

**T.C**  
**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNDOL İÇEREN POLİMERİK-SCHIFFF BAZLARI**

**Tezi Hazırlayan**  
**Mehmet GÜNDEM**

**Tez Danışmanı**  
**Doç. Dr. Dilek NARTOP**

**Kimya Anabilim Dalı**  
**Yüksek Lisans Tezi**

**Kasım 2017**  
**NEVŞEHİR**



**T.C**  
**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNDOL İÇEREN POLİMERİK-SCHIFFF BAZLARI**

**Tezi Hazırlayan**  
**Mehmet GÜNDEM**

**Tez Danışmanı**  
**Doç. Dr. Dilek NARTOP**

**Kimya Anabilim Dalı**  
**Yüksek Lisans Tezi**

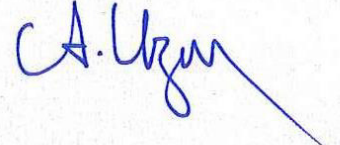
**Kasım 2017**  
**NEVŞEHİR**

Doç. Dr. Dilek NARTOP danışmanlığında Mehmet GÜNDEM tarafından hazırlanan “İndol İçeren Polimerik-Schiff Bazları” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

08/11/2017

**JÜRİ**

Başkan : Doç.Dr. Aslıhan KARATEPE



Üye : Doç.Dr. Sezen AKSÖZ



Üye : Doç. Dr. Dilek NARTOP



**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 15.11.2017 tarih ve 51-446 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

15/11/2017  
Prof. Dr. Şahin ÖZTÜRK  
Enstitü Müdürü





## TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar içerisinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Mehmet GÜNDEM

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam sűresince yanımda olan, kendisiyle çalıőmaktan onur duyduėum, benden maddi ve manevi desteėini, yardımlarını, sabrını ve bilgisini esirgemeyen deėerli hocam sayın Doç. Dr. Dilek NARTOP'a teőekkűrű bir borç bilirim.

GPC analizlerinin alınmasını saėlayan Dűzce Ŭniversitesi Őėretim Ŭyeleri Sayın Yrd. Doç. Dr. Sema ALLI ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Abdűlkadir ALLI'ya teőekkűrlerimi sunarım.

Tez yazım sűrecinde yardımlarını esirgemeyen arkadaőlarım; Ŭnal KORKMAZ, Ufuk Tűrkay ŐZTOPRAK, Faruk KAYAPA ve deėerli dostum Burhan KAYGISIZ'a teőekkűr ederim.

Beni bugűnlere getirmek için bűyűk emek sarf eden, űzverileriyle, varlıklarıyla en bűyűk destekçim olan çok deėerli eőim Ayla GŬNDEM ve annem Fatma GŬNDEM'e teőekkűr ederim.

# İNDOL İÇEREN POLİMERİK-SCHİFF BAZLARI

(Yüksek Lisans Tezi)

Mehmet GÜNDEM

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Kasım 2017

## ÖZET

Tez çalışmasında, birinci aşama olarak (aminometil)polistiren (AMP) ile indol-3-karboksaldehit (İK) / 2-metilindol-3-karboksaldehit (CH<sub>3</sub>-İK) / 2-fenilindol-3-karboksaldehit (Ph-İK) arasında gerçekleşen kondenzasyon reaksiyonu sonucunda üç adet yeni polimer bağlı Schiff bazı elde edildi.

İkinci aşamada ise, sentezlenen modifiye polimerlerin yapıları Element Analizi, Fourier Dönüşüm Kızılötesi (FT-IR), Jel Geçirgenlik Kromatografi (GPC) ve Termogravümetrik Analiz (TGA) yöntemleri ile karakterize edildi.

**Anahtar kelimeler:** (Aminometil)polistiren, İndol-3- karboksaldehit, Polimerik Schiff bazı.

**Tez Danışman:** Doç. Dr. Dilek NARTOP

**Sayfa Adeti:** 35



# INDOL CONTAINING POLYMERIC-SCHIFF BASES

(M. Sc. Thesis)

Mehmet GÜNDEM

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

November 2017

## ABSTRACT

In the first step of this study, three new polymer bound Schiff bases were obtained as a result of the condensation reaction between the aminomethyl polystyrene (AMP) and the indole-3-carboxaldehyde (IC) / 2-methylindole-3-carboxaldehyde (CH<sub>3</sub>-İK) / 2-phenylindole-3-carboxaldehyde (Ph-İK).

In the second stage, the structures of the synthesized modified polymers were characterized by Fourier Transform Infrared (FT-IR), Gel Permeation Chromatography (GPC) and Thermogravimetric Analysis (TGA) methods.

**Keywords:** *(Aminomethyl)polystyrene, Indole-3-karboksaldehit, Polymeric-schiff bases.*

**Thesis Supervisor:** Assoc. Doç. Dilek NARTOP

**Page Number:** 35

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI .....	İİİ
TEŞEKKÜR.....	İV
ÖZET	V
ABSTRACT.....	Vİ
İÇİNDEKİLER .....	Vİİ
TABLolar LİSTESİ.....	İX
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	X
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	Xİİİ
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	
KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	2
2. 1. Schiff Bazları ve Özellikleri.....	2
2.2. Schiff Bazları ve Metal Komplekslerinin Kullanım Alanları .....	4
2.3. Polimerler.....	6
2.3.1. Polimerlerin sentezi.....	7
2.3.1.1. Basamaklı polimerizasyon .....	7
2.3.1.2. Katılma (zincir) polimerizasyonu .....	8
2.3.2. Polimerlerin sınıflandırılması .....	8
2.3.3. Polimerlerin kullanım alanları.....	8
2.4. Polimerik-Schiff Bazları .....	10
2.5. İndol Halkası ve Kimyasal Özellikleri.....	15

## BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD .....	18
3.1. Kimyasal Maddeler .....	18
3.2. Cihazlar .....	18
3.2.1. Fourier dönüşüm infrared spektrofotometresi (ft-ir) .....	18
3.2.2. Jel geçirgenlik kromatografisi (gpc) .....	18
3.2.3. Termal analiz cihazı (tga).....	18

## BÖLÜM 4

DENEYSEL ÇALIŞMA .....	19
4.1. (İK-PS) Polimerinin Sentezi .....	19
4.2. (CH <sub>3</sub> -İK-PS) Polimerinin Sentezi .....	19
4.3. (PH-İK-PS) Polimerinin Sentezi .....	20

## BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....	21
5.1. Sonuçlar .....	21
5.1.1. İndol içeren polimerik-schiff bazlarının karakterizasyonu .....	21
5.1.1.1 (İK-PS) polimerik-schiff bazı .....	21
5.1.1.2. (CH <sub>3</sub> -İK-PS) polimerik-schiff bazı .....	24
5.1.1.3. (PH-İK-PS) polimerik-schiff bazı .....	26
5.2. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Öneriler .....	28
KAYNAKLAR .....	29
ÖZGEÇMİŞ .....	35

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2. 1. Polimerlerin Sınıflandırılması.....	9
Tablo 5.1. İndol içeren polimerik-Schiff bazlarının bazı fiziksel özellikleri ile analitik verileri .....	21
Tablo 5.2. (İK-PS) polimerik-Schiff bazının bazı önemli IR titreşim frekansları (cm <sup>-1</sup> ) .....	21
Tablo 5.3. (İK-PS) polimerik-Schiff bazının termal analiz verileri .....	22
Tablo 5.4. (CH <sub>3</sub> -İK-PS) polimerik-Schiff bazının bazı önemli IR titreşim frekansları (cm <sup>-1</sup> ).....	24
Tablo 5.5. (CH <sub>3</sub> -İK-PS) polimerik-Schiff bazının termal analiz verileri.....	25
Tablo 5.6. (Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazının bazı önemli IR titreşim frekansları (cm <sup>-1</sup> ) .....	26
Tablo 5.7. (Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazının termal analiz verileri .....	27

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Schiff bazlarının oluşumu .....	2
Şekil 2.2. Karbonil bileşiklerinin primer aminlerle reaksiyonu .....	3
Şekil 2.3. (a) 3-Metoksisalisiliden-2-aminotiyofenol, (b) N-(Piridil)-3-metoksi-4-hidroksi-5-nitrobenzaldimin .....	3
Şekil 2.4. Hem molekülü .....	5
Şekil 2.5. Klorofil molekülü .....	5
Şekil 2.6. Etilenin polimerizasyonu .....	6
Şekil 2.7. Doğrusal poliester oluşumu .....	7
Şekil 2.8. Doğrusal poliamit oluşumu .....	7
Şekil 2.9. Polimer zincirinin oluşumu .....	8
Şekil 2.10. Oligo-2-[(piridin-4-il-imino) metil] fenol'ün sentezi .....	11
Şekil 2.11. 1,4-bis(2-hidroksifenilazometin)fenilden hazırlanan polişelat için önerilen yapısı .....	11
Şekil 2.12. (HAPO) ve (HMAPO) polimerinin sentezi .....	12
Şekil 2.13. 2,6-piridin dikarboksialdehit ile p-fenil diamin'in polikondenzasyonu. ....	12
Şekil 2.14. Poli[N-(3-fenilacriliden)-2-merkaptanili]'in tautomerik formu .....	13
Şekil 2.15. Metal içeren poliüretan-üreas .....	13
Şekil 2.16. 1,4-fenildiamin ile 1,5-naftalin daimin'in dialdehit ile polikondenzasyon reaksiyon şeması .....	14
Şekil 2.17. Piridin dikarboksialdehit ile p-fenil diaminin polikondenzasyonu .....	15

Şekil 2.18. Fischer İndol Sentezi.....	16
Şekil 2.19. Leimrruber-Batcho İndol Sentezi .....	16
Şekil 2.20. İndol monomerinin gösterimi. ....	17
Şekil 4.1. (İK-PS) polimerinin sentezi .....	19
Şekil 4.2. (CH <sub>3</sub> -İK-PS ) polimerinin sentezi.....	19
Şekil 4.3. (PH-İK-PS) polimerinin sentezi.....	20
Şekil 5.1. (İK-PS) polimerik-Schiff bazının IR spektrumu.....	22
Şekil 5.2. (İK-PS) polimerik-Schiff bazının TGA eğrisi .....	23
Şekil 5.3. (İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait GPC kromogramı .....	23
Şekil 5.4. (CH <sub>3</sub> -İK-PS) polimerik-Schiff bazının IR spektrumu .....	24
Şekil 5.5. (CH <sub>3</sub> -İK-PS) polimerik-Schiff bazının TGA eğrisi .....	25
Şekil 5.6. (CH <sub>3</sub> -İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait GPC kromogramı .....	26
Şekil 5.7. (PH-İK-PS) polimerik-Schiff bazının IR spektrumu .....	27
Şekil 5.8. (PH-İK-PS) polimerik-Schiff bazının TGA eğrisi.....	27
Şekil 5.9. (PH-İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait GPC kromogramı.....	28

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>v</b>	Gerilme titreşimi
<b>g</b>	Gram
<b>mL</b>	Mililitre
<b>mmol</b>	Milimol
<b>IR</b>	Infrared (Kızılötesi)
<b>GPC</b>	Jel Geçirgenlik Kromatografisi
<b>TGA</b>	Termogravimetrik Analiz
<b>DMF</b>	Dimetilformamit
<b>PS</b>	(Aminometil)polistiren
<b>İK</b>	İndol-3-karboksaldehit
<b>CH<sub>3</sub>-İK</b>	2-metilindol-3-karboksaldehit
<b>Ph-İK</b>	2-Fenilindol-3-karboksaldehit

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

RCH=NR' genel formülüne sahip olan Schiff bazları, ilk olarak koordinasyon bileşikleri üzerine çalışmalar yapan H. Schiff tarafından sentezlenmiş, ilerleyen yıllarda Pfeiffer tarafından ise ligant olarak kullanılmıştır [1]. Schiff bazları karbonil bileşikleriyle primer aminlerin iki basamaklı reaksiyonu sonucu elde edilirler.

Monomer adı verilen küçük moleküllerin birbirlerine eklenmesiyle oluşan uzun zincirli moleküller olan polimerlerin imin (-CH=N-) grubu içeren yapıları polimerik-Schiff bazları olarak adlandırılır. Azometin grubu içermeleri sebebiyle bu Schiff bazları dekarboksilasyon, transaminasyon, elektron transferi gibi birçok farklı biyolojik süreçte yer alırlar [2]. Kinetik kararlılık, kimyasal ve mekanik dayanıklılık gibi özelliklere sahip olmalarının yanısıra biyolojik, farmakolojik ve analitik olarak öneme sahip bileşiklerdir [3,4].

İlaç aktif maddeleri olarak kullanılan indol bileşikleri aromatik ve heterosiklik yapıya sahip, elektrofilik olarak reaktif, yüksek rezonans kararlılığı ve düşük aktivasyon enerjisi bariyerli bileşiklerdir. Antioksidan, antikanserojen ve antimikrobiyal aktivite özelliği gösterebilmeleri sebebiyle farmasötik ve fizyolojik öneme sahip olan indol türevleri ile ilgili çalışmalar yaygındır [5].

Çalışmamız, farklı kullanım alanlarına sahip olabilecek yeni polimerik-Schiff bazlarının elde edilmesi üzerine kurulmuştur. Bu amaçla tez kapsamında, (aminometil)polistiren ile indol-3-karboksaldehit / 2-metilindol-3-karboksaldehit / 2-fenilindol-3-karboksaldehit'in kondenzasyonu sonucu yeni polimer bağlı Schiff bazları sentezlenerek yapıları karakterize edilmiştir.



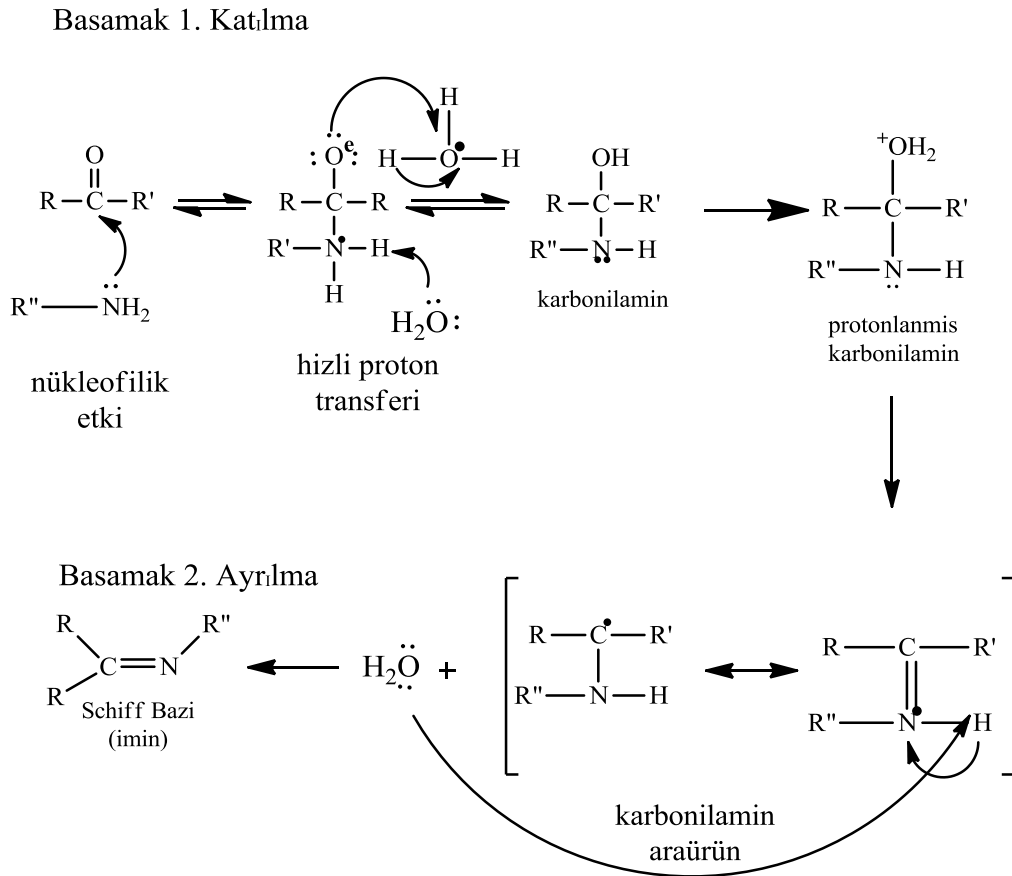
## BÖLÜM 2

### KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

#### 2. 1. Schiff Bazları ve Özellikleri

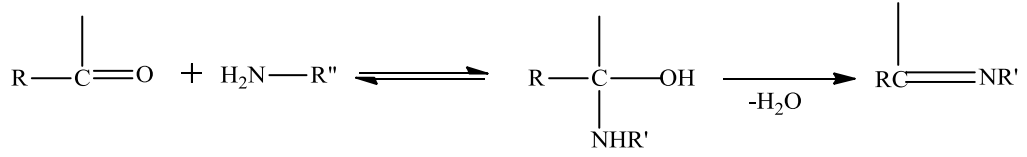
1864 yılında Alman kimyager H. Schiff tarafından sentezlenen Schiff bazlarının yapısında  $-C=N-$  grubu (azometin) bulunur. Aldehit ve ketonların uygun reaksiyon şartları altında primer aminlerle kondenzasyonu sonucu oluşan bileşiklerdir. [6]. Ligant olarak ilk kez Pfeiffer ve arkadaşları tarafından 1933 yılında kullanılmışlardır [7].

Karbonil bileşiklerinin kondenzasyon tepkimesi (nükleofil katılma-ayrılma) Schiff bazı oluşum tepkimesidir. Primer amin ile aldehitin etkileşmesiyle hidroksilamin, suyun ortamdan uzaklaştırılmasıyla Schiff bazı oluşur [8].



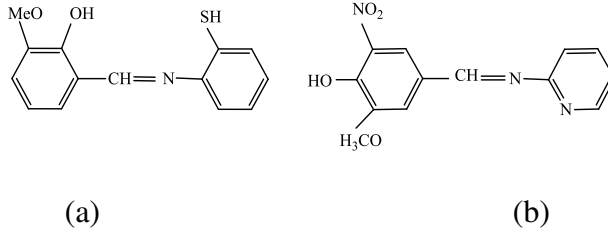
Şekil 2.1. Schiff bazlarının oluşumu

Ketonlar aldehitlere göre daha yavaş reaksiyon verirler. Tepkime çinkoklorür ( $ZnCl_2$ ) ve toryumdioksit ( $ThO_2$ ) katalizörlüğünde gerçekleşir.



Şekil 2.2. Karbonil bileşiklerinin primer aminlerle reaksiyonu

Schiff bazları literatürde farklı şekillerde adlandırılabilir. Bu durum aromatik yapıdaki bileşiklerin pek çoğunun salisilaldehit ve türevlerinden sentezlenmesi ile ilgilidir. Salisilalddiimin, benzilidenamin, imino veya salisilden anilin şeklindeki bu yaygın adlandırmaların iki örneği aşağıda verilmiştir:



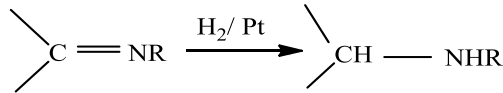
Şekil 2.3. (a) 3-Metoksisalisiliden-2-aminotiyofenol, (b) N-(Piridil)-3-metoksi-4-hidroksi-5-nitrobenzalddiimin

Schiff bazları iyi bir azot donör ligandı (-C=N-) olup, koordinasyon bileşiğinin oluşumu sırasında metal iyonuna elektron çifti verirler. Oldukça kararlı olan Schiff bazlarının 4, 5 veya 6 halkalı kompleksler oluşturmasını sağlamak için -C=N- grubuna yakın ve yer değiştirilebilir hidrojen atomu içeren ikinci bir fonksiyonel grubunun olması gereklidir. Hidroksil grubu bu özelliğe sahip en yakın gruptur [9,10].

Schiff bazı tepkimelerinin bazı örnekleri aşağıda verilmiştir:

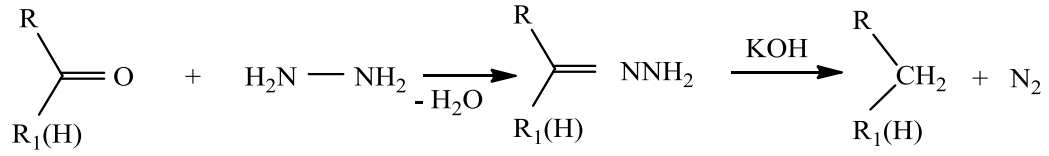
*İmin bileşiklerinin hidrojenlenmesi;*

Nikel katalizörlüğünde imin bileşiklerine hidrojen ilavesi ile sekonder aminler oluşur.



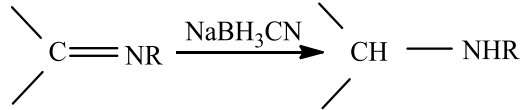
*Kishner indirgenmesi;*

Aldehit veya ketonun, hidrazin ve bir baz tepkimesi sonucunda alkan oluşur [11].



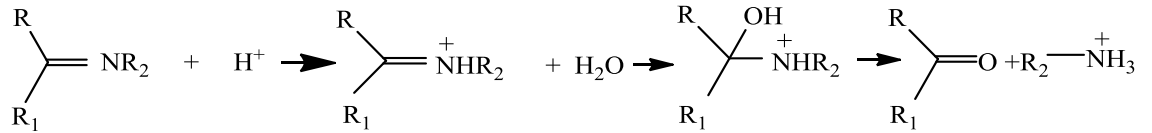
*İmin bileşiklerinin indirgenmesi;*

İmin bileşikleri sodyum siyanoborhidrür (NaBH<sub>3</sub>CN) ile indirgenir ve ikincil amin oluşur.



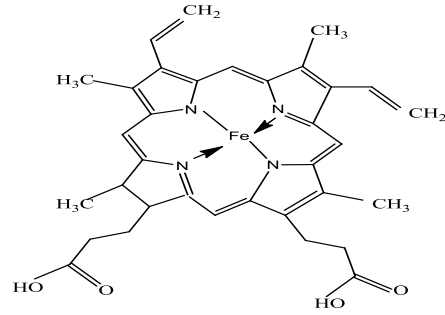
*Schiff bazlarının hidrolizi;*

Schiff bazları asidik ortamda hidroliz edildiklerinde karbonil grubu ve amonyum iyonu oluşur [12].



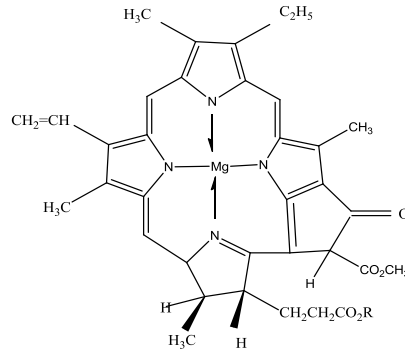
## 2.2. Schiff Bazları ve Metal Komplekslerinin Kullanım Alanları

Schiff bazları koordinasyon bileşikleri olarak kimyada oldukça yaygın kullanım alanına sahiptirler. Organik ve inorganik bileşiklerin etkileşmesiyle oluşan koordinasyon bileşikleri, yapıları, sayılarının fazlalığı, renkleri, manyetik özellikleri ve kimyasal tepkimeleri sebebiyle anorganik kimyada önemli rol oynamaktadır. İlk olarak Alfred Werner tarafından koordinasyon bileşiklerinin tepkimeleri ve bağ kuramları aydınlatılmıştır. Kendi adıyla anılan Werner Teorisi'ni 1893 yılında ilk kez ortaya atmış ve 1913 yılında Nobel ödülü almaya hak kazandırmıştır [13]. Koordinasyon bileşikleri biyolojik sistemlerin birer koordinasyon bileşiği olması sebebiyle büyük önem taşımaktadır [14]. Yaşamın devamlılığı için gerekli olan oksijenin akciğerlerden dokulara ve karbondioksitin de akciğerlere taşınmasını sağlayan hemoglobinin hemin prostetik grubu, demirin pirol sistemine bağlanmasıyla oluşturduğu şelat bileşiğidir.



Şekil 2.4. Hem molekülü

Bitkilerde fotosentez olayını sağlayan ve yeşil pigmenti olan klorofil de bir magnezyum-pirol şelatıdır.



Şekil 2.5. Klorofil molekülü

Pirol sistemleri metal iyonları ile biyolojik katalizörler (enzim) olarak adlandırılan kompleksleri oluştururlar. Bu katalizörler canlılar için tehlikeli olabilecek reaksiyonları başlatabilirler. Bu reaksiyonlar sonucunda ise biyolojik sistemdeki hücre büyüme hızının değişmesiyle kanser hastalıkları meydana gelir. Bu tür tepkimelere sebep olabilecek komplekslerin yapılarının belirlenmesi açısından koordinasyon kimyası oldukça önemlidir [15].

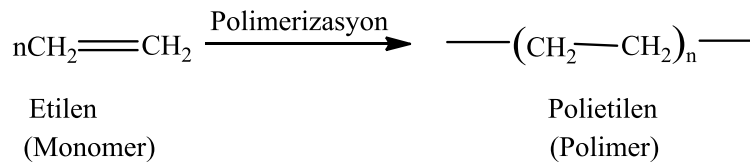
Antikanser aktivite özelliği taşıyan Schiff bazı komplekslerinin tıp alanında kullanımı giderek artmaktadır. Schiff bazı komplekslerinde bulunan aromatik aminler kimyasal tepkimelerde çeşitli substratlara oksijen taşıyıcı olarak kullanılmaktadır [16]. Fotokromizm (ışın ile etkileşince renk değiştirme) özelliğine sahip olmaları radyasyon şiddetini kontrol etme ve ölçme, görüntü sistemleri ve optik bilgisayarlar gibi değişik alanlarda kullanılmalarına yol açmıştır [17]. Ayrıca parfüm endüstrisinde sıkça kullanılmaktadırlar. Enzimatik reaksiyonlarda ara ürün oluşturucu gibi özelliklerinin yanında bazı metal iyonlarına karşı seçici ve spesifik reaksiyon vermeleri bu

kompleksleri analitik kimya alanında kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Bunun dışında elektronik gösteri sistemleri içinde sıvı kristal olarak kullanılabilirler. Schiff bazları fungusit (mantar öldürücü) ve insektisit (böcek öldürücü) ilaçların bileşiminde de kullanılmaktadırlar [18-20].

Schiff bazlarının en önemli biyolojik aktivitelerinden biri ise amino asit biyosentezinde rol almalarıdır. Schiff bazları  $\alpha$ -aminoasitlerin,  $RCH(NH_2)COOH$ , biyosentezinde önemli ara bileşiklerdir.  $\alpha$ -Aminoasitler organizmada proteinlerin sentezinde kullanılırlar. Salisilaldehidin etilendiamin ve propilendiamin gibi alkilendiaminlerle kondensasyonu sonucu meydana gelen Schiff bazları gazolin çözücüsüyle metal deaktivatörü olarak kullanılır. PVC'nin ve Polisiloksan stabilizasyonu için disalisiliden propilendiam kullanılmaktadır. Bu kompleksler polimer teknolojisinde polimer için antistatik madde olarak, tarım sahasında ve boya endüstrisinde kullanılmaktadır [21].

### 2.3. Polimerler

Polimerler, çok sayıda tekrarlanan *mer* veya *monomer* denilen birimlerden oluşur. *Poli* sözcüğü Latince “çok sayıda” anlamına gelir. *Mer* sözcüğü ile birleşerek, yüksek molekül kütleli molekül anlamında kullanılmaktadır [22]. Buradan yola çıkarak polimerler aynı veya farklı çok sayıdaki atomik grupların kimyasal bağlarla düzenli biçimde bağlanarak oluşturdukları uzun zincirli bileşikler olarak tanımlanırlar.



Şekil 2.6. Etilenin polimerizasyonu

Etilen monomerinin polimerizasyonu ile polietilen elde edilmektedir. Burada “n” polimerizasyon derecesini ve polimer zincirindeki monomer sayısını ifade eder. Bu sayı 10.000 gibi yüksek değerler alabilir. Molekül ağırlığı 500-600 civarında olan polimerlere *oligomer* adı verilir. Oligomer, dimer, trimer, tetramer gibi küçük mol kütleli polimerizasyon ürünleridir.

Polimerler ucuz, hafif, kolay şekil verilebilen, çeşitli amaçlarda kullanıma uygun, kimyasal açıdan inert ve korozyona uğramayan maddelerdir. Bu üstün özelliklerinden dolayı yalnız kimyacıların değil makine, tekstil, endüstri ve fizik mühendisliği gibi

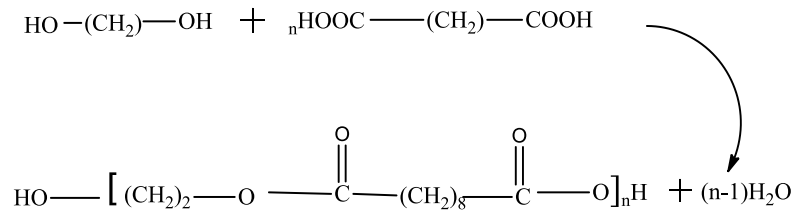
farklı alanlardaki çalışmalarda da kullanılmaktadırlar. Aynı zamanda tıp, biyokimya, biyofizik ve moleküller biyoloji açısından da polimerlerin önemi büyüktür [23].

### 2.3.1. Polimerlerin sentezi

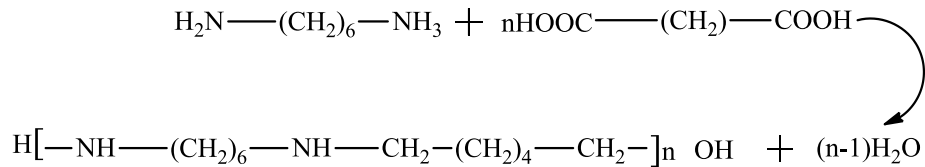
Polimerlerin genel sentez yöntemleri basamaklı polimerizasyon, katılma polimerizasyonu ve koordinasyon polimerizasyonu şeklindedir [24].

#### 2.3.1.1. Basamaklı polimerizasyon

Genellikle büyüklükleri farklı iki molekül arasındaki reaksiyonları içerir. Bu reaksiyon sonucu oluşan polimerlere basamaklı polimer adı verilmektedir. Bu tip reaksiyonlara en önemli örnek kondenzasyon tepkimeleridir. Fonksiyonel grupları (-OH, -COOH, -NH<sub>2</sub>...) bulunan iki molekülün, aralarından küçük bir grubun ayrılarak birleşmesi tepkimesine *kondenzasyon tepkimesi* (polikondenzasyon) adı verilmektedir. Dikarboksilli asitler ile glikollerden poliesterlerin ya da dikarboksilli asitler ile diaminlerden poliamitlerin oluşmasında yan ürün olarak su açığa çıkar. Sudan başka küçük moleküller de (amonyak, karbondioksit, sodyum bromür, klorlu hidrojen, azot, metanol...) meydana gelir. Bu nedenle bu tür reaksiyonlar polikondenzasyon tepkimesi olmadıkları halde basamaklı reaksiyon olarak ifade edilirler.



Şekil 2.7. Doğrusal poliester oluşumu

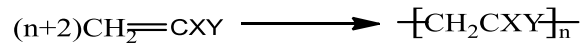


Şekil 2.8. Doğrusal poliamit oluşumu

Polikondenzasyon tepkimelerinin tersinir olmaları, reaksiyon ürünlerinin ortamdan uzaklaştırılarak reaksiyonun polimer yönüne kaymasını sağlar ve ürünün molekül ağırlığının yükseltilmesini sağlar. Reaksiyonda kullanılacak fonksiyonel gruplar eşdeğer miktarda kullanılmalıdır, aksi durumda yüksek molekül ağırlıklarına çıkılamayabilir. Bu tepkimeler kontrollü olarak durdurulabilir ve tekrar ısınma durumunda kaldığı yerden devam ederler.

### 2.3.1.2. Katılma (zincir) polimerizasyonu

Çok sayıda doymamış molekül etkileşerek büyük bir molekülü oluşturur. Oluşan büyük molekülde monomer birimleri tek bağlarla bağlı olup hızlı zincir büyümesi durumu söz konusudur. Katılma polimerizasyonu ile elde edilen polimerler katılma polimerleri olarak adlandırılırlar.



Şekil 2.9. Polimer zincirinin oluşumu

Polimeri oluşturan birimler aynı moleküller veya farklı moleküller şeklinde olabilir. Verilen polimerizasyon türünde polimerleşen monomerler vinil ve dien monomerleri olup, etilen ve bütadienin türevleri olarak incelenebilirler.

### 2.3.2. Polimerlerin sınıflandırılması

Polimerler çeşitli şekillerde sınıflandırılabilirler [25].

Tablo 2. 1. Polimerlerin Sınıflandırılması

Doğada bulunup bulunmamasına göre;	Doğal polimerik maddeler, Sentetik polimerik maddeler
Molekül ağırlıklarına göre;	Oligomerler, Makromoleküller
Isıya karşı gösterdikleri davranışlarına göre;	Termoplastikler, Termosetler

Zincir yapısına göre;	Homopolimer, Kopolimer
Sentezlenme şekillerine göre;	Kondenzasyon (basamaklı) polimerizasyonu, Katılma (zincir) polimerizasyonu, İyonik zincir Polimerizasyon, Serbest radikal zincir polimerleşmesi, Koordinasyon polimerizasyonu, Anorganik polimerler
Zincirin kimyasal ve fiziksel yapısına göre;	Lineer (düz), Graft kopolimerler, Ağ (network) polimerler

### 2.3.3. Polimerlerin kullanım alanları

Polimerik malzemeler endüstride ve yaşamın birçok alanında kullanılırlar. Bazı polimerler ve kullanım alanları aşağıda verilmiştir:

Poli(etilenglikol tereftalat) fiberler (dakron, terilen, trevira); filmler, dokuma endüstrisinde lif olarak yün ve pamuk olarak kullanılırlar.

Naylon 6,6 lifleri; otomobil lastiklerinde kord olarak, ip ve iplik yapımında, halat olarak kullanılmaktadır. Ayrıca dokuma endüstrisinde giysiler için fiber olarak kullanılırlar. Mil yatağı, dişli takımı, kam gibi aşınmaya dayanıklı makine parçaları yapımında da önemli yere sahiptirler.

Alkid reçineleri; alkol ve asitlerin reaksiyonu sonucu oluşan poliesterlerdir. Değişik bileşimlerde bulunabilirler. Boya endüstrisinde organik boya, cila ve lake üretiminde kullanılırlar.

Poliüretanlar; fiber, kaplayıcı, elastomer, yumuşak ve sert köpük olarak geniş bir uygulama alanı bulurlar. En çok da roket yakıtı bileşeni olarak kullanılmaktadırlar [26].



Fenol-formaldehit reçineleri; fren astar ve balatasında, levha ve plakalar, elektrik aletleri parçaları, cila, lake, yapıştırıcılar ve bakalit türünden kalıplanmış eşya yapımında kullanılırlar.

Üre-formaldehit reçineleri; tekstil kaplamalarında, kalıplanmış eşya, yapıştırıcılar ve elektrik aygıtlarının parçaları olarak kullanılırlar [27].

Epoksi reçineleri; 80°C'ye kadar dayanıklı olan polimer yüzey kaplamalarında, yapıştırıcı olarak, metal bağlayıcı yapıştırıcılarda kullanılırlar.

Polietilen; elektronik alanında kabloların yalıtkan tabakalarında, borular, kalıplanmış eşya, filmler, elektriksel yalıtıcı, asit kapları, kap ve kutular, mutfak eşyaları ve oyuncak sektöründe kullanılmaktadır.

Polistiren; inşaat sektöründe izolasyon malzemesi, köpük boru olarak kullanılır. Aynı zamanda kalıplanmış plastik eşya, elektrik yalıtıcısı, otomobil parçaları ve panellerde sinema filmlerinde kullanılmaktadır [28].

Sentetik kauçuk; ayakkabı, kayış, otomobil lastiği, yer döşemeleri, kaplama, elektrik yalıtıcısı olarak kullanılır [29].

Poli(metil metakrilat); cam elyaf ile desteklenerek plastik yapımında, saydam levha, çubuk ve boru yapımı (lucit, pleksiglas) olarak kullanılır.

Poliakrilonitril; ağırlıklı olarak tekstil alanında orlon, dralon adı altında sentetik lif olarak, süveter ve diğer giyim eşyalarında kullanılır.

Poli(vinil klorür); elektrik kablo ve tellerinde yalıtıcı olarak, levha yapımında, yağmurluk, kumaş örtülerin kaplanmasında çanta, banyo perdeleri, döşeme, yer kaplamaları, film, plak yapımında, su tesisat malzemelerinde kullanılmaktadır.

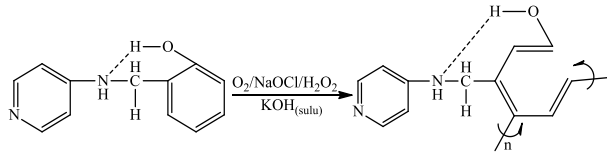
Poli(tetrafloro etilen) ise; kimyasal etkilere dayanıklı filmler, kalıplanmış eşya, teflon ve elektrik yalıtıcısı olarak kullanılır [30].

#### **2.4. Polimerik-Schiff Bazları**

Azometin grubu içeren ve poliimin olarak da bilinen polimerik-Schiff bazları ile ilgili ilk çalışmalar Li ve arkadaşları tarafından 1960'lı yıllarda gerçekleştirilmiş olup yaygınlaşarak günümüze kadar süregelmiştir [31].

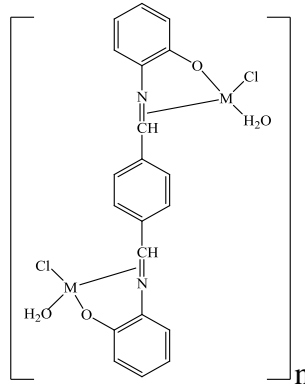
Verilen kısa literatür araştırması ile Schiff bazı takılı polimerlerin farklı kullanım alanları hakkında bilgi edinilebilir.

Kaya ve arkadaşı Koyuncu tarafından, laroligofenol yapıdaki Schiff bazlarının yarı-iletken ve yüksek ısıya dayanıklı elektrotermal hücre yapımlarında kullanılabilme özelliğinden yola çıkılarak oligo-N-4-aminopiridin, oligo-2-[(pridine-4-il-imino) metil] fenol kompleksleri sentezlenmiştir [32].



Şekil 2.10. Oligo-2-[(pridine-4-il-imino) metil] fenol'ün sentezi

Aswar ve arkadaşları tarafından, 1,4-bis(2'-hidroksifenilazomethin)fenilen'den hazırlanan bir polişelat-Schiff bazı polimerinin Ti(III), Cr(III), Fe(III), Mn(II), Ni(II) ve Cu(II) tuzları ile kompleksleri sentezlenmiştir. Sonraki çalışmalar ile ise termal kararlılığın farklı metallerde farklı özellik gösterdiği belirlenmiştir [33].

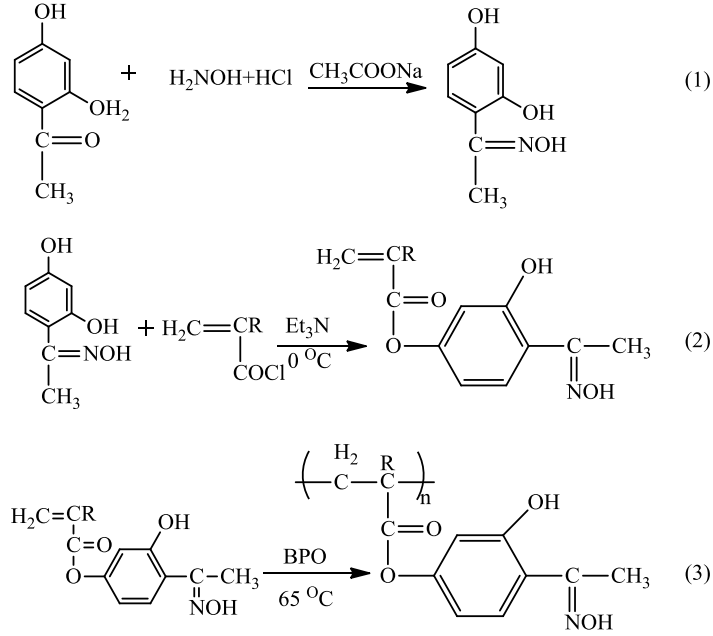


Şekil 2.11. 1,4-bis(2-hidroksifenilazometin)fenilden hazırlanan polişelat için önerilen yapısı

Bajpai ve arkadaşları tarafından, poli(metilendifeniltereftalat) (PMDTA)'ın koordinasyon polimeri üzerine çalışmalar yapılarak, Co(II), Ni(II) ve Cu(II) tuzlarının kullanılması ile oluşan koordinasyon komplekslerindeki yapılar belirlenmiş, IR bantlarındaki değişiklikler incelenmiştir [34].

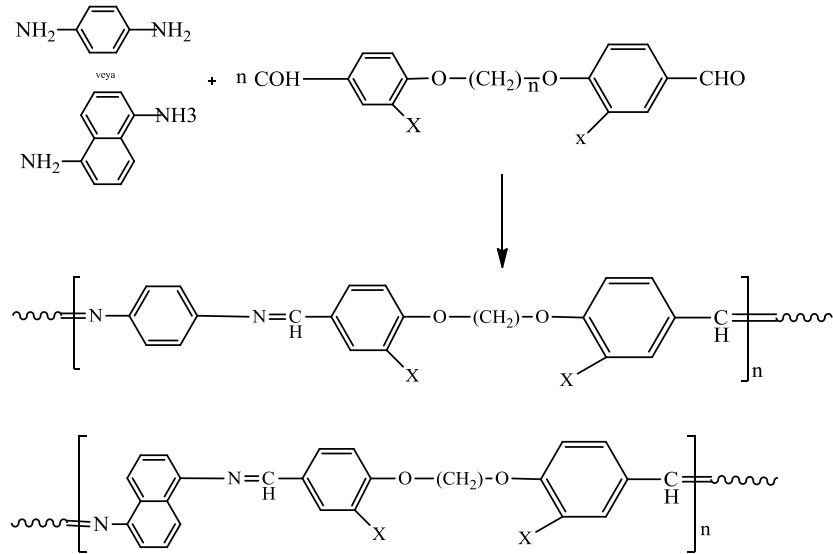
Thamizharazi ve arkadaşları tarafından, ilk kez koordinasyon polimerleri üzerine elektriksel iletkenlik ve termal kararlılığın etkisini incelenmiştir. Poli(2-hidroksi-4-

akriloksi aseto fenonksim) (HAPO) ve poli(2-hidroksi-4-metakrilloksiasetofenonksim) (HMAPO) polimeri sentezlenmiştir [35].



Şekil 2.12. (HAPO) ve (HMAPO) polimerinin sentezi

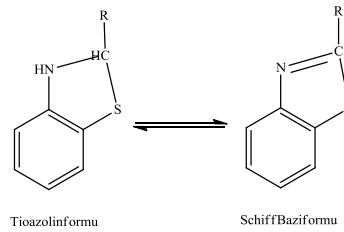
Li ve arkadaşı Wan tarafından, konjuge bağlı Schiff bazı polimerlerinin elektriksel özelliği ile manyetik özelliği üzerine 2,6-pridin dikarboksialdehit ile p-fenilen daimin ve m-fenilen diammin kullanılarak çalışmalar yapılmıştır [36].



Şekil 2.13. 2,6-pridin dikarboksialdehit ile p-fenil diammin'in polikondenzasyonu

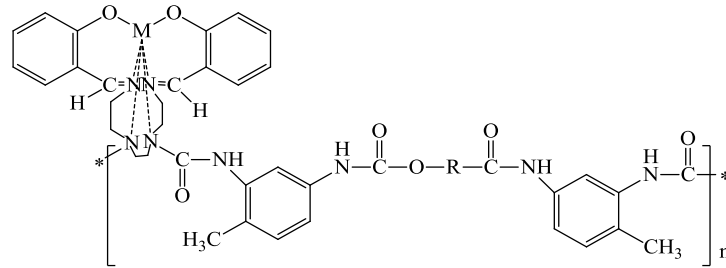
Mart ve arkadaşı Vilayetoğlu tarafından, oligosalisilaldehit ile Cu(II), Zn(II) ve Co(II) kompleksleri sentezlenmiş ve metal içeren poli-Schiff bazlarının termal kararlılığı ve yarı bozunma sıcaklığının daha yüksek olduğu belirlenmiştir [37].

El-Sonbati ve arkadaşları tarafından sinamaldehit ve 2-süstitüe anilin ile Pd(II), UO<sub>2</sub>(II), Rh(III), Cu(II) ve Pd(IV)'ten hazırlanan polimerlerin koordinasyon sayılarını IR, <sup>1</sup>H ve <sup>13</sup>CNMR spektrumu gibi yöntemler kullanılarak belirlenmiş ve polimer içerisinde hem tioazolin hem de Schiff bazı formunun birlikte bulunduğu ifade edilmiştir [38].



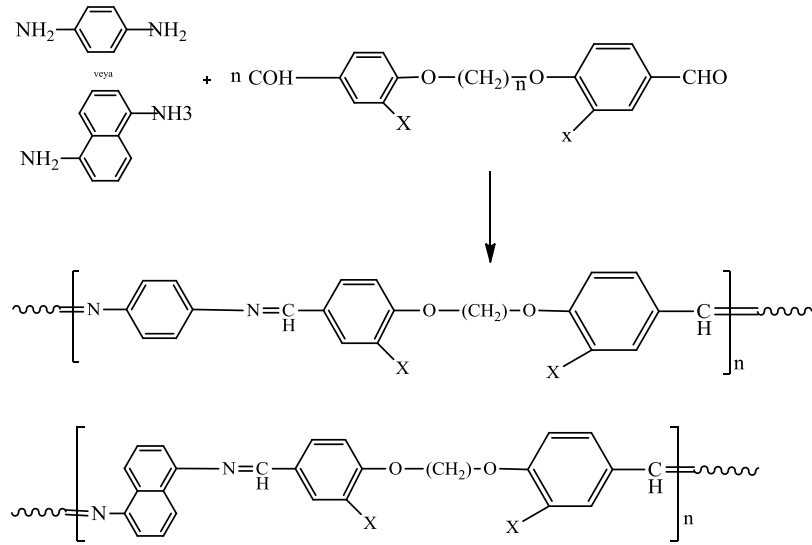
Şekil 2.14. Poli[N-(3-fenilacriliden)-2-merkaptolanil]’in tautomerik formu

Chantarasiri ve arkadaşları tarafından, salisilaldehit ve metal içeren poliüretanüreas’ın, toluen 2,4-diizosiyanat ile bir katılımdan faydalanılarak 6 dişli polimerik-Schiff bazı sentezlenmiştir [39].



Şekil 2.15. Metal içeren poliüretan-üreas

Catanescu ve arkadaşları tarafından, 1,4-fenildiamin ve 1,5-naftalin diaminleri kullanılarak diamin ve dialdehitlerin polikondenzasyonu sonucunda polimerik-Schiff bazı sentezlenmiştir. P-toluen sülfonik asit katalizör olarak, oksijensiz ortam için argon gazı kullanılmıştır [40].



Şekil 2.16. 1,4-fenildiamin ile 1,5-naftalin daimin'in dialdehit ile polikondenzasyon reaksiyon şeması

Kim ve arkadaşı Choi tarafından, geçiş metallerini içeren polimerik-Schiff bazlarının bir indirgeyici olarak davranışı incelenmiştir. Çalışmalarında poli(4-vinil piridin-co-stiren) ile (1,3-bis salisiliden imino propan) katılımı sonucunda oluşan polimerin metal kompleksi ile poli(4-vinil piridin-co-stiren) ile (1,4-bis salisiliden imino bütan) katılımı sonucunda oluşan polimerin metal kompleksinin katalitik etkileri karşılaştırılmıştır [41].

Samol ve arkadaşları tarafından, aldehit, formaldehit ve furfuraldehit kullanılarak fenol halkası içeren polimerik-Schiff bazının reçinelerde kullanılabilirliği incelenmiştir. Polimerik-Schiff bazlarının metal iyonları ile kompleks oluşturması ile reçine olarak kullanılabilmesi ifade edilmiştir. Polimerik-Schiff bazındaki imin grubunun fonksiyonel grup gibi davranması ile şelatlaşmanın gerçekleştiği ve bu sayede polimerin reçine kapasitesinin arttığı ifade edilmiştir [42].

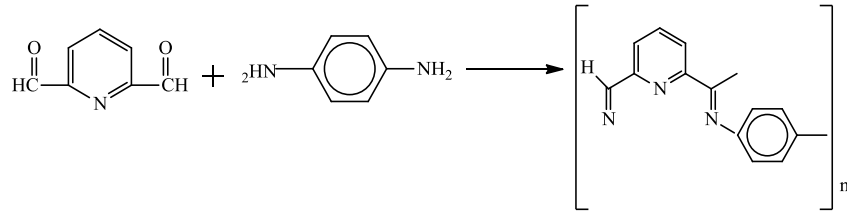
Mealares ve Gandini tarafından, 2,5-furandikarboksialdehit ile hidrazin, 1,4-fenilendiamin ve O-O' [(bis-2aminopropil)poli(etilen oksit)]'in kondenzasyonu ile çeşitli furonik poliazinler ve poli azometinler hazırlanarak polimerik-Schiff bazı sentezlenmiştir [43].

Khuhawar ve arkadaşları tarafından, yüksek ısıya dayanıklı polimerik-Schiff bazlarının gaz kromatografisinde sabit faz olarak kullanıldığı rapor edilmiştir [44].

Kovacic ve arkadaşı tarafından, katılma reaksiyonuna yatkınlığı bulunmaması sebebiyle benzen,  $\text{CuCl}_2$  ve  $\text{FeCl}_3$  varlığında kuvvetli anorganik yükseltgenler ile katalizör olarak  $\text{AlCl}_3$ 'ün etkisiyle poliparafenilene dönüştürülmüştür [45].

Özbülül ve arkadaşları tarafından, 75-95 °C arasında  $\text{NaOCl}$  oksitleyicinin etkisi ile salisilaldehit ve etilendiamin ile sentezlenen polimerik-Schiff bazının oksidatif polikondensasyon reaksiyonu gerçekleştirilmiştir [46].

Banarjee ve arkadaşı tarafından, m-fenil diaminin, p-fenil diamin ve 2,6-pridin dikarboksialdehit polikondenzasyonundan elde edilen polimerik-Schiff bazının elektriksel ve manyetik özellikleri incelenmiştir [47].



Şekil 2.17. Pridin dikarboksialdehit ile p-fenil diaminin polikondenzasyonu

Wang ve arkadaşları tarafından, içeriğinde Co ve Na atomları içeren farklı çift çekirdekli polimerik-Schiff bazı sentezlenmiş ve IR, X-ray fotoelektron spektroskopisi, SEM ve termal kararlılığı incelenmiştir [48].

Özdem ve çalışma arkadaşları tarafından, polimerik nanoküre destekler üzerine glikozaosidaz enziminin immobilizasyonu gerçekleştirilmiş ve enzimatik özellikleri araştırılmıştır [49].

## 2.5. İndol Halkası ve Kimyasal Özellikleri

Yapısında azot atomu bulunmasına rağmen indol halkası zayıf baz özelliği gösterir bu nedenle asitlerle tuz oluşturmaları güçlükle olur. Halka içinde azot atomlarının elektronlarını bir bölgeye yayılmıştır. Bu elektronların yayılmasından dolayı indol halkası 3. konumundan elektrofilik özellik kazanmış olur. İnsan vücudunda melatonin hormonu bulunmasına karşılık bitkilerde indol-3-asetik asit bulunmaktadır.

Kolayca okside olan indol elektronca zengin yapıdadır. İndol halkası 2. ve 3. karbon atomlarını arasında çifte bağ nedeniyle sikloadisyon tepkimeleri gerçekleştirebilir. Oksitlenmek istenen indol ve türevleri karbon yapısındaki elektrotlarla bu işlem

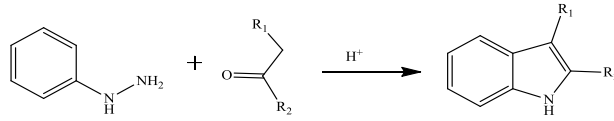
gerçekleştirilebilir. Elektrokimyasal çalışmalar sonucunda voltametrik yöntem ile indol yapısındaki oksidasyon azot atomundan başlayarak benzen halkasının hidroksilasyonu ile sonlandığı görülmüştür [50,51].

Doğal maddelerin yapısında bulunan indol (2,3-benzopirol) ayrık halkalı bir bileşiktir. Tedavi edici maddelerin içeriğinde yer aldığı için eczacılık açısından önemli bir halkadır [52]. Melatonin, serotonin, triptofan gibi hücre ve sistem içinden gelen maddelerin ana yapısını oluşturur.

İndol halkasının sentezi için 10 genel yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerin en önemlileri ise Fischer indol sentezi ve Leimrruber-Batcho indol sentezidir.

#### *Fischer İndol Sentezi;*

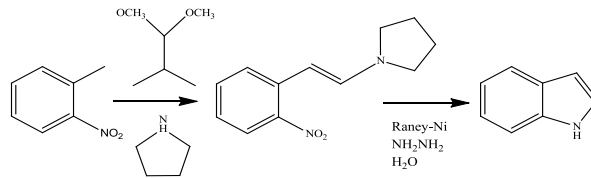
Bilinen en eski indol sentez yöntemidir. Bu yöntemde 2. ve 3. konumdaki süstitüenler indol türevlerinin sentezi için ideal durumdadırlar [53].



Şekil 2.18. Fischer İndol Sentezi

#### *Leimrruber-Batcho İndol Sentezi;*

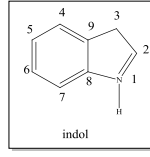
İlaç endüstrisinde kullanılan yöntem olup yüksek verimli bir reaksiyondur. Süstitüe indollerin ve indolün sentezi için tercih edilen yöntemdir.



Şekil 2.19. Leimrruber-Batcho İndol Sentezi

İndollerle ilgili kısa bir literatür araştırması aşağıda verilmiştir:

Garnier ve arkadaşları tarafından, indol ve türevleri kullanılarak iletken ve elektrokimyasal polimerik film olan monomer yapısı incelenmiştir [54].



Şekil 2.20. İndol monomerinin gösterimi

Talbi ve arkadaşları tarafından, indol polimerizasyonu ile çalışma yapılarak eşleşmiş polimerizasyon ürünleri kinetik ve termodinamik olarak incelenmiştir. Teorik yaklaşımları yaptıkları başka bir çalışma ile spektroskopik olarak XPS ve FTIR ile desteklenmiştir [55,56].

Saraç ve arkadaşı tarafından, spektro elektrokimyasal olarak indol polimerizasyonunda kararlı yapı belirlenmesi ile ilgili çalışma yapılmış ve sulu ortamda nükleofilik olarak davranan OH<sup>-</sup> iyonlarının katyon radikaline nötral radikal oluşturduğu belirtilmiştir [57].

Saraji ve arkadaşı tarafından, indolün elektropolimerizasyonu ve polimerin sulu ortamda elektrokimyasal aktivitesi incelenmiştir. Destek elektrolit ortamında camı karbon yüzeyinde elde edilen poliindol film, IR ve SEM analizleriyle desteklenmiştir [58].

Berlin ve arkadaşları tarafından, metil bağlı indol gruplarının elektrooksidasyon ürünlerinin yapısı ve çalışma mekanizmaları ile ilgili araştırma yapılmıştır [59].



## BÖLÜM 3

### MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Kimyasal maddeler

(Aminometil)polistiren, indol-3-karboksaldehit, 2-metilindol-3-karboksaldehit, 2-fenilindol-3-karboksaldehit, dimetilformamit ve aseton Sigma-Aldrich ve Merck firmalarından temin edildi.

#### 3.2. Cihazlar

##### 3.2.1. Fourier dönüşüm infrared spektrofotometresi (FT-IR)

İndol içeren poli-Schiff bazlarının spektrumları, Perkin Elmer Spectrum 100 FT-IR spektrofotometresi ile 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  aralığında alındı.

##### 3.2.2. Jel geçirgenlik kromatografisi (GPC)

İndol içeren poli-Schiff bazlarının mol kütleleri ( $M_w$  ve  $M_n$ ) Tosoh marka EcoSEC HLC-8320 GPC sistemi ile belirlendi.

##### 3.2.3. Termal analiz cihazı (TGA)

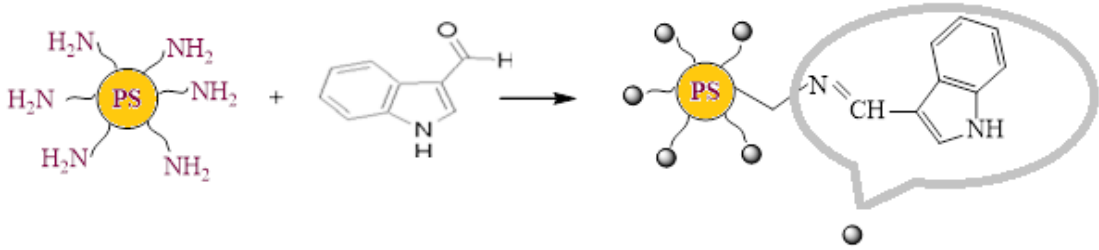
İndol içeren poli-Schiff bazlarının termal analizleri, Perkin Elmer marka termal analiz cihazı ile 10-910  $^{\circ}\text{C}$  sıcaklık aralığı ve 10  $^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$  ısıtma hızı ile azot atmosferinde ölçüldü.

## BÖLÜM 4

### DENEYSEL ÇALIŞMA

#### 4.1. (İK-PS) Polimerinin Sentezi

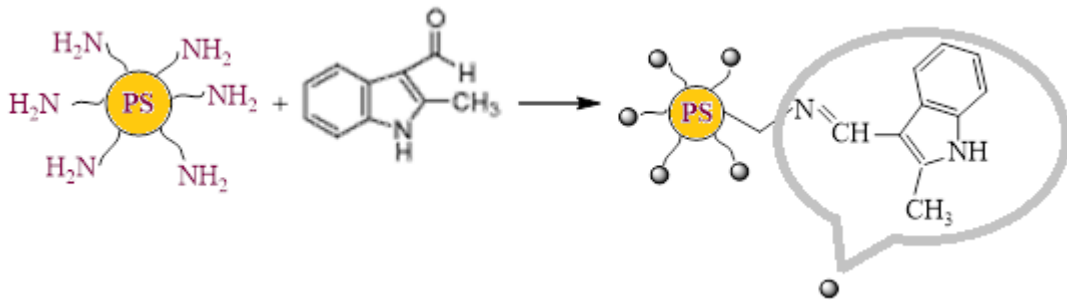
70°C sıcaklıkta ve geri soğutucu altında, 20 mL DMF’de çözünen (aminometil)polistiren (PS) (1 g, 4,0 mmol/g –NH<sub>2</sub> yüklü) üzerine, 15 mL DMF’de çözünen indol-3-karboksaldehit (İK) eklenerek, 4 saat kaynatma ve karıştırma işlemine devam edildi. Elde edilen karışım oda sıcaklığında çöktürüldü. Tepkimeye girmeyen kısımların uzaklaştırılması amaçlı aseton ile yıkama işlemi yapılarak, etüvde 24 saat kurutuldu.



Şekil 4.1. (İK-PS) polimerinin sentezi

#### 4.2. (CH<sub>3</sub>-İK-PS) Polimerinin Sentezi

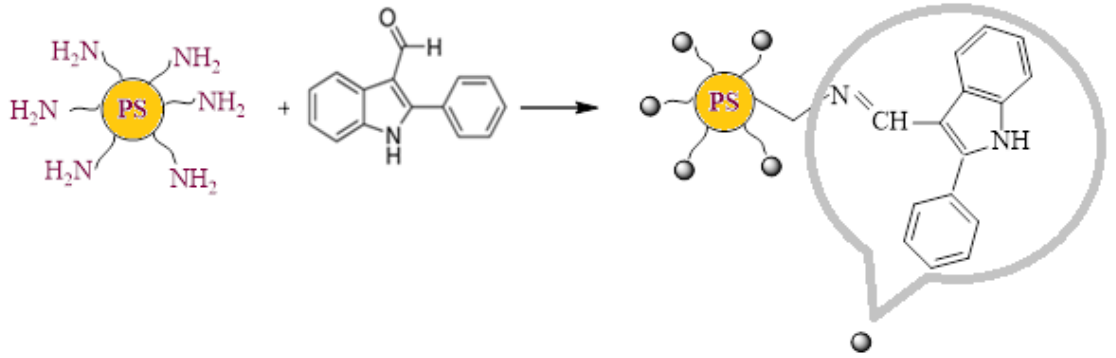
70°C sıcaklıkta ve geri soğutucu altında, 20 mL DMF’de çözünen (aminometil)(PS)(1 g, 4,0 mmol/g –NH<sub>2</sub> yüklü) üzerine, 15 mL DMF’de çözünen 2-metilindol-3-karboksaldehit (CH<sub>3</sub>-İK) eklenerek, 4 saat kaynatma ve karıştırma işlemine devam edildi. Elde edilen karışım oda sıcaklığında çöktürüldü. Tepkimeye girmeyen kısımların uzaklaştırılması amaçlı aseton ile yıkama işlemi yapılarak, etüvde 24 saat kurutuldu.



Şekil 4.2. (CH<sub>3</sub>-İK-PS ) polimerinin sentezi

### 4.3. (Ph-İK-PS) Polimerinin Sentezi

70°C sıcaklıkta ve geri soğutucu altında, 20 mL DMF’de çözünen (aminometil)(PS) (1 g, 4,0 mmol/g  $-NH_2$  yüklü) üzerine, 15 mL DMF’de çözünen 2-fenilindol-3-karboksaldehit (Ph-İK) eklenerek, 4 saat kaynatma ve karıştırma işlemine devam edildi. Elde edilen karışım oda sıcaklığında çöktürüldü. Tepkimeye girmeyen kısımların uzaklaştırılması amaçlı aseton ile yıkama işlemi yapılarak, etüvde 24 saat kurutuldu.



Şekil 4.3. (Ph-İK-PS) polimerinin sentezi

## BÖLÜM 5

### SONUÇLAR VE TARTIŞMA

#### 5.1. Sonuçlar

##### 5.1.1. İndol içeren polimerik-Schiff bazlarının karakterizasyonu

İndol içeren polimerik-Schiff bazlarına ait bazı fiziksel özellik ve analitik bulgular Tablo 5.1.'de verilmiştir. Polimerik-Schiff bazlarının molekül ağırlıkları ( $M_w$ ; ağırlıkça ortalama mol kütle ve  $M_n$ ; sayıca ortalama mol kütle) ile molekül ağırlığı dağılımlarını ( $M_w/M_n$ ) veren heterojenlik indeksi (HI) jel geçirgenlik kromatografisi (GPC) sonuçları ile belirlenmiştir. Ayrıca, ağırlıkça ortalama mol kütlesi ( $M_w$ ) değerleri element analiz sonuçları ile de bulunmuştur.

Tablo 5.1. İndol içeren polimerik-Schiff bazlarının bazı fiziksel özellikleri ile analitik verileri

Bileşik	Renk, $M_w^a$	Kimyasal Formül	( $M_w$ , $M_n$ ), HI
İK-PS	Sarı, 1286	$[(C_8H_8)_{10}(C_{18}H_{16}N)]$	(1385, 1087), 1.27
CH <sub>3</sub> -İK-PS	Sarı, 1314	$[(C_8H_8)_{10}(C_{19}H_{18}N_2)]$	(1329, 1201), 1.11
Ph-İK-PS	Sarı, 960	$[(C_8H_8)_6(C_{24}H_{20}N_2)]$	(970, 811), 1.20

<sup>a</sup> Element analizi ile belirlenen

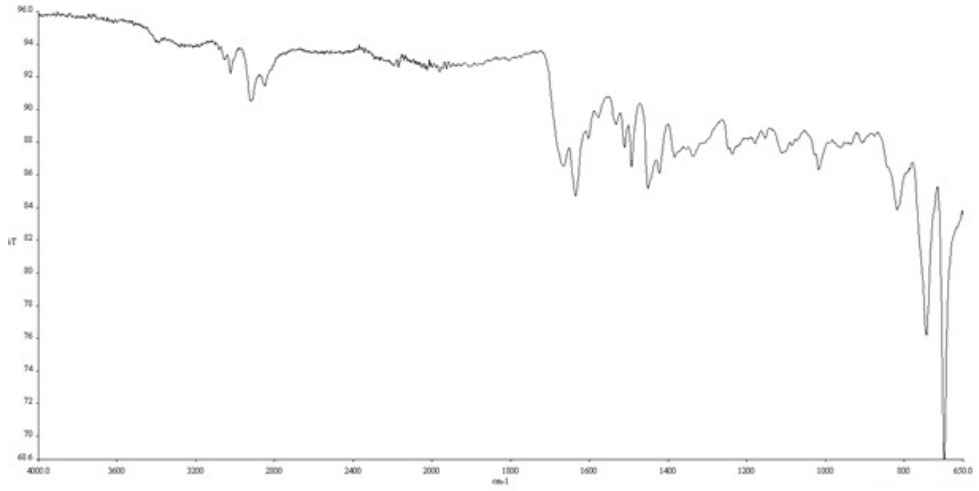
##### 5.1.1.1 (İK-PS) polimerik-schiff bazı

(İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait bazı önemli IR spektrum verileri Tablo 5.2'de, spektrum Şekil 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.2. (İK-PS) polimerik-Schiff bazının bazı önemli IR titreşim frekansları ( $cm^{-1}$ )

$\nu(CH)_{aromatik}$	$\nu(CH)_{alifatik}$	$\nu(C=N)$	$\nu(C=C)_{aromatik}$
3043	2909	1651	1585

(İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait aromatik  $\nu(CH)$  ve alifatik  $\nu(CH)$  titreşimleri  $3043\text{ cm}^{-1}$  ve  $2909\text{ cm}^{-1}$ 'de ortaya çıkmıştır. Aromatik  $\nu(C=C)$  titreşim frekansı  $1585\text{ cm}^{-1}$ 'de gözlenmiştir.  $1651\text{ cm}^{-1}$ 'deki pik ise amin grubu içeren (aminometil)polistirene indol-3-karboksaldehit'in katılması sonucu oluşan imin grubu olarak öngörülmüştür.



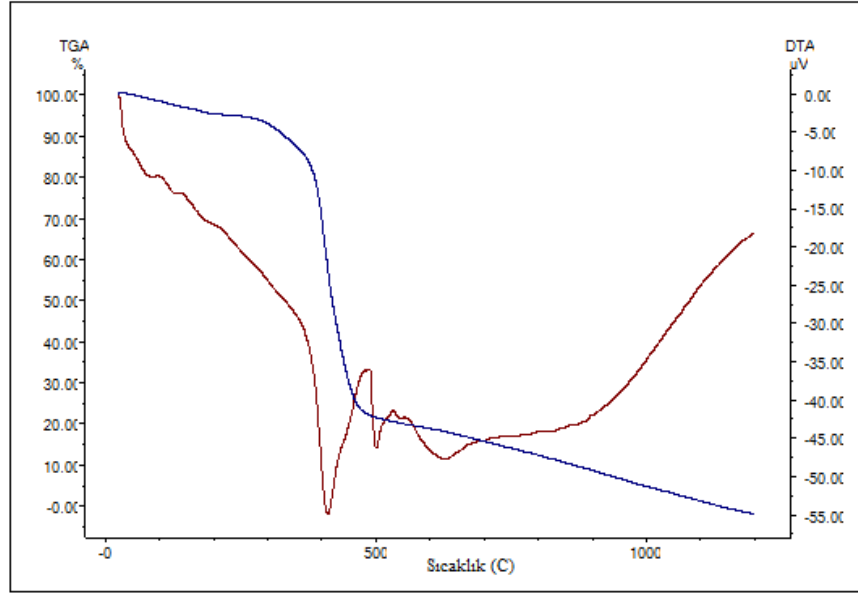
Şekil 5.1. (İK-PS) polimerik-Schiff bazının IR spektrumu

(İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait termal analiz verileri Tablo 5.3’de, TGA eğrisi Şekil 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.3. (İK-PS) polimerik-Schiff bazının termal analiz verileri

$T_i$ (°C)	$T_{1/2}$ (°C)	$T_s$ (°C)	Kalan kütle %
268,12	450,13	871,43	15,25

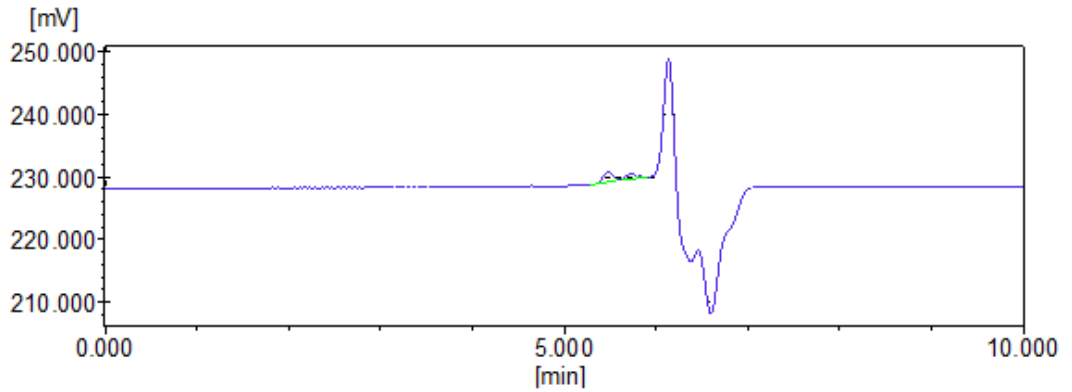
(İK-PS) polimerik-Schiff bazı 268,12 °C ile 871,43 °C başlangıç ve son bozunma sıcaklık aralığında tek adımda ayrışmaktadır. Yarı bozunma sıcaklık ( $T_{1/2}$ ) değeri ise 450,13 °C’dir. (İK-PS) polimerik-Schiff bazının termal olarak kararlı bir yapıda olduğu yüksek ayrışma sıcaklık değerleri ile açıklanmaktadır. % 84,75 kütle kaybı ile ayrışma prosesi sonlanmaktadır.



Şekil 5.2. (İK-PS) polimerik-Schiff bazının TGA eğrisi

(İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait jel geçirgenlik kromatografi sonuçları Tablo 5.1’de, GPC kromogramı Şekil 5.3’de verilmiştir.

(İK-PS) polimerik-Schiff bazının jel geçirgenlik kromatografisi ile belirlenen ağırlıkça ortalama mol kütle değeri ( $M_w$ ): 1385 ve sayıca ortalama mol kütle değeri ( $M_n$ ): 1087 ‘dir. Hetorejenlik indeksini (HI) belirleyen molekül ağırlığı dağılımları ise ( $M_w/M_n$ ): 1,27 olarak bulunmuştur. (İK-PS) polimerik-Schiff bazının zincir uzunluklarının birbirine yakın olduğu öngörüsü 1’e yakın olan bu değer ile doğrulanmaktadır.



Şekil 5.3. (İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait GPC kromogramı

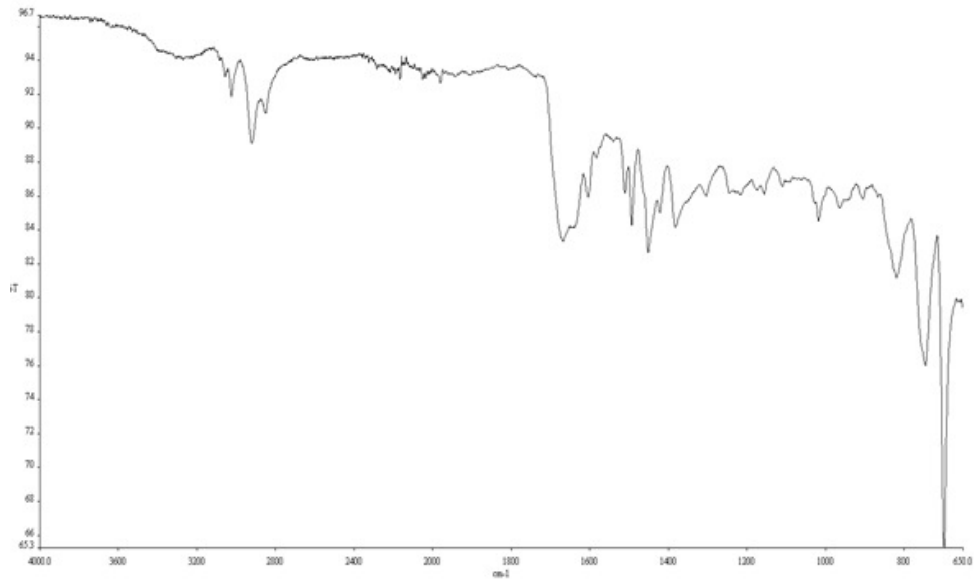
### 5.1.1.2. (CH<sub>3</sub>-İK-PS) polimerik-schiff bazı

(CH<sub>3</sub>-İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait bazı önemli IR spektrum verileri Tablo 5.4'de, spektrum Şekil 5.4'de verilmiştir.

Tablo 5.4. (CH<sub>3</sub>-İK-PS) polimerik-Schiff bazının bazı önemli IR titreşim frekansları (cm<sup>-1</sup>)

$\nu(\text{CH})_{\text{aromatik}}$	$\nu(\text{CH})_{\text{alifatik}}$	$\nu(\text{C}=\text{N})$	$\nu(\text{C}=\text{C})_{\text{aromatik}}$
3014	2915	1614	1571

(CH<sub>3</sub>-İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait aromatik  $\nu(\text{CH})$  ve alifatik  $\nu(\text{CH})$  titreşimleri 3014 cm<sup>-1</sup> ve 2915 cm<sup>-1</sup>'de ortaya çıkmıştır. Aromatik  $\nu(\text{C}=\text{C})$  titreşim frekansı 1571 cm<sup>-1</sup>'de gözlenmiştir. 1614 cm<sup>-1</sup>'deki pik ise amin grubu içeren (aminometil)polistirene 2-metilindol-3-karboksaldehit'in katılması sonucu oluşan imin grubu olarak öngörülmüştür.



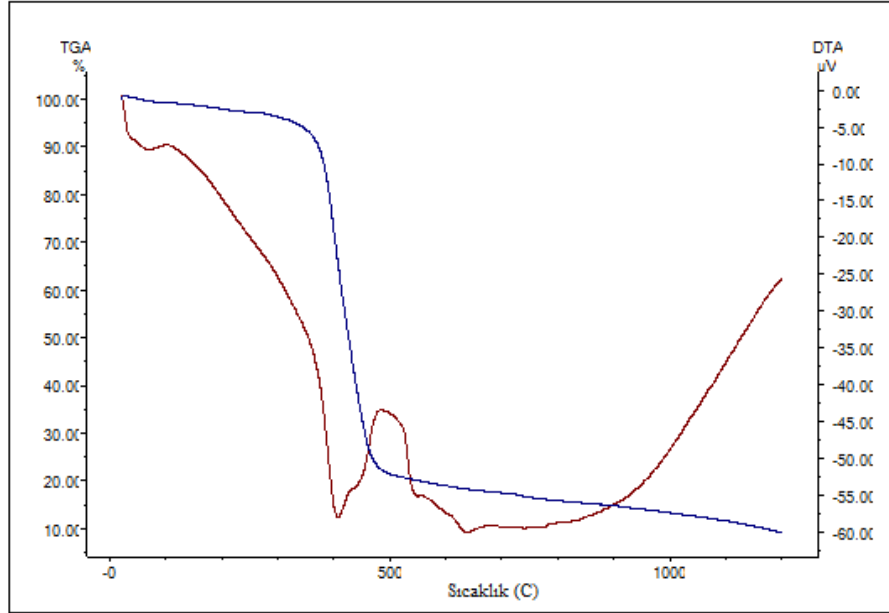
Şekil 5.4. (CH<sub>3</sub>-İK-PS) polimerik-Schiff bazının IR spektrumu

(CH<sub>3</sub>-İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait termal analiz verileri Tablo 5.5'de, TGA eğrisi Şekil 5.5'de verilmiştir.

Tablo 5.5. (CH<sub>3</sub>-İK-PS) polimerik-Schiff bazının termal analiz verileri

$T_i$ (°C)	$T_{1/2}$ (°C)	$T_s$ (°C)	Kalan kütle %
281,72	435,95	838,48	18,73

(CH<sub>3</sub>-İK-PS) polimerik-Schiff bazı 281,72 °C ile 838,48 °C başlangıç ve son bozunma sıcaklık aralığında tek adımda ayrılmaktadır. Yarı bozunma sıcaklık ( $T_{1/2}$ ) değeri ise 435,95 °C'dir. (CH<sub>3</sub>-İK-PS) polimerik-Schiff bazının termal olarak kararlı bir yapıda olduğu yüksek ayrışma sıcaklık değerleri ile açıklanmaktadır. % 81,27 kütle kaybı ile ayrışma prosesi sonlanmaktadır.

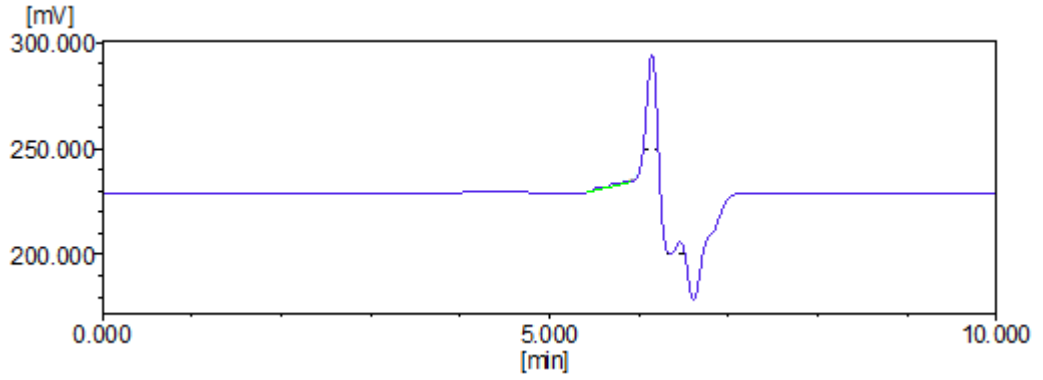


Şekil 5.5. (CH<sub>3</sub>-İK-PS) polimerik-Schiff bazının TGA eğrisi

(CH<sub>3</sub>-İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait jel geçirgenlik kromatografi sonuçları Tablo 5.1'de, GPC kromogramı Şekil 5.6'da verilmiştir.

(CH<sub>3</sub>-İK-PS) polimerik-Schiff bazının jel geçirgenlik kromatografisi ile belirlenen ağırlıkça ortalama mol kütle değeri ( $M_w$ ): 1329 ve sayıca ortalama mol kütle değeri ( $M_n$ ): 1201dir. Heterojenlik indeksini (HI) belirleyen molekül ağırlığı dağılımları ise ( $M_w/M_n$ ): 1,11 olarak bulunmuştur. (CH<sub>3</sub>-İK-PS) polimerik-Schiff bazının zincir uzunluklarının birbirine yakın olduğu öngörüsü 1'e yakın olan bu değer ile doğrulanmaktadır.





Şekil 5.6. (CH<sub>3</sub>-İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait GPC kromogramı

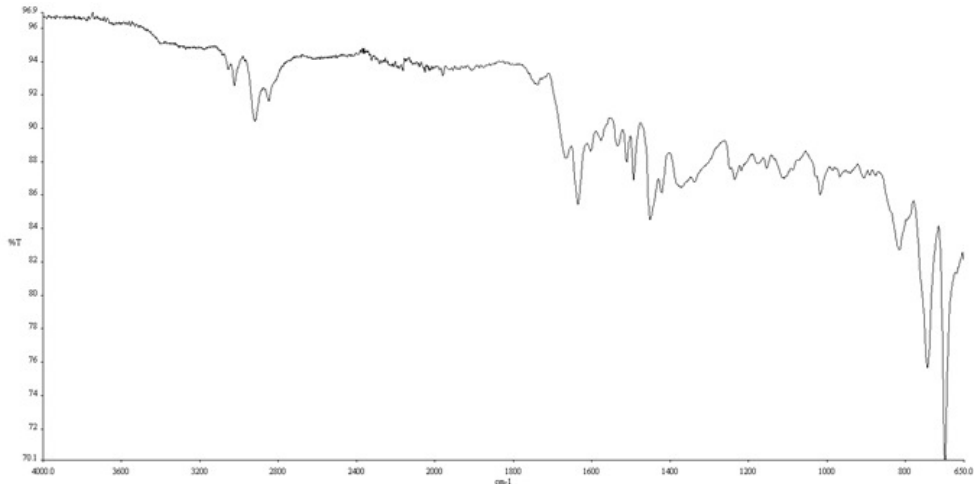
### 5.1.1.3. (Ph-İK-PS) polimerik-schiff bazı

(Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait bazı önemli IR spektrum verileri Tablo 5.6'da, spektrum Şekil 5.7'de verilmiştir.

Tablo 5.6. (Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazının bazı önemli IR titreşim frekansları (cm<sup>-1</sup>)

$\nu(\text{CH})_{\text{aromatik}}$	$\nu(\text{CH})_{\text{alifatik}}$	$\nu(\text{C}=\text{N})$	$\nu(\text{C}=\text{C})_{\text{aromatik}}$
3028	2929	1657	1586

(Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait aromatik  $\nu(\text{CH})$  ve alifatik  $\nu(\text{CH})$  titreşimleri 3028 cm<sup>-1</sup> ve 2929 cm<sup>-1</sup>'de ortaya çıkmıştır. Aromatik  $\nu(\text{C}=\text{C})$  titreşim frekansı 1586 cm<sup>-1</sup>'de gözlenmiştir. 1657 cm<sup>-1</sup>'deki pik ise amin grubu içeren (aminometil)polistirene 2-fenilindol-3-karboksaldehit'in katılması sonucu oluşan imin grubu olarak öngörülmüştür.



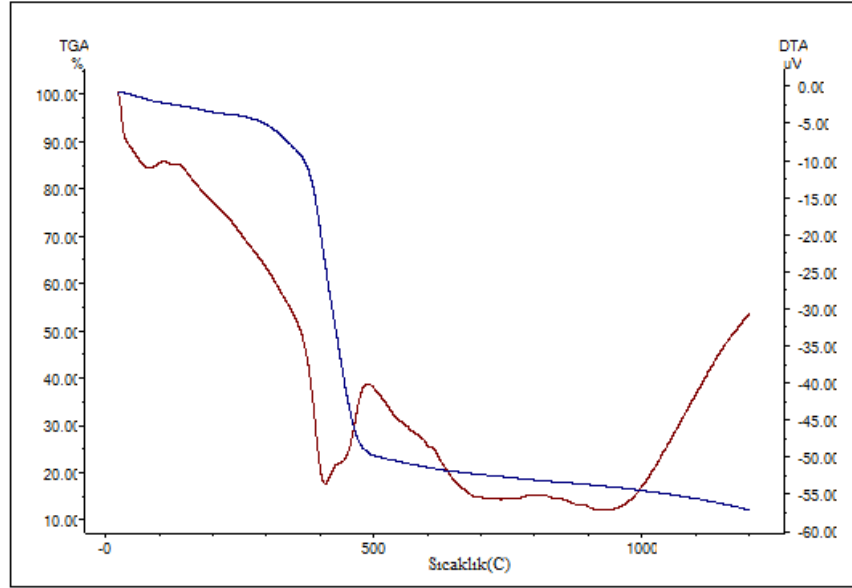
Şekil 5.7. (Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazının IR spektrumu

(Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait termal analiz verileri Tablo 5.7’de, TGA eğrisi Şekil 5.8’de verilmiştir.

Tablo 5.7. (Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazının termal analiz verileri

$T_i$ (°C)	$T_{1/2}$ (°C)	$T_s$ (°C)	Kalan kütle %
271,85	453,46	901,26	22,53

(Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazı 271,85 °C ile 901,26 °C başlangıç ve son bozunma sıcaklık aralığında tek adımda ayrılmaktadır. Yarı bozunma sıcaklık ( $T_{1/2}$ ) değeri ise 453,46 °C’dir. (Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazının termal olarak kararlı bir yapıda olduğu yüksek ayrışma sıcaklık değerleri ile açıklanmaktadır. % 77,47 kütle kaybı ile ayrışma prosesi sonlanmaktadır.

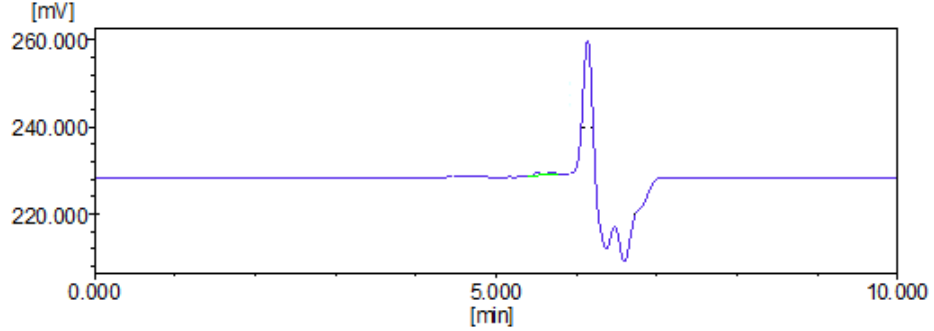


Şekil 5.8. (Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazının TGA eğrisi

(Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait jel geçirgenlik kromatografisi sonuçları Tablo 5.1’de, GPC kromogramı Şekil 5.9’da verilmiştir.

(Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazının jel geçirgenlik kromatografisi ile belirlenen ağırlıkça ortalama mol kütle değeri ( $M_w$ ): 970 ve sayıca ortalama mol kütle değeri ( $M_n$ ): 811 ‘dir. Heterojenlik indeksini (HI) belirleyen molekül ağırlığı dağılımları ise ( $M_w/M_n$ ):

1,20 olarak bulunmuştur. (Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazının zincir uzunluklarının birbirine yakın olduğu öngörüsü 1'e yakın olan bu değer ile doğrulanmaktadır.



Şekil 5.9. (Ph-İK-PS) polimerik-Schiff bazına ait GPC kromogramı

## 5.2. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Öneriler

Sunulan tez çalışmasında, üç yeni polimer içeren Schiff bazı, (aminometil)polistiren ve indol-3-karboksaldehit / 2-metilindol-3-karboksaldehit / 2-fenilindol-3-karboksaldehit'in kondenzasyonu ile sentezlendi ve yapıları element analiz, fourier dönüşüm kızılötesi, jel geçirgenlik kromatografi ve termogravümetrik analiz teknikleri ile belirlendi.

Azometin ve indol gruplarını birlikte içermeleri sentezlemiş olduğumuz modifiye polimerleri, biyolojik sistemler için önemli kılmaktadır. Bu sebeple bileşiklerin antibakteriyel, antifungal, antikanser, antioksidan, antitümör gibi özelliklerinin incelenmesinin dikkate değer olabileceği tarafımızdan öngörülmektedir. Ayrıca bu polimerlerin katalitik aktivite, iletkenlik, ısı direnç, iyon seçicilik, immobilizasyon ve antistatik özellikleri de araştırılabilir.

## KAYNAKLAR

1. Zishen, W., Huixia, W., Zhenhuan, Y., Changhai, H., “International conference on coordination chemistry, 15th”, *Book of Abstracts*, s. 663, Russia, 1987.
2. Kayhan, S., Sarı, N., Nartop, D., “Nanoplatformlara bağlanmış schiff bazları ile kondensasyon yöntemiyle; glukoz oksidaz enzimi biyokatalizör olarak araştırılması”, *Artif. Cells, Nanomedicine and Biotechnology*, 43(4), 224-229, 2015.
3. Nartop, D., Sarı, N., Öğütçü, H., “Polimer-bağlanmış schiff bazları ve Cr(III) kompleksleri: sentez, karakterizasyon, antibakteriyel ve antifungal değerlendirilmesi”, *Chin. J. Inor. Chem*, 30(4), 921-929, 2014.
4. Dubey, R.K., Dubey, U.K., Mishra, C.M., “Sentez ve fizyokimyasal karakterizasyon bazı Schiff baz kompleksleri kromyum(III)”, *Ind. J. Chem.*, 47, 1208–1212, 2008.
5. Ersavaş, Ş. H., “Biyolojik önemi olan bazı indol türevi bileşikler ve antioksidan aktivitelerinin değerlendirilmesi”, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü”, Doktora Tezi*, s.10-15, Kayseri, 2011.
6. Wang, Q., Cai, L., Gao, F., Zhou, Q., Zhan, F., Wang, Q., “Fotokromizm Schiff baz bileşiklerinden N,N'-bis(2-aminofenil)isofthalamid: Yapı ve fotosensitivite”, *J. Mol. Struct.*, 977 (1-3), 274-278, 2010.
7. Pfeiffer, P, Breith, E., Lubbe, E., Tsumaki, T., “Tricyclische orthokondensierte nebenvalenzringe“, *Annal. Chem.*, 503, 84, 1933.
8. Erturan S., Yalçın M., Cankurtaran, H., Kunt, G., "4-Dimetilaminosinnamaldehit ile çeşitli anilinlerde türeyen schiff bazları ve Cu(II) komplekslerinin siklovoltametik incelenmesi", *XI. Kimya Kongresi*, s. 494, Van, 1997.
9. Sharma, A. K., Chandra, S., “Sentez, yapısal ve fungisidal çalışmaları hidrazon bazlı koordinasyon bileşikler”, *Spectrochim. Acta, Part A*, 103, 96-100, 2013.
10. Allan, J. R., Mccloy, B., “Termal, spektral ve manyetik çalışmaları kloro kompleksleri magnezyum, kobalt, nikel ve bakır ile 3-piridinoksimin”, *Thermochim. Acta*, 211, 85-91, 1992.
11. Karaca, F., “Yeni tip asimetrik schiff bazları ve geçiş metal komplekslerinin sentezi ve karakterizasyonu”, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü”, Yüksek Lisans Tezi*, Adana, s.11-12, 2010.

12. Hasanoğlu, E., “Schiff bazlarının sentezi, karakterizasyonu ve termal davranışlarının incelenmesi, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*”, *Yüksek Lisans Tezi*, s.12, Niğde, 2009.
13. Patai, S., “Chemistry of the carbon-nitrogen double bond, 2nd ed.” *Wiley*, s. 238, New York, 1970.
14. Köksal, H., “Yeni imin-oksim ligandlarının ve metal komplekslerinin sentezi ve yapılarının aydınlatılması, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*”, *Doktora Tezi*, s.105, Elazığ, 1999.
15. Kurtaran, R., “Azit anyonu yardımı ile çok çekirdekli koordinasyon bileşiklerinin hazırlanması ve analitik amaçla kullanılabilirliklerinin araştırılması, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*”, *Doktora Tezi*, s.12, Ankara, 2002.
16. Oskay E., “Organik Kimya”, *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, s. 322, Ankara, 1975.
17. Deligönül, N., “Schiff bazı esaslı polimerik metal komplekslerin sentezi, karakterizasyonu, katalitik, antiikrobia ve elektriksel özelliklerinin incelenmesi, *Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*”, *Yüksek Lisans Tezi*, s. 54, K.Maraş, 2006.
18. Gurnule, W. B., Paliwal, L. J., Kharat, R. B., “Synthesis and characterization and coordination polymer of 1,2-bis-(4-Thio-1,3,5-hexahydrp-1triazinyl)ethane”, *Synth. React. Inorg. Met.-Org. Chem.*, 33, 775-800, 2003.
19. Banerjee, S., Saxena, C., “Poly-Schiff bases synthesis and characterization of polyesterazomethines”, *J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.*, 34, 3565-3570, 1996.
20. Rasmussen, S. C., Thompson, D. W. Singh, V., Petersen, J. D. “Controlled synthesis of a new soluble, conjugated metallopolymer containing ruthenium chromophoric units”, *Inorg. Chem.*, 35, 3449, 1996.
21. Baruam, S. D., Narayan, C. L., “Styrene-Maleic Anhydride Copolymers: Synthesis, Characterization, and Thermal Properties”, *J. Appl. Polym. Sci.*, 60, 649- 656, 1996.
22. Beşergil, B., “Polimer Kimyası”, *Gazi Kitapevi*, s. 1-468, Ankara, 2003.
23. Kesim, H., “Poli(N-Ğzopropilakrilamid/Maleik Anhidrit) / polietilen glikol / polietilenimin esaslı suda çözünür polimerik taşıyıcıların sentezi ve

- karakterizasyonu”, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 4-6, Ankara, 2002.
24. Bailar, J. C., Zin, W. C., “Solubilization of n-alkanes into polyazomethines having flexible (n-alkyloxy)methyl side chains: 2. Theoretical model for the estimation of solubility limit”, *Polym. J.*, 39, 2977, 1998.
25. Pişkin, E., “Polimer Teknolojisine Giriş, 2nd ed”, *İnkılap Kitapevi*, s. 1-199, Ankara, 1987.
26. Baysal B., “Polimer Kimyası”, *ODTÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Yayınları*, s. 120, Ankara, 1994.
27. Oskay, E., “Organik Kimya”, *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, s. 45-52, Ankara, 1975.
28. Basan, S., “Polimer Kimyası”, *Gazi Kitapevi*, s. 87, Ankara, 2014.
29. Taşdemir, M., “Polimer Karışımları ve Uygulamaları”, *Seçkin Yayıncılık*, s. 255, 2016.
30. Saraçoğlu, M., Toy, M., Meriç, G., “Genel Kimya-4 Organik Kimya”, *Pegem A Yayıncılık*, s. 288, Ankara, 2011.
31. Li, W., Wang, M., “Electrical and magnetic properties of conjugated schiff base polymers”, *J. Appl. Polym. Sci.*, 62, 941-950, 1996.
32. Kaya, I., Koyuncu, S., “The synthesis and characterization of oligo-N-4-aminopridine, oligo-2-[(pyridine-4-yl-imino)methyl]phenol and its some oligomer metal complexes” *J. Appl. Polym. Sci.*, 44, 7299-7309, 2003.
33. Aswar, A., S., Bhave, N. S., “Thermal and electrical studies of some polychelates”, *Colloid. Polym. Sci.*, 269, 547-552, 1991.
34. Bajpai, U. D., Rai, S., Bajpai, A., “Synthesis and characterization of metal containing coordination polymers of poly(methylenedihyleneterephthalamide)”, *J. Appl. Polym. Sci.*, 48, 1241-1248, 1998.
35. Thamizharasi, S., Reddy, A. V. R., Balasubramanian, S., “Synthesis and characterization of polymer-metal complexes of copper(II) nicel(II) derived from poly(2-hydroxy-4-(meth)acryloxyacetophenoneoxime)”, *React. Funct. Polym.* 40, 143-153, 1999.
36. Li, L., Li, Z., Wang, K., Liu Y., Li, Y., Wang, Q., “Synthesis and antiviral insecticidal and fungicidal activities of gossypol derivatives containing

- alkylimine, oxime or hydrazine moiety”, *Bioorg. Med. Chem.*, 24 (3), 474-483, 2016.
37. Mart, H., Vilayetoğlu, A. R., “Synthesis, characterization and thermal degradation of some copper(II), zinc(II) and cobalt(II) complexes with oligosalicylaldehyde”, *Polym. Degrad. Stab.*, 83, 255-258, 2004.
38. El-Sonbati, A. Z., Al-Shihri, A. S., El-Bindary, A. A. “Polymer complexes XLIII.EPR, spectra and stereochemical versatility of novel copper(II) polymer complexes”, *J. Inorg. Organomet. Polym.*, 13, 99-108, 2003.
39. Chantarasiri, N., Praphairaksit, N., Muangsin, N., “Kirk-othmer encyclopedia of chemical technology” *Pharm Sci., Tech.*, 8, 120–130, 2007.
40. Catenescu, O., Grigoras, M., Colatin, G., Dobreanu, A., Hurdue, N., Simiorescu, C. I., “Synthesis and characterization of some ciliphotic-aromatic poly(shift base)s” *Eur. Polym. J.*, 37, 2213-2216, 2001.
41. Kim, W. S., Choi, Y. K., “Electrocatalytic effects of thionyl chloride reduction by polymeric schiff base transition metal(II) complexes”, *Appl. Catal., A.*, 252(1), 163-172, 2003.
42. Samol, S., Mohapatra, N. K., Acharya, S., Dey, R. K. “Chelating resins VIII. studies on chelating resins of formaldehyde and furfuraldehyde-condensed phenolic shift base derived from 4,4'-diaminodiphenylsulphone and o-hydroxyacetophenone”, *React. Funct. Polym.*, 37-52, 1999.
43. Mealares, C., Gandini, A., “Polymeric shift bases bearing furan moieties 2.polyanizes and polyazomethines” *Polym. Int.*, 40, 33-39, 1996.
44. Khuhawar, M. Y., Mughal, M. A., Channar, A. H., “Synthesis and characterization of some new schiff base polymers”, *Eur. Polym. J.*, 40 (4), 805-809, 2004.
45. Kovacic, P., Kyriakis, A., “Polymerization of benzene to p-polyphenyl”, *Tetrahedron Lett.*, 3(11), 467-469, 1962.
46. Özbülbul, A., Mart, H., Tunçel, M., Serin, S., “A new soluble schiff base polymer with a double azomethine group synthesized by oxidative polycondensation”, *Designed Mon. and Polym.*, 9 (2), 169, 2006.

47. Banerjee, S., Saxena, C., "Poly-schiff bases synthesis and characterization of polyesterazomethines", *J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.*, 34 (17), 3565-3570, 1996.
48. Wang, Y., Poirier, R. A., "Factors that influence the C=N stretching frequency in imines", *J. Phys. Chem. A.*, 101 (5), 907-912, 1997.
49. Nurbanu, Ö., Hasanoğlu E., Ö., Sarı N., Arslan, F., Tümtürk, H., "Immobilization of Glucose Oxidase Attached to New Nanospheres Including Azomethine, *Macromol. Research*", 22, 1282-1287, 2014.
50. Süzen S, Demircigil, T., Büyükbingöl, E., Özkan, S., "Electroanalytical evaluation and determination of 5-(3'-indolyl)-2-thiohydantoin derivatives by voltammetric studies: possible relevance to in vitro metabolism", *New J. Chem.*, 27, 1007-1011, 2003.
51. Süzen, S., Bozkaya, P., Çoban, T., Nebioğlu, D., "Investigation of in vitro Antioxidant Behaviour of Some 2-phenylindole derivatives: discussion on possible antioxidant mechanisms and comparison with melatonin", *J. Enzyme Inh. Med. Chem.*, 405-411, 2006.
52. Süzen, S., Büyükbingöl, E., "Evaluation of anti-hiv activity of 5-(2-phenyl-3'-indolyl)-2thiohydantoin", *II Farmaco*, 53, 525-527, 1998.
53. Büyükbingöl E, Süzen S, Klopman G., "Studies on the synthesis and structure-activity relationships of 5-(3'-indolal)-2-thiohydantoin derivatives as aldose reductase enzyme inhibitors", *II Farmaco*, 49, 37-44, 1994.
54. Garnier, F., Tourillon, G., "Organic conducting polymers derived from substituted thiophenes as electrochromic material", *J. Electroanal. Chem.*, 148, 299-303, 1982.
55. Talbi, H., Monard, G., Loos, M., Billaud, D., "Theoretical study of indole polymerization", *Journal of Molecular Structure(Theochem)*, 434, 129-134, 1998.
56. Talbi, H., Maarouf, E. B., Humbert, B., Alnot, M., Ehrhardt, J. J., Ghanbaja, J., Billaud, D., "Spectroscopic studies of electrochemically doped polyindole", *J. Phys. Chem. Solids*, 57, 1145-1151, 1996.
57. Saraç, A. S., Özkara, Ş., "In-situ spectro electrochemical investigation of indole polymerization", *Int. J. Polymer. Mater.*, 53, 587-599, 2004.



58. Saraji, M., Bagheri, A., “Electropolymerization of indole and study of electrochemical behaviour of the polymer in aqueous solutions”, *Synth. Met.*, 98, 57-63, 1998.
59. Berlin, S. R. A., Zotti, G., Zecchin, S., Schiavon, G., Canavesi, A., “Structure of polyindoles from anodic coupling of indoles an electrochemical approach”, *Chem. Mater.*, 6(10), 1742-1748, 1994.

## ÖZGEÇMİŞ

Mehmet GÜNDEM 1987 yılında Kayseri’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Kayseri’de tamamladı. 2010 yılında Erciyes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümünden mezun oldu. 2011 yılında Hakkâri/Yüksekova Vali Erdoğan Gürbüz İlköğretim Okulunda Fen Bilimleri Öğretmeni olarak göreve başladı. 2012 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı. 2013 yılında Nevşehir/Gülşehir Terlemez Ortaokulu’nda görev yaptı. 2015 yılında Alacaşar İmam Hatip Ortaokulunda başladığı görevine halen devam etmektedir. 2017 yılında yüksek lisansını tamamladı.

Adres : Cevher Dudayev Mah. Ertuğrul Gazi Sok Eras Sitesi No:42/16  
Merkez/Nevşehir

Telefon: 05075252007

e-posta : [PPM\\_38@hotmail.com](mailto:PPM_38@hotmail.com)