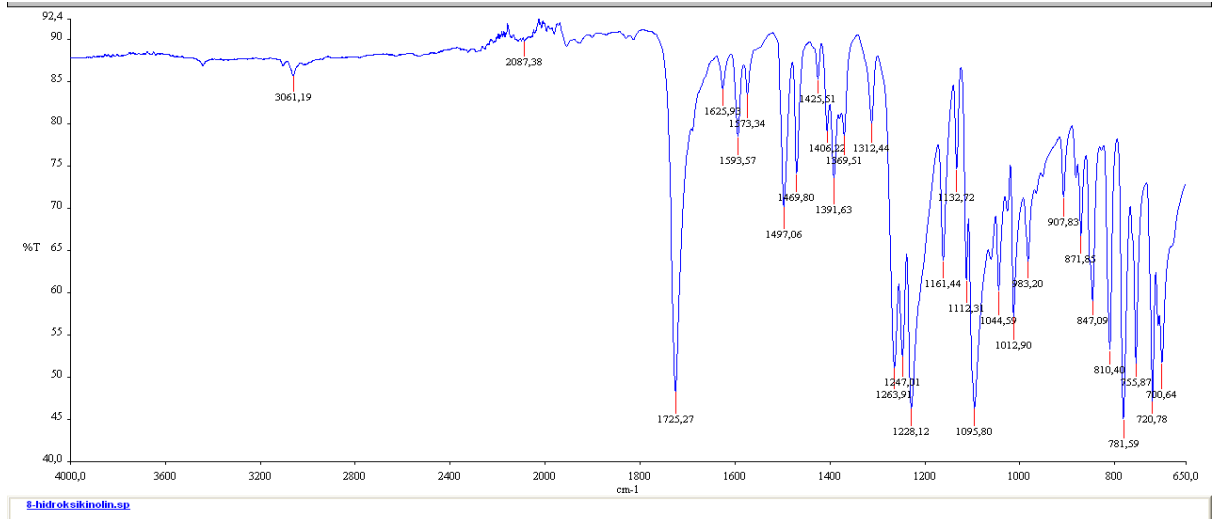




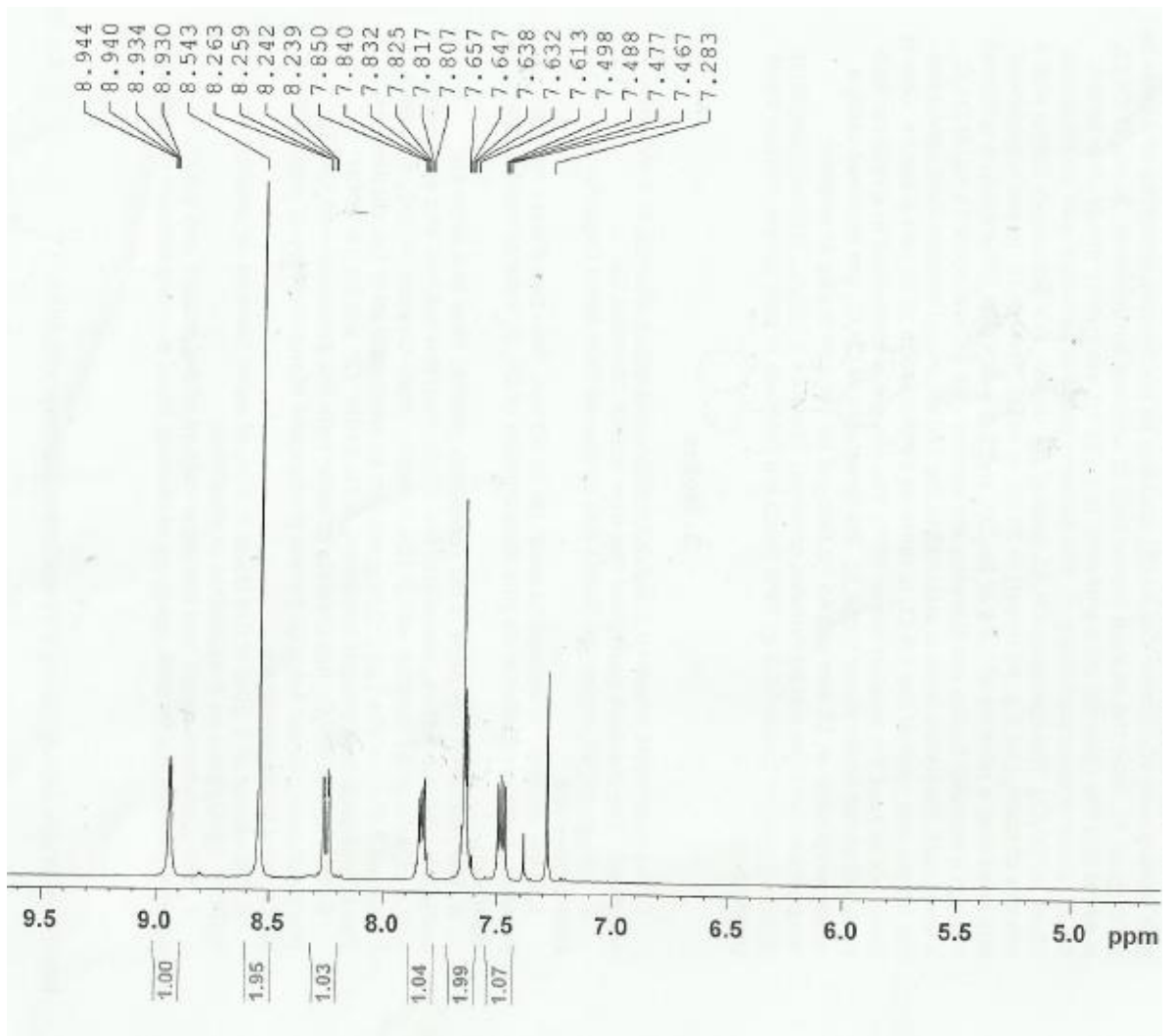
Şekil 5.16 Bis(2-((Phenylimino)methyl)Phenyl)terephthalate  $^{13}\text{C}$  NMR spektrumu



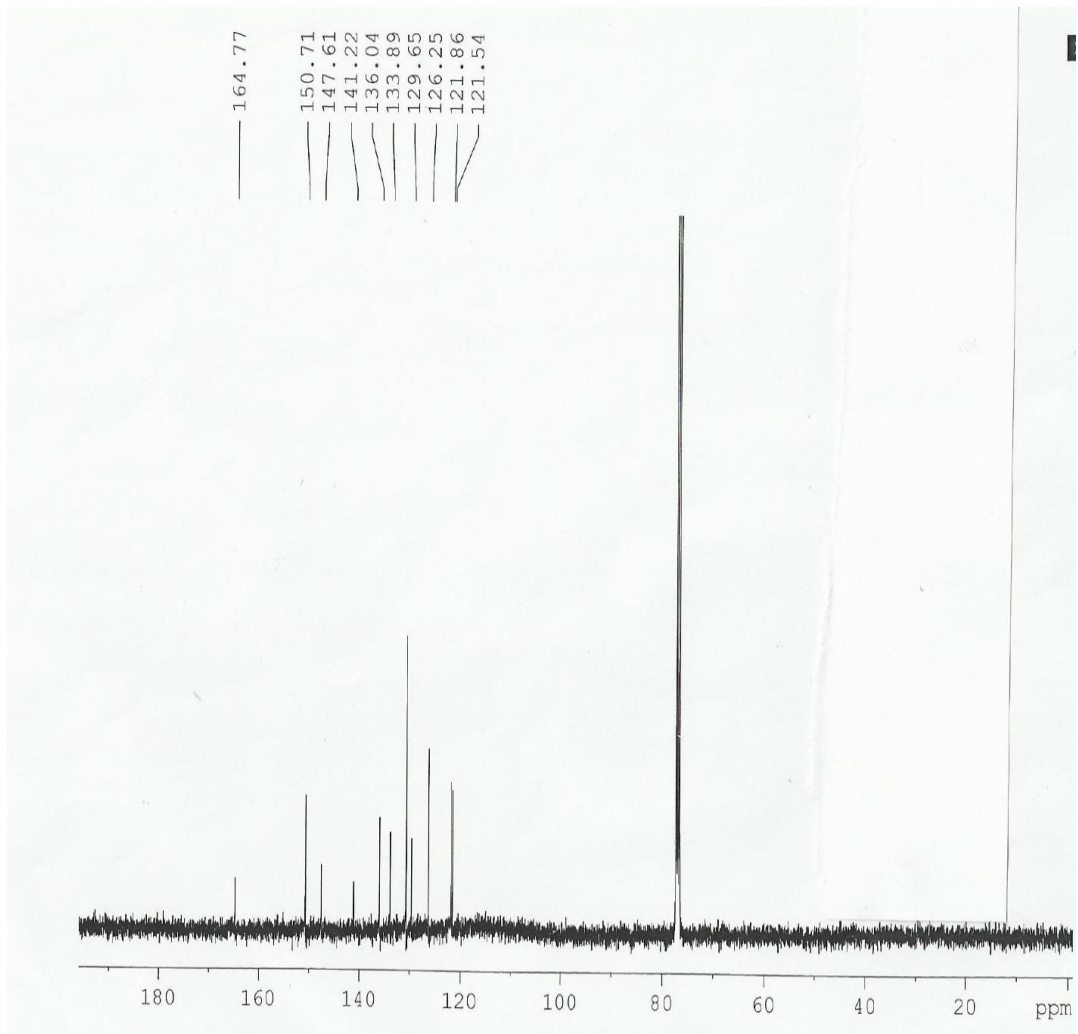
Şekil 5.17. Diquinolin-8-yl terephthalate ait UV Spektrumu



Şekil 5.18.Diquinolin-8-yl terephthalate ait FT-IR Spektrumu



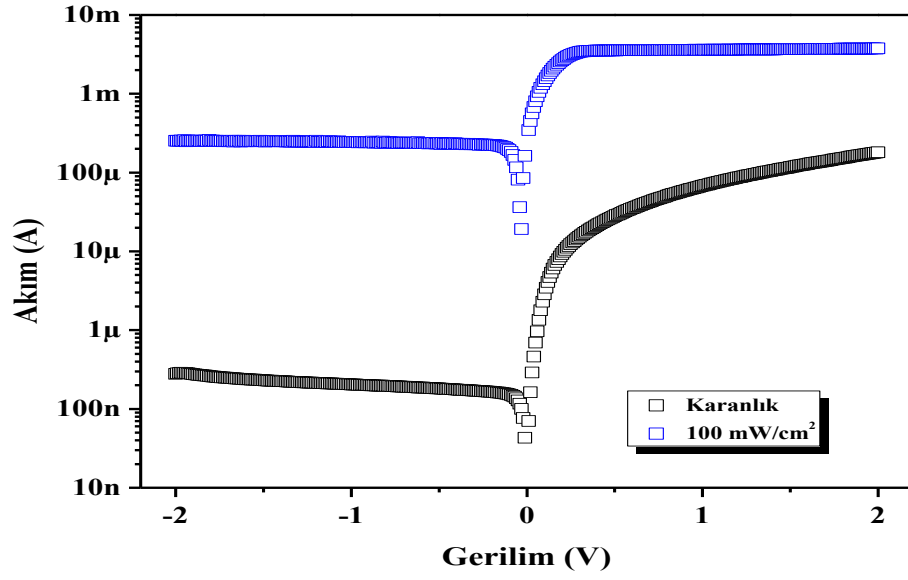
Şekil 5.19. Diquinolin-8-yl terephthalate ait  $^1\text{H}$  NMR Spektrumu



Şekil 5.20. Diquinolin-8-yl terephthalate ait  $^{13}\text{C}$  NMR spektrumu

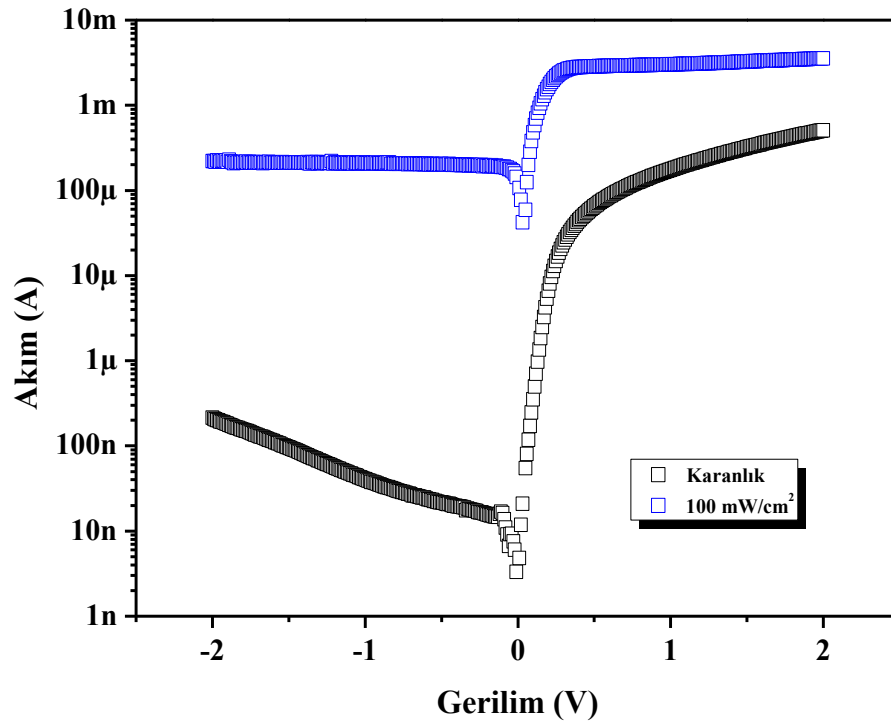
Sonuç olarak sentezlenen diesterlerin yapılarının spektrumlarla uyum içinde olduğu spektrumların detaylı incelenmesinden anlaşılmaktadır. Bu durum sentezlerin başarıyla sonuçlandırıldığına kanıttır. Öncelikle difenil tereftaloat esterinde FT-IR spektrumu incelendiğinde  $1728\text{cm}^{-1}$  de C=O gerilme titreşimlerine ait pik esterleşmenin başarılı olduğunun kanıtıdır. Ayrıca  $1243,1264,1192$  ve  $1158\text{cm}^{-1}$  de görülen C-O tek bağı gerilme titreşimlerine ait yayvan pikler de esterleşmenin başarıyla gerçekleştiğinin bir diğer kanıtıdır. Bileşiğin  $^{13}\text{C}$  NMR spektumundaki aromatik karbonlara ait pikler karbon sayısı ile uyum içindedir. Ayrıca yine  $^{13}\text{C}$  NMR spektrumunda  $164.32\text{ppm}$  deki pik ester karboniline ait olup yapıyı desteklemektedir.  $^1\text{H}$  NMR spektrumu da yapıyla uyum içindedir. Bundan başka Di-  $\beta$ -naftil Tereftaloat esterine ait spektrumlar incelendiğinde yine  $\nu(\text{C}=\text{O})$ :  $1728$ ,  $\nu(\text{C}-\text{O})$ :  $1238-1261$  gerilme titreşimlerine ait pikler ve  $1633-1457\text{cm}^{-1}$  de aromatik C=C parçalanmış piklerin geniş bir bölgeye yayılmış olması hem yapıya karbonil grubunun katıldığına ve esterleşmenin gerçekleştiğinin hem de aromatik karakterin arttığına bir göstergesidir. Aynı durum C-O tekli bağına ait gerilme titreşimleri için de geçerlidir. Çünkü aromatik C-O gerilme titreşimleri alifatikteki gibi  $1100\text{cm}^{-1}$  de değil  $1200\text{cm}^{-1}$  de ve daha yukarılarda görülmektedir.  $^{13}\text{C}$  NMR spektrumunda pikler yeterli sayıda çıkmamıştır. Karbonil karbonuna ait pikler gözlenmemiştir. Fakat  $^1\text{H}$  NMR spektrumunda  $8.4\text{ppm}$  deki singlet tereftoloil halkasındaki 4 eşdeğer protona ait olup diğer aromatik piklerin de varlığı esterleşmenin başarılı olduğunun göstergesidir. 1,3-Fenilenbis (4-nitrobenzoat) Diesterinde  $\nu(\text{C}=\text{O})$ :  $1731$ ,  $\nu(\text{C}-\text{O})$ :  $1239-1258$  pikleri yapıda ester karbonilinin göstergesidir. Ayrıca C-O tek bağına ait pikler de hem genişlemiş hem de  $1100\text{cm}^{-1}$  in yukarısına kaymıştır. Bu da bize aromatik C-O geriliminin varlığını göstermektedir.  $^{13}\text{C}$  NMR spektrumunda piklerin karbon sayısı ile uyum içinde olması ve  $163.45\text{ppm}$  deki pikin de diesterdeki karbonil karbonuna ait olması esterleşmenin başarılı olduğunun bir diğer kanıtıdır. Aynı açıdan bakıldığında Bis(2-((Phenylmino)methyl)Phenyl)terephthalate bileşiğinde de irspektrumunda  $1645\text{cm}^{-1}$  deki pik C=N gerilme titreşimlerine ait olup imin oluştuğunun göstergesidir. Yine C-O ester gerilme titreşimlerine ait pikler de esterleşme ve imin oluşumu tepkimelerini doğrulamaktadır.  $^1\text{H}$  NMR spektrumunda  $8.99\text{ppm}$  deki

singlet yine tereftaloil halkasındaki aromatik protonlara (4 eşdeğer proton) ait olup imin gruplarındaki protonlar yine 10.26 ppm de singlet vermişlerdir. Buradan da hem ester grubunun hem de imin grubunun yapıda yer aldığı anlaşılmaktadır. Diquinolin-8-yl terephthalatebileşiğine ait spektrumlar incelendiğinde hem IR spektrumundaki  $\nu(\text{C}=\text{O})$ : 1725,  $\nu(\text{C}-\text{O})$ : 1247-1263,  $\nu(\text{C}=\text{C arom.})$ :1497,1469 gerilme titreşimleri hem de  $^{13}\text{C}$  NMR spektrumundaki 164.77 ppm deki karbonil karbonuna ait pikler yapıda ester karbonilinin varlığının göstergesidir. Ayrıca  $^{13}\text{C}$  NMR spektrumundaki sinyallerin sayısı da ester yapısıyla uyumludur. Yapıların spektrumlarla uyum içinde olduğu elementel analiz sonuçlarından da anlaşılmaktadır.

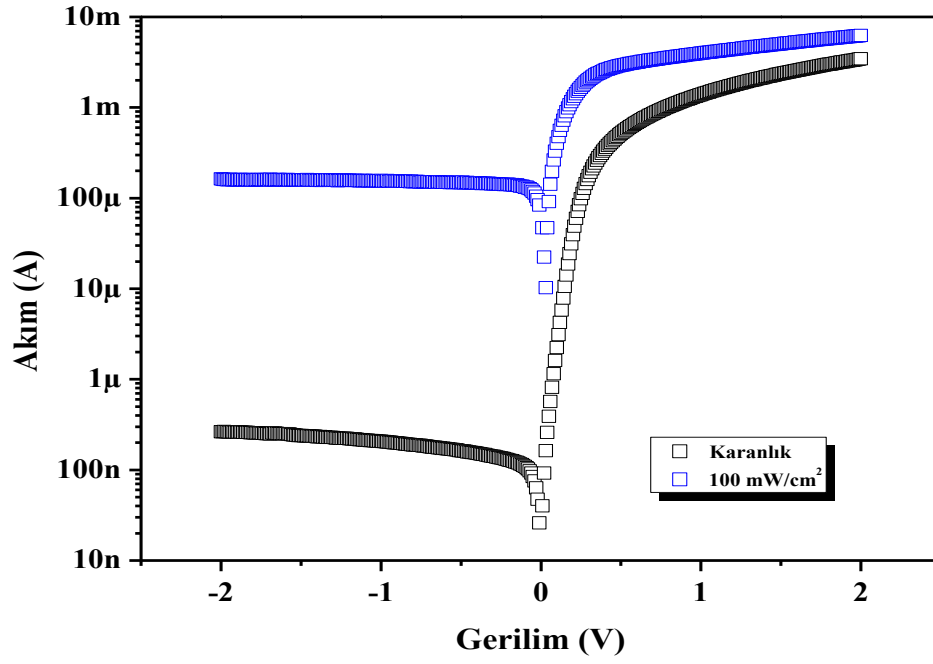


Şekil 5.21. Au/difenilireftaloat/n-Si diyotunun karanlık ve ışık altındaki akım-gerilim eğrileri. Çözücü: Etanol-N,N-Dimetilasetamit (1:1)

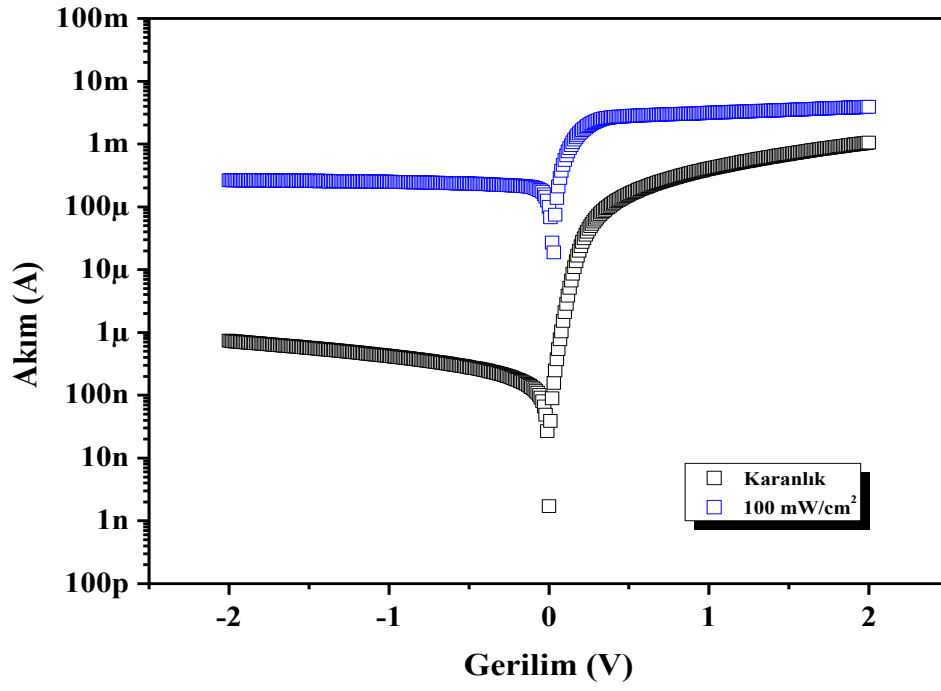




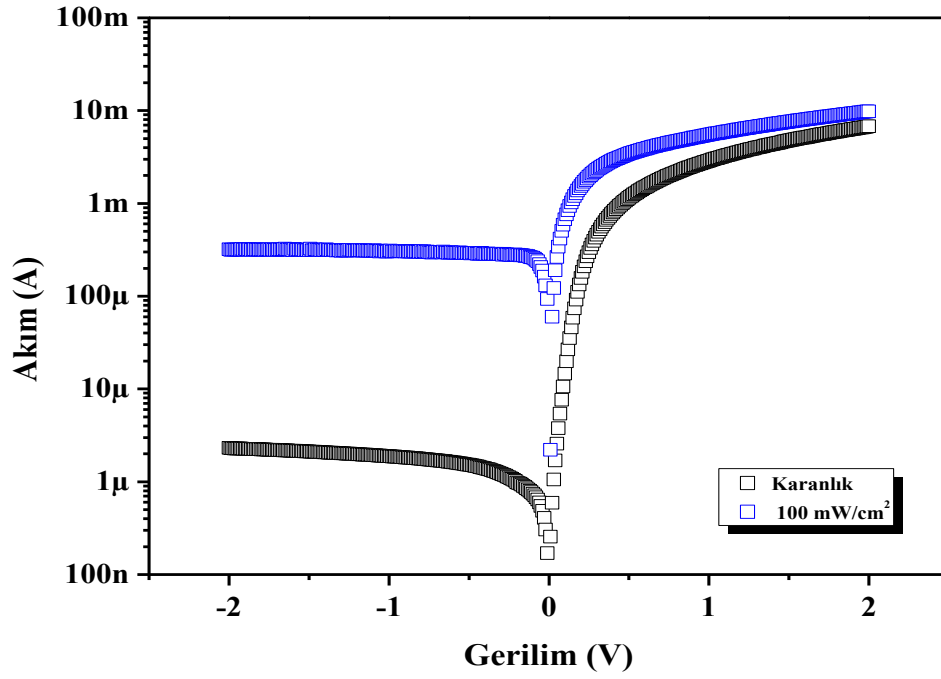
Şekil 5.22. Au/Di-β-naftil Tereftaloat/n-Si diyotunun karanlık ve ışık altındaki akım-gerilim eğrileri. Çözücü: Etanol-Benzen (1:1)



Şekil 5.23. Au/1,3-Fenilenbis (4-nitrobenzoat)/n-Si diyotunun karanlık ve ışık altındaki akım-gerilim eğrileri. Çözücü: Aseton-Etanol (1:1)



Şekil 5.24. Au/Bis(2-((Phenylimino)methyl)Phenyl)terephthalate/n-Si diyotunun karanlık ve ışık altındaki akım-gerilim eğrileri. Çözücü: Etanol-Benzen (1:1)



Şekil 5.25. Au/Diquinolin-8-yl terephthalate/n-Si diyotunun karanlık ve ışık altındaki akım-gerilim eğrileri. Çözücü: Metanol-Benzen (1:1)

Tablo5.1.İş fonksiyonlarının durumuna göre, sentezlenen esterlerin omik kontakların elektronik özellikleri

ORGANİK BİLEŞİK	İdealite Faktörü(n)	Engel Yüksekliği (eV)	Doğrultma Oranı( $\times 10^3$ )	Işık Tepkisi ( $I_{ışık}/I_{karanlık}$ ) ( $\times 10^3$ )
Difeniltereftaloat	1.46	0.72	0,330	1,196
Di- $\beta$ -naftil Tereftaloat	1.17	0.79	4,227	5,162
Bis(2((Phenylimino)methyl)Phenyl) Terephthalate	1.35	0.73	0,947	0,595
Diquinolin-8-yl terephthalate	1.42	0.67	1,531	0,166
1,3-Fenilenbis (4-nitrobenzoat)	1.22	0.73	6,674	0,744

Bundan başka elektronik özellikler dikkate alındığında sentezlenen bileşiklerin I-V grafiklerinin literatür verileriyle uyumlu olduğu ve bu yapıların diyot özelliklerine sahip olduğu görülmektedir. Bu tezde diester bileşiği ve 1-10  $\mu\text{m}$  özdirence sahip n-Si kullanılarak bir inorganik-organik hetero eklem yapı oluşturuldu. Oluşturulan yapının akım-gerilim ölçümleri oda sıcaklığında alınarak, idealite faktörü, engel yüksekliği ve seri direnç gibi bazı elektriksel özellikleri incelendi. Engel yüksekliğinin yüksek olması, organik-yarıiletken ara yüzeyindeki atomik homojensizliğe bağlıdır. Bu homojensizliğin nedeni farklı atomik fazlar, yüzey kusurları veya ara yüzeyin etkisine atfedilebilir (Ocak 2010). Oluşturulan yapının I-V ölçümleri ayrıca oda sıcaklığında güneş simülatörü altında alınmış, yapının fotoelektriksel parametreleri  $100 \text{ mW/cm}^2$  ışık altında belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

Aydoğan, Ş., 2004. Sn/PPy/n-Si/Au-Sb yapının bazı karakteristik parametrelerinin sıcaklığa bağlı akım-voltaj, kapasite-voltaj ve kapasite-frekans ölçümlerinden tayin edilmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. 27-56.

Bozkurt A., Erçelebi Ç., Toppare L., 1997, L.Synthetic metals, 87, 219-223.

Cafer, T., 2000. Katıhal Elektroniği, Yıldız Teknik Üniversitesi Vakfı Yayınları-YTÜVAK, İstanbul. 78.

Cowley, A. M., Sze S. M., 1965. Surface states and barrier height of metal-semiconductor systems. J. Appl. Phys., 36: 3212-3220.

Crowell, C. R. and Sze, S. M, 1965. Electron-optical-phonon scattering in the emitter and collector barriers of semiconductor-metal-semiconductor structures. Solid-State Electron.8 (12): 979-990.

El-Nahass, M.M., Abd-El-Rahman, K.F., Farag, A.A.M., Darwish, A.A.A. 2005.

Erdik, E., Obalı, M., Yüksek, N., Öktemer, A., Peker, T., İhsanoğlu E., (Denel Kimya Kitabı 4. Baskı).

Kılıçoğlu, T. 1988. Anodik oksitli Al/SiO<sub>2</sub>/Si Yapılarının Elektronik Özelliklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, D. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

McCafferty, P. G., Sellai, A., Dawson, P. and Elabd, H., 1996. Barrier characteristics of PtSi/p-Si Schottky diodes as determined from I-V-T measurements. Solid-State Electron, 39: 583-592.

Meb [http://www.meb.gov.tr/aok/Aok\\_Kitaplar/AolKitaplar/Kimya\\_8/2.pdf](http://www.meb.gov.tr/aok/Aok_Kitaplar/AolKitaplar/Kimya_8/2.pdf) Erişim 24.12.2013

Mönch, W. 1995. Semiconductor Surfaces and Interfaces, Springer Series on Surface Science, Second Edition, Springer, Berlin.

Neamen, D. A., 1992. Semiconductor Physics and Devices. R. R. Donnelley & Sons Company, Sydney.

Nozu, S., Matsuda, K., Sugino, T. 1999. Plasm. Jpn. J. Appl. Phys. 38, 295-297.

Ocak, Y. S., 2010. Organik-inorganik hibrit yapıların elektriksel ve fotoelektriksel karakterizasyonu. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır. 35-46, 71-72

Özkahraman F, Organik Tabanlı Diyotların Sıcaklığa Bağlı Akım-gerilim Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-3, 2013

Özerden E, "Metal/Organik/İnorganik Yarıiletken Yapıları Sıcaklığa Bağlı Olarak Elektriksel Ve Optik Parametrelerinin Belirlenmesi" Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 21-36, 2014.

Rhoderick, E. H. and Williams, R. H., 1988. Metal-Semiconductor Contacts. 2nd ed., Oxford University Press, Clarendon, Oxford. 1-257.

Schottky, W. 1938. Naturwissenschaften, 26, 843

Singh, J., 2001. Semiconductor Devices: Basic Principles. John-Wiley.

Sze, S. M., 1981. Physics of Semiconductor Devices. 2nd ed., John Wiley and Sons. Inc., New York.

Temirci, C., 2000. Anodik oksidasyon metoduyla yüksek engelli ve yüzey pasivasyonlu Sn/p-Si Schottky diyotlarının fabrikasyonu. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. 11.

T.W.Graham Solomons-University of South Florida Craig B. Fryle-Pacific Lutheran University

Ziel, A. V., 1968. Solid State Physical Electronics. Prentice-Hall, Inc., New Jersey. P. 97-245.

Wikipedia <http://tr.wikipedia.org/wiki/Ester> Erişim tarihi: 25.12.2013

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Eşref YİĞİTALP  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Nusaybin/1976  
**Telefon** : 05059253372  
**Faks** : -  
**e-mail** : [esrefyigitalp@gmail.com](mailto:esrefyigitalp@gmail.com)

### EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	: Fatih Lisesi	Bağlar	Diyarbakır	1993
Üniversite	: Dicle Üniversitesi	Sur	Diyarbakır	2002
Yüksek Lisans	: Batman Üniversitesi Merkez		Batman	2014
Doktora	: -			

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2005-2006	Doğru Seçenek Dershanesi	Kimya Öğretmeni
2006-2007	Siverek Abc Dershanesi	Kimya Öğretmeni
2007-2008	Batman Üniversitesi Öğretim görevlisi (Ders ücreti)	
2007-2009	Med Dershanesi	Kimya Öğretmeni
2009-2010	Kampüs Dershanesi	Kimya Öğretmeni
2010-2011	Batman Birey Dershanesi	Kimya Öğretmeni
2012-2013	Karacadağ Dershanesi	Kimya Öğretmeni



**Yabancı Dil:** İngilizce