



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

**AZOMETİN İÇEREN YENİ POLİMERİK MİKROKÜRELERİN  
SENTEZİ VE  
ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİ**

**EYÜP ÜLKE**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
KİMYA ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. DİLEK NARTOP**

**DÜZCE, 2021**

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

**AZOMETİN İÇEREN YENİ POLİMERİK MİKROKÜRELERİN**  
**SENTEZİ VE**  
**ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİ**

Eyüp ÜLKE tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

Prof. Dr. Dilek NARTOP  
Düzce Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Prof. Dr. Dilek NARTOP  
Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Hatice ÖĞÜTCÜ  
Ahi Evran Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi İkrime ORKAN UÇAR  
Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 21/01/2021

## BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

21 Ocak 2021

Eyüp Ülke

## TEŐEKKÜR

Yüksek lisans çalışmam boyunca bilgilerini benimle paylaşan, yardım ve desteğini esirgemeyen Değerli Hocam Prof. Dr. Dilek NARTOP'a,

Tez sürecinde Schiff bazları ve komplekslerinin karakterizasyon çalışmalarına yardım eden Sayın Hocam Öğretim Görevlisi Dr. Elvan HASANOĞLU ÖZKAN'a,

Desteklerini esirgemeyen değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**21 Ocak 2021**

**Eyüp Ülke**



# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR.....	x
SİMGELER .....	xi
ÖZET .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	2
2.1. SCHIFF BAZLARI.....	2
2.1.1. Schiff Bazlarının Fiziksel, Kimyasal ve Spektroskopik Özellikleri .....	3
2.1.2. Schiff Bazlarının Kullanım Alanları.....	5
2.2. POLİMERLER .....	6
2.2.1. Polimerin Sınıflandırılması.....	7
2.3. POLİMERİK SCHIFF BAZLARI.....	7
2.3.1. Polimerik-Schiff Bazlarının Biyolojik Aktivite Özellikleri.....	8
3. MATERYAL VE METOD.....	13
3.1. KİMYASAL MADDELER .....	13
3.2. CİHAZLAR.....	13
3.2.1. Element Analizi (EA).....	13
3.2.2. Fourier Dönüştümlü Kızılötesi Spektrofotometresi (FT-IR).....	13
3.2.3. Taramalı Elektron Mikroskopu-Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi (SEM-EDX) .....	13
3.2.4. Ultraviyole-Görünür Bölge Spektrofotometresi (UV-GB).....	13
3.2.5. Termogravimetrik Analiz Cihazı (TG-DTA).....	14
3.2.6. Jel Geçirgenlik Kromatografisi (GPC).....	14
3.2.7. Manyetik Duyarlılık .....	14
4. DENEYSEL ÇALIŞMA .....	15
4.1. AZOMETİN İÇEREN YENİ POLİMERİK MİKROKÜRELERİN SENTEZİ .....	15
4.1.1. (AMP-Phatal) Polimeri .....	15
4.1.2. (AMP-Phatal-Pt) Polimeri .....	16
4.1.3. (AMP-Phatal-Ni) Polimeri .....	16
4.1.4. (AMP-Phatal-Mn) Polimeri .....	17
4.1.5. (AMP-Phatal-Cu) Polimeri .....	17
4.1.6. (AMP-Phatal-Co) Polimeri .....	18
4.2. AZOMETİN İÇEREN YENİ POLİMERİK MİKROKÜRELERİN ANTİMİKROBİYAL ÇALIŞMASI .....	18
5. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	20

<b>5.1. BULGULAR</b> .....	<b>20</b>
<b>5.1.1. Polimerik Mikrokürelerin Yapıların Aydınlatılması</b> .....	<b>20</b>
5.1.1.1. (AMP-Phatal) Polimeri .....	21
5.1.1.2. (AMP-Phatal-Pt) Polimeri.....	24
5.1.1.3. (AMP-Phatal-Ni) Polimeri .....	28
5.1.1.4. (AMP-Phatal-Mn) Polimeri.....	31
5.1.1.5. (AMP-Phatal-Cu) Polimeri .....	35
5.1.1.6. (AMP-Phatal-Co) Polimeri .....	38
<b>5.1.2. Polimerik Mikrokürelerin Antimikrobiyal Değerlendirmeleri</b> .....	<b>41</b>
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b> .....	<b>45</b>
<b>7. KAYNAKLAR</b> .....	<b>46</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>50</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa No

Şekil 2.1. Schiff bazı oluşum tepkimesi. ....	2
Şekil 2.2. pH'ın Schiff bazlarına etkisi. ....	2
Şekil 2.3. Schiff bazı tautomerizmi (B: Baz; HB: Asit). ....	4
Şekil 2.4. Tautomerleşme. ....	4
Şekil 2.5. Schiff bazlarında oluşan rezonans yapılar. ....	5
Şekil 2.6. Polimerizasyon tepkimesi. ....	6
Şekil 2.7. Polimerik-Schiff bazı - metal kompleksleri. ....	9
Şekil 2.8. Antimikrobiyal aktivite. ....	10
Şekil 2.9. Oligomer sentezi. ....	10
Şekil 2.10. Polimerik Schiff bazları ve spiramin'in antimikrobiyal aktivitesi. ....	11
Şekil 2.11. Schiff bazı polimerleri. ....	11
Şekil 2.12. Polimerik-Schiff bazları. ....	12
Şekil 4.1. Azometin içeren polimerik mikroküreler. a) (AMP-Phatal) polimeri b) (AMP-Phatal-Pt) polimeri c) (AMP-Phatal-Ni) polimeri d) (AMP- Phatal-Mn) polimeri e) (AMP-Phatal-Cu) polimeri f) (AMP-Phatal- Co) polimeri. ....	15
Şekil 4.2. AMP-Phatal polimerinin sentezine ait reaksiyon mekanizması. ....	16
Şekil 4.3. AMP-Phatal-Pt polimerinin sentezine ait reaksiyon mekanizması. ....	16
Şekil 4.4. AMP-Phatal-Ni polimerinin sentezine ait reaksiyon mekanizması. ....	17
Şekil 4.5. AMP-Phatal-Mn polimerinin sentezine ait reaksiyon mekanizması. ....	17
Şekil 4.6. AMP-Phatal-Cu polimerinin sentezine ait reaksiyon mekanizması. ....	18
Şekil 4.7. AMP-Phatal-Co polimerinin sentezine ait reaksiyon mekanizması. ....	18
Şekil 5.1. AMP-Phatal polimerinin önerilen yapısı. ....	21
Şekil 5.2. AMP-Phatal polimerine ait FT-IR spektrumu. ....	22
Şekil 5.3. AMP-Phatal polimerine ait UV-GB spektrumu. ....	22
Şekil 5.4. AMP-Phatal polimerinin a) EDX spektrumu b) SEM görüntüsü (1000 ve 5000 büyütme). ....	23
Şekil 5.5. AMP-Phatal polimerinin TG-DTA eğrisi. ....	24
Şekil 5.6. AMP-Phatal-Pt polimerinin önerilen yapısı. ....	24
Şekil 5.7. AMP-Phatal-Pt polimerine ait FT-IR spektrumu. ....	25
Şekil 5.8. AMP-Phatal-Pt polimerine ait UV-GB spektrumu. ....	26
Şekil 5.9. AMP-Phatal-Pt polimerinin a) EDX spektrumu b) SEM görüntüsü (1000 ve 5000 büyütme). ....	26
Şekil 5.10. AMP-Phatal-Pt polimerinin TG-DTA eğrisi. ....	27
Şekil 5.11. AMP-Phatal-Ni polimerinin önerilen yapısı. ....	28
Şekil 5.12. AMP-Phatal-Ni polimerine ait FT-IR spektrumu. ....	29
Şekil 5.13. AMP-Phatal-Ni polimerine ait UV-GB spektrumu. ....	29
Şekil 5.14. AMP-Phatal-Ni polimerinin a) EDX spektrumu b) SEM görüntüsü (1000 ve 5000 büyütme). ....	30
Şekil 5.15. AMP-Phatal-Ni polimerinin TG-DTA eğrisi. ....	31
Şekil 5.16. AMP-Phatal-Mn polimerinin önerilen yapısı. ....	31
Şekil 5.17. AMP-Phatal-Mn polimerine ait FT-IR spektrumu. ....	32
Şekil 5.18. AMP-Phatal-Mn polimerine ait UV-GB spektrumu. ....	33
Şekil 5.19. AMP-Phatal-Mn polimerinin a) EDX spektrumu b) SEM görüntüsü (1000 ve 5000 büyütme). ....	33
Şekil 5.20. AMP-Phatal-Mn polimerinin TG-DTA eğrisi. ....	34

Şekil 5.21. AMP-Phatal-Cu polimerinin önerilen yapısı.....	35
Şekil 5.22. AMP-Phatal-Cu polimerine ait FT-IR spektrumu.....	36
Şekil 5.23. AMP-Phatal-Cu polimerine ait UV-GB spektrumu.....	36
Şekil 5.24. AMP-Phatal-Cu polimerinin a) EDX spektrumu b) SEM görüntüsü (1000 ve 5000 büyütme). .....	37
Şekil 5.25. AMP-Phatal-Cu polimerinin TG-DTA eğrisi.....	38
Şekil 5.26. AMP-Phatal-Co polimerinin önerilen yapısı.....	38
Şekil 5.27. AMP-Phatal-Co polimerine ait FT-IR spektrumu.....	39
Şekil 5.28. AMP-Phatal-Co polimerine ait UV-GB spektrumu.....	40
Şekil 5.29. AMP-Phatal-Co polimerinin a) EDX spektrumu b) SEM görüntüsü (1000 ve 5000 büyütme). .....	40
Şekil 5.30. AMP-Phatal-Co polimerinin TG-DTA eğrisi.....	41
Şekil 5.31. Bazı Gram(+) bakterilerin (a) ve Gram(-) bakterilerin (b) inhibisyon zonlarının (mm) fotoğrafları. ....	43



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa No

Çizelge 5.1. Polimerik mikrokürelerin bazı fiziksel ve analitik bulguları.....	20
Çizelge 5.2. (AMP-Phatal) polimerinin önemli FT-IR titreşim frekansları ( $\text{cm}^{-1}$ ) ve UV-GB spektrum değerleri ( $\text{nm}$ , $\epsilon \times 10^4$ ).....	21
Çizelge 5.3. (AMP-Phatal-Pt) polimerinin önemli FT-IR titreşim frekansları ( $\text{cm}^{-1}$ ) ve UV-GB spektrum değerleri ( $\text{nm}$ , $\epsilon \times 10^4$ ).....	25
Çizelge 5.4. AMP-Phatal-Pt polimerinin termal analiz verileri.....	27
Çizelge 5.5. (AMP-Phatal-Ni) polimerinin önemli FT-IR titreşim frekansları ( $\text{cm}^{-1}$ ) ve UV-GB spektrum değerleri ( $\text{nm}$ , $\epsilon \times 10^4$ ).....	28
Çizelge 5.6. AMP-Phatal-Ni polimerinin termal analiz verileri.....	30
Çizelge 5.7. (AMP-Phatal-Mn) polimerinin önemli FT-IR titreşim frekansları ( $\text{cm}^{-1}$ ) ve UV-GB spektrum değerleri ( $\text{nm}$ , $\epsilon \times 10^4$ ).....	32
Çizelge 5.8. AMP-Phatal-Mn polimerinin termal analiz verileri.....	34
Çizelge 5.9. (AMP-Phatal-Cu) polimerinin önemli FT-IR titreşim frekansları ( $\text{cm}^{-1}$ ) ve UV-GB spektrum değerleri ( $\text{nm}$ , $\epsilon \times 10^4$ ).....	35
Çizelge 5.10. AMP-Phatal-Cu polimerinin termal analiz verileri.....	37
Çizelge 5.11. (AMP-Phatal-Co) polimerinin önemli FT-IR titreşim frekansları ( $\text{cm}^{-1}$ ) ve UV-GB spektrum değerleri ( $\text{nm}$ , $\epsilon \times 10^4$ ).....	39
Çizelge 5.12. AMP-Phatal-Co polimerinin termal analiz verileri.....	41
Çizelge 5.13. Polimerik mikrokürelerin antimikrobiyal aktiviteleri (inhibisyon bölgesinin çapı ( $\text{mm}$ )).	44

## KISALTMALAR

DMF	Dimetilformamit
FT-IR	Fourier dönüşümlü kızılötesi spektrofotometresi
GPC	Jel geçirgenlik kromatografisi
SEM-EDX	Taramalı elektron mikroskobu-enerji dağılımlı x-ışını spektroskopisi
TG-DTA	Termogravimetrik analiz cihazı
UV-GB	Ultraviyole-görünür bölge spektrofotometresi



## SİMGELER

BM	Bohr manyeton
$\epsilon$	Epsilon
g	Gram
v	Gerilme titreşimi
$\mu$	Manyetik dipol moment
mL	Mililitre
mmol	Milimol
nm	Nanometre



## ÖZET

### AZOMETİN İÇEREN YENİ POLİMERİK MİKROKÜRELERİN SENTEZİ VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİ

Eyüp ÜLKE

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Dilek NARTOP

Ocak 2021, 49 sayfa

Tez çalışmasında, polimer bağlı tris(2-aminoetil)amin, *o*-ftalaldehit ve metal tuzlarının reaksiyonu ile yeni azometin içeren polimerik mikroküreler (AMP-Phatal, AMP-Phatal-Pt, AMP-Phatal-Ni, AMP-Phatal-Mn, AMP-Phatal-Cu ve AMP-Phatal-Co) elde edildi. Polimerlerin yapıları spektroskopik teknikler (element analizi, FT-IR, SEM-EDX, TG-DTA, UV-GB, GPC ve manyetik duyarlılık ölçümü) ile belirlendi. Polimerik mikrokürelerin antimikrobiyal aktiviteleri hastalık etkeni patojenik bakterilere ve mayaya karşı Well-difüzyon yöntemi ile değerlendirildi.

**Anahtar Kelimeler:** Antimikrobiyal etkinlik, Polimer bağlı tris(2-aminoetil)amin, Polimerik mikroküreler.

## ABSTRACT

### SYNTHESIS AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF NOVEL POLYMERIC MICROSPHERES INCLUDING AZOMETHINE

Eyüp ÜLKE

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of  
Chemistry

Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Dilek NARTOP

January 2021, 49 pages

In thesis work, new azomethine containing polymeric microspheres (AMP-Phatal, AMP-Phatal-Pt, AMP-Phatal-Ni, AMP-Phatal-Mn, AMP-Phatal-Cu and AMP-Phatal-Co) were obtained with the reaction of tris(2-aminoethyl)amine polymer-bound, *o*-phthalaldehyde and metal salts. The structures of the polymers were determined by spectroscopic techniques (elemental analysis, FT-IR, SEM-EDX, TG-DTA, UV-GB, GPC and magnetic sensitivity measurement). The antimicrobial efficacy of the polymers were evaluated using the Well diffusion method against some pathogenic bacteria and yeast.

**Keywords:** Antimicrobial efficacy, Polymeric microspheres, Tris(2-aminoethyl)amine polymer-bound.

# 1. GİRİŞ

Aldehit ve ketonların, primer aminlerle reaksiyonu sonucu elde edilen bileşikler Schiff bazları olarak adlandırılırlar. H. Schiff tarafından sentezlenen ve Pfeiffer tarafından ligand olarak kullanılan bileşikler aynı zamanda azometin (-CH=N-) ya da imin (-C=N-) bileşikleri olarak da bilinirler. Ligand olarak, metal iyonuna bir veya daha fazla elektron çifti vererek koordinasyon bileşiklerini oluştururlar. Kararlı halkalı yapılar oluşturabilmeleri azometin grubuna yakın olan yer değiştirebilir hidrojen atomuna sahip ikinci fonksiyonel grup içermeleri (hidroksil grubu gibi) ile mümkün olabilmektedir [1], [2].

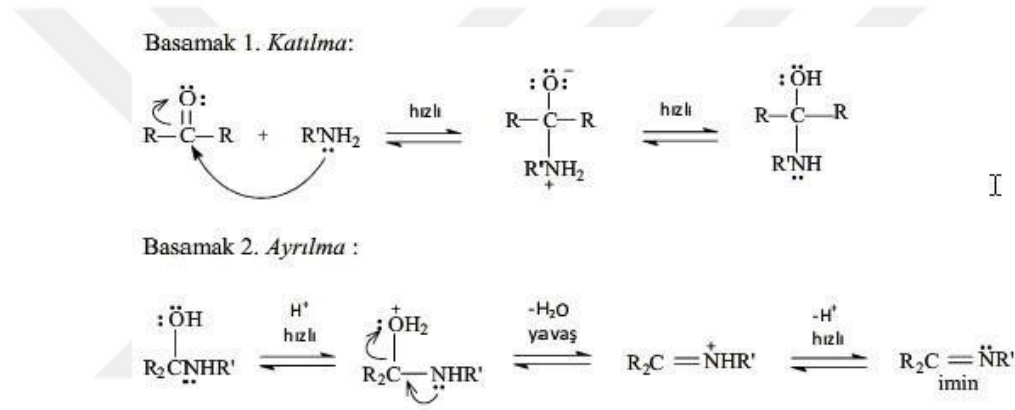
Polimerler çok sayıda aynı ya da farklı monomer birimlerinin polimerizasyon reaksiyonları ile oluşan büyük molekül ağırlıklı bileşiklerdir. Protein, nükleik asit, selüloz gibi, canlıların temel yapıtaşı olan bileşikler, kuvars, feldispat gibi mineraller ve kâğıt, cam, beton, plastik, kauçuk gibi sanayi ürünleri polimer yapısında maddelerdir.

Azometin (-CH=N-) içeren polimerler, polimerik-Schiff bazları (ya da poliazometinler) olarak adlandırılırlar. Antimikrobiyal özellikleri, kimyasal dirençleri, yarı-iletken ve iletken özellikleri, termal kararlılıkları, optik, elektrik ve katalitik özellikleri sebebiyle Schiff bazı polimerleri ile ilgili çalışmalar oldukça önemlidir [3], [4].

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

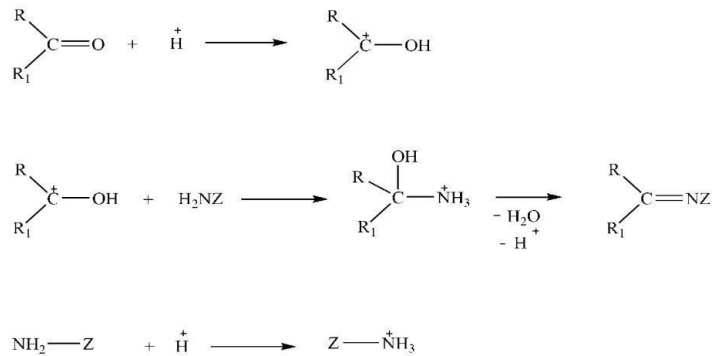
### 2.1. SCHIFF BAZLARI

Karbonil bileşikleri ve primer aminler arasındaki tepkime ile oluşan Schiff bazları iki ana basamak içerirler. Birinci basamak kondenzasyon sonucu karbinolamin ara bileşiğinin oluşumu, ikinci basamak ise dehidratasyon sonucu imin oluşumu şeklindedir. Tepkime hidrazonların semikarbazon ve oksim oluşma mekanizmalarına benzer [5].



Şekil 2.1. Schiff bazı oluşum tepkimesi.

Reaksiyon basamaklarının hızı asitlik dereceleri ile ilgilidir. Reaksiyonun pH ile bağlantısını gösteren mekanizma aşağıda verilmiştir:



Şekil 2.2. pH'in Schiff bazlarına etkisi.

Reaksiyonlarda  $H^+$  aşırılığından kaçınmak önemlidir. Aksi halde nükleofile proton katılması durumunda etkin olmayan bir amonyum iyonu açığa çıkabilir. Bu durum azot

atomu üzerindeki ortaklanmamış elektron çiftininin kaybedilmesine ve azotun karbonil karbonuna bağlanamamasına yol açabilir. Amin ve karbonil bileşiklerinin karakterlerine bağlı olarak Schiff bazları için en uygun pH ve asidite mevcuttur. En uygun ortamdan uzaklaşma ise Schiff bazlarının hidroliz olarak kendilerini oluşturan bileşenlere ayrışması ile sonuçlanır [6].

### 2.1.1. Schiff Bazlarının Fiziksel, Kimyasal ve Spektroskopik Özellikleri

Azometin grubundaki azot atomuna elektron verici bir alkil ya da aril grubu bağlandığında, azometin bileşiğinin kararlılığı artmaktadır. Alkil ya da aril süstitüenti içeren Schiff bazları, azot atomunda -OH içeren oksimlere, -NH içeren fenil hidrazonlar ve semikarbazonlara göre hidrolize çok daha az dayanıklıdır. Özellikle düşük pH'larda kendisini oluşturan karbonil ve amin bileşiklerine ayrılırlar.

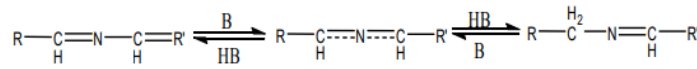
Schiff bazlarının kararlılığı azot atomunda hidrojen içermemelerinden kaynaklanmaktadır. Salisilaldimin bileşiğinin o-konumunda bulunan hidroksil grubundaki protonun ayrılması ile hidrojen üzerindeki yük anyonik bir uç oluşturur. Kısmi bir çift bağ özelliği gösteren bu fenolik oksijen, bağlı bulunduğu benzen halkası ile rezonansa girerek halkayı elektronca zenginleştirir. Aromatik halkada bulunan elektron çekici ya da elektron verici süstitüentler de rezonans sebebiyle etkilenirler. Bu şekilde bir elektron çifti taşıyan azot atomu üzerinde de negatif yük yığılması oluşur [7]. İndüktif etki, azometin grubunun reaktivitesine etki eden bir diğer faktördür. Fenolimin, keto-amin tautomerizminden ötürü orto ve para süstitüedi aril ketiminler hidrolize karşı daha dayanıklı olurlar. Azometin bileşiklerinin hidrolize karşı dayanıklılıklarına sebep olan diğer bir etken ise sterik etkilerdir. Süstitüent yapının orto pozisyonundaki halini, *m*- ve *p*- pozisyonlarında bulunduğu konumlara göre hidrolize karşı dayanıklı duruma getirir.

Schiff bazlarında -C=N- bağı etrafındaki dönme, -C=C- bağındakine göre daha kolay olmaktadır, bu durum stereoizomerlerin birbirine dönüşebilmesini sağlamaktadır. Çünkü daha elektronegatif olan azot atomu, azometin bağında polarizasyona neden olmaktadır. Fakat Schiff bazları stereoizomerleri aralarındaki enerji farkının çok az olması birkaç istisna dışında izole edebilmelerini mümkün kılmamaktadır. Ancak azot atomu etrafındaki elektronegatif bir grubun varlığı azometin bağı etrafındaki dönme kolaylığını azaltacağı için bu tür stereoizomerleri izole etmek mümkün olabilir [8].

Küçük molekül ağırlıklı alifatik iminler azot üzerinde sübstituent içermemelerinden ötürü kolaylıkla polimerleşirler. Bu sebepten ötürü literatürde bu tür azometinler ile ilgili bilgiler azdır. Formaldimin ile ilgili bilgi mevcut değildir. Asetaldimin sıvı olarak elde edilir ancak yüksek sıcaklıklarda kaynama noktası belirlenemez çünkü katı trimere dönüşür. Benzaldimin kararsız, benzofenon imin ise kararlı bileşiklerdir. İminler aminlerden daha az bazik bileşiklerdir [9].

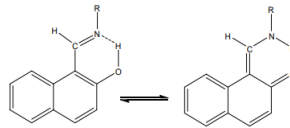
Biyokimya ve analitik uygulamaları sebebiyle iminlerin spektroskopik özellikleri de önemlidir. Azometinlerin NMR çalışmaları, azot ve hidroksi grubu arasındaki hidrojen bağı ile ilgilidir. Hidroksil içeren iminlerin IR çalışmaları, karakteristik  $\nu(\text{C}=\text{N})$  ve  $\nu(\text{OH})$  frekanslarının incelenmesi temellidir [10].

Azometin grubunda bulunan azotun nükleofil olması Schiff bazlarında bir karbondaki bulunan protonun diğer karbona aktarılması şeklinde gerçekleşen tautomerizme neden olur.



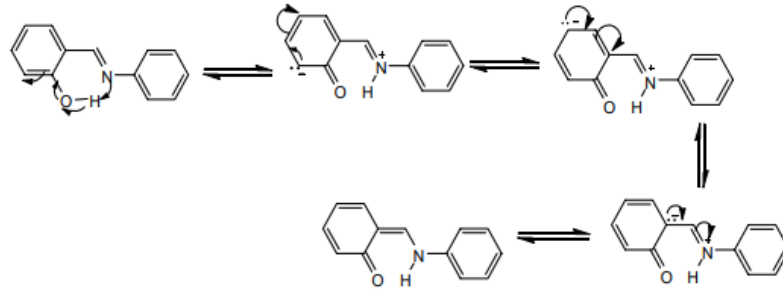
Şekil 2.3. Schiff bazı tautomerizmi (B: Baz; HB: Asit).

Bu şekildeki tautomerizm, pridoksal ve  $\alpha$ -aminoasitler arasındaki transaminasyon ile benzer olmasından ötürü biyolojik öneme sahiptir [12]. o-Hidroksi grubu içeren Schiff bazlarında fenol-imin ve keto-amin tautomerizmi mevcuttur. Bu yapılar  $^{13}\text{C}$ -NMR,  $^1\text{H}$ -NMR, UV-vis, X ışınları kristallografisi gibi metotlar ile tespit edilirler.



Şekil 2.4. Tautomerleşme.

o-Hidroksi Schiff bazlarında fenol halkasındaki sübstituentler hidrojen bağının kuvvetini etkiler ve tautomerik dengenin değişmesine sebep olur. Hidroksi grubuna göre o- ve p- pozisyonunda elektron çekici grupların bulunması asitliği artırır, keto yapısını rezonans ve indüktif etkiyle kararlı halde tutarak hidrojenin azot atomuna göç etmesine sebep olur. Bu şekilde bir proton transferi ketotautomer oranını arttırır [12].



Şekil 2.5. Schiff bazlarında oluşan rezonans yapılar.

### 2.1.2. Schiff Bazlarının Kullanım Alanları

Schiff bazları tıp ve eczacılık, tarım, kozmetik, plastik sanayisi, elektronik endüstrisi, uçak sanayi gibi farklı sektörlerde kullanılabilen organik bileşiklerdendir.

Pigment, boya, katalizör, polimer stabilizatör olarak ve organik sentezlerde ara ürünler olarak kullanılmaktadırlar [13]. Schiff bazlarının korozyon önleyici, katyon taşıyıcı, iyon seçici elektrot yapımı, boya endüstrisi gibi farklı alanlarda da kullanımları vardır [14].

Asidik ortamda korozyona karşı inhibitör etkileri olmalarının yanı sıra Schiff bazlarının luminesans özellikleri, fotoluminesans özellikleri mevcuttur. Ayrıca sıvı kristal teknolojisinde de kullanılabilirler.

Schiff bazları ve metal kompleksleri ayrıca antitümör ve herbisidal olarak kullanımları nedeniyle yaygın şekilde araştırılan bileşiklerdir. Yapılan çalışmalar bu bileşiklerin çok sayıda bakteri üzerinde etkili olduğunu ve geniş spektrumlu antimikrobiyal etki gösterdiklerini ortaya çıkarmıştır. Antiviral olarak kullanılmakta, antibakteriyel ve antifungal ajanlar olarak kabul görmektedirler [15].

Tarımsal alanlardaki böcek istilalarının ciddi maddi hasara sebep olmalarından ötürü böceklere karşı geliştirilen insektisidal ajan çalışmaları da önem kazanmıştır. Yapılan araştırmalarda vitamin B1, penisilin, koenzim ve karboksilaz moleküllerinin yapısında bulunan tiyazol halkasını bünyesinde barındıran Schiff bazları ve türevlerinin etkili insektisidal ajanlar oldukları belirlenmiştir [16].

Schiff bazlarının detoksifikasyon aktiviteleri de mevcuttur. Schiff bazları yapılarında elektrofilik karbon atomu ve nükleofilik azot atomu içermeleri sebebiyle zehirli kimyasallarla kolayca etkileşim gösterirler. Bu sebeple Schiff bazları kimyasal silah

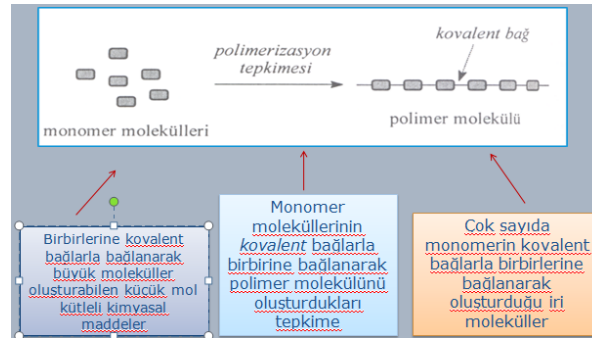
kaynaklı çeşitli toksik maddelerin etkilerinin azaltılması amaçlı kullanılmaktadırlar. Yüksek oranda tehlikeli sarin gazına karşı bazı Schiff bazları detoksifikasyon aktivite özelliği göstermektedir. Bunun yanı sıra Schiff bazları amin, alkol, siyanür, tiyalot gibi zehirli maddeleri ve halojen özellikler barındıran toksik maddeleri etkisiz hale getirmede de etkilidirler [17].

Schiff bazları ve metal kompleksleri antikanser aktivite de göstermektedirler. Yapılan araştırmalar, Schiff bazlarının hücre içinde bulunan farklı metabolitleri hedefleyerek kanser hücreleri üzerinde etkili olduklarını ortaya koymuştur. Kanser tedavilerinde kullanılan bu bileşikler DNA'ya bağlanarak, DNA replikasyonu üzerine baskılayıcı özellikleri ile kanser hücrelerinin büyümesini önlemektedirler.

Ayrıca yapılarında oksijen ve azot içeren Schiff bazlarının farklı metal kompleksleriyle oluşturdukları bileşikler DNA ile etkileşime girmekte, DNA'nın morfolojik yapısında değişiklikler göstermekte ve bazı hücreler üzerinde oksidatif hasara neden olarak, sitotoksik aktivite de sergilemektedirler [18].

## 2.2. POLİMERLER

Polimerler, monomer adı verilen birimlerin bir araya gelmesiyle oluşan bileşiklerdir.



Şekil 2.6. Polimerizasyon tepkimesi.

Polimerlerin erime ve kaynama noktaları monomerlerden daha yüksektir. Bunun nedeni, büyük molekül ağırlıklı olan polimerlerin, aralarındaki Van der Waals çekim kuvvetlerinin de büyük olmasıdır. Erime ve kaynama noktalarının yüksek olması polimerlere sertlik, sağlamlık, dayanıklılık gibi özellikler sağlamaktadır. İnsanların günlük yaşantılarında kullandığı yiyecek, giyecek, yapı ve taşıt malzemelerinin temeli polimerik maddelerdir. Bu doğal organik polimerler, selüloz, reçine, nişasta, protein gibi bileşikler olup son derece karmaşık yapıları molekülleridir. Değişik ve üstün

özellikler göstermeleri ise moleküllerin büyük ve karmaşık yapıları olmalarından ötürüdür.

### 2.2.1. Polimerin Sınıflandırılması

Polimerler farklı şekillerde sınıflara ayrılabilirler.

Elde edilmelerine göre *doğal*, *sentetik* ve *yarı sentetik* olabilirler. Kimyasal bileşimlerine göre *organik polimerler* ve *anorganik polimerler* şeklinde ayrılabilirler. Ana zincirde karbon atomu taşımayıp yan zincirlerde karbonlu bileşikler bulunduran polimerler ise *elemento-organik polimerlerdir*.

Polimerler zincir yapılarına göre ise, *homopolimer* ve *kopolimerler* olarak ayrılırlar. Zincirde bulunan dizili atomlar aynı türden ise homozincir, farklı türden ise heterozincir polimerler şeklinedirler. Zincirin kimyasal ve fiziksel yapısına göre *lineer (düz)*, *graft kopolimerler* ve *ağ (network) polimerler* şeklinedirler.

*Oligomerler* ve *makromoleküller* olarak molekül ağırlıklarına göre, *termoplastikler* ve *termosetler* olarak ısıya karşı gösterdikleri davranışlarına göre sınıflandırılırlar.

Polimerler sentezlenme yöntemlerine göre ise *kondenzasyon (basamaklı) polimerleri*, *katılma (zincir) polimerleri* ve *koordinasyon polimerleri* olarak sınıflandırılabilirler. Kondenzasyon polimerleri polimerizasyon esnasında küçük bir molekülün ( $H_2O$ ,  $NH_3...$ ) fonksiyonel grup içeren moleküllerden ayrılması şeklinde gerçekleşir. Katılma polimerizasyonu zincir büyümesi şeklinde gerçekleşir. Koordinasyon polimerizasyonu ise Ziegler-Natta katalizörleri kullanılarak gerçekleşir [8].

### 2.3. POLİMERİK SCHIFF BAZLARI

Azometin / imin grubu içeren polimerik-Schiff bazları poliazometinler veya poliiminler olarak adlandırılırlar. İlk olarak 1923 yılında sentezlenen polimerik-Schiff bazlarının kullanımı 1957 yılı itibarıyla yaygınlaşmıştır. Polimer içeren Schiff bazları ve metal komplekslerinin elektriksel ilekenlikleri, optik özellikleri, biyolojik aktiviteleri, manyetik özellikleri, katalitik etkileri, termal kararlılıkları gibi çeşitli özellikleri sebebiyle atık su arıtılması, hidrometalurji, güneş enerji sistemleri, enzim immobilizasyonu gibi kullanım alanları oldukça yaygındır.

Polimerik-Schiff bazları ile ilgili bazı literatür bilgileri aşağıda sunulmuştur:

[19] yaptığı çalışmada, sentezledikleri Schiff bazı ve metal komplekslerini organik fotovoltaiik malzemeler olarak araştırmıştır.

[20] yaptığı çalışmada, salisilaldehit türevleri içeren polimerik destekler sentezlemiş ve biyokatalizör olarak glikoz oksidaz enzimini incelemiştir.

[21] yaptığı çalışmada, yüksek ısıya dayanıklı olan Schiff bazı içeren polimerlerin gaz kromatografisinde sabit faz olarak kullanımını incelemiştir.

[22] yaptığı çalışmada, aminoasit-Schiff bazları ve Mn(III) komplekslerinin anti-genotoksik özelliklerini toksik madde olan aflatoksin B<sub>1</sub>'e karşı kardeş kromatid değişimleri tekniği ile araştırmıştır.

[23] yaptığı çalışmada, sentezledikleri Schiff bazı ile Cu(II) ve Ni(II) komplekslerini karakterize ederek, sığır serum albümin proteini için bağlanma özelliklerini dairesel dikroizm, absorpsiyon, floresan gibi çeşitli spektral teknikleri ile incelemiştir.

[24] yaptığı çalışmada, Schiff bazı içeren polimerik mikroküreleri kondenzasyon yöntemi ile sentezlemiş, bu polimerik desteklere asetilkolinesteraz (AChE) enzimi immobilize ederek karbamatlı ve organofosfatlı pestisitlerin enzim immobilizasyonu ile kalitatif tayinini yapmıştır.

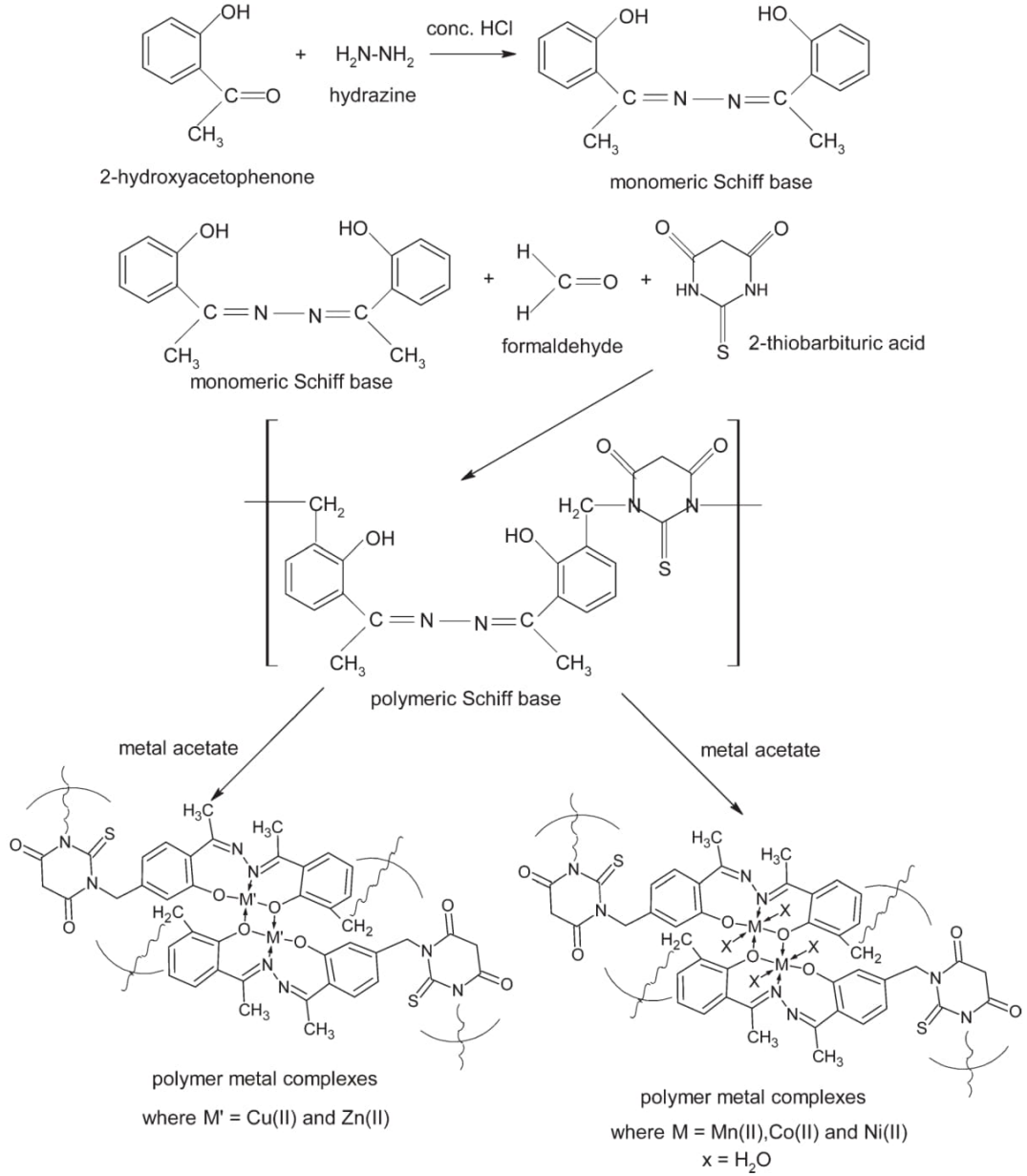
[25] yaptığı çalışmada, heterosiklik Schiff bazı ile Ni(II), Co(II), Cu(II) ve Zn(II) komplekslerinin antifungal ve antibakteriyel özellikleri ile DNA bölünmesi üzerine incelemeler yapmıştır.

### **2.3.1. Polimerik-Schiff Bazlarının Biyolojik Aktivite Özellikleri**

Molekül ağırlığı düşük olan antimikrobiyal ajanların etkinlik sürelerinin kısa olmaları, toksik olmaları gibi dezavantajları sebebiyle büyük molekül ağırlıklı antimikrobiyal polimerler verimlilik, seçicilik, uçuculuk, kimyasal kararlılık gibi özelliklerinden ötürü ilgi görmektedirler [26]. Polimerik-Schiff bazları ve metal kompleksleri antibakteriyel, antiviral, antiinflamatuvar, antioksidan, antikanser, antimalaryal, antialerjik, antimutagenik, gibi oldukça genişbir biyolojik aktivite skalası gösterirler [27]. Bu sebeple poliazometinlerin yeni daha etkili antimikrobiyal ajanlar olarak araştırılmaları önem kazanmıştır.

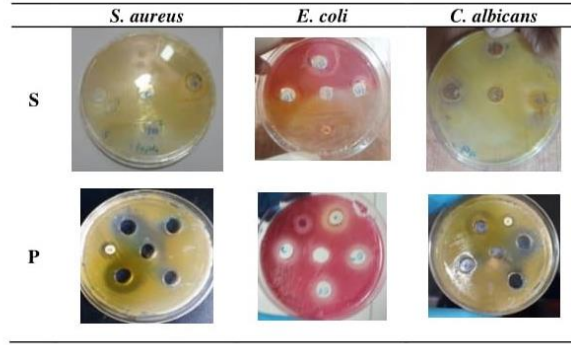
Polimerik-Schiff bazları ile ilgili kısa bir literatür araştırması aşağıda verilmiştir:

[28] yaptığı çalışmada, polimerik-Schiff bazı Mn(II), Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II) komplekslerinin antimikrobiyal özelliklerini inceleyerek yüksek inhibitör aktiviteleri sebebiyle biyomedikal uygulamalarda kullanılabileceklerini belirtmiştir.



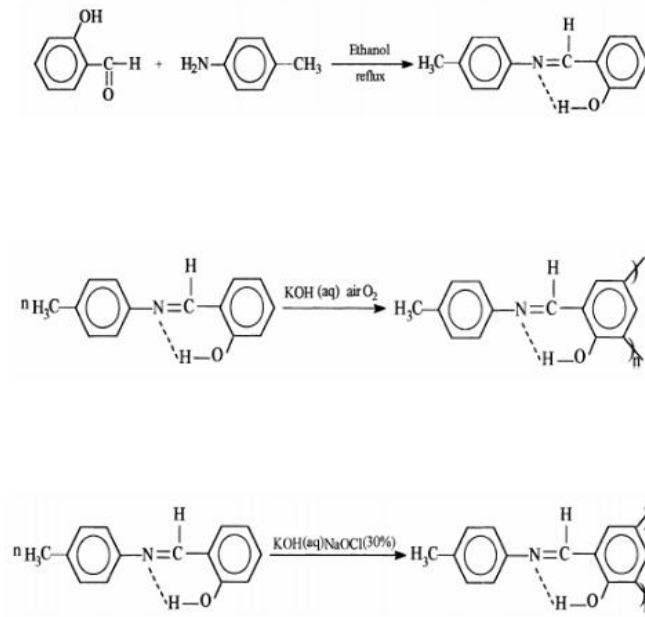
Şekil 2.7. Polimerik-Schiff bazı - metal kompleksleri.

[29] yaptığı çalışmada, polimer içeren Schiff bazı elde etmiş ve standart mikroorganizmalar karşısında well-difüzyon metodu ile antibakteriyal ve antifungal özelliklerini incelemiştir.



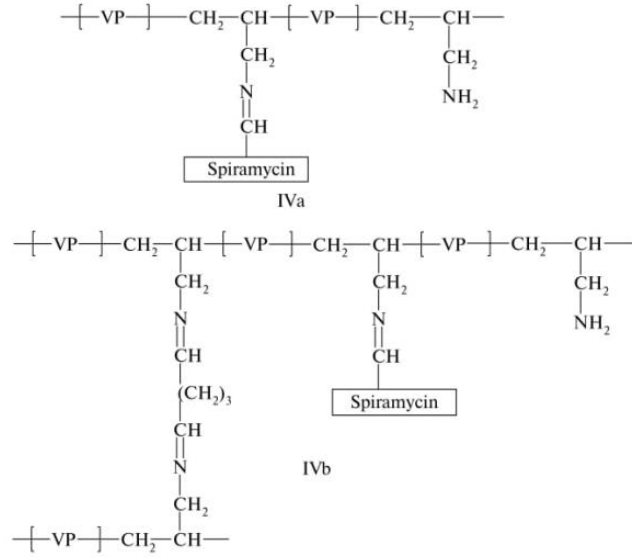
Şekil 2.8. Antimikrobiyal aktivite.

[30] yaptığı çalışmada, polikondenzasyon reaksiyonunu ile oligomer esaslı Schiff bazları ile Cu(II), Co(II), Zn(II) ve Pb(II) komplekslerini sentezleyerek antimikrobiyal aktiviteleri ile termooksidatif bozunmaya karşı dirençlerini incelemiştir.



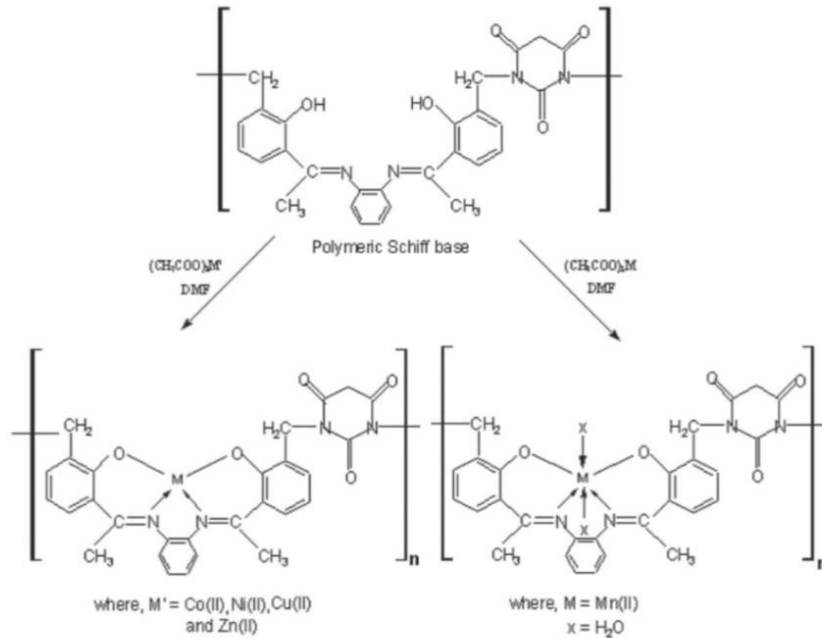
Şekil 2.9. Oligomer sentezi.

[31] yaptığı çalışmada, polimerik Schiff bazları ve antibiyotik spiramisin'in antimikrobiyal aktivitelerini seri seyreltme yöntemi ile sıvı besin ortamında incelemiştir.



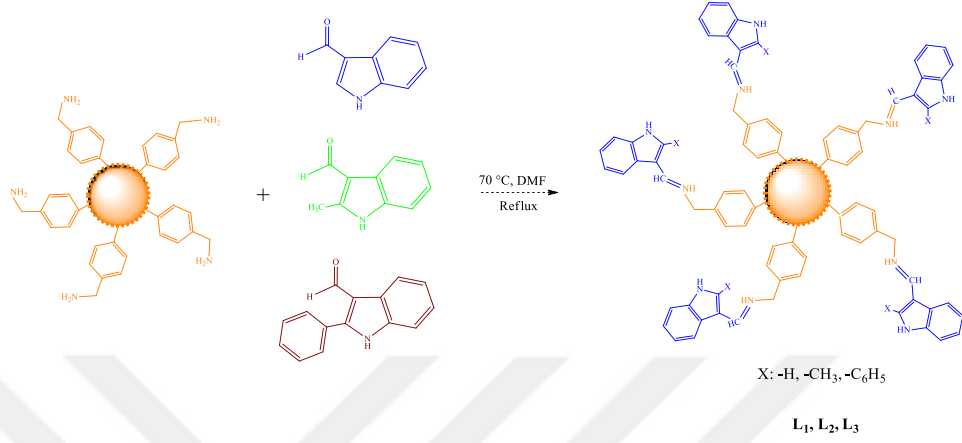
Şekil 2.10. Polimerik Schiff bazları ve spiramisin'in antimikrobiyal aktivitesi.

[32] yaptığı çalışmada, kondenzasyon polimerizasyonu ile yeni Schiff bazı polimerleri sentezlemiş ve test bakteriler karşısında (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi* H, *Candida albicans*, *Microsporium canis* ve *Aspergillus niger*) antimikrobiyal özelliklerini araştırmıştır.



Şekil 2.11. Schiff bazı polimerleri.

[33] yaptığı çalışmada, indol içeren polimerik-Schiff bazlarının antimikrobiyal ve antifungal aktivitelerini ve antimutajenik özelliklerini, insan lenfosit hücrelerinde sodyum azide ( $\text{NaN}_3$ ) karşı, mikronükler ve kardeş kromatid değişimi testleri ile araştırmıştır.



Şekil 2.12. Polimerik-Schiff bazları.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. KİMYASAL MADDELER

Tris(2-aminoetil)amin polimer bağı (200-400 mesh, 3,5-5,0 mmol/g NH<sub>2</sub> yüklü), *o*-ftalaldehit, platin(II) klorür, nikel(II) asetat tetrahidrat, mangan(II) asetat, bakır(II) asetat, kobalt(II) asetat kimyasalları ile *N,N*-dimetilformamid (DMF), aseton çözücülerini Sigma-Aldrich ve Merck firmalarından sağlandı. (OxoidLtd., Basingstoke, UK) tarafından üretilen standart antibiyotikler ile bakteri kültürleri (*Staphylococcus epidermidis* ATCC12228, *Bacillus cereus* RSKK863, *Staphylococcus aureus* ATCC25923, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* sp., *Klebsiella pneumonia* ATCC27853, *Salmonella* type H NCTC9018394, *Proteus vulgaris* RSKK96026, *Escherichia coli* ATCC1280) ve (*Candida albicans* Y-1200-NIH) maya kullanıldı.

#### 3.2. CİHAZLAR

##### 3.2.1. Element Analizi (EA)

Polimerlerin element analizleri, Thermo Scientific marka Flash 2000 model CHNS-O elementel analiz cihazı ile yapıldı.

##### 3.2.2. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrofotometresi (FT-IR)

Polimerlerin FT-IR spektrumları, Thermo Scientific Nicolet IS5 model cihazı ile elmas mercekli ATR pellet başlığı ile 4000-400 cm<sup>-1</sup> aralığında alındı.

##### 3.2.3. Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi (SEM-EDX)

Polimerlerin SEM-EDX analizleri FEI marka Quanta FEG 250 model cihazı kullanılarak alındı.

##### 3.2.4. Ultraviyole-Görünür Bölge Spektrofotometresi (UV-GB)

Polimerlerin 180-700 nm aralığında UV-GB spektrumları UV-1800 ENG240V, SOFT

model spektrofotometre ile kullanılarak alındı.

### **3.2.5. Termogravimetrik Analiz Cihazı (TG-DTA)**

Polimerlerin termal analizleri, Shimadzu marka DTG 60H-DSC 60 model cihazı ile alındı.

### **3.2.6. Jel Geçirgenlik Kromatografisi (GPC)**

Polimerlerin mol kütleleri, Waters 1500 Serisi GPC sistemi ile belirlendi.

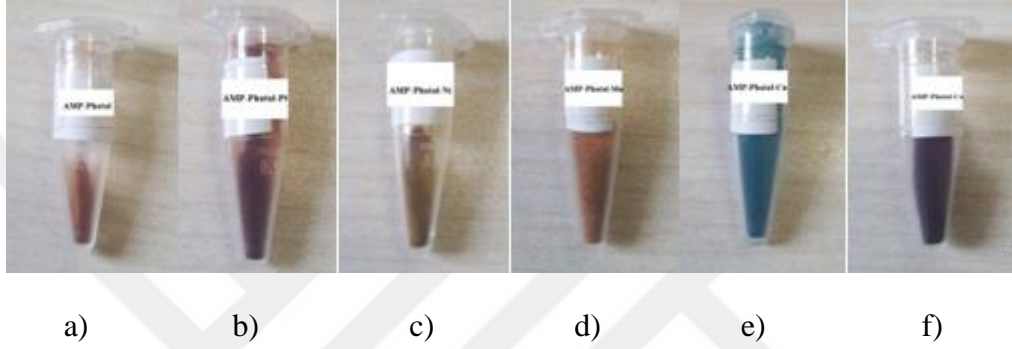
### **3.2.7. Manyetik Duyarlılık**

Polimerlerin manyetik duyarlılık ölçümleri, Sherwood Scientific MKI model Evans manyetik duyarlılık cihazı ile yapıldı.

## 4. DENEYSEL ÇALIŞMA

### 4.1. AZOMETİN İÇEREN YENİ POLİMERİK MİKROKÜRELERİN SENTEZİ

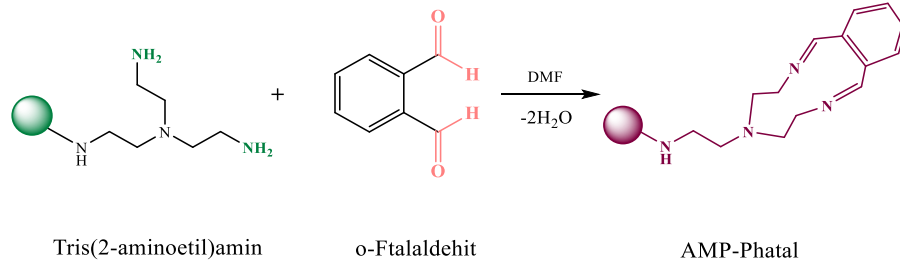
Bu çalışmada, katılma-ayrılma tepkimesi ile azometin içeren (AMP-Phatal) polimeri ve template yöntemi ile (AMP-Phatal-Pt), (AMP-Phatal-Ni), (AMP-Phatal-Mn), (AMP-Phatal-Cu) (AMP-Phatal-Co) polimerleri sentezlendi.



Şekil 4.1. Azometin içeren polimerik mikroküreler. a) (AMP-Phatal) polimeri b) (AMP-Phatal-Pt) polimeri c) (AMP-Phatal-Ni) polimeri d) (AMP-Phatal-Mn) polimeri e) (AMP-Phatal-Cu) polimeri f) (AMP-Phatal-Co) polimeri.

#### 4.1.1. (AMP-Phatal) Polimeri

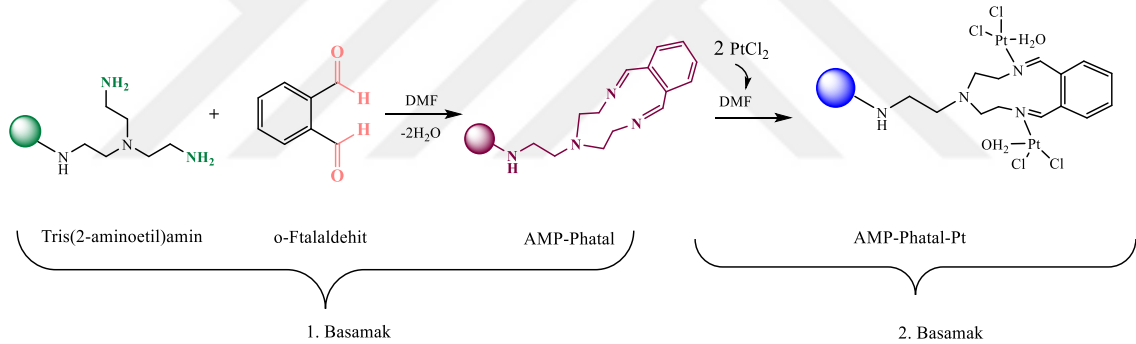
15 mL DMF'de çözülmüş polimer bağlı tris(2-aminoetil)amin (200-400 mesh, 3,5-5,0 mmol/g  $\text{NH}_2$  yüklü) üzerine, 15 mL DMF'de çözülmüş *o*-ftalaldehit çözeltisi damla damla eklenerek, geri soğutucu altında  $70^\circ\text{C}$ 'de 3 saat boyunca karıştırma ve ısıtma işlemi uygulandı (Şekil 4.2). Karışım oda sıcaklığında aseton ile çöktürülerek süzüldü ve 24 saat etüvde kurutuldu.



Şekil 4.2. AMP-Phatal polimerinin sentezine ait reaksiyon mekanizması.

#### 4.1.2. (AMP-Phatal-Pt) Polimeri

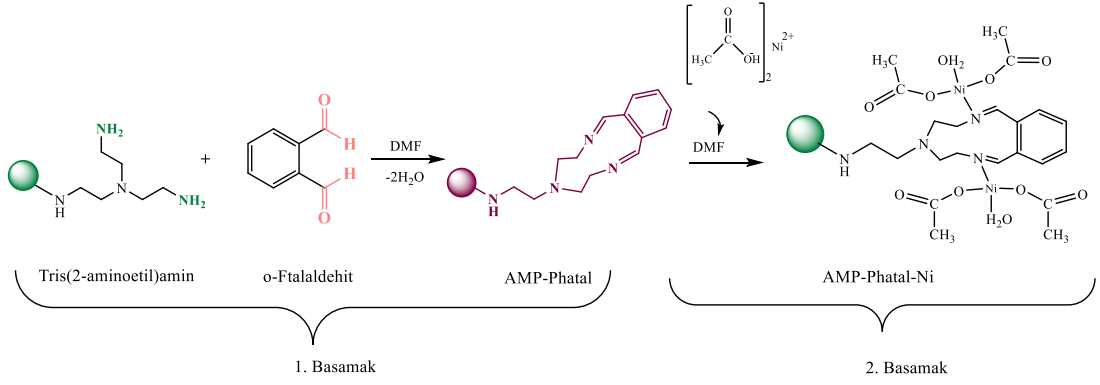
15 mL DMF’de çözülmüş polimer bağlı tris(2-aminoetil)amin (200-400 mesh, 3,5-5,0 mmol/g NH<sub>2</sub> yüklü) üzerine, 15 mL DMF’de çözülmüş *o*-ftalaldehit eklenerek geri soğutucu altında 70°C’de 3 saat karıştırıldı ve çözeltiye 10 mL DMF’de çözülmüş platin (II) klorür ilave edilerek geri soğutucu altında 3 saat boyunca kaynatma ve karıştırma işlemine devam edildi (Şekil 4.3). Karışım oda sıcaklığında aseton ile çöktürülerek süzüldü ve 24 saat etüvde kurutuldu.



Şekil 4.3. AMP-Phatal-Pt polimerinin sentezine ait reaksiyon mekanizması.

#### 4.1.3. (AMP-Phatal-Ni) Polimeri

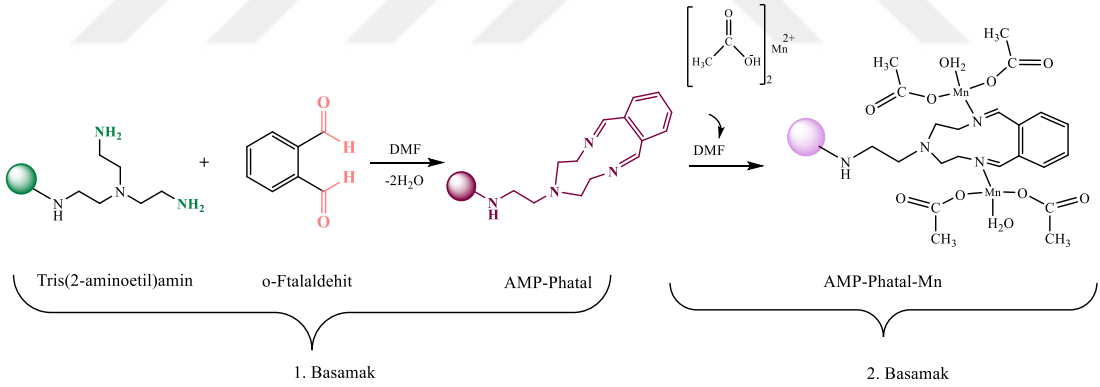
15 mL DMF’de çözülmüş polimer bağlı tris(2-aminoetil)amin (200-400 mesh, 3,5-5,0 mmol/g NH<sub>2</sub> yüklü) üzerine, 15 mL DMF’de çözülmüş *o*-ftalaldehit eklenerek geri soğutucu altında 70°C’de 3 saat karıştırıldı ve çözeltiye 10 mL DMF’de çözülmüş nikel (II) asetat tetrahidrat ilave edilerek geri soğutucu altında 3 saat boyunca kaynatma ve karıştırma işlemine devam edildi (Şekil 4.4). Karışım oda sıcaklığında aseton ile çöktürülerek süzüldü ve 24 saat etüvde kurutuldu.



Şekil 4.4. AMP-Phatal-Ni polimerinin sentezine ait reaksiyon mekanizması.

#### 4.1.4. (AMP-Phatal-Mn) Polimeri

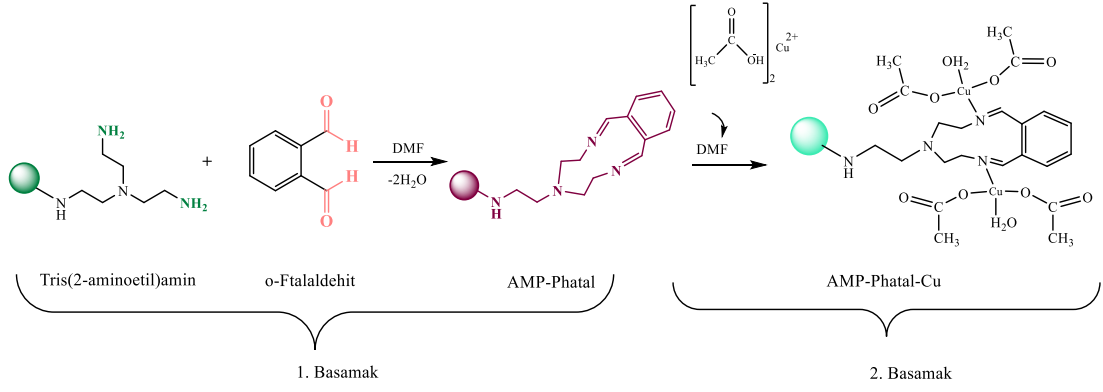
15 mL DMF’de çözülmüş polimer bağlı tris(2-aminoetil)amin (200-400 mesh, 3,5-5,0 mmol/g NH<sub>2</sub> yüklü) üzerine, 15 mL DMF’de çözülmüş *o*-ftalaldehit eklenerek geri soğutucu altında 70°C’de 3 saat karıştırıldı ve çözeltiliye 10 mL DMF’de çözülmüş mangan (II) asetat ilave edilerek geri soğutucu altında 3 saat boyunca kaynatma ve karıştırma işlemine devam edildi (Şekil 4.5). Karışım oda sıcaklığında aseton ile çöktürülerek süzüldü ve 24 saat etüvde kurutuldu.



Şekil 4.5. AMP-Phatal-Mn polimerinin sentezine ait reaksiyon mekanizması.

#### 4.1.5. (AMP-Phatal-Cu) Polimeri

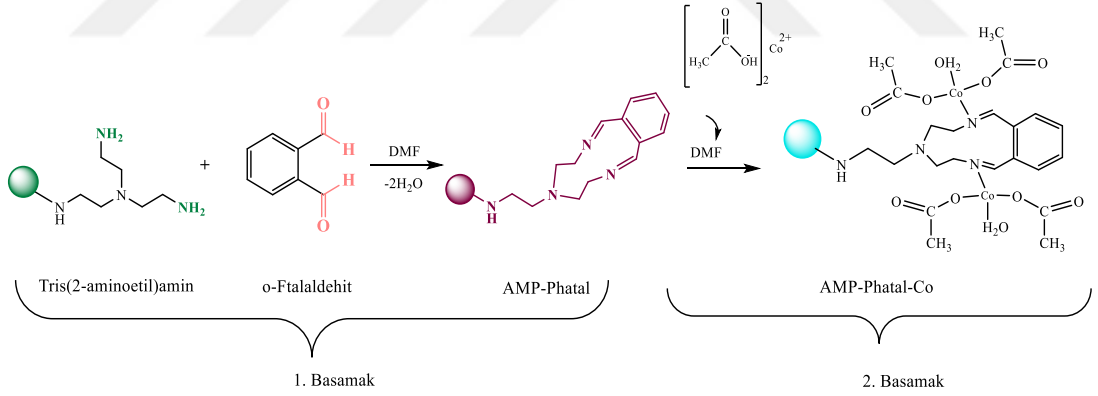
15 mL DMF’de çözülmüş polimer bağlı tris(2-aminoetil)amin (200-400 mesh, 3,5-5,0 mmol/g NH<sub>2</sub> yüklü) üzerine, 15 mL DMF’de çözülmüş *o*-ftalaldehit eklenerek geri soğutucu altında 70°C’de 3 saat karıştırıldı ve çözeltiliye 10 mL DMF’de çözülmüş bakır (II) asetat ilave edilerek geri soğutucu altında 3 saat boyunca kaynatma ve karıştırma işlemine devam edildi (Şekil 4.6.). Karışım oda sıcaklığında aseton ile çöktürülerek süzüldü ve 24 saat etüvde kurutuldu.



Şekil 4.6. AMP-Phatal-Cu polimerinin sentezine ait reaksiyon mekanizması.

#### 4.1.6. (AMP-Phatal-Co) Polimeri

15 mL DMF’de çözülmüş polimer bağlı tris(2-aminoetil)amin (200-400 mesh, 3,5-5,0 mmol/g NH<sub>2</sub> yüklü) üzerine, 15 mL DMF’de çözülmüş *o*-ftalaldehit eklenerek geri soğutucu altında 70°C’de 3 saat karıştırıldı ve çözeltiliye 10 mL DMF’de çözülmüş kobalt (II) asetat ilave edilerek geri soğutucu altında 3 saat boyunca kaynatma ve karıştırma işlemine devam edildi (Şekil 4.7). Karışım oda sıcaklığında aseton ile çöktürülerek süzüldü ve 24 saat etüvde kurutuldu.



Şekil 4.7. AMP-Phatal-Co polimerinin sentezine ait reaksiyon mekanizması.

## 4.2. AZOMETİN İÇEREN YENİ POLİMERİK MİKROKÜRELERİN ANTİMİKROBİYAL ÇALIŞMASI

Polimerik mikrokürelerin antibakteriyel ve antifungal aktiviteleri seçilmiş bazı hastalık etkeni patojen Gram pozitif bakterilere (*Staphylococcus epidermidis* ATCC12228, *Bacillus cereus* RSKK863, *Staphylococcus aureus* ATCC25923), Gram negatif bakterilere (*Enterobactera erogenes*, *Pseudomonasa eroginosa sp.*, *Klebsiella*

*pneumonia* ATCC27853, *Salmonella type H* NCTC9018394, *Proteus vulgaris* RSKK96026, *Escherichia coli* ATCC1280) ve mayaya (*Candida albicans* Y-1200-NIH) karşı Well-difüzyon yöntemi ile belirlendi [34]. Bu metotta, çözücü kontrolü olarak dimetilformamidin (DMF) kullanıldı. DMF'in test edilen organizmaların hiçbirine karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olmadığı belirlendi. Çalışmada kullanılan patojenik mikroorganizmalar 37°C'de 24 saat boyunca Nutrient Broth besiyerinde ( $10^6$  CFU/mL) inkübe edildi ve inkübasyon sonunda bu kültürler, otoklavlanıp 45°C'ye kadar soğutulmuş Mueller-Hinton Agar (MHA) (15 mL) besiyerine ilave edilip homojenize edildi. Homojenizasyon sonrası besiyerleri plaklara dökülüp soğumaya bırakıldı. Daha sonra bu besiyerlerinde 6 mm çapında kuyucuklar açıldı ve içerisine sentezlenen bileşikler tamamen dolduruldu. Plaklar 24 saat boyunca, 37°C'de etüvde inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon işleminin sonunda, her bileşik için inhibisyon zonu ölçüldü ve iki tekrarlı yapılan aktivite değerlerinin ortalaması alındı.

Ayrıca patojenik bakteri kültürleri ve maya standart antibiyotikler (ampicillin, nystatin, kanamycin, sulphamethoxazole ve amoxicillin) ile karşılaştırıldı. Ampisilin, Gram(-) bakterilerin büyümesini engelleyen bir bakteri öldürücüdür. Nistatin, mantarı hücre zarındaki sterollere bağlayan ve membran geçirgenliğini değiştiren bir antibiyotiktir. Kanamisin, Gram(-) ve Gram(+) mikroorganizmalara duyarlı enfeksiyonların tedavisinde kullanılan bir bakterisittir. Sülfametoksazol, duyarlı bakterilerde folik asit sentezini etkileyen antibakteriyel bir ajandır. Amoksisilin, mikroorganizmalara karşı etkili bir penisilin ve bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde kullanılan bir antibiyotiktir [35].

## 5. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 5.1. BULGULAR

Bu çalışmada, sentezlenen azometin içeren polimerik mikrokürelerin yapıları element analizi, FT-IR, SEM-EDX, TG-DTA, UV-GB, GPC ve manyetik duyarlılık ölçümleriyle karakterize edildi. Bu polimerlerin bazı patojenik suşlara karşı antimikrobiyal aktiviteleri araştırıldı.

#### 5.1.1. Polimerik Mikrokürelerin Yapıların Aydınlatılması

Azometin içeren polimerik mikrokürelerin bazı fiziksel ve analitik bulguları ile SEM-EDX analiz sonuçları Çizelge 5.1’de verildi.

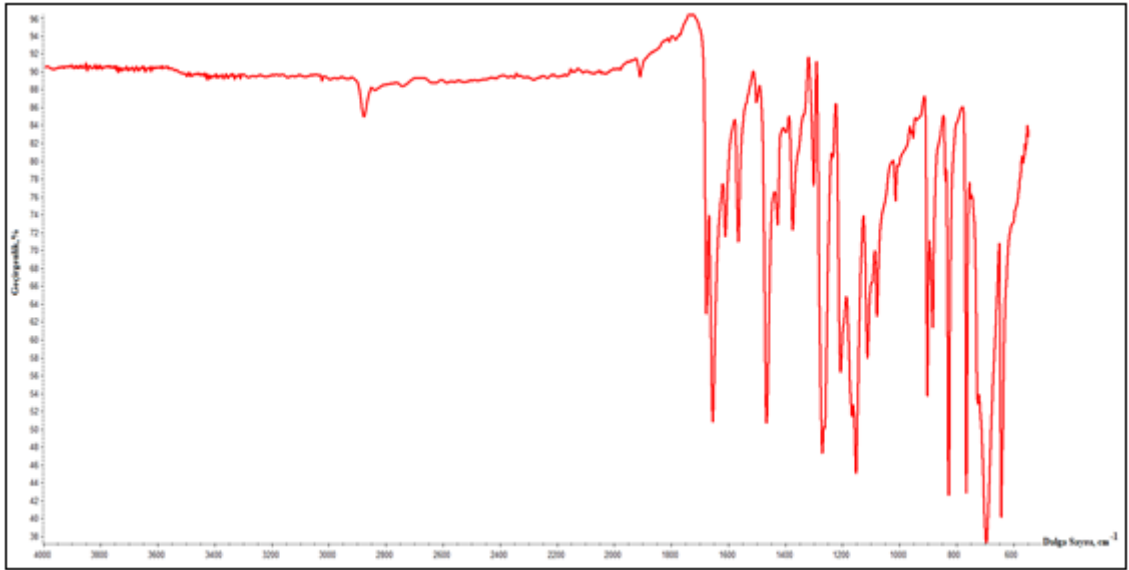
Polimerik mikrokürelerin ağırlıkça ortalama mol kütleleri ( $M_w$ ), sayıca ortalama mol kütleleri ( $M_n$ ) ve molekül ağırlığı dağılımını ( $M_w/M_n$ ) veren polidispersiteindekleri (PDI), jel geçirgenlik kromatografisi ile belirlendi. Polimerik mikrokürelerin ağırlıkça ortalama mol kütleleri ( $M_w$ ) ayrıca element analiz sonuçları ile bulundu. Polimerlerin kimyasal formüllerinin element analizleri ile uyumlu olduğu görüldü. Polimer bağlı tris(2-aminoetil)amin için heterojenlik indeksi ( $M_w/M_n$ ) 1.02’dir [36].

Çizelge 5.1. Polimerik mikrokürelerin bazı fiziksel ve analitik bulguları.

Bileşik (renk)	Önerilen Birim ( $*M_w$ )	$(M_w, M_n)$ , PDI	Bulunan (Hesaplanan)				
			C	H	N	O	Metal
AMP-Phatal Kızıl kahve	$[(C_{10}H_{14}N_2)(C_{22}H_{26}N_4)_2]$ (854)	(896, 882) 1,02	76,60 (75,84)	7,75 (7,78)	15,65 (16,38)	- -	- -
AMP-Phatal-Pt Kahverengi	$[(C_{14}H_{24}N_4)(C_{22}H_{30}N_4O_2Cl_4)Pt_2]_2]$ (2076)	(2119, 2018) 1,05	34,02 (33,54)	4,21 (4,08)	8,14 (8,09)	3,85 (3,08)	36,53 (37,56)
AMP-Phatal-Ni Zeytin yeşili	$[(C_{14}H_{24}N_4)(C_{30}H_{38}N_4O_{10})Ni_2]_2]$ (1710)	(1767, 1651) 1,07	50,99 (51,90)	6,03 (5,89)	10,11 (9,82)	19,00 (18,69)	13,92 (13,71)
AMP-Phatal-Mn Hardal	$[(C_{14}H_{24}N_4)(C_{30}H_{38}N_4O_{10})Mn_2]_2]$ (1696)	(1624, 1562) 1,04	50,96 (52,36)	6,03 (5,94)	10,07 (9,90)	18,09 (18,85)	14,86 (12,95)
AMP-Phatal-Cu Cam göbeği	$[(C_{14}H_{24}N_4)(C_{30}H_{38}N_4O_{10})Cu_2]_2]$ (1730)	(1711, 1614) 1,06	51,93 (51,32)	6,11 (5,82)	9,95 (9,71)	17,50 (18,48)	15,50 (14,68)
AMP-Phatal-Co Kiremit	$[(C_{14}H_{24}N_4)(C_{30}H_{38}N_4O_{10})Co_2]_2]$ (1712)	(1790, 1673) 1,07	53,68 (51,87)	6,17 (5,88)	10,55 (9,81)	15,06 (18,68)	14,40 (13,76)

\* $M_w$ : Elementel analiz sonuçlarına göre ağırlıkça ortalama mol kütlesi

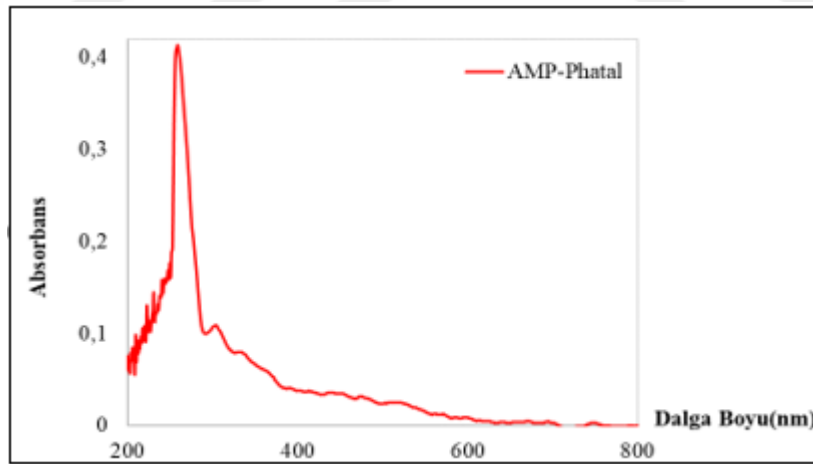




Şekil 5.2. AMP-Phatal polimerine ait FT-IR spektrumu.

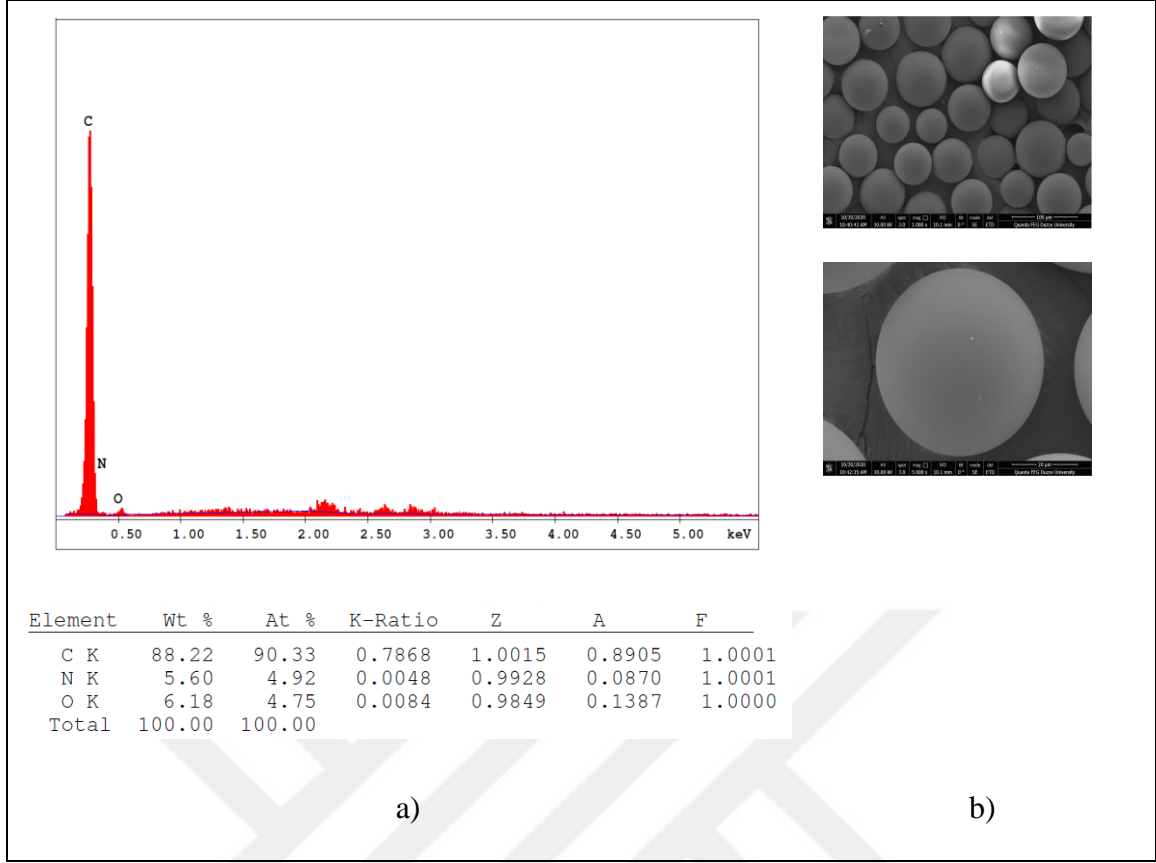
(AMP-Phatal) polimerine ait UV-GB spektrumu ve önemli spektrum verileri sırasıyla Şekil 5.3 ve Çizelge 5.2’de verildi.

Spektrumda imin grubuna ait  $n \rightarrow \pi^*$  geçişi 333 nm’de, aromatik halkaya ait  $\pi \rightarrow \pi^*$  geçişi ise 257 nm’de gözlemlendi.



Şekil 5.3. AMP-Phatal polimerine ait UV-GB spektrumu.

(AMP-Phatal) polimerine ait SEM-EDX analiz sonuçları Şekil 5.4’de verildi. SEM görüntüsü morfolojik özellikler hakkında bilgi vermekte olup, AMP-Phatal polimerinin küresel yapısının modifikasyon sonrası korunduğunu göstermektedir. EDX analiz verileri ise polimerin temel bileşimini doğrulamaktadır.

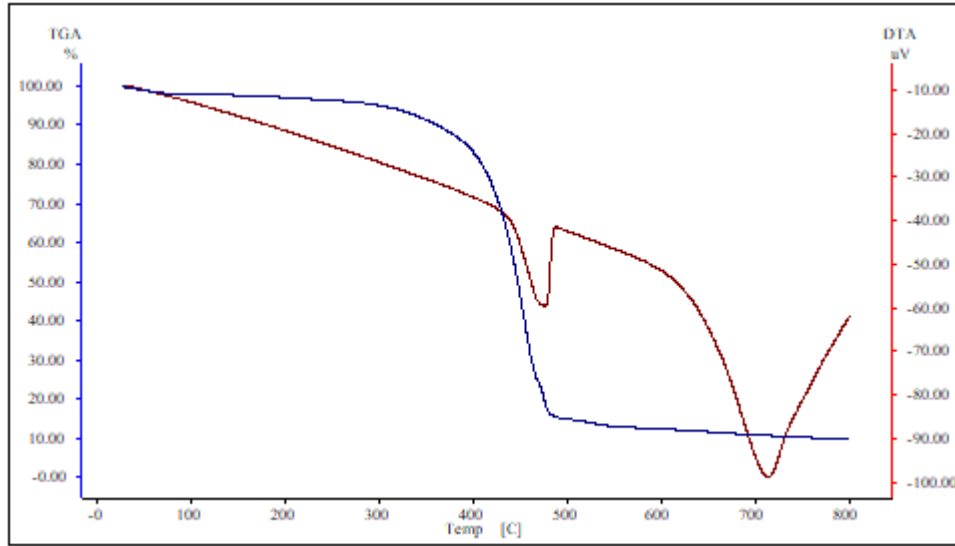


Şekil 5.4. AMP-Phatal polimerinin a) EDX spektrumu b) SEM görüntüsü (1000 ve 5000 büyütme).

AMP-Phatal polimerine ait TG-DTA eğrisi ve analiz verileri sırasıyla Şekil 5.5 ve Çizelge 5.3’de verildi. Termal bozunma eğrisine göre AMP-Phatal polimerinin tek adımda ayrıştığı görüldü. Başlangıç bozunma sıcaklık ( $T_i$ ), yarı bozunma sıcaklık ( $T_{1/2}$ ) ve son bozunma sıcaklık ( $T_s$ ) değerleri sırasıyla 292°C, 422°C ve 555°C olarak belirlendi. AMP-Phatal polimerinin termal kararlılığı yüksek ayrışma değerlerine göre öngörüldü [38]. Son sıcaklıkta polimer matris içinde kalan katı yüzdesi % 9,85 olarak bulundu.

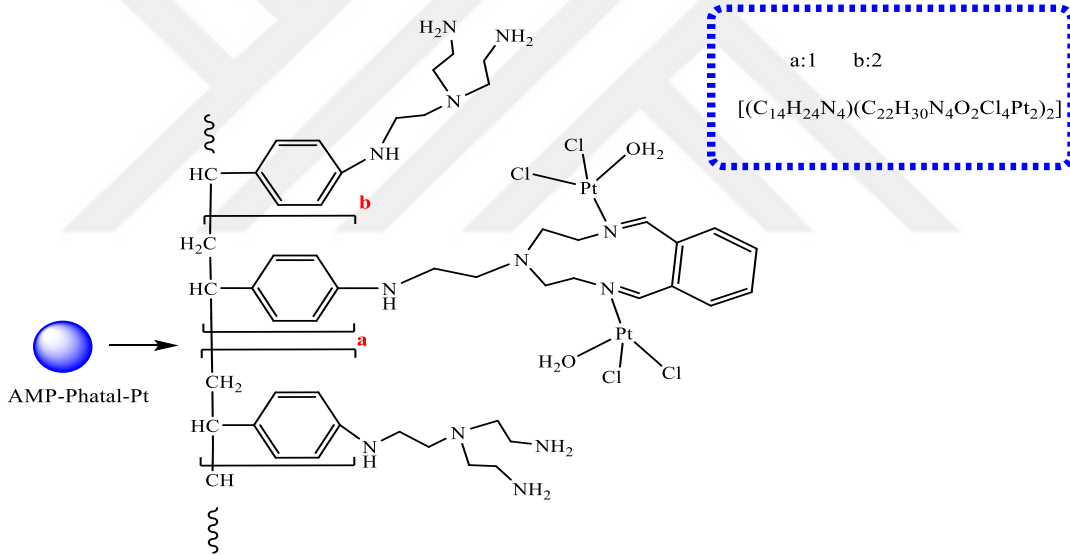
Çizelge 5.3. AMP-Phatal polimerinin termal analiz verileri.

Polimer	$T_i$ (°C)	$T_s$ (°C)	Kalan kütle 800°C’de (wt %)
AMP-Phatal	292	555	9,85



Şekil 5.5. AMP-Phatal polimerinin TG-DTA eğrisi.

### 5.1.1.2. (AMP-Phatal-Pt) Polimeri



Şekil 5.6. AMP-Phatal-Pt polimerinin önerilen yapısı.

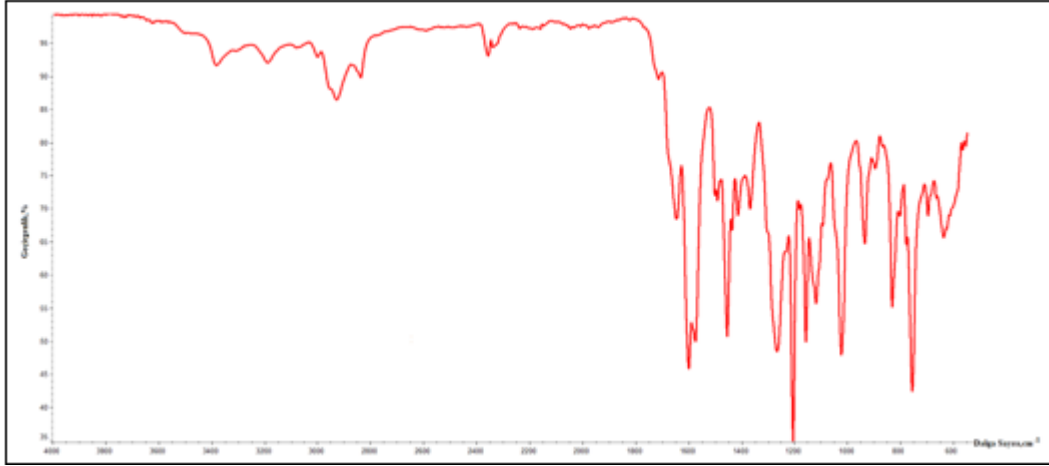
(AMP-Phatal-Pt) polimerine ait FT-IR spektrumu ve bazı önemli titreşim frekansları sırasıyla Şekil 5.7 ve Çizelge 5.4'de gösterildi.

Çizelge 5.3. (AMP-Phatal-Pt) polimerinin önemli FT-IR titreşim frekansları ( $\text{cm}^{-1}$ ) ve UV-GB spektrum değerleri ( $\text{nm}$ ,  $\epsilon \times 10^4$ ).

Polimer	$\nu(\text{H}_2\text{O})$	$\nu(\text{CH})_{\text{arom.}}$	$\nu(\text{C}=\text{N})$	$\nu(\text{Pt}-\text{O})$	d-d
		$\nu(\text{CH})_{\text{alif.}}$	$\nu(\text{C}=\text{C})_{\text{arom.}}$	$\nu(\text{Pt}-\text{N})$	
(AMP-Phatal-Pt)	3385	3192	1647, 1602	568	435 (1328) / 519 (1250)
		2930	1576	b	

b: Belirlenemedi

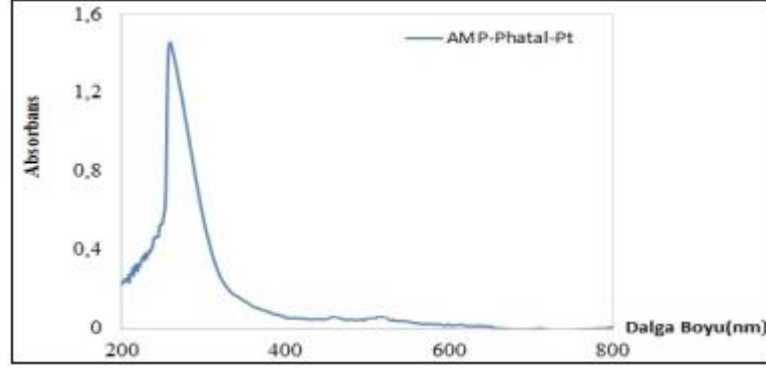
Spektrumda  $1647 \text{ cm}^{-1}$  ve  $1602 \text{ cm}^{-1}$ 'de meydana gelen pikler, tris(2-aminoetil)amin polimer ile *o*-ftalaldehitin katılma-ayırılma reaksiyonu sonucu oluşan azometin grubu olarak öngörüldü. Polimere ait  $\nu(\text{H}_2\text{O})$ , aromatik  $\nu(\text{CH})$ , alifatik  $\nu(\text{CH})$  ve aromatik  $\nu(\text{C}=\text{C})$  titreşimleri ise sırasıyla  $3385 \text{ cm}^{-1}$ ,  $3192 \text{ cm}^{-1}$ ,  $2930 \text{ cm}^{-1}$  ve  $1576 \text{ cm}^{-1}$ 'de gözlemlendi. Ayrıca  $\nu(\text{Pt}-\text{O})$  titreşimi  $568 \text{ cm}^{-1}$ 'de gözlemlendi,  $\nu(\text{Pt}-\text{N})$  titreşimi belirlenemedi [36]. Bu gözlem, imin grubu ile metal iyonunun koordinasyonunun göstergesi olarak yorumlandı.



Şekil 5.7. AMP-Phatal-Pt polimerine ait FT-IR spektrumu.

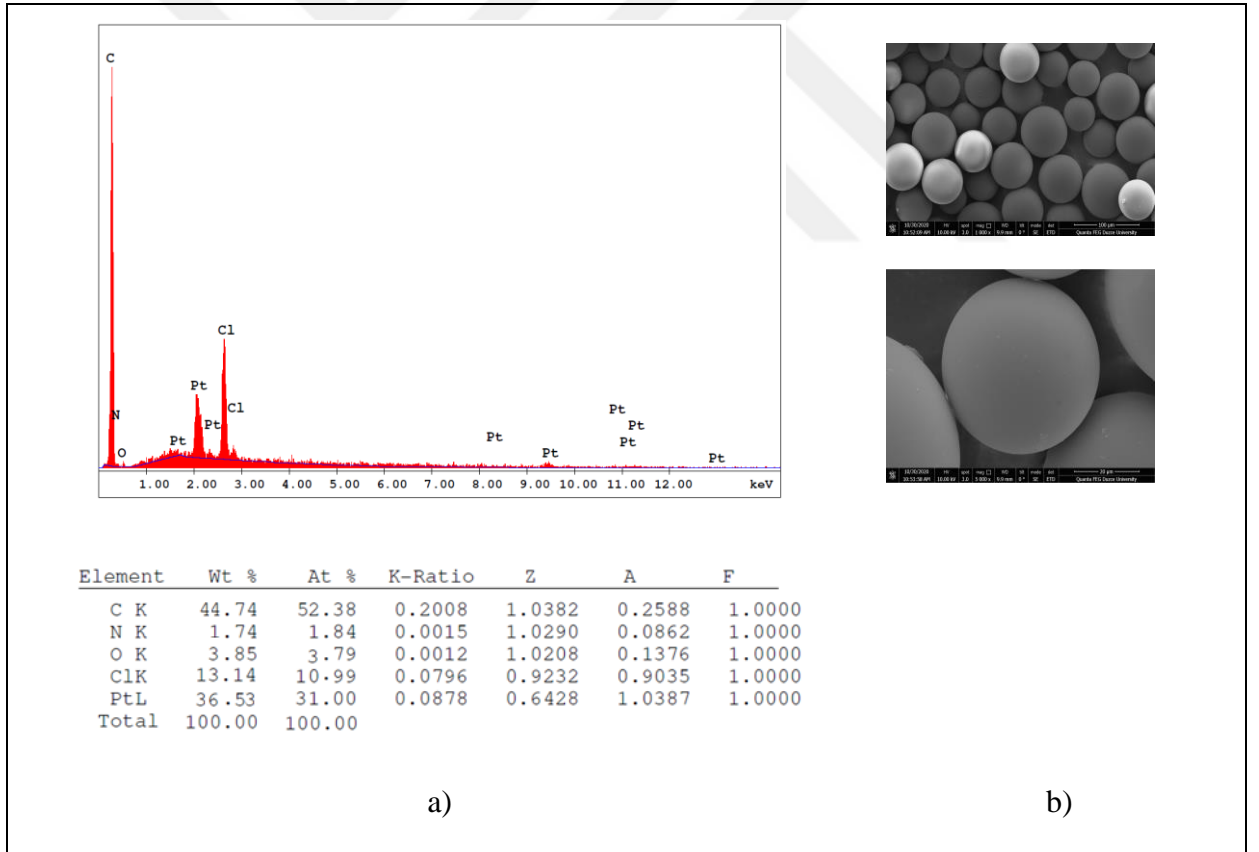
(AMP-Phatal-Pt) polimerine ait UV-GB spektrumu ve önemli spektrum verileri sırasıyla Şekil 5.8 ve Çizelge 5.4'de verildi.

Manyetik duyarlılık ölçümüne göre diamanyetik özellik göstermesi polimerin kara düzlem geometride olduğunu göstermektedir. Spektrumda kare düzlem Pt(II) kompleksine ait d-d geçişine ait  $435 \text{ nm}$  ve  $519 \text{ nm}$ 'de pikler belirlendi [24], [38].



Şekil 5.8. AMP-Phatal-Pt polimerine ait UV-GB spektrumu.

(AMP-Phatal-Pt) polimerine ait SEM-EDX analiz sonuçları Şekil 5.4’de verildi. SEM görüntüsü morfolojik özellikler hakkında bilgi vermekte olup, AMP-Phatal-Pt polimerinin küresel yapısının modifikasyon sonrası korunduğunu göstermektedir. EDX analiz verileri ise polimerin temel bileşimini doğrulamaktadır.



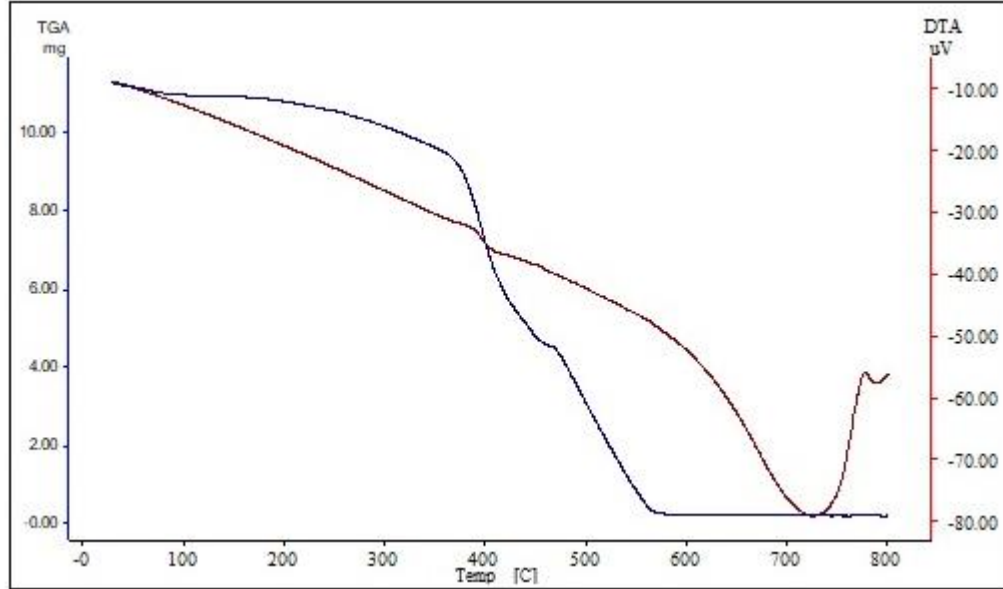
Şekil 5.9. AMP-Phatal-Pt polimerinin a) EDX spektrumu b) SEM görüntüsü (1000 ve 5000 büyütme).

AMP-Phatal-Pt polimerine ait TG-DTA eğrisi ve analiz verileri sırasıyla Şekil 5.10 ve Çizelge 5.5’de verildi. Termal bozunma eğrisine göre AMP-Phatal-Pt polimerinin iki

adımında ayrıştığı görüldü. İlk adım koordinasyon suyu kaybını ikinci adım polimerin bozulmasını temsil etmektedir. İlk adım başlangıç bozunma sıcaklık ( $T_i$ ) ve son bozunma sıcaklık ( $T_s$ ) değerleri sırasıyla  $69^\circ\text{C}$  ve  $473^\circ\text{C}$  olarak belirlendi. İkinci adım başlangıç bozunma sıcaklık ( $T_i$ ) ve son bozunma sıcaklık ( $T_s$ ) değerleri ise sırasıyla  $488^\circ\text{C}$  ve  $569^\circ\text{C}$  olarak bulundu. AMP-Phatal-Pt polimerinin termal kararlılığı yüksek ayrışma değerlerine göre öngörüldü [37]. Son sıcaklıkta polimer matris içinde kalan katı yüzdesi % 1,77 olarak bulundu.

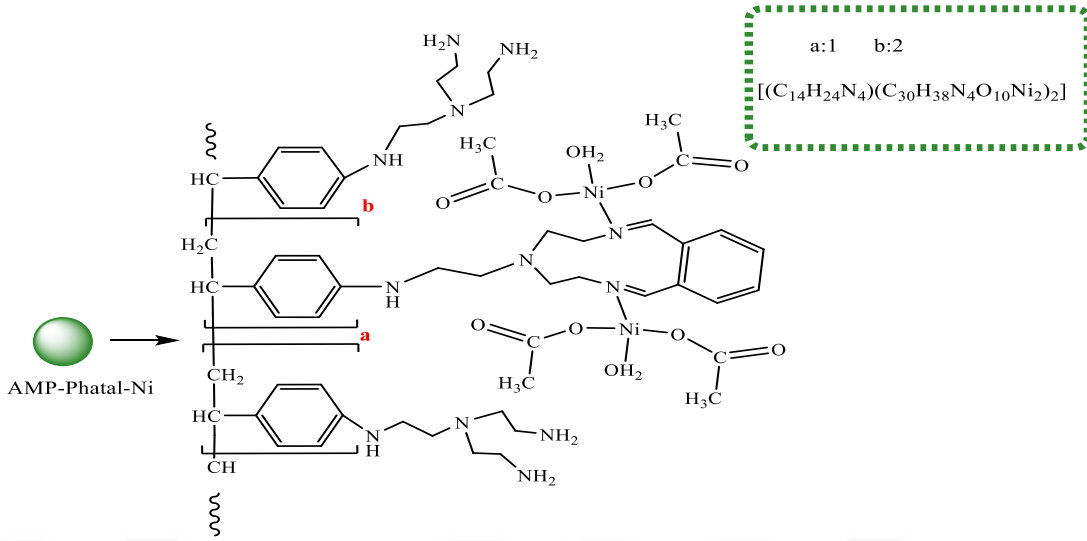
Çizelge 5.4. AMP-Phatal-Pt polimerinin termal analiz verileri.

Polimer	$T_i$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_s$ ( $^\circ\text{C}$ )	Kalan kütle $800^\circ\text{C}$ 'de (wt %)
AMP-Phatal-Pt	1. adım	69	473
	2. adım	488	569



Şekil 5.10. AMP-Phatal-Pt polimerinin TG-DTA eğrisi.

### 5.1.1.3. (AMP-Phatal-Ni) Polimeri



Şekil 5.11. AMP-Phatal-Ni polimerinin önerilen yapısı.

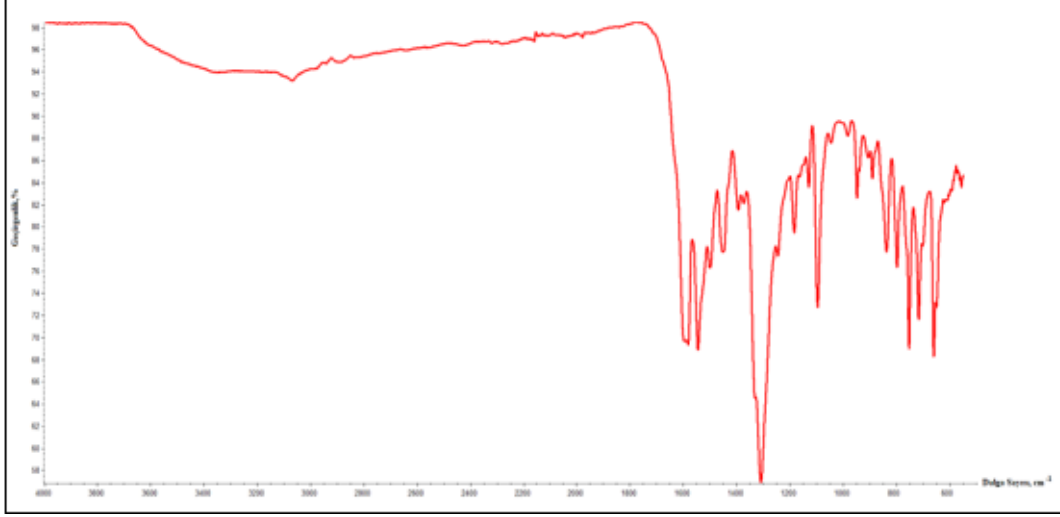
(AMP-Phatal-Ni) polimerine ait FT-IR spektrumu ve bazı önemli titreşim frekansları sırasıyla Şekil 5.12 ve Çizelge 5.6'da verilmektedir.

Çizelge 5.5. (AMP-Phatal-Ni) polimerinin önemli FT-IR titreşim frekansları ( $\text{cm}^{-1}$ ) ve UV-GB spektrum değerleri ( $\text{nm}$ ,  $\epsilon \times 10^4$ ).

Polimer	$\nu(\text{H}_2\text{O})$	$\nu(\text{CH})_{\text{arom.}}$	$\nu(\text{C}=\text{N})$	$\nu(\text{Ni}-\text{O})$	CT / d-d
		$\nu(\text{CH})_{\text{alif.}}$	$\nu(\text{C}=\text{C})_{\text{arom.}}$	$\nu(\text{Ni}-\text{N})$	
(AMP-Phatal-Ni)	3352	3068	1590	575	320 (1289), 376 (984) / 493 (427)
		2948	1547	b	

b: Belirlenemedi

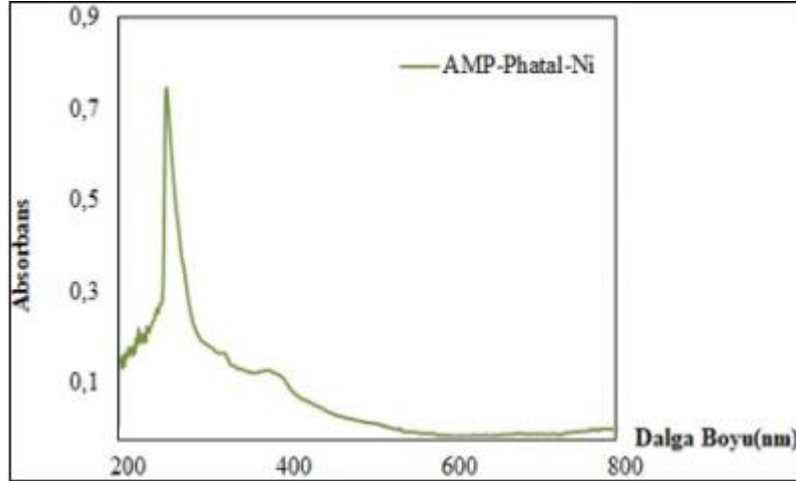
Spektrumda  $1590 \text{ cm}^{-1}$ 'de ortaya çıkan pik, tris(2-aminoetil)amin polimer ile o-ftalaldehitin katılma-ayrılma reaksiyonu sonucu oluşan azometin grubu olarak öngörüldü. Polimere ait  $\nu(\text{H}_2\text{O})$ , aromatik  $\nu(\text{CH})$ , alifatik  $\nu(\text{CH})$  ve aromatik  $\nu(\text{C}=\text{C})$  titreşimleri ise sırasıyla  $3352 \text{ cm}^{-1}$ ,  $3068 \text{ cm}^{-1}$ ,  $2948 \text{ cm}^{-1}$  ve  $1547 \text{ cm}^{-1}$ 'de gözlemlendi. Ayrıca  $\nu(\text{Ni}-\text{O})$  titreşimi  $575 \text{ cm}^{-1}$ 'de gözlemlendi,  $\nu(\text{Ni}-\text{N})$  titreşimi belirlenemedi [38]. Bu gözlem, imin grubu ile metal iyonunun koordinasyonunun göstergesi olarak yorumlandı.



Şekil 5.12. AMP-Phatal-Ni polimerine ait FT-IR spektrumu.

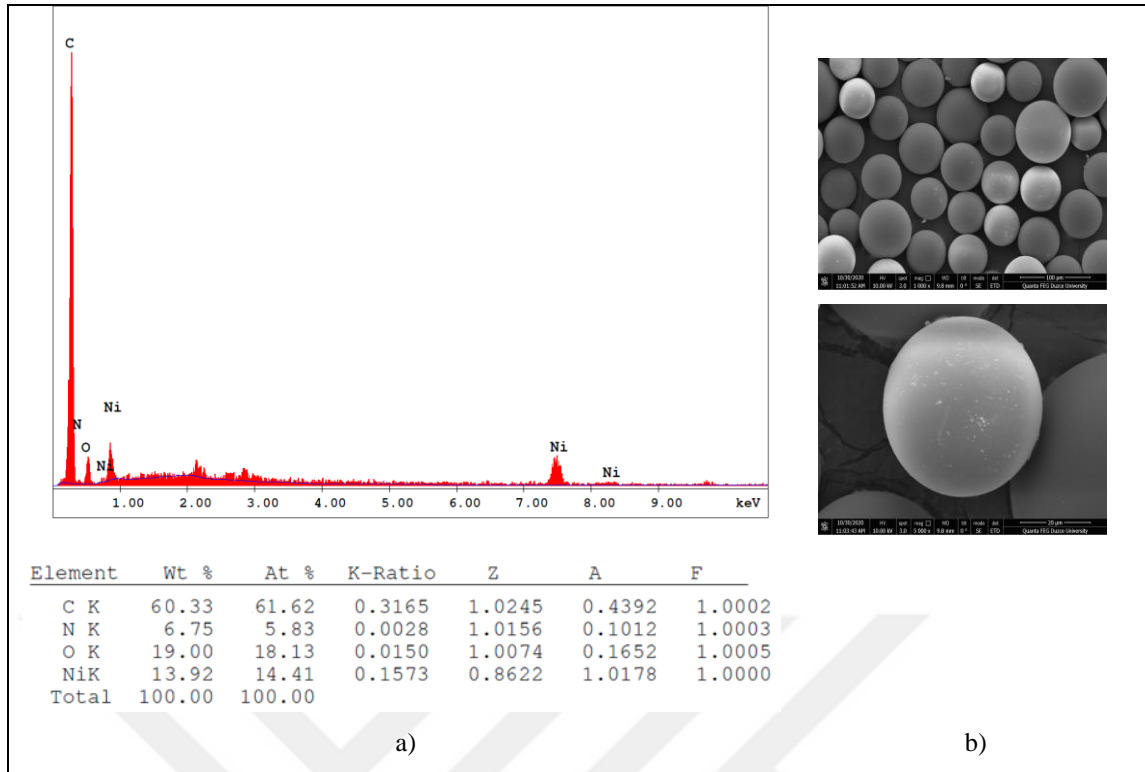
(AMP-Phatal-Ni) polimerine ait UV-GB spektrumu ve önemli spektrum verileri sırasıyla Şekil 5.13 ve Çizelge 5.6’de verilmektedir.

Manyetik duyarlılık ölçümüne göre diamanyetik özellik göstermesi polimerin kara düzlem geometride olduğunu gösterdi. Spektrumda kare düzlem Ni(II) kompleksine ait liganttan metale yük transfer geçişi 320 nm ve 376 nm’de, d-d geçişi ise 493 nm’de belirlendi [38].



Şekil 5.13. AMP-Phatal-Ni polimerine ait UV-GB spektrumu.

(AMP-Phatal-Ni) polimerine ait SEM-EDX analiz sonuçları Şekil 5.4’de verildi. SEM görüntüsü morfolojik özellikler hakkında bilgi vermekte olup, AMP-Phatal-Ni polimerinin küresel yapısının modifikasyon sonrası korunduğunu göstermektedir. EDX analiz verileri ise polimerin temel bileşimini doğrulamaktadır.

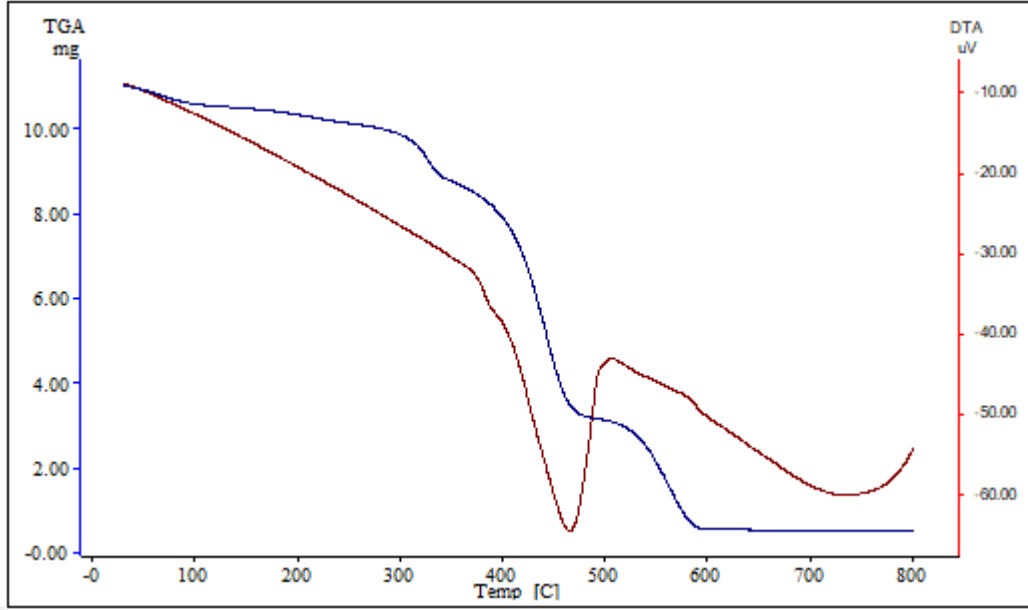


Şekil 5.14. AMP-Phatal-Ni polimerinin a) EDX spektrumu b) SEM görüntüsü (1000 ve 5000 büyütme).

AMP-Phatal-Ni polimerine ait TG-DTA eğrisi ve analiz verileri sırasıyla Şekil 5.15 ve Çizelge 5.7’de verildi. Termal bozunma eğrisine göre AMP-Phatal-Ni polimerinin üç adımda ayrıştığı görüldü. İlk adım koordinasyon suyu kaybını diğer adımlar polimerin bozulmasını temsil etmektedir. İlk adım başlangıç bozunma sıcaklık ( $T_i$ ) ve son bozunma sıcaklık ( $T_s$ ) değerleri sırasıyla  $76^\circ\text{C}$  ve  $346^\circ\text{C}$  olarak belirlendi. İkinci adım başlangıç bozunma sıcaklık ( $T_i$ ) ve son bozunma sıcaklık ( $T_s$ ) değerleri ise sırasıyla  $385^\circ\text{C}$  ve  $486^\circ\text{C}$  olarak bulundu. Üçüncü adım başlangıç bozunma sıcaklık ( $T_i$ ) ve son bozunma sıcaklık ( $T_s$ ) değerleri ise sırasıyla  $508^\circ\text{C}$  ve  $593^\circ\text{C}$  olarak belirlendi. AMP-Phatal-Ni polimerinin termal kararlılığı yüksek ayrışma değerlerine göre öngörüldü [37]. Son sıcaklıkta polimer matris içinde kalan katı yüzdesi % 4,52 olarak bulundu.

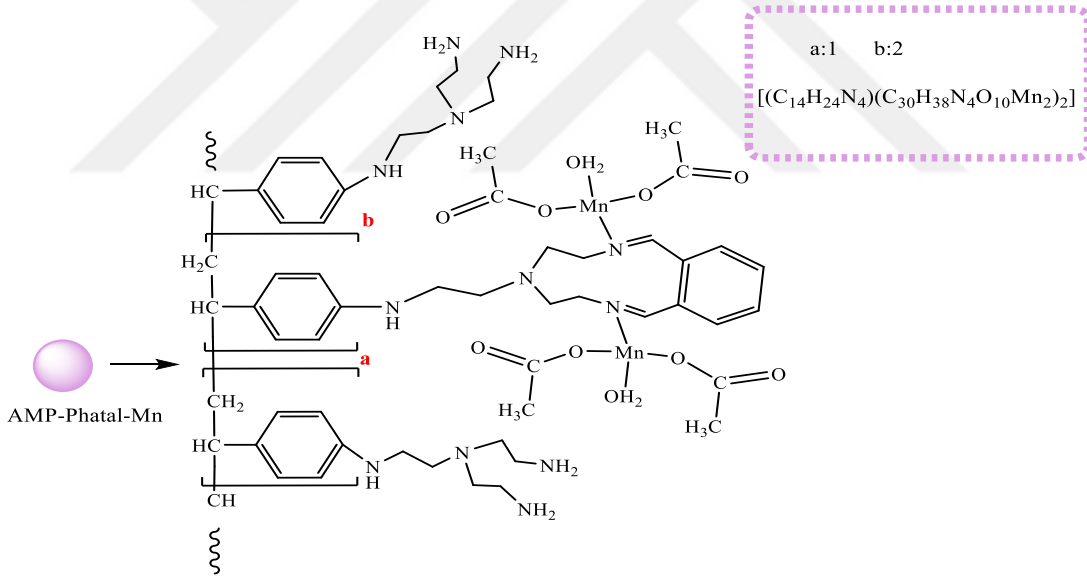
Çizelge 5.6. AMP-Phatal-Ni polimerinin termal analiz verileri.

Polimer	$T_i$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_s$ ( $^\circ\text{C}$ )	Kalan kütle $800^\circ\text{C}$ 'de (wt %)
AMP-Phatal-Ni	1. adım	76	4,52
	2. adım	385	
	3. adım	508	



Şekil 5.15. AMP-Phatal-Ni polimerinin TG-DTA eğrisi.

#### 5.1.1.4. (AMP-Phatal-Mn) Polimeri



Şekil 5.16. AMP-Phatal-Mn polimerinin önerilen yapısı.

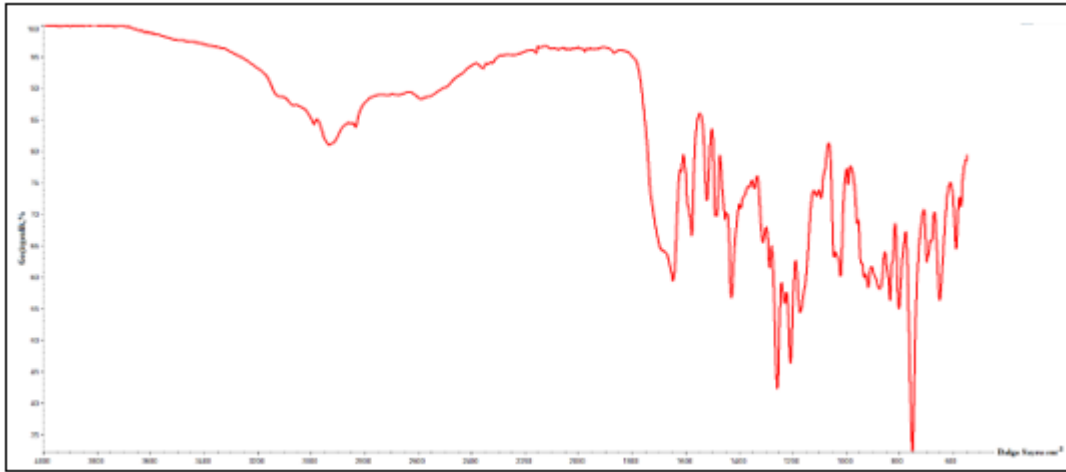
(AMP-Phatal-Mn) polimerine ait FT-IR spektrumu ve bazı önemli titreşim frekansları sırasıyla Şekil 5.17 ve Çizelge 5.8'de verilmektedir.

Çizelge 5.7. (AMP-Phatal-Mn) polimerinin önemli FT-IR titreşim frekansları ( $\text{cm}^{-1}$ ) ve UV-GB spektrum değerleri ( $\text{nm}$ ,  $\epsilon \times 10^4$ ).

Polimer	$\nu(\text{H}_2\text{O})$	$\nu(\text{CH})_{\text{arom.}}$ $\nu(\text{CH})_{\text{alif.}}$	$\nu(\text{C}=\text{N})$ $\nu(\text{C}=\text{C})_{\text{arom.}}$	$\nu(\text{Mn-O})$ $\nu(\text{Mn-N})$	d-d
(AMP-Phatal-Mn)	3450	3120 2936	1651 1579	582 b	-

b: Belirlenemedi

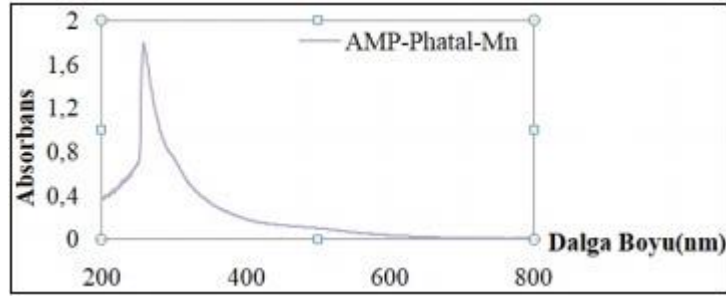
Spektrumda  $1651 \text{ cm}^{-1}$ 'de ortaya çıkan pik, tris(2-aminoetil)amin polimer ile *o*-ftalaldehitin katılma-ayrılma reaksiyonu sonucu oluşan azometin grubu olarak öngörüldü. Polimere ait  $\nu(\text{H}_2\text{O})$ , aromatik  $\nu(\text{CH})$ , alifatik  $\nu(\text{CH})$  ve aromatik  $\nu(\text{C}=\text{C})$  titreşimleri ise sırasıyla  $3450 \text{ cm}^{-1}$ ,  $3120 \text{ cm}^{-1}$ ,  $2936 \text{ cm}^{-1}$  ve  $1579 \text{ cm}^{-1}$ 'de gözlemlendi. Ayrıca  $\nu(\text{Mn-O})$  titreşimi  $582 \text{ cm}^{-1}$ 'de gözlemlendi,  $\nu(\text{Mn-N})$  titreşimi belirlenemedi [39]. Bu gözlem, imin grubu ile metal iyonunun koordinasyonunun göstergesi olarak yorumlandı.



Şekil 5.17. AMP-Phatal-Mn polimerine ait FT-IR spektrumu.

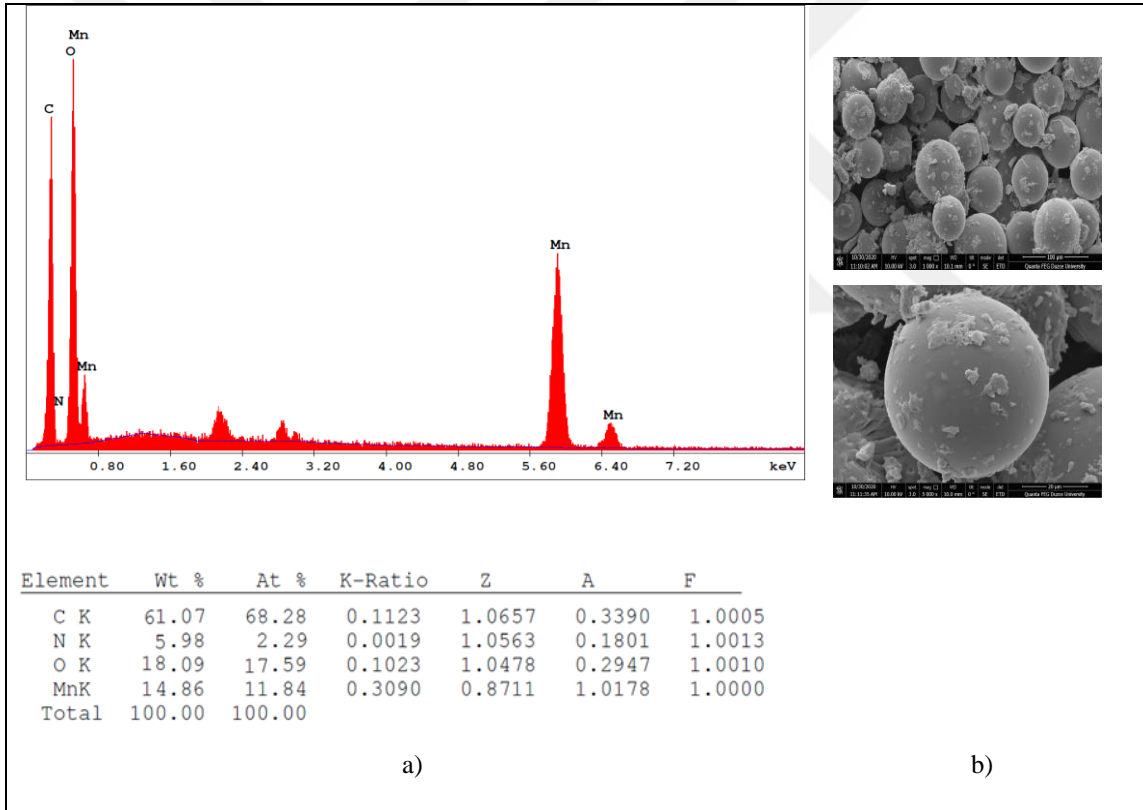
(AMP-Phatal-Mn) polimerine ait UV-GB spektrumu ve önemli spektrum verileri sırasıyla Şekil 5.18 ve Çizelge 5.8'de verildi.

Manyetik duyarlılık ölçümü ile belirlenen  $\mu:5,89 \text{ BM}$  değeri polimerin beş eşleşmemiş elektrona sahip tetrahedral olduğunu göstermektedir. Spektrumda 600-800 nm arası gelmesi beklenen d-d geçişinin gözlenmemesi tetrahedral geometrinin bir göstergesidir [39], [40].



Şekil 5.18. AMP-Phatal-Mn polimerine ait UV-GB spektrumu.

(AMP-Phatal-Mn) polimerine ait SEM-EDX analiz sonuçları Şekil 5.19’da verildi. SEM görüntüsü morfolojik özellikler hakkında bilgi vermekte olup, AMP-Phatal-Mn polimerinin küresel yapısının modifikasyon sonrası korunduğunu göstermektedir. EDX analiz verileri ise polimerin temel bileşimini doğrulamaktadır.



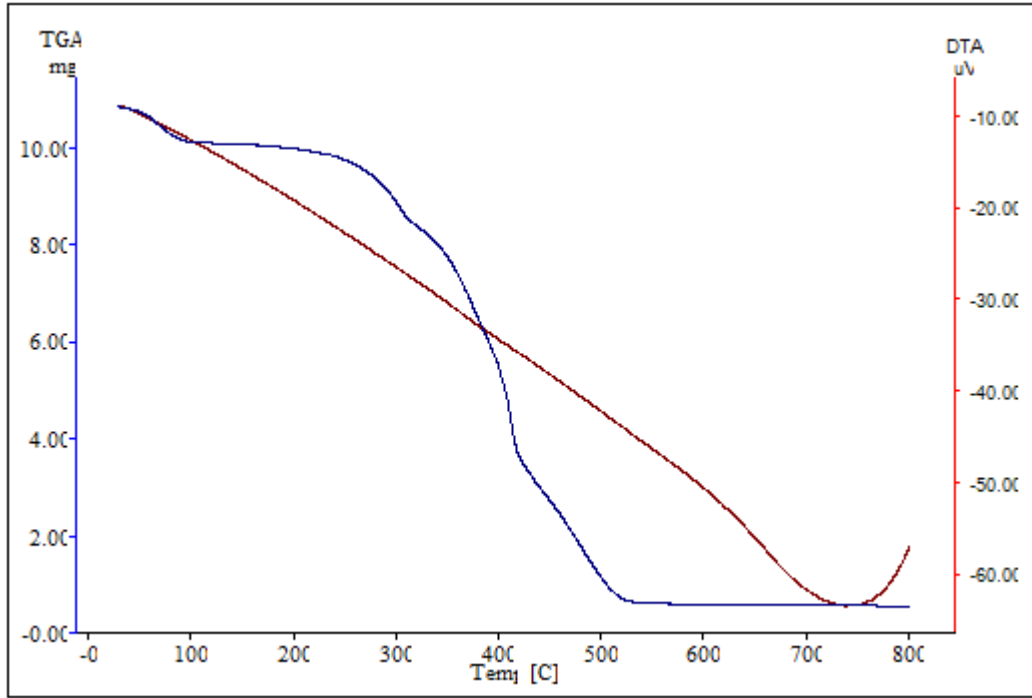
Şekil 5.19. AMP-Phatal-Mn polimerinin a) EDX spektrumu b) SEM görüntüsü (1000 ve 5000 büyütme).

AMP-Phatal-Mn polimerine ait TG-DTA eğrisi ve analiz verileri sırasıyla Şekil 5.20 ve Çizelge 5.9’da verildi. Termal bozunma eğrisine göre AMP-Phatal-Mn polimerinin iki adımda ayrıştığı görüldü. İlk adım koordinasyon suyu kaybını diğer adımlar polimerin bozulmasını temsil etmektedir. İlk adım başlangıç bozunma sıcaklık ( $T_i$ ) ve son

bozunma sıcaklık ( $T_s$ ) değerleri sırasıyla 108°C ve 304°C olarak belirlendi. İkinci adım başlangıç bozunma sıcaklık ( $T_i$ ) ve son bozunma sıcaklık ( $T_s$ ) değerleri ise sırasıyla 339°C ve 419°C olarak bulundu. Üçüncü adım başlangıç bozunma sıcaklık ( $T_i$ ) ve son bozunma sıcaklık ( $T_s$ ) değerleri ise sırasıyla 420°C ve 531°C olarak bulundu. AMP-Phatal-Mn polimerinin termal kararlılığı yüksek ayrışma değerlerine göre öngörüldü [37]. Son sıcaklıkta polimer matris içinde kalan katı yüzdesi % 5,25 olarak bulundu.

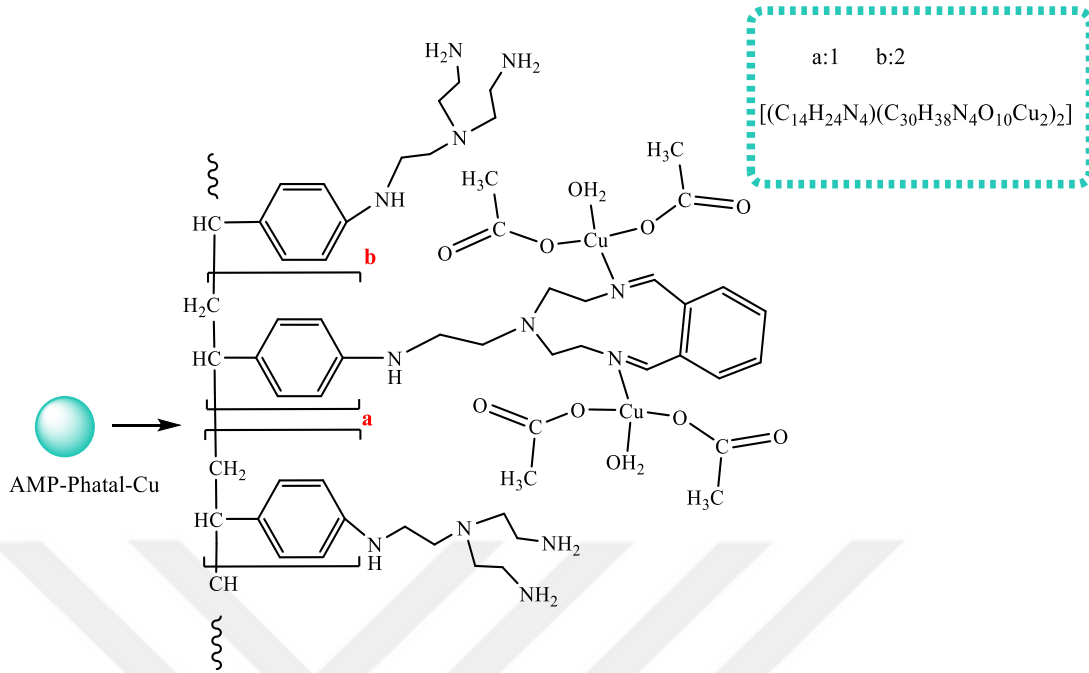
Çizelge 5.8. AMP-Phatal-Mn polimerinin termal analiz verileri.

Polimer	$T_i$ (°C)	$T_s$ (°C)	Kalan kütle 800°C'de (wt%)
AMP-Phatal-Mn	1. adım	108	304
	2. adım	339	419
	3. adım	420	531
			5,25



Şekil 5.20. AMP-Phatal-Mn polimerinin TG-DTA eğrisi.

### 5.1.1.5. (AMP-Phatal-Cu) Polimeri



Şekil 5.21. AMP-Phatal-Cu polimerinin önerilen yapısı.

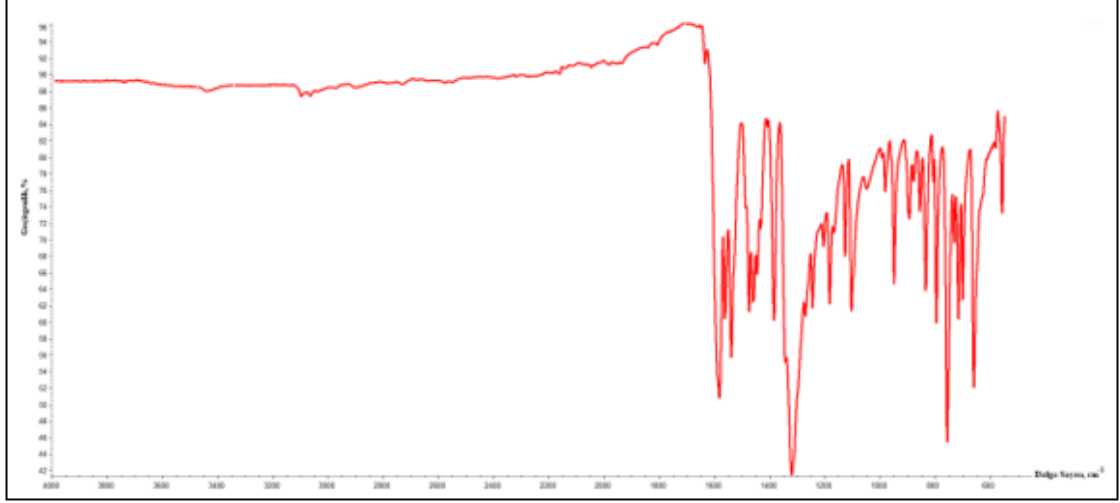
(AMP-Phatal-Cu) polimerine ait FT-IR spektrumu ve bazı önemli titreşim frekansları sırasıyla Şekil 5.22 ve Çizelge 5.10’da verildi.

Çizelge 5.9. (AMP-Phatal-Cu) polimerinin önemli FT-IR titreşim frekansları ( $\text{cm}^{-1}$ ) ve UV-GB spektrum değerleri ( $\text{nm}$ ,  $\epsilon \times 10^4$ ).

Polimer	$\nu(\text{H}_2\text{O})$	$\nu(\text{CH})_{\text{arom.}}$ $\nu(\text{CH})_{\text{alif.}}$	$\nu(\text{C}=\text{N})$ $\nu(\text{C}=\text{C})_{\text{arom.}}$	$\nu(\text{Cu}-\text{O})$ $\nu(\text{Cu}-\text{N})$	d-d
(AMP-Phatal-Cu)	3440	3099 2900	1588 1542	560 b	548 (859)

b: Belirlenemedi

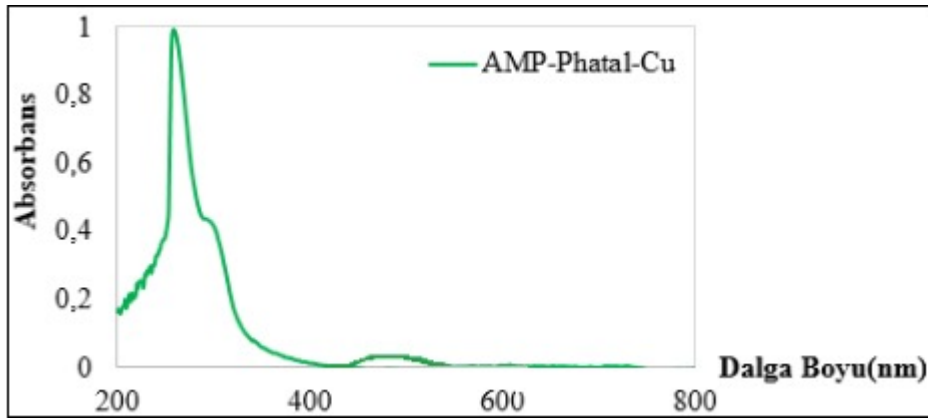
Spektrumda  $1588 \text{ cm}^{-1}$ 'de ortaya çıkan pik, tris(2-aminoetil)amin polimer ile o-ftalaldehitin katılma-ayırılma reaksiyonu sonucu oluşan azometin grubu olarak öngörüldü. Polimere ait  $\nu(\text{H}_2\text{O})$ , aromatik  $\nu(\text{CH})$ , alifatik  $\nu(\text{CH})$  ve aromatik  $\nu(\text{C}=\text{C})$  titreşimleri ise sırasıyla  $3440 \text{ cm}^{-1}$ ,  $3099 \text{ cm}^{-1}$ ,  $2900 \text{ cm}^{-1}$  ve  $1542 \text{ cm}^{-1}$ 'de gözlemlendi. Ayrıca  $\nu(\text{Cu}-\text{O})$  titreşimi  $560 \text{ cm}^{-1}$ 'de gözlemlendi,  $\nu(\text{Cu}-\text{N})$  titreşimi belirlenemedi [33]. Bu gözlem, imin grubu ile metal iyonunun koordinasyonunun göstergesi olarak yorumlandı.



Şekil 5.22. AMP-Phatal-Cu polimerine ait FT-IR spektrumu.

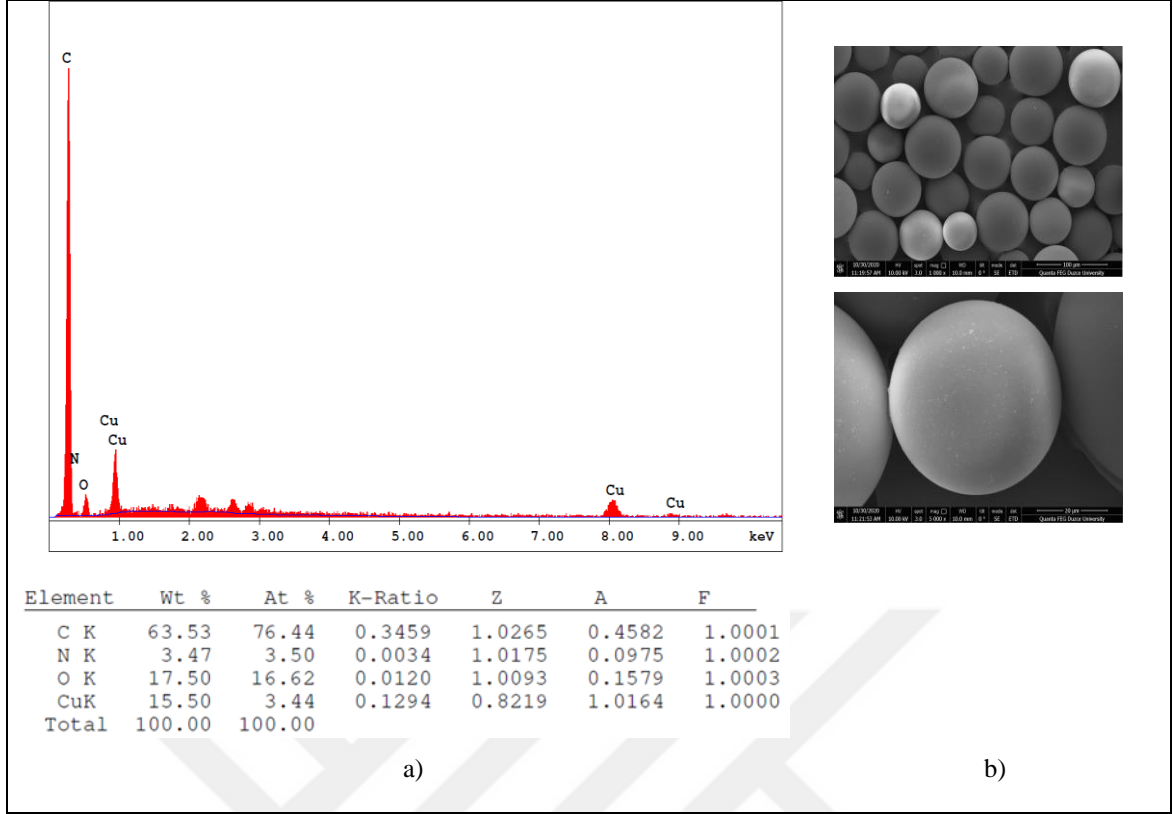
(AMP-Phatal-Cu) polimerine ait UV-GB spektrumu ve önemli spektrum verileri sırasıyla Şekil 5.23 ve Çizelge 5.10'da verilmektedir.

Manyetik duyarlılık ölçümüne göre diamanyetik özellik göstermesi polimerin kare düzlem geometride olduğunu gösterdi. Manyetik duyarlılık ölçümü ile belirlenen  $\mu:1,75$  BM değeri polimerin birleşmemiş elektrona sahip kare düzlem geometride olduğunu göstermektedir. Spektrumda kare düzlem geometriyi doğrulayan d-d geçişi 548 nm'de gözlemlendi [41], [42].



Şekil 5.23. AMP-Phatal-Cu polimerine ait UV-GB spektrumu.

(AMP-Phatal-Cu) polimerine ait SEM-EDX analiz sonuçları Şekil 5.24'de verildi. SEM görüntüsü morfolojik özellikler hakkında bilgi vermekte olup, AMP-Phatal-Cu polimerinin küresel yapısının modifikasyon sonrası korunduğunu göstermektedir. EDX analiz verileri ise polimerin temel bileşimini doğrulamaktadır.

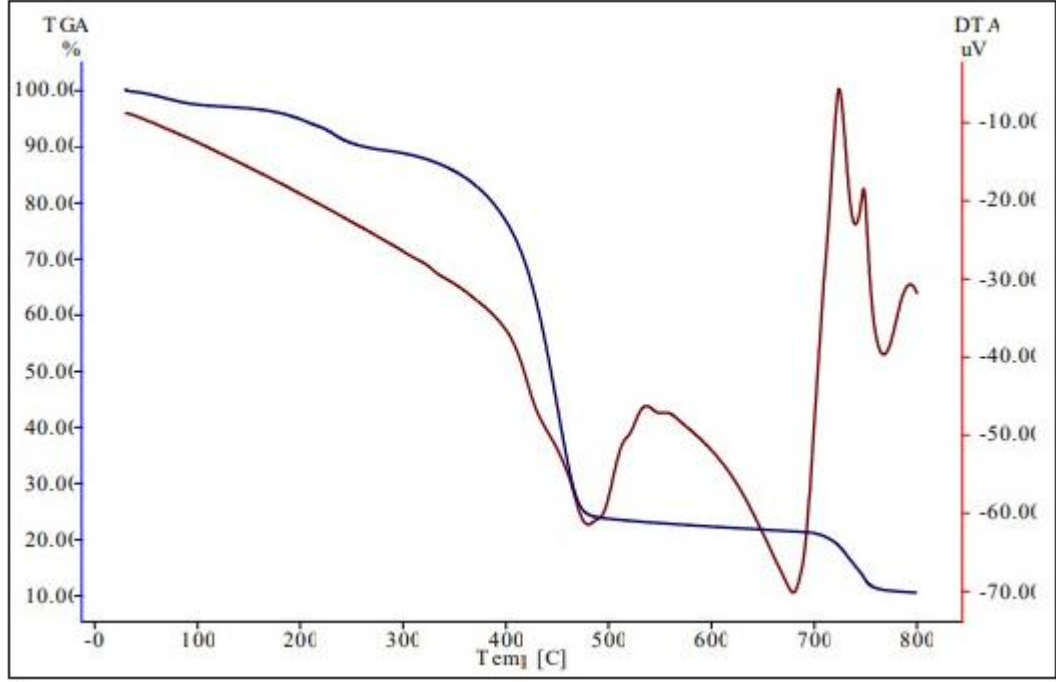


Şekil 5.24. AMP-Phatal-Cu polimerinin a) EDX spektrumu b) SEM görüntüsü (1000 ve 5000 büyütme).

AMP-Phatal-Cu polimerine ait TG-DTA eğrisi ve analiz verileri sırasıyla Şekil 5.25 ve Çizelge 5.11’de verildi. Termal bozunma eğrisine göre AMP-Phatal-Cu polimerinin iki adımda ayrıştığı görüldü. İlk adım koordinasyon suyu kaybını diğer adımlar polimerin bozulmasını temsil etmektedir. İlk adım başlangıç bozunma sıcaklık ( $T_i$ ) ve son bozunma sıcaklık ( $T_s$ ) değerleri sırasıyla  $44^{\circ}\text{C}$  ve  $389^{\circ}\text{C}$  olarak belirlendi. İkinci adım başlangıç bozunma sıcaklık ( $T_i$ ) ve son bozunma sıcaklık ( $T_s$ ) değerleri ise sırasıyla  $419^{\circ}\text{C}$  ve  $570^{\circ}\text{C}$  olarak bulundu. Üçüncü adım başlangıç bozunma sıcaklık ( $T_i$ ) ve son bozunma sıcaklık ( $T_s$ ) değerleri ise sırasıyla  $671^{\circ}\text{C}$  ve  $763^{\circ}\text{C}$  olarak belirlendi. AMP-Phatal-Co polimerinin termal kararlılığı yüksek ayrışma değerlerine göre öngörüldü [37]. Son sıcaklıkta polimer matris içinde kalan katı yüzdesi %10,34 olarak bulundu.

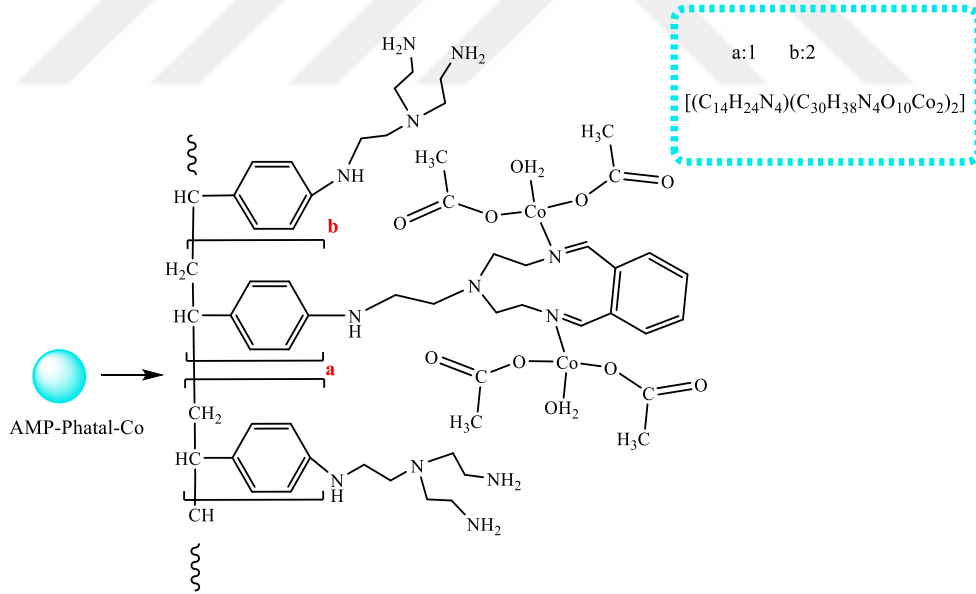
Çizelge 5.10. AMP-Phatal-Cu polimerinin termal analiz verileri.

Polimer	$T_i$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$T_s$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	Kalan kütle $800^{\circ}\text{C}$ 'de (wt %)
AMP-Phatal-Cu	1. adım	44	10,34
	2. adım	419	
	3. adım	671	



Şekil 5.25. AMP-Phatal-Cu polimerinin TG-DTA eğrisi.

#### 5.1.1.6. (AMP-Phatal-Co) Polimeri



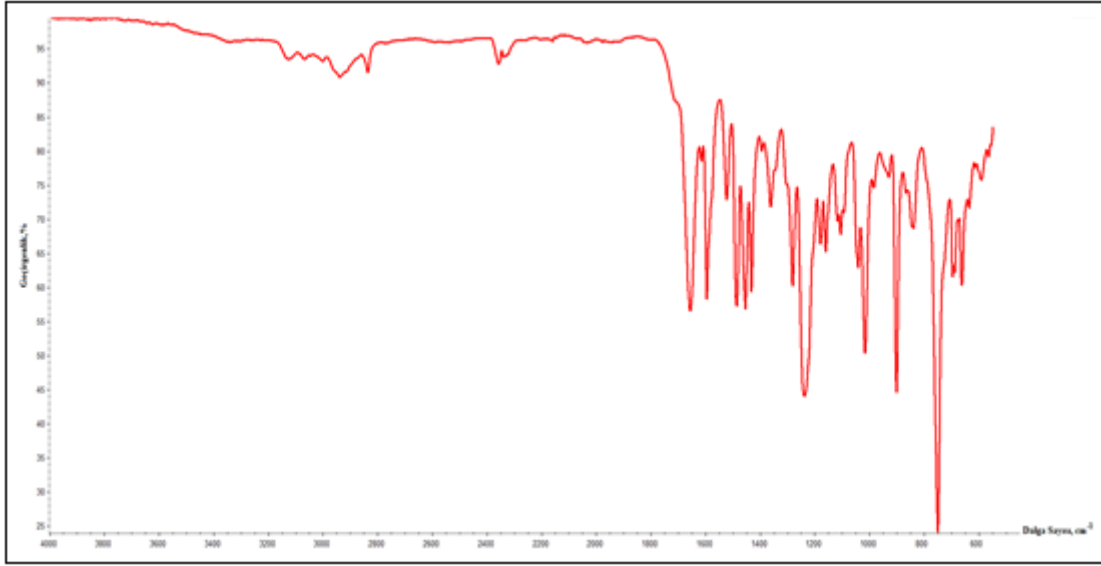
Şekil 5.26. AMP-Phatal-Co polimerinin önerilen yapısı.

(AMP-Phatal-Co) polimerine ait FT-IR spektrumu ve bazı önemli titreşim frekansları sırasıyla Şekil 5.27 ve Çizelge 5.12’de verildi.

Çizelge 5.11. (AMP-Phatal-Co) polimerinin önemli FT-IR titreşim frekansları ( $\text{cm}^{-1}$ ) ve UV-GB spektrum değerleri ( $\text{nm}$ ,  $\epsilon \times 10^4$ ).

Polimer	$\nu(\text{H}_2\text{O})$	$\nu(\text{CH})_{\text{arom.}}$ $\nu(\text{CH})_{\text{alif.}}$	$\nu(\text{C}=\text{N})$ $\nu(\text{C}=\text{C})_{\text{arom.}}$	$\nu(\text{Co}-\text{O})$ $\nu(\text{Co}-\text{N})$	CT / d-d
(AMP-Phatal-Co)	3300	3100 2941	1658, 1598 1525	664 550	424(1055) / 537 (1109)

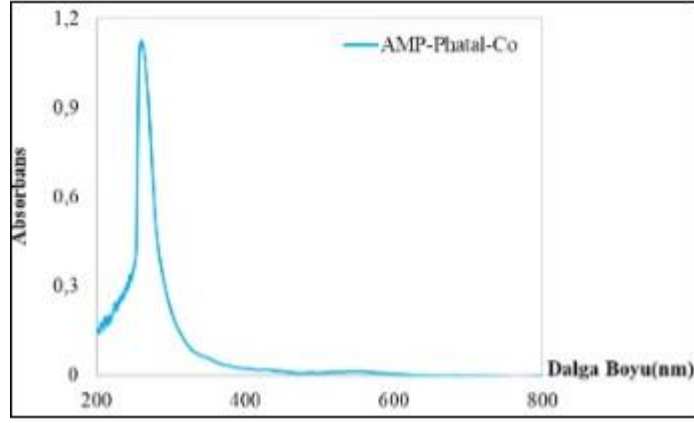
Spektrumda  $1658 \text{ cm}^{-1}$  ve  $1598 \text{ cm}^{-1}$ 'de ortaya çıkan pikler, tris(2-aminoetil)amin polimer ile *o*-ftalaldehitin katılma-ayrılma reaksiyonu sonucu oluşan azometin grubu olarak öngörüldü. Polimere ait  $\nu(\text{H}_2\text{O})$ , aromatik  $\nu(\text{CH})$ , alifatik  $\nu(\text{CH})$  ve aromatik  $\nu(\text{C}=\text{C})$  titreşimleri ise sırasıyla  $3300 \text{ cm}^{-1}$ ,  $3100 \text{ cm}^{-1}$ ,  $2941 \text{ cm}^{-1}$  ve  $1525 \text{ cm}^{-1}$ 'de gözlemlendi. Ayrıca  $\nu(\text{Co}-\text{O})$  ve  $\nu(\text{Co}-\text{N})$  titreşimleri  $664 \text{ cm}^{-1}$  ve  $550 \text{ cm}^{-1}$ 'de belirlendi [42]. Bu gözlem, imin grubundaki azot atomu ile metal iyonunun koordinasyonunun göstergesi olarak yorumlandı.



Şekil 5.27. AMP-Phatal-Co polimerine ait FT-IR spektrumu.

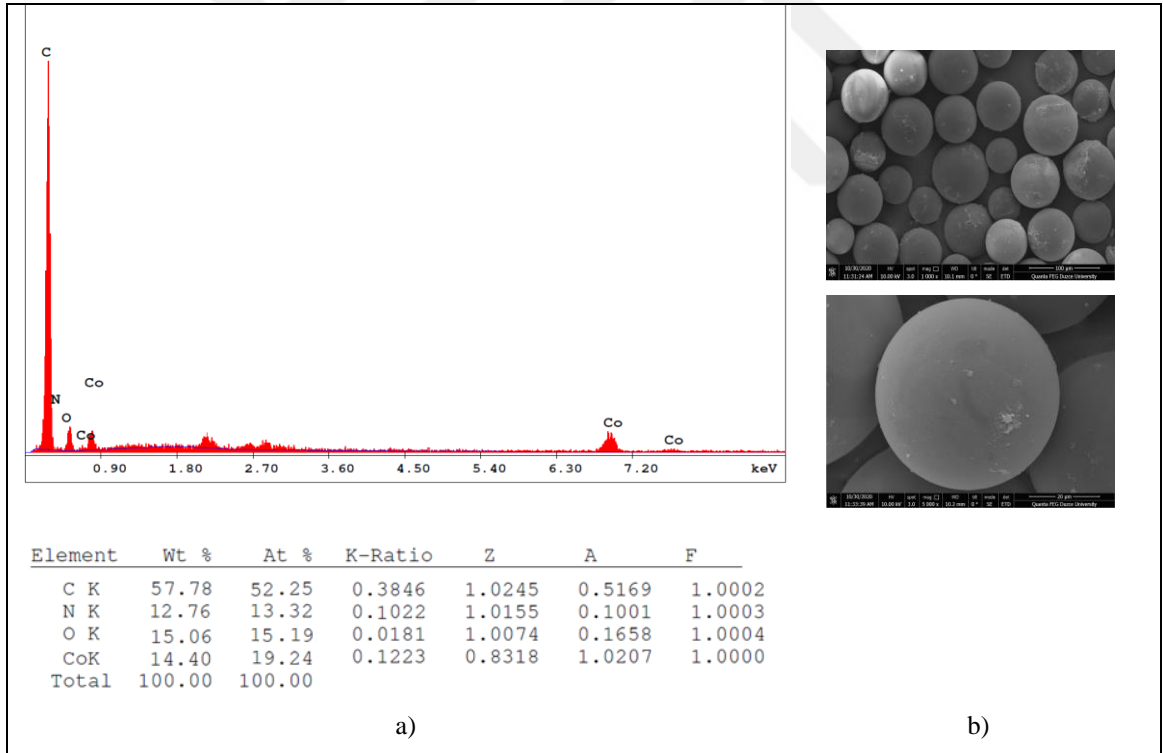
(AMP-Phatal-Co) polimerine ait UV-GB spektrumu ve önemli spektrum verileri sırasıyla Şekil 5.28 ve Çizelge 5.12'de verildi.

Manyetik duyarlılık ölçümü ile belirlenen  $\mu:4,57 \text{ BM}$  değeri polimerin üç eşleşmemiş elektrona sahip tetrahedral geometride olduğunu gösterdi. Spektrumda liganttan metale yük transfer geçişi  $424 \text{ nm}$ 'de, d-d geçişi ise  $537 \text{ nm}$ 'de belirlendi [42], [43].



Şekil 5.28. AMP-Phatal-Co polimerine ait UV-GB spektrumu.

(AMP-Phatal-Co) polimerine ait SEM-EDX analiz sonuçları Şekil 5.29’da verildi. SEM görüntüsü morfolojik özellikler hakkında bilgi vermekte olup, AMP-Phatal-Co polimerinin küresel yapısının modifikasyon sonrası korunduğunu göstermektedir. EDX analiz verileri ise polimerin temel bileşimini doğrulamaktadır.

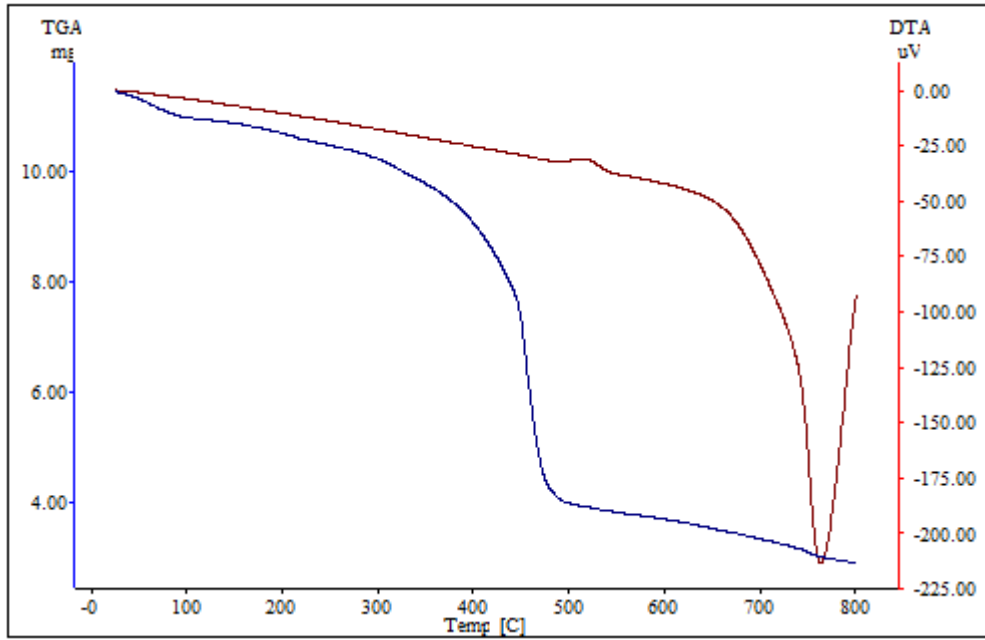


Şekil 5.29. AMP-Phatal-Co polimerinin a) EDX spektrumu b) SEM görüntüsü (1000 ve 5000 büyütme).

AMP-Phatal-Co polimerine ait TG-DTA eğrisi ve analiz verileri sırasıyla Şekil 5.30 ve Çizelge 5.13’de verildi. Termal bozunma eğrisine göre AMP-Phatal-Co polimerinin iki adımda ayrıştığı görüldü. İlk adım koordinasyon suyu kaybını ikinci adım polimerin bozulmasını temsil etmektedir. İlk adım başlangıç bozunma sıcaklık ( $T_i$ ) ve son bozunma sıcaklık ( $T_s$ ) değerleri sırasıyla  $50^{\circ}\text{C}$  ve  $133^{\circ}\text{C}$  olarak belirlendi. İkinci adım başlangıç bozunma sıcaklık ( $T_i$ ) ve son bozunma sıcaklık ( $T_s$ ) değerleri ise sırasıyla  $158^{\circ}\text{C}$  ve  $751^{\circ}\text{C}$  olarak bulundu. AMP-Phatal-Co polimerinin termal kararlılığı yüksek ayrışma değerlerine göre öngörüldü [39]. Son sıcaklıkta polimer matris içinde kalan katkı yüzdesi %25,46 olarak bulundu.

Çizelge 5.12. AMP-Phatal-Co polimerinin termal analiz verileri.

Polimer	$T_i$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$T_s$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	Kalan kütle $800^{\circ}\text{C}$ 'de (wt %)
AMP-Phatal-Co	1. adım	50	25,46
	2. adım	158	



Şekil 5.30. AMP-Phatal-Co polimerinin TG-DTA eğrisi.

### 5.1.2. Polimerik Mikrokürelerin Antimikrobiyal Değerlendirmeleri

Polimerik mikrokürelerin antimikrobiyal aktiviteleri seçilmiş hastalık etkeni patojenik Gram pozitif bakterilere, Gram negative bakterilere ve mayaya karşı Well-difüzyon metodu kullanılarak incelendi. Polimerler ve antibiyotiklerin, test edilen farklı patojenik

suşların büyümesi üzerinde değişen derecelerde derecelerde inhibisyon aktivitesi gösterdiği belirlendi.

Polimerik mikrokürelere ait antimikrobiyal aktivite sonuçları Çizelge 5.14’de, bakterilerin inhibisyon bölgelerinin fotoğrafları Şekil 5.31’de verildi. AMP-Phatal polimeri Gram pozitif bakteriler arasında en yüksek antibakteriyel aktiviteyi *B.cereus*’a (25 mm) karşı sergiledi. *B.cereus* gıda kaynaklı hastalıklarla ilişkili olan patojendir [44], [45]. Gram negatif bakteriler arasında *E. aerogenes* (22 mm) ve *P.aeruginosa*’ya (22 mm) karşı inhibisyon etkisi gösterdi. Özellikle *P.aeruginosa*’ya karşı incelenen tüm standart antibiyotiklerden daha etkili oldu. *E. aerogenes* hastane enfeksiyonlarına neden olan fırsatçı ve dirençli bir patojendir [46]. *P. aeruginosa* ise özellikle, bağışıklık yetersizliği olan hastalarda enfeksiyonlara neden olabilen fırsatçı patojendir. Ayrıca *C. albicans*’a (22 mm) karşı standart nistatin’e göre daha yüksek antifungal aktivite gösterdi. Maya, özellikle immün sistemi baskılanmış hastalar ve bazı immünolojik olarak zayıf bireyler için (Aids, kanser kemoterapisi, organ veya bağ transplantasyonu) kandidiyaza neden olan fırsatçı bir insan fungal patojenidir [42].

AMP-Phatal-Pt polimeri Gram pozitif bakteriler arasında en yüksek antibakteriyel aktiviteyi *B.cereus*’a (22 mm) karşı sergiledi. Gram negatif bakteriler arasında *E. aerogenes*’a (21 mm) karşı gösterdi. Özellikle *P. aeruginosa*’ya (20 mm) karşı test edilen tüm standart antibiyotiklerden daha yüksek inhibisyon etkisi gösterdi. Ayrıca *C. albicans*’a karşı (25 mm) standart nistatin antikandidaline göre daha yüksek antifungal aktivite gösterdi.

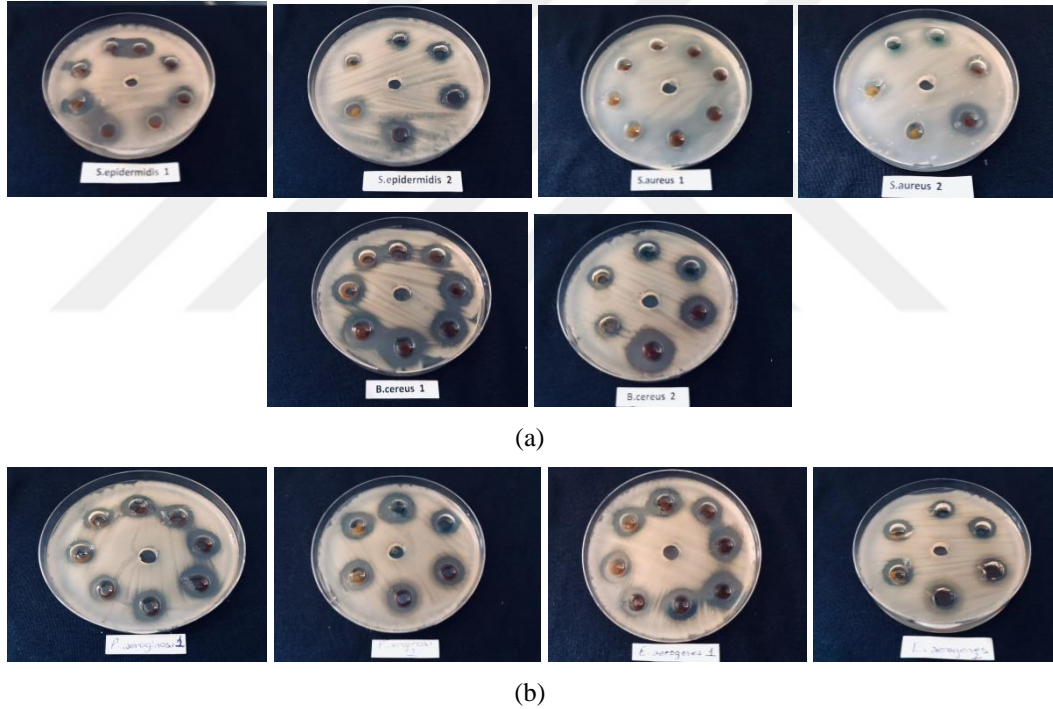
AMP-Phatal-Ni polimeri Gram pozitif bakteriler arasında en yüksek antibakteriyel aktiviteyi *B. cereus*’a (23 mm) karşı sergiledi. Gram negatif bakteriler arasında *E. aerogenes*’a (20 mm) karşı gösterdi. Ayrıca *C. albicans*’a (20 mm) karşı standart nistatin’e benzer antifungal aktivite gösterdi.

AMP-Phatal-Mn polimeri Gram pozitif bakteriler arasında en yüksek antibakteriyel aktiviteyi *B. cereus*’a (21 mm) karşı sergiledi. Gram negatif bakteriler arasında *E. aerogenes*’a (20 mm) karşı gösterdi. Ayrıca *C. albicans*’a (23 mm) karşı standart nistatin’e göre daha yüksek antifungal aktivite gösterdi.

AMP-Phatal-Cu polimeri Gram pozitif bakteriler arasında en yüksek antibakteriyel aktiviteyi *B. cereus*’a (19 mm) karşı sergiledi. Gram negatif bakteriler arasında *P. aeruginosa* (25 mm) ve *P. vulgaris*’a (25 mm) karşı gösterdi. *P. vulgaris* idrar yolu,

yara, solunum ve kan dolaşımı enfeksiyonlarına neden olan bir patojendir [47]. Özellikle *S. typhi* H'ye (23 mm) karşı incelenen tüm standart antibiyotiklerden daha etkili oldu. *S. typhi* insanlarda tifo ve paratifo gibi hastalıklara neden olan bir bakteridir [35]. Ayrıca *C. albicans*'a (28 mm) karşı standart nistatin'e göre daha yüksek antifungal aktivite gösterdi.

AMP-Phatal-Co polimeri Gram pozitif bakteriler arasında en yüksek antibakteriyel aktiviteyi *B.cereus*'a (25 mm) karşı sergiledi. Gram negatif bakteriler arasında *K. pneumoniae* (25 mm) ve *P. vulgaris*'a (25 mm) karşı gösterdi. *K. pneumoniae* bağışıklık sistemi baskılanmış hastaları etkileyen fırsatçı bir patojendir [48]. Bu iki bakteriye karşı incelenen tüm standart antibiyotiklerden daha etkili oldu. Ayrıca *C. albicans*'a (30 mm) karşı standart nistatin'e göre daha yüksek antifungal aktivite gösterdi.



Şekil 5.31. Bazı Gram(+) bakterilerin (a) ve Gram(-) bakterilerin (b) inhibisyon zonlarının (mm) fotoğrafları.

Çizelge 5.13. Polimerik mikrokürelerin antimikrobiyal aktiviteleri (inhibisyon bölgesinin çapı (mm)).

Polimerik Mikroküreler						
Mikroorganizmalar	AMP-Phatal	AMP-Phatal-Pt	AMP-Phatal-Ni	AMP-Phatal-Mn	AMP-Phatal-Cu	AMP-Phatal-Co
<i>S. epidermis</i>	20	16	15	20	15	16
<i>S. aureus</i>	-	-	-	-	17	20
<i>B. cereus</i>	25	22	23	21	19	25
<i>P. aeruginosa</i>	22	20	16	17	25	18
<i>E. aerogenes</i>	22	21	20	20	18	15
<i>K. pneumonia</i>	18	-	11	13	20	25
<i>S. typhi</i>	18	20	15	16	23	18
<i>P. vulgaris</i>	11	12	-	11	25	25
<i>E. coli</i>	18	20	17	16	16	15
<i>C. albicans</i>	22	25	20	23	28	30
DMF (kontrol)	-	-	-	-	-	-
			Pozitif Kontrol			
	AMP10	SXT25	AMC30	K30	NYS100	
<i>S. epidermis</i>	26	25	27	25	N	
<i>S. aureus</i>	30	24	30	25	N	
<i>B. cereus</i>	23	25	20	28	N	
<i>P. aeruginosa</i>	8	18	15	14	N	
<i>E. aerogenes</i>	21	19	20	24	N	
<i>K. pneumonia</i>	21	20	21	23	N	
<i>S. typhi</i>	11	17	19	20	N	
<i>P. vulgaris</i>	17	19	20	21	N	
<i>E. coli</i>	10	18	14	25	N	
<i>C. albicans</i>	N	N	N	N	20	

Standart reaktifler: K30 Kanamycin 30 µg, SXT25 Sulfamethoxazol 25 µg, AMP10 Ampicillin 10 µg, AMC30 Amoxycillin 30 µg, N: test edilmedi

Antimikrobiyal aktivite sonuçlarına göre; polimerik mikrokürelerin test edilen bakterilerin gelişimini farklı derecelerde inhibe ettiği, bu patojenik mikroorganizmalara karşı iyi antibakteriyel ve antifungal aktivite gösterdikleri belirlendi. Polimerik mikroküler (AMP-Phatal, AMP-Phatal-Pt, AMP-Phatal-Ni, AMP-Phatal-Mn, AMP-Phatal-Cu, AMP-Phatal-Co) özellikle Gram(-) bakterilere karşı daha yüksek oranda inhibisyon etkisi gösterdi. Özellikle AMP-Phatal-Cu ve AMP-Phatal-Co polimerleri daha yüksek antimikrobiyal aktivite sergiledi. Ayrıca, AMP-Phatal-Ni polimeri hariç polimerik mikroküreler (AMP-Phatal, AMP-Phatal-Pt, AMP-Phatal-Ni, AMP-Phatal-Mn, AMP-Phatal-Cu, AMP-Phatal-Co) karşılaştırılan standart antikandidal nistatin'den daha yüksek inhibisyon aktivitesi gösterdi. Bulgulara göre polimerik mikrokürelerin biyolojik olarak aktif bileşikler olarak önerilebileceği öngörüldü.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez çalışmasında, polimer bağlı tris(2-aminoetil)amin, *o*-ftalaldehit ve metal tuzlarının reaksiyonu sonucu 6 adet yeni azometin içeren polimerik mikroküre (AMP-Phatal, AMP-Phatal-Pt, AMP-Phatal-Ni, AMP-Phatal-Mn, AMP-Phatal-Cu, AMP-Phatal-Co) sentezlendi. Polimerlerin yapıları element analizi, FT-IR, SEM-EDX, TG-DTA, UV-GB, GPC ve manyetik duyarlılık ölçümleriyle karakterize edildi.

Polimerik mikrokürelerin antibakteriyal ve antikandidal aktiviteleri hastalık etkeni olan bazı patojenlere (*Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumonia*, *Salmonella type H*, *Proteus vulgaris* ve *Candida albicans*) karşı Well-difüzyon yöntemi ile incelendi. Polimerik mikrokürelerin standart antibiyotikler ile karşılaştırıldığında seçilen hastalık etkeni patojenik suşlara karşı farklı derecelerde inhibitör etki gösterdiği özellikle Gram negatif bakterilere karşı daha yüksek oranda inhibisyon etkisi gösterdiği belirlendi. Yüksek ve orta derecede bulunan antimikrobiyal aktivite sonuçlarına göre, polimerik mikroküreler antimikrobiyal ilaç potansiyeline sahip bileşikler olarak önerilebilirler.

Azometin içeren bu polimerlerin, DNA ile etkileşimleri, antimitojen özellikleri, enzim immobilizasyon özellikleri, elektrokimyasal özellikleri, floresans özellikleri, katalizör özellikleri gibi çeşitli özellikleri incelenebilir ve endüstrinin farklı alanlarının kullanımına sunulabilir.

## 7. KAYNAKLAR

- [1] H. Köksal, “Yeni imin-oksim ligandlarının ve metal komplekslerinin sentezi ve yapılarının aydınlatılması,” Doktora tezi, Kimya Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye, 1999.
- [2] S. Patai, *Chemistry of the carbon-nitrogen double bond*, London, England: Interscience Publisher, 1970, ss. 360.
- [3] S. Paşa, “Tiyo Schiff bazları ve komplekslerinin sentezi, karakterizasyonu, katalitik etkilerinin incelenmesi ve diyot uygulamaları,” Yüksek lisans tezi, Kimya Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, Türkiye, 2010.
- [4] B. Demirel, “Poli-Schiff bazı Pt(IV) komplekslerinin sentez ve karakterizasyonu,” Yüksek lisans tezi, Kimya Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye, 2016.
- [5] A. Özbülbül, “Oligofenol esaslı yeni tip oligomer Schiff bazlarının sentezi ve karakterizasyonu,” Yüksek lisans tezi, Kimya Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye, 2006.
- [6] M. Bayram, “Beş koordinasyonlu galyum(III) komplekslerinin sentezi ve spektroskopik özelliklerinin incelenmesi,” Doktora tezi, Kimya Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2015.
- [7] A. Ertürk, “Schiff bazı ligantları ve metal komplekslerinin sentezi ve yapılarının incelenmesi,” Yüksek lisans tezi, Kimya Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2015.
- [8] E. Tokmak, “Schiff bazı takılı polimerlerin sentezi,” Yüksek lisans tezi, Kimya Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye, 2017.
- [9] E. Canpolat, “İmin ve oksim içeren ligandların sentezi, karakterizasyonu ve bu ligandların bazı metal komplekslerinin incelenmesi,” Yüksek lisans tezi, Kimya Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye, 2003.
- [10] A. N. Kurşunlu, “Bazı klorlu Schiff bazlarının sentezi ve immobilizasyon uygulamaları,” Doktora tezi, Kimya Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2008.
- [11] A. Filarowski, T. Glowiake ve A. Toll, “Strengthening of the intramolecular O···H···N hydrogen bonds in Schiff bases as a result of steric repulsion,” *Journal of Molecular Structure*, c. 484, sayı 1-3, ss. 75-89, 1999.
- [12] A. Filarowski, T. Glowiake ve A. Koll, “Proton transfer equilibrium in the intramolecular hydrogen bridge in sterically hindered Schiff bases,” *Journal of Molecular Structure*, c. 615, sayı 1-3, ss. 97-108, 2002.
- [13] S. Gómez-Ruiz, B. Gallego, M. R. Kaluđerović, H. Kommera, E. Hey-Hawkins, R. Paschke ve G. N. Kaluđerović, “Novel gallium(III) complexes containing

- phthaloyl derivatives of neutral aminoacids with apoptotic activity in cancer cells,” *Journal of Organometallic Chemistry*, c. 694, sayı 14, ss. 2191-2197, 2009.
- [14] K. C. Emregül, E. Düzgün ve O. Atakol, “The application of some polydentate Schiff base compounds containing aminic nitrogens as corrosion inhibitors for mild steel in acidic media,” *Corrosion Science*, c. 48, sayı 10, ss. 3243-3260, 2009.
- [15] M. A. Ashraf, A. Wajid, K. Mahmood, M. J. Maah ve I. Yusoff, “Spectral investigation of the activities of amino substituted bases,” *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, c. 27, sayı 2, ss. 363–372, 2011.
- [16] A. Golcu, M. Tumer, H. Demirelli ve R. A. Wheatley, “Cd(II) and Cu(II) complexes of polydentate Schiff base ligands: synthesis, characterization, properties and biological activity,” *Inorganica Chimica Acta*, c. 358, sayı 6, ss. 1785-1797, 2005.
- [17] C. Kreml, H. M. Heidel-Fischer, G. H. Jiménez-Alemán, M. Reichelt, R. C. Menezes, W. Boland ve N. Joußen, “Gossypol toxicity and detoxification in *Helicoverpa armigera* and *Heliothis virescens*,” *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, c. 78, ss. 69-77, 2016.
- [18] H. Akgün, A. Balkan, A. A. Bilgin, Ü. Çalış, N. Gökhan, S. Dalkara, H. Erdoğan, D. Demir Erol, M. Ertan, F. Özkanlı, E. Palaska, S. Saraç, C. Şafak, B. Tozkoparan, *Farmasötik Kimya*, 2. Baskı, Ankara, Türkiye: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2004, ss. 331-352.
- [19] A. W. Jeevadasan, K. K. Murugavel ve M. A. Neelakantan, “Review on Schiff bases and their metal complexes as organic photovoltaic materials,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, c. 36, ss. 220-227, 2014.
- [20] S. Kayhan, N. Sarı ve D. Nartop, “Nanoplatforms attached Schiff bases by condensation method; Investigation of glucose oxidase enzyme as biocatalysts,” *Artificial Cells, Nanomedicine and Biotechnology*, c. 43, sayı 4, ss. 224-229, 2015.
- [21] M. Y. Khuhawar, M. A. Mughal ve A. H. Channar, “Synthesis and characterization of some new Schiff base polymers,” *European Polymer Journal*, c. 40, sayı 4, ss. 805-809, 2004.
- [22] E. Hasanoğlu Özkan, H. E. Kızıl, İ. Şakıyan, D. Nartop, N. Sarı ve G. Ağar “Anti-genotoxic effects of Schiff bases and their Mn(III) complexes containing l-aspartic acid and l-phenylalanine,” *Gazi University Journal of Science*, c. 31, sayı 2, ss. 408-414, 2018.
- [23] A. Jayamani, M. Sethupathi, S. O. Ojwach ve N. Sengottuvelan, “Synthesis, characterization and biomolecular interactions of Cu(II) and Ni(II) complexes of acyclic Schiff base ligand,” *Inorganic Chemistry Communications*, c. 84, ss. 144-149, 2017.
- [24] D. Nartop, N. K. Yetim, E. Hasanoğlu Özkan ve N. Sarı, “Enzyme immobilization on polymeric microspheres containing Schiff base for detection of organophosphate and carbamate insecticides,” *Journal of Molecular Structure*, c. 1200, ss. 127039, 2020.

- [25] M. S. Nair, D. Arish ve R. S. Joseyphus, "Synthesis, characterization, antifungal, antibacterial and DNA cleavage studies of some heterocyclic Schiff base metal complexes," *Journal of Saudi Chemical Society*, c. 16, sayı 1, ss. 83-88, 2012.
- [26] E. R. Kenawy, S. D. Worley ve R. Broughton, "The chemistry and applications of antimicrobial polymers: a state-of-the-art review," *Biomacromolecules*, c. 8, sayı 5, ss. 1359-1384, 2007.
- [27] C. M. Da Silva, D. L. da Silva, L. V. Modolo, R. B. Alves, M. A. de Resende, C. V. Martins ve Â. de Fátima, "Schiff bases: A short review of their antimicrobial activities," *Journal of Advanced Research*, c. 2, sayı 1, ss. 1-8, 2011.
- [28] N. Nishat, R. Rasool, S. Parveen ve S. A. Khan, "New antimicrobial agents: the synthesis of Schiff base polymers containing transition metals and their characterization and applications," *Journal of Applied Polymer Science*, c. 122, sayı 4, ss. 2756-2764, 2011.
- [29] M. A. A. H. Hameed ve M. A. Adnan, "Synthesis, characterization, antimicrobial activity and theoretical studies of new polymeric Schiff-base.," *Journal of The Chemical Society of Pakistan*, c. 41, sayı 6, ss. 591, 2019.
- [30] I. Kaya, A. R. Vilayetoglu ve H. Mart, "The synthesis and properties of oligosalicylaldehyde and its Schiff base oligomers," *Polymer*, c. 42, sayı 11, ss. 4859-4865, 2001.
- [31] M. V. Solovskii, N. V. Nikol'skaya ve N. A. Zaikina, "Synthesis and properties of polymeric Schiff bases of the antibiotic spiramycin," *Pharmaceutical Chemistry Journal*, c. 36, sayı 2, ss. 7-11, 2002.
- [32] R. Rasool, S. Hasnain ve N. Nishat, "Metal-based Schiff base polymers: preparation, spectral, thermal and their in vitro biological investigation," *Designed Monomers and Polymers*, c. 17, sayı 3, ss. 217-226, 2014.
- [33] D. Nartop, E. Hasanoğlu Özkan, M. Gündem, S. Çeker, G. Ağar, H. Öğütçü ve N. Sarı, "Synthesis, antimicrobial and antimutagenic effects of novel polymeric-Schiff bases including indol," *Journal of Molecular Structure*, c. 1195, ss. 877-882, 2019.
- [34] D. Nartop, B. Demirel, M. Güleç, E. Hasanoğlu Özkan, N. Kurnaz Yetim, N. Sarı ve G. Ağar, "Novel polymeric microspheres: Synthesis, enzyme immobilization, antimutagenic activity and antimicrobial evaluation against pathogenic microorganisms," *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, c. 34, sayı 2, e22432, 2020.
- [35] D. Nartop, E. Tokmak, E. Hasanoğlu Özkan, H. E. Kızıl, H. Öğütçü, G. Ağar ve S. Allı, "Synthesis of novel polymers containing Schiff base as potential antimutagenic and antimicrobial agents," *Journal of Medicinal and Chemical Sciences*, c. 3, sayı 4, ss. 363-372, 2020.
- [36] N. K. Yetim, E. Hasanoğlu Özkan, B. Daniş, H. Tümtürk ve N. Sari, "Research on the repeated use of novel ferrocene-tagged nanomaterial for determination of glucose," *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*, c. 64, sayı 17, ss. 888-893, 2015.

- [37] A. S. El-Tabl, K. Y. El-Baradie ve R. M. Issa, "Novel platinum(II) and (IV) complexes of naphthaldimine Schiff bases," *Journal of Coordination Chemistry*, c. 56, sayı 13, ss. 1113-1122, 2003.
- [38] V. Torabi, H. Kargar, A. Akbari, R. Behjatmanesh-Ardakani, H. Amiri Rudbari ve M. Nawaz Tahir, "Nickel(II) complex with an asymmetric tetradentate Schiff base ligand: synthesis, characterization, crystal structure and DFT studies," *Journal of Coordination Chemistry*, c. 71, sayı 22, ss. 3748-3762, 2018.
- [39] F. A. Cotton, G. Wilkinson, C. A. Murillo, M. Bochmann ve R. Grimes, *Advanced Inorganic Chemistry*, New York, USA: Wiley, 1988, c. 6, ss. 1455.
- [40] S. Bal ve S. S. Bal, "Cobalt(II) and manganese(II) complexes of novel Schiff bases, synthesis, characterization and thermal, antimicrobial, electronic and catalytic features," *Advances in Chemistry*, 2014. Doi: 10.1155/2014/506851
- [41] E. K. Kareem, S. M. Lateef ve A. A. A. Drea, "Synthesis and characterization of some transition metal complexes with new Schiff base ligand derivative from isatin," *Journals Kufa for Chemical*, c. 10, ss. 455-461, 2018.
- [42] A. A. Abdel Aziz ve S. H. Seda, "Synthesis, structural features and biochemical activity assessment of N, N'-bis-(2-mercaptophenylimine)-2, 5-thiophenedicarboxaldehyde Schiff Base and its Co(II), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) complexes," *Applied Organometallic Chemistry*, c. 31, sayı 12, e3879,2017.
- [43] A. S. Alturiqi, A. N. Alaghaz, R. A. Ammar ve M. E. Zayed, "Synthesis, spectral characterization and thermal and cytotoxicity studies of Cr(III), Ru(III), Mn(II), Co(II), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) complexes of Schiff base derived from 5-Hydroxymethylfuran-2-carbaldehyde," *Journal of Chemistry*, c. 3, ss. 1-17, 2018.
- [44] İ. Çiçek, T. Tunç, H. Ogutcu, S. Abdurrahmanoglu, A. Günel ve N. Demirel, "Synthesis and antibacterial activity of new chiral aminoalcohol and benzimidazole hybrids," *Chemistry Select*, c. 5, sayı 15, ss. 4650-4654, 2020.
- [45] J. M. Miller, J. G. Hair, M. Hebert, L. Hebert, F. J. Jr. Roberts, R. S. Weyant "Fulminating bacteremia and pneumonia due to *Bacillus cereus*," *Journal of Clinical Microbiology*, c. 35, ss. 504-507, 1997.
- [46] A. Davin-Regli, "Enterobacter aerogenes and enterobacter cloacae; versatile bacterial pathogens confronting antibiotic treatment," *Frontiers in Microbiology*, c. 6, ss. 392, 2015.
- [47] B. N. Kim, N. J. Kim, M. N. Kim, Y. S. Kim, J. H. Woo ve J. Ryu, "Bacteraemia due to tribe protease: a review of 132 cases during a decade (1991-2000)," *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*, c. 35, sayı 2, ss. 98-103, 2003.
- [48] H. Kuş, U. Arslan ve D. Fındık, "Investigation of various virulence factors of klebsiella pneumoniae strains isolated from nosocomial infections," *Mikrobiyoloji Bülteni*, c. 51, sayı 4, ss. 329-339, 2017.

# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Eyüp ÜLKE

Doğum Tarihi ve Yeri :

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta :

## ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Kimya Ana Bilim Dalı	Düzce Üniversitesi	2021
Lisans	Kimya	Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi	2015
Lise		Aliğa Barbaros Anadolu Lisesi	2010

## YAYINLAR

E. Ülke, E. Hasanoğlu Özkan, H. Öğütçü ve D. Nartop, “Synthesis and antimicrobial properties of new polymeric microsphere containing azomethine,” *V. International Scientific and Vocational Studies Congress*, Türkiye, 2020, ss. 81-86.