



**KALKON ESASLI FOTODUYARLI
POLİMERLERİN SENTEZİ, ELEKTRİKSEL VE
FOTOKROMİK DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Taner ÇELİK
Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Mehmet Fatih COŞKUN

OCAK– 2018

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KALKON ESASLI FOTODUYARLI POLİMERLERİN SENTEZİ, ELEKTRİKSEL
VE FOTOKROMİK DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Taner ÇELİK

112117204

Anabilim Dalı: Kimya
Programı: Fizikokimya

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Mehmet Fatih COŞKUN

OCAK– 2018

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KALKON ESASLI FOTODUYARLI POLİMERLERİN SENTEZİ, ELEKTRİKSEL
VE FOTOKROMİK DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Taner ÇELİK

112117204

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19.12.2017
Tezin Savunulduğu Tarih : 15.01.2018

Tez Danışmanı	Yrd.Doç.Dr. Mehmet Fatih COŞKUN	
Diğer Jüri Üyeleri	Prof.Dr. Kadir DEMİRELLİ	
	Prof.Dr. Erol ASILTÜRK	
	Doç.Dr. Gamze BARIM	
	Doç.Dr. Esin KAYA	

OCAK - 2018

ÖNSÖZ

Bu araştırmanın planlanmasında ve yürütülmesinde, çalışmalarım süresince benden destek ve ilgisini esirgemeyen, bilgi ve hoşgörülerinden yararlandığım çok kıymetli hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet Fatih COŞKUN'a sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım süresince ilgi ve desteğini gördüğüm değerli hocalarım Prof. Dr. Mehmet COŞKUN ve Prof. Dr. Kadir DEMİRELLİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvarda çalışmalarım süresince her türlü yardımını benden esirgemeyen Arş. Gör. Fatih BİRYAN'a, Kimya Bölümü'ndeki tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca varlığından güç aldığım eşim Zeycan ÇELİK'e ve yeterince zaman ayıramadığım değerli çocuklarım Elif Sude, Mustafa Eren ve Senai Akif'e teşekkürü bir borç bilirim.

Taner ÇELİK
ELAZIĞ-2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	VII
TABLOLARIN LİSTESİ.....	XII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR	XIV
1. GİRİŞ	1
1.1. Polimer Kimyası Hakkında Genel Bilgi	1
1.2. Kalkonlar.....	1
1.3. Fotokromik Özellik	3
1.4. Fotokromik Bileşiklerin Sınıflandırılması	4
1.4.1. Spiropiranlar.....	4
1.4.2. Spirooksazinler.....	4
1.4.3. Kromenler	5
1.4.4. Diariletkenler ve İlgili Bileşenler.....	5
1.4.5. Fulgidler	5
1.5. Polimerizasyon Reaksiyonları.....	11
1.5.1. Kondenzasyon Polimerizasyonu	11
1.5.2. Katılma Polimerizasyonu	12
1.5.2.1. Serbest Radikal Polimerizasyonu.....	12
1.5.2.1.1. Başlama	12
1.5.2.1.2. Büyüme	12
1.5.2.1.3. Sonlanma.....	13
1.5.2.1.3.1. Birleşme ile sonlanma	13
1.5.2.1.3.2. Orantısız sonlanma.....	13
1.5.2.2. Kontrollü Radikal Polimerizasyonu (CRP).....	14
1.6. Atom Transfer Radikal Polimerizasyonu (ATRP).....	14
1.7. Polimerlerin Dielektrik Özellikleri	16
1.8. Bozunma Aktivasyon Enerjisinin Belirlenmesi	18
2. MATERYAL VE METOT	19
2.1. Kullanılan Cihazlar	19
2.2. Kullanılan Kimyasal Maddeler	19
2.3. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (3a)'un Sentezi	20
2.4. 3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil klorasetat (3b)'in Sentezi	20
2.5. 2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat Sentezi (3c)	21
2.6. Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2- oxoetil 2-metakrilat) Sentezi (3P)	21
2.7. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'nın Sentezi	22

2.8.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxopropen-1-il] fenil klorasetat'ın Sentezi (4b)	22
2.9.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat Sentezi (4c)	23
2.10.	Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) Sentezi (4P)	24
2.11.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on'un Sentezi (5a)	24
2.12.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat'ın Sentezi (5b)	25
2.13.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat Sentezi (5c)	25
2.14.	Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) Sentezi (5P)	26
2.15.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat Kopolimerin Sentezi (KP1).....	27
2.16.	2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-İndolin]-1'-il) etil metakrilat Monomerinin Sentezi	28
2.17.	2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il) etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil-2-metakrilat Kopolimerin Sentezi (KP2)	29
3.	BULGULAR	30
3.1.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (3a)'un Sentezi	30
3.2.	3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil klorasetat (3b)'ın Sentezi	32
3.3.	2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat Sentezi (3c)	35
3.4.	Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) Karakterizasyonu (3P).....	38
3.4.1.	Termal özellikleri	40
3.4.2.	Dielektrik özellikleri	42
3.4.3.	Fotokromik özellikleri.....	44
3.5.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'un Sentezi	45
3.6.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil klorasetat (4b)'ın Sentezi	48
3.7.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4c)'ın Sentezi	50
3.8.	Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) Sentezi (4P)	54
3.8.1.	Termal özellikleri	56
3.8.2.	Dielektrik analizleri.....	58
3.8.3.	Fotokromik özellikleri.....	60
3.9.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'un Sentezi	62
3.10.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b) 'ın Sentezi	65
3.11.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5c)'ın Sentezi	67

3.12.	Poli{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'ın Sentezi	71
3.12.1.	Termal özellikleri	73
3.12.2.	Dielktrik özellikleri	74
3.12.3.	Fotokromik özellikleri.....	76
3.13.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat Kopolimerin (KP1) Sentezi.....	78
3.13.1.	Termal özellikleri	81
3.13.2	Dielektrik özellikler	82
3.13.3.	Fotokromik özellikleri.....	84
3.14.	2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il) etil metakrilat (KP2) Monomerinin Karakterizasyonu.....	86
3.15.	2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat Kopolimerin (KP2) Sentezi	89
3.15.1.	Fotokromik özellikleri.....	91
4.	SONUÇ ve TARTIŞMA	92
5.	KAYNAKLAR	100
	ÖZGEÇMİŞ	105

ÖZET

KALKON ESASLI FOTODUYARLI POLİMERLERİN SENTEZİ, ELEKTRİKSEL VE FOTOKROMİK DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

Bu çalışmada önce, hidroksil grubu taşıyan kalkon bileşikleri klorasetilklorür ile modifiye edildikten sonra sodyum metakrilat ile bir seri metakrilat monomerleri hazırlandı. Sentezlenen monomerlerin serbest radikal polimerizasyon tekniği ile önce homopolimerleri sonra ticari bir monomer olan benzil metakrilat ile kopolimeri sentezlendi. Ticari olarak satın alınan Spiropiran türeviyle metakriloil klorür reaksiyonu ile yeni bir monomer elde edildi. Elde edilen bu monomer ile kalkon içerikli bir monomer kullanılarak kopolimeri hazırlandı.

Sentezlenen polimerlerin yapı karakterizasyonunda ağırlıklı olarak FT-IR, ^1H ve ^{13}C -NMR teknikleri kullanıldı. Polimerlerin termal davranışları DSC ve TGA ile incelendi ve sonuçlar birbiriyle karşılaştırıldı. Sentezlenen polimerlerin taşıdığı polar fonksiyonel grupların bazı dielektrik davranışlarına olan katkısı frekansa bağlı olarak impedans analizörle incelendi.

Farklı ısıtma hızlarındaki bozunma eğrilerinden yararlanılarak polimerlerin Flynn-Wall-Ozawa metoduna göre termal bozunmasına yönelik aktivasyon enerjileri hesaplandı.

Kalkon içeren polimerlerin fotokimyasal davranışları 300 nm üzerindeki dalga boylarında araştırıldı ve foto-siklokatılmalarına yönelik çalışmalar UV teknikleri ile karakterize edildi. Kalkon esaslı polimerlerin fotokromik davranış gösteren spiropiran boyar maddesiyle %10 ve %20'lik kompozitleri hazırlandı ve çözelti ortamında fotokromik davranışları UV ile incelendi.

Anahtar Kelimeler: Serbest Radikal Polimerizasyonu, Kalkon, Termal Özellikler, Fotokromik Davranış, Dielektrik Özellikler

SUMMARY

SYNTHESIS, ELECTRICAL, AND INVESTIGATION OF PHOTOCHROMIC BEHAVIORS OF CHALCONE BASED PHOTSENSITIZED POLYMERS

In this study, firstly a series of methacrylate monomers were prepared with sodium methacrylate after the modification with chloroacetylchloride and chalcone compounds that contains the hydroxyl group. The synthesized monomers were firstly synthesized by free radical polymerization technique with homopolymers and then copolymerized with benzylmethacrylate which is a commercial monomer. A new monomer was obtained through the reaction of commercially bought spiropyran derivation and methacryloyl chloride. And with this monomer, copolymer was prepared by using a monomer that contains chalcone.

FT-IR, ^1H -NMR and ^{13}C -NMR techniques were used predominantly in the characterization of the synthesized polymers. The thermal behaviors of the polymers were measured by DSC and TGA and the results were compared with each other. The contribution of the synthesized polymers to some dielectric behavior of the polar functional groups carried by the polymer was investigated by impedance analyzer depending on the frequency.

The activation energies for thermal degradation of the polymers according to the Flynn-Wall-Ozawa method were calculated by using the distortion curves at different heating rates.

Photochemical behaviors of polymers that contains chalcone were investigated wavelengths over 300 nm and the studies for photo-cyclo addition were characterized by UV techniques. Composites of 10% and 20% were prepared by using coloring agent spiropyran which behaves photochromic based polymers chalcone and photochromic behaviors in solution was investigated by UV.

Keywords : Free Radical Polymerization, Chalcone, Thermal Features, Photochromic Behavior, Dielectric Features.

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	Fotokromizmin genel gösterimi.....	3
Şekil 1.2.	Fotokromik bileşiğin UV ve VIS absorpsiyon bandlarının genel gösterimi.....	3
Şekil 1.3.	Spiropiranlara ait fotokromizm.....	4
Şekil 1.4.	Spirooksazınlara ait fotokromizm.....	4
Şekil 1.5.	Kromenlere ait fotokromizm.....	5
Şekil 1.6.	Diariletenler ve ilgili bileşenlere ait fotokromizm.....	5
Şekil 1.7.	Fulgidlere ait fotokromizm.....	5
Şekil 1.8.	Kalkon uçlu poliakrilamidlerin uv ışık ile halkalaşma reaksiyonu.....	6
Şekil 1.9.	Trans-2 hidroksi kalkon türevleri ve tahribatsız okuma yeteneğine sahip foton-mod yeniden yazılabilir optik bellek sistemi modelinin Fotokromik reaksiyon mekanizması.....	8
Şekil 1.10.	Monomer üzerinde bir radikal merkezi oluşumu.....	12
Şekil 1.11.	Monomer birimlerinin aktif radikallere bağlanması.....	12
Şekil 1.12.	Birleşme ile sonlanma.....	13
Şekil 1.13.	Hidrojen transferi ile orantısız sonlanma.....	13
Şekil 1.14.	Çözücüye transfer ile orantısız sonlanma.....	13
Şekil 1.15.	Monomere transfer ile orantısız sonlanma.....	14
Şekil 1.16.	Çeşitli monomerlerin ATRP mekanizması.....	15
Şekil 1.17.	Elektrotlu test cihazı.....	17
Şekil 2.1.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on(3a)'un sentez şeması.....	20
Şekil 2.2.	3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (3b)'in sentez şeması.....	20
Şekil 2.3.	2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (3c)'in sentez şeması.....	21
Şekil 2.4.	Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'in sentez şeması.....	22
Şekil 2.5.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'nın sentez şeması.....	22
Şekil 2.6.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat'ın sentez (4b) şeması.....	23
Şekil 2.7.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilatın sentez (4c) şeması.....	23
Şekil 2.8.	Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'in sentez şeması.....	24
Şekil 2.9.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on'un sentez (5a) şeması.....	25
Şekil 2.10.	4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat'ın sentez (5b) şeması.....	25
Şekil 2.11.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilatın sentez (5c) şeması.....	26
Şekil 2.12.	Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-yl)-3-oxoprop-1-en-1-yl]-2-methoxyphenoxy}-2-oxoetil 2-metakrilat)'ın sentez (5P) Şeması.....	27
Şekil 2.13.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve benzil metakrilatın kopolimerin sentez şeması.....	28
Şekil 2.14.	2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il) etil metakrilat monomerinin sentezi.....	28

Şekil 2.15.	2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat kopolimerin sentez şeması	29
Şekil 3.1.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (3a)'un FT-IR spektrumu.....	30
Şekil 3.2.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on(3a)'un ¹ H-NMR spektrumu.....	31
Şekil 3.3.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on'un ¹³ C-NMR spektrumu.....	31
Şekil 3.4.	3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (3b)'in FT-IR spektrumu.....	32
Şekil 3.5.	3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat(3b)'in ¹ H-NMR spektrumu.....	33
Şekil 3.6.	3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (3b)'in ¹³ C-NMR Spektrumu.....	34
Şekil 3.7.	2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (3c)'in FT-IR spektrumu.....	35
Şekil 3.8.	2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (3c)'in ¹ H-NMR spektrumu	36
Şekil 3.9.	2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat(3c)'in ¹³ C-NMR spektrumu.....	37
Şekil 3.10.	Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'in FT-IR spektrumu	38
Şekil 3.11.	Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'in ¹ H-NMR spektrumu	39
Şekil 3.12.	Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'in DSC eğrisi	40
Şekil 3.13.	Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'in farklı ısıtma hızlarındaki karşılaştırmalı TGA eğrileri.....	41
Şekil 3.14.	Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'in Flywnn-Ozawa eğrileri.....	41
Şekil 3.15.	Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'nin dielektrik sabitinin frekansla değişimi	42
Şekil 3.16.	Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'nin dielektrik kayıp faktörünün frekansla değişimi.....	42
Şekil 3.17.	Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'nin iletkenlik değerlerinin frekansla değişimi	43
Şekil 3.18.	Polimerlerin susseptans değerlerinin frekansla değişimi	43
Şekil 3.19.	Polimerlerin empedans değerlerinin frekansla değişimi	44
Şekil 3.20.	(3P)'nin THF içerisindeki (~1x10 ⁻⁴ M) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.).....	44
Şekil 3.21.	(3P)'nin %10 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki (~1x10 ⁻⁴ M) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)	45
Şekil 3.22.	(3P)'nin %20 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki (~1x10 ⁻⁴ M) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)	45
Şekil 3.23.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'un IR spektrumu.....	46
Şekil 3.24.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'un ¹ H-NMR spektrumu.....	46

Şekil 3.25.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'un ¹³ C-NMR spektrumu.....	47
Şekil 3.26.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (4b)'ın IR Spektrumu.....	48
Şekil 3.27.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (4b)'ın ¹ H-NMR Spektrumu.....	49
Şekil 3.28.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (4b)'ın ¹³ C-NMR Spektrumu.....	49
Şekil 3.29.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4c)'ın IR spektrumu.....	51
Şekil 3.30.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4c)'ın ¹ H-NMR Spektrumu	52
Şekil 3.31.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4c)'ın ¹³ C-NMR spektrumu	53
Şekil 3.32.	Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın IR spektrumu.....	54
Şekil 3.33.	Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın ¹ H-NMR spektrumu	55
Şekil 3.34.	Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın polimerinin TGA eğrisi	56
Şekil 3.35.	Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın polimerinin DSC eğrisi	56
Şekil 3.36.	Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın polimerinin farklı ısıtma hızlarındaki karşılaştırmalı TGA eğrisi	57
Şekil 3.37.	Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın Flywinn-Ozawa eğrileri	57
Şekil 3.38.	Homopolimerin dielektrik sabitinin frekansa bağlı değişimi.....	58
Şekil 3.39.	Homopolimerin dielektrik kayıp faktörünün frekansa bağlı değişimi	58
Şekil 3.40.	Homopolimerin iletkenlik değerinin frekansa bağlı değişimi.....	59
Şekil 3.41.	Polimerlerin susseptans değerlerinin frekansla değişimi	59
Şekil 3.42.	Polimerlerin empedans değerlerinin frekansla değişimi	60
Şekil 3.43.	(4P)'nin THF içerisindeki (~1x10 ⁻⁴ M) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.).....	60
Şekil 3.44.	(4P)'nin %10 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki (~1x10 ⁻⁴ M) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.).....	61
Şekil 3.45.	(4P)'nin %20 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki (~1x10 ⁻⁴ M) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.).....	61
Şekil 3.46.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'un IR spektrumu.....	62
Şekil 3.47.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'un ¹ H-NMR spektrumu.....	63
Şekil 3.48.	(2E)-1-(1-benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'un ¹³ C-NMR spektrumu	64
Şekil 3.49.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b)'ın FT-IR spektrumu	65
Şekil 3.50.	4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b)'ın ¹ H-NMR spektrumu.....	66
Şekil 3.51.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b)'ın ¹³ C-NMR spektrumu.....	66

Şekil 3.52.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5c)'in FT-IR spektrumu.....	68
Şekil 3.53.	2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5c)'in ¹ H-NMR spektrumu.....	69
Şekil 3.54.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5c)'in ¹³ C-NMR (APT) spektrumu	70
Şekil 3.55.	Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'in IR spektrumu.....	71
Şekil 3.56.	Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'in ¹ H-NMR Spektrumu.....	72
Şekil 3.57.	Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'in polimerinin DSC eğrisi	73
Şekil 3.58.	Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'in polimerinin TGA eğrisi	73
Şekil 3.59.	Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'in dielektrik sabitinin frekansla değişimi	74
Şekil 3.60.	Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'in dielektrik kayıp faktörünün frekansla değişimi.....	74
Şekil 3.61.	Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'in iletkenlik değerlerinin frekansla değişimi	75
Şekil 3.62.	Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'in susseptans değerlerinin frekansla değişimi	75
Şekil 3.63.	Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'in empedans değerlerinin frekansla değişimi	76
Şekil 3.64.	(5P)'nin THF içerisindeki (~1x10 ⁻⁴ M) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.).....	76
Şekil 3.65.	(5P)'nin %10 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki (~1x10 ⁻⁴ M) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)	77
Şekil 3.66.	(5P)'nin %20 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki (~1x10 ⁻⁴ M) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)	77
Şekil 3.67.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerin (KP1) IR spektrumu	78
Şekil 3.68.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerin (KP1) ¹ H-NMR spektrumu	79
Şekil 3.69.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerin (KP1) ¹³ C-NMR (APT) spektrumu	80
Şekil 3.70.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın kopolimerinin DSC eğrisi	81
Şekil 3.71.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın kopolimerinin TGA eğrisi	81
Şekil 3.72.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın kopolimerinin dielektrik sabitinin frekansla değişimi	82
Şekil 3.73.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın kopolimerinin dielektrik kayıp faktörünün frekansla değişimi.....	82
Şekil 3.74.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın kopolimerinin iletkenlik değerlerinin frekansla değişimi.....	83
Şekil 3.75.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın kopolimerinin susseptans değerlerinin frekansla değişimi.....	83

Şekil 3.76.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın kopolimerinin empedans değerlerinin frekansla değişimi.....	84
Şekil 3.77.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerinin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} \text{M}$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.).....	84
Şekil 3.78.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerinin %10 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} \text{M}$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.).....	85
Şekil 3.79.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerinin %20 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} \text{M}$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.).....	85
Şekil 3.80.	2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat monomerinin (KP2) FT-IR spektrumu	86
Şekil 3.81.	2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat monomerinin (KP2) ^1H -NMR spektrumu	87
Şekil 3.82.	2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat monomerinin (KP2) ^{13}C -NMR spektrumu	88
Şekil 3.83.	2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat kopolimerinin (KP2) IR spektrum değerlendirmesi.....	89
Şekil 3.84.	2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat kopolimerinin (KP2) ^1H -NMR spektrum değerlendirmesi.....	90
Şekil 3.85.	Kopolimerin (KP2) THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} \text{M}$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Kahverengi; 240 sn.).....	91
Şekil 3.86.	Ticari olarak satın alınan Spiropiran Türevinin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} \text{M}$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Mavi; 120 sn, Kahverengi; 180 sn.).....	91
Şekil 4.1.	a) Kalkon içerikli (3P, 4P ve 5P) homopolimerlerin THF içerisindeki UV ışığı altında beklemeden önceki ve bekletildikten sonraki değişim fotoğrafları b) %10 spiropiran katkılı kalkon polimerlerin (3P, 4P ve 5P) THF içerisindeki UV ışığı altında beklemeden önceki ve bekletildikten sonraki değişim fotoğrafları c) %20 spiropiran katkılı kalkon polimerlerin (3P, 4P ve 5P) THF içerisindeki UV ışığı altında beklemeden önceki ve bekletildikten sonraki değişim fotoğrafları d) KP1'in THF içerisinde UV ışığı altında beklemeden önceki ve bekletildikten sonraki değişim fotoğrafları e) KP2'nin THF içerisinde UV ışığı altında beklemeden önceki ve bekletildikten sonraki değişim fotoğrafları.....	99
Şekil 4.2.	Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın uv ışık ile siklobütan halkası oluşturma reaksiyonu.....	99

TABLOLARIN LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (3a)'un bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi	30
Tablo 3.2.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on(3a)'un bazı karakteristik ¹ H-NMR spektrum değerlendirmesi	31
Tablo 3.3.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on'un bazı karakteristik ¹³ C-NMR spektrum değerlendirmesi	32
Tablo 3.4.	3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (3b)'in bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi	33
Tablo 3.5.	3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat(3b)'in bazı karakteristik ¹ H-NMR spektrum değerlendirmesi.....	33
Tablo 3.6.	3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (3b)'in bazı karakteristik ¹³ C-NMR Spektrum değerlendirmesi	34
Tablo 3.7.	2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (3c)'in bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi	36
Tablo 3.8.	2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (3c)'in bazı karakteristik ¹ H-NMR spektrum değerlendirmesi.....	36
Tablo 3.9.	2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (3c)'in bazı karakteristik ¹³ C-NMR spektrum değerlendirmesi.....	37
Tablo 3.10.	Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'in bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi	39
Tablo 3.11.	Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'in bazı karakteristik ¹ H-NMR spektrum değerlendirmesi	40
Tablo 3.12.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'un bazı karakteristik IR spektrum değerlendirmesi	46
Tablo 3.13.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'un bazı karakteristik ¹ H-NMR spektrum değerlendirmesi	47
Tablo 3.14.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'un bazı karakteristik ¹³ C-NMR spektrum değeri.....	47
Tablo 3.15.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (4b)'in bazı karakteristik IR Spektrum değerlendirmesi.....	48
Tablo 3.16.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (4b)'in bazı karakteristik ¹ H-NMR Spektrumu.....	49
Tablo 3.17.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (4b)'in bazı karakteristik ¹³ C-NMR Spektrumu.....	50
Tablo 3.18.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4c)'in bazı karakteristik IR spektrumu değerlendirmesi	51
Tablo 3.19.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4c)'in bazı karakteristik ¹ H-NMR Spektrum değerlendirmesi.....	52
Tablo 3.20.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4c)'in bazı karakteristik ¹³ C- NMR spektrum değerlendirmesi	53
Tablo 3.21.	Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'in bazı karakteristik IR spektrum değerlendirmesi	55
Tablo 3.22.	Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'in bazı karakteristik ¹ H-NMR spektrum (4c) değerlendirmesi	55
Tablo 3.23.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'un bazı karakteristik IR spektrum değerlendirmesi.....	62

Tablo 3.24.	(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'un bazı karakteristik ¹ H-NMR spektrum değerlendirmesi	63
Tablo 3.25.	(2E)-1-(1-benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'un bazı karakteristik ¹³ C-NMR spektrum değerlendirmesi.....	64
Tablo 3.26.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b)'ın bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi.....	65
Tablo 3.27.	4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b)'ın bazı karakteristik ¹ H-NMR spektrum değerlendirmesi	66
Tablo 3.28.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b)'ın bazı karakteristik ¹³ C-NMR spektrum değerlendirmesi	67
Tablo 3.29.	4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5c)'ın bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi	68
Tablo 3.30.	2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5c)'ın bazı karakteristik ¹ H-NMR spektrum değerlendirmesi	69
Tablo 3.31.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5c)'ın bazı karakteristik ¹³ C-NMR spektrum değerlendirmesi	70
Tablo 3.32.	Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'ın bazı karakteristik IR spektrum değerlendirmesi	72
Tablo 3.33.	Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'ın bazı karakteristik ¹ H-NMR spektrum değerlendirmesi	72
Tablo 3.34.	2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve benzil metakrilat kopolimerin (KP1) bazı karakteristik IR spektrum değerlendirmesi	79
Tablo 3.35.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerin (KP1) bazı karakteristik ¹ H-NMR spektrum değerlendirmesi	79
Tablo 3.36.	2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerin (KP1) bazı karakteristik ¹³ C-NMR spektrum değerlendirmesi	80
Tablo 3.37.	2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat monomerinin (KP2) bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi	86
Tablo 3.38.	2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat monomerinin (KP2) bazı karakteristik ¹ H-NMR spektrum değerlendirmesi.....	87
Tablo 3.39.	2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat monomerinin (KP2) bazı karakteristik ¹³ C-NMR spektrum değerlendirmesi	88
Tablo 3.40.	2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat kopolimerinin (KP2) bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi	90
Tablo 3.41.	2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat kopolimerinin (KP2) bazı karakteristik ¹ H-NMR spektrum değerlendirmesi	90
Tablo 4.1.	Polimerinin TGA analiz sonuçlarının karşılaştırmalı özeti.....	97
Tablo 4.2.	25°C'de 1 kHz de homopolimerlerin dielektrik sabiti, dielektrik kayıp ve sigma değerleri özeti	98

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

FT-IR	: Fourier Transform Infrared
NMR	: Nükleer Manyetik Rezonans
DSC	: Diferansiyel Taramalı Kalorimetri
TGA	: Terfomogravimetrik Analiz
UV-Vis	: Ultraviyole Görünür Bölge
DEAMSt	: Modifiye Dietanol Amin Stiren
MMA	: Metil Metakrilat
AIBN	: 2-2' - Azo-bis -isobutironitril
THF	: Tetrahidro Furan
DMF	: Dimetil Formamid
σ	: İletkenlik
ϵ'	: Dielektrik Sabiti
ϵ''	: Dielektrik Kayıp Faktör
Ea	: Aktivasyon Enerjisi
Tg	: Camı Geçiş Sıcaklığı
ATRP	: Atom Transfer Radikal Polimerizasyonu
CRP	: Kontrollü Radikal Polimerizasyonu
RAFT	: Tersinir İlave Kırılma Zincir Transfer Polimerizasyonu
SFRP	: Kararlı Serbest Radikal Polimerizasyonu
DT	: Dejeneratif Transfer Polimerizasyonu
CDCl ₃	: Dötorokloroform
C-Form	: Kapalı Form, Halkalaşmış
DCM	: Diklormetan
DMSO	: Dimetilsülfoksit
EtOAc	: Etilasetat
EtOH	: Etanol
MeOH	: Metanol
O-Form	: Açık Form, Halka açık
TEBAKS	: Trietilbenzil Amonyum Klorür

1. GİRİŞ

1.1. Polimer Kimyası Hakkında Genel Bilgi

Polimerler, çok sayıda aynı veya farklı atomik grupların kimyasal bağlarla, az ya da çok düzenli bir şekilde bağlanarak oluşturduğu uzun zincirli başka bir tanımla yüksek molekül kütleli yapılardır. Polimerler, çok sayıda tekrarlanan mer veya monomer denilen basit birimlerden oluşur [1].

Polimerler; ucuz, hafif, dekoratif, mekanik açıdan iyi, kolay bükülebilinen, kimyasal açıdan önemli aynı zamanda korozyona uğramayan maddelerdir. Bu önemli özelliklerinden dolayı kimya, makine, tekstil, tıp, biyokimya, biyofizik, moleküler biyoloji, endüstri ve fizik mühendisliği gibi alanlarda polimerin önemi çok büyüktür. Son elli yıldan beri naylon, plastik, poliester gibi isimlerle karsımıza çıkan polimer içerikli maddeler yaşantımızın önemli birer parçası haline gelmişlerdir.

Bugün gömlekten yapıştırıcıya, yatak süngerinden diş fırçasına, plastik torbadan otomobillerin iç aksamalarına kadar yaşantımıza giren bu sentetik polimerler başlı başına bir iş alanı oluşturarak ekonomilere büyük bir katkı sağlarlar.

Bu sentetik polimerin yanında tabiatta oluşmakta olan doğal polimerler de vardır. Bunlara örnek olarak selüloz, nişasta, doğal kauçuk gibi doğal polimerler insanların yiyecek, giyim ve barınma gibi kısacası günlük yaşamlarının ihtiyaçlarını çok eskiden beri karşılamaktadır [2].

1.2. Kalkonlar

Hem doğal hem de sentetik olarak elde edilebilen kalkonlar, flavonoid ailesine üye bileşikler olup geniş bir biyolojik aktivite spektrumuna sahiptirler [3]. Flavonoidler doğada bitkilerin bünyelerinde (yaprak, meyve, tohum, çiçek ve dallarında) bol miktarda bulunan ve biyolojik olarak aktivite gösterdikleri belirlenen bileşiklerdir. Kalkon türevleri flavonoidlerin heterosiklik C halkasına sahip olmayan üyelerinden biridir. Flavonoidlerin temel yapısındaki propan zinciri üzerinde α,β -doymamış karbonil grubunun bulunması yeni bir çift bağ ve keton grubunun yer alması ile kalkonlar oluşur. Bu durumda 1,3-diaril-2-propen-1-on yapısı içeren bütün bileşiklere kalkon diyebiliriz.

Kalkonlar çeşitli şekillerde adlandırılabilir. Eğer kalkon ekini kullanarak adlandırsak; Kalkon yapısındaki iki halkadan keton gurubuna komşu olan guruba A simgesi ile gösterilir ve karbonlar numaralandırılırken üssü (') numaralar verilir. Diğer aromatik halkaya ise B simgesi verilir ve karbonlar numaralandırılırken normal numara verilir ve adlandırma yapılır [4]. Bu adlandırma şekline göre ve 1,3-diaril-2-propen-1-on olan bileşiklere kalkon denildiği için bir de bu şekle göre adlandırmaya aşağıdaki örnekleri verebiliriz.

Kalkon türevleri UV ışınını çok iyi geçirmelerinden ve iyi kristallenme özelliklerinden dolayı fark edilmişlerdir. Yapısında kalkon grubu içeren polimerler UV ışınlarına maruz kaldığı zaman çapraz bağlı polimerlere dönüşürler ve bu polimerler negatif fotorezist malzemeler olarak kullanılırlar. Ayrıca kalkon gruplu fonksiyonel polimerler iyi bir çözünürlüğe, film oluşturma yeteneğine, yüksek fotoduyarlılığa, fotokrosslink olduktan sonra çözücülere karşı dirence ve termal kararlılığa sahiptir [5-6].

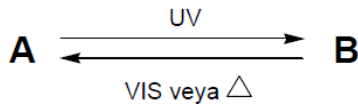
Kalkon ve türevleri fotofiziksel ve fotokimyasal özelliğinden dolayı organik ve tıp alanında büyük öneme sahiptir. Doğal ve sentetik kalkon halkası içeren çok sayıda bileşiklerin görünür bölgede geniş bir floresans ve biyolojik aktiviteye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Kalkon ve türevleri UV ve görünür bölgede güçlü floresans özelliğinden dolayı geniş bir uygulama alanına sahip olup ticari açıdan mavi ışık bölgesi olarak bilinirler. Kalkon türevlerini içeren metakrilat polimerlerinin 250-400 nm aralığında iyi bir UV absorplayıcı olarak ticari bir öneme sahiptir.

Bogdal D. ve arkadaşları mikrodalga destekli ve çözücüsüz gerçekleştirilen faz transfer katalitik reaksiyonlarına örnek olarak verilebilecek bir çalışma yapmışlardır [7].

Maddali, L.N. ve arkadaşları Bis-Arilaldehit (1) ve bis-arilmetil keton (2)'un aldol reaksiyonu sonucu, merkezde izobutenil eter bağları bulunan ve kalkon yapısı içeren yeni büyük moleküller hazırlamışlardır. Makro halkalı yapılardaki kalkon kısmından dolayı bu bileşikler mükemmel bir uygulama potansiyeline sahiptir. Çünkü kalkonların foto fiziksel özellikleri çeşitli optik uygulamalar için kullanılmaktadır [8].

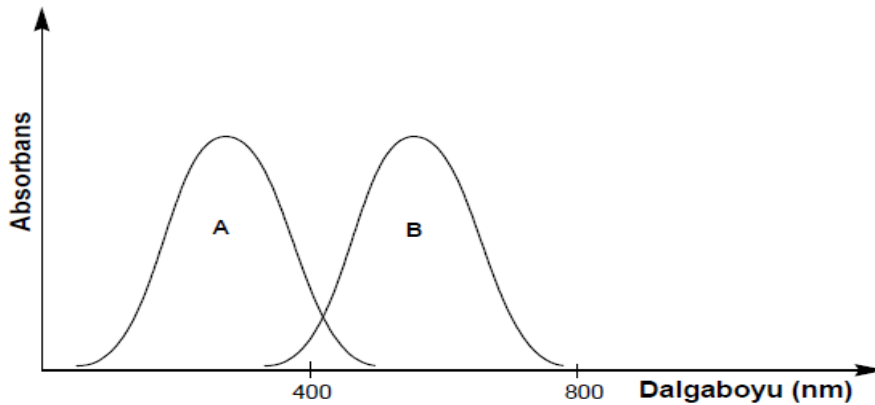
1.3. Fotokromik Özellik

Fotokromizm bir kimyasal türün A ve B gibi iki forum arasında absorpsiyon spektrumları farklı olacak şekilde, bir yönde veya her iki yönde de elektromanyetik radyasyon ($h\nu$) ile tersinir dönüşümde bulunması şeklinde tanımlanabilir. Kısaca rengin ışığa duyarlı (UV) tersinir dönüşümü olarak fotokromizmi açıklayabiliriz. Bunu gösteren türlere fotokromik madde ,bu duruma da fotokromizm denir. Fotokromizim aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Şekil 1.1) [9].



Şekil 1.1. Fotokromizmin genel gösterimi.

Genellikle A maddesi renksiz veya hafif sarı renkli ($\lambda_{\text{max}} < 400 \text{ nm}$) ve B maddesi ise renklidir ($\lambda_{\text{max}} > 400 \text{ nm}$) (Şekil 1.2). Termodinamik bakımından daha kararlı olan A elektromanyetik radyasyon ($h\nu$) ile B'ye, tersine reaksiyon ise (B'den A'ya) termal yolla veya fotokimyasal ($h\nu$) yolla olabilir.



Şekil 1.2. Fotokromik bileşiğin UV ve VIS absorpsiyon bandlarının genel gösterimi.

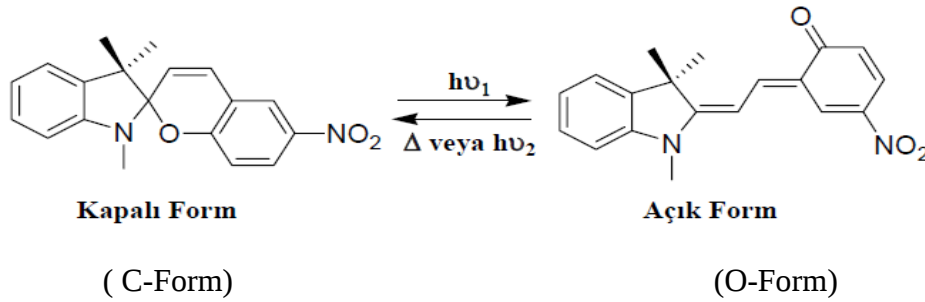
Fotokromizm yakın zamanlarda çok insan tarafından bilinmeye başlanmıştır. İnsanlar güneş ışığıyla koyulaşıp, gözleri zararlı ışıklara karşı koruyan, güneş ışığının etkileri kalkınca da eski, renksiz yapıya geri dönen fotokromik camlı gözlüklerle tanıştılar. Son yıllarda dünya da organik fotokromik lenslerin önemi artmıştır [10].

1.4. Fotokromik Bileşiklerin Sınıflandırılması

Genel olarak geometrik izomerizm, heterolitik ve homolitik bağ kırılması, proton ve valens bağ tautomerizmi olarak sınıflandırılır. Bunlar arasında en popüler olanları ve üzerinde en çok çalışılan grup Valens bağ tautomerizmine dayanan fotokromik bileşiklerdir. Valens bağ tautomerizmine dayanan türler 5 ana grupta sınıflandırılabilir. Bunlar spiropiranlar, spirooksazinler, kromenler, diariletenler ve fulgidlerdir. Spiropiranlar, diariletenler ve fulgidler en fazla öneme sahip fotokromik bileşiklerdir.

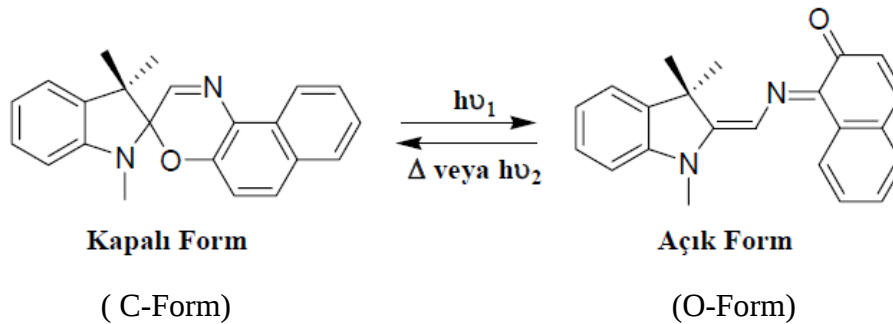
Diariletenler ve fulgidlerde uygun dalgaboylarında her iki yöndeki reaksiyonda ışık ile ilerlerken, spiropiranlar, spirooksazinler ve kromenler de halka açılma reaksiyonu ışık ile ($h\nu$) aksi yöndeki reaksiyon ile termal yolla gerçekleşir [9].

1.4.1. Spiropiranlar



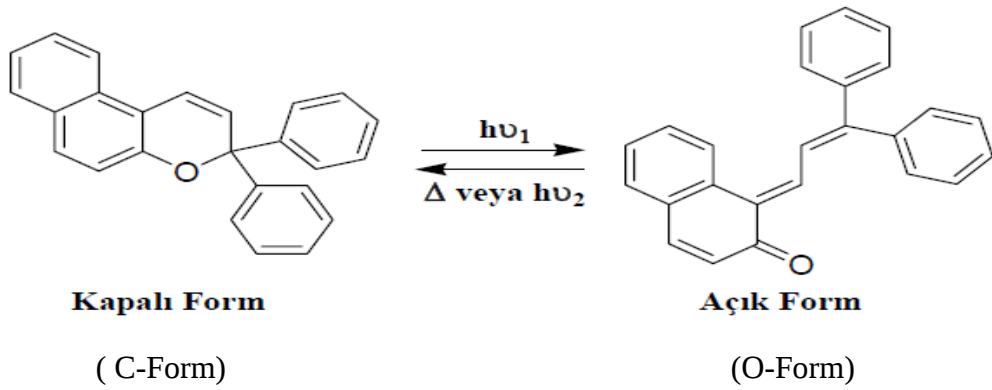
Şekil 1.3. Spiropiranlara ait fotokromizm

1.4.2. Spirooksazinler



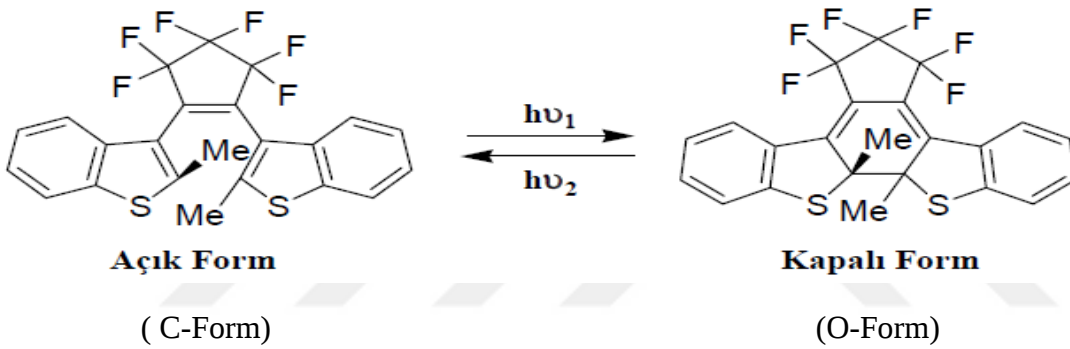
Şekil 1.4. Spirooksazinlere ait fotokromizm

1.4.3. Kromenler



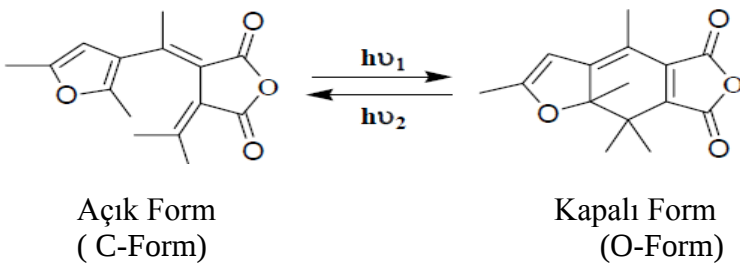
Şekil 1.5. Kromenlere ait fotokromizm

1.4.4. Diariletlenler ve İlgili Bileşenler



Şekil 1.6. Diariletlenler ve ilgili bileşenlere ait fotokromizm

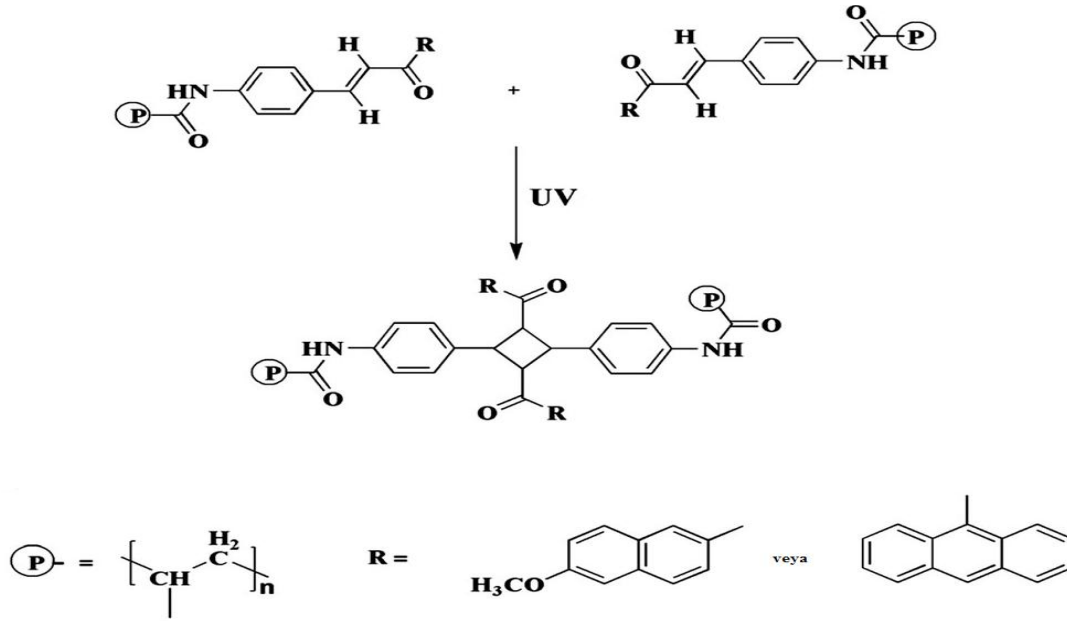
1.4.5. Fulgidler



Şekil 1.7. Fulgidlere ait fotokromizm

Tüm reaksiyonlarda $h\nu_2 < h\nu_1$ durumundadır.

Mani ve ark. [11] kalkon uçlu poliakrilamidlerin $>C=C<$ grupların $[2\pi+2\pi]$ siklokatalması üzerine yaptığı çalışmada uv ışık ile foto çapraz reaksiyonunda siklobütan halkası oluşur. Reaksiyonu aşağıda verilmiştir.



Şekil 1.8. Kalkon uçlu poliakrilamidlerin uv ışık ile halkalaşma reaksiyonu

Organik materyallerde fotokimyasal reaksiyonlar çözünürlük, optik özellik, dielektrik sabiti ve refraktif indeks gibi fiziksel özelliklerde pekçok değişikliğe neden olmaktadır [12-15]. Bu nedenle, bu reaksiyonlar optik hafıza sistemi, optoelektronik devre, görüntüleme cihazları, optik ve elektro-optik bileşen gibi çeşitli fotoaktif cihazlarda kullanılabilmektedir. Pek çok fotoreaktif materyal arasında özellikle organik fotokromik bileşikler, moleküler elektronikte pek çok teknolojik uygulamada moleküler optik anahtar ve optik hafıza cihazları uygulamalarına yönelik potansiyel yetenekleri nedeniyle oldukça ilgi çekmiştir [16-20]. Fotokromik materyalleri pekçok uygulamada kullanabilmemize rağmen, renkli türlerin kararlılıkları genellikle zayıftır. Pek çok boyada fotokromik özelliğin dayanıklılığını iyileştirmeye yönelik kapsamlı çalışmalar yapılmış olmakla birlikte kararlı bileşik, henüz pratik uygulamalarda oldukça sınırlıdır [21].

En iyi bilinen organik fotokromik bileşik sınıflarından biri olarak spiropiran türevleri, optik anahtarlama, yeniden yazılabilir veri saklama ve biyolojik etiketleme alanlarındaki potansiyel uygulamaları nedeniyle on yıllar boyunca büyük ilgi çekmiştir [22-24]. Bununla birlikte, spiropiranın merosiyanin formunun zayıf stabilitesi genellikle pratikteki uygulamalarını kısıtlamaktadır [25]. Fotokromik özelliğinin dayanıklılığının iyileştirilmesi amacıyla kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Örneğin, Oda [26] spiropiranın selüloz üzerindeki dekolorizasyon reaksiyonuna karşı koruyucu etkisini, amfoterik karşı-iyonik komplekslerle incelemiştir. Lin [27] ve Tork ve ark. [28] farklı polimer matrikslerde spiropiranın fotokromik karakterlerini çalışmıştır. Bununla birlikte spiropiran türevleri pratik cihazlar olarak kullanılmak için henüz yoldadır. α , β -doymamış karbonil gruplar (kalkon veya

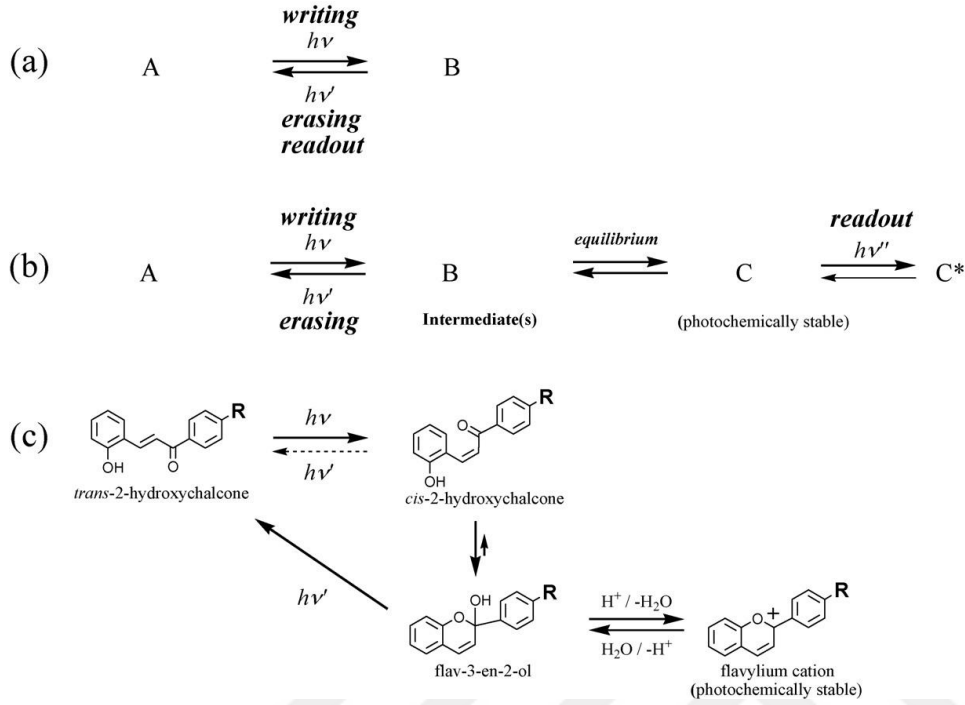
sinamoil birimleri olarak adlandırılan) arasındaki fotokroslinking reaksiyonunun $[2\pi+2\pi]$ mekanizmasına uyduğu bilinmektedir [29]. Choi [25,30], ana zincir ve yan zincirde fotokroslinklenebilir parçaların fotokromik polimerlere girişinden sonra fotosiklokatalımın, merosiyanin parçasının çevresindeki serbest hacmi kontrol edebildiğini ve sonrasında da relaksasyonu geciktirdiğini saptamıştır. Bu işlem çok daha komplike bir sentez ve polimerizasyon süreci içerdiğinden, bu durum uygulanmasını sınırlar. Spiropyran boyasının fotokromik özelliğinin kalkon sisteminde boyayı çevreleyen moleküler yapının değişmesiyle kontrol edilebileceği ileri sürülmektedir.

Diğer taraftan, kalkon içeren polimerlerin fotoreaksiyon özelliği çalışılmış olup, film durumunda $[2\pi+2\pi]$ fotosiklokatalımın etkili bir şekilde olduğu ortaya çıkarılmıştır [31-33]. Böylelikle polimerlerdeki kalkon birimleri arasında yer alan moleküller arası siklokatalım, spiropiran ve merosiyanin moleküllerini çevreleyen hariç tutulan hacmi azaltabilir ki bu durum fotokimyasal olarak durağan ortama kıyasla fotokromik sürecin hızını anlamlı şekilde düşürür.

Fotokromik parçanın moleküler çevresini değiştiren çeşitli yollarla spiropiranın dekolorizasyon sürecinin hızını kontrol etmeye çalışılmıştır [34]. Spiropiran parça kimyasal yapısını (halka açıklığı ve *cis-trans* izomerizasyon) merosinin kromoforuna değiştirdiğinde, belirli kapsamdaki serbest hacim de moleküler yapısını ve şeklini değiştirecektir. Kalkon parçasının fotokroslinkinin fotokromizm esnasında sterik engeli indükleyebileceğini ve aynı zamanda fotokromik dekolorizasyon sürecinin hızını da etkili bir şekilde geciktirebileceğini düşünülmektedir. Polimerin ana zincirindeki kalkon gruplarının fotosiklo katılımının, yan zincirdekine kıyasla fotokromik boya dekolorizasyonunu etkin bir şekilde etkilediği kanıtlanmıştır.

Son zamanlarda organik fotokromik moleküller oldukça fazla dikkat çekmiştir [35-41]. Optik hafıza, organik fotokromik moleküllerin beklenen uygulamalarından biridir. Yüksek yoğunluklu bir optik hafıza için foton modlu yazma, dışa okuma ve silme, ısı modlu olanlardan daha fazla istenilmektedir [40] çünkü bunların konumsal çözünürlüğü daha fazladır. İki bileşenden oluşan normal fotokimyasal olarak geri döndürülebilir sistemlerde Şekil 1.9(a), dışa okuma için kayıt bilgileri ışık irradyasyonuyla kolaylıkla yok edilebilir. Böylece optik hafıza cihazları uygulaması için, fotokromik sistemde hem yıkıcı olmayan dışa okuma hem de foton modlu silinebilme yetenekleri bulunmalıdır. Her iki yeteneğin temin edilmesi için bir strateji olarak Şekil 1.9(b)'de görüldüğü gibi üçten fazla bileşenden oluşan fotokromik sistem önerilebilir [40,42-43]. B fotokromik aracı(lar) olup, C ile dengelenmiştir. Eğer C fotokimyasal olarak stabil ise ve B fotokimyasal olarak A'ya dönerse bu durumda

yıkıcı olmayan dış okuma yeteneği foton modlu silinebilirlik yeteneğiyle tutarlı olacaktır. Bildiğimiz kadarıyla hem foton modlu silme hem de dış okuma yetenekleri olan yalnızca az sayıda sistem bildirilmiştir [40,42-43].



Şekil 1.9. Trans-2 hidroksi kalkon türevleri ve tahribatsız okuma yeteneğine sahip foton-mod yeniden yazılabilir optik bellek sistemi modelinin Fotokromik reaksiyon mekanizması

2-Hidroksikalkon türevlerinin organik fotokromik bileşiklerden biri olduğu bilinmektedir [44]. Şekil 1.9 (c)'de görüldüğü gibi, asidik koşullar altında trans-2-hidroksikalkonlarına ışık irradyasyonu, fotokromik araçlar (cis-2-hidroksikalkonlar ve/veya flav-3-en-2-ol) üzerinden flavilyum katyonları üretilir. Yazarlardan biri bu fotokromik reaksiyonun kimyasal bir aktinometre için elverişli olduğunu [45-47] ve fotokromik sistemin yalnızca çözeltide değil, aynı zamanda polimer gibi katı durumda [48] ve hidrojelde [49] de işe yaradığını bildirmiştir. Pina ve ark. bu sistemin ışık değiştirilebilir bir pH indikatörü için kullanılabileceğini göstermiştir. Yazarlar aynı zamanda flavilyum katyonlarının fotokimyasal olarak stabil olduğunu ve bu nedenle de bu fotokromik sistemin “Yaz-Kilitli-Oku-Kilidi Aç-Sil” moleküler anahtarlama sistemi için geçerli olduğunu bildirmiştir. Yazarların değerlendirmesine göre “Kilitli” ve “Kilidi Aç” asit veya baz eklenerek indüklenebilir. Yazma veya silme prosesinde asit veya baz eklenmesinin, optik hafıza gibi cihazlara uygulanmasında pratik değeri düşüktür. Flavilyum katyonlarının, flav-3-en-2-ol (ve cis-2-hidroksikalkonları) asit-baz dengesinde olduğu bilinmektedir. Flav-3-en-2-ol'un iyi bir kuantum verimiyle birlikte (0.29) fotokimyasal olarak trans-2-hidroksikalkona değişebileceğini bildirilmiştir [50]. Bu nedenle trans-2-hidroksikalkon ile flavilyum katyonu

arasındaki fotokromik sistemde yıkıcı olmayan dışa okuma yeteneği foton modlu silinebilme yeteneğiyle uyumlu olabilir. Sulu çözeltide fotokimyasal olarak stabil 4-metoksiflavilyum katyonunun dolaylı foton modlu silinmesinin mümkün olduğuna ilişkin ilk sonuçları bildirdik [51]. Hem 2-hidroksikalkonlar hem de flavliyum katyonlarının absorpsiyon spektrumları gibi fotokromik özelliklerinin 4 pozisyonundaki yer değişene güçlü bir şekilde bağlı olduğu bildirilmektedir [48,52].

Fotokromik bir sistem, denge dışı açık bir sistem olarak düşünülmelidir. Fotokromik reaksiyon mekanizmasının iyi anlaşılması için geçici türlerin listesi ile bunların bağlanma prosesleri tanımlanmalıdır. Bu koşullar altında çiftleşmiş diferansiyel denklemlerin tam seti yazılmalı, analitik veya sayısal olarak sistemin dinamiklerini simüle etmek amacıyla entegre edilmelidir. Bir tür kimyasal olarak tanımlanmış herhangi bir yapı olabilirken, bir proses ise herhangi bir tanımlanabilir aracı olmaksızın ya temel bir adım veya daha komplike bir reaksiyon olabilir.

Fotokromik bir reaksiyonun tetiklenmesi için sistem ışınlanmalıdır. Daha sonra tüm türlerin (uyarılmış durumlar, radikaller, kısa ömürlü izomerler, uzun ömürlü izomerler...) konsantrasyonları dengelenmiş değerlerinden orantısal olarak hem ışık akısına (I_0) hem de yaşam sürelerine geçiş yaparlar. Böylelikle kısa ömürlü türlerin gözlemlenmesi için yüksek yoğunluklu bir ışık akısı gerekir. Flaş fotoliz deneyleri yüksek yoğunluklu bir kısa akımı hızlı saptama yöntemleriyle birleştirir. Öte yandan sürekli irradyasyon tekniği düşük yoğunluklu ışık akıları sağlar ve sonuçta bunlar yalnızca uzun ömürlü türler biriktirebilir. Bu, gözlenen türlerin deneyin zaman ölçeğini belirleyen ömrüdür. Saptama tekniğinin zaman karakteristikleri hesaba katılarak kısa ömürlü türler ancak hızlı saptama metotlarıyla izlenebilir.

Kinetik çalışmaların amacı, temel fotokromik parametrelerin belirlenmesidir. Örneğin bir dizi spiro indolin naftoksazinde absorpsiyon dalga boyları üzerinde kantitatif yerine geçenlerle solvent etkilerinin (polar ve polar olmayan), molar absorpsiyon katsayılarının, termal dengelenmenin, ara çevrim hız sabitinin, aktivasyon enerjilerinin ve quantum verimlerinin gösterilmesi mümkün olmuştur [53]. Yapısal değişikliklerin reaktiviteyi nasıl etkilediğinin araştırılması da ilgi çekicidir. Yapı özelliklerinin ilişkilerinin belirlenmesi, belirli bir seride fotokromik performansı iyileştirmenin bir yoludur. En uygun bileşiklerin seçilmesi amacıyla fotokromik parametrelerin tümünün doğru bilinmesi önemli olup, bunların arasında fotoizomerlerin kuantum verimleri ile UV/görünür spektrumları da yer almaktadır [54].

Işık ve termal işlem, ambiyant bir durumda geri döndürülebilir fotokromik özelliklerini yönetecektir. Spiropan, ultraviyole (UV) ışık illüminasyonu altında renkli

merosiyaninler üreten organik fotokromların muhtemelen en çok bilinen sınıfıdır [55-56]. Merosiyaninler arasındaki elektrostatik çekim sıklıkla bir araya gelmeyi indükler ve kapalı form yapının kesintiye uğramasına neden olabilir.

Merosiyanin yapısı genel olarak kendiliğinden zayıf fotokromizm stabilitesi gösterir. Merosiyanin stabilitesi pratik uygulaması için esas olarak iyileştirilmelidir [57].

Fotokromizmin dinamik gevşeme davranışını incelerken, polimer matrikste iki türde merosiyanin saptayabiliriz. Bazı merosiyaninler kapalı forma kolaylıkla dönmek üzere birbirinden son derece izole olup, geri kalanları ise kümelenmiş moleküler alanda yer almak amacıyla moleküller arası sıkıştırılmış durumdadır. Bu iki farklı türde merosiyanin, görünür ışığa maruz kaldığında fotokromizmin farklı gevşeme davranışlarını gösterir.

Dendritik makromolekül, konvansiyonel organik uzun zincirli lineer polimerlerden farklı benzersiz karakteristikler gösteren nispeten yeni bir materyal sınıfı olarak benimsenmektedir. Dendrimerler son zamanlarda çok fonksiyonlu materyaller olarak büyük ilgi çekmiştir. İyi tanımlanmış yapılandırılmış makromoleküller konvansiyonel lineer polimerlerinkinden farklı olan çok sayıda ilginç özellikler sağlarlar [58-61].

Fotokromik kromoforu çekirdek moleküle dentritik bir kama olarak bağladığımızda, globüler şekilli demet kromofor elde edilebilir. Ayrıca periferdeki kromoforlar intermoleküler olarak kendi aralarında öz-ilişkiyi indüklemek üzere birbiriyle etkileşimde kararsızdır.

Fotokromizmin yanı sıra fotokroslinking de yüksek performanslı polimer matriksi için kullanılan bir diğer iyi bilinen fotokimyasal fenomendir. Pekçok umut veren fotoduyarlı grup arasında kalkon türevleri, UV ışığına yüksek duyarlılıkları ($\lambda = 310 - 350 \text{ nm}$) ve yüksek çapraz bağlama etkinlikleri nedeniyle sıklıkla fotokroslinklenebilir polimerlerin sentezlenmesinde kullanılmıştır [62-64].

Fotokroslinkin fotokromizm stabilitesi üzerindeki etkisi yan zincir fonksiyonel polimerleri kullanılarak hassas bir şekilde araştırılmıştır [65-66].

Polimerlerin fotosertleşmesi, boya ve baskı endüstrilerinde büyük öneme sahip bir alandır ve söz konusu monofonksiyonel monomerlerin fotopolimerizasyonu ile polimerlerin fotokroslinkini içerir. Polimerlerin fotosertleşmesi, fotokroslinklenebilen fonksiyonel grupların yardımıyla polimer ağların oluşumuyla gerçekleşir. Polimer matriksin dansitesini artırmak için genellikle fotokromizmi dahil etmek amacıyla yararlanılan aynı ışık kaynağının irradyasyonu altında indüklenebilir.

Pekçok umut veren fotokroslinklenebilir grup arasında bir kalkon grubu iyi çalışılmış olup, fotokroslinklenebilen yan zincir polimerlerinde kullanılabilir.

1.5. Polimerizasyon Reaksiyonları

Monomerlerin polimerlere dönüştürülmesi iki yolla yapılır.

1. Kondenzasyon Polimerizasyonu

2. Katılma Polimerizasyonu

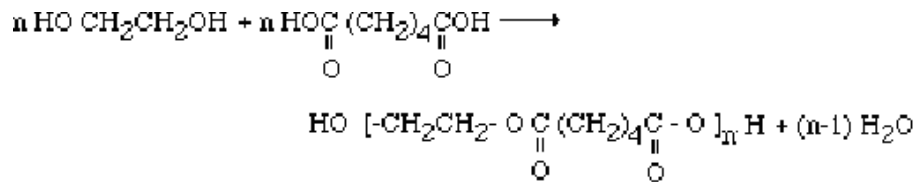
a) Serbest Radikal Katılma Polimerizasyonu

b) İyonik (Anyonik ve Katyonik) Katılma Polimerizasyonu

c) Kontrollü Radikalik Polimerizasyonu (CRP)

1.5.1. Kondenzasyon Polimerizasyonu

Kondenzasyon polimerizasyonu ile elde edilen polimerik içeren yapılardır. Bu tür polimerizasyonlar temel olarak basamaklı polimerizasyon reaksiyonları olarak bilinir. Bu tür yapılarda iki ya da daha fazla fonksiyonlu grupları bulunan moleküller birbirlerine kondenzasyon reaksiyonu ile bağlanarak daha büyük molekül yapıları meydana getirirler. Bu reaksiyon esnasında çoğu kez su molekülü gibi küçük bir molekülün ayrıldığı görülmektedir. Buna Poli (etilen adipat) polimerinin oluşması bu tür reaksiyonlara iyi bir örnek oluşturmaktadır.



Bu reaksiyonda etilen glikol ve adipik asit monomerleri polikondenzasyona maruz kalmıştır. Bu Poliester formülünde köşeli parantez içindeki birim polimer zincirinde tekrarlanmaktadır. Buna “tekrarlanan birim” denir. Tekrarlanan birimin bileşimi reaksiyona giren iki monomerinkinden daha değişiktir. Yukarıda gösterilen reaksiyon bütün fonksiyonlu gruplar tükeninceye kadar devam eder. Bu bir denge reaksiyonu olup daha üst sıcaklıklarda reaksiyona giren maddelerin ve reaksiyon ürünlerinin miktarlarını belirlemekle istenilen yöne götürülebilir.

1.5.2. Katılma Polimerizasyonu

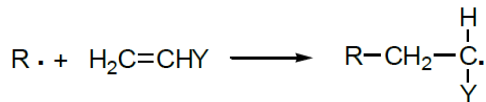
1.5.2.1. Serbest Radikal Polimerizasyonu

Serbest radikal polimerizasyon reaksiyonları zincir (katılma) reaksiyonu şeklinde oluşurlar. Burada temel adım bir radikalın (aktif varlık) akrilatın çifte bağına katılmasıdır. Formülasyonlardaki polimerleşen bileşenler fotoaktif olmadığı için, ışığı absorplayarak uyarılmış halden reaksiyonu başlatacak bir bileşene ihtiyaç duyulur. Bu komponent ışık veya ısı etkisiyle parçalanarak radikalleri üretir. Zincir reaksiyonunda radikalın çifte bağa katılması, bir başka çifte bağa katılacak yeni radikallerin oluşmasını sağlar. Daha sonra aktifleşmiş moleküle arka arkaya monomer molekülleri katılır ve zincir büyür. Monomer moleküllerinin aktifleşmiş moleküle hızla katılması aşamasına “yürüme aşaması” denir. Aktif zincirlerin aktifliği bitince veya ortamda monomer kalmayınca polimerizasyon durur ve sona erer ki buna “sonlanma aşaması” denir.

1.5.2.1.1. Başlama

Uyarılmış molekül radikalleri ve radikal iyonlar, radyasyonla başlatılmış radikal polimerizasyonunun başlatıcıları olarak bilinir.

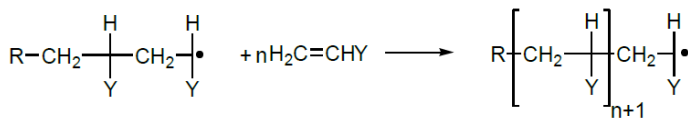
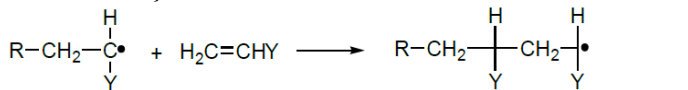
Serbest radikal parçacıkların simetrik olmayan süstitüye alkene katılımı en kararlı radikalın oluşumuna katkıda bulunur. Radikallerin kararlılığı; primer>sekonder >tersiyer şeklindedir, başlama işleminin ikinci kısmında radikal parçacık monomerin çifte bağına katılarak, monomer üzerinde yeni bir radikal merkezi oluşturur.



Şekil 1.10. Monomer üzerinde bir radikal merkezi oluşumu

1.5.2.1.2. Büyüme

Bu aşamada monomer birimleri aktif radikallere bağlanırlar.



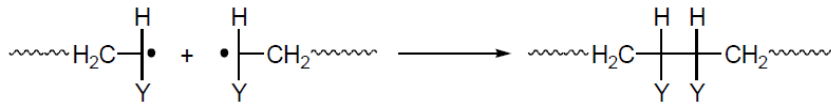
Şekil 1.11. Monomer birimlerinin aktif radikallere bağlanması

1.5.2.1.3. Sonlanma

Büyüyen bir polimer zincirinin sonlanması, iki polimer radikalinin bimoleküler bir reaksiyonunu kapsar. Sonlanma adımı, iki mekanizma yolu ile ilerler.

1.5.2.1.3.1. Birleşme ile sonlanma

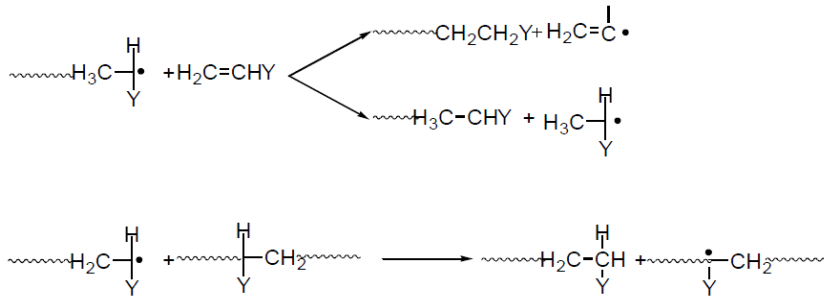
Bir polimer zincirini oluşturmak için iki radikal çifti içindeki katılmalardır.



Şekil 1.12. Birleşme ile sonlanma

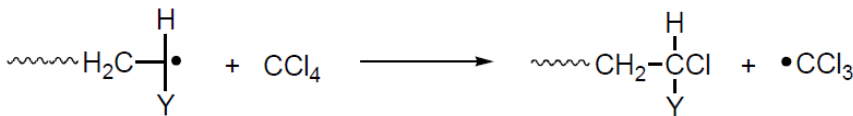
1.5.2.1.3.2. Orantısız sonlanma

Doymamış sonlu bir grubun doymuş sonlu bir grup ile birlikte, iki polimer zincirinin içindeki hidrojen transferi sonucu oluşur.

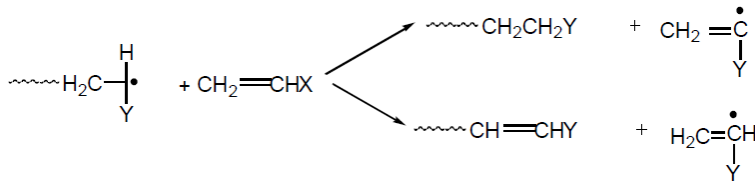


Şekil 1.13. Hidrojen transferi ile orantısız sonlanma

Bu zincir polimerizasyonu başlama, çoğalma ve sonlanma aşamalarından oluşmasına rağmen, diğer reaksiyonlar da oluşabilir ve bu durum da polimerizasyon işlemi etkilenir. Bu reaksiyonlar esnasında zincir transferi, engelleyici ve geciktirici reaksiyonlar meydana gelmektedir. Genel olarak transfer reaksiyonları çözücünden, reaksiyona girmeden kalan monomeren veya bir polimer zincirinden proton alınımını kapsamaktadır [67].



Şekil 1.14. Çözücüye transfer ile orantısız sonlanma



Şekil 1.15. Monomere transfer ile orantısız sonlanma

1.5.2.2. Kontrollü Radikal Polimerizasyonu (CRP)

Polimer kimyasında kontrollü/yaşayan polimerler büyük öneme sahiptir. Yaşayan / kontrollü polimerizasyon şu kriterlere uymalıdır.

- Tüm monomerler tükense bile ürün polimerinde aktif uç olmalı.
- Molekül ağırlığı (M_n), dönüşüm ile doğru orantılı olmalı. Monomer ilave edildiğinde tekrar polimerleşme olmalı ve mol ağırlığı artmalı.
- Polimerlerin molekül ağırlığı reaksiyon stokiyometrisi ile kontrol edilebilmeli.
- Dar molekül ağırlığı dağılımına sahip polimerler üretilebilmeli.
- İkinci monomer ilavesi ile blok kopolimer hazırlanabilmeli.

Son yıllarda yeni kontrollü /yaşayan polimerlerin sentez yöntemleri geliştirilmiştir (CRP). Polimer kimyasında kontrollü/yaşayan polimerler büyük öneme sahiptir. Son yıllarda daha etkin kontrollü/yaşayan serbest radikal polimerizasyon yöntemleri geliştirilmiştir [68-72].

Başlıca kontrollü radikal polimerizasyon (CRP) yöntemleri şunlardır:

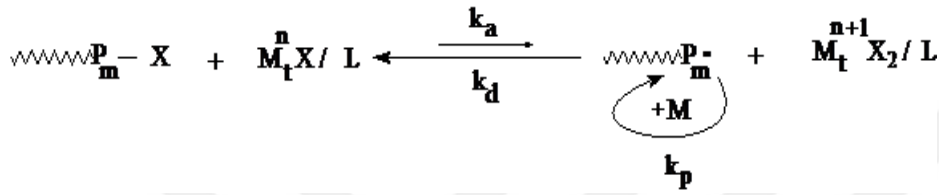
- Atom Transfer Radikal Polimerizasyonu (ATRP) [67-68].
- Tersinir İlave Kırılma Zincir Transfer (RAFT) Polimerizasyonu
- Kararlı Serbest Radikal Polimerizasyonu (SFRP)
- Nitroksit Ortamlı Polimerizasyonu
- Dejeneratif Transfer (DT) Polimerizasyonu

1.6. Atom Transfer Radikal Polimerizasyonu (ATRP)

1995 Yılından beri ATRP ile ilgili çalışmalar hızla devam etmektedir. Başlatıcı olarak aktif halojen bileşikler kullanılmaktadır. Bu başlatıcılar bir katalizörle birlikte etkindirler. Katalizörler iki yükseltgenme basamağına sahip ve bu yükseltgenme basamakları arasındaki geçişlerin radikallerle olabildiği metallerin bazı ligandlarla verdiği komplekslerdir. Bu amaçla kullanılan metaller Cu, Fe, Ru, Ni, Pd ve Pt dir. İlk ikisi belki de ucuzluğundan dolayı daha

yaygın kullanılmaktadır. Bunların CuBr, CuCl ve FeCl₂ bileşikleri kullanılmaktadır. Bu bakır bileşikleri için daha çok tersiyer amin türü bileşikler ligand olarak kullanılmakta, demir bileşikleri için süksinik asit izofitalik asit, iminodiasetik asit gibi bileşikler tercih edilmektedir.

Metal / ligand (M_t^n-X / L) kompleksi katalizörlüğünde çeşitli monomerlerin atom transfer radikal polimerizasyonunun nasıl yürüdüğü aşağıda şematik olarak gösterilmiştir. M_t^n-X / L kompleksi başlatıcıdan bir halojeni radikal olarak koparır ve halojen radikaline elektron vererek bağladığı için kompleksdeki metal yükseltgenir. $X-M_t^{n+1}-X / L$ kompleksi oluşur [68-69].



Şekil 1.16. Çeşitli monomerlerin ATRP mekanizması

Halojeni kaybeden alkil halojenür bileşiği bir alkil radikali oluşturur. Bu basamağa aktivasyon basamağı denir. Polimerizasyonun başlarında bu basamakta başlatıcı tükenmelidir. Bu alkil radikali ortamda bulunan monomere katılarak polimerizasyonu başlatır [70]. Birkaç monomeri kattıktan sonra bu monomerik radikal $X-Cu-II / L$ kompleksinden tekrar halojeni kopararak aktifliğini kaybeder. Bu basamağa da deaktivasyon basamağı denir. Halojeni radikalik olarak kaydeden kompleksteki metal önceki elektronu geri aldığı için tekrar indirgenerek $Cu-I/L$ kompleksine dönüşür. Birkaç monomer katarak halojeni alıp aktifliğini kaybetmiş olan türlerden $Cu-I/L$ Kompleksinin tekrar halojeni önceki gibi kopararak monomerik ucu aktifleştirmesiyle tekrar monomer katmaya devam eder. Reaksiyon, aktivasyon, monomer katma ve deaktivasyon basamakları üzerinden monomer bitinceye kadar devam eder. Atom transfer radikal polimerizasyonunda geleneksel radikal polimerizasyonundaki gibi sonlanma reaksiyonları yok denecek kadar azdır. Polimerik radikallerin en fazla %10 kadarının sonlanma ile ortadan kalkabileceği ile ilgili bilgiler elde edilmiştir. Buna göre elde edilen polimer reaksiyon ortamındaki deaktive olmuş türlerdir. Bunlar aktif halojen taşıdıkları için her an bir başaltıcı gibi etki ederek yeni monomer katma özelliğine sahiptirler. Bu nedenle bu tür polimerlere yaşayan polimer denir. Bu yolla elde edilen polimerlerin zamanla ortalama molekül ağırlıkları artar ve başlatıcı polimerizasyonun başında tükenip monomer katmağa başladığı için yaklaşık bütün zincirler kısa bir zaman aralığında büyümeye başlar. Sonlanma da olmadığı için polimerik zincir boyları birbirine

yakındır yani oluşan polimerin molekül ağırlığı dağılımı dar ve heterojenlik indisi küçük olur ($H.I=1,05-1,7$). Teorik olarak $DP = \Delta [M] / [I_0]$ yazılabilir. Burada $\Delta [M]$, dönüşen monomer derişimi; $[I_0]$ başlangıçtaki başlatıcı derişimidir.

Genel olarak atom transfer radikal polimerizasyon yönteminden faydalanılarak random, blok, graft, star [70-71] gibi çeşitli bileşenli ve geometrik yapıli kopolimerlerin hazırlanması ve ortaya çıkarılmasın da başarılı bir şekilde kullanılmış ve bu yapıli monomerlerin uç fonksiyonalliteleri çok iyi bir şekilde kontrol altına alınabilmiştir.

1.7. Polimerlerin Dielektrik Özellikleri

Dielektrik malzemeler elektrik alana mağruz kaldıklarında bünyesinde bir enerji depolarlar. Bu özelliğı gösteren maddeler dielektrik adı altında sınıflandırılırlar. Dielektrik sabiti elektrik alan etkisinde bir malzeme içinde depolanan ve kaybedilen enerjinin büyüklüğünün bir ölçüsüdür. Malzemenin dielektrik sabiti, pozitif ve negatif iki yük arasındaki elektrostatik kuvveti azaltır. Böylece dielektrik sabiti bir malzemenin polarlanabilme kapasitesinin bir derecesi olarak bilinir.

Dielektrik malzemeler elektriğı iletmezler, fakat uygulanan elektrik alandan fazlaca etkilenirler. Bir malzemeye elektrik alan uygulandığında atomlar ve elektron yer değıştirir. Bu yer değıştirmenin neticesinde yük merkezleri kaymakta elektriksel polarlanma oluşmaktadır. Meydana gelen bu elektriksel dipoller sayesinde dielektrik malzemenin yüzeyinde elektriksel yük birikimi oluşur. Polarlanabilme, malzemenin elektrik alana karşı gösterdiği bir dirençtir. Dielektrik sabiti ise polarlanabilirliğıin bir ölçüsüdür [74].

Dielektrik maddeler üzerinde bir dış elektrik alanın etkileri polarlanabilme, dielektrik sabiti ve elektriksel kutuplanma gibi terimlerle ifade edilir. Bir malzemenin elektriksel açıdan hangi oranda yalıtkan olduğunun bir ölçüsü dielektrik sabiti olarak bilinir.

Bir dielektrik madde sabit bir potansiyel altında yüklenen kondansatörün levhaları arasına yerleştirildiğinde potansiyel farkı düşer çünkü dielektrik malzemenin kutuplanması sonucu oluşan kutuplanma alanı, uygulanan dış alana zıt yönlüdür. Bu durumda uygulanan dış alanı zayıflatacaktır.

Boşlukta iki elektriksel yük arasındaki elektrostatik kuvvetin aynı yüklerin maddesel bir ortamda iken aralarındaki elektrostatik kuvvete oranına dielektrik sabiti denir.

Dielektrik ortamın kutuplanması etki eden elektrik alana bağıli olmasına rağmen kutuplanmanın derecesi yalnızca elektrik alan şiddetine bağıli değıildir. Ortamdaki moleküllerin özellikleri de kutuplanmanın derecesinde önemli bir rol aynar [75].

Son yıllarda polimerlerin dielektrik özellikleri ile ilgili detaylı çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bu çalışmalarda dielektrik özelliklerin genellikle artan frekans ve sıcaklığa bağlı olarak değişimleri araştırılmıştır. Polimerlerin dielektrik sabiti genelde, 1.9-2.0'den büyüktür ve uygulanan sıcaklıktan ve frekanstan etkilenmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalardan ve araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre frekans yükseldikçe dielektrik sabiti azalmakta, yüksek frekanslarda sabit kaldığı görülmektedir [76].

Katı maddelerin dielektrik sabitlerinin ölçümü, C (kapasitans) ve DF (Kayıp faktörü) değerleriyle bulunmaktadır. Dielektrik sabitinin hesaplanması aşağıdaki şekilde gösterilmiştir [77].

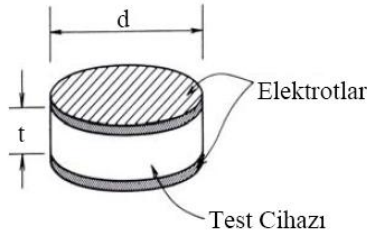
$$\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r = (t/A) \cdot C \quad [\text{F/m}]$$

$$\varepsilon_r = \frac{t \cdot C}{A \cdot \varepsilon_0} = \frac{t \cdot C}{\pi \cdot (d/2)^2 \cdot \varepsilon_0}$$

Burada ε : Dielektrik sabiti

ε_0 : Boşluğun dielektrik sabiti (8.854×10^{-12})

ε_r : Test cihazının bağıl dielektrik sabiti, t : Numunenin kalınlığı(m), A : Numunenin alanı(m²), C : Numunenin kapasitansı (F), d : Numunenin çapı (m).



Şekil 1.17. Elektrotlu test cihazı

Dielektrik özellikleri ifade etmekte kullanılan diğer bir kavram ise kayıp tanjantı olarakda bilinen dielektrik kayıp faktörüdür.

$$\tan \delta = D = \frac{\varepsilon_r''}{\varepsilon_r'}$$

ε_r' : Dielektrik sabitinin reel kısmı, ε_r'' : Dielektrik sabitinin sanal kısmı, $\tan \delta$: Dağılım (Kayıp) faktörü, D: Test edilen numunenin dağılım faktörüdür.

1.8. Bozunma Aktivasyon Enerjisinin Belirlenmesi

Kinetik veriler temelinde polimerlerin aktivasyon enerjilerini belirleyebilmek için Kissinger, Flynn-Wall-Ozawa, Friedman, Coats-Redfern yöntemleri gibi pek çok yöntem geliştirilmiştir. Flynn-Wall-Ozawa (F-W-O) integral yöntemi aktivasyon enerjisi belirlemek için kullanılan yaygın bir yöntemdir.

Bu yöntemde dönüşüm değerleri kullanılarak aktivasyon enerjisi belirlenir. Farklı dönüşüm değerleri için $1/T$ 'ye karşı $\log \beta$ değerlerinin grafiğe geçirilmesi sonucu aktivasyon enerjisi hesaplanır [78].

$$\log \beta = \log \frac{A E_a}{g(\alpha) R} - 2.315 - \frac{0.457 E_a}{RT}$$

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Kullanılan Cihazlar

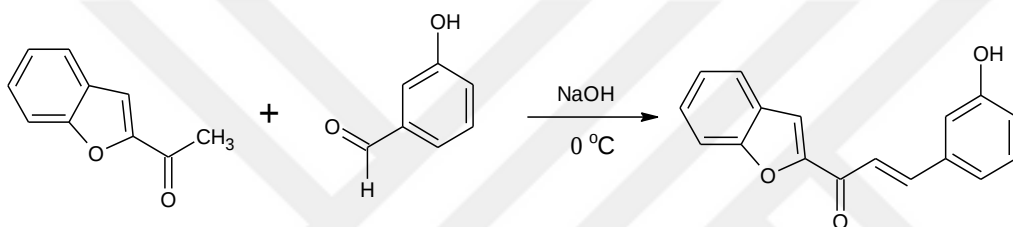
- Tartımlar için elektronik terazi: Chyo J.L.180
- ^1H -NMR spektrumlarının alınması için Bruker 400 MHz NMR spektroskopisi
- IR spektrumları için Perkin Elmer Spectrum One FT-IR spektrometresi
- DSC ölçümleri için SHIMADZU marka DSC-50 termobalans
- TGA ölçümleri için SHIMADZU marka TGA-50 termobalans
- UVG-54 Model 254 nm UV lamp
- UV ölçümleri için T80 UV/VIS spektrometresi
- Elektro- Mag M 50 model etüv
- Jubbo ET401 marka magnetik karıştırıcı
- Yağ banyosu, sıvı yağ (motor yağı) ve termostat
- Cam malzeme olarak; değişik ebatlardaki polimerizasyon tüpleri, termometre, mezür, huni, erlen, beher, baget, pipet, damlalık, petri kabı, süzgeç kağıdı .

2.2. Kullanılan Kimyasal Maddeler

- **Kurutucular** : Magnezyum sülfat (MgSO_4), kalsiyum klorür (CaCl_2)
- **Başlatıcı** : Radikalik polimerizasyon için AIBN, ATRP için 4-(klormetil)-2-okso-2H-kromen-7-il klorasetat
- **Durdurucu** : Hidrokinon
- **Monomer** : Benzil metakrilat
- **Çözücüler** : 1,4-Dioksan, tetrahidrofuran, diklorometan, kloroform ve NMR spektrumları için döterolanmış kloroform (d-kloroform)
- **Çöktürücüler** : Etil alkol, n- hekzan, Eter
- **Katalist Sistem** : CuBr ve 2,2' - bipiridin
- **İnert Gaz** : Argon gazı
- **Kimyasallar** : Tebax, NaI , NaHCO_3 , $\text{BF}_3 \cdot \text{Et}_2\text{O}$, 3-hidroksi benzaldehit, 4-hidroksi benzaldehit, Klor asetil klorür, Vanilin, Spiropiran türevleri, Metakriloil klorür

2.3. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (3a)'un Sentezi

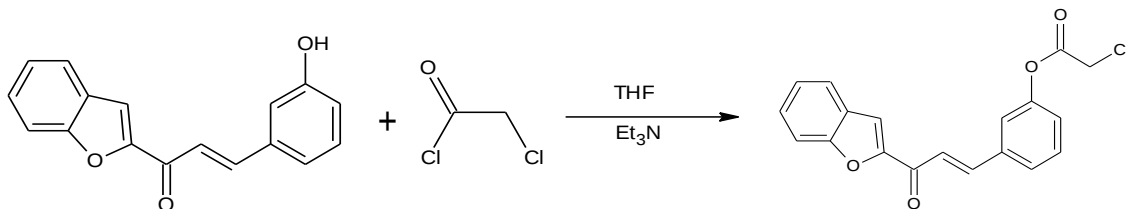
Üç ağızlı 100 mL lik reaksiyon balonuna 1-(1-Benzofuran-2-il) etanon maddesinden 2,187 g (0,0136 mol), 3-hidroksibenzaldehitten 1,667 g (0,0136 mol) ve 25 ml metanol ilave edildi. Elde edilen karışım bir süre karıştırıldıktan sonra 0 °C ye buz ile soğutuldu. Daha sonra 1 M NaOH çözeltisinden 18 mL damla damla ilave edilerek karıştırıldı. NaOH ilavesi bittikten sonra karışım, oda sıcaklığında 3 saat karıştırıldı ve daha sonra buzdolabında 1 gece bekletildi. 250 mL suda çöktürüldü ve % 5 lik HCl ile nötrleştirildi. Çöken katı süzülüp kurutulduktan sonra etanolde kristallendirildi. %Verim: 40. E.n: 189 °C. Yapı karakterizasyonu FT-IR, ¹H-NMR ve ¹³C-NMR spektroskopi teknikleriyle yapıldı.



Şekil 2.1. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on(3a)'un sentez şeması

2.4. 3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil klorasetat (3b)'ın Sentezi

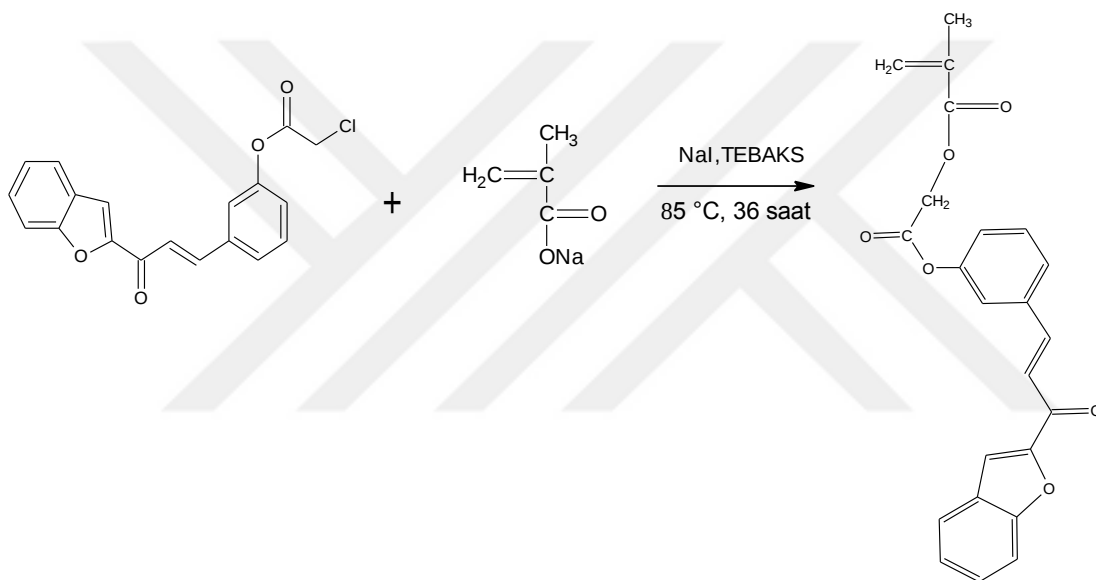
Üç ağızlı 100 mL lik bir reaksiyon balonuna (3a) nolu bileşikten 0,7 g (0,00265 mol); Trietilamin den 0,28 g (0,39 mL, 0,0028 mol) ve 15 ml THF konuldu. Daha sonra 0 °C ye soğutulan reaksiyon karışımına damla damla Klorasetilklorür 0,34 g (0,24 ml, 0,003 mol) ilave edildi. Reaksiyon 25 °C'de 24 saat sürdürüldü. Karışım suda çöktürüldü ve süzüldü. Kurutulduktan sonra etanolde kristallendirildi. %Verim:60, E.n.: 159 °C.



Şekil 2.2. 3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (3b)'ın sentez Şeması

2.5. 2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat Sentezi (3c)

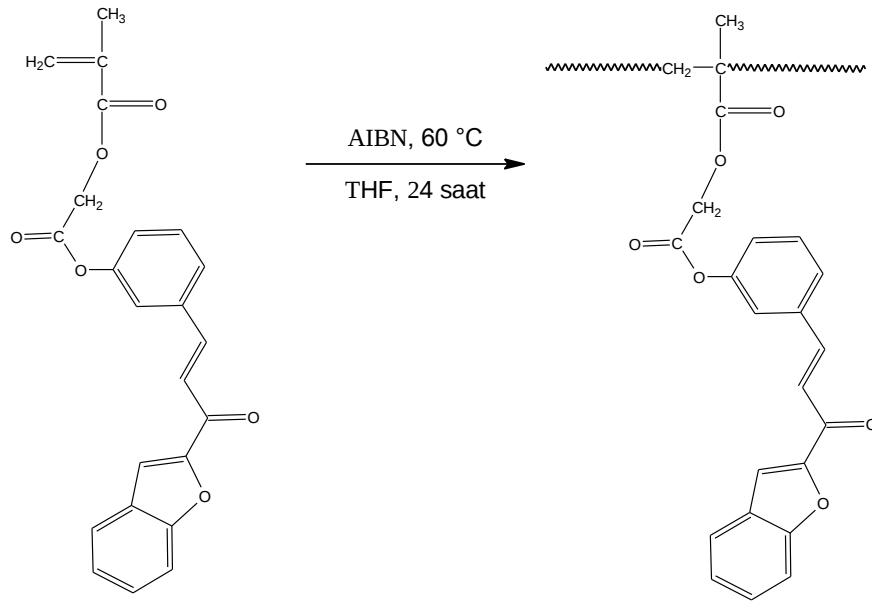
Üç ağızlı 100 mL lik bir reaksiyon balonuna (3b) nolu bileşikten 1 g alınıp asetonitril’de çözüldü. Daha sonra üzerine molce 1,2 katı sodyum metakrilat ilave edildi. Üzerine hidrokinon konuldu. Faz transfer ajanları olarak Tebaks ve NaI ilave edildi. Reaksiyon 36 saat boyunca reflaks edildi. Karışım süzüldü, süzüntüdeki çözücü uzaklaştırıldı ve madde diklor metan fazına alındı. İlk önce %5’lik NaOH çözeltisi ile yıkandı ve daha sonra NaHCO₃ ve saf su ile 3 kere yıkandı. Organik fazdaki madde içerisine MgSO₄ ilave edilerek 1 gece bekletildi. Daha sonra çözücü evaporatörde uzaklaştırıldı.



Şekil 2.3. 2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (3c)’ın sentez şeması

2.6. Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) Sentezi (3P)

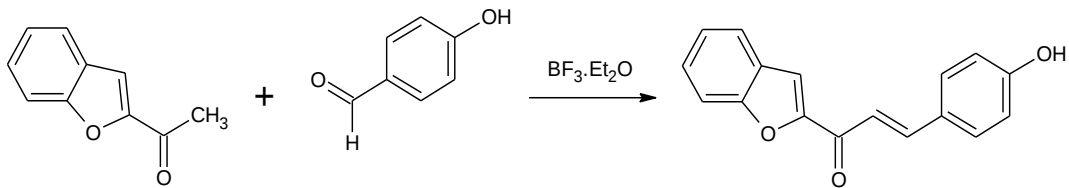
1 g 2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) monomeri hassas bir şekilde tartıldı ve THF de çözülerek polimerizasyon tüpüne alındı. Monomerin kütlegece %1’i kadar AIBN başlatıcı tartıldı ve tüpe ilave edildi. Reaksiyon azot gazından geçirildi. 60 °C’deki yağ banyosunda 24 saat polimerleştirildi. Polimerizasyon sonlandıktan sonra, etil alkolde polimer çöktürüldü ve süzüldü. Elde edilen sarı renkli ürün vakum altında 40 °C’de 1 gün kurutuldu. Yapı karakterizasyonu FT-IR ve NMR teknikleriyle yapıldı. Polimerin termal özellikleri DSC ve TGA sistemleriyle incelendi. Polimerin fotokromik özellikleri UV ve UV-VIS teknikleriyle incelendi.



Şekil 2.4. Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'ın sentez şeması

2.7. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'nın Sentezi

Üç ağızlı 100 mL lik reaksiyon balonuna 1-(1-Benzofuran-2-il) etanon maddesinden 2 g (0,0125 mol) ve 4-hidroksi benzaldehit 1,525 g (0,0125 mol) konuldu. Hazırlanan karışıma 10 ml kuru 1,4-dioksan ilave edilerek bir süre oda sıcaklığında karıştırıldı. Sonra karışıma 1,77 g (1,56 ml, 0,0125 mol) $\text{BF}_3 \cdot \text{Et}_2\text{O}$ damla damla bırakıldı. Karışım oda sıcaklığında 3 saat karıştırılarak devam etti. Daha sonra 500 mL suda çöktürüldü, eterle yıkandı ve süzülerek kurutuldu. %Verim:40. E.n: 254 °C.

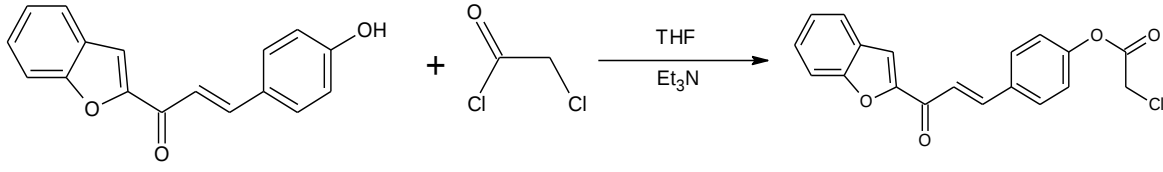


Şekil 2.5. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'nın sentez şeması

2.8. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxopropen-1-il] fenil klorasetat'ın Sentezi (4b)

Üç ağızlı 100 mL lik bir reaksiyon balonuna (4a) nolu bileşikten 0,7 g (0,00265 mol); trietil aminden 0,28 g (0,39 ml, 0,0028 mol) ve 15 mL THF konuldu. Daha sonra 0 °C ye soğutulan reaksiyon karışımına damla damla klorasetilklorür 0,34 g (0,24 mL, 0,003 mol)

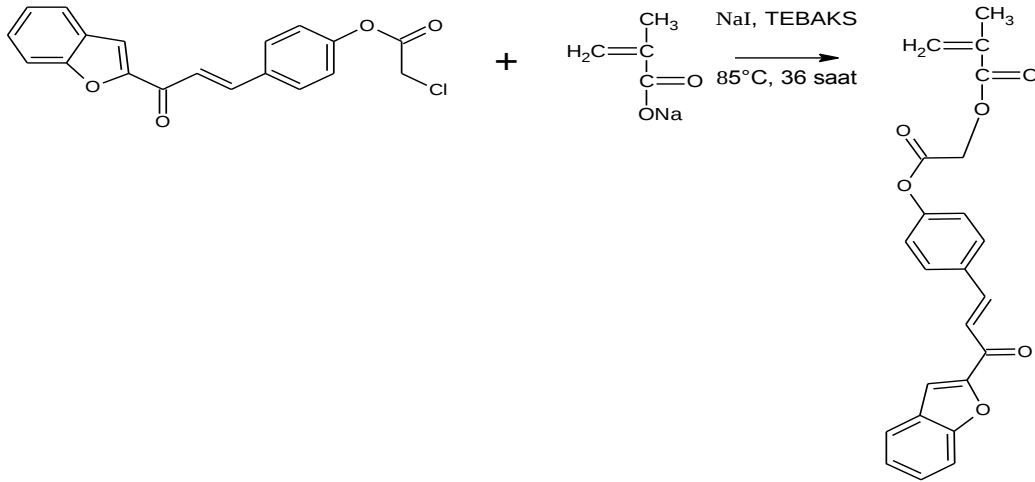
ilave edildi. Reaksiyon 25 °C de 24 saat sürdürüldü. Karışım suda çöktürüldü ve süzüldü. Kurutulduktan sonra etanolde kristallendirildi. % Verim:58, E.n.: 152 °C.



Şekil 2.6. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat' ın sentez (4b) şeması

2.9. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat Sentezi (4c)

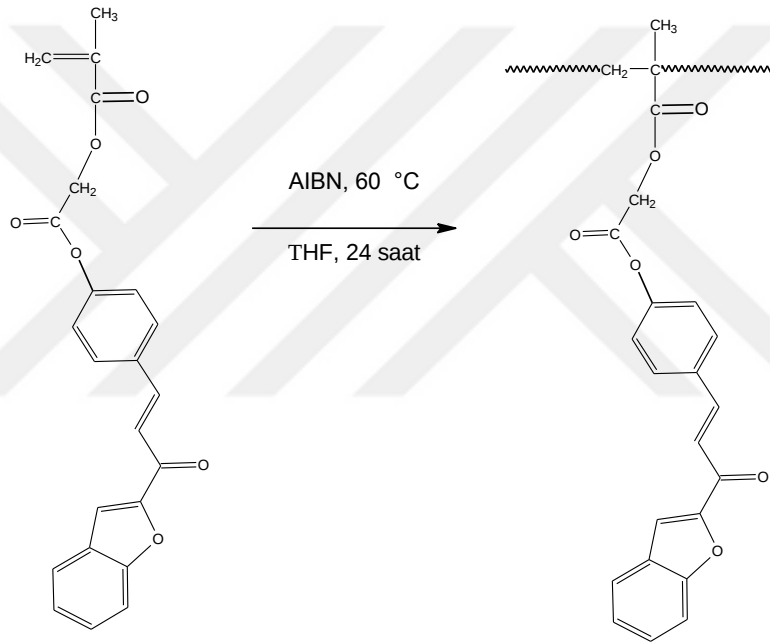
Üç ağızlı 100 mL lik bir reaksiyon balonuna (4b) nolu bileşikten (1 g) alınıp asetonitril'de çözüldü. Daha sonra üzerine molce 1,2 katı sodyum metakrilat ilave edildi. Üzerine hidrokinon konuldu. Faz transfer ajanları olarak Tebaks ve NaI ilave edildi. Reaksiyon 36 saat boyunca reflaks edildi. Karışım süzüldü, süzöntüdeki çözücü uzaklaştırıldı ve madde diklor metan fazına alındı. İlk önce %5'lik NaOH çözeltisi ile yıkandı ve daha sonra NaHCO₃ ve saf su ile 3 kere yıkandı. Oganik fazdaki madde içerisine MgSO₄ ilave edilerek 1 gece bekletildi. Daha sonra çözücü evaporatörde uzaklaştırıldı.



Şekil 2.7. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilatın sentez (4c) şeması

2.10. Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) Sentezi (4P)

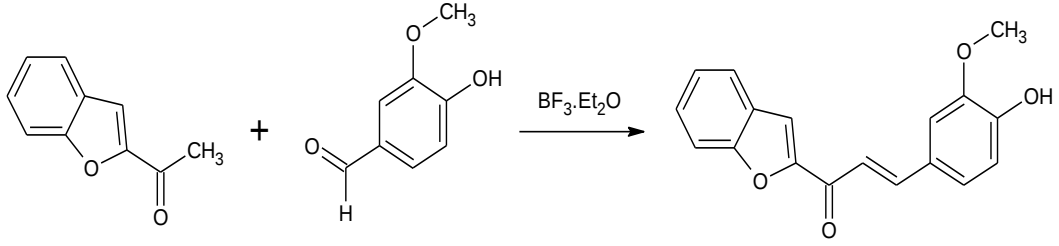
1 g 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat monomeri hassas bir şekilde tartıldı ve THF de çözülerek polimerizasyon tüpüne alındı. Monomerin kütlece % 1'i kadar AIBN başlatıcı tartıldı ve tüpe ilave edildi. Reaksiyon azot gazından geçirildi. 60 °C'deki yağ banyosunda 24 saat polimerleştirildi. Polimerizasyon sonlandıktan sonra, etil alkolde polimer çöktürüldü ve süzüldü. Elde edilen sarı renkli ürün vakum altında 40 °C'de 1 gün kurutuldu. Yapı karakterizasyonu FT-IR ve NMR teknikleriyle yapıldı. Polimerin termal özellikleri DSC ve TGA sistemleriyle incelendi. Polimerin fotokromik özellikleri UV ve UV-VIS teknikleriyle incelendi.



Şekil 2.8. Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın sentez şeması

2.11. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on'un Sentezi (5a)

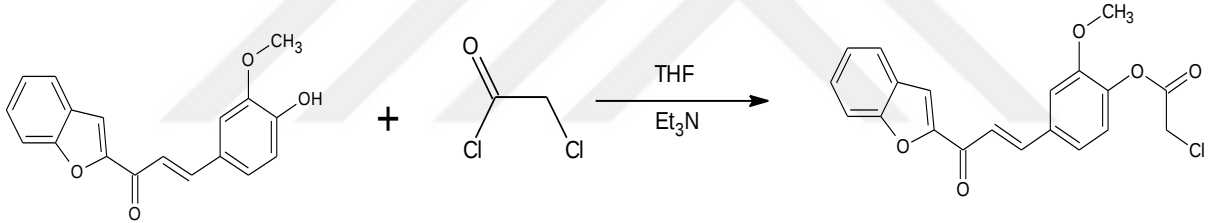
İki ağızlı 250 mL lik reaksiyon balonuna 1-(1-Benzofuran-2-il) etanon maddesinden (Asetil benzofuran) 2 g (0,0125 mol) ve 1,9 g Vanilin (0,0125 mol); ilave edildi. Yapılan karışıma 10 mL kuru 1,4-dioksan ilave edildi. Reaksiyon oda sıcaklığında bir süre karıştırıldı. Elde edilen çözeltiye 1,77 g (1,56 mL, 0,0125 mol) $\text{BF}_3 \cdot \text{Et}_2\text{O}$ damla damla ilave edildi ve oda sıcaklığında 3 saat karıştırıldı. Daha sonra 250 mL suda çöktürüldü. Çöken kısım süzülerek kurutuldu ve eterle yıkandı. %Verim:41. E.n: 177 °C.



Şekil 2.9. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on' un sentez (5a) şeması

2.12. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat'ın Sentezi (5b)

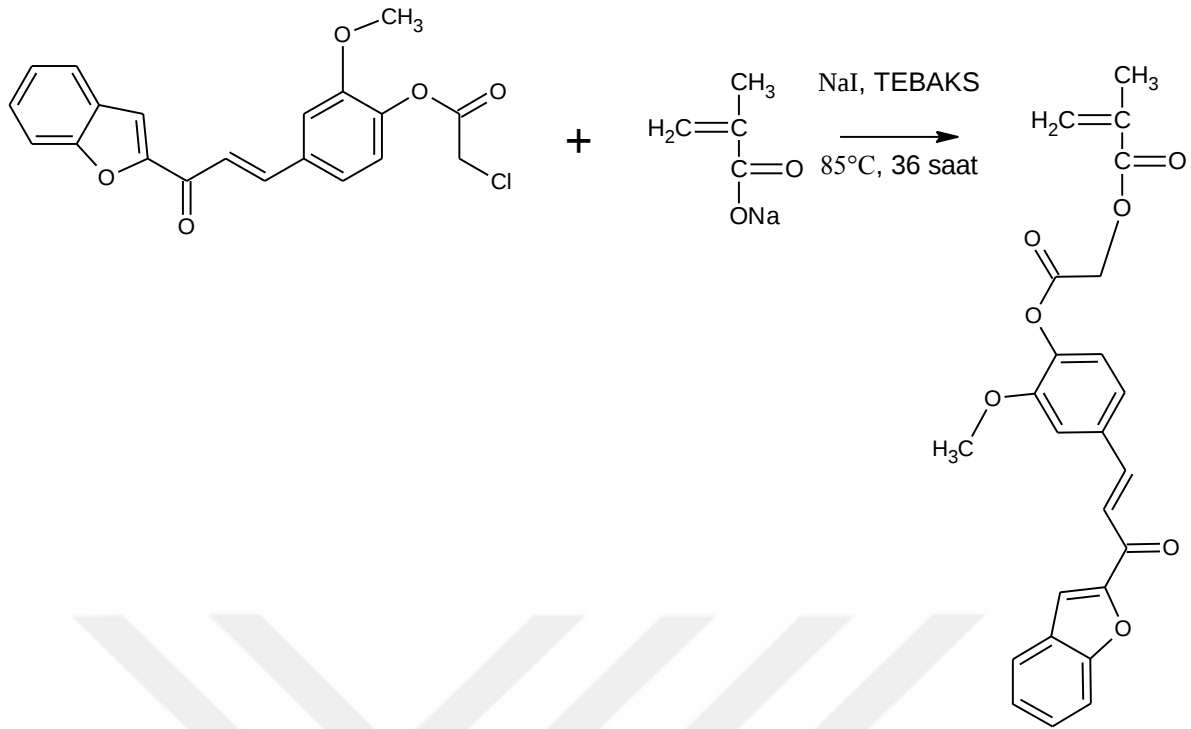
Üç ağızlı 100 mL lik bir reaksiyon balonuna (5a) nolu bileşikten 0,7 g (0,00265 mol), trietilen aminden 0,28 g (0,39 mL, 0,0028 mol) ve 15 ml THF konuldu. Daha sonra 0 °C ye soğutulan reaksiyon karışımına damla damla Klorasetil klorür 0,34 g (0,24 mL, 0,003 mol) ilave edildi. Reaksiyon 25 °C de 24 saat sürdürüldü. Karışım suda çöktürüldü ve süzüldü. Kurutulduktan sonra etanolde kristallendirildi. %Verim:63, E.n.: 178 °C.



Şekil 2.10. 4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat'ın sentez (5b) şeması

2.13. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat Sentezi (5c)

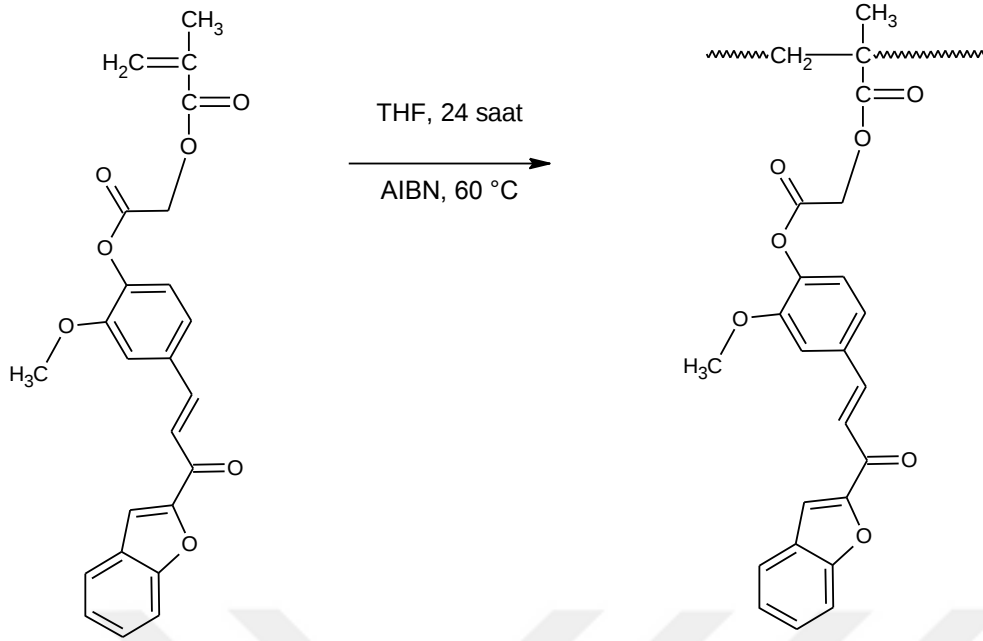
Üç ağızlı 100 mL lik bir reaksiyon balonuna (5b) nolu bileşikten (1 g) alınıp asetonitril'de çözüldü. Daha sonra üzerine molce 1,2 katı sodyum metakrilat alındı. Üzerine hidrokinon konuldu Faz transfer ajanları olarak Tebaks ve NaI ilave edildi. Reaksiyon 36 saat boyunca reflaks edildi. Karışım süzüldü, süzüntüdeki çözücü uzaklaştırıldı ve madde diklor metan fazına alındı. İlk önce %5'lik NaOH çözeltisi ile yıkandı ve daha sonra NaHCO₃ ve saf su ile 3 kere yıkandı.



Şekil 2.11. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilatın sentez (5c) şeması

2.14. Poli(2-{4-[(1E)-3(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil - 2-metakrilat) Sentezi (5P)

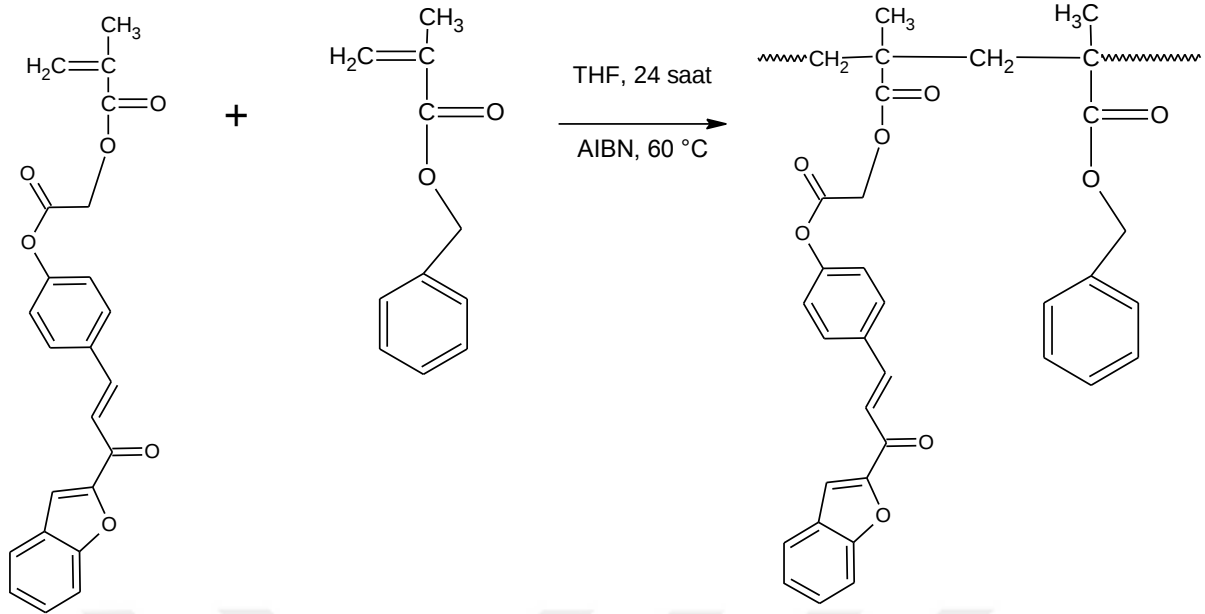
1 g 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat monomeri hassas bir şekilde tartıldı ve THF de çözülerek polimerizasyon tüpüne alındı. Monomerin kütlege % 1'i kadar AIBN başlatıcı tartıldı ve tüpe ilave edildi. Reaksiyon azot gazından geçirildi. 60 °C'deki yağ banyosunda 24 saat polimerleştirildi. Polimerizasyon sonlandıktan sonra, etil alkolde polimer çöktürüldü ve süzüldü. Elde edilen sarı renkli ürün vakum altında 40 °C'de 1 gün kurutuldu. Yapı karakterizasyonu FT-IR ve NMR teknikleriyle yapıldı. Polimerin termal özellikleri DSC ve TGA sistemleriyle incelendi. Polimerin fotokromik özellikleri UV ve UV-VIS teknikleriyle incelendi.



Şekil 2.12. Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-yl)-3-oxoprop-1-en-1-yl]-2-methoxyphenoxy}-2-oxoetil 2-metakrilat)'ın sentez (5P) Şeması

2.15. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat Kopolimerin Sentezi (KP1)

Sentezlenen ve karakterizasyonu yapılan (4c) monomeri ve ticari olarak kullanılan benzil metakrilat monomeri 1:1 oranında tartıldı ve THF de çözülerek polimerizasyon tüpüne alındı. Monomerin kütlege % 1'i kadar AIBN başlatıcı tartıldı ve tüpe ilave edildi. Reaksiyon azot gazından geçirildi. 60 °C'deki yağ banyosunda 24 saat polimerleştirildi. Polimerizasyon sonlandıktan sonra, etil alkolde polimer çöktürüldü ve süzüldü. Elde edilen sarı renkli ürün vakum altında 40 °C'de 1 gün kurutuldu. Yapı karakterizasyonu FT-IR ve NMR teknikleriyle yapıldı. Polimerin termal özellikleri DSC ve TGA sistemleriyle incelendi. Kopolimerin fotokromik özellikleri UV ve UV-VIS teknikleriyle incelendi.

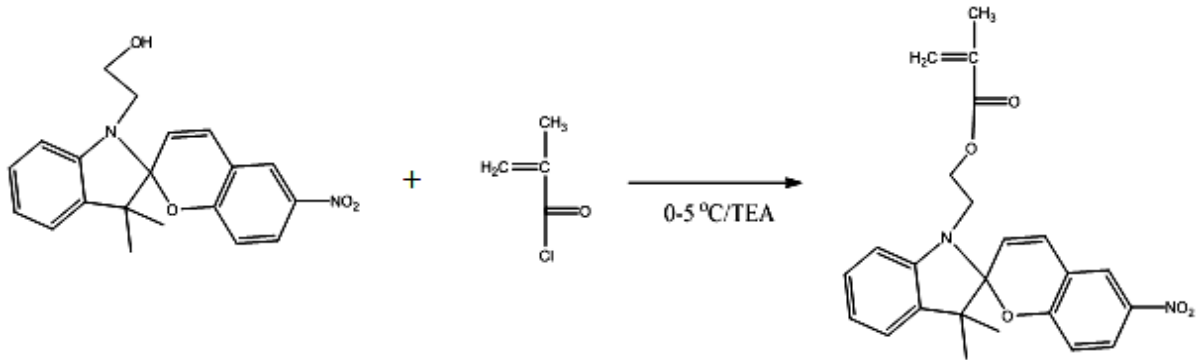


Şekil 2.13. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-yl)-3-oxoprop-1-en-1-yl]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve benzil metakrilatın kopolimerin sentez şeması

2.16. 2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-İndolin]-1'-il) etil metakrilat

Monomerinin Sentezi

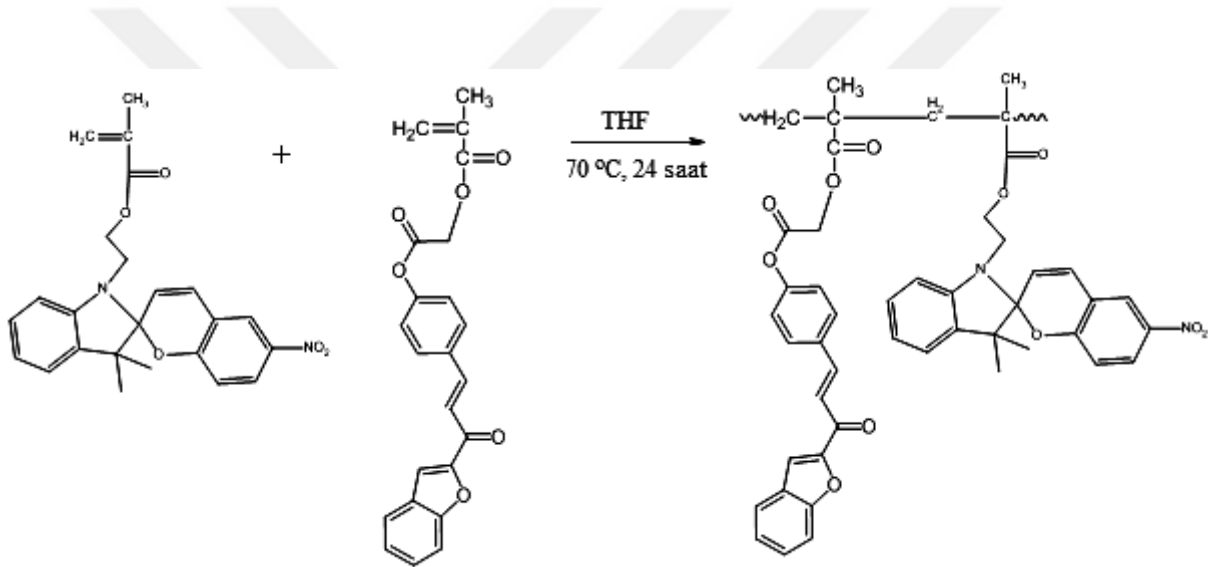
1 Gram 2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etan-1-ol hassas bir şekilde tartılıp aliminyum folyo ile kaplanan 50 mL lik balonda diklormetan (15 mL) ile çözüldü. Üzerine 0.285 gram trietil amin konuldu. Reaksiyon azot gazı ortamında 0-5 °C'ye soğutuldu ve üzerine 0.296 gram metakriloil klorür damla damla ilave edildi. Reaksiyon 24 saat sonra sonlandırıldı ve oluşan tuz süzüldü. Çözücü uzaklaştırıldıktan sonra 2:1 diklormetan-petrol eteri karışımında kolon ile ayrıldı.



Şekil 2.14. 2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il) etil metakrilat monomerinin sentezi

2.17. 2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il) etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil-2-metakrilat Kopolimerin Sentezi (KP2)

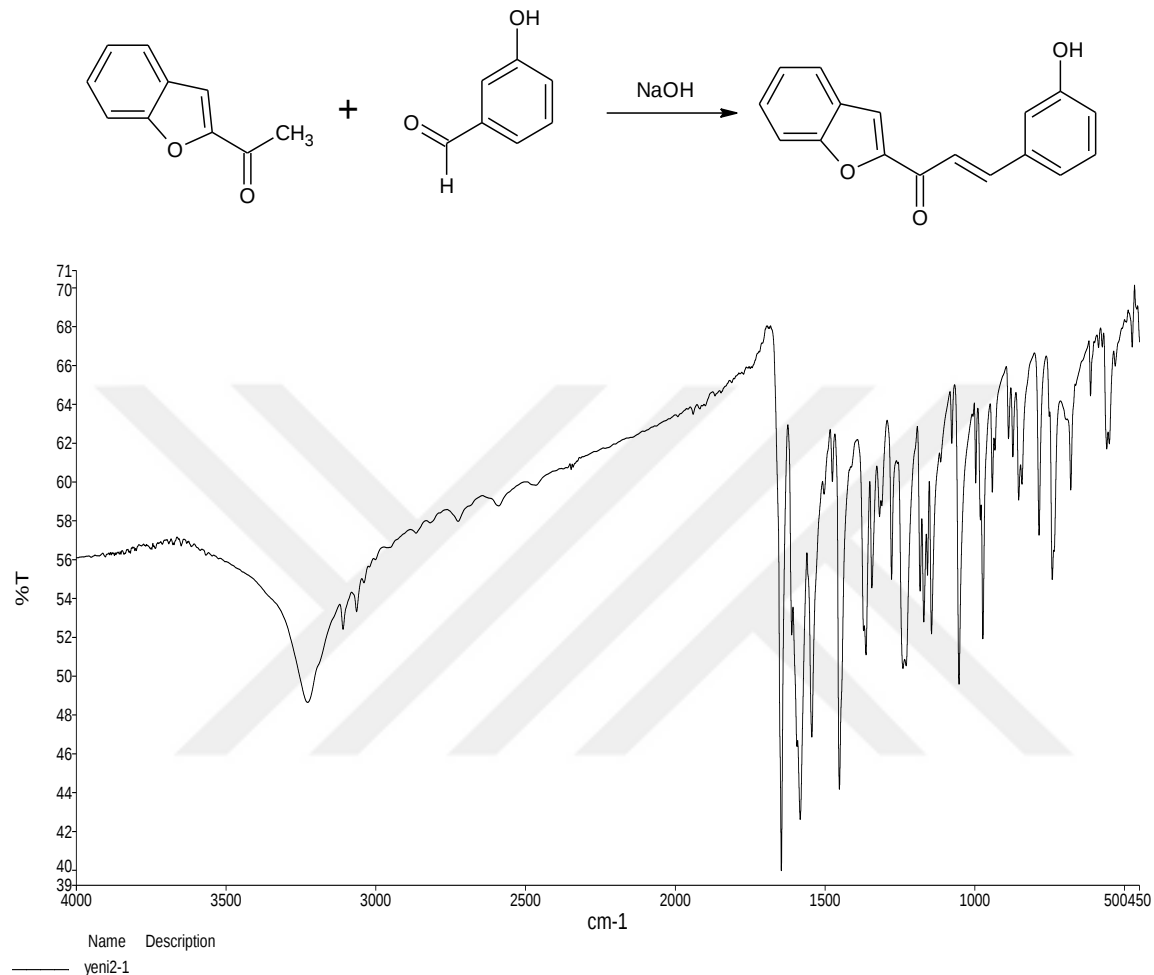
Sentezlenen ve karakterizasyonu yapılan monomerler 1:4 oranında tartıldı ve THF de çözülerek polimerizasyon tüpüne alındı. Monomerin kütlece % 1'i kadar AIBN başlatıcı tartıldı ve tüpe ilave edildi. Reaksiyon azot gazından geçirildi. 60 °C'deki yağ banyosunda 24 saat polimerleştirildi. Polimerizasyon sonlandıktan sonra, etil alkolde polimer çöktürüldü ve süzüldü. Elde edilen sarı renkli ürün vakum altında 40 °C'de 1 gün kurutuldu. Yapı karakterizasyonu FT-IR ve NMR teknikleriyle yapıldı. Polimerin fotokromik özellikleri UV ve UV-VIS teknikleriyle incelendi.



Şekil 2.15. 2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat kopolimerin sentez şeması

3. BULGULAR

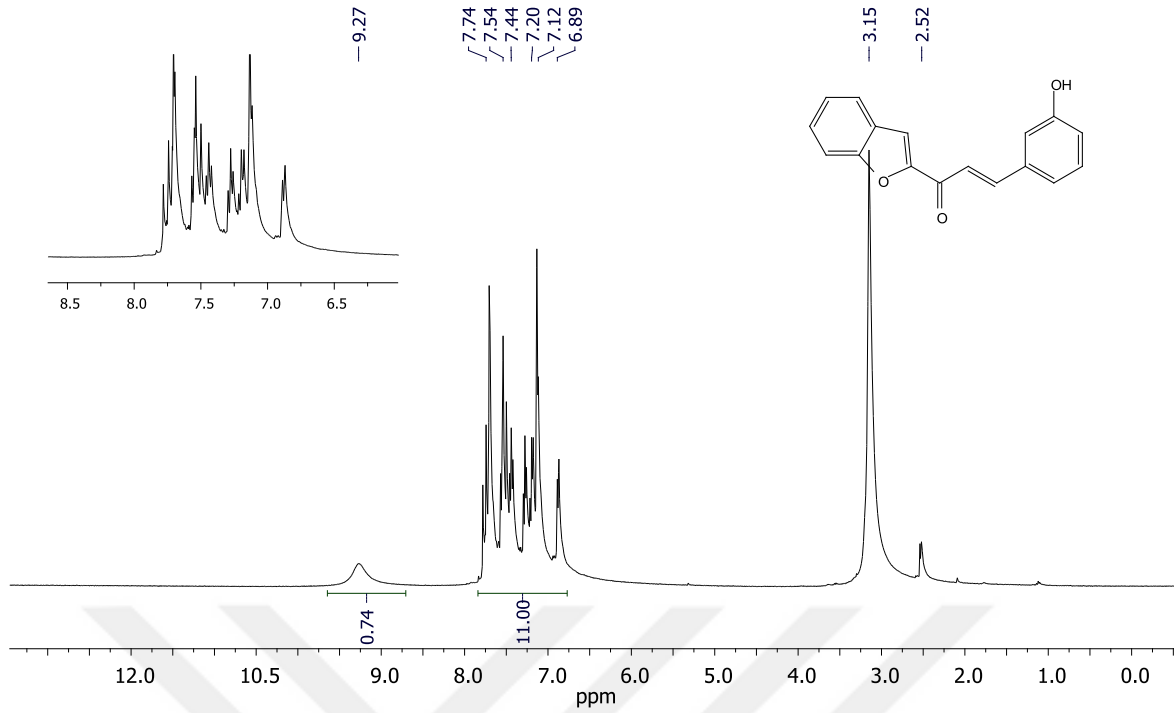
3.1. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (3a)'un Sentezi



Şekil 3.1. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (3a)'un FT-IR spektrumu

Tablo 3.1. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (3a)'un bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirme

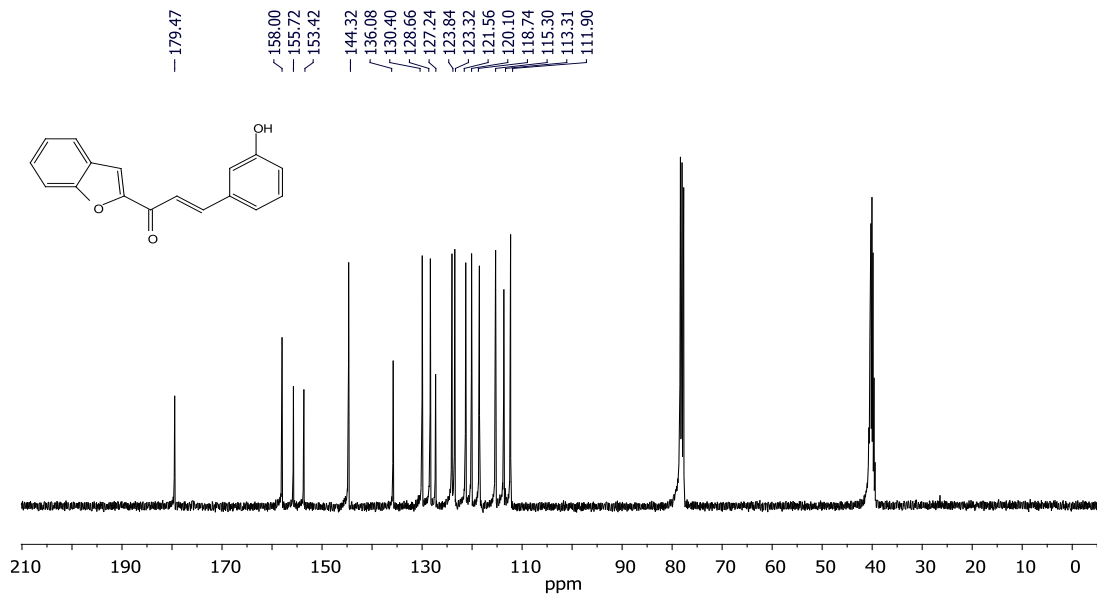
Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Titreşim Türü
3063–3041 ve 2929–2882	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1640	-C=O Keton karbonili
1588-1599	Aromatik C=C çift bağ gerilmesi
1456-1320	Alifatik C-H eğilmesi
1130	C-O asimetrik gerilme
3250	OH gerilmesi
1609	Alifatik C=C çift bağ gerilmesi



Şekil 3.2. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on(3a)'un ^1H -NMR spektrumu

Tablo 3.2. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on(3a)'un bazı karakteristik ^1H -NMR spektrum değerlendirmesi

	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(3a)	7,74- 6,89	Aromatik halka protonları
	9,27	-OH protonu
	2,5 ve 3,2	DMSO-d6 proton kalıntısı ve su piki

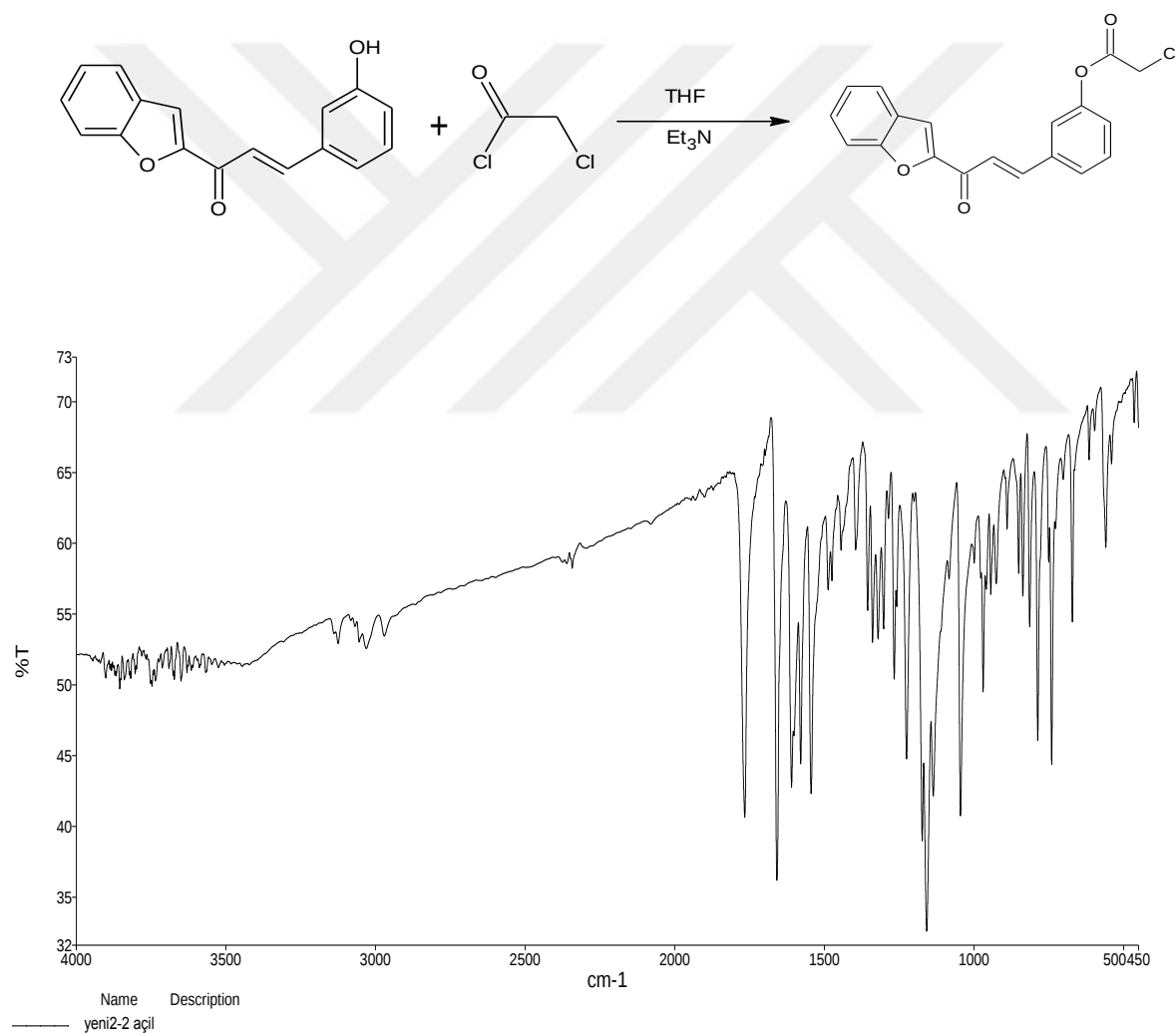


Şekil 3.3. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on'un ^{13}C -NMR spektrumu

Tablo 3.3. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on'un bazı karakteristik ^{13}C -NMR spektrum değerlendirmesi

	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(3a)	128,66-121,56-114,32	Aromatik halka karbonları
	179,47	(-C=O) keton karbonu
	158,00	Oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbonu)
	136,08	-C=O grubuna bağlı vinil karbon

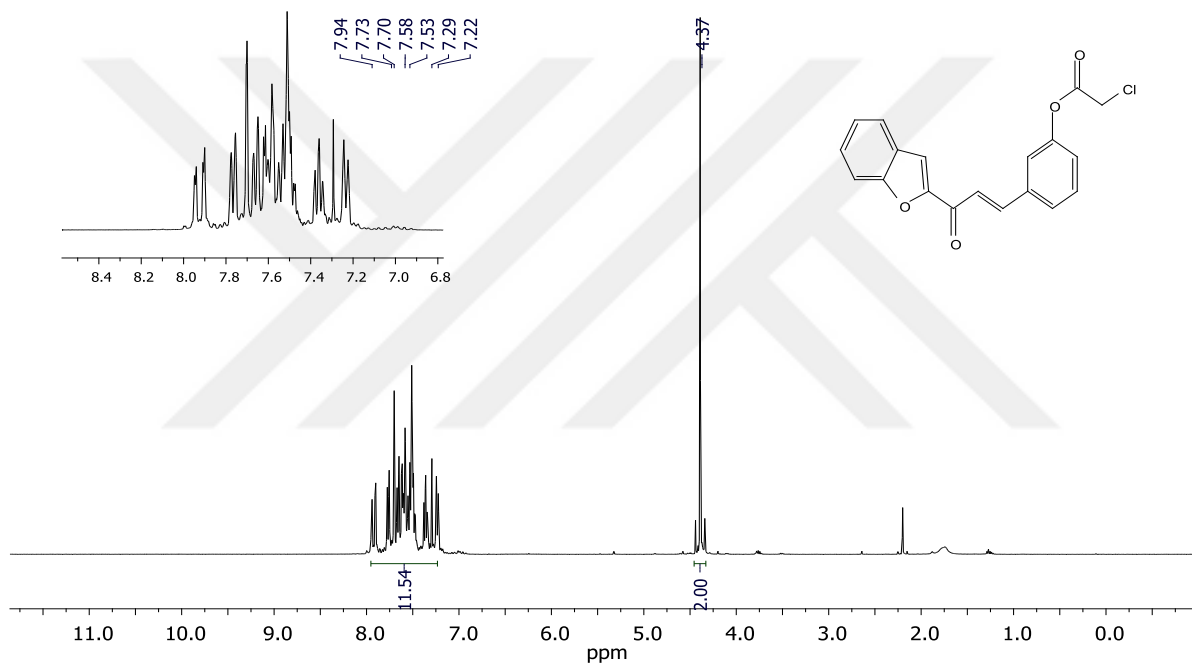
3.2. 3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil klorasetat (3b)'in Sentezi



Şekil 3.4. 3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (3b)'in FT-IR spektrumu

Tablo 3.4. 3-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (**3b**)’ın bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi

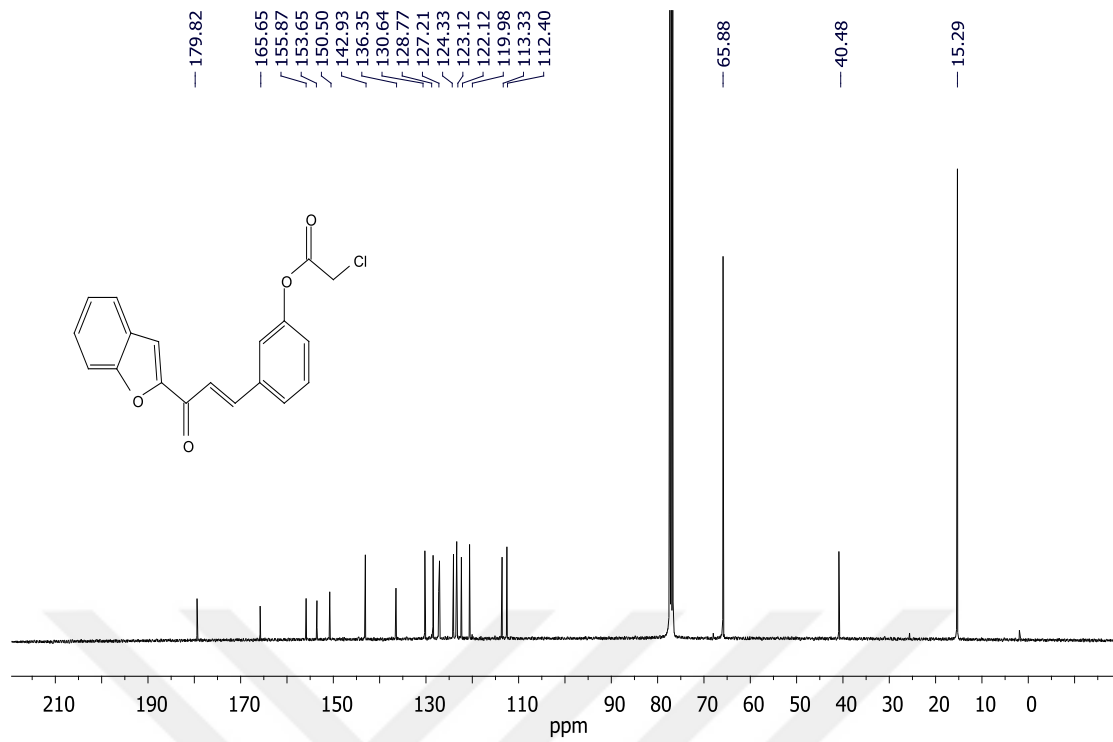
Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Titreşim Türü
3065–3030 ve 2991–2924	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1656	-C=O Keton karbonili
1582-1596	Aromatik C=C çift bağ gerilmesi
1433-1332	Alifatik C-H eğilmesi
1130	C-O asimetrik gerilme
1763	-OC=O Ester
1608	Alifatik C=C çift bağ gerilmesi



Şekil 3.5. 3-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat(**3b**)’ın ¹H-NMR spektrumu

Tablo 3.5. 3-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat(**3b**)’ın bazı karakteristik ¹H-NMR spektrum değerlendirmesi

	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(3b)	7,22- 7,94	Aromatik halka protonları
	4,37	-CH ₂ -Cl protonları

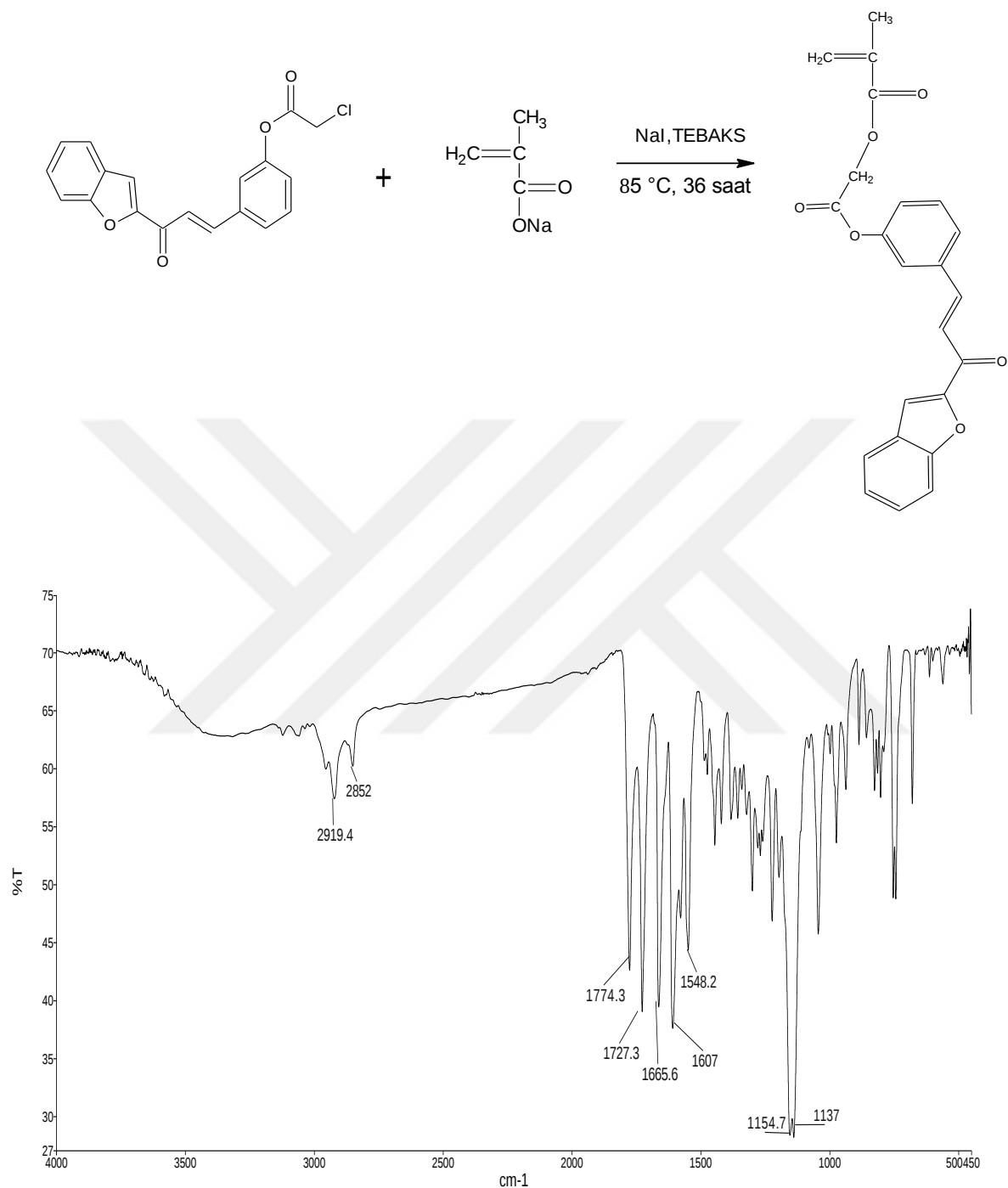


Şekil 3.6. 3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (3b)'in ^{13}C -NMR Spektrumu

Tablo 3.6. 3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (3b)'in bazı karakteristik ^{13}C -NMR Spektrum değerlendirmesi

	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(3b)	128,77-122,12-113,33	Aromatik halka karbonları
	165,65	Ester ($-\text{C}=\text{O}$) karbonu
	155,87	Oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbonu)
	136,35	$-\text{C}=\text{O}$ grubuna bağlı vinil karbon
	179,82	Keton karbonil karbonu
	40,48	Klor atomuna bağlı CH_2 karbonu
	65,88-15,29	Dietil eter pikleri

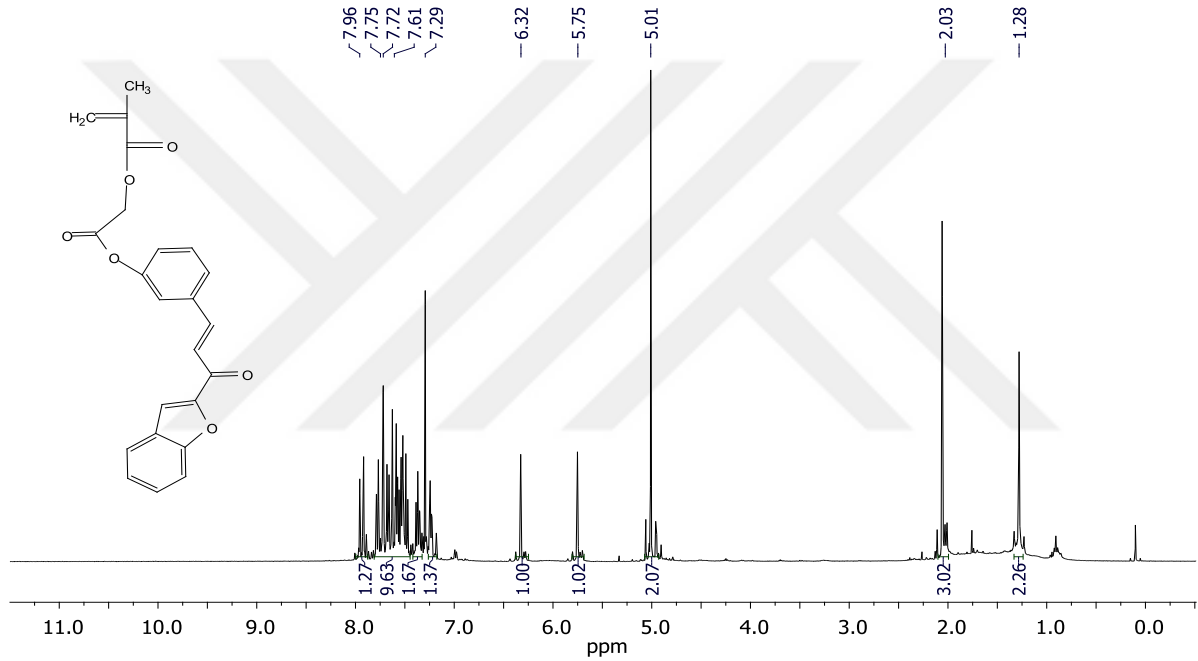
3.3. 2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat Sentezi (3c)



Şekil 3.7. 2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (3c)'in FT-IR spektrumu

Tablo 3.7. 2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (3c)'ın bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi

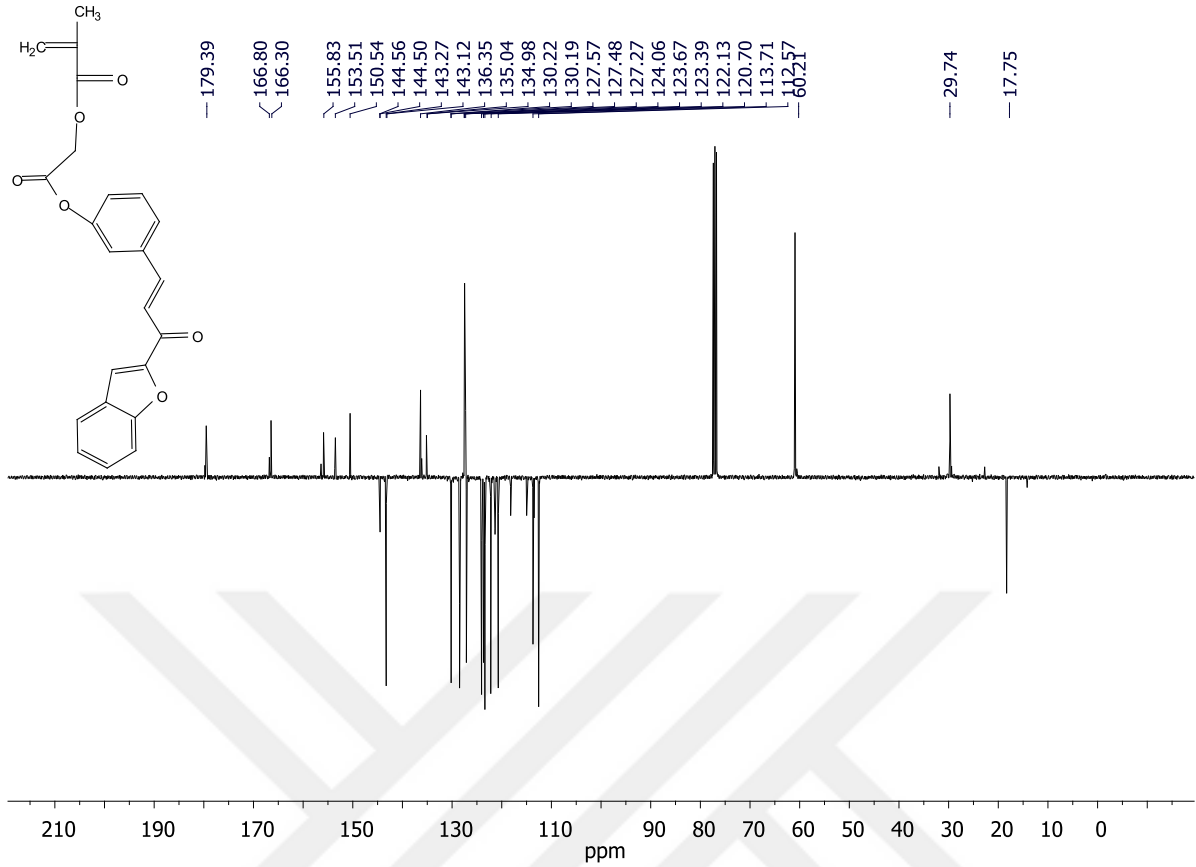
Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Titreşim Türü
3043–3021 ve 2919–2852	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1667	-C=O Keton karbonili
1548-1599	Aromatik C=C çift bağ gerilmesi
1456-1320	Alifatik C-H eğilmesi
1137	C-O asimetrik gerilme
1774	-OC=O (ester karbonili Ar-O-C=O)
1727	-OC=O (ester karbonili)
1607	Alifatik C=C çift bağ gerilmesi



Şekil 3.8. 2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (3c)'ın ¹H-NMR spektrumu

Tablo 3.8. 2-{3-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (3c)'ın bazı karakteristik ¹H-NMR spektrum değerlendirmesi

Monomer	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(3c)	7,29- 7,96	Aromatik halka protonları
	6,32	CH ₂ =C protonları (C=O'ye göre cis hidrojen)
	5,75	CH ₂ =C protonları (C=O'ye göre trans hidrojen)
	5,01	-O CH ₂ protonları
	2,03	Vinil grubuna bağlı -CH ₃ protonları

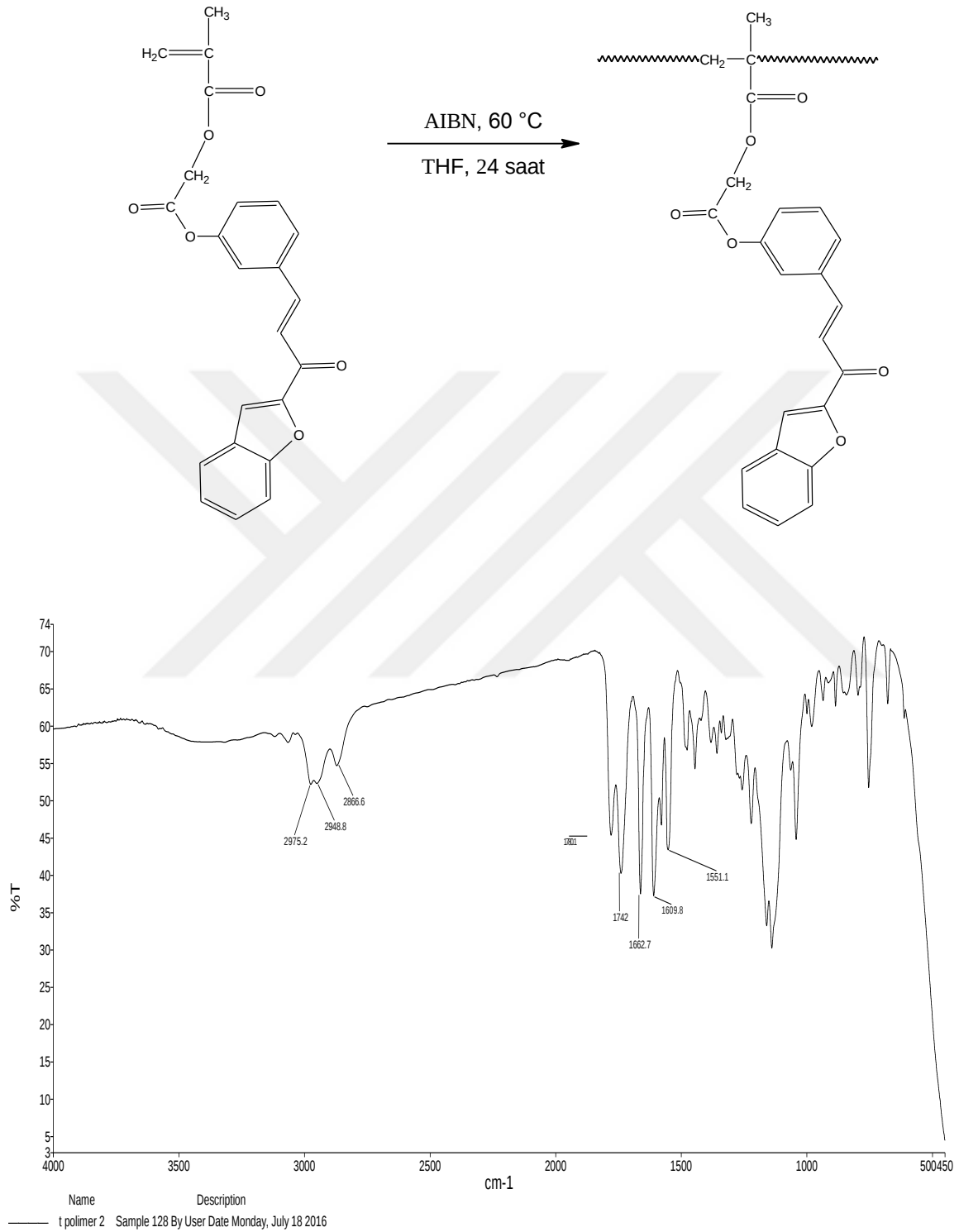


Şekil 3.9. 2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat(3c)'in ^{13}C -NMR spektrumu

Tablo 3.9. 2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (3c)'in bazı karakteristik ^{13}C -NMR spektrum değerlendirmesi

Monomer	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(3c)	130,22-120,70-113,71	Aromatik halka karbonları
	166,30	Ester ($-\text{C}=\text{O}$) karbonu
	166,80	Ester ($\text{Ar}-\text{O}-\text{C}=\text{O}$) karbonu
	179,39	Keton ($-\text{C}=\text{O}$) karbonu
	136,35	$-\text{C}=\text{O}$ grubuna bağlı vinil karbon
	155,83	Oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbonu)
	60,21	$-\text{O}-\text{CH}_2$ karbonu
	17,75	Vinil grubuna bağlı $-\text{CH}_3$ karbonu

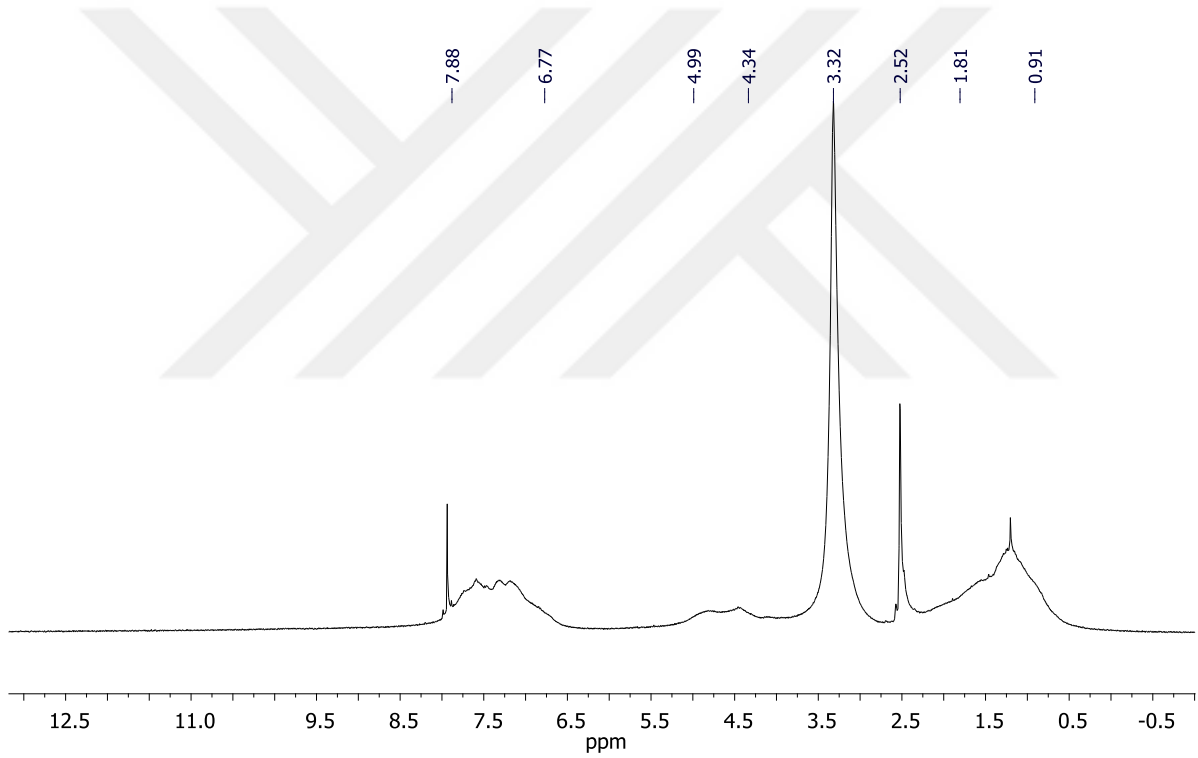
3.4. Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) Karakterizasyonu (3P)



Şekil 3.10. Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'ın FT-IR spektrumu

Tablo 3.10. Poli(2-{3-[(1*E*)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'ın bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi

Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Titreşim Türü
3071–3037 ve 2975–2866	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1662	-C=O Keton karbonili
1551-1588	Aromatik C=C çift bağ gerilmesi
1446-1320	Alifatik C-H eğilmesi
1129	C-O asimetrik gerilme
1780	-OC=O (Ar-O-C=O)
1742	-OC=O (ester karbonili)

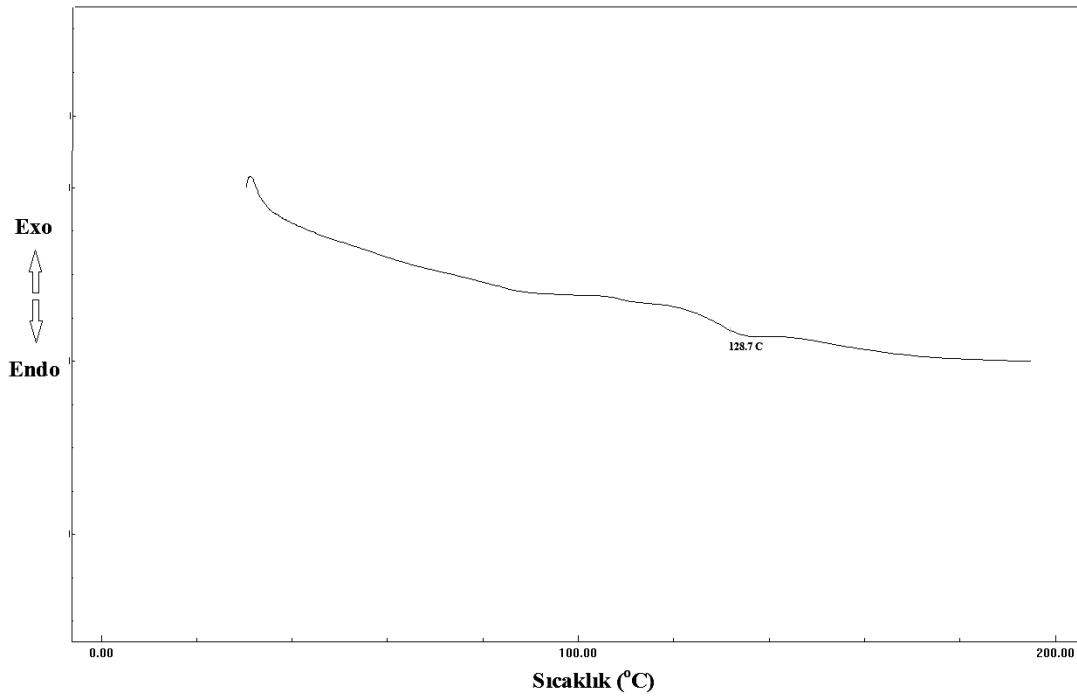


Şekil 3.11. Poli(2-{3-[(1*E*)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'ın ¹H-NMR spektrumu

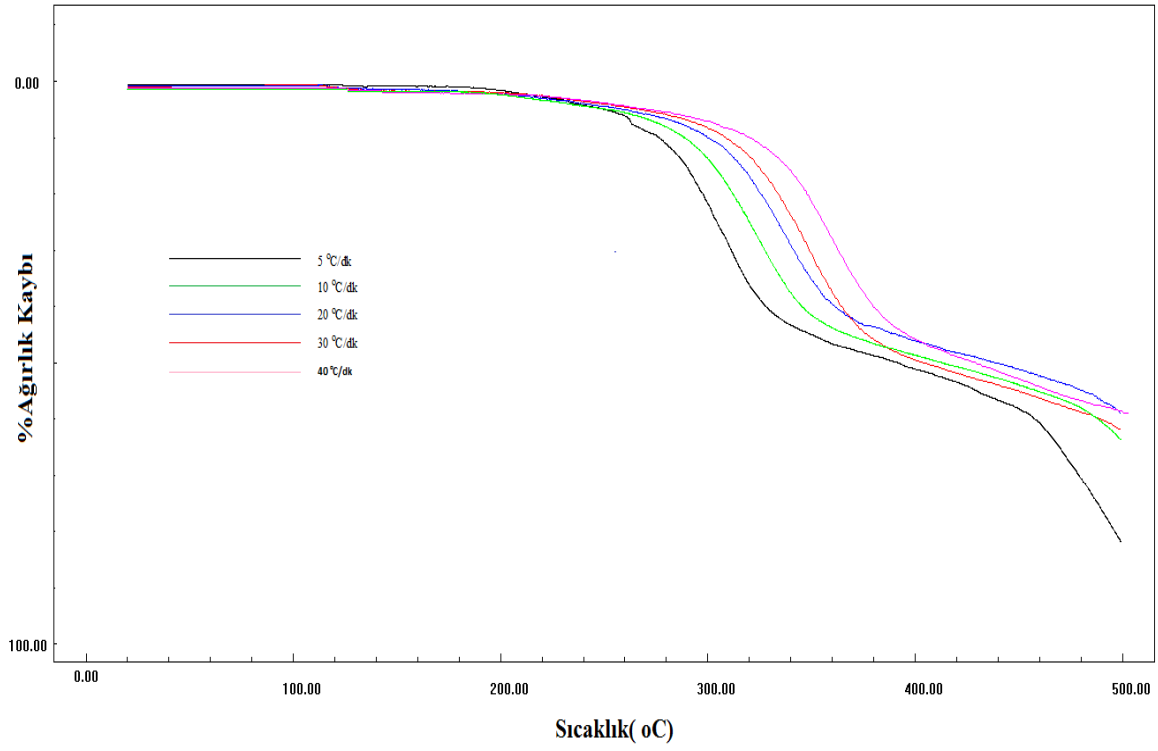
Tablo 3.11. Poli(2-{3-[(1*E*)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'ın bazı karakteristik ¹H-NMR spektrum değeriendirme

Polimer	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(3P)	7,88- 6,77	Aromatik halka protonları
	4,99-4,34	Alifatik protonlar
	1,81-0,91	Ana zincirdeki alifatik gruplar
	2,5	DMSO-d6 sinyali
	3,5	DMSO-d6 su sinyali

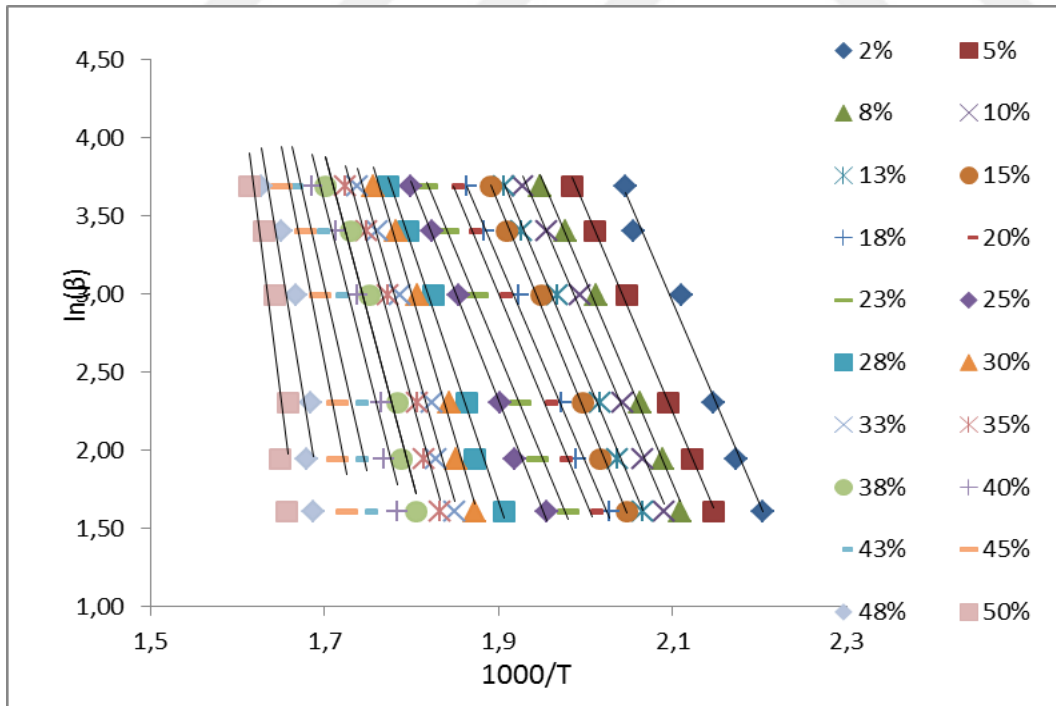
3.4.1. Termal özellikleri



Şekil 3.12. Poli(2-{3-[(1*E*)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'ın DSC eğri

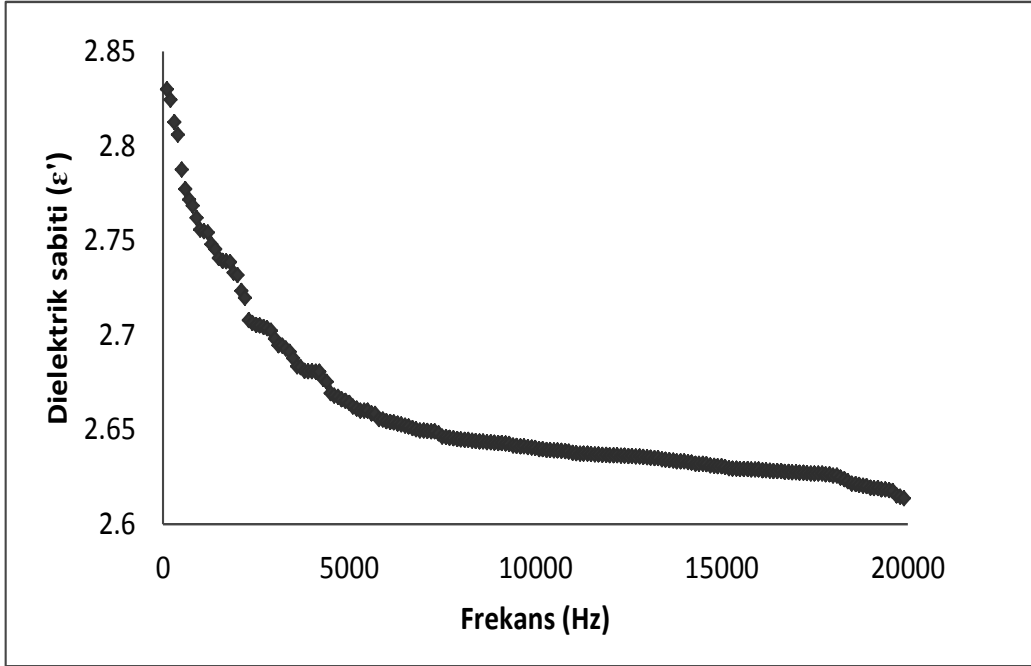


Şekil 3.13. Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'ın farklı ısıtma hızlarındaki karşılaştırmalı TGA eğrileri

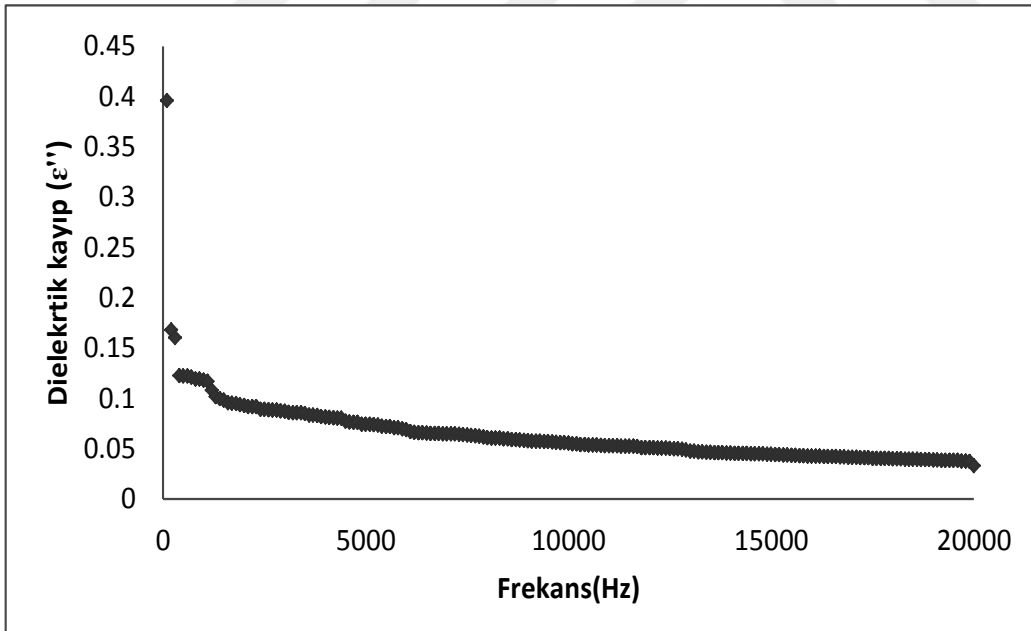


Şekil 3.14. Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'ın Flynn-Ozawa eğrileri

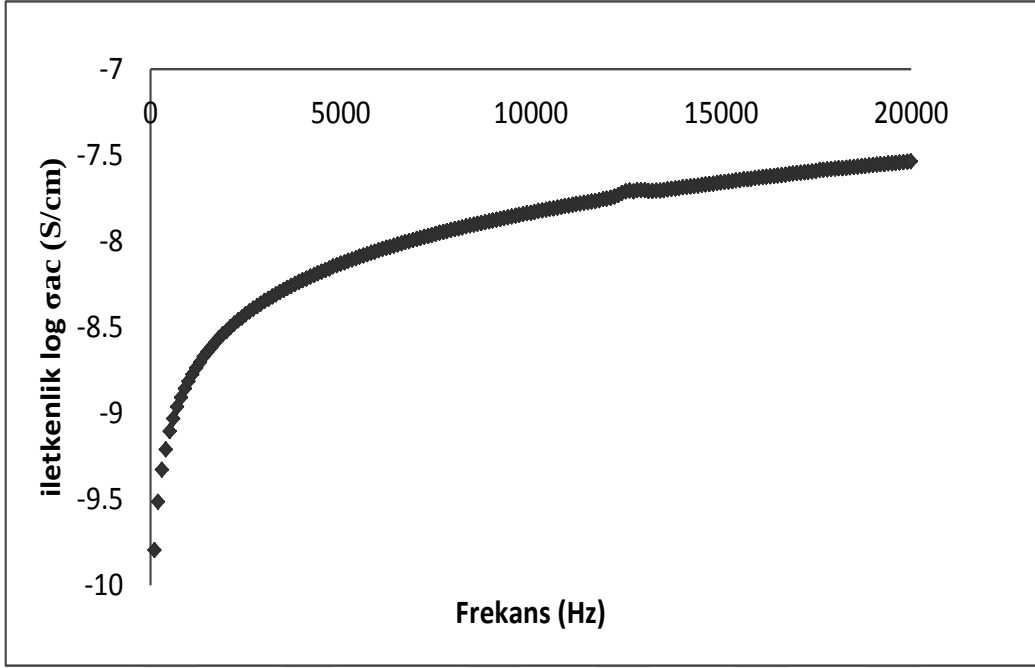
3.4.2. Dielektrik özellikleri



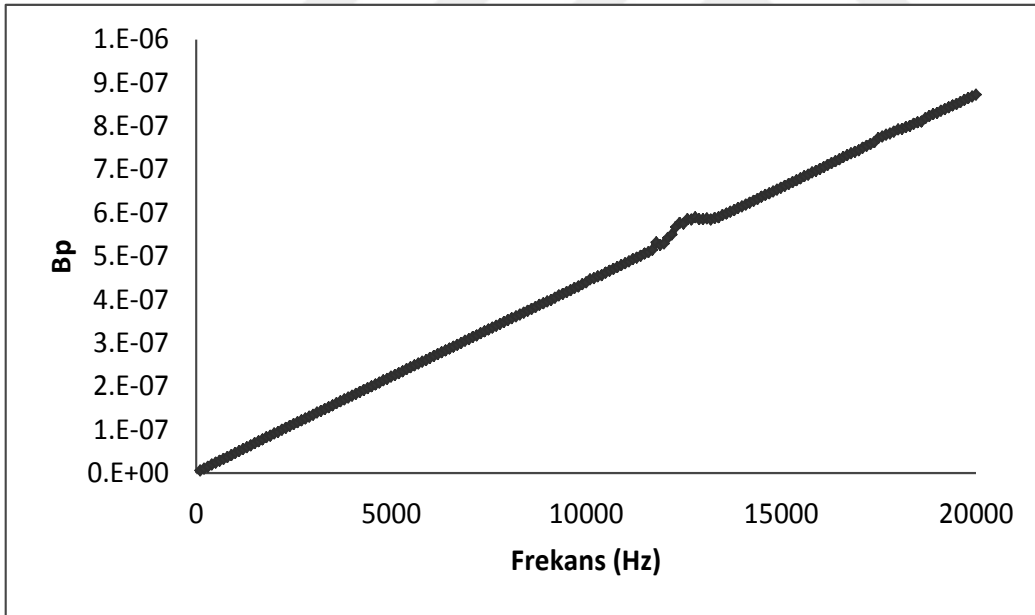
Şekil 3.15. Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'nin dielektrik sabitinin frekansla değişimi



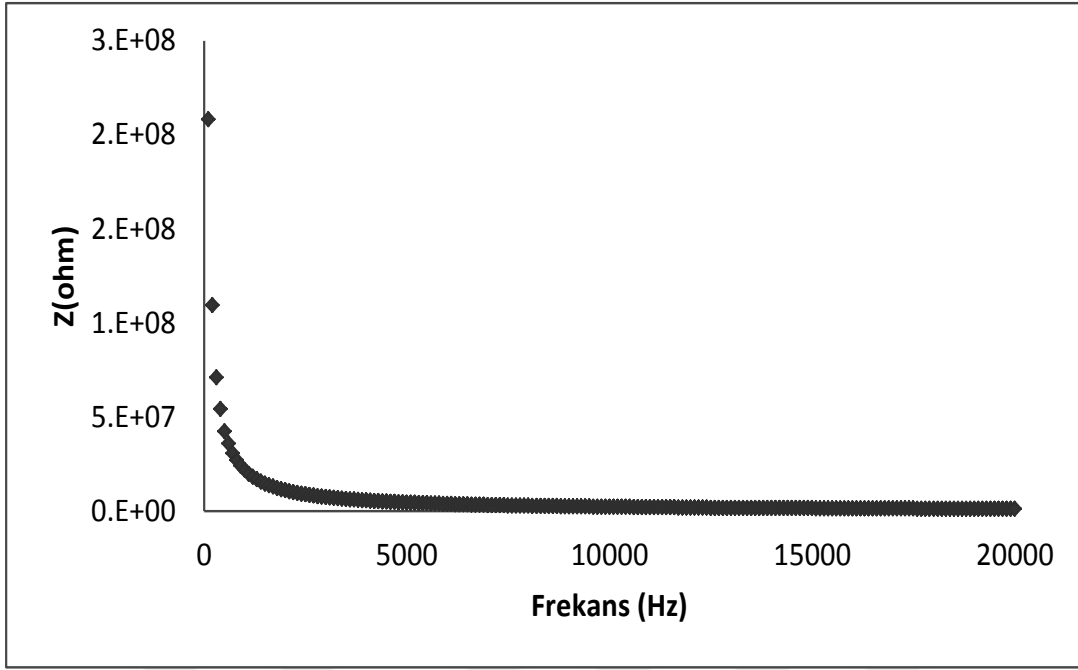
Şekil 3.16. Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'nin dielektrik kayıp faktörünün frekansla değişimi



Şekil 3.17. Poli(2-{3-[(1*E*)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'nin iletkenlik değerlerinin frekansla değişimi

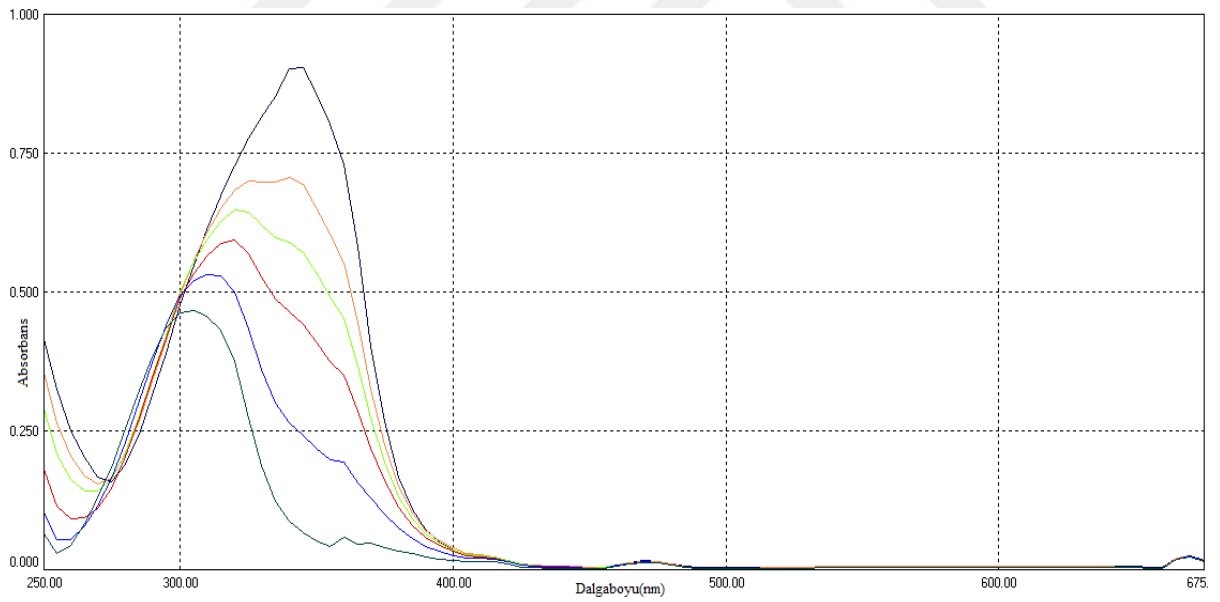


Şekil 3.18. Polimerlerin susseptans değerlerinin frekansla değişimi

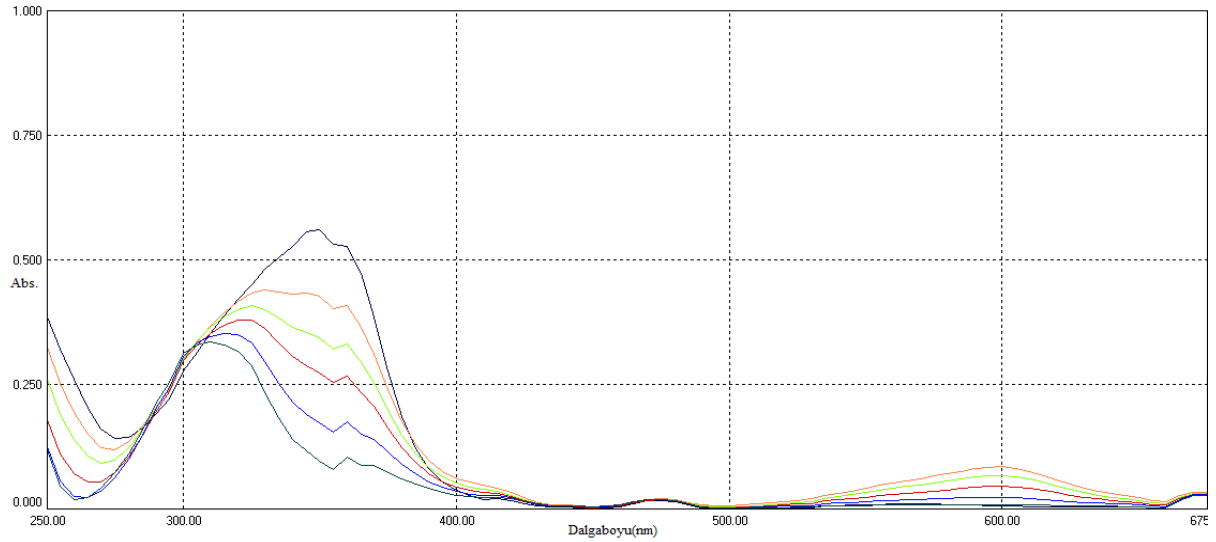


Şekil 3.19. Polimerlerin empedans değerlerinin frekansla değişimi

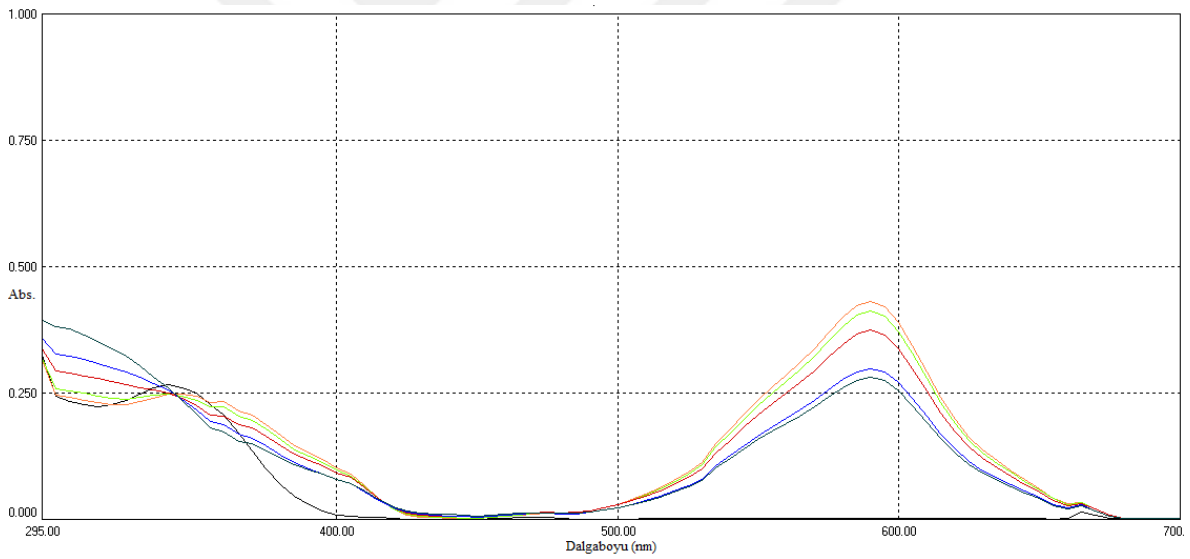
3.4.3. Fotokromik özellikleri



Şekil 3.20. (3P)'nin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} M$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)

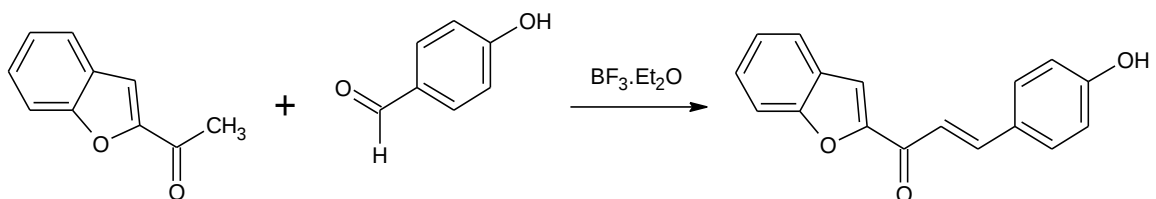


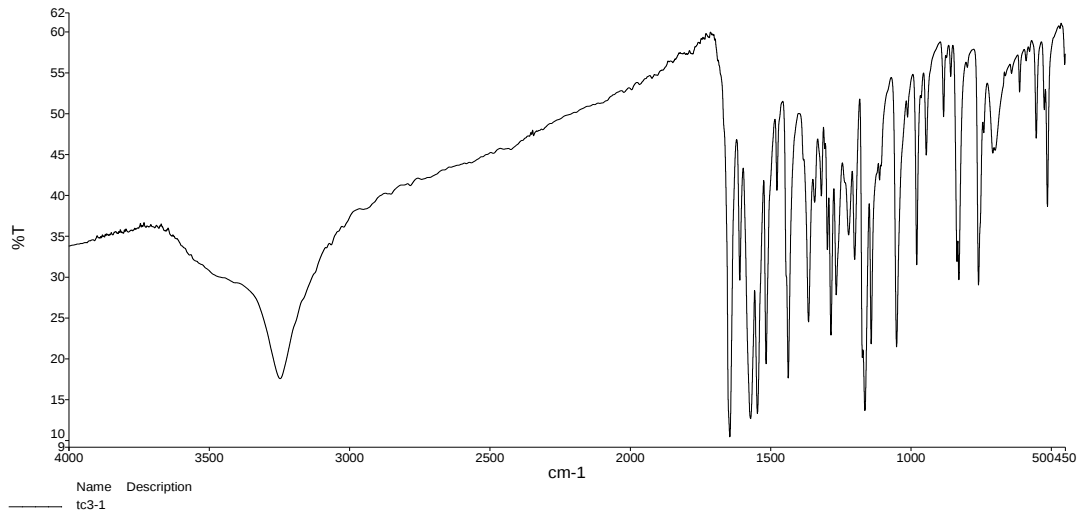
Şekil 3.21. (3P)'nin %10 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} \text{M}$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)



Şekil 3.22. (3P)'nin %20 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} \text{M}$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)

3.5. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'un Sentezi

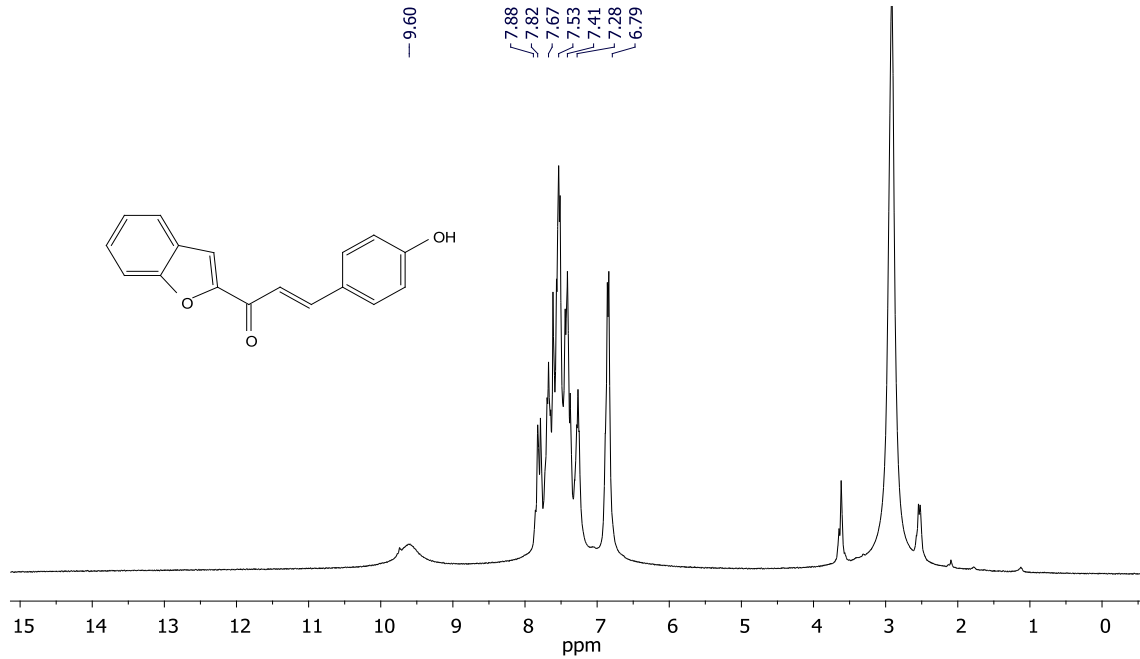




Şekil 3.23. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'un IR spektrumu

Tablo 3.12. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'un bazı karakteristik IR spektrum değerlendirme

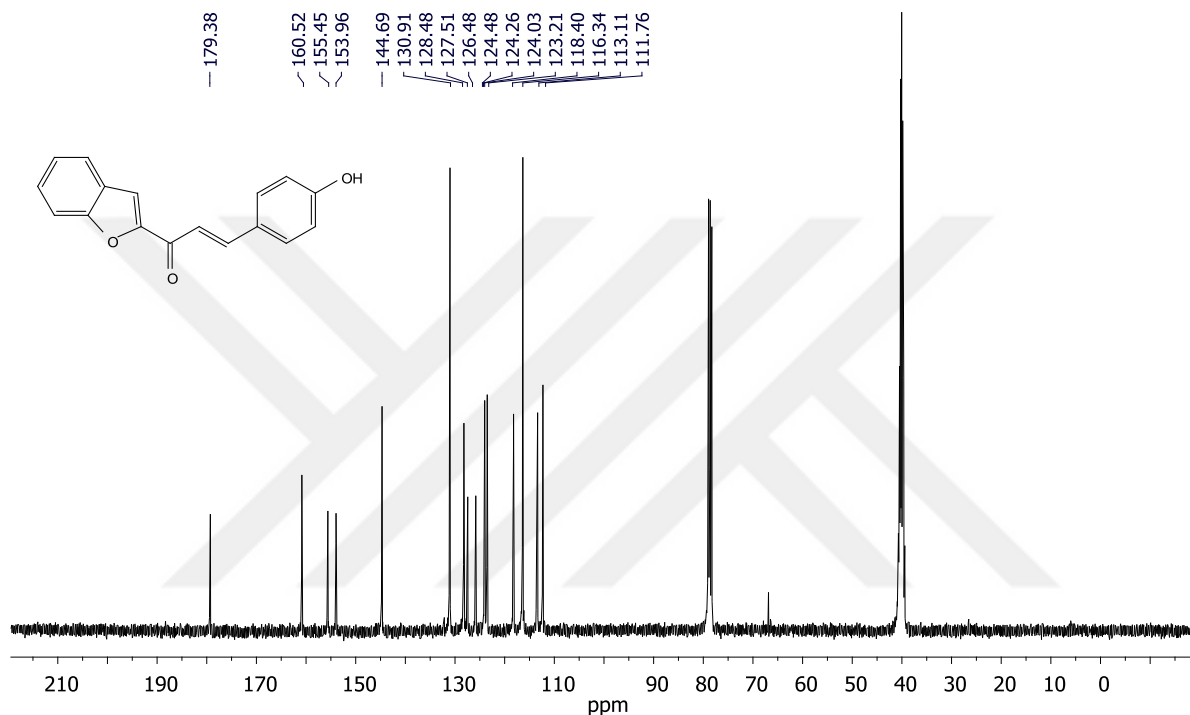
Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Titreşim Türü
3065–3012 ve 2909–2842	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1643	-C=O Keton karbonili
1579-1590	Aromatik C=C çift bağ gerilmesi
1437-1370	Alifatik C-H eğilmesi
1150	C-O asimetrik gerilme
3256	OH gerilmesi
1610	Alifatik C=C çift bağ gerilmesi



Şekil 3.24. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'un ¹H-NMR spektrumu

Tablo 3.13. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'un bazı karakteristik ¹H-NMR spektrum değerlendirmesi

	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(4a)	7,88- 6,79	Aromatik halka protonları
	9,60	–OH protonu
	2,5 ve 3,5	DMSO-d6 proton kalıntısı ve su piki

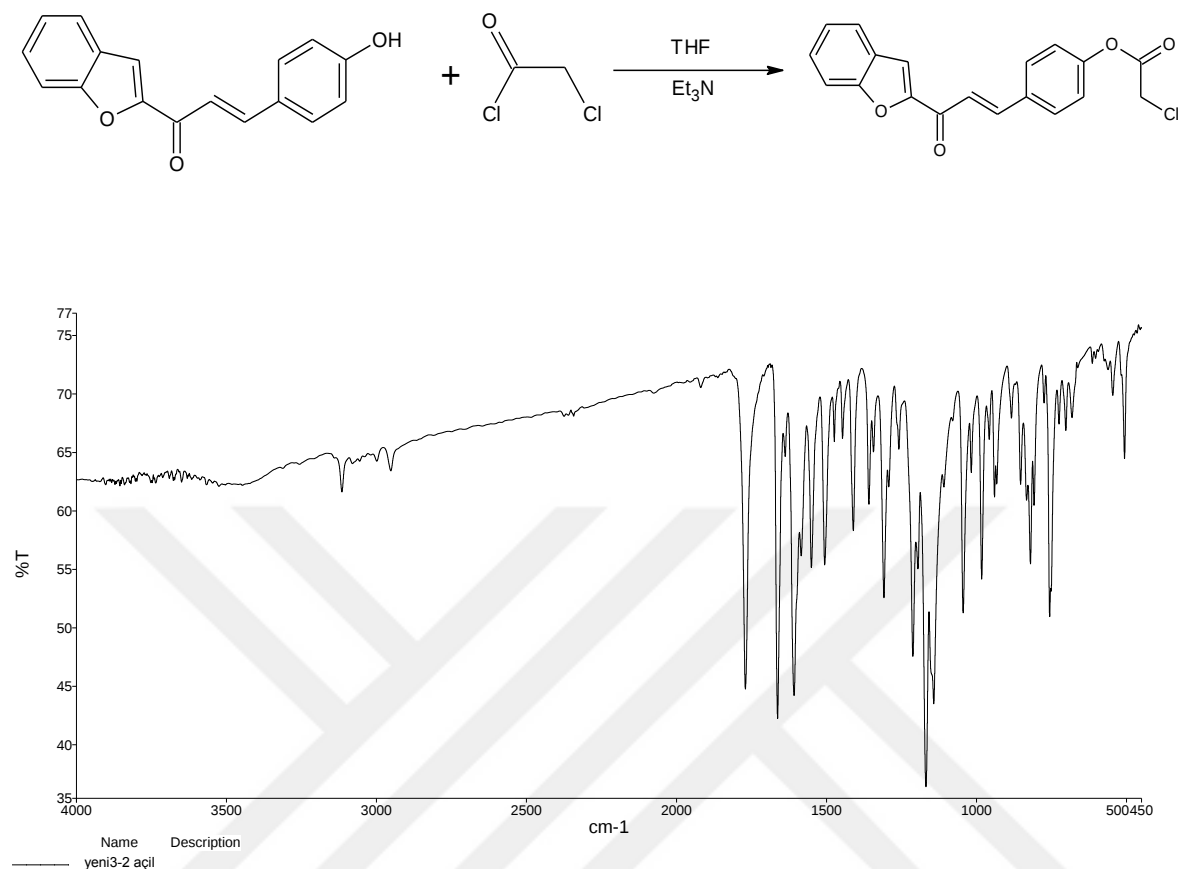


Şekil 3.25. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'un ¹³C-NMR spektrumu

Tablo 3.14. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'un bazı karakteristik ¹³C-NMR spektrum deęerlenmesi

	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(4a)	128,48-123,21-116,34	Aromatik halka karbonları
	179,38	Keton karbonil (–C=O) karbonu
	160,52	Oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbonu)
	130,91	–C=O grubuna bağlı vinil karbon

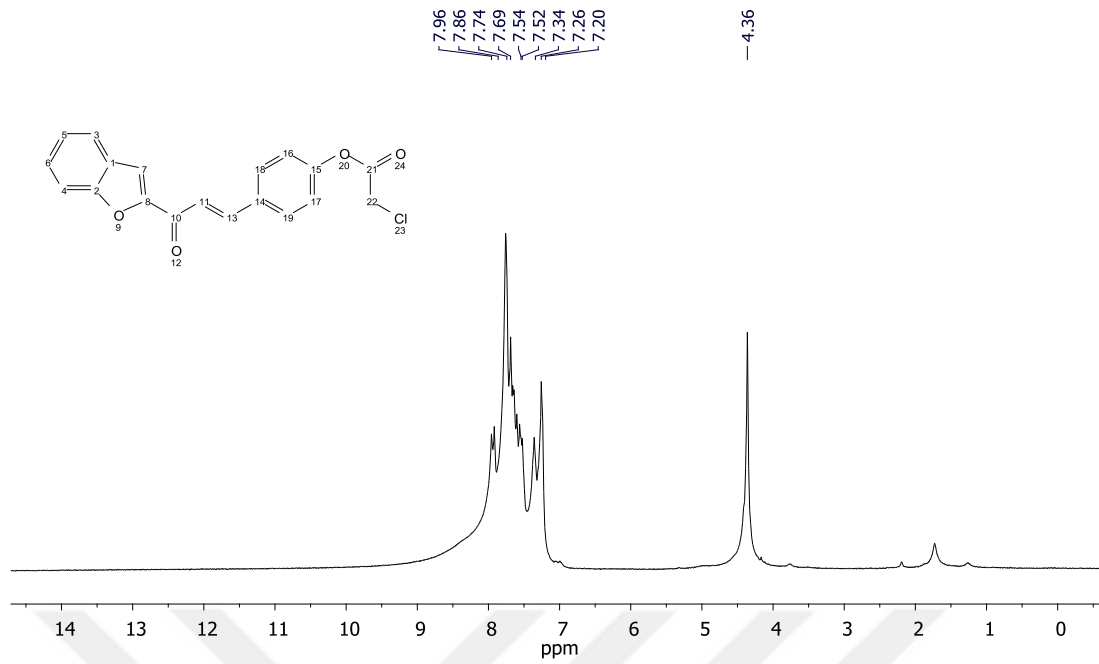
3.6. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil klorasetat (4b)'ın Sentezi



Şekil 3.26. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (4b)'ın IR Spektrumu

Tablo 3.15. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (4b)'ın bazı karakteristik IR Spektrum değerlendirmesi

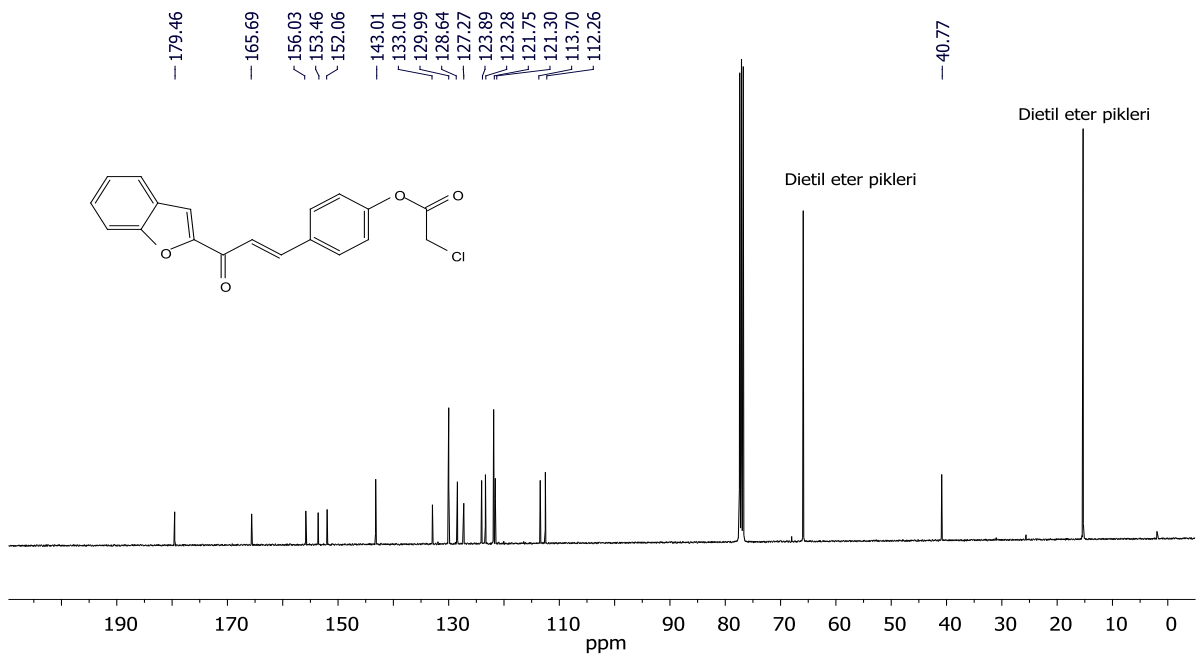
Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Titreşim Türü
3118–3001 ve 2966–2863	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1660	-C=O Keton karbonili
1557-1589	Aromatik C=C çift bağ gerilmesi
1437-1363	Alifatik C-H eğilmesi
1172	C-O asimetrik gerilme
1777	-OC=O Ester
1607	Alifatik C=C çift bağ gerilmesi



Şekil 3.27. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (4b)'ın ¹H-NMR Spektrumu

Tablo 3.16. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (4b)'ın bazı karakteristik ¹H-NMR Spektrumu

	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(4b)	7,96- 7,20	Aromatik halka protonları
	4,36	Klor atomuna bağlı CH ₂ protonları

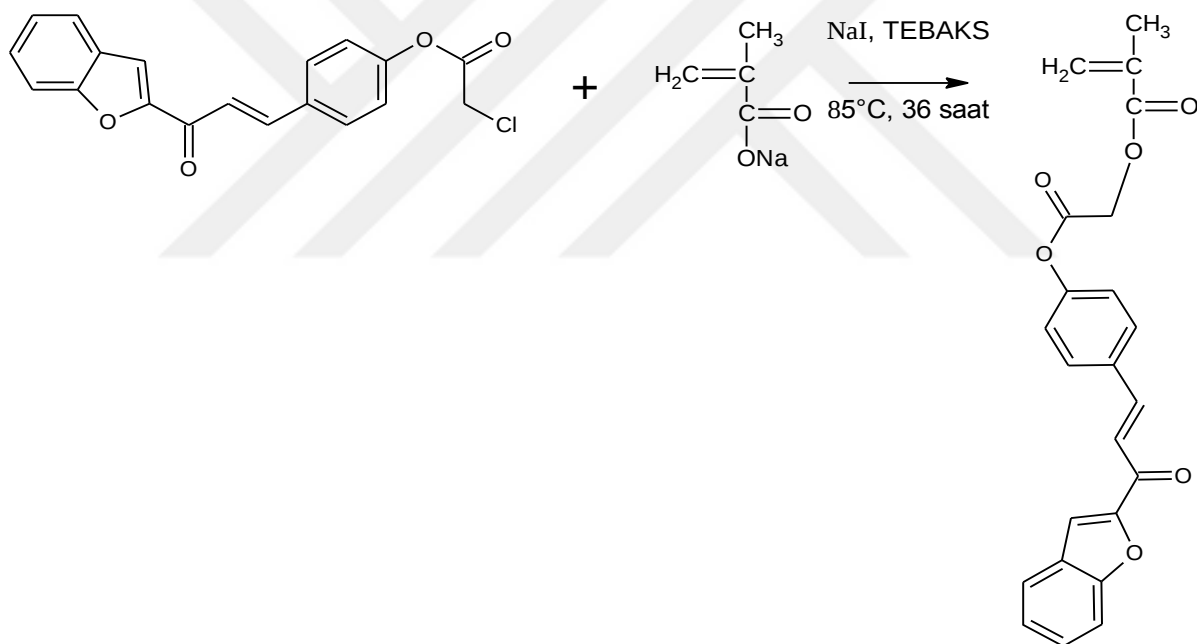


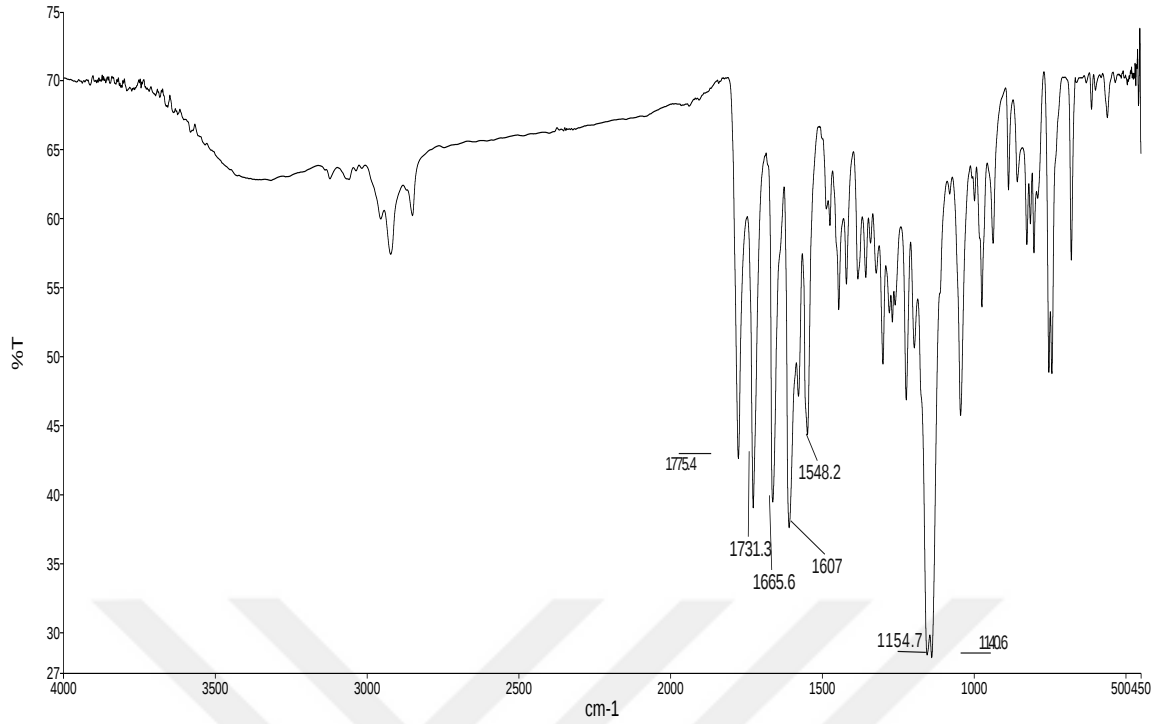
Şekil 3.28. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (4b)'ın ¹³C-NMR Spektrumu

Tablo 3.17. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (4b)'in bazı karakteristik ¹³C-NMR Spektrumu

	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(4b)	129,99-121,75-112,26	Aromatik halka karbonları
	165,69	Ester (–C=O) karbonu
	179,46	Keton karbonil (–C=O) karbonu
	156,03	Oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbonu)
	143,01	–C=O grubuna bağlı vinil karbon
	40,77	Klor atomuna bağlı CH ₂ karbonu

3.7. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4c)'in Sentezi

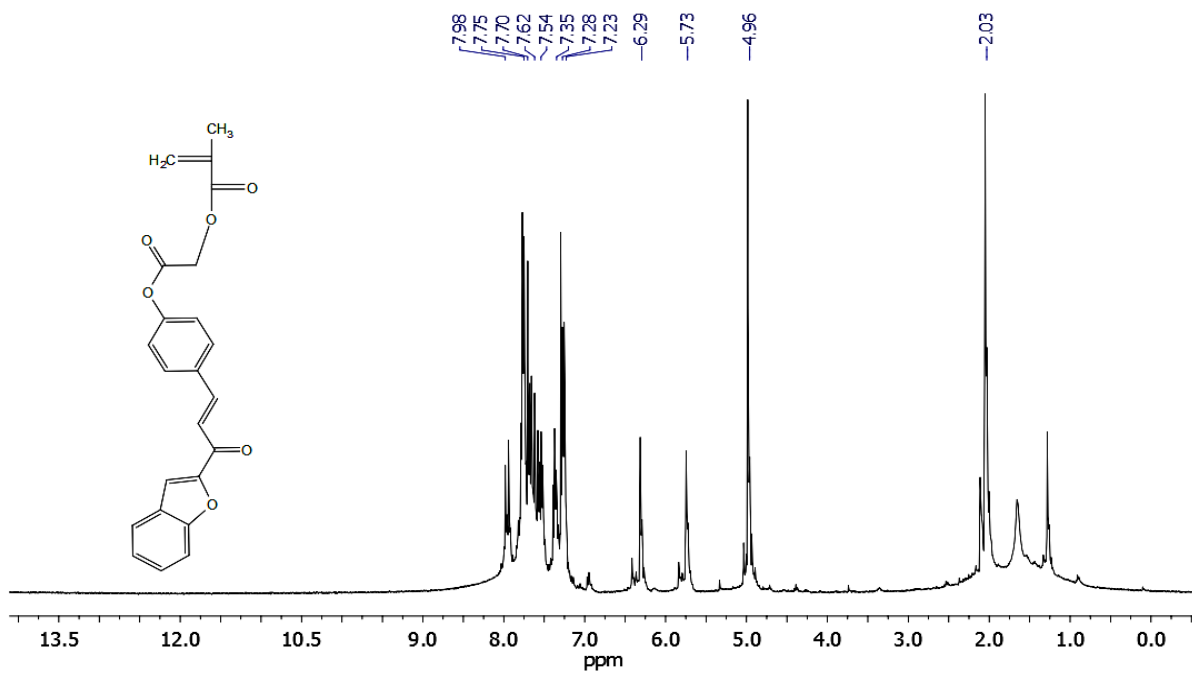




Şekil 3.29. 2-{4-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4c)'ın IR spektrumu

Tablo 3.18. 2-{4-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4c)'ın bazı karakteristik IR spektrumu değerlendirmesi

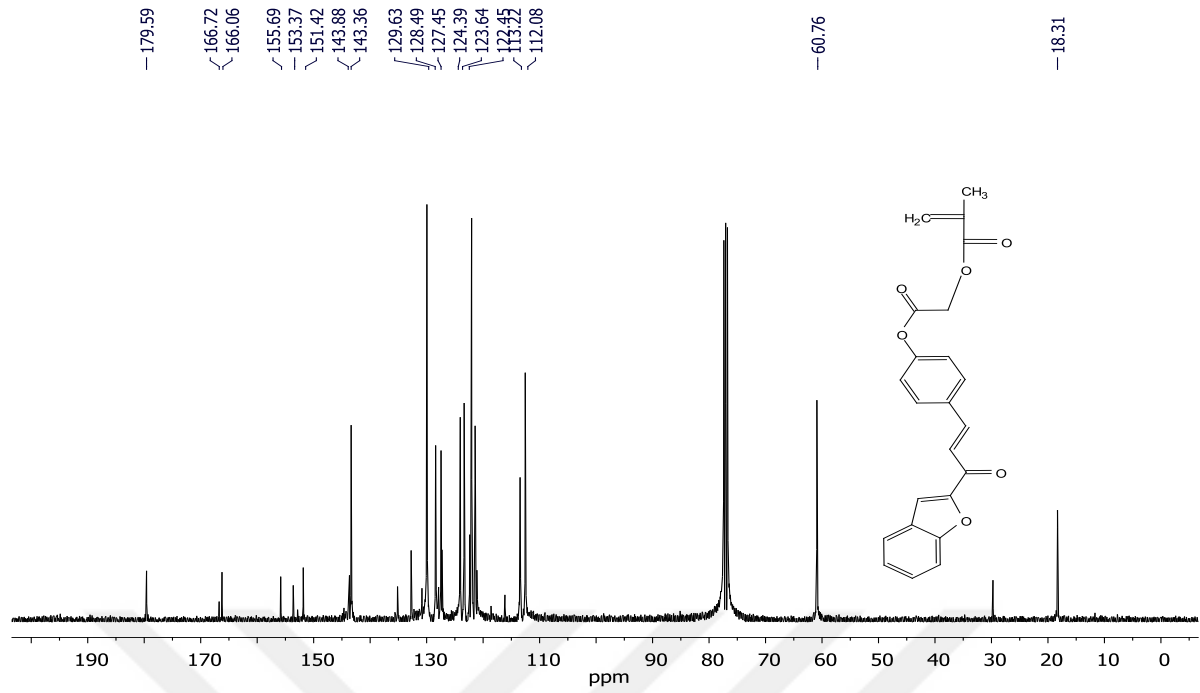
Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Titreşim Türü
3072–3057 ve 2930–2892	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1665	-C=O Keton karbonili
1590-1597	Aromatik C=C çift bağ gerilmesi
1426-1390	Alifatik C-H eğilmesi
1154	C-O asimetrik gerilme
1775	-OC=O (ester karbonili Ar-O-C=O)
1731	-OC=O (ester karbonili)
1607	Alifatik C=C çift bağ gerilmesi



Şekil 3.30. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4c)'in ¹H-NMR Spektrumu

Tablo 3.19. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4c)'in bazı karakteristik ¹H-NMR spektrum değerlendirmesi

Monomer	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(4c)	7,98-7,23	Aromatik halka protonları
	6,29	CH ₂ =C protonları (C=O'ye göre cis hidrojen)
	5,73	CH ₂ =C protonları (C=O'ye göre trans hidrojen)
	4,96	-O CH ₂ protonları
	2,03	Vinil grubuna bağlı -CH ₃ protonları

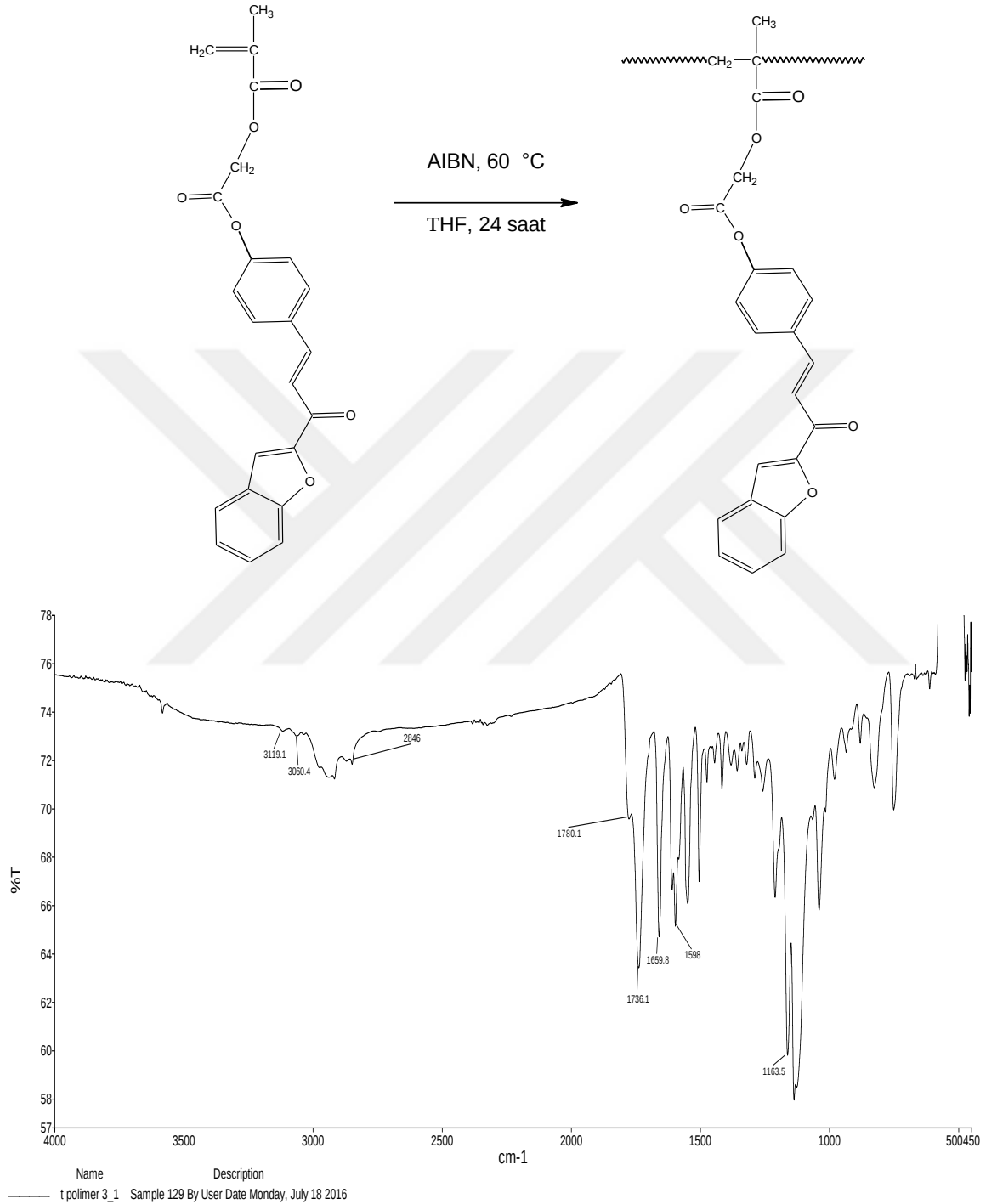


Şekil 3.31. 2-{4-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4c)'in ^{13}C -NMR spektrumu

Tablo 3.20. 2-{4-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4c)'in bazı karakteristik ^{13}C - NMR spektrum değerlendirmesi

Monomer	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(4c)	129,63-122,45-113,22	Aromatik halka karbonları
	166,06	Ester ($-\text{C}=\text{O}$) karbonu
	166,72	Ester ($\text{Ar}-\text{O}-\text{C}=\text{O}$) karbonu
	179,59	Keton ($-\text{C}=\text{O}$) karbonu
	155,69	Oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbonu)
	143,36	$-\text{C}=\text{O}$ grubuna bağlı vinil karbon
	60,79	$-\text{O}-\text{CH}_2$ atomuna bağlı karbon
	18,31	Vinil grubuna bağlı $-\text{CH}_3$ karbonu

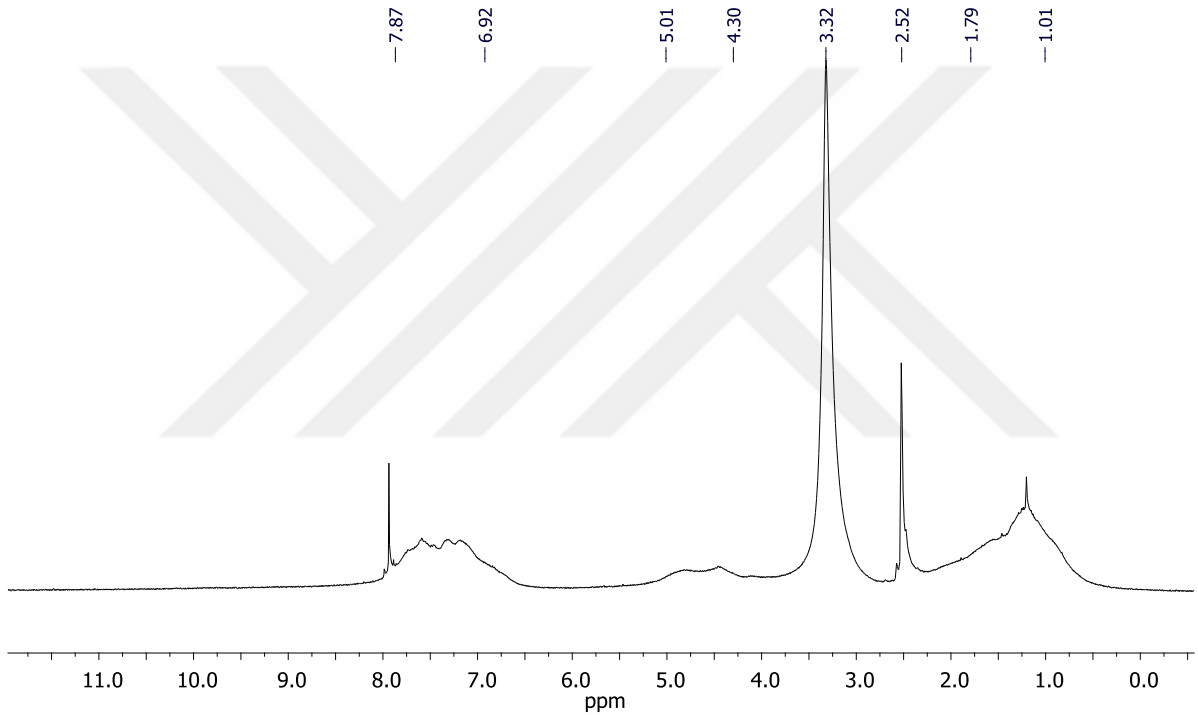
3.8. Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) Sentezi (4P)



Şekil 3.32. Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın IR spektrumu

Tablo 3.21. Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın bazı karakteristik IR spektrum değerlendirmesi

Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Titreşim Türü
3119–3060 ve 2931–2846	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1659	-C=O Keton karbonili
1596-1600	Aromatik C=C çift bağ gerilmesi
1491-1380	Alifatik C-H eğilmesi
1163	C-O asimetrik gerilme
1780	-OC=O (Ar-O-C=O)
1736	-OC=O (ester karbonili)

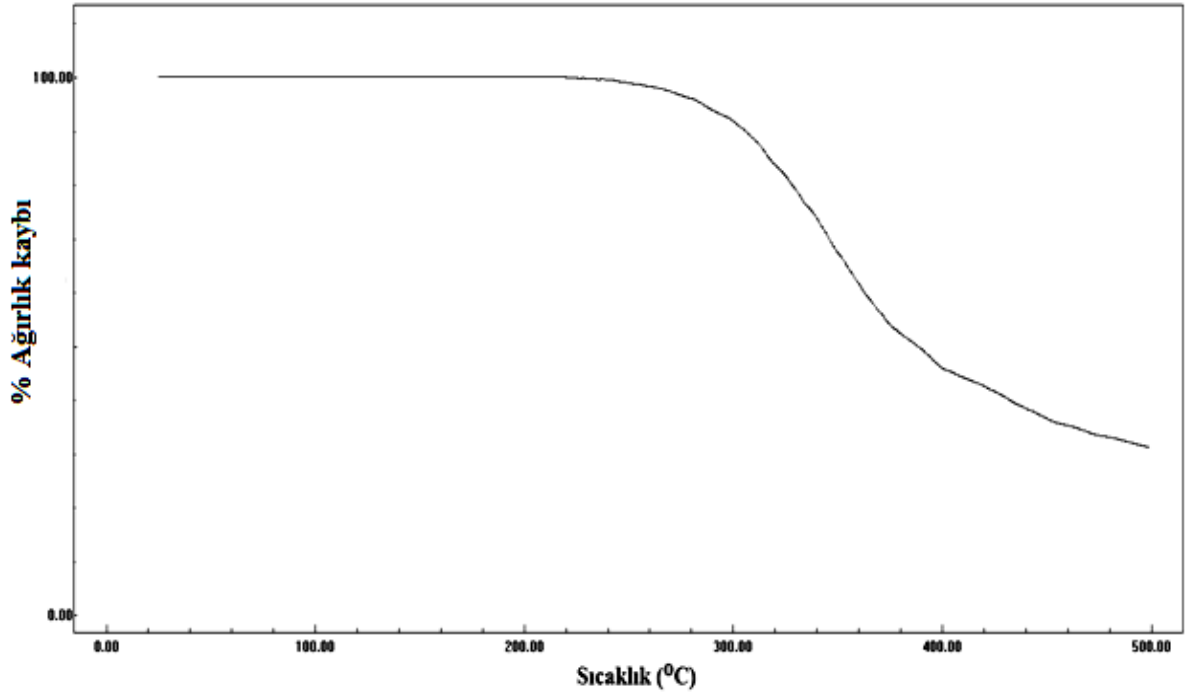


Şekil 3.33. Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın ¹H-NMR spektrumu

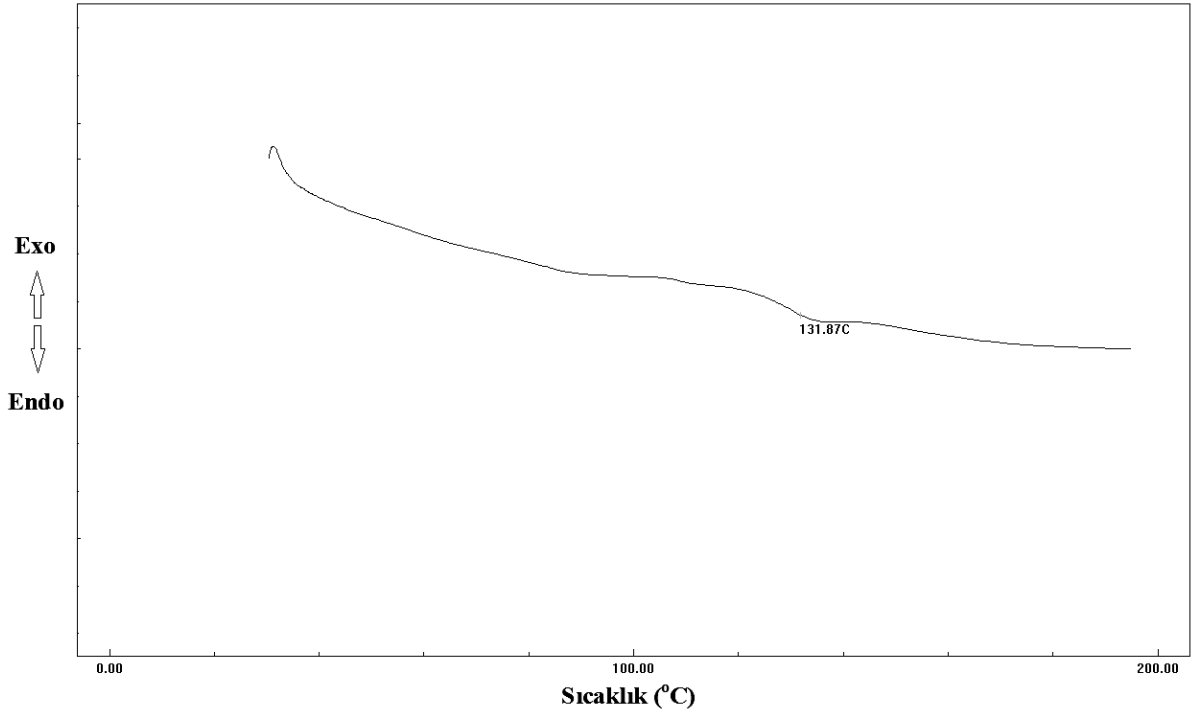
Tablo 3.22. Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın bazı karakteristik ¹H-NMR spektrum (4c) değerlendirmesi

Monomer	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(4p)	7,87- 6,92	Aromatik halka protonları
	4,30-5,01	Alifatik protonlar
	1,01-1,79	Ana zincirdeki alifatik gruplar
	2,52	DMSO-d6 sinyali
	3,32	DMSO-d6 su sinyali

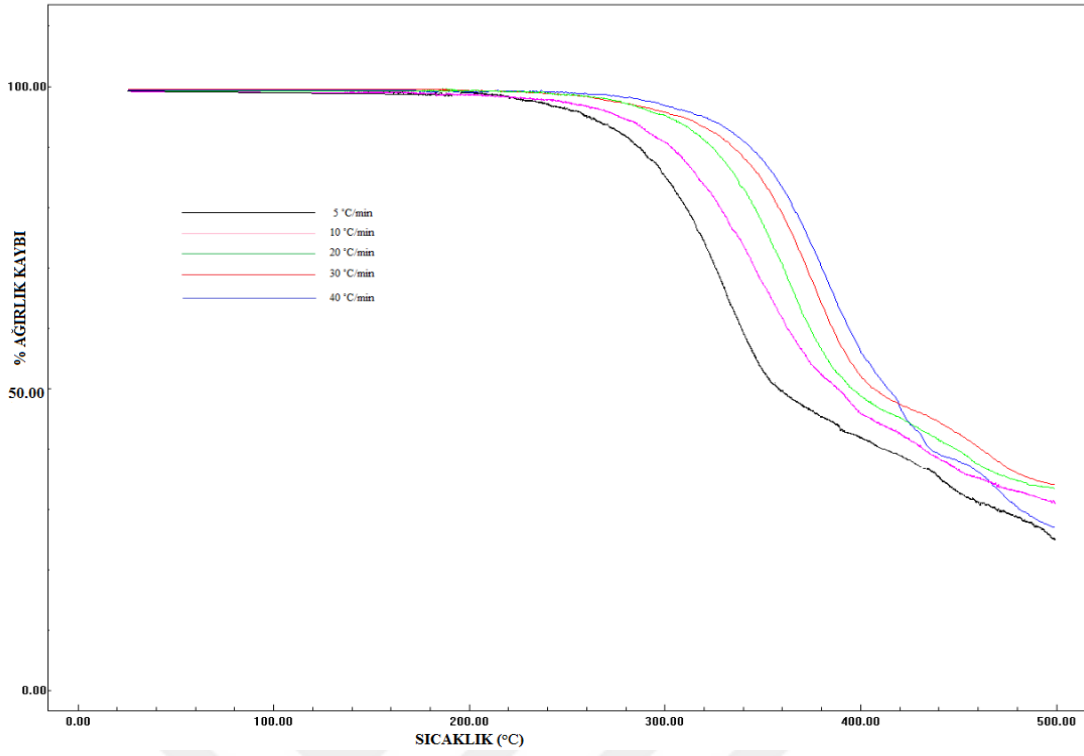
3.8.1. Termal özellikleri



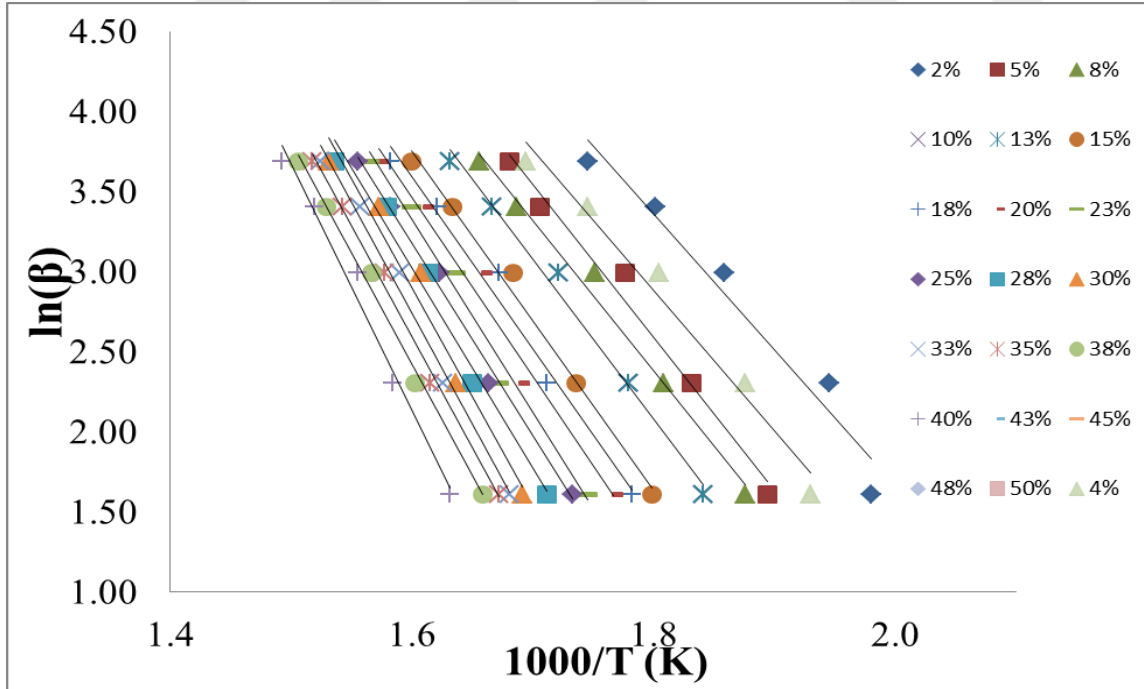
Şekil 3.34. Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (4P)’ın polimerinin TGA eğrisi



Şekil 3.35. Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)’ın polimerinin DSC eğrisi

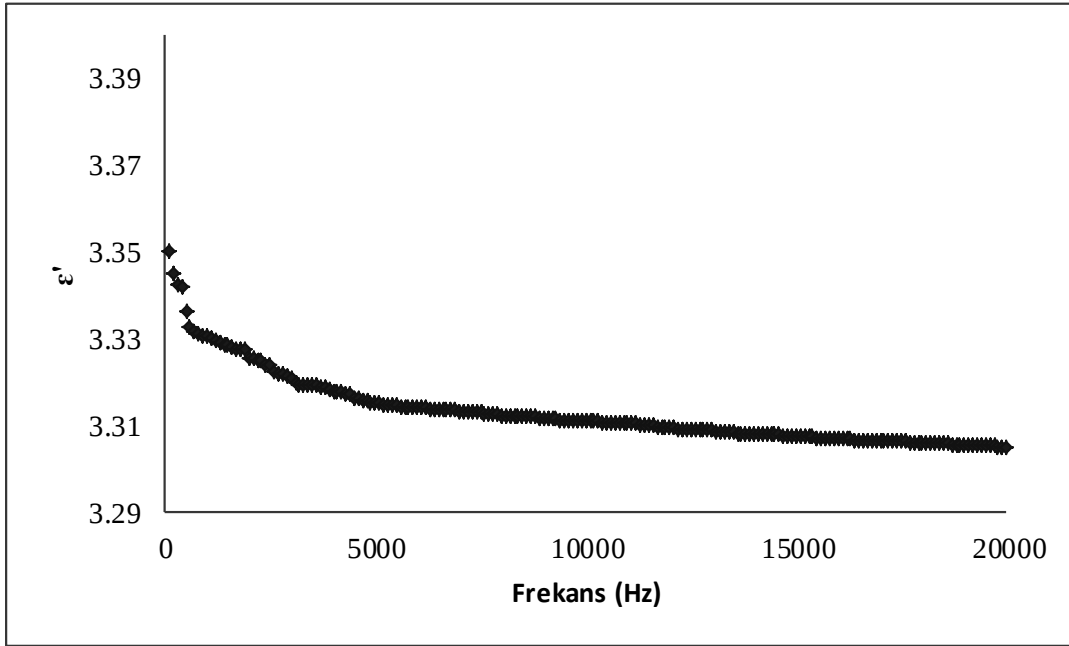


Şekil 3.36. Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın polimerinin farklı ısıtma hızlarındaki karşılaştırmalı TGA eğrisi

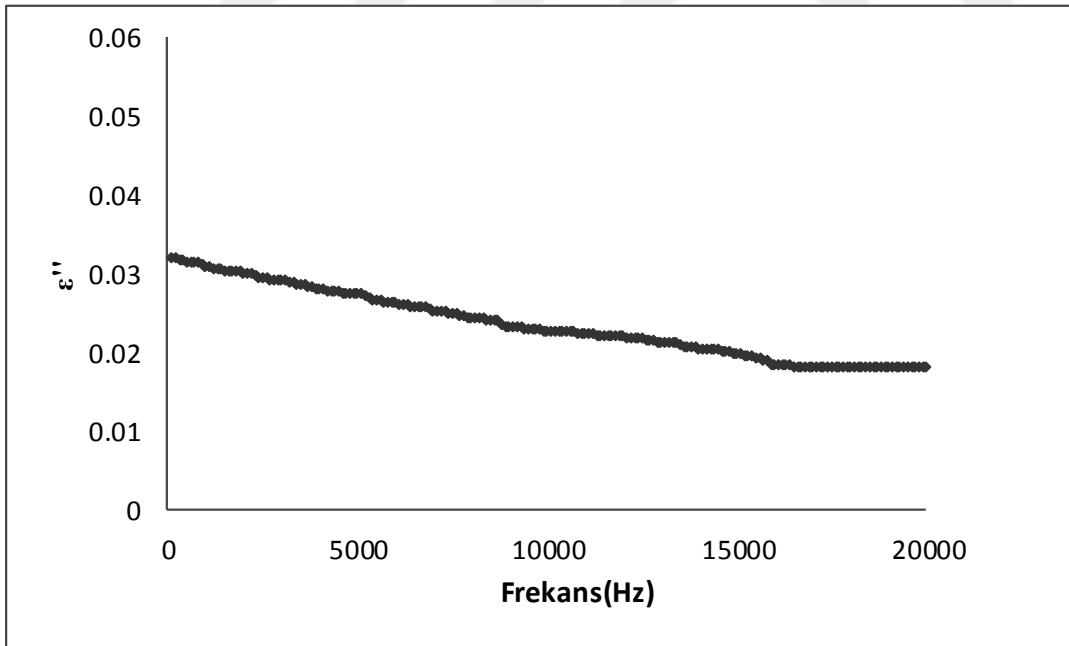


Şekil 3.37. Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın Flynn-Ozawa eğrileri

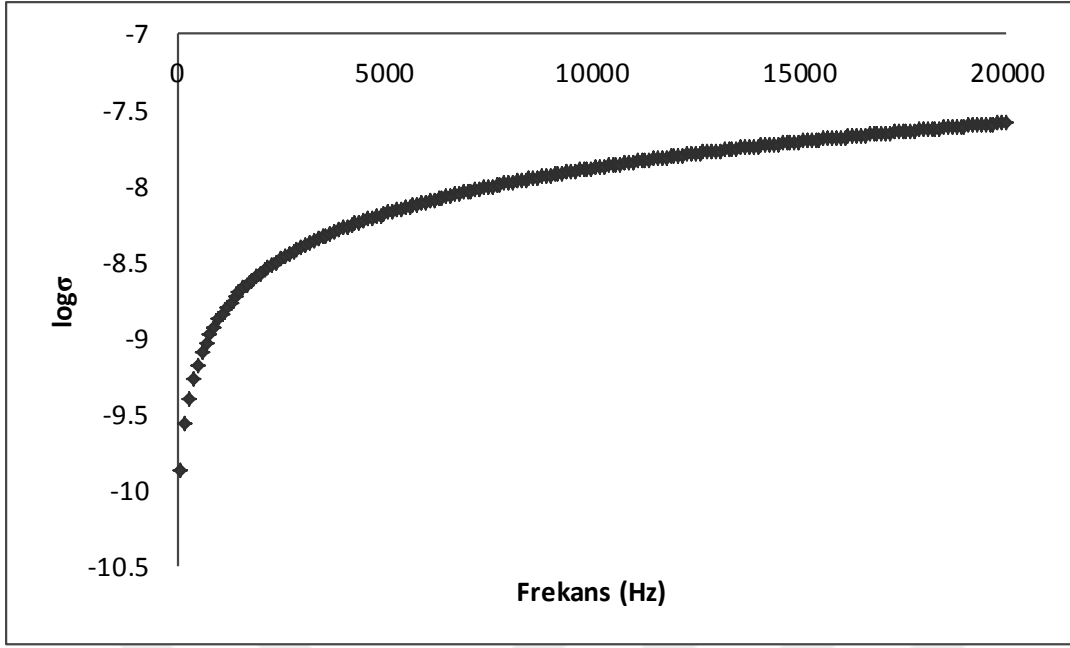
3.8.2. Dielektrik analizleri



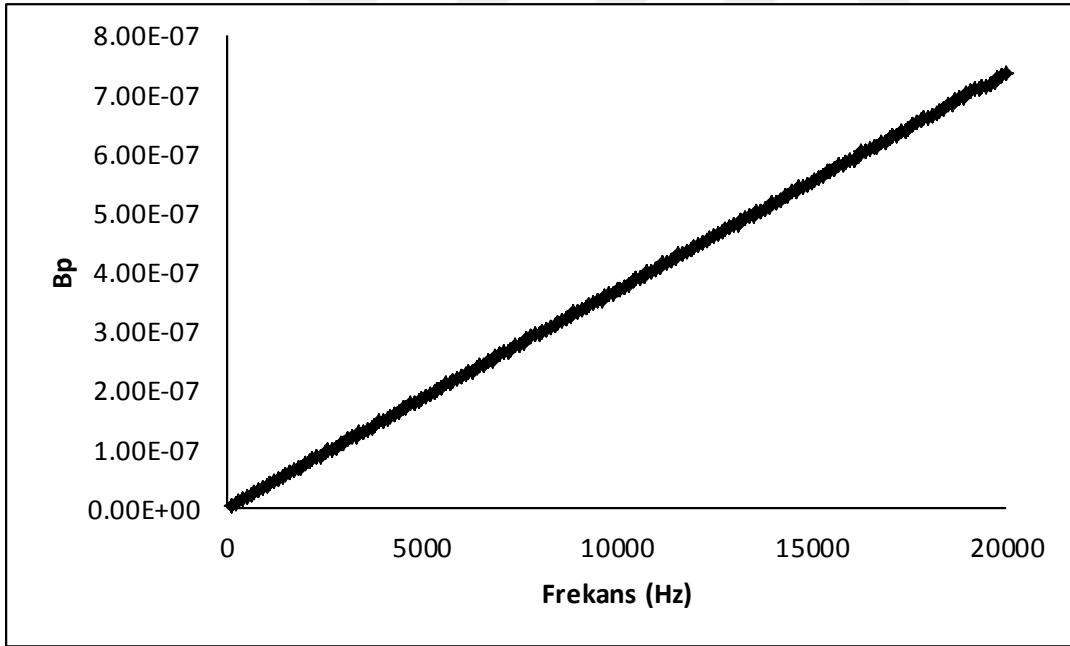
Şekil 3.38. Homopolimerin dielektrik sabitinin frekansa bağlı değişimi



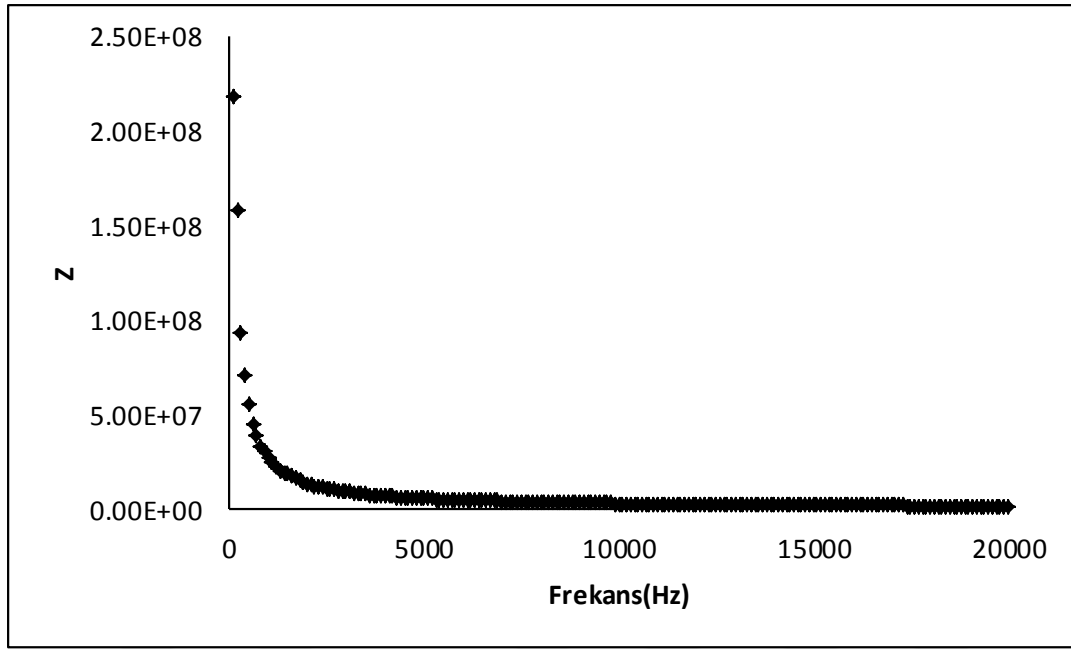
Şekil 3.39. Homopolimerin dielektrik kayıp faktörünün frekansa bağlı değişimi



Şekil 3.40. Homopolimerin iletkenlik değerinin frekansa bağlı değişimi

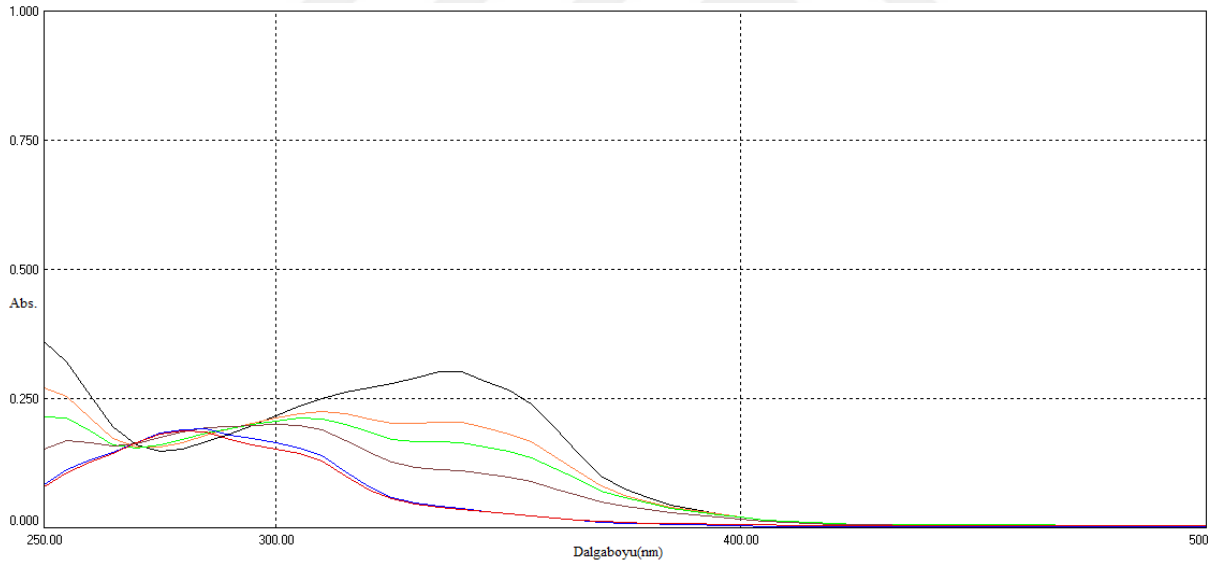


Şekil 3.41. Polimerlerin susseptans değerlerinin frekansla değişimi

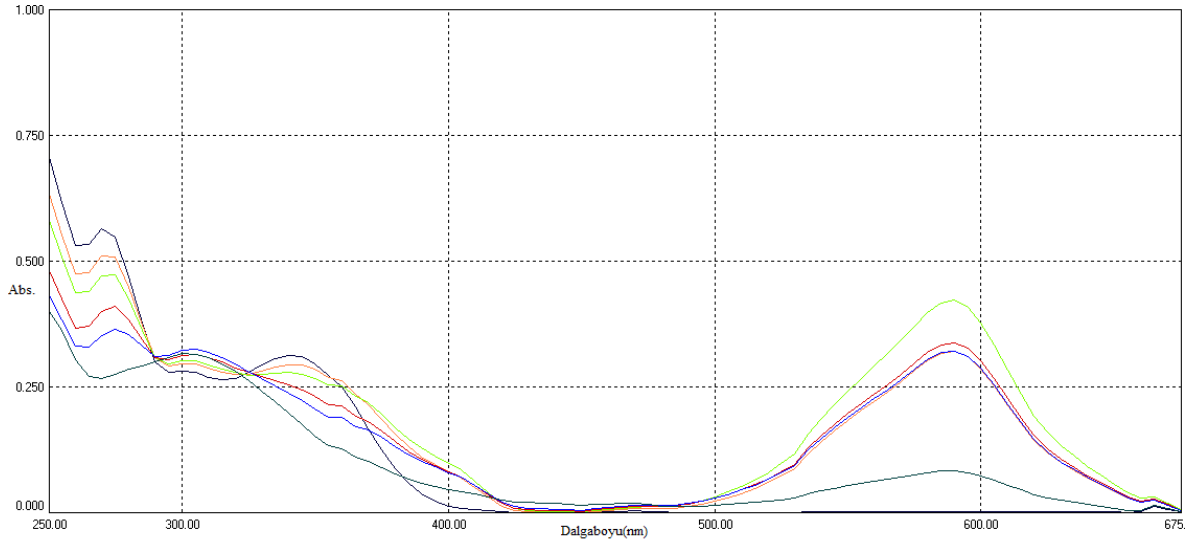


Şekil 3.42. Polimerlerin empedans değerlerinin frekansla değişimi

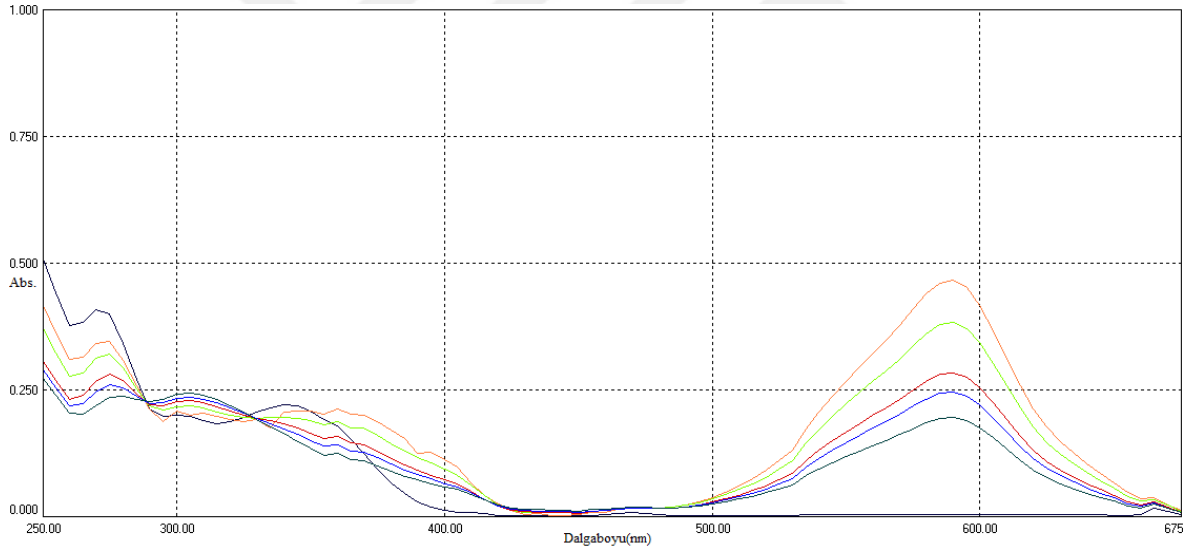
3.8.3. Fotokromik özellikleri



Şekil 3.43. (4P)'nin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} M$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)

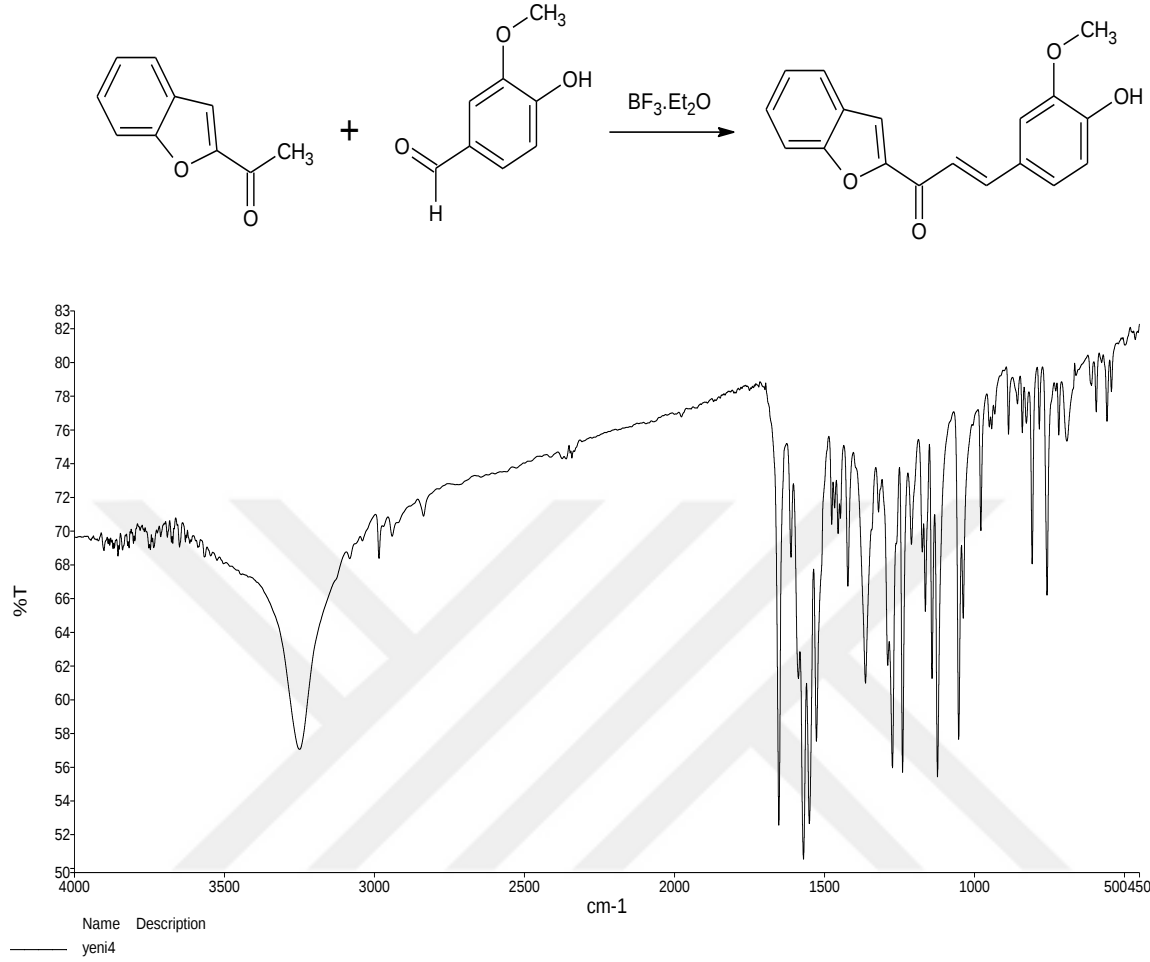


Şekil 3.44. (4P)'nin %10 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} \text{M}$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)



Şekil 3.45. (4P)'nin %20 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} \text{M}$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)

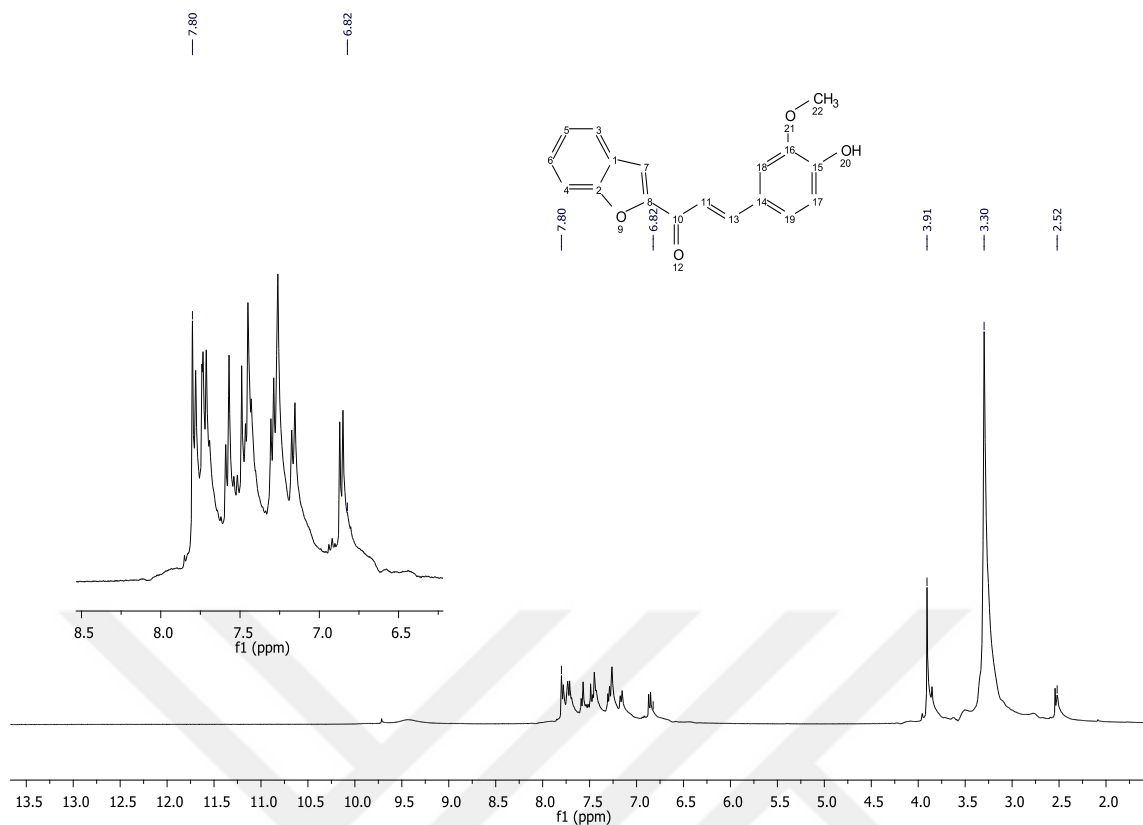
3.9. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'un Sentezi



Şekil 3.46. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'un IR spektrumu

Tablo 3.23. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'un bazı karakteristik IR spektrum değerlendirme

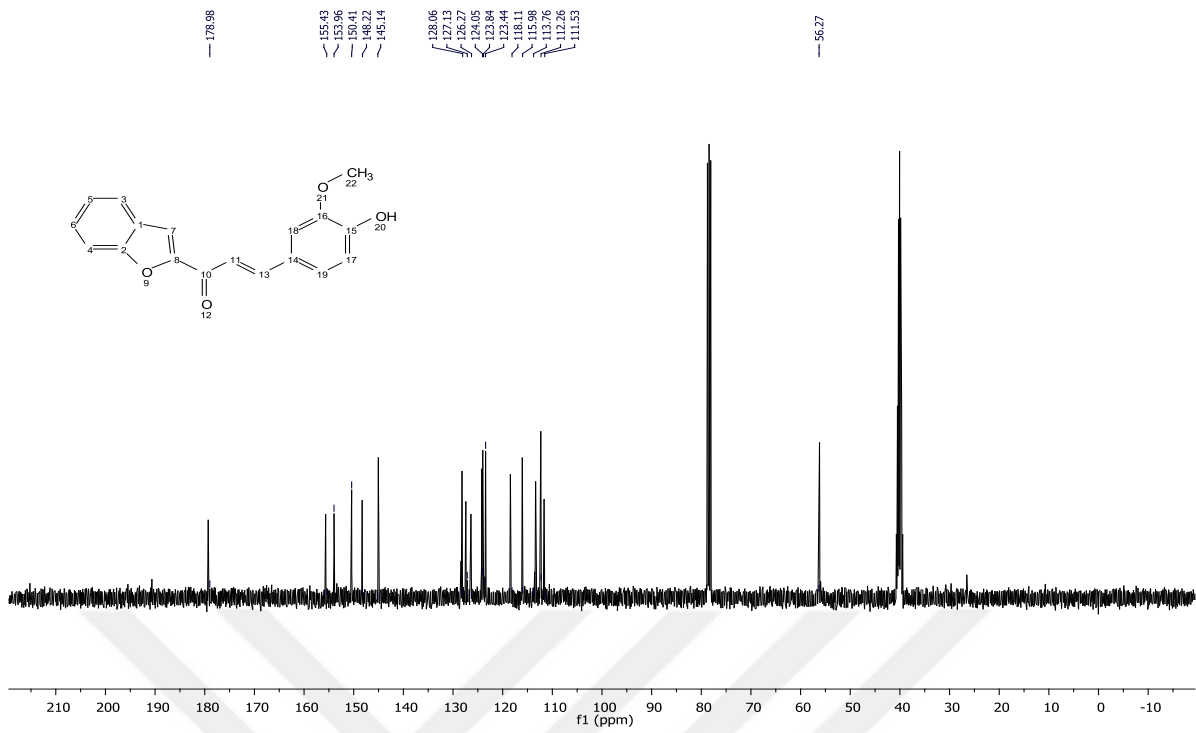
Dalga Sayısı (cm^{-1})	Titreşim Türü
3086–3040 ve 2980–2840	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1650	-C=O Keton karbonili
1582-1590	Aromatik C=C çift bağ gerilmesi
1476-1366	Alifatik C-H eğilmesi
1133	C-O asimetrik gerilme
3249	OH gerilmesi
1610	Alifatik C=C çift bağ gerilmesi



Şekil 3.47. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'un ^1H -NMR spektrumu

Tablo 3.24. (2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'un bazı karakteristik ^1H -NMR spektrum değerlendirme

	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
5a	7,70- 6,82	Aromatik halka protonları
	3,91	Metoksi ($-\text{OCH}_3$)protonları
	9,44	$-\text{OH}$ protonu
	2,52 ve 3,30	DMSO-d6 proton kalıntısı ve su piki



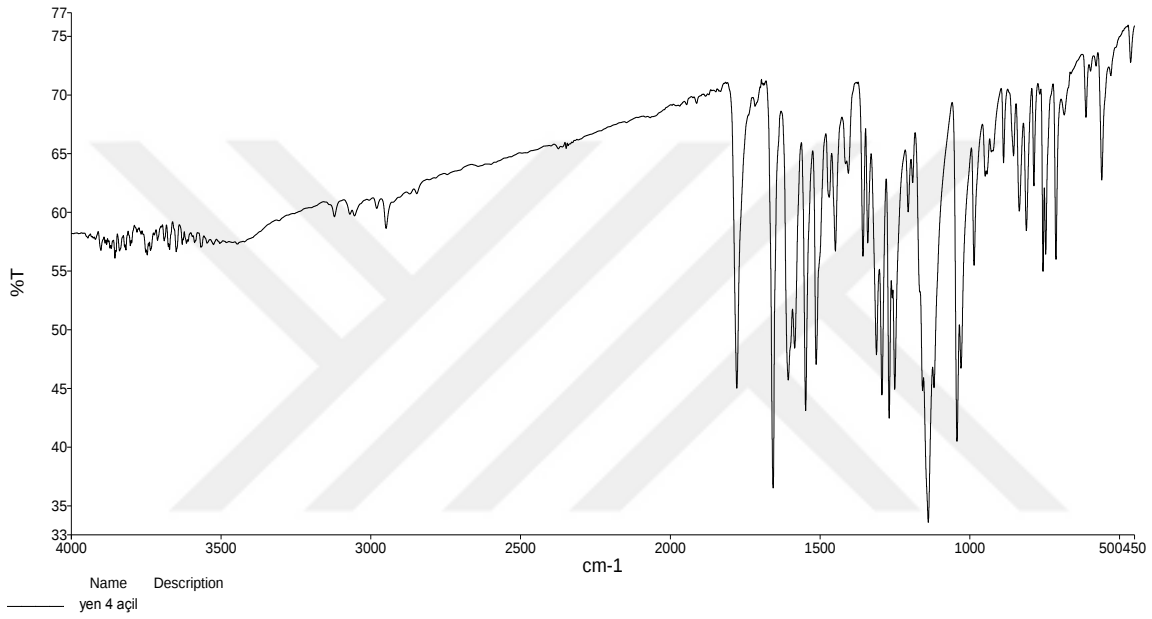
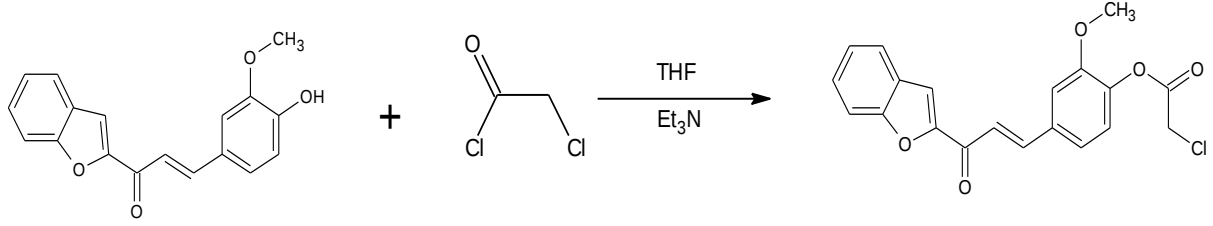
Şekil 3.48. (2E)-1-(1-benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'un ^{13}C -NMR spektrumu

Tablo 3.25. (2E)-1-(1-benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'un bazı karakteristik ^{13}C -NMR spektrum değerlendirmesi

	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(5a)	128,06-123,44-115,98	Aromatik halka karbonları
	178,98	(-C=O) karbonu
	155,43	Oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbonu)
	145,14	-C=O grubuna bağlı vinil karbon
	56,27	Metoksi(-OCH ₃) karbonu

3.10. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b)

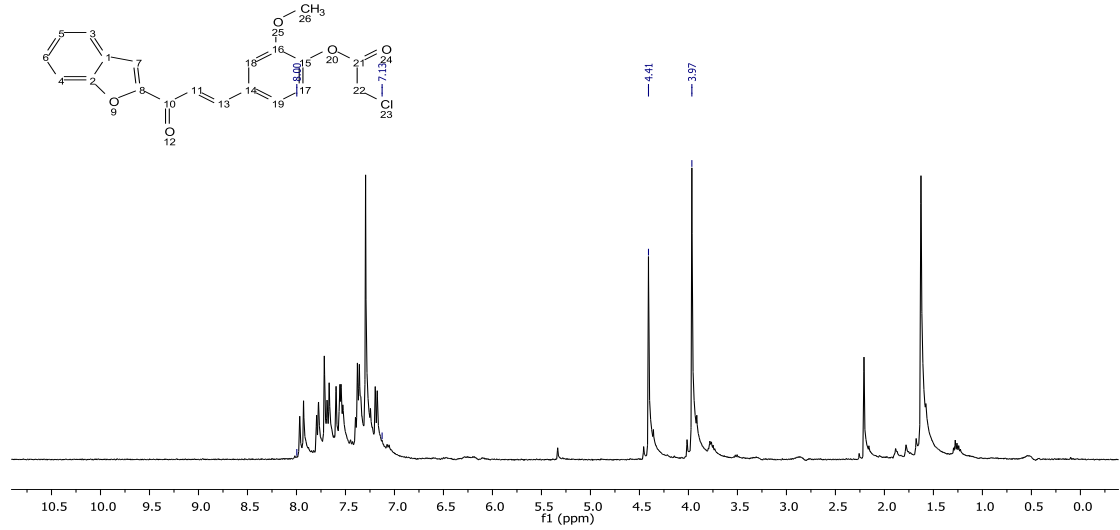
'ın Sentezi



Şekil 3.49. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b)'ın FT-IR spektrumu

Tablo 3.26. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b)'ın bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi

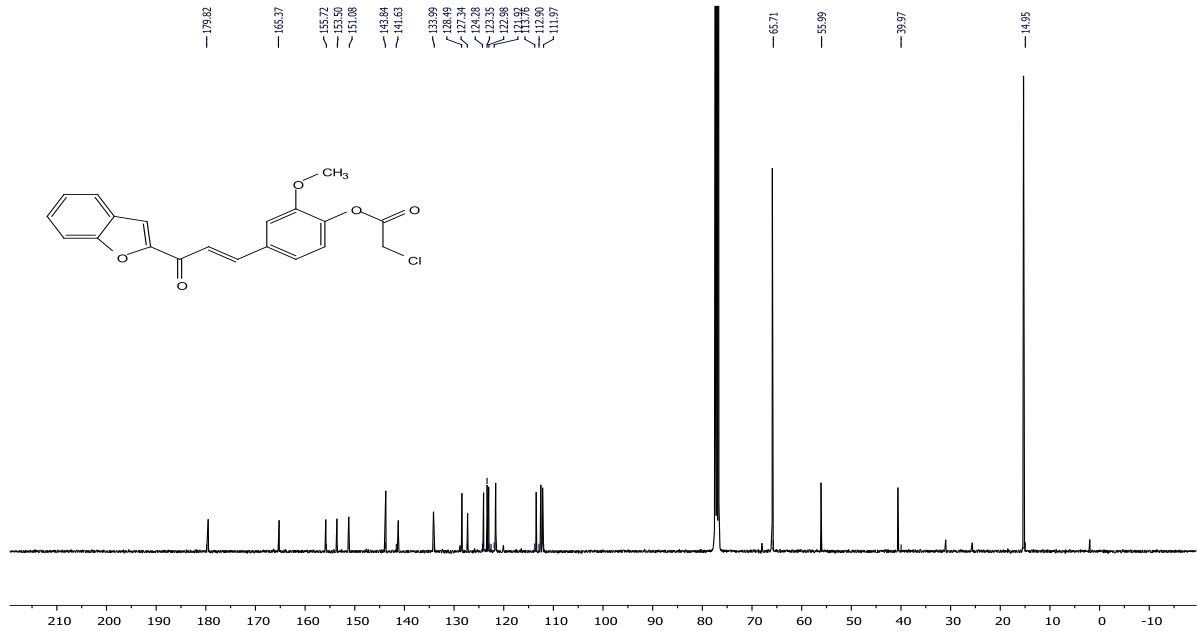
Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Titreşim Türü
3125–3047 ve 2977–2860	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1653	-C=O Keton karbonili
1589-1600	Aromatik C=C çift bağ gerilmesi
1441-1334	Alifatik C-H eğilmesi
1129	C-O asimetrik gerilme
1780	-OC=O Ester
1605	Alifatik C=C çift bağ gerilmesi



Şekil 3.50. 4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b)'ın ^1H -NMR spektrumu

Tablo 3.27. 4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b)'ın bazı karakteristik ^1H -NMR spektrum değerlendirmesi

	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(5b)	8,00-7,13	Aromatik halka protonları
	3,97	Metoksi ($-\text{OCH}_3$) protonları
	4,41	Cl'a bağlı $-\text{CH}_2$ protonları

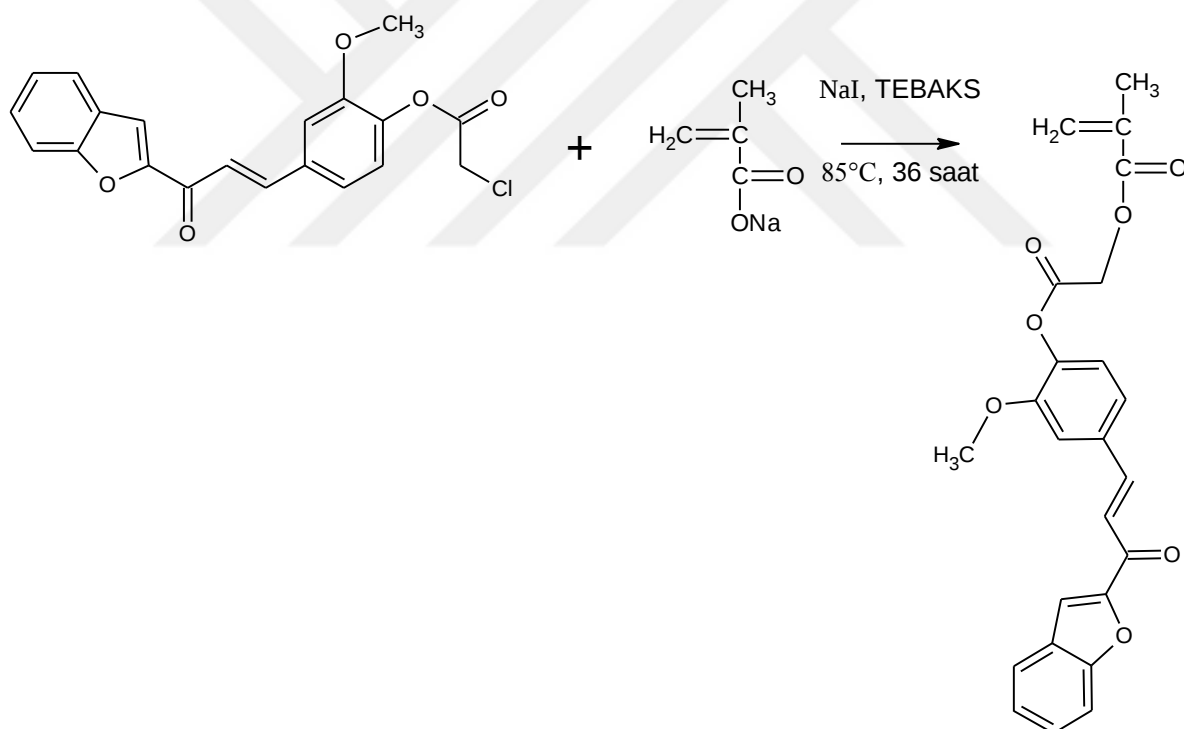


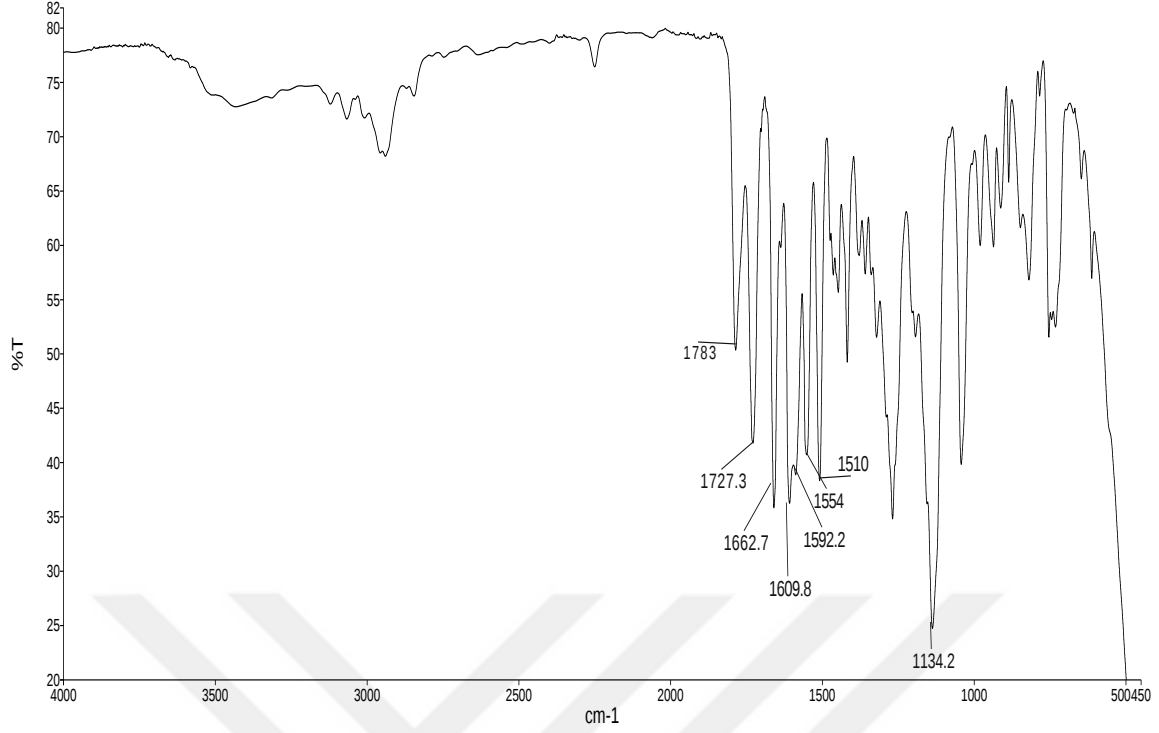
Şekil 3.51. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b)'ın ^{13}C -NMR spektrumu

Tablo 3.28. 4-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b)'ın bazı karakteristik ¹³C-NMR spektrum değeri

	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(5b)	128,49-121,92-113,76	Aromatik halka karbonları
	165,37	Ester (–C=O) karbonu
	179,82	Keton karbonil (–C=O) karbonu
	155,72	Oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbonu)
	141,63	–C=O grubuna bağlı vinil karbon
	55,99	Klor atomuna bağlı karbon
	39,97	Metoksi (–OCH ₃) karbonu
	65,71-14,95	Dietil eter pikleri

3.11. 2-{4-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5c)'ın Sentezi

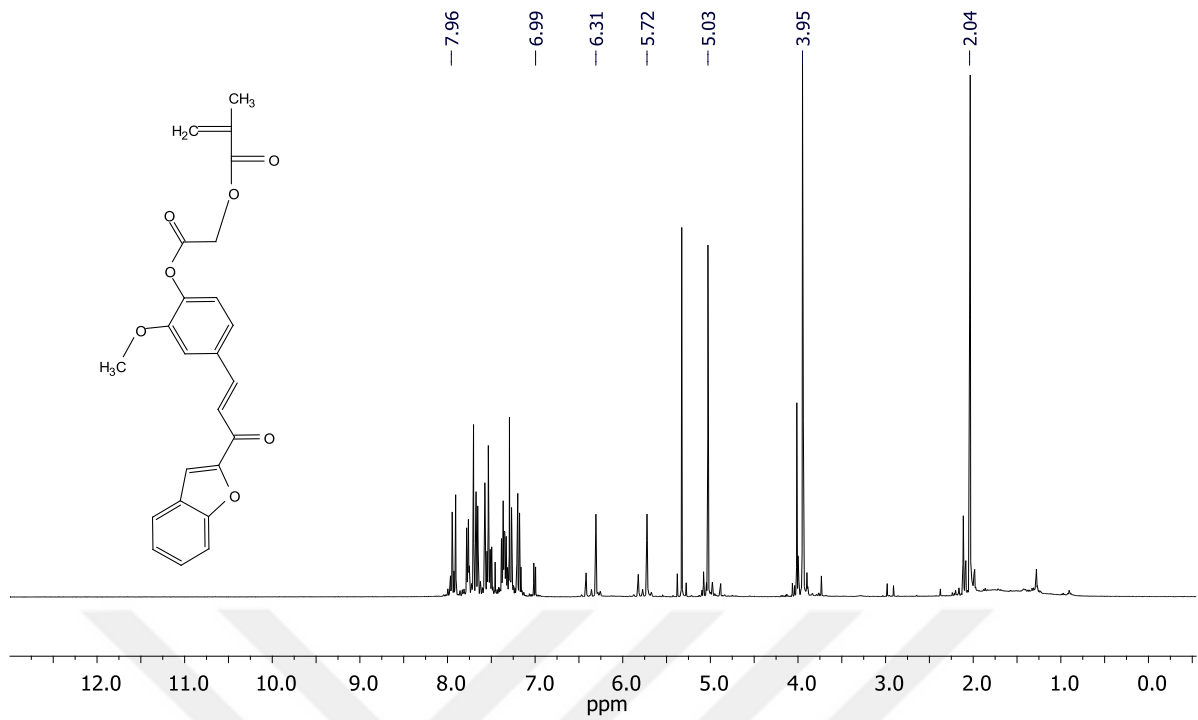




Şekil 3.52. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-yl)-3-oxoprop-1-en-1-yl]-2-metoksifenil klorasetat (5c)'in FT-IR spektrumu

Tablo 3.29. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-yl)-3-oxoprop-1-en-1-yl]-2-metoksifenil klorasetat (5c)'in bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi

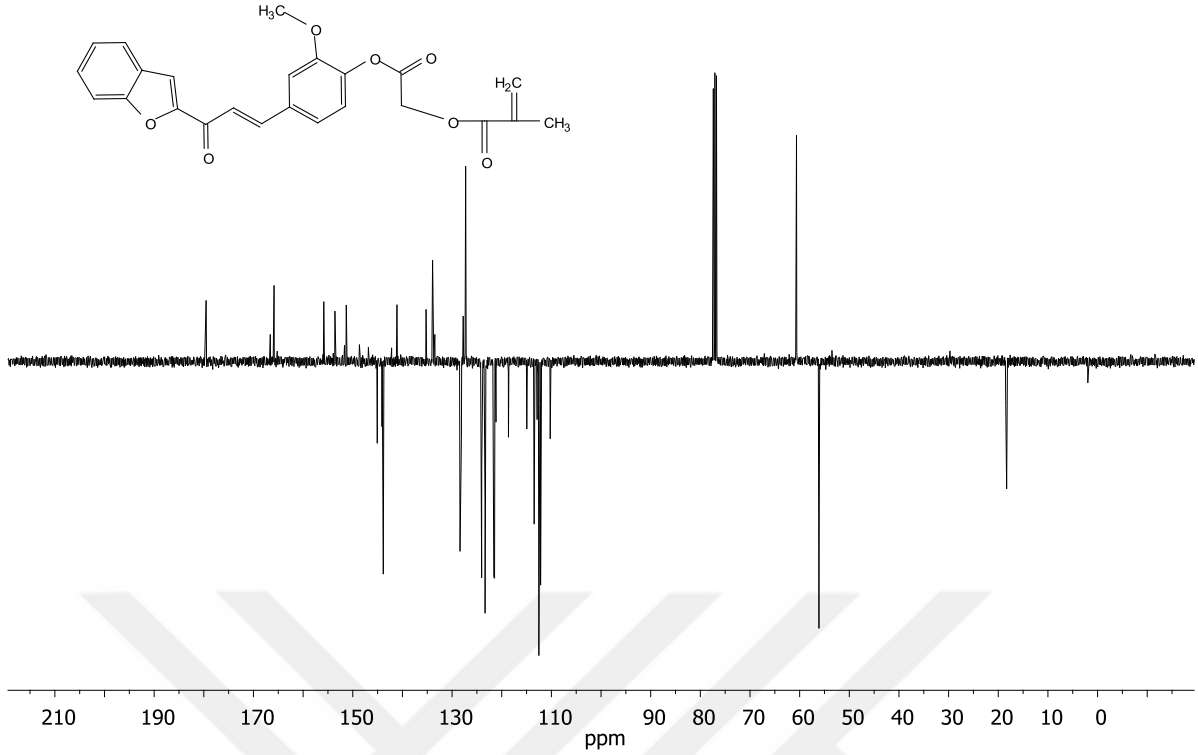
Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Titreşim Türü
3093–3042 ve 2932–2871	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1663	-C=O Keton karbonili
1589-1592	Aromatik C=C çift bağ gerilmesi
1475-1340	Alifatik C-H eğilmesi
1134	C-O asimetrik gerilme
1783	-OC=O (ester karbonili Ar-O-C=O)
1727	-OC=O (ester karbonili)
1610	Alifatik C=C çift bağ gerilmesi



Şekil 3.53. 2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5c)'in ¹H-NMR spektrumu

Tablo 3.30. 2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5c)'in bazı karakteristik ¹H-NMR spektrum değerlendirmesi

Monomer	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(5c)	7,96- 6,99	Aromatik halka protonları
	3,95	Metoksi (-OCH ₃) protonları
	6,31	CH ₂ =C protonları (C=O'ye göre cis hidrojen)
	5,72	CH ₂ =C protonları (C=O'ye göre trans hidrojen)
	5,03	-O CH ₂ protonları
	2,04	Vinil grubuna bağlı -CH ₃ protonları

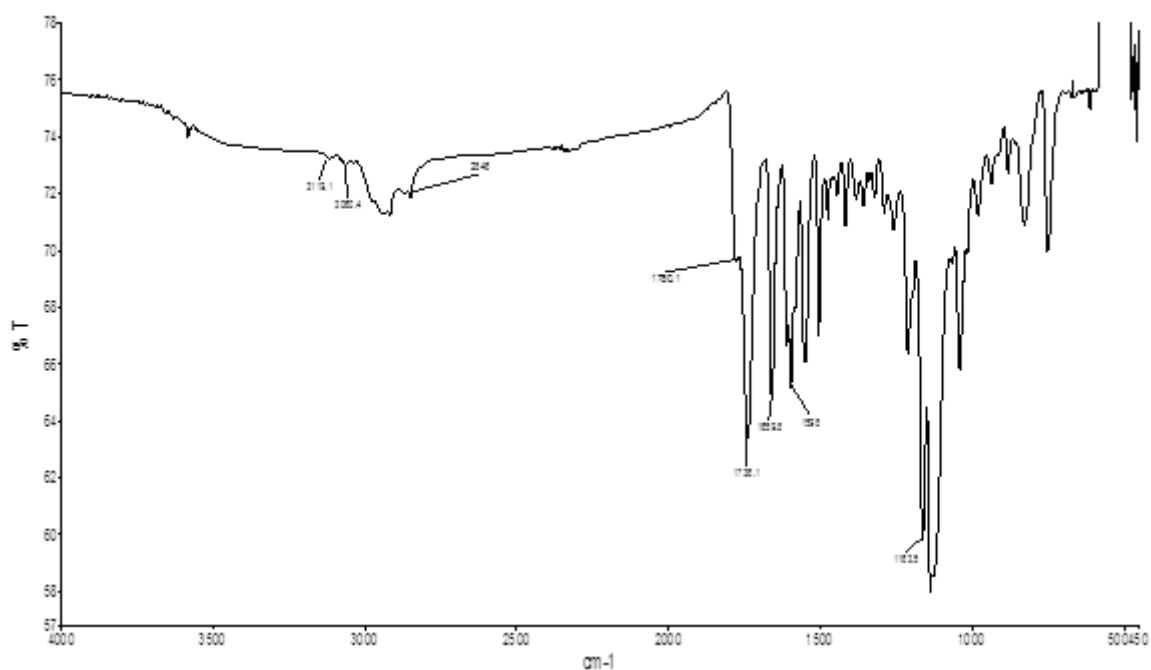
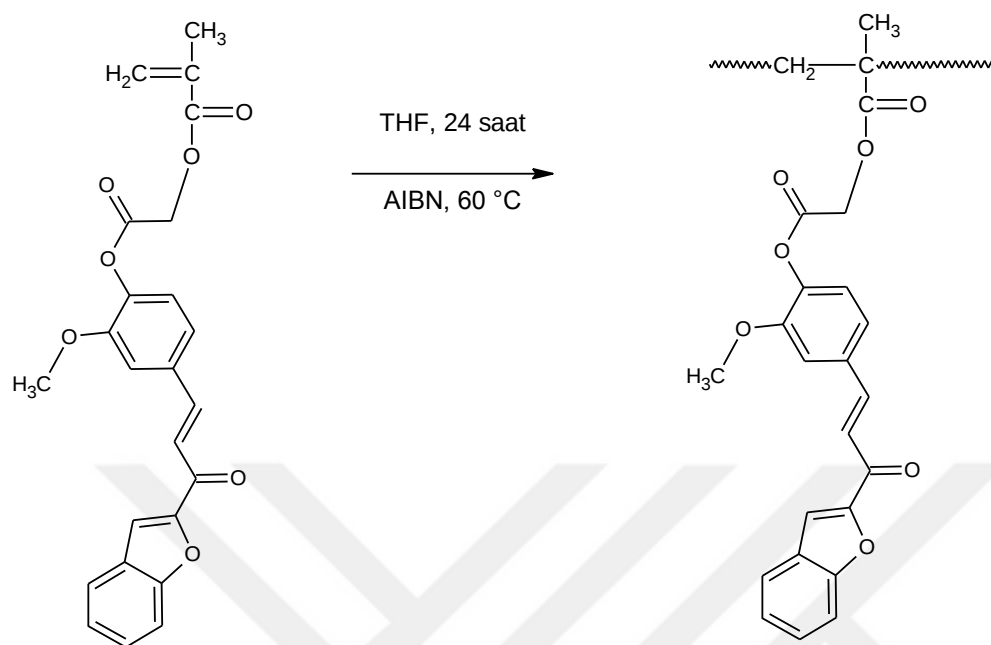


Şekil 3.54. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-yl)-3-oxoprop-1-en-1-yl]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5c)'in ^{13}C -NMR (APT) spektrumu

Tablo 3.31. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-yl)-3-oxoprop-1-en-1-yl]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5c)'in bazı karakteristik ^{13}C -NMR spektrum değerlendirmesi

Monomer	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(5c)	128,70-121,19-112,46	Aromatik halka karbonları
	165,60	Ester ($-\text{C}=\text{O}$) karbonu
	166,45	Ester ($\text{Ar}-\text{O}-\text{C}=\text{O}$) karbonu
	179,39	Keton ($-\text{C}=\text{O}$) karbonu
	156,15	Oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbonu)
	143,66	$-\text{C}=\text{O}$ grubuna bağlı vinil karbon
	60,21	$-\text{O}-\text{CH}_2$ karbonu
	56,26	Metoksi karbonu
	18,25	Vinil grubuna bağlı $-\text{CH}_3$ karbonu

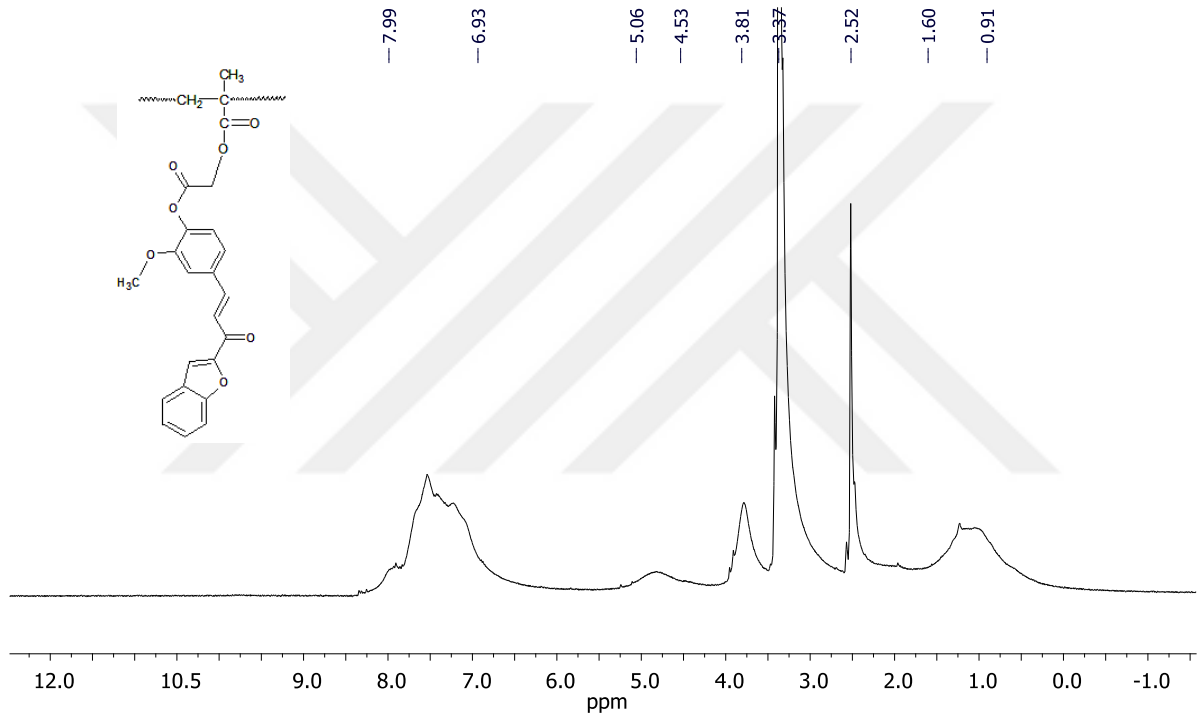
3.12. Poli{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'in Sentezi



Şekil 3.55. Poli{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'in IR spektrumu

Tablo 3.32. Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil)-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'in bazı karakteristik IR spektrum değerlendirmesi

Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Titreşim Türü
3161–3082 ve 2961–2845	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1655	-C=O Keton karbonili
1588-1599	Aromatik C=C çift bağ gerilmesi
1456-1344	Alifatik C-H eğilmesi
1135	C-O asimetrik gerilme
1775	-OC=O (ester karbonili Ar-O-C=O)
1727	-OC=O (ester karbonili)

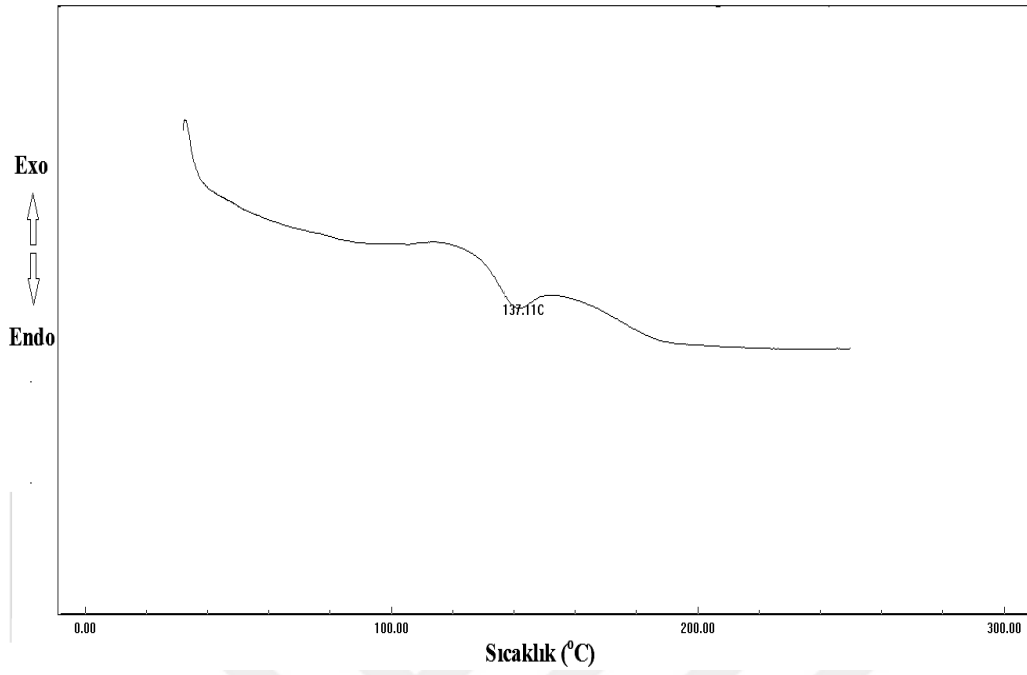


şekil 3.56. Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil)-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'in ¹H-NMR Spektrumu

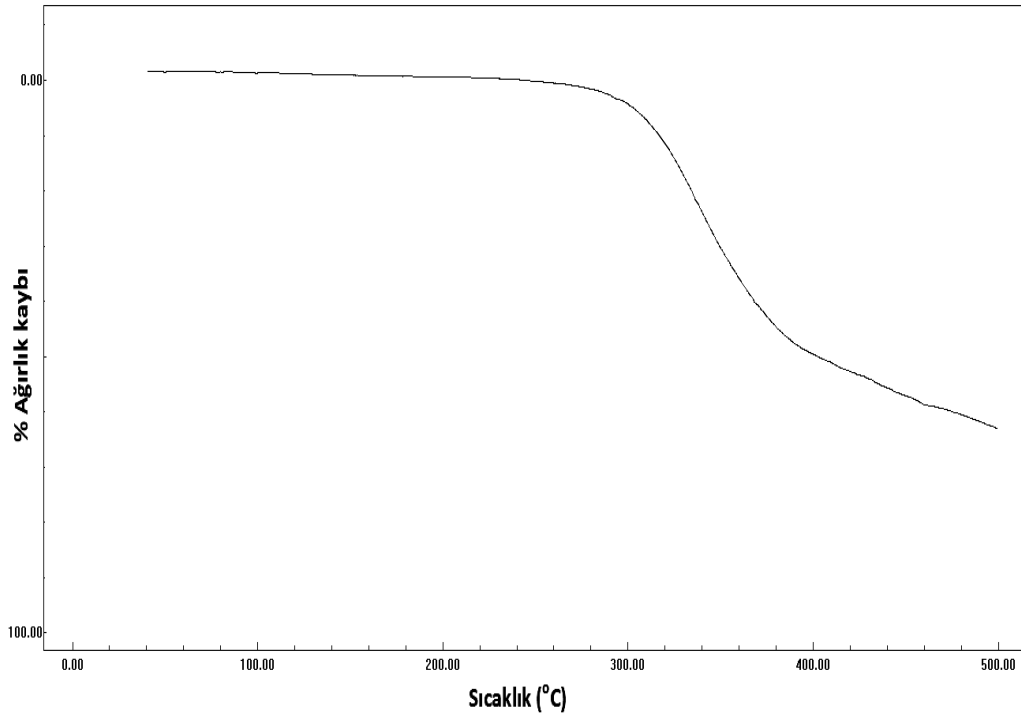
Tablo 3.33. Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil)-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'in bazı karakteristik ¹H-NMR spektrum değerlendirmesi

Polimer	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(5P)	7,99- 6,93	Aromatik halka protonları
	4,53-5,06	Alifatik protonlar
	3,81	Metoksi protonları
	0,91-1,60	Ana zincirdeki alifatik gruplar
	2,52	DMSO-d ₆ sinyali
	3,33	DMSO-d ₆ su sinyali

3.12.1. Termal özellikleri

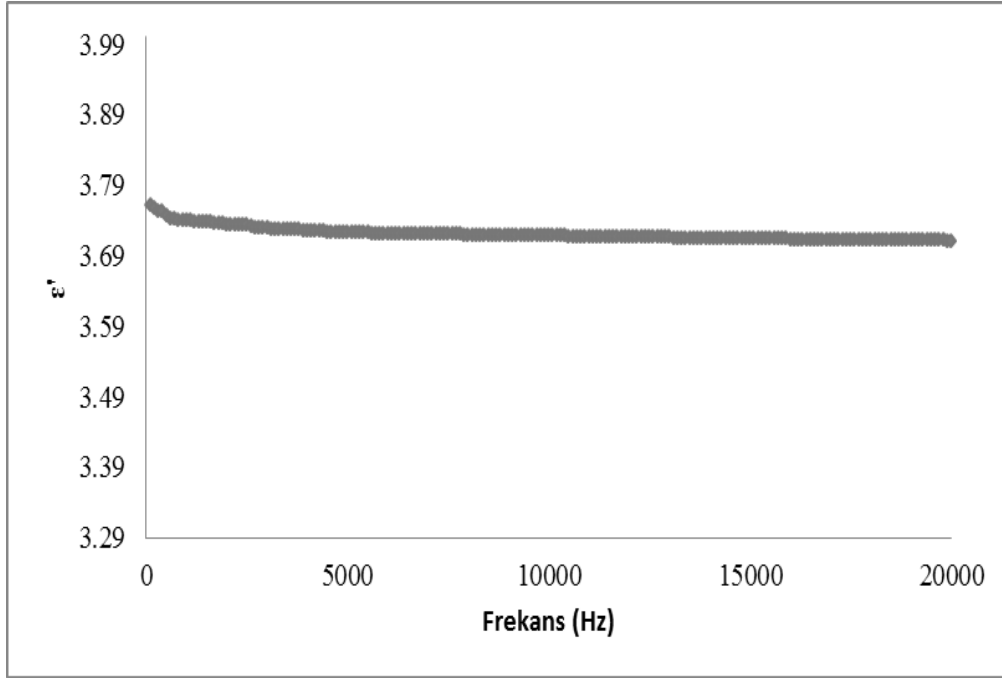


Şekil 3.57. Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'ın polimerinin DSC eğrisi

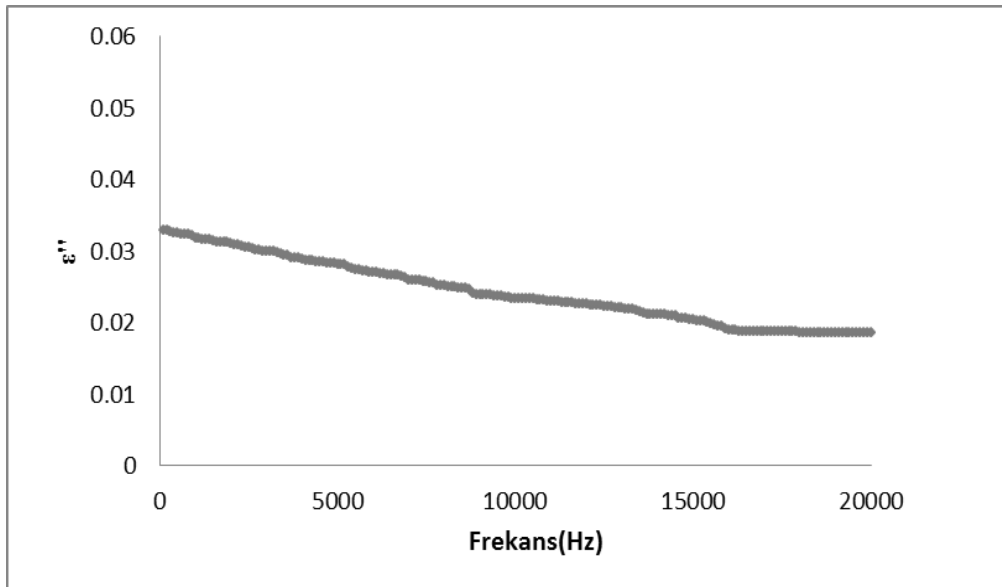


Şekil 3.58. Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'ın polimerinin TGA eğrisi

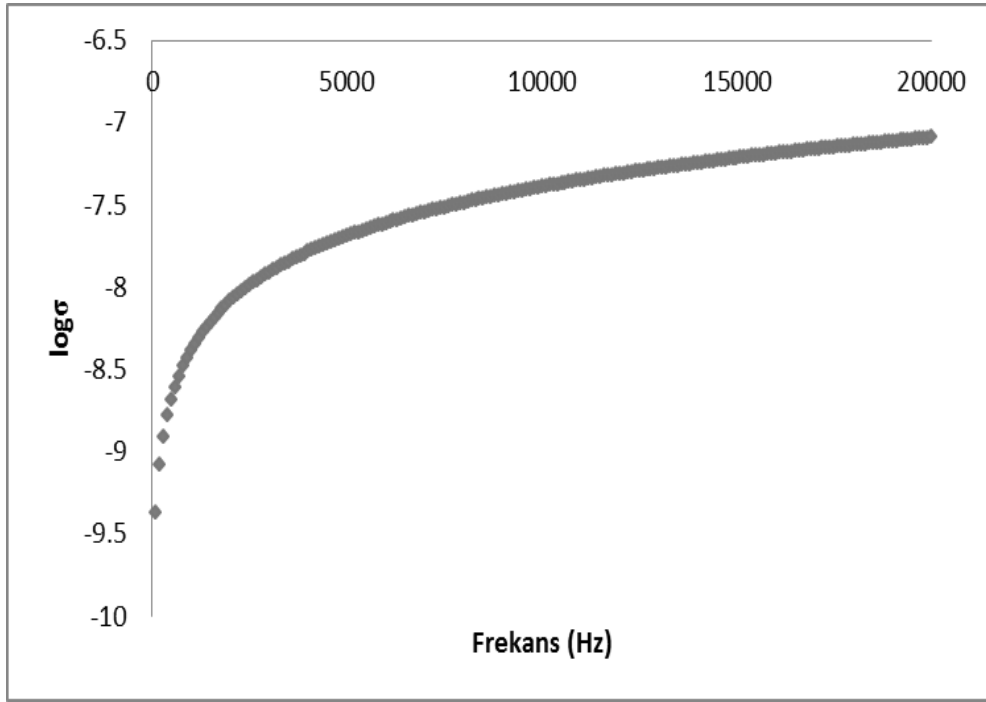
3.12.2. Dielektrik özellikleri



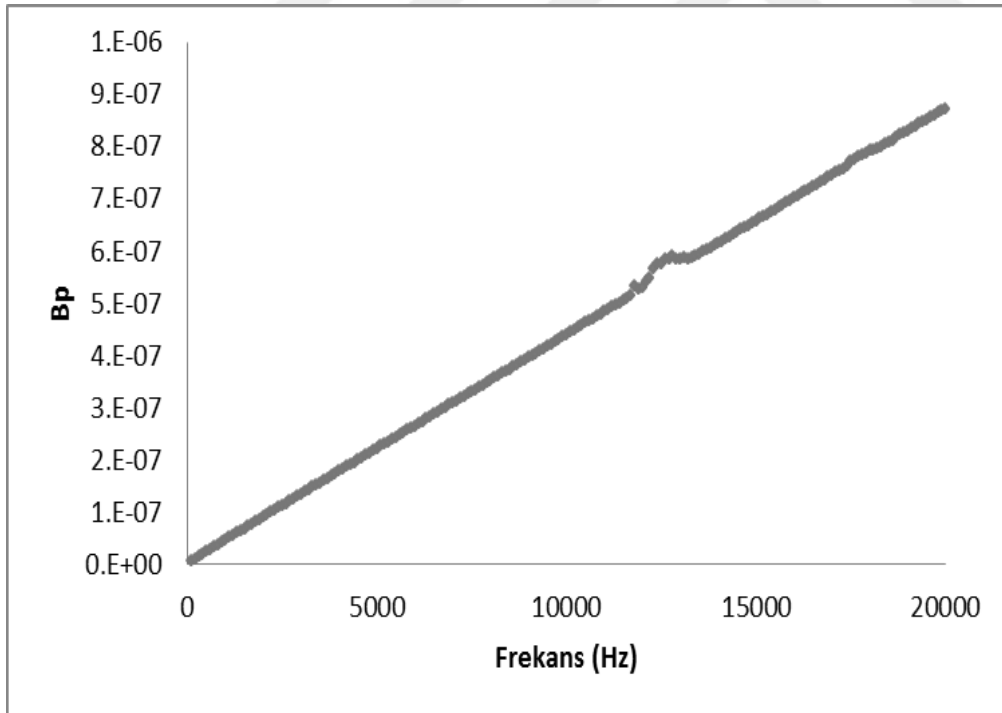
Şekil 3.59. Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'ın dielektrik sabitinin frekansla değişimi



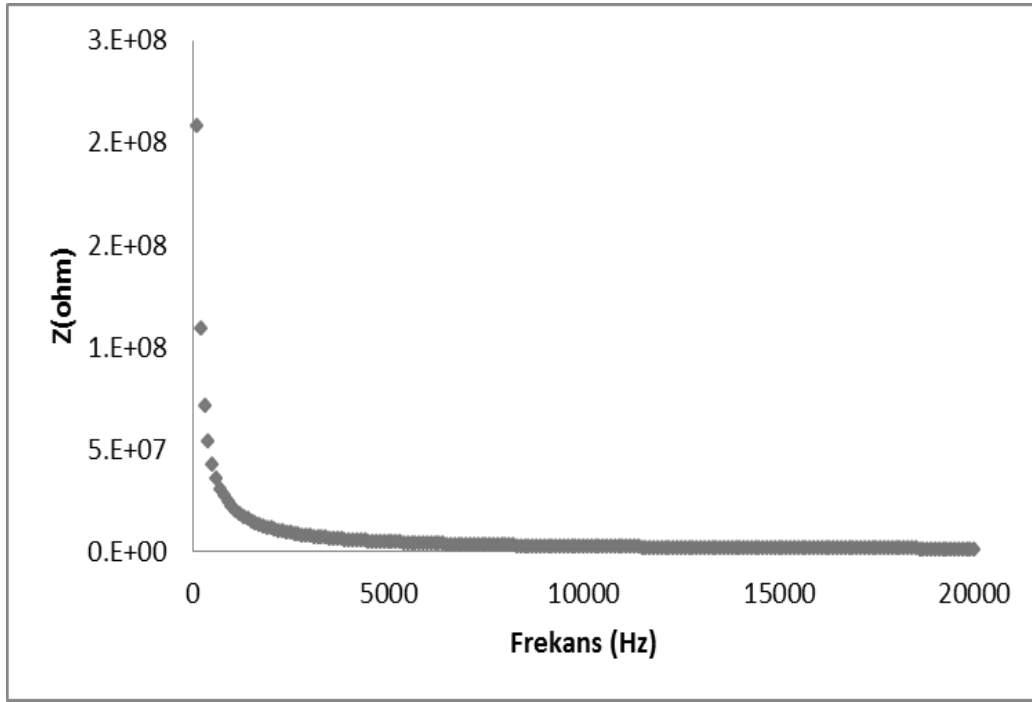
Şekil 3.60. Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'ın dielektrik kayıp faktörünün frekansla değişimi



Şekil 3.61. Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'ın iletkenlik değerlerinin frekansla değişimi

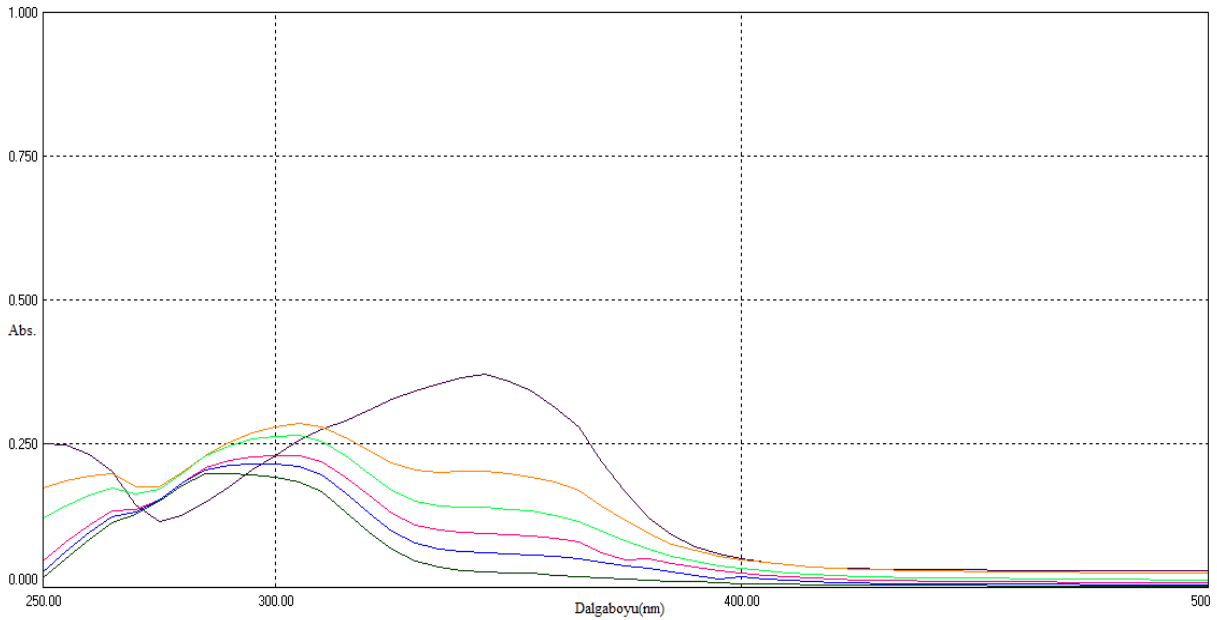


Şekil 3.62. Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'ın susseptans değerlerinin frekansla değişimi

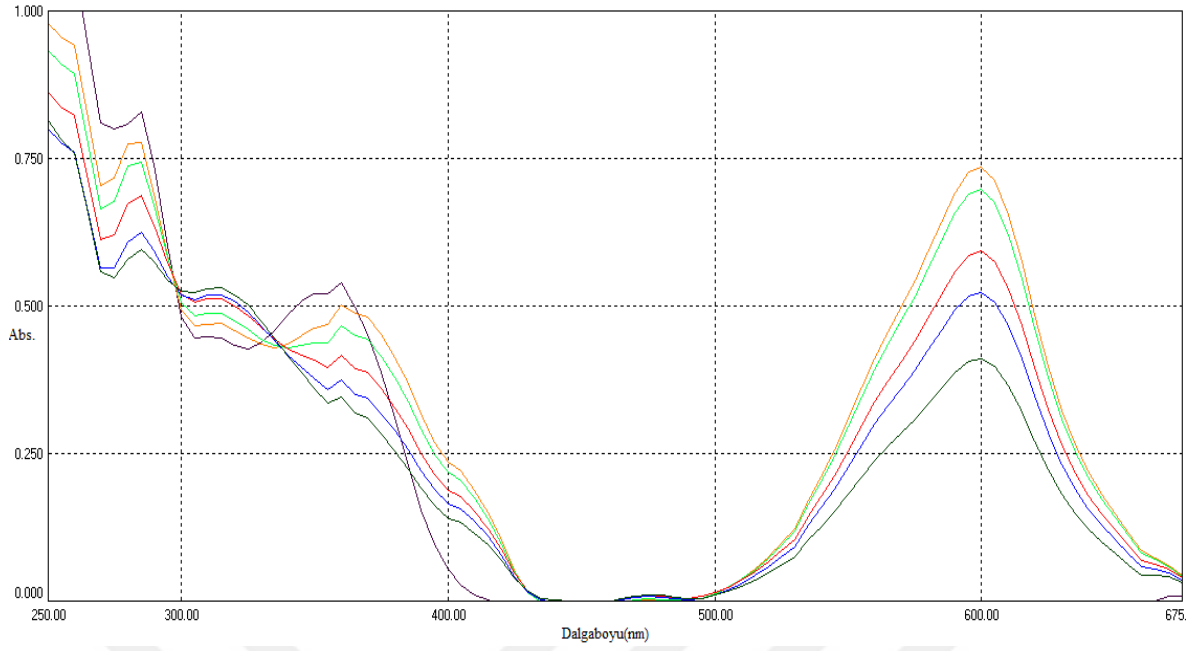


Şekil 3.63. Poli(4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'ın empedans değerlerinin frekansla değişimi

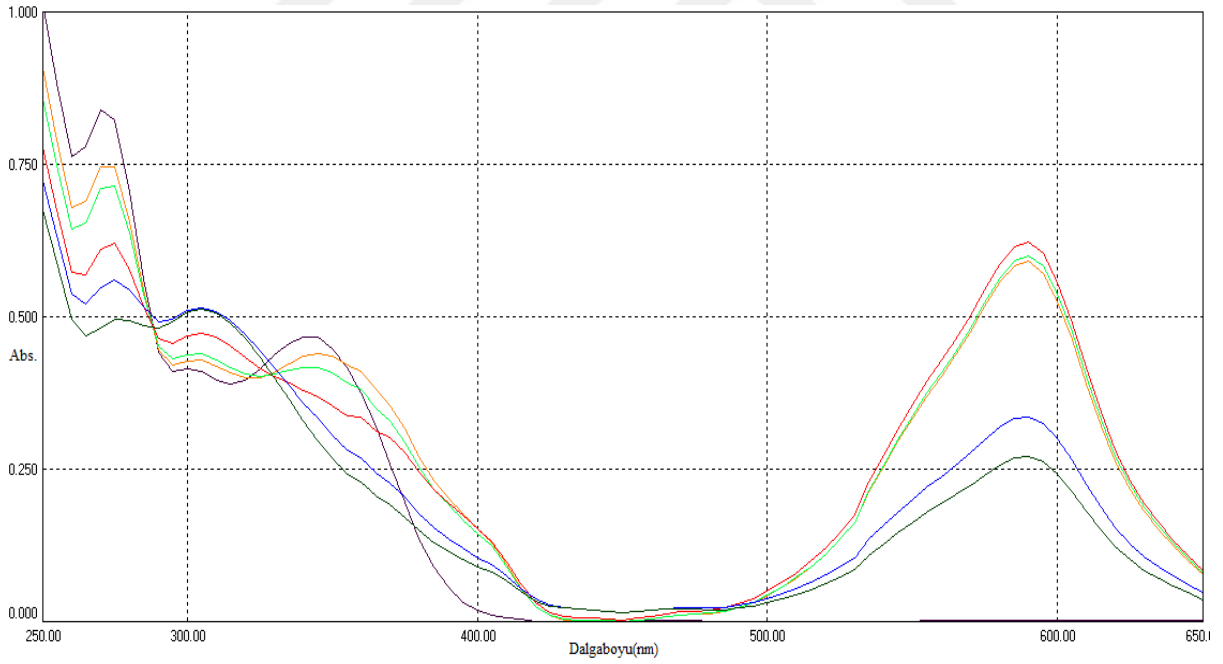
3.12.3. Fotokromik özellikleri



Şekil 3.64. (5P)'nin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4}$ M) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)

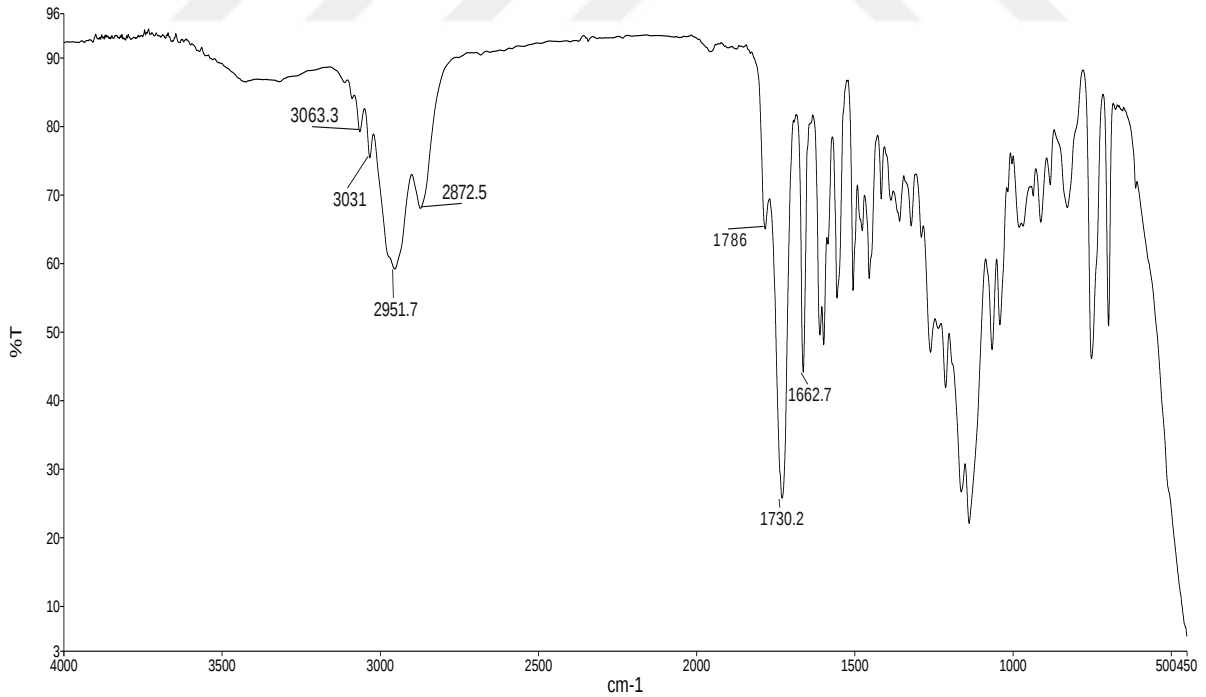
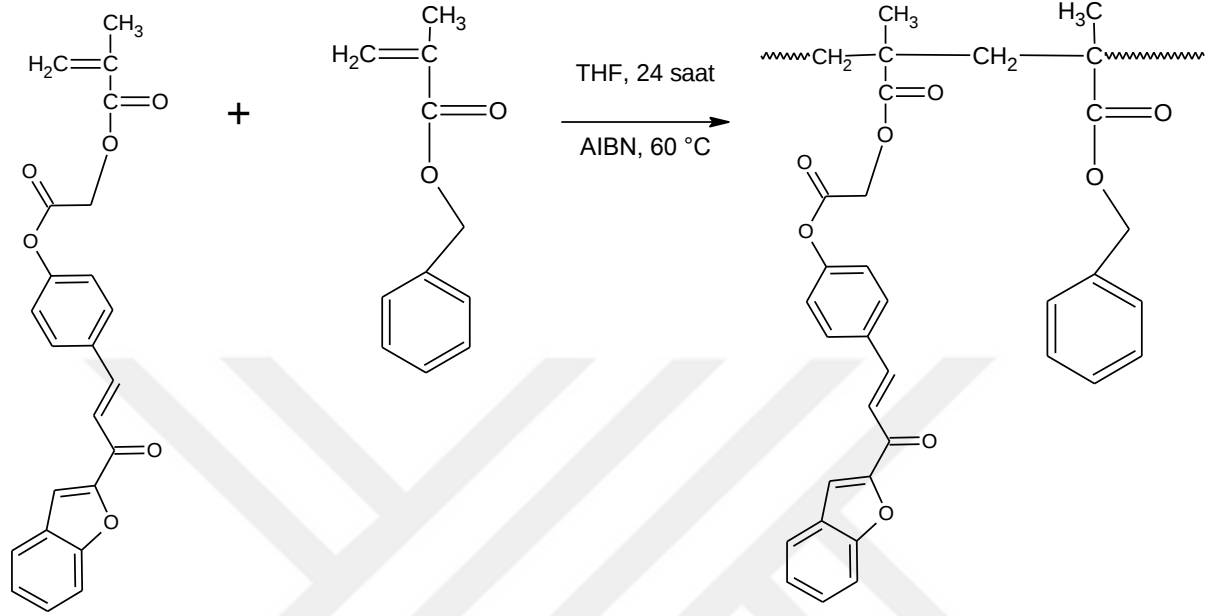


Şekil 3.65. (5P)'nin %10 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} \text{M}$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)



Şekil 3.66. (5P)'nin %20 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} \text{M}$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)

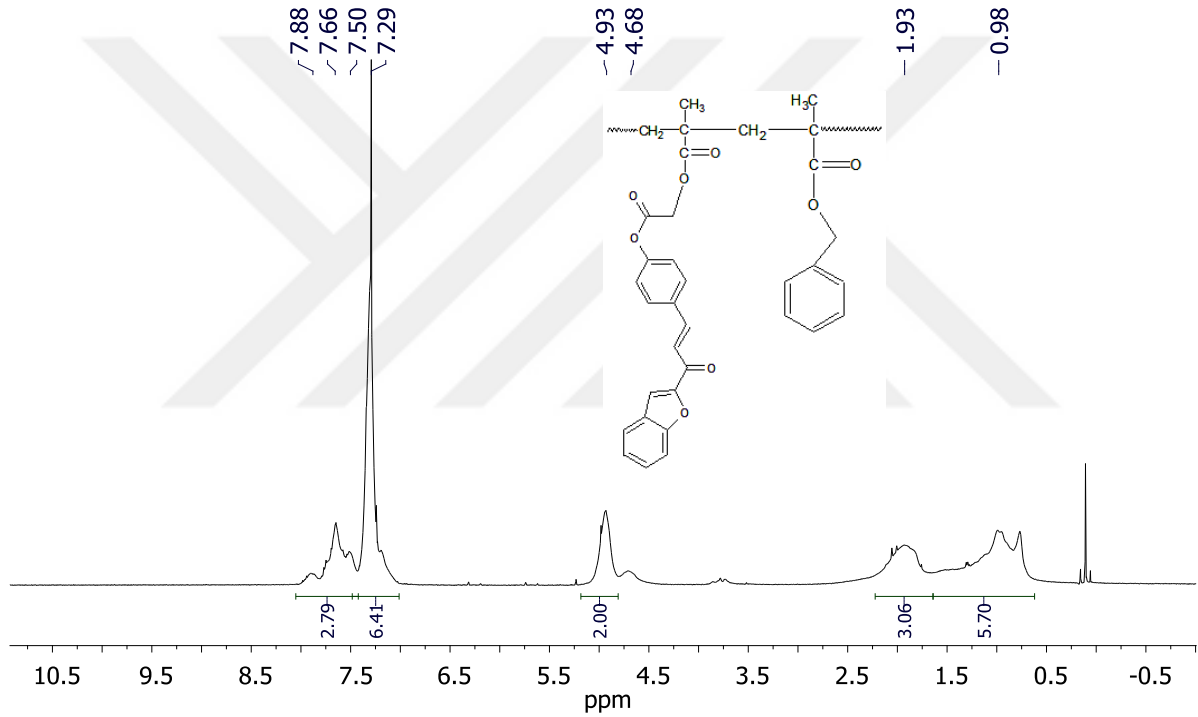
3.13. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il] fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat Kopolimerin (KP1) Sentezi



Şekil 3.67. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerin (KP1) IR spektrumu

Tablo 3.34. 2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve benzil metakrilat kopolimerin (KP1) bazı karakteristik IR spektrum değeri

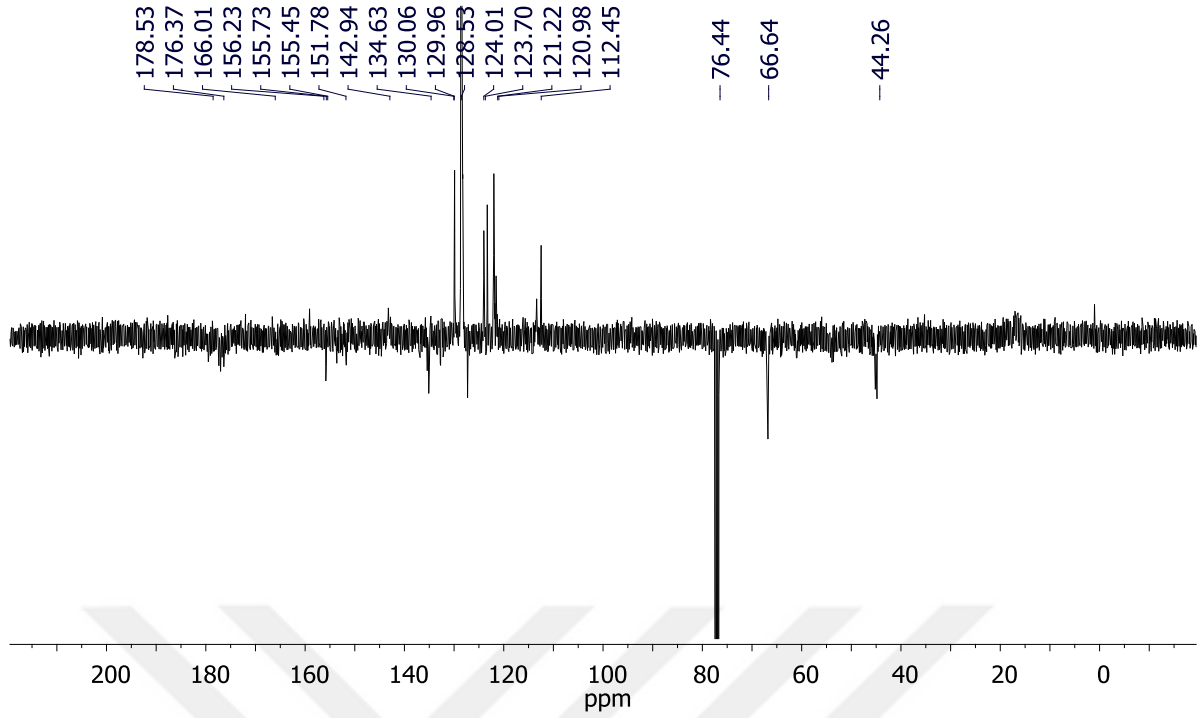
Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Titreşim Türü
3063–3031 ve 2951–2872	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1662	-C=O Keton karbonili
1579-1592	Aromatik C=C çift bağ gerilmesi
1446-1347	Alifatik C-H eğilmesi
1152	C-O asimetrik gerilme
1786	-OC=O (ester karbonili Ar-O-C=O)
1730	-OC=O (ester karbonili)



Şekil 3.68. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerin (KP1) ¹H-NMR spektrumu

Tablo 3.35. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerin (KP1) bazı karakteristik ¹H-NMR spektrum değeri

Polimer	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(KP1)	7,88- 7,50	Aromatik halka protonları
	7,29	Benzil metakrilat aromatik halka protonları
	0,98-1,93	Ana zincirdeki alifatik gruplar
	4,93	-OCH ₂ protonları

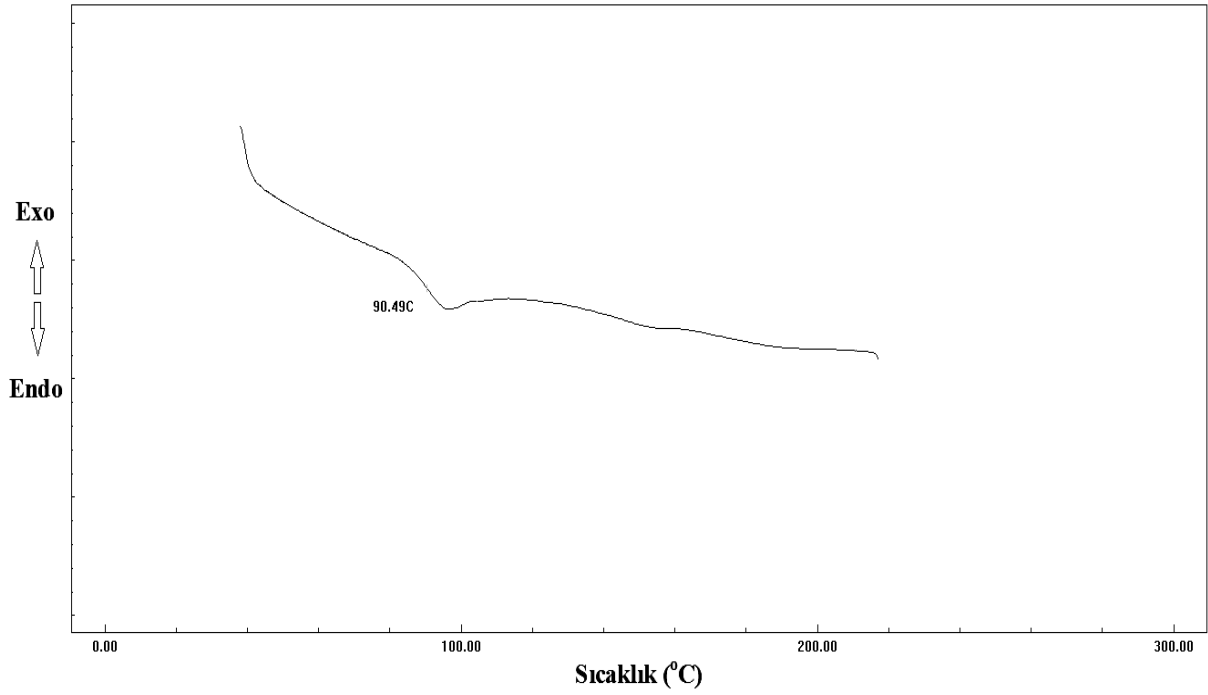


Şekil 3.69. 2-{4-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerin (KP1) ^{13}C -NMR (APT) spektrumu

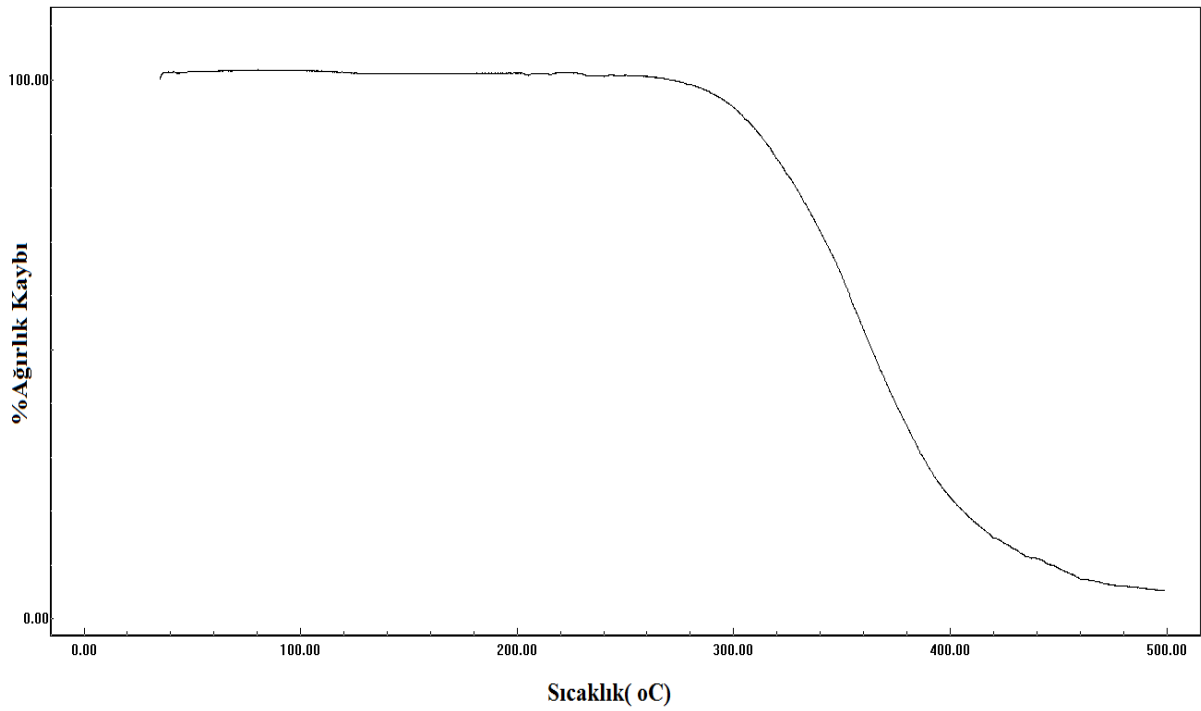
Tablo 3.36. 2-{4-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerin (KP1) bazı karakteristik ^{13}C -NMR spektrum değerlendirmesi

Polimer	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
(KP1)	129,96-121,22-112,45	Aromatik halka karbonları
	166,01	Ester ($-\text{C}=\text{O}$) karbonu
	176,37	Ester ($\text{Ar}-\text{O}-\text{C}=\text{O}$) karbonu
	178,53	Keton ($-\text{C}=\text{O}$) karbonu
	156,23	Oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbonu)
	142,94	$-\text{C}=\text{O}$ grubuna bağlı vinil karbon
	66,64	Ana zincirdeki $-\text{CH}_3$ karbonu
	44,26	Ana zincirdeki $-\text{CH}_3$ karbonu

3.13.1. Termal özellikleri

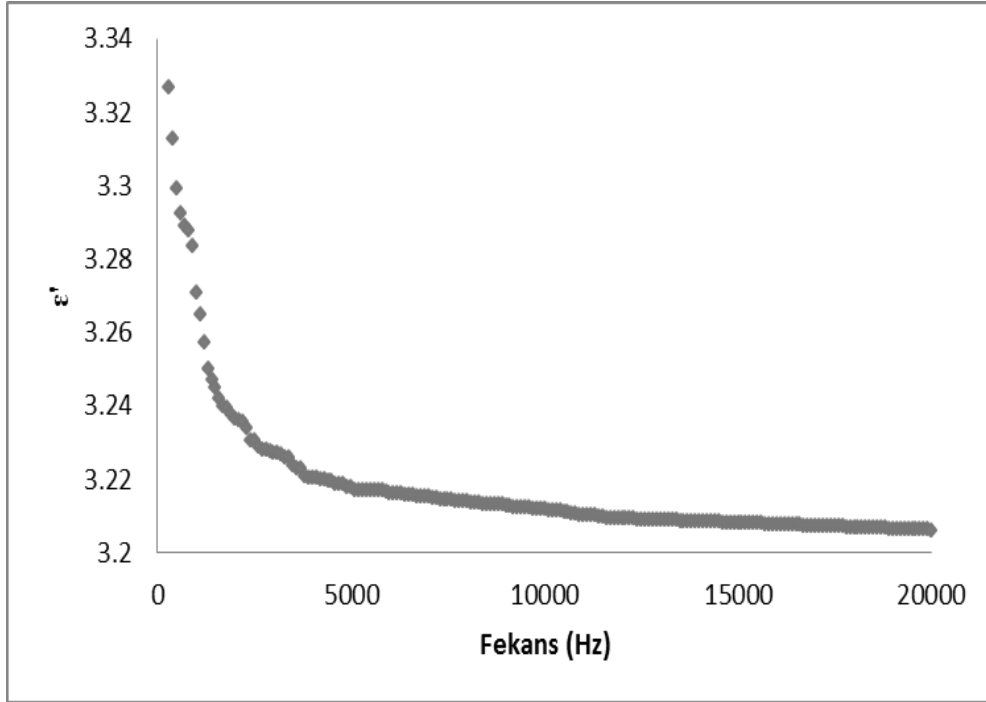


Şekil 3.70. 2-{4-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın kopolimerinin DSC eğrisi

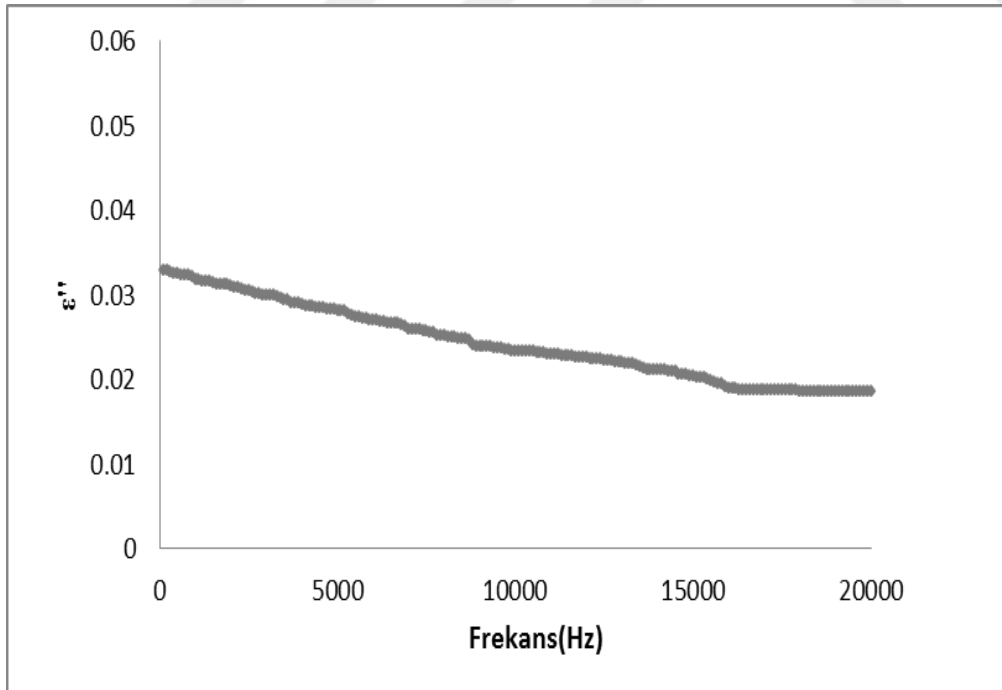


Şekil 3.71 . 2-{4-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın kopolimerinin TGA eğrisi

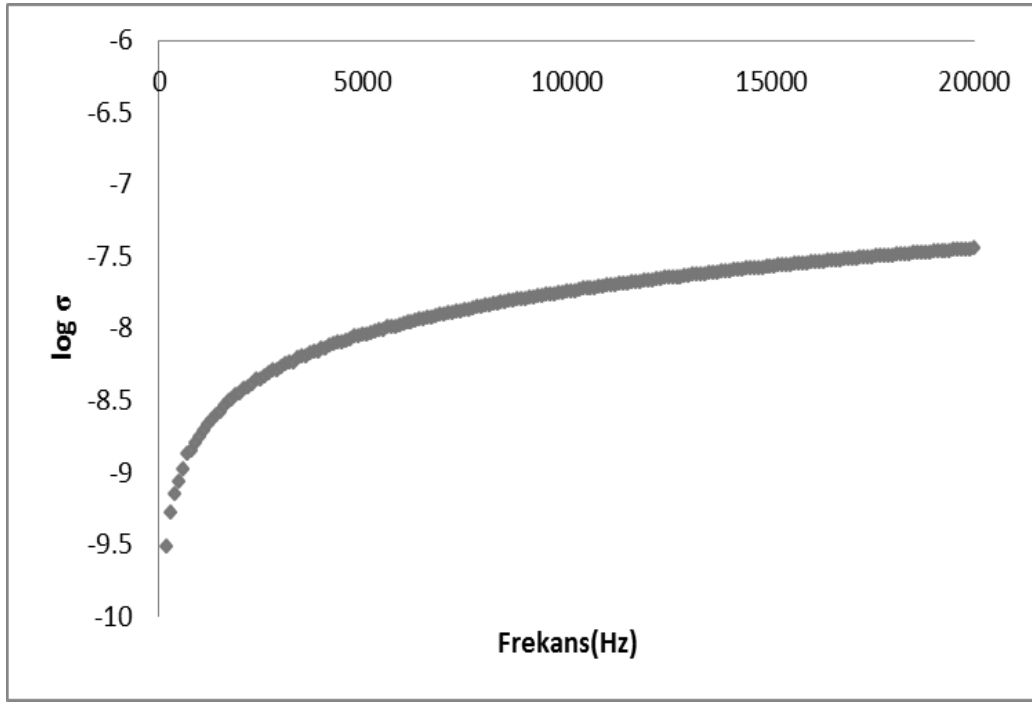
3.13.2 Dielektrik özellikler



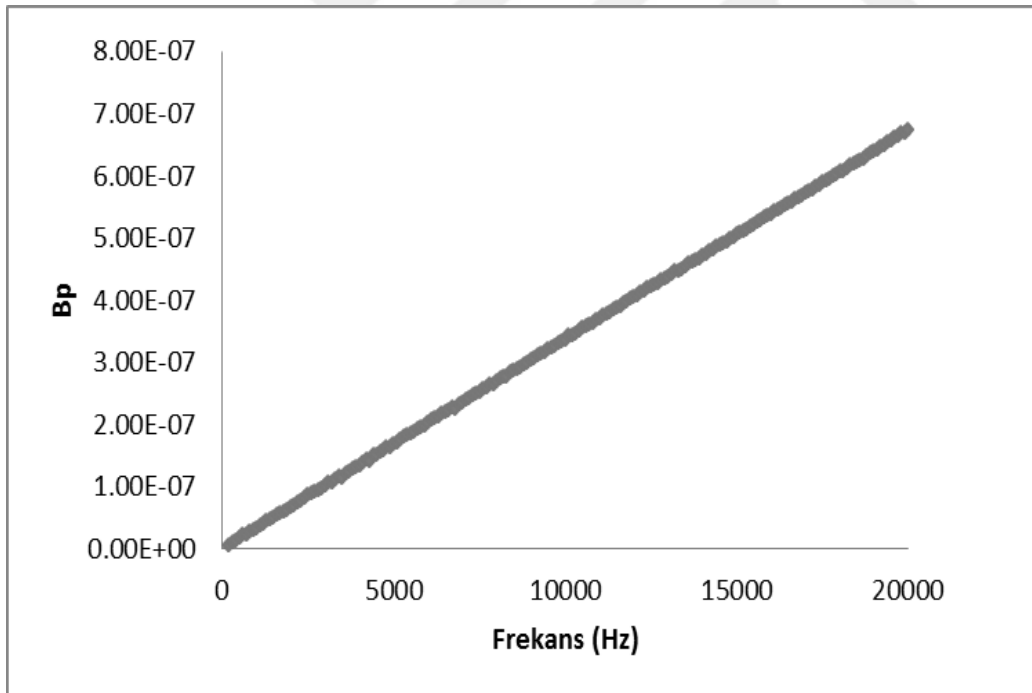
Şekil 3.72. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın kopolimerinin dielektrik sabitinin frekansla değişimi



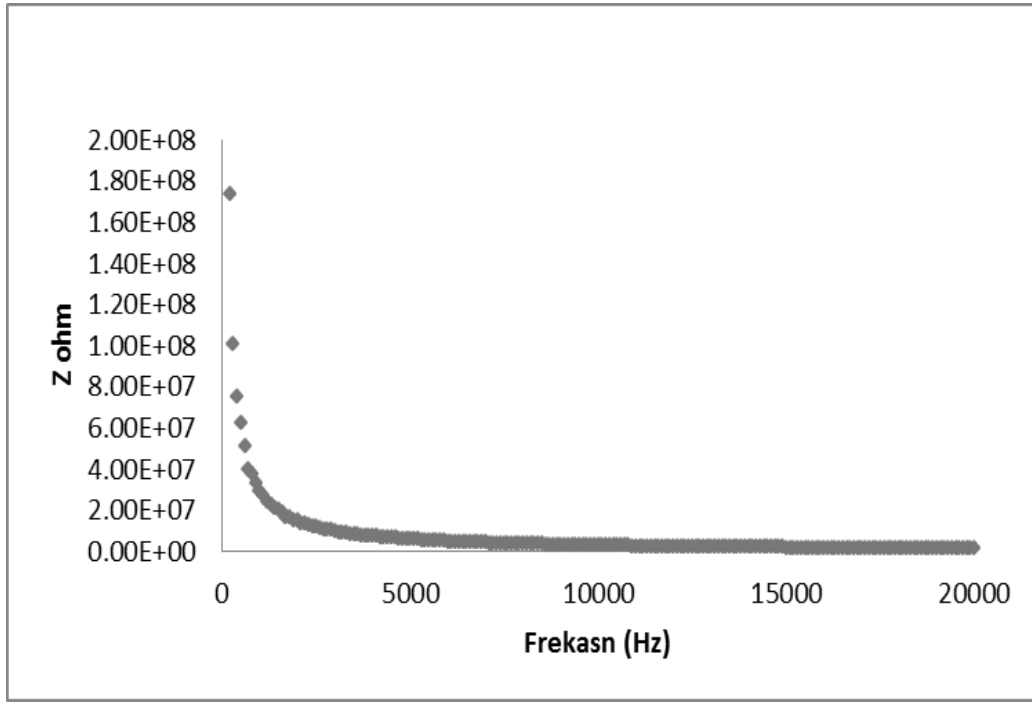
Şekil 3.73. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın kopolimerinin dielektrik kayıp faktörünün frekansla değişimi



Şekil 3.74. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın kopolimerinin iletkenlik değerlerinin frekansla değişimi

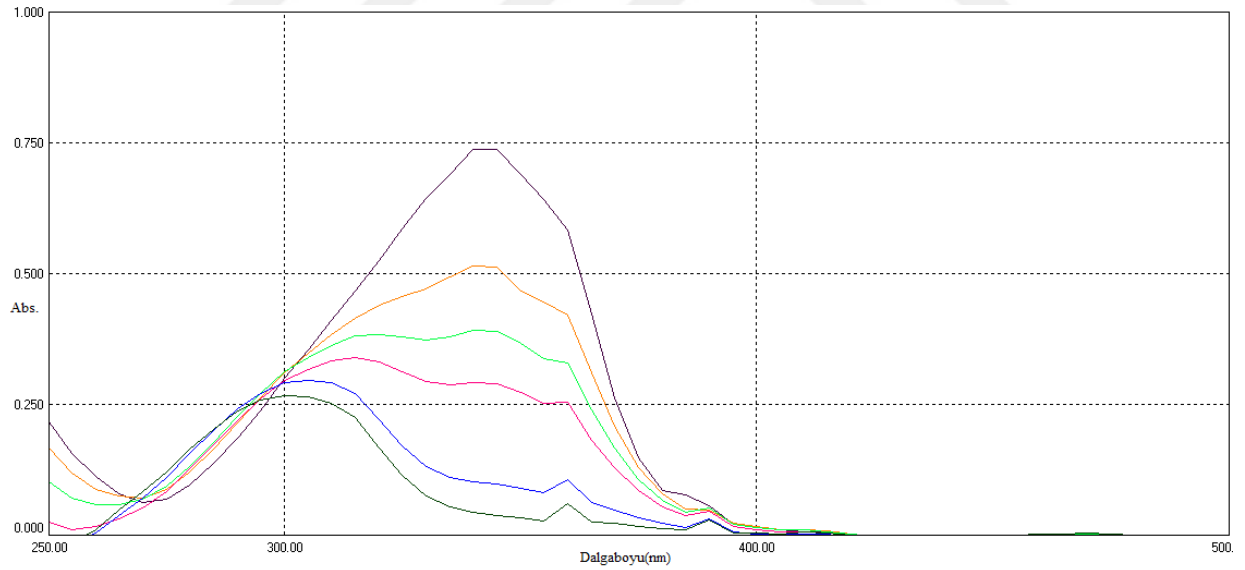


Şekil 3.75. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın kopolimerinin susseptans değerlerinin frekansla değişimi

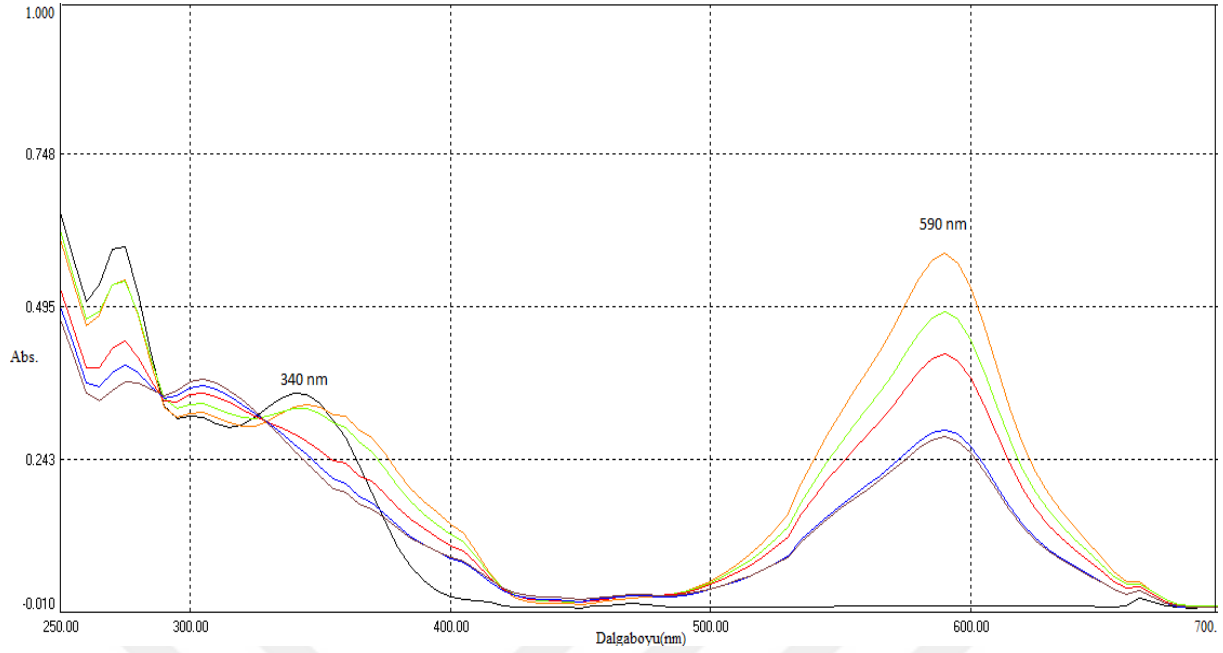


Şekil 3.76. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-yl)-3-oxoprop-1-en-1-yl]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın kopolimerinin empedans değerlerinin frekansla değişimi

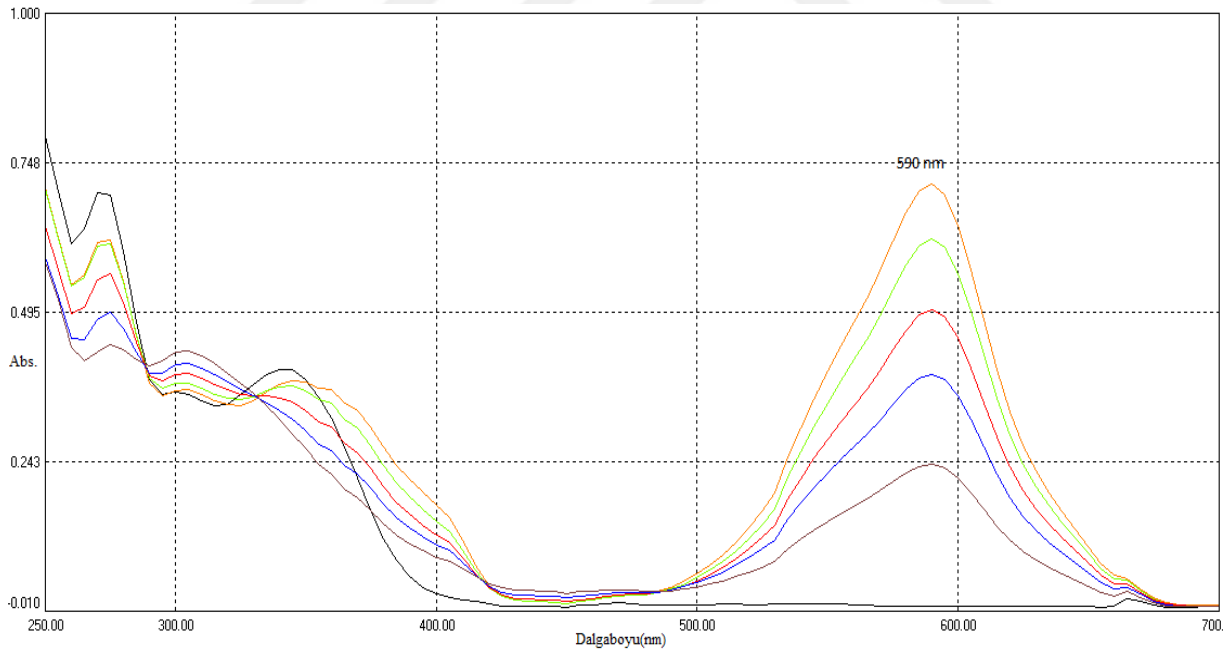
3.13.3. Fotokromik özellikleri



Şekil 3.77. 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-yl)-3-oxoprop-1-en-1-yl]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerinin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} M$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)



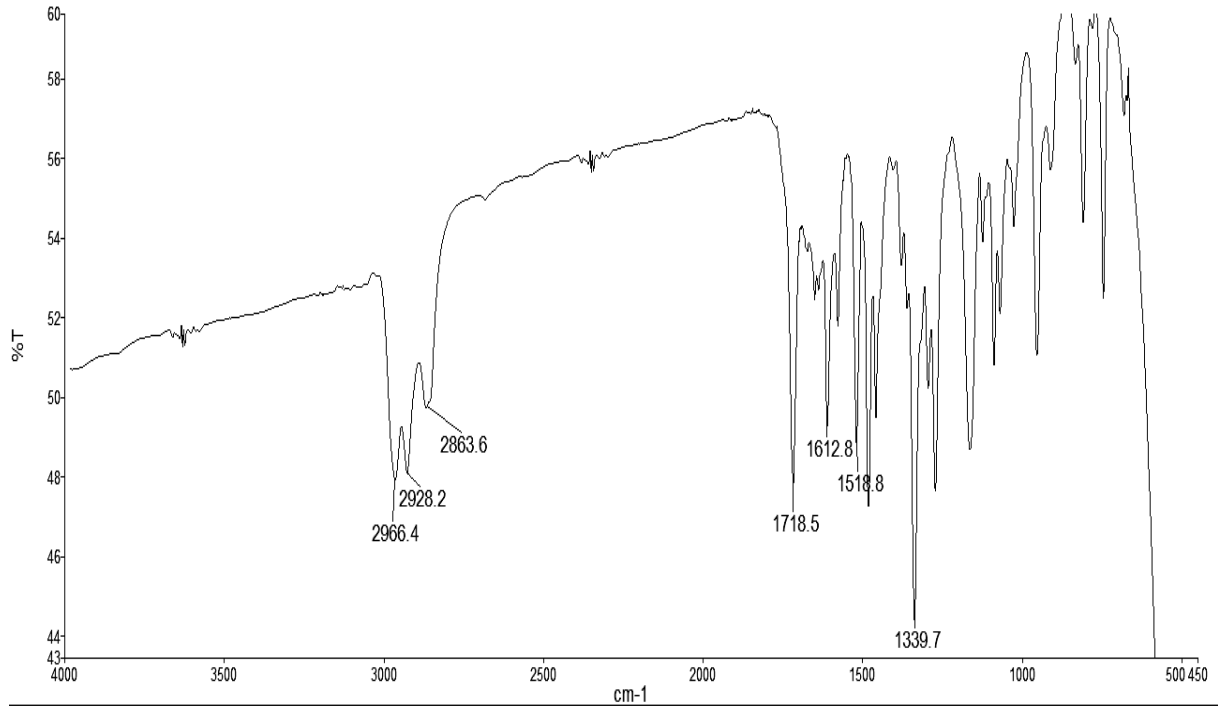
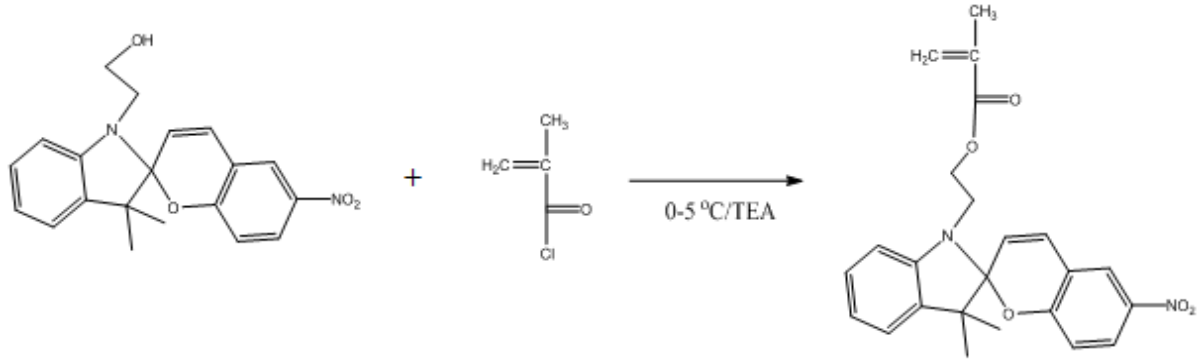
Şekil 3.78. 2-{4-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerinin %10 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} \text{M}$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)



Şekil 3.79. 2-{4-[(1*E*)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilat kopolimerinin %20 Spiropiran katkılı çözeltisinin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} \text{M}$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Koyu Yeşil; 240 sn.)

3.14. 2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il) etil metakrilat (KP2)

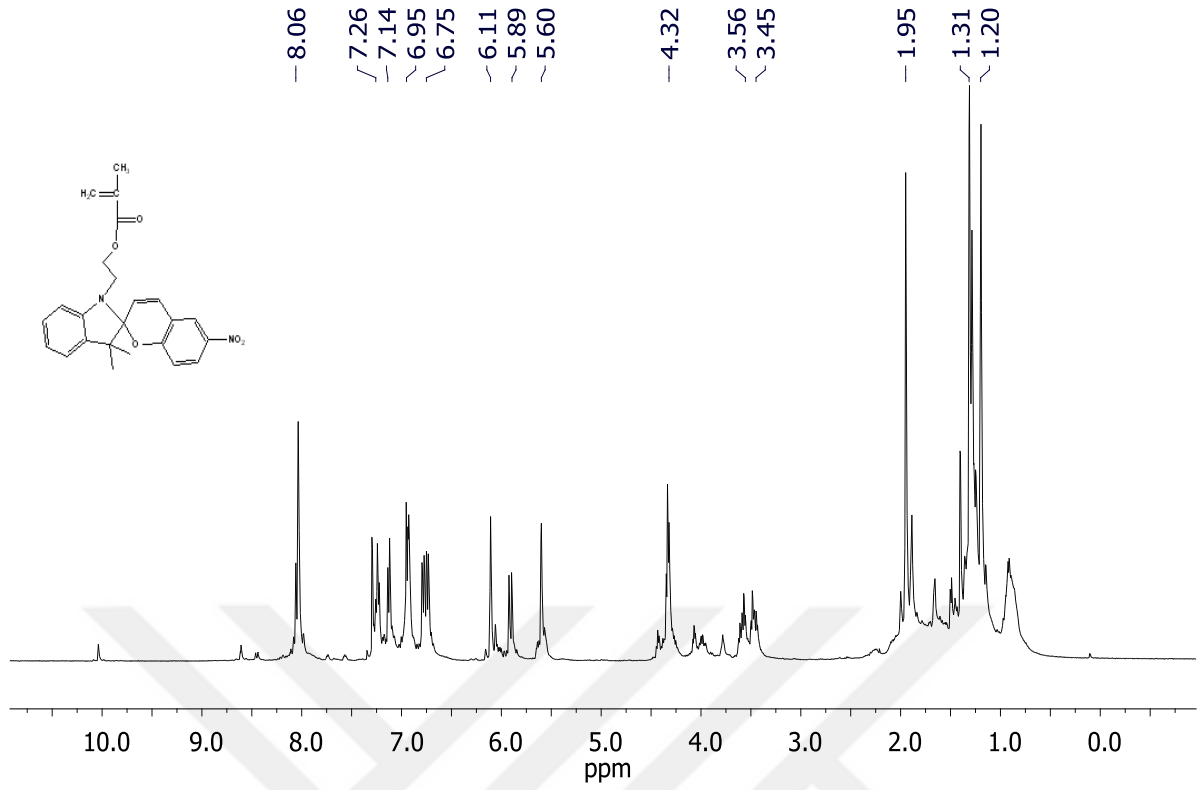
Monomerinin Karakterizasyonu



Şekil 3.80. 2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat monomerinin (KP2) FT-IR spektrumu

Tablo 3.37. 2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat monomerinin (KP2) bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi

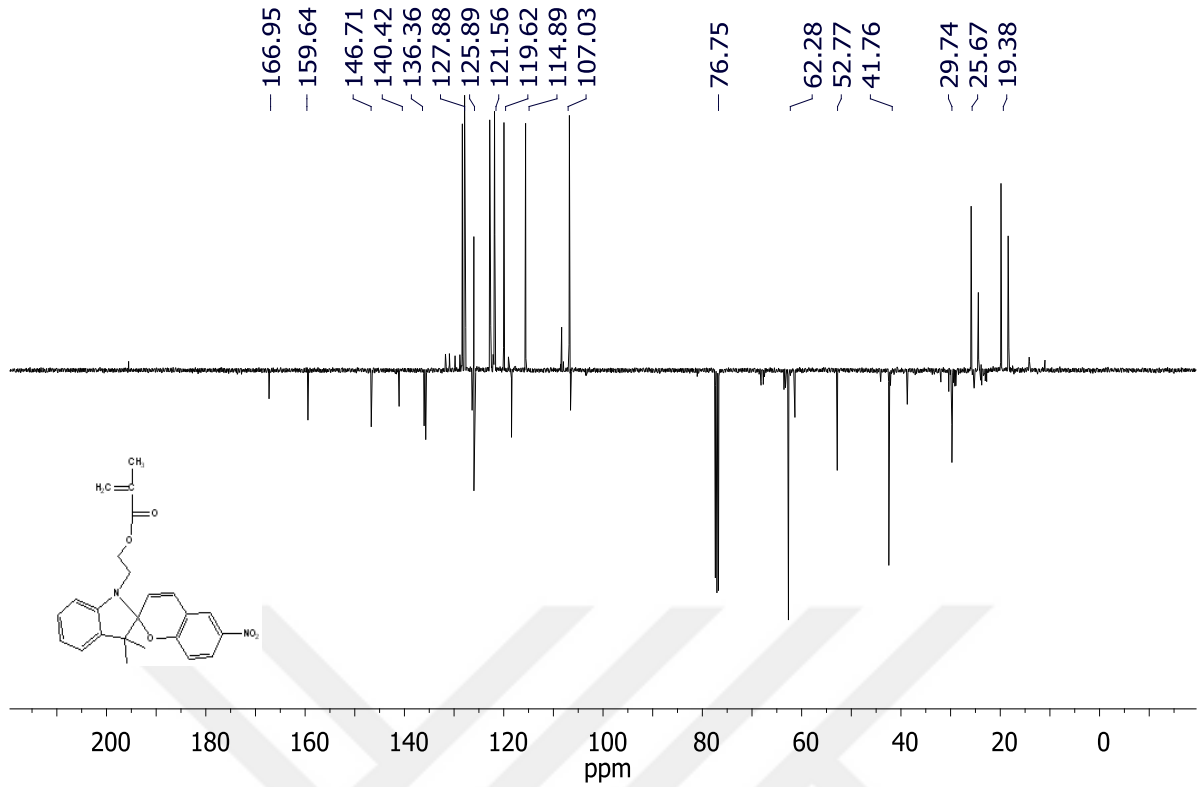
Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Titreşim Türü
2996 ve 2863	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1612	-Vinil grubu C=C çift bağ gerilmesi
1476-1340	Alifatik C-H eğilmesi
1518-1339	-NO ₂ simetrik ve asimetrik gerilme titreşimleri
1718	-OC=O (ester karbonili)



Şekil 3.81. 2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat monomerinin (KP2) ¹H-NMR spektrumu

Tablo 3.38. 2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat monomerinin (KP2) bazı karakteristik ¹H-NMR spektrum değerlendirmesi

Monomer	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
KP2	8,06- 6,75	Aromatik halka protonları
	1,31-1,20	Metil protonları
	1,95	Vinil grubuna bağlı -CH ₃ protonları
	6,11-5,60	Vinil grubundaki trans, cis -CH protonları
	4,32	-OCH ₂ protonları
	3,56	-N-CH ₂ protonları



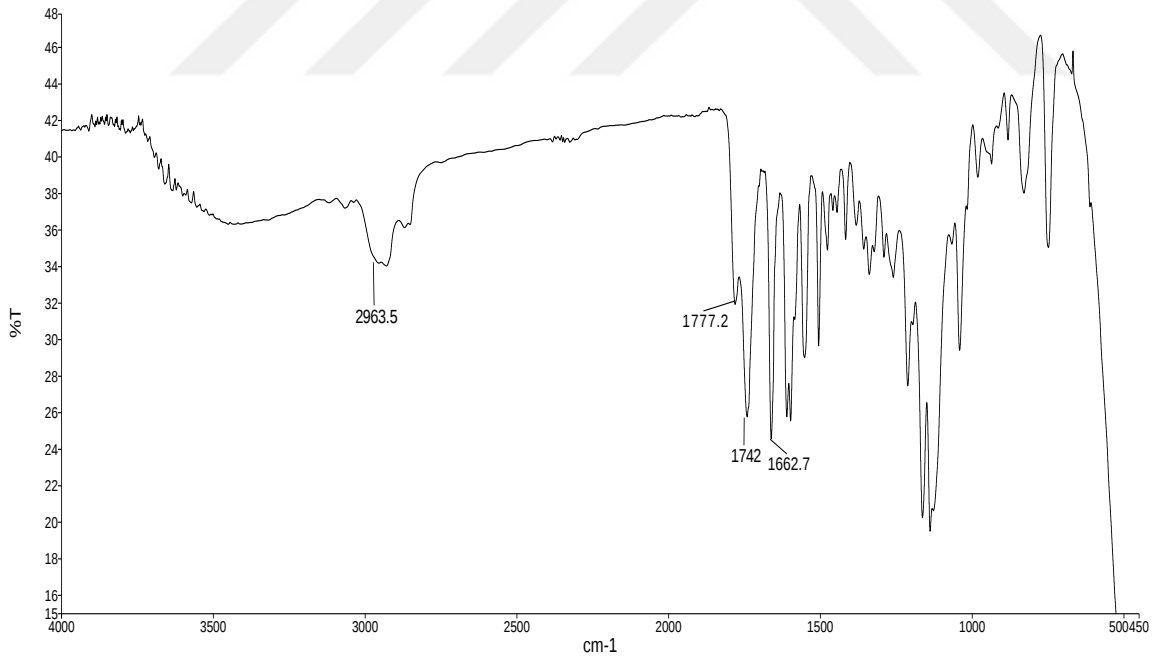
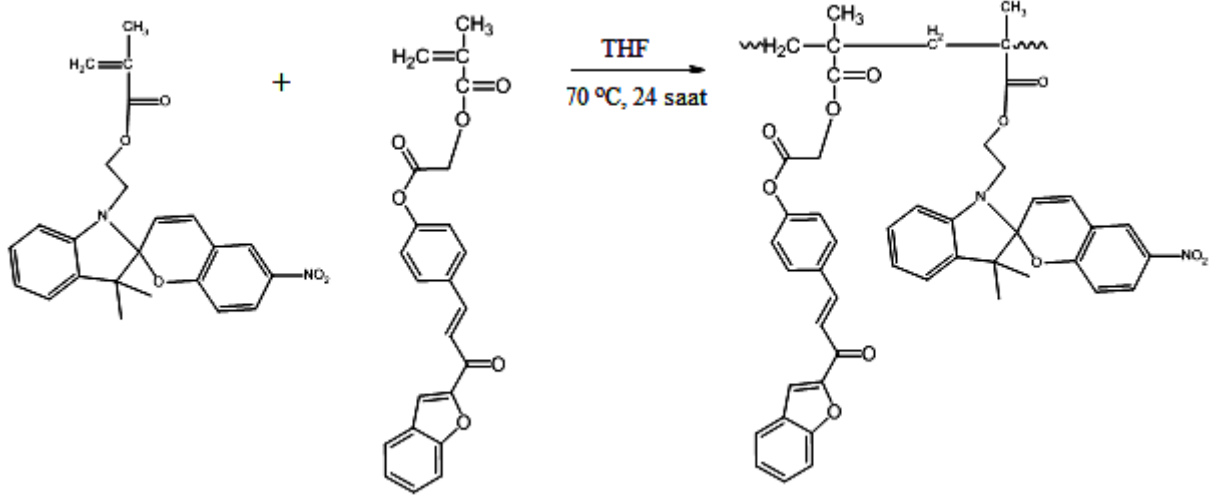
Şekil 3.82. 2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat monomerinin (KP2) ¹³C-NMR spektrumu

Tablo 3.39. 2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat monomerinin (KP2) bazı karakteristik ¹³C-NMR spektrum değerlendirmesi

Monomer	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
KP2	127,88-121,56-114,89	Aromatik halka karbonları
	166,95	Ester (–C=O) karbonu
	159,64	Oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbonu)
	140,42	Azot grubuna bağlı karbon

3.15. 2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat

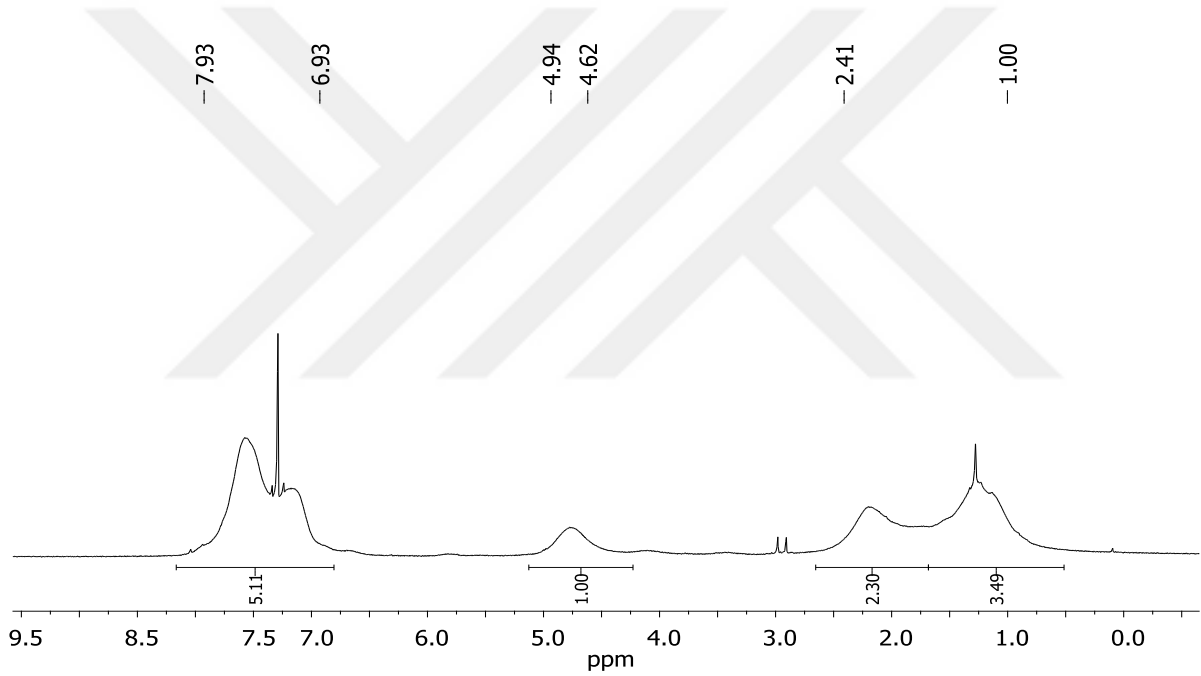
Kopolimerin (KP2) Sentezi



Şekil 3.83. 2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat kopolimerinin (KP2) IR spektrum değerlendirmesi

Tablo 3.40. 2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat kopolimerinin (KP2) bazı karakteristik FT-IR spektrum değerlendirmesi

Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Titreşim Türü
3057 ve 2963–2891	Sırasıyla aromatik ve alifatik C-H gerilmeleri
1662	-C=O keton
1581-1600	Aromatik C=C çift bağ gerilmesi
1481-1331	Alifatik C-H eğilmesi
1157	C-O asimetrik gerilme
1772	-OC=O (ester karbonili Ar-O-C=O)
1742	-OC=O (ester karbonili)

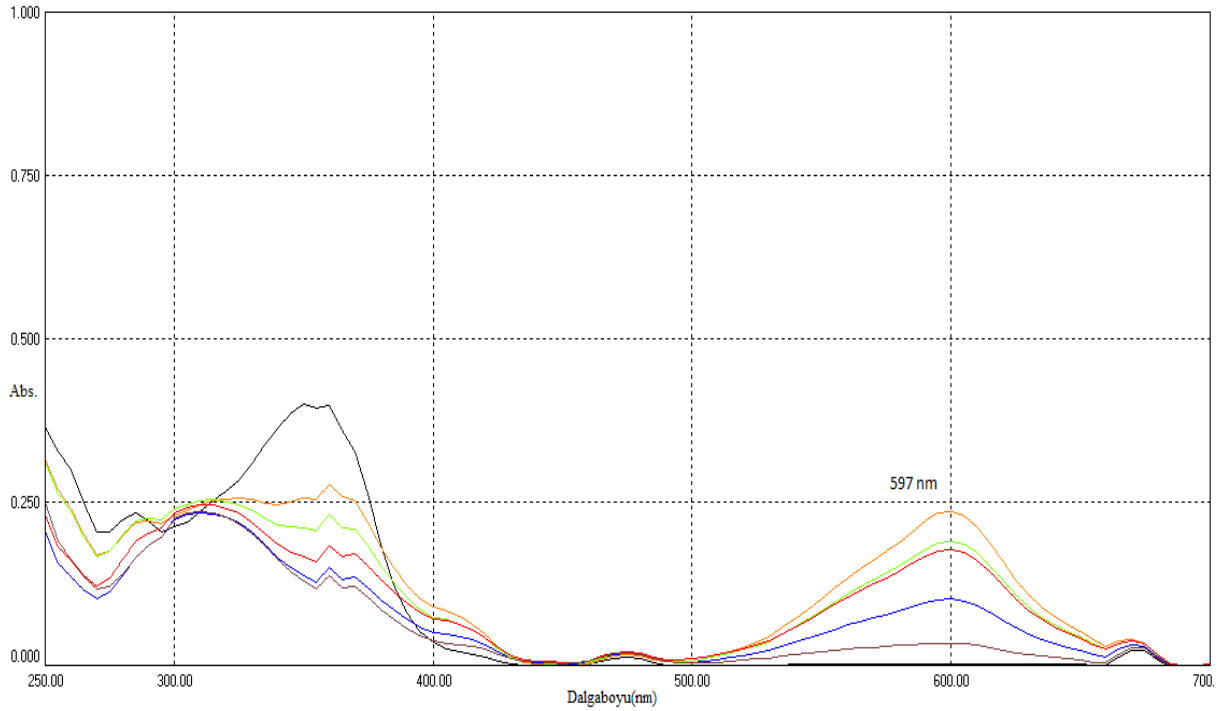


Şekil 3.84. 2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat kopolimerinin (KP2) ¹H-NMR spektrum değerlendirmesi

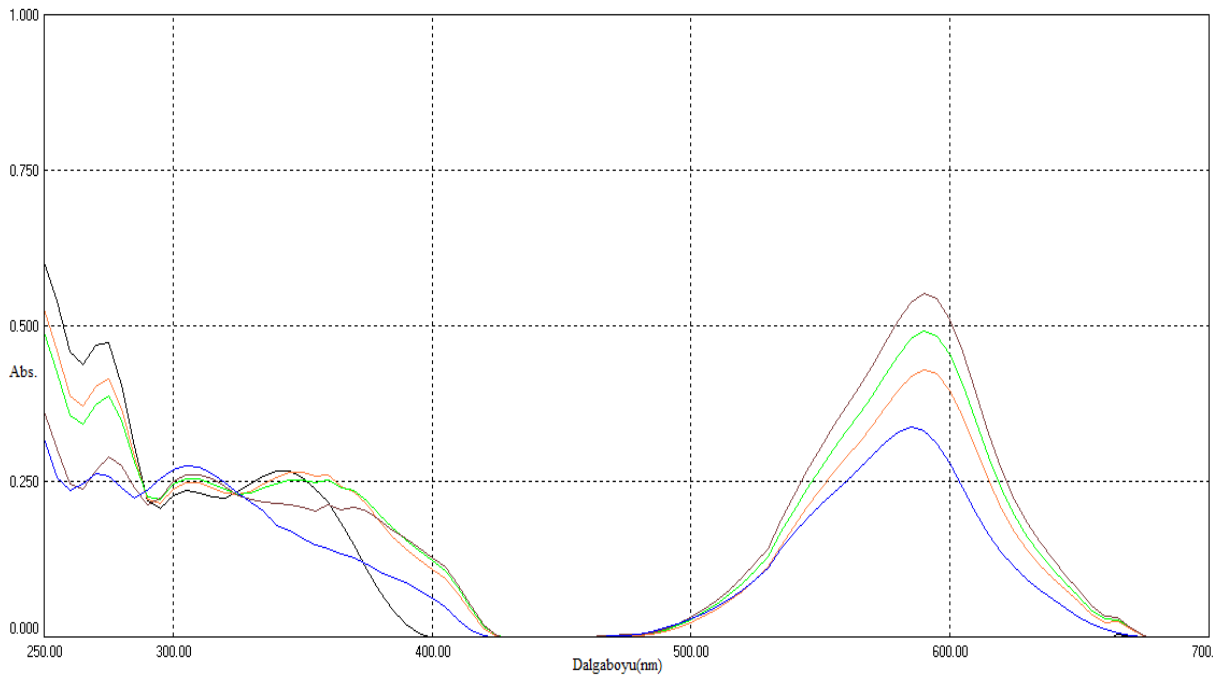
Tablo 3.41. 2-(3',3'-dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat kopolimerinin (KP2) bazı karakteristik ¹H-NMR spektrum değerlendirmesi

Polimer	Kimyasal Kayma (ppm)	Sinyal Türü
KP2	7,93- 6,93	Aromatik halka protonları
	4.94-4,62	-O-CH ₂ protonları(2 tane)
	1.00-2,41	Ana zincirdeki alifatik gruplar

3.15.1. Fotokromik özellikleri



Şekil 3.85. Kopolimerin (KP2) THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} M$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Kırmızı; 120 sn, Mavi; 180 sn, Kahverengi; 240 sn.)



Şekil 3.86. Ticari olarak satın alınan Spiroiran Türevinin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} M$) fotoreaksiyon öncesi ve fotoreaksiyon sonrası alınmış UV ve UV-VIS spektrumları (Siyah ; 0 sn, Turuncu; 30 sn, Yeşil; 60 sn, Mavi; 120 sn, Kahverengi; 180 sn.)

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

(2E)-1-(1-benzofuran-2-il)-3-(3-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (3a)'nın IR spektrumunda 3063-3041 cm^{-1} 'de aromatik C-H gerilmesi, 3250 cm^{-1} 'de -OH piki, 2929-2882 cm^{-1} 'de alifatik C-H gerilmesi, 1640 cm^{-1} 'de keton karbonili C=O titreşimi, 1588-1599 cm^{-1} 'de Aromatik C=C çift bağ gerilmesi yapının karakteristik pikleridir. Ayrıca $^1\text{H-NMR}$ spektrumunda 7,74- 6,89 ppm aromatik protonları, 9,27 ppm -OH protonunu göstermektedir. $^{13}\text{C-NMR}$ spektrumunda 128,66-121,56-114,32 ppm aralığındaki pikler aromatik karbonları, 179,47 ppm'deki keton karbonil karbonunu, 136,08 ppm'deki karbonil grubuna bağlı vinil karbon, 158,00 ppm'deki pik oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbonu) göstermektedir.

3a bileşiği ile klorasetil klorürün reaksiyonu ile açılma yapılmıştır. 3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (3b)'in Şekil 3.4'de gözlenen IR spektrumunda 3250 cm^{-1} 'deki -OH pikinin kaybolması ve 3065-3030 cm^{-1} 'de aromatik C-H gerilmesi, 2991-2924 cm^{-1} 'de alifatik C-H gerilmesi, 1656 cm^{-1} 'de keton karbonili C=O titreşimi, 1763 cm^{-1} 'de ester karbonili, 1582-1596 cm^{-1} 'de aromatik C=C çift bağ gerilmesi yapının karakteristik pikleridir. Ayrıca Şekil 3.5'te verilen $^1\text{H-NMR}$ spektrumunda -OH protonu kaybolmuş, 7,94-7,22 ppm aromatik protonları ve klor'a bağlı $\text{CH}_2\text{-Cl}$ protonları da 4,37 ppm'de gözlenmiştir. $^{13}\text{C-NMR}$ spektrumunda 128,77-122,12-113,33 ppm aralığındaki pikler aromatik karbonları, 179,82 ppm'deki keton karbonil karbonunu, 165,65 ppm'deki sinyal ise oluşan ester karbonil karbonunu, 40,48 ppm'deki klor'a bağlı $\text{CH}_2\text{-Cl}$ karbonu göstermektedir [79].

Elde edilen 3b bileşiği ve sodyum metakrilatın reaksiyonu ile monomer 3c bileşiği sentezlenmiştir. Şekil 3.7'de gözlenen IR spektrumunda 3043-3021 cm^{-1} 'de aromatik C-H gerilmesi, 2919-2852 cm^{-1} 'de alifatik C-H gerilmesi, 1667 cm^{-1} 'de keton karbonili C=O titreşimi, 1774 cm^{-1} 'de -OC=O (ester karbonili Ar-O-C=O) karbonili, 1727 cm^{-1} 'de yeni oluşan ester karbonili, 1548-1599 cm^{-1} 'de aromatik C=C çift bağ gerilmesi yapının karakteristik pikleridir. Şekil 3.8'de verilen $^1\text{H-NMR}$ spektrumunda vinil grunda bulunan 6,32 ppm'de $\text{-CH}_2\text{=C}$ protonları (C=O 'ye göre cis hidrojen), 5,75 ppm'de $\text{-CH}_2\text{=C}$ protonları (C=O 'e göre trans hidrojen), 7,96- 7,29 ppm aromatik halka protonları, 2,03 ppm'de gözlenen vinil grubuna bağlı -CH_3 protonları, 5,01 ppm'de -OCH_2 protonları yapıyı karakterize eder. $^{13}\text{C-NMR}$ spektrumunda 130,22-120,70-113,71 ppm aralığındaki pikler aromatik karbonları, 179,39 ppm'deki keton karbonil karbonunu, 166,80 ppm'deki ester (Ar-O-C=O) karbonil

karbonu, 166,30 ester karbonil karbonunu, 60,21 ppm'deki $-OCH_2$ karbonunu, 17,75 ppm'deki sinyal vinil grubuna bağlı $-CH_3$ metil karbonunu göstermektedir.

Sentezlenen monomer serbest radikalik yöntemle polimerleştirilmiştir. Bu amaçla başlatıcı olarak AIBN kullanılmıştır. Poli(2-{3-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (3P)'nin IR spektrumunda monomerinkinden farklı olarak vinil grubuna ait C=C çift bağların varlığına işaret eden yaklaşık 1620 cm^{-1} 'deki sinyal kaybolmuştur. Ayrıca Şekil 3.11'de verilen $^1\text{H-NMR}$ spektrumunda pikler yayvanlaşmış ve vinil grubuna ait sinyaller burada da kaybolmuştur. Bunun yerine 1,81-0,91 ppm civarlarında ana zincirdeki alifatik protonlar gözlenmiştir. Ayrıca 7,88-6,77 ppm'de aromatik halka protonları, 4,99-4,34 ppm civarlarında alifatik proton sinyalleri gözlenmiştir.

(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksifenil)prop-2-en-1-on (4a)'nın IR spektrumunda $3065-3012\text{ cm}^{-1}$ 'de aromatik C-H gerilmesi, 3256 cm^{-1} 'de -OH piki, $2909-2842\text{ cm}^{-1}$ 'de alifatik C-H gerilmesi, 1643 cm^{-1} 'de keton karbonili $-C=O$ titreşimi, $1579-1590\text{ cm}^{-1}$ 'de aromatik C=C çift bağ gerilmesi yapının karakteristik pikleridir. Ayrıca $^1\text{H-NMR}$ spektrumunda 7,88- 6,79 ppm aromatik protonları, 9,60 ppm -OH protonunu göstermektedir. $^{13}\text{C-NMR}$ spektrumunda 128,48-123,21-116,34 ppm aralığındaki pikler aromatik karbonları, 179,38 ppm'deki keton karbonil karbonunu, 130,91 ppm'deki karbonil grubuna bağlı vinil karbon, 160,52 ppm'deki pik oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbonu) göstermektedir.

4a bileşiği ile klor asetil klorürün reaksiyonu ile açılme yapılmıştır. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil klorasetat (4b)'in Şekil 3.26'da gözlenen IR spektrumunda 3256 cm^{-1} 'deki -OH pikinin kaybolduğu ve $3118-3001\text{ cm}^{-1}$ 'de aromatik C-H gerilmesi, $2966-2863\text{ cm}^{-1}$ 'de alifatik C-H gerilmesi, 1660 cm^{-1} 'de keton karbonili $-C=O$ titreşimi, 1777 cm^{-1} 'de ester karbonili, $1557-1589\text{ cm}^{-1}$ 'de Aromatik C=C çift bağ gerilmesi yapının karakteristik pikleridir. Ayrıca Şekil 3.27'de verilen $^1\text{H-NMR}$ spektrumunda -OH protonu kaybolmuş, 7,96-7,20 ppm'de aromatik halka protonları ve klor'a bağlı CH_2-Cl protonları da 4,36 ppm'de gözlenmiştir. $^{13}\text{C-NMR}$ spektrumunda 129,99-121,75-112,26 ppm aralığındaki pikler aromatik karbonları, 179,46 ppm'deki keton karbonil karbonunu, 165,69 ppm'deki sinyal ise oluşan ester karbonil karbonunu, 40,77 ppm'deki klor'a bağlı CH_2-Cl karbonu göstermektedir.

Elde edilen 4b bileşiği ve sodyum metakrilatın reaksiyonu ile monomer 4c bileşiği sentezlenmiştir. Şekil 3.29'da gözlenen IR spektrumunda $3072-3057\text{ cm}^{-1}$ 'de aromatik C-H gerilmesi, $2930-2892\text{ cm}^{-1}$ 'de alifatik C-H gerilmesi, 1665 cm^{-1} 'de keton karbonili $-C=O$ titreşimi, 1775 cm^{-1} 'de $-OC=O$ (ester karbonili $Ar-O-C=O$) karbonili, 1731 cm^{-1} 'de yeni oluşan ester karbonili, $1590-1597\text{ cm}^{-1}$ 'de aromatik C=C çift bağ gerilmesi yapının

karakteristik pikleridir. Şekil 3.30'da verilen ^1H -NMR spektrumunda vinil grunda bulunan 6,29 ppm'de $-\text{CH}_2=\text{C}$ protonları ($\text{C}=\text{O}$ 'ye göre cis hidrojen), 5,73 ppm de $-\text{CH}_2=\text{C}$ protonları ($\text{C}=\text{O}$ 'e göre trans hidrojen), 2,03 ppm'de gözlenen vinil grubuna bağlı $-\text{CH}_3$ protonları, 7,98-7,23 ppm aromatik halka protonları, 4,96 ppm'de $-\text{OCH}_2$ protonları yapıyı karakterize eder. ^{13}C -NMR spektrumunda 129,63-122,45-113,22 ppm aralığındaki pikler aromatik karbonları, 179,59 ppm'deki keton karbonil karbonunu, 166,72 ester ($\text{Ar}-\text{O}-\text{C}=\text{O}$) karbonil karbonu, 166,06 ppm'deki ester karbonil karbonunu, 60,79 ppm'deki $-\text{OCH}_2$ karbonunu, 18,31 ppm'deki sinyal vinil grubuna bağlı metil karbonunu göstermektedir.

Sentezlenen monomer serbest radikalik yöntemle polimerleştirilmiştir. Bu amaçla başlatıcı olarak AIBN kullanılmıştır. Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'nin IR spektrumunda monomerinkinden farklı olarak vinil grubuna ait $\text{C}=\text{C}$ çift bağların varlığına işaret eden yaklaşık 1620 cm^{-1} deki sinyal kaybolmuştur. Ayrıca Şekil 3.33'de verilen ^1H -NMR spektrumunda pikler yayvanlaşmış ve vinil grubuna ait sinyaller burada da kaybolmuştur. Bunun yerine 1,01-1,79 ppm civarlarında ana zincirdeki alifatik protonlar gözlenmiştir. Ayrıca 7,87-6,92 ppm'de aromatik halka protonları, 4,30-5,01 ppm civarlarında alifatik proton sinyalleri gözlenmiştir.

(2E)-1-(1-Benzofuran-2-il)-3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)prop-2-en-1-on (5a)'nın IR spektrumunda $3086\text{-}3040\text{ cm}^{-1}$ 'de aromatik C-H gerilmesi, 3249 cm^{-1} 'de $-\text{OH}$ piki, $2980\text{-}2840\text{ cm}^{-1}$ 'de alifatik C-H gerilmesi, 1650 cm^{-1} 'de keton karbonili $-\text{C}=\text{O}$ titreşimi, $1582\text{-}1590\text{ cm}^{-1}$ 'de aromatik $\text{C}=\text{C}$ çift bağ gerilmesi yapının karakteristik pikleridir. Ayrıca ^1H -NMR spektrumunda 7,70-6,82 ppm aromatik protonları, 3,91 ppm metoksi ($-\text{OCH}_3$) protonları, 9,44 ppm $-\text{OH}$ protonunu göstermektedir. ^{13}C -NMR spektrumunda 128,06-123,44-115,98 ppm aralığındaki pikler aromatik karbonları, 178,98 ppm'deki keton karbonil karbonunu, 145,14 ppm'deki karbonil grubuna bağlı vinil karbon, 155,43 ppm'deki pik oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbonu), 56,27 ppm'de ise metoksi ($-\text{OCH}_3$) karbonu göstermektedir.

5a bileşiği ile klor asetil klorürün reaksiyonu ile açilleme yapılmıştır. 4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil klorasetat (5b)'ın Şekil 49' da gözlenen IR spektrumunda 3249 cm^{-1} 'deki $-\text{OH}$ pikinin kaybolduğu ve $3125\text{-}3047\text{ cm}^{-1}$ 'de aromatik C-H gerilmesi, $2977\text{-}2860\text{ cm}^{-1}$ 'de alifatik C-H gerilmesi, 1653 cm^{-1} 'de keton karbonili $-\text{C}=\text{O}$ titreşimi, 1780 cm^{-1} 'de ester karbonili, $1589\text{-}1600\text{ cm}^{-1}$ 'de Aromatik $\text{C}=\text{C}$ çift bağ gerilmesi yapının karakteristik pikleridir. Ayrıca Şekil 3.50'de verilen ^1H -NMR spektrumunda $-\text{OH}$ protonu kaybolmuş, klor'a bağlı $\text{CH}_2\text{-Cl}$ protonları da 4,41 ppm'de ve 3,97 ppm'de metoksi ($-\text{OCH}_3$) protonları, 8,00-7,13 ppm civarlarında ise aromatik halka protonları gözlenmiştir. ^{13}C -NMR spektrumunda 128,49-121,92-113,76 ppm aralığındaki pikler aromatik karbonları,

179,82 ppm'deki keton karbonil karbonunu, 165,37 ppm deki sinyal ise oluşan ester karbonil karbonunu, 55,99 ppm'de klor'a bağlı CH₂ karbonu, 39,97 ppm'de ise metoksi (-OCH₃) karbonu göstermektedir.

Elde edilen 5b bileşiği ve sodyum metakrilatın reaksiyonu ile monomer 5c bileşiği sentezlenmiştir. Şekil 3.52'de gözlenen IR spektrumunda 3093-3042 cm⁻¹'de aromatik C-H gerilmesi, 2932-2871 cm⁻¹'de alifatik C-H gerilmesi, 1663 cm⁻¹'de keton karbonili -C=O titreşimi, 1783 cm⁻¹'de -OC=O (ester karbonili Ar-O-C=O) karbonili, 1727 cm⁻¹'de yeni oluşan ester karbonili, 1589-1592 cm⁻¹'de Aromatik C=C çift bağ gerilmesi yapının karakteristik pikleridir. Şekil 3.53'de verilen ¹H-NMR spektrumunda vinil grunda bulunan 6,31 ppm'de -CH₂=C protonları (C=O'ye göre cis hidrojen), 5,72 ppm de -CH₂=C protonları (C=O'e göre trans hidrojen), 5,03 ppm'de -OCH₂ protonları, 7,96-6,99 ppm arasında aromatik halka protonları, 2,04 ppm'de gözlenen vinil grubuna bağlı -CH₃ protonları ve 3,95 ppm'de metoksi (-OCH₃) protonları yapıyı karakterize eder. ¹³C-NMR spektrumunda 128,70-121,19-112,46 ppm aralığındaki pikler aromatik karbonları, 179,39 ppm'deki keton karbonil karbonunu, 166,45 ppm'deki ester (Ar-O-C=O) karbonil karbonu, 165,60 ppm'deki ester karbonil karbonunu, 18,25 ppm'deki sinyal vinil grubuna bağlı metil (-CH₃) karbonunu, 56,26 ppm'deki sinyal metoksi (-OCH₃) karbonunu göstermektedir.

Sentezlenen monomer serbest radikalik yöntemle polimerleştirilmiştir. Bu amaçla başlatıcı olarak AIBN kullanılmıştır. Poli{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]-2-metoksifenil}-2-oxoetil 2-metakrilat (5P)'nin IR spektrumunda monomerinkinden farklı olarak vinil grubuna ait C=C çift bağların varlığına işaret eden yaklaşık 1620 cm⁻¹ deki sinyal kaybolmuştur. Ayrıca Şekil 3.56'da verilen ¹H-NMR spektrumunda pikler yayvanlaşmış ve vinil grubuna ait sinyaller burada da kaybolmuştur. Bunun yerine 0,91-1,60 ppm civarlarında ana zincirdeki alifatik protonlar gözlenmiştir. Buna ek olarak 3,81 ppm'de metoksi (-OCH₃) protonları, 7,99-6,93 ppm'de aromatik halka protonları, 4,53-5,06 ppm civarlarında alifatik proton sinyalleri gözlenmiştir.

2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat ve Benzil metakrilatın Kopolimeri (KP1) serbest radikalik yöntemle polimerleştirilmiştir. Bu amaçla başlatıcı olarak AIBN kullanılmıştır. IR spektrumunda monomerinkinden farklı olarak vinil grubuna ait C=C çift bağların varlığına işaret eden yaklaşık 1620 cm⁻¹ deki sinyal kaybolmuştur. IR spektrumunda 3063-3031 cm⁻¹'de aromatik C-H gerilmesi, 2951-2872 cm⁻¹'de alifatik C-H gerilmesi, 1662 cm⁻¹'de keton karbonili -C=O titreşimi, 1786 cm⁻¹'de ester karbonili (Ar-O-C=O), 1730 cm⁻¹'de ester karbonili, 1579-1592 cm⁻¹'de aromatik C=C çift bağ gerilmesi yapının karakteristik pikleridir. Ayrıca ¹H-NMR spektrumunda 7,88-7,50

ppm'de aromatik halka protonları, 7,29 ppm'de benzil metakrilat aromatik halka protonları, 0,98-1,93 ppm'de ana zincirdeki alifatik grup protonları, 4,93 ppm'de metakrilat birimindeki $-OCH_2$ protonları yapıyı karakterize eder. ^{13}C -NMR spektrumunda 129,96-121,22-112,45 ppm aralığındaki pikler aromatik karbonları, 178,53 ppm'deki keton karbonil karbonunu, 176,37 ppm'deki ester karbonil karbonunu ($Ar-O-C=O$), 166,01 ppm'deki ester karbonil karbonunu, 66,64 ve 44,26 ppm'deki ana zincirdeki $-CH_3$ karbonlarını göstermektedir.

2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat monomerinin IR spektrumunda 2996 cm^{-1} 'de aromatik C-H gerilmesi, 2863 cm^{-1} 'de alifatik C-H gerilmesi, 1612 cm^{-1} 'de vinil grubu $-C=C-$ çift bağ gerilmesi, 1718 cm^{-1} 'de ester karbonili, $1518-1339\text{ cm}^{-1}$ 'de $-NO_2$ simetrik ve asimetrik gerilme titreşimleri, $1476-1340\text{ cm}^{-1}$ 'de Alifatik C-H gerilmesi yapının karakteristik pikleridir. Ayrıca 1H -NMR spektrumunda 8,06-6,75 ppm'de aromatik halka protonları, 6,11-5,60 ppm'de vinil grubundaki trans, cis $-CH$ protonları, 1,31-1,20 ppm'de metil protonları, 1,95 ppm'de vinil grubuna bağlı $-CH_3$ protonları yapıyı karakterize eder. ^{13}C -NMR spektrumunda 127,88-121,56-114,89 ppm aralığındaki pikler aromatik karbonları, 166,95 ppm'deki ester karbonil karbonunu, 159,64 ppm'de oksijene bağlı aromatik karbon (ipso karbon), 140,42 ppm'de azot grubuna bağlı karbonu göstermektedir.

2-(3',3'-Dimetil-6-nitrospiro[kromen-2,2'-indolin]-1'-il)etil metakrilat ve 2-{4-[(1E)-3-(1-Benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat kopolimeri (KP2) serbest radikalik yöntemle polimerleştirilmiştir. Bu amaçla başlatıcı olarak AIBN kullanılmıştır. IR spektrumunda monomerinkinden farklı olarak vinil grubuna ait $C=C$ çift bağların varlığına işaret eden 1612 cm^{-1} deki sinyal kaybolmuştur. IR spektrumunda 3057 cm^{-1} 'de aromatik C-H gerilmesi, $2963-2891\text{ cm}^{-1}$ 'de alifatik C-H gerilmesi, 1662 cm^{-1} 'de keton karbonili $-C=O$ titreşimi, 1772 cm^{-1} 'de $-OC=O$ ester karbonili ($Ar-O-C=O$), 1742 cm^{-1} 'de ester karbonili, $1581-1600\text{ cm}^{-1}$ 'de aromatik $C=C$ çift bağ gerilmesi, $1481-1331\text{ cm}^{-1}$ 'de Alifatik C-H eğilmesi yapının karakteristik pikleridir. Ayrıca 1H -NMR spektrumunda 7,93-6,93 ppm'de aromatik halka protonları, 4,94-4,62 ppm'de $-OCH_2$ protonları, 1,0-2,41 ppm'de ana zincirdeki alifatik gruplar yapıyı karakterize eder.

Polimerlerin termal davranışlarını azot atmosferinde $10^\circ\text{C}/\text{dk}$ ısıtma hızıyla 500°C 'ye ısıtılarak TGA ölçümleri alındı. 3P polimerin bozunmaya başladığı sıcaklığı 240°C 'dir ve 500°C ye kadar % 33 atık bırakmıştır. 4P polimerin bozunmaya başladığı sıcaklığı 245°C 'dir ve 500°C ye kadar % 32 atık bırakmıştır. 5P polimerin bozunmaya başladığı sıcaklığı 275°C 'dir ve 500°C ye kadar % 35 atık bırakmıştır. KP1 kopolimerin bozunmaya başladığı sıcaklığı 280°C 'dir ve 500°C ye kadar % 5 atık bırakmıştır. 3P, 4P, 5P polimerinin ve KP1

kopolimerinin camsı geçiş sıcaklığı sırasıyla 128 °C, 131 °C, 137 °C ve 90 °C olarak gözlenmiştir. Yan grupta hacimli kalkon grupların varlığı serbest hacimi azaltıcı yönde etki göstermiş ve ticari olarak kullanılan diğer metakrilat polimerlerine göre 3P, 4P ve 5P polimerinin Tg daha yüksek çıkmıştır.

Tablo 4.1. Polimerinin TGA analiz sonuçlarının karşılaştırmalı özeti

Polimer	Tg (°C)	T_{baş} (°C)	T_{%50}	%Atık
3P	128	240	410	33
4P	131	245	385	32
5P	137	275	390	35
KP1	90	280	380	5

3P ve 4P polimerlerinin termal bozunmasını araştırmak için TGA-50 sisteminden yararlanıldı. Bu TGA eğrilerinden, polimerin bozunma sıcaklıkları araştırıldı. Bunun için azot atmosferinde, belirli miktarlarda ısıtılan polimer örnekleri 5, 10, 20, 30 ve 40 °C/dk ısıtma hızlarında oda sıcaklığından 500 °C'ye kadar ölçüldü. Elde edilen termogramların sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir. Farklı ısıtma hızlarındaki bozunma eğrilerinden yararlanarak, Flynn-Wall-Ozawa metoduna göre polimerin bozunmasına yönelik aktivasyon enerjileri belirlendi [80]. Bu amaçla farklı ısıtma hızlarındaki TG eğrilerinden 1/T değerlerine karşılık logβ grafiği çizildi. Flynn-Wall-Ozawa eğrileri olarak tanımlanan bu eğriler karşılaştırmalı olarak Şekil 3.14 ve Şekil 3.37'da gösterildi. Bu eğrilerin doğru denklemleri kullanılarak hesaplanan bozunma aktivasyon enerjileri ortalaması 3P için 220 kJ/mol 4P için 210 kJ/mol olarak hesaplandı.

Sentezlenen polimerlerin dielektrik davranışlarını incelemek amacıyla altın kondaktörler yardımıyla, polimerler 4 ton basınç altında disk yardımıyla tablet haline getirilerek dielektrik kayıp faktörü (DF), kapasitans değerleri (Cp) gibi parametreler hesaplandı. Dielektrik sabitleri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı.

$$\epsilon = C \frac{d}{\epsilon_0 A}$$

Burada, C=kapasitans değeri, d=kalınlık, A=etki alanı, ϵ_0 =boşluğun geçirgenliği, ϵ = dielektrik sabitidir.

Polimerlerin dielektrik kayıpları; $\epsilon'' = Df \cdot \epsilon'$ formülüyle hesaplandı. 25°C'de 1 kHz de homo ve kopolimerlerin dielektrik sabiti ve kayıp faktörleri Tablo 4.2'de özetlendi.

Tablo 4.2. 25°C’de 1 kHz de homopolimerlerin dielektrik sabiti, dielektrik kayıp ve sigma değerleri özeti

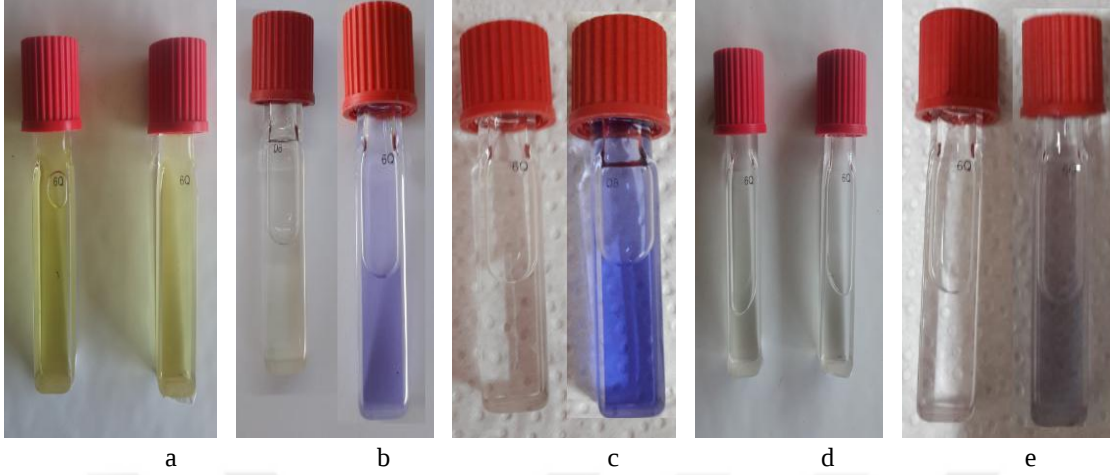
Polimer	ϵ'	ϵ''	σ
3P	2,75	0,011	1.52×10^{-09}
4P	3,33	0,030	$1,32 \times 10^{-09}$
5P	3,74	0,031	$4,12 \times 10^{-09}$
KP1	3,25	0,035	$2,13 \times 10^{-09}$

Polimerlerin dielektrik sabitinin artan frekansla azaldığı görüldü. Dielektrik sabiti ve dielektrik kayıp düşük frekans aralığında belirgin düzeydedir. Yüksek frekans değerlerine yaklaştıkça dielektrik sabitindeki düşme eğilimi azalmakta fakat düşüş halen devam etmektedir. Düşük frekans bölgelerindeki ani azalmalar muhtemelen bu frekans bölgesinde uygulanan elektriksel alan yönünde, polimerde yer alan yüklü dipollerin kendi eksenini etrafında ve alan yönünde hareket etme eğilimlerinin daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Polimerlerin iletkenlik değerlerinin frekans ile birlikte arttığı gözlemlendi. İletkenlik sonuçları 10^{-06} dan küçük olduğu için bu polimerler yalıtkan özelliği gösterirler.

Polimerinin fotokromik özelliklerini incelemek amacıyla UV ve UV-VIS cihazı kullanıldı. Bu amaçla homopolimerlerin ve kopolimerlerin THF içerisindeki ($\sim 1 \times 10^{-4} M$) çözeltisi hazırlandı. Daha sonra bu çözelti 0, 30, 60, 120, 180 ve 240 sn süre ile UV ışığı altında bekletildi ve her defasında UV ölçümleri alındı. Daha sonra homopolimerin % 10 ve % 20 spiropiran katkılı hazırlanan çözeltileri için bu işlemler tekrar edildi. Bu ölçüm sonuçları 3P, 4P, 5P polimerleri ve KP1, KP2 kopolimerleri için ayrıca ticari olarak satın alınan spiropiran türevinin sırasıyla Şekil 3.20-21-22, Şekil 3.43-44-45, Şekil 3.64-65-66, Şekil 3.77-78-79, Şekil 3.85, Şekil 3.86’da karşılaştırmalı olarak grafiğe geçirildi.

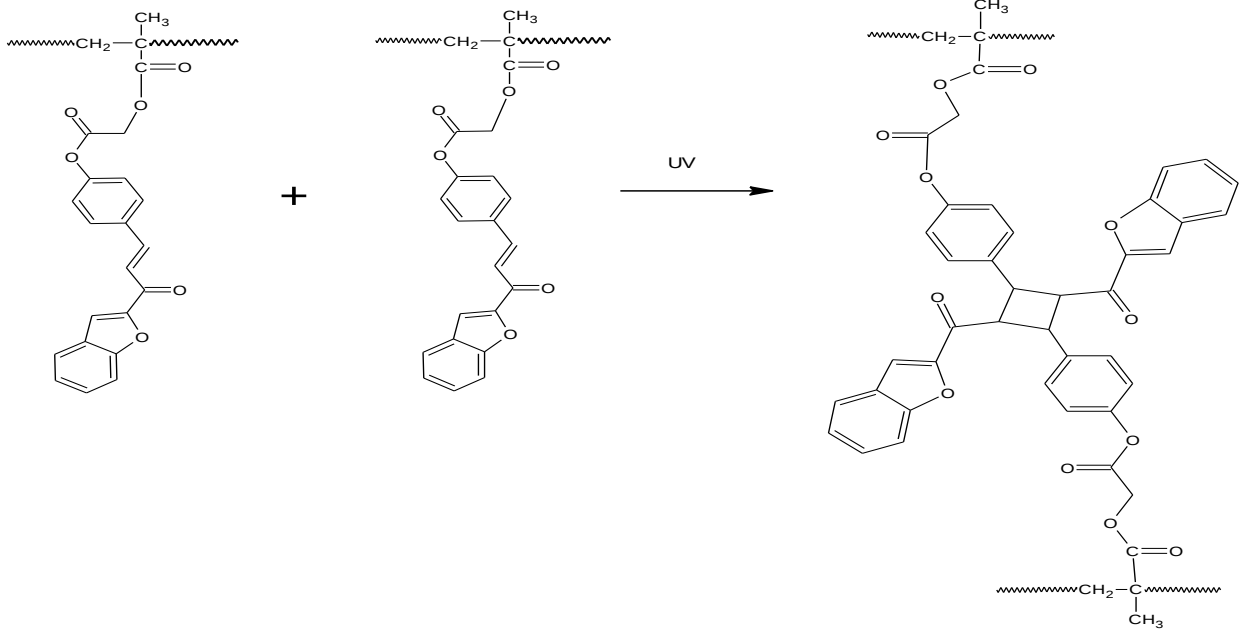
Kalkon esaslı polimerlerin UV spektrumlarında, UV ışığına maruz kaldıkça yaklaşık 340 nm dalgaboyundaki pikin şiddetinde bir azalma olduğu görülmüştür. Bu azalma polimerlerin UV ışınlarına duyarlı olmasından kaynaklanmaktadır. Şekil 4.2’de gösterildiği gibi kalkon esaslı polimerlerin halkalaşma reaksiyonu vermekte ve siklobütan halkası oluşturmaktadır. Ticari olarak satın alınan spiropiran malzemesi ile kalkon esaslı polimerlerin fiziksel olarak kompozit çözeltileri hazırlandı. Ayrıca spiropiran türevinin monomeri sentezlenerek kopolimeri yapıldı. Bunların fotokromik özellikleri incelendiğinde, yaklaşık 590 nm dalgaboyunda yeni bir pik görülmüştür. Bu pik UV görünür bölgeye kaymaktadır.

UV ışığına maruz kalma süresiyle pik şiddeti azalmaktadır. Bu özellik kullanılarak 3P, 4P, 5P polimerleri ve KP1, KP2 kopolimerleri fotosensör olarak kullanılabilir.



Şekil 4.1. a) Kalkon içerikli (3P, 4P ve 5P) homopolimerlerin THF içerisindeki UV ışığı altında beklemeden önceki ve bekletildikten sonraki değişim fotoğrafları b) %10 spiropiran katkılı kalkon polimerlerin (3P, 4P ve 5P) THF içerisindeki UV ışığı altında beklemeden önceki ve bekletildikten sonraki değişim fotoğrafları c) %20 spiropiran katkılı kalkon polimerlerin (3P, 4P ve 5P) THF içerisindeki UV ışığı altında beklemeden önceki ve bekletildikten sonraki değişim fotoğrafları d) KP1'in THF içerisinde UV ışığı altında beklemeden önceki ve bekletildikten sonraki değişim fotoğrafları e) KP2'nin THF içerisinde UV ışığı altında beklemeden önceki ve bekletildikten sonraki değişim fotoğrafları

Kalkon uçlu homopolimerlerin $>C=C<$ grupların $[2\pi+2\pi]$ siklokatalizmasında uv ışık ile halkalaşma reaksiyonu vermekte ve siklobütan halkası oluşturmaktadır. Kalkon birimindeki konjugasyon π - elektron sistemini yok etmektedir. Reaksiyonu aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.2. Poli(2-{4-[(1E)-3-(1-benzofuran-2-il)-3-oxoprop-1-en-1-il]fenil}-2-oxoetil 2-metakrilat) (4P)'ın uv ışık ile siklobütan halkası oluşturma reaksiyonu

5. KAYNAKLAR

- [1] **Piskin, E.**, 1987. Polimer Teknolojisine Giriş, *İnkılap Kitapevi*, Ankara, 1-199.
- [2] **Saçak, S.**, 2002. Polimer Kimyası, *Gazi Kitapevi*, Ankara, 1-525.
- [3] **Lunardi, F., Guzela, M., Rodrigues, A.T., Correa, R., Eger-Mangrich, I., Steindel, M., Grisard, E.C., Assreuy, J., Calixto, J.B., Santos, A.R.S.**, 2003. Tripanocidal and Leishmanicidal Properties of Substitution-Containing Chalcones, *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, **47**, 1449-1451
- [4] **Gezegen, H.**, 2006. Bazı Kalkon Türevlerinin Sentezi Ve Reaksiyonlarının Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- [5] **Indira, J., Karat, P.P., Sarojini, B.K.** 2002. Growth, Characterization, and nonlinear optical property of chalcone derivative, *J. Crystal Growth*, **242**, 209–214.
- [6] **Taşkın, M.**, 2016. Benzofuran Süstitüe Kalkonların Sentezi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, Adıyaman.
- [7] **Bogdal, D. and Warzala, M.**, 2000. Microwave- assisted preparation of enzo[b]furans under solventss phase-transfer catalytic conditions, *Tetrahedron*, **56**, 8769-8773.
- [8] **Maddali, L.N., Hirohiko, H., Kazuhisa, H.N.**, 2001. Synt. of mac. with chalcone moieties through mixed aldol reaction, *Tetrahedron Letters*, **42**, 8351-8355.
- [9] **Bouas-Laurent, H. and Dürr, H.**, 2001. Organic Photochromism, *Pure Appl. Chem.*, Vol. **73**, No: 4, pp. 639- 665.
- [10] **Narin, M.**, 2013. Yeni Bisaril Naftalimit Bileşiklerinin Sentezi Ve Fotokromik Floresans Özelliklerinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Düzce Üniversitesi, Düzce.
- [11] **Mani, B., Kathavarayan, S.**, 2016. Studies on photocrosslinking and flame-retardant properties of chalcone-based polyacrylamides, *Polym. Adv. Technol.* **27** 466–476
- [12] **Gorner, H.**, 1997. Photoprocesses in spiropyran and their merocyanine isomers: Effects of temperature and viscosity, *Chem Physics*, **222**:315–29.
- [13] (a) **Matsuda, K., Irie, M.**, 2001. A diarylethene with two nitronyl nitroxides: photoswitching of intramolecular magnetic interaction, *J. Am. Chem Soc.*, **122**:7195. Also see (b) **Matsuda, K., Irie, M.**, 2000. Photoswitching of magnetic interaction: diarylethene photochromic spin couplers, *Polyhedron*, **20**:1391.
- [14] (a) **Irie, M.**, 2002. Diarylethenes for Memories and Switches, *Chem Rev.*, **100**:1685. (b) **Morimoto, M., Kobatake, S., Irie, M.**, 2000. Solvent Viscosity Effects on Photochromic Reactions of a Diarylethene Derivative as Revealed by Picosecond Laser Spectroscopy, *Adv Mater*, **14**:1027.
- [15] **Sasaki, K., Nagamura, T.**, 1997. Ultrafast all-optical switch using complex refractive index changes of thin films containing photochromic dye, *Appl. Phys. Lett.*, **71**:434.
- [16] **Tamaoki N, Keuren EV, Matsuda H.**, 1996. Photoreversible optical nonlinearities of polymeric films containing spiropyran with long alkyl chains, *Appl Phys Lett.*, **69** (9):1188.

- [17] (a) **Cullum, B.M., Mobley, J., Bogard, J.S., Moscovitch, M., Phillips, G.W., Vo-Dinh, T.**, 2000. Three-dimensional optical random access memory (3D-ORAM) for use as. radiation dosimeters, *Anal Chem.*, **72**:5612. (b) **Tian, H., Tu, H-Y.**, 2000. Synthesis and Photochromic Properties of New Bisthienylethene Derivatives and a Copolymer, *Adv. Mater.*, **12**:1597.
- [18] (a) **Bobrovsky, A.Y., Boiko, N.I., Shibaev, V.P.**, 1997. For the first time the influence of temperature on the rates of forward and back photoprocesses in such polymeric liquid crystalline films was studied, *Liquid Crystals*, **27**:57. And also see (b) 2000; **27**:219. (c) **Sasaki, K., Nagamura, T.**, 1997. Ultrafast all-optical switch using complex refractive index changes of thin films containing photochromic dye, *Appl Phys. Lett.*, **71**:434.
- [19] **Ock, K.S., Jo, N.J., Kim, J.H., Kim, S.H., Koh, K.N.**, 2001. Thin film optical waveguide type UV sensor using a photochromic molecular device, spirooxazine *Synthetic Metal*, **117**:131.
- [20] **Jansson, R., Zangoie, S., Kugler, T., Arwin, H.**, 2001. Optical and microstructural characterization of thin films of photochromic fulgides, *J Phys Chem of Solids*, **62**.
- [21] **Ghailane, F., Manivannan, G., Lessard, R.A.**, 1995. Spiropyran doped poly(vinylcarbazole). A new photopolymer recording medium for erasable holography, *Optical Eng.*, **34**:480.
- [22] **Crano, J.C., Guglielmetti, R.J.**, 1999. Organic Photochromic and Thermalchromic Compounds, Plenum Press, New York.
- [23] (a) **Berkovic, G., Krongauz, V., Weiss, V.**, 2000. Spiroyrans and Spirooxazines for Memories and Switches, *Chem. Rev.* **100** 1741; (b) **Irie, M.**, 2000. Diarylethenes for Memories and Switches, *Chem. Rev.*, **100**, 1685.
- [24] **Zhu, M.Q., Zhu, L.Y., Han, J.J., et al.**, 2006. Spiropyran-based photochromic polymer nanoparticles with optically switchable luminescence, *J. Am. Chem. Soc.*, **128**, 4303.
- [25] **Cho, M.J., Kim, G.W., Jun, W.G., et al.** 2006. Thin Solid Films, **500**, 52.
- [26] **Oda, H.**, 1998. New developments in the stabilization of photochromic dyes: Counterion effects on the light fatigue resistance of spiroyrans, *Dyes Pigments*, **38**, 243.
- [27] **Lin, J.S.**, 2003. Interaction between dispersed photochromic compound and polymer matrix, *Eur. Polym. J.*, **39**, 1693.
- [28] **Tork, A., Boudreault, F., Roberge, M., et al.** 2001. Photochromic behavior of spiroyrans in polymer matrices, *Appl. Opt.*, **40**, 1180.
- [29] **Akelah, A., Selim, A., Ei-Deen, N., et al.**, 1992. Photochemical reactions of polymers bearing chalcone residues, *Polym. Int.*, **28**, 307;
- [30] **Kim, J.H., Ban, S.Y., Shen, K.H., et al.**, 2003., Photochromic behavior of new bifunctional copolymer containing spiroyrans and chalcone moiety in the side chain, *Dyes Pigments*, **58**, 105.
- [31] **Choi, D.H., Cha, Y.K.**, 2002. Photo-alignment of low-molecular mass nematic liquid crystals on photochemically bifunctional chalcone-epoxy film by irradiation of a linearly polarized UV light, *Bull of the Korean Chem. Soc.*, **23**:587.

- [33] **Choi, D.H., Cha, Y.K.**, 2001. Optical anisotropy of chalcone-based epoxy compound under irradiation of linearly polarized UV light, *Polymer*, **43**:703.
- [34] **Kim, J.H., Ban, S.Y., Kailhua, S., Choi, D.H.**, 2003. Photochromic behavior of new bifunctional copolymer containing spiropyran and chalcone moiety in the side chain, *Dyes and Pigments*, **58**:105.
- [35] **Irie, M.**, 2000. Diarylethenes for Memories and Switches, *Chem. Rev.*, **100**, 1683.
- [36] **Higashiguchi, K., Matsuda, K., Tanifuji, N., Irie, M.**, 2005, Full-color photochromism of a fused dithienylethene trimer, *J. Am. Chem. Soc.* **127**, 8922.
- [37] **Fukaminato, T., Umemoto, T., Iwata, Y., Yokojima, S., Yoneyama, M., Nakamura, S., Irie, M.**, 2007. Photochromism of diarylethene single molecules in polymer matrices, *J. Am. Chem. Soc.*, **129**, 5932.
- [38] **Kobatake, S., Takami, S., Muto, H., Ishikawa, T., Irie, M.**, 2007. Rapid and reversible shape changes of molecular crystals on photoirradiation, *Nature*, **446**, 778.
- [39] **Takami, S., Kuroki, L., Irie, M.**, 2007. Photochromism of mixed crystals containing bithienyl-, bisthiazolyl-, and bisoxazolylolethene derivatives, *J. Am. Chem. Soc.*, **129**, 7319.
- [40] **Yokoyama, Y., Yamane, T., Kurita, Y.**, 1991. Photochromism of a protonated 5-dimethylaminoindolylfulgide: A model of a non-destructive readout for a photon mode optical memory, *J. Chem. Soc.: Chem. Commun.* **24**, 1722.
- [41] **Yokoyama, Y., Uchida, S., Yokoyama, Y., Sugawara, Y., Kurita, Y.**, 1996. Diastereoselective photochromism of an (R)-binaphthol-condensed indolylfulgide, *J. Am. Chem. Soc.*, **118**, 3100.
- [42] **Matsui, F., Taniguchi, H., Yokoyama, Y., Sugiyama, K., Kurita, Y.**, 1994. Application of photochromic 5-dimethylaminoindolylfulgide to photon-mode erasable optical memory media with nondestructive readout ability based on wavelength dependence of bleaching quantum yield, *Chem. Lett.*, **10**, 1869.
- [43] **Tatezono, F., Harada, T., Shimizu, Y., Ohara, M., Irie, M.**, 1993. Photochromic rewritable memory media: A new nondestructive readout method, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **1**, 32, 3987.
- [44] **Jurd, L.**, 1969. Anthocyanidins and related compounds-XV. The effects of sunlight on flavylum salt-chalcone equilibrium in acid solutions, *Tetrahedron*, **25**, 2367.
- [45] **Matsushima, R., Mizuno, H., Kajiura, A.**, 1994. Convenient Chemical Actinometer with 2-Hydroxy-4'-methoxychalcone, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **67**, 1762.
- [46] **Matsushima, R., Mizuno, H., Itoh, H.**, 1995. Photochromic properties of 4'-amino-substituted 2-hydroxychalcones, *J. Photochem. Photobiol.*, **A 89**, 251.
- [47] **Matsushima, R., Suzuki, N., Murakami, T., Morioka, M.**, 1997. Chemical actinometer with 2-hydroxy-4'-dimethylaminochalcone, *J. Photochem. Photobiol.*, **A 109** 91.
- [48] **Matsushima, R., Suzuki, M.**, 1992, Photochromic properties of 2-hydroxychalcones in solution and polymers, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **65**, 39.
- [49] **Matsushima, R., Kato, K., Ishigai, S.**, 2002. Photochromism of 2-hydroxychalcones in solid hydrogel matrices, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **75**, 2079.
- [50] **Horiuchi, H., Yokawa, A., Okutsu, T., Hiratsuka, H.**, 1999. Laser flash photolysis studies of the photo-ring-opening reaction of flav-3-en-2-ol, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **72**, 2429.

- [51] **Horiuchi, H., Shirase, H., Okutsu, T., Matsushima, R., Hiratsuka, H.,** 2000. Photochromism of 2-hydroxy-4'-methoxychalcone: A novel photon-mode erasable optical memory system with nondestructive readout ability, *Chem. Lett.* **2**, 96.
- [52] **Wunscher, H., Haucke, G., Czerney, P., Kurzer, U.,** 2002. Photochromic properties of hydrolyzed benzopyrylium salts - The influence of substituents, *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.*, **151**, 75.
- [53] **Metelitsa, A.V., Lokshin, V., Micheau, J.C., Samat, A., Guglielmetti, R., Minkin, V.I.,** 2002. Photochromism and solvatochromism of push-pull or pull-push spiroindoleninephthoxazines, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **4**, 4340.
- [54] **Stéphanie Delbaerea, Gaston Vermeerscha, Jean-Claude Micheau,** 2011. Quantitative analysis of the dynamic behaviour of photochromic systems, *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews* **12**, 74-105
- [55] **Berkoric, G., Krongauz, V., Weiss, V.,** 2000. Spiropyrans and Spirooxazines for Memories and Switches, *Chem. Rev.*, **100**, 1741.
- [56] **Hashimoto, S., Shimojima, A., Yuzawa, T., Hiura, H.,** 1991. Time-resolved resonance Raman, time-resolved UV-visible absorption and DFT calculation study on photo-oxidation of the reduced form of nicotinamide adenine dinucleotide, *J. Mol. Struct.*, **1**, 242.
- [57] **Kim, S.H., Lee, S.M., Park, J.H., Kim, J.H., Kang, S.W.,** 2000. The preparation and spectroscopic study of self-assembled monolayers of a UV-sensitive spiroxazine dye on gold, *Dyes Pigm.*, **45**, 51.
- [58] **Gopalan, P., Katz, H.E., McGee, D.J., Erben, C., Zielinski, T., Bousquet, D., Muller, D., Grazul, J., Olsson Y.,** 2004. Star-Shaped Azo-Based Dipolar Chromophores: Design, Synthesis, Matrix Compatibility, and Electro-optic Activity, *J. Am. Chem. Soc.*, **126**, 1741.
- [59] **Donners, J.J.J.M., Hoogenboom, R., Schenning, A.P.H.J., Van Hal, P.A., Nolte, R.J.M., Meijer, E.W., Sommerdijk, N.A.J.M.,** 2002. Fabrication of organic-inorganic semiconductor composites utilizing the different aggregation states of a single amphiphilic dendrimer, *Langmuir*, **18**, 2571.
- [60] **Kleiman, V.D., Melinger, J.S., McMorro, D.,** 2001. Ultrafast dynamics of electronic excitations in a light-harvesting phenylacetylene dendrimer, *J. Phys. Chem., B* **105**, 5595.
- [61] **Adronov, A., Malenfant, P.R.L., Fréchet, J.M.J.,** 2000. Synthesis and steady-state photophysical properties of dye-labeled dendrimers having novel oligothiophene cores: A comparative study, *Chem. Mater.* **12**, 1463.
- [62] **Balaji, R., Nanjundan, S.,** 2001. Synthesis and characterization of photocrosslinkable functional polymer having pendant chalcone moiety, *React. Funct. Polym.*, **49**, 77.
- [63] **Subramanian, K., Krishnasamy, V., Nanjundan, S., Rami Reddy, A.V.,** 2000. Photosensitive polymer: Synthesis, characterization and properties of a polymer having pendant photocrosslinkable group, *Eur. Polym. J.*, **36** 2343.
- [64] **Rehab, A., Salahuddin, N.,** 1999. Photocrosslinked polymers based on pendant extended chalcone as photoreactive moieties, *Polymer*, **40** 2197.
- [65] **Kim, S.H., Ahn, C.H., Keum, S.R., Koh, K.,** 2005. Synthesis and properties of spiroxazine polymer having photocrosslinkable chalcone moiety, *Dyes Pigm.*, **65**, 179.

- [66] **Lee, B.H., Kim, J.H., Cho, M.J., Lee, S.H., Choi, D.H.**, 2004. The rate control of decolorization of photochromic chalcone containing polymer with spiropyran dye was achieved successfully by virtue of $[2\pi+2\pi]$ photo-cycloaddition between the chalcone units, *Dyes Pigm.* **61**, 235.
- [67] **Fessenden, R.J. and Fessenden, J.S.**, 1992. Organik Kimya, Çev. Tahsin Uyar, Güneş Kitapevi, 1.Baskı, Ankara, 1170
- [68] **Matyjaszewski, K., and XIA, J.**, 2001. Atom Transfer Radical Polimerization. *Chem. Rev.*, **101**: 2921-2930.
- [69] **Matyjaszewski, K.**, 1998. Controlled Radical Polymerization, *ACS Symposium Series, American Chemical Society*, Washington DC. s. 685
- [70] **Matyjaszewski, K.**, Ed. 1996. **Cationic polymerizations: mechanisms, synthesis and application.** New York: Marcel Dekker.
- [71] **Hisieh, H.L., Quirk, R.P.**, 1996. Anionic polymerization : principles and practical applications, New York: Marcel Dekker.
- [72] **Akar, A.**, 1981. Polimer Kimyasına Giriş, İ.T.Ü. Fen Edeb. Fak. Yayınları.
- [73] **Coşkun, M.F.**, 2007. Atom Transfer Radikal Polimerizasyon metoduyla amfifilik karakterde polimer sentezi ve karakterizasyonu, *Doktora Tezi*, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [74] **İyibakanlar, G., Oktay, A.**, 2007. Bazı Polimerlerin Dielektrik Özelliklerinin Frekansla Değişimlerinin İncelenmesi, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, **3**, (11-19).
- [75] **Çavuş, M.S.**, 2010. Dielektrik Durulmanın Kusur-Destekli Kesirli Stokastik Isıng Modeli, *Doktora Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Adana
- [76] **İzci, E.**, 2007. Gördes Yöresi Doğal Klinoptilolit Doğal Ve İyon Değiştirmiş Formlarının Dielektrik Özelliklerinin İncelenmesi, *Doktora Tezi*, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Eskişehir.
- [77] **Öz, K.**, 2007. Poliindol/Poli(Vinil Asetat) Kompozitlerin Elektroeolojik Özelliklerinin Araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Ankara.
- [78] **Doğan, F., Akat, H., Kaya, I.**, 2008. Synthesis, Characterization and Thermal Degradation Kinetic of Poly (imino isophthaloyl imino (2,4,8,10-tetraoksoaspiro [5,5] undekan-3,9-dipropylene)), *Chinese Journal Polymer Science*, **26**, **1**, 47-53
- [78] **Doğan, F., Akat, H., Kaya, I.**, 2008. Synthesis, Characterization and Thermal Degradation Kinetic of Poly (imino isophthaloyl imino (2,4,8,10-tetraoksoaspiro [5,5] undekan-3,9-dipropylene)), *Chinese Journal Polymer Science*, **26**, **1**, 47-53
- [79] **Coşkun, D.**, 2008. Benzofuran Süstitüe α,β -Doymamış Ketonlar ve Türevlerinin Sentezi, *Doktora Tezi*, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [80] **Biryan, F., Demirelli, K., Torgut, G., Pihili, G.**, 2017. Synthesis, thermal degradation and dielectric properties of poly[2-hydroxy,3-(1-naphthyloxy)propyl methacrylate] *Polym. Bull.*, **74**, 583-602.

ÖZGEÇMİŞ

1976 tarihinde Elazığ'da doğdum. İlk ve ortaöğrenimimi Elazığ'da tamamladım. 1999 yılında Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nden mezun oldum. 2010 yılı Şubat döneminde Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tezli yüksek lisans programına başladım ve 2011 yılında tamamladım. 2012 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde doktora başlayarak Aralık 2017 yılında tamamladım. Evli ve 3 çocuk babasıyım.



Taner ÇELİK