

Mevcut sayıya ait içindekiler listesine [DergiPark](#) üzerinden ulaşılabilir

Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi

Dergi web sayfası: dergipark.org.tr/tr/pub/sufefd

Araştırma Makalesi

2-Amino-6-süstitüepiridin Türevleri ile 5-Sülfosalisilik Asitin Zn(II) Komplekslerinin Sentezi ve Karakterizasyonu

Halil İlkimen^{a,1*}, Cengiz Yenikaya^{a,2}, Zeynep Alkan Alkaya^{b,3}^a Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, KÜTAHYA^b Uşak Üniversitesi, Banaz MYO, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, 64500, Banaz, UŞAK

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi

Geliş 18 Mart 2024

Revizyon 7 Mayıs 2024

Kabul 24 Haziran 2024

Anahtar Kelimeler

5-Sülfosalisilik asit

2-Aminopiridin

Zn(II) kompleksi

Oktahedral yapı

ÖZ

Bu çalışmada, dört yeni Zn(II) kompleksleri $\{(HX)_2[Zn(Hssal)_2(H_2O)_2]$, H₃ssal: 5-sülfosalisilik asit, X = 5 için 2-amino-6-metilpiridin (1), 6 için 2-amino-3-etil-6-metilpiridin (2) ve 7 için 2-amino-3-nitro-6-metilpiridin (3)) ve $\{[Zn(Hssal)(X)_2(H_2O)_2]$ {X = 8 için 2-amino-3-nitro-6-kloropiridin (4)} elde edildi. Zn(II) komplekslerinin yapıları element analizi, AAS, FT-IR, molar iletkenlik ve manyetik duyarlılık analizleri ile karakterize edildi. IR ve iletkenlik analizleri sonucunda 5-7 metal komplekslerinin iyonik olduğu ve 8 metal kompleksinin ise iyonik olmadığı gözlemlenmiştir. Bu sonuçları AAS ve elementel analiz testleri de desteklemektedir. Manyetik duyarlılık çalışmalarında Zn(II) (d¹⁰) metal komplekslerinin beklendiği gibi eşleşmemiş elektron taşımadıkları gözlemlenmiştir. Yapılan spektroskopik analiz sonuçlarında tüm komplekslerin (5-8) oktahedral yapıya sahip oldukları önerilmiştir.

Research Article

Synthesis and Characterization of Zn(II) Complexes of 2-Amino-6-substituepyridine Derivatives and 5-Sulfosalicylic Acid

ARTICLE INFO

Article History

Received 18 March 2024

Revised 7 May 2024

Accepted 24 June 2024

Keywords

5-Sulfosalicylic acid

2-Aminopyridine

Zn(II) complex

Octahedral structure

ABSTRACT

This study, four new Zn(II) complexes $\{(HX)_2[Zn(Hssal)_2(H_2O)_2]$, (H₃ssal: 5-sulfosalicylic acid, X = 2-amino-6-methylpyridine (1) for 5, 2-amino-3-ethyl-6-methylpyridine (2) for 6, 2-amino-3-nitro-6-methylpyridine (3) for 7, and $[Zn(Hssal)(X)_2(H_2O)_2]$, X = 2-amino-3-nitro-6-chloropyridine (4) for 8} were synthesized. The structures of Zn(II) complexes (5-8) were characterized by elemental analysis, AAS, FT-IR, molar conductivity and magnetic susceptibility analyses. The results of IR and conductivity analyses, it was observed that 5-7 metal complexes were ionic, while 8 metal complexes were non-ionic. AAS and elemental analysis tests also support these results. In magnetic susceptibility studies, it was observed that Zn(II) (d¹⁰) metal complexes did not carry unpaired electrons as expected. The results of the spectroscopic analysis of complexes 5-8 have an octahedral structure.

* Sorumlu Yazar

E-posta adresleri: halil.ilkimen@dpu.edu.tr (H. İlkimen), cengiz.yenikaya@dpu.edu.tr (C. Yenikaya), zeynep.alkan@usak.edu.tr (Z. Alkan Alkaya)

¹ ORCID: 0000-0003-1747-159X² ORCID: 0000-0002-5867-9146³ ORCID: 0000-0003-0934-4195Doi: [10.35238/sufefd.1454696](https://doi.org/10.35238/sufefd.1454696)

E-ISSN: 2458-9411

Atıf / Cite as

İlkimen, H., Yenikaya, C., Alkan Alkaya, Z., (2024), 2-Amino-6-sübstitüepiridin Türevleri ile 5-Sülfosalisilik Asitin Zn(II) Komplekslerinin Sentezi ve Karakterizasyonu, *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 50 (2), 43-48.

Makale Bilgisi Article Information

Makale Türü Article Type

Araştırma Makalesi Research Article

Geliş Tarihi Date Received

18 Mart 2024 18 March 2024

Revizyon Tarihi Date Revised

7 Mayıs 2024 7 May 2024

Kabul Tarihi Date Accepted

24 Haziran 2024 24 June 2024

Yayın Tarihi Date Published

1 Ekim 2024 1 October 2024

Değerlendirme Review Process

İki Dış Hakem, Çift Taraflı Körlleme Two External Reviewers, Double-Blind Peer Review

Etik Beyan Ethical Statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur (H. İlkimen). It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited (H. İlkimen).

İntihal Kontrolü Plagiarism Check

Bu makale, iTenticate yazılımı ile taranmış ve intihal tespit edilmemiştir. This article has been scanned with iTenticate software and no plagiarism detected.

Çıkar Çatışması Conflict of Interest

Yazarlar, bu makalede bildirilen çalışmayı etkiliyor gibi görünebilecek bilinen hiçbir rakip mali çıkarları veya kişisel ilişkileri olmadığını beyan ederler. The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Finansman Funding

Bu çalışma, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon'unca, 2020/24 ve 2023/23 numaralı projelerden alınan maddeler kullanarak hazırlanmıştır. Katkılarından dolayı Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na teşekkür ederiz. This study was prepared using the materials taken from the projects numbered 2020/24 and 2023/23 of Kütahya Dumlupınar University Scientific Research Projects Commission. We would like to thank Kütahya Dumlupınar University Scientific Research Projects Commission for their contributions.

Telif Hakkı & Lisans Copyright and License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır. Authors own the copyright of their work published in the journal and their work is published under the CC BY-NC 4.0 license.

1. Giriş

5-Sülfosalisilik asit (H_3ssa) ve proton vermiş formları anyonlarının oluşturduğu metal komplekslerinin antifungal, antimikrobiyal, antimutagenik, antidiyabetik, antitümör ve antiinflamatuvar aktiviteleri vardır (Heleno ve ark. 2015; Randjelović ve ark. 2015). Bu formlar metal iyonuna bir, iki, üç ve çok dişli ligandlar olarak koordine olabilmektedir (İlkimen ve ark. 2022). 5-Sülfosalisilik asitin geçiş metal kompleksleri ile oluşturduğu bileşikler incelendiğinde en çok Cu(II) metali ile kompleks oluşturduğu gözlenmiştir (İlkimen ve ark. 2022). 5-Sülfosalisilik asitin Zn(II) kompleksleri (Khadikar ve ark. 1984; Rajagopalan ve ark. 1988; Ma ve ark. 2003; Hecht 2004; Duan ve ark. 2006; Lamshoef ve ark. 2011; Banowski ve Kropf 2015a,b; Ivanova ve Spiteller 2017; Song ve ark. 2019) ve 1,4-bis(1H-imidazol-1-il)benzen (Xu ve ark. 2019; 2020), benzohidrazit (Koksharova ve ark. 2023), 1,1'-(1,4-bütandiil)bis(imidazol) (Yang ve ark. 2011), metakrilik asit (Zotkin ve ark. 2013), 4,4'-dipiridil sülfid (Du ve ark. 2009), 2-fenil-1H-1,3,7,8-tetraazasiklopenta[1]fenantren (Han ve ark. 2009), 2,2'-bipiridin (Fan ve ark. 2005), 1,10-fenantrolin (Chen ve ark. 2003; Zhang ve ark. 2009), tris(2-aminoetil)amin (Ma ve ark. 2005) ve nitrilotriasetik asit (Sharma ve Tandon 1970) ile karışık ligandlı kompleksleri sentezlenmiştir.

2-Aminopiridin türevlerinin metal iyonlarına azot atomlarından bir veya iki dişli olarak bağlandığı (Buyukkidan ve ark. 2013; Zordok ve ark. 2017) ve antiinflamatuvar, antiviral, antikonvülsan, antihistaminik, antifungal, antibakteriyel, antiparazitik, kardiyotonik ve analjezik biyolojik aktiviteleri olduğunu gözlenmektedir (Marinescu 2017).

Dört yeni Zn(II) kompleksleri $\{(HX)_2[Zn(Hssa)_2(H_2O)_2]\}$, H_3ssa : 5-sülfosalisilik asit, X = 5 için 2-amino-6-metilpiridin

(1), 6 için 2-amino-3-etil-6-metilpiridin (2) ve 7 için 2-amino-3-nitro-6-metilpiridin (3)} $\{[Zn(Hssa)(X)_2(H_2O)_2]\}$ {X = 2-amino-3-nitro-6-kloropiridin (4)} elde edildi. Zn(II) komplekslerinin yapıları element analizi, AAS, FT-IR, molar iletkenlik ve manyetik duyarlılık analizleri ile karakterize edildi. IR ve iletkenlik analizleri sonucunda 5-7 metal komplekslerinin iyonik olduğu ve 8 metal kompleksinin ise iyonik olmadığı gözlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda komplekslerin hepsinin oktahedral bir yapıya sahip olduğu önerilmiştir.

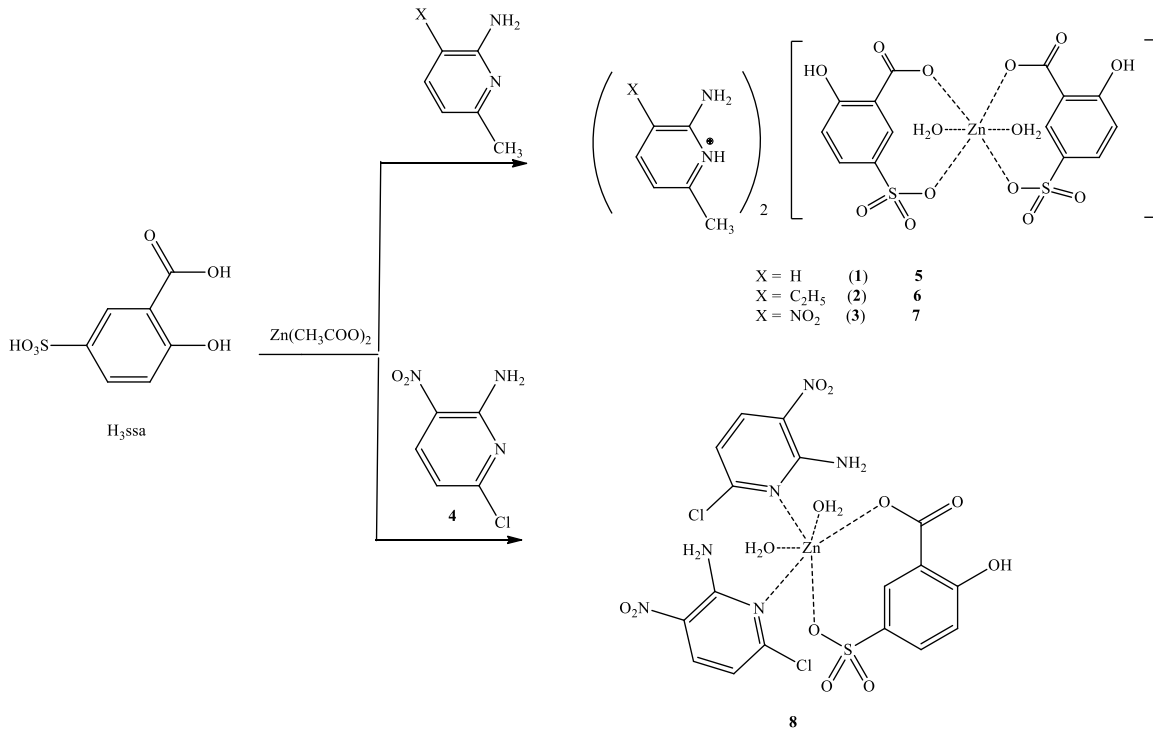
2. Deneysel Çalışma

2.1. Materyal

Kimyasal maddeler Merck firmasından alınmıştır. AAS analizi için Perkin Elmer PinAAcle 900T, Elementel analizi için Elementar Vario III EL, FT-IR analizi için BRUKER OPTICS VERTEX 70, manyetik duyarlılık için Sherwood Scientific Magway MSB MK1 ve molar iletkenlik için WTW Cond 315i/SET cihazları kullanılmıştır.

2.2. Komplekslerinin sentezi

2 mmol (0,4390 g) $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$, 2 mmol (0,508 g) $H_3ssa \cdot 2H_2O$ ve 2 mmol 2-aminopiridin (5 için 0,2162 g 1, 6 için 0,2724 g 2, 7 için 0,3063 g 3 ve 8 için 0,3471 g 4) 100 mL sıcak etanol (%50) içerisinde karıştırıldı. Bir hafta oda koşullarında karıştırıldıktan sonra reaksiyon ortamında çöken beyaz (5 ve 6) ve sarı (7 ve 8) katılar süzüldü ve kurutuldu (5 için 0,4512 g, %60 verim, e.n.: $>350^\circ C$, 6 için 0,4031 g, %50 verim, e.n.: $>350^\circ C$, 7 için 0,6300 g, %75 verim, e.n.: $>350^\circ C$ ve 8 için 0,5318 g, %80 verim, e.n.: $>350^\circ C$) (Şekil 1).



Şekil 1. Zn(II) komplekslerinin (5-8) sentezi.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. AAS ve elemental analiz sonuçları

Komplekslerin (5-8) AAS ve elemental analiz sonuçları %deneysel(teorik); 5 için ($C_{26}H_{30}N_4O_{14}S_2Zn$) C, 41,60(41,52); H, 4,00(4,02); N, 7,50(7,45); S, 8,60(8,53); Zn, 8,70(8,69); 6 için ($C_{30}H_{38}N_4O_{14}S_2Zn$) C, 44,60(44,59); H, 4,70(4,74); N, 7,00(6,93); S, 7,90(7,94); Zn, 8,10(8,09); 7 için ($C_{26}H_{28}N_6O_{18}S_2Zn$) C, 37,10(37,09); H, 3,20(3,35); N, 10,10(9,98); S, 7,65(7,62); Zn, 7,80(7,76) ve 8 için ($C_{17}H_{16}Cl_2N_6O_{12}S_2Zn$) C, 30,80(30,72); H, 2,40(2,43); N, 12,70(12,64); S, 4,85(4,82); Zn, 9,90(9,84) olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre komplekslerdeki Zn:H₃ssal:aminopiridin oranı 5-7 için 1:2:2 ve 8 için 1:1:2 şeklinde bulunmuştur.

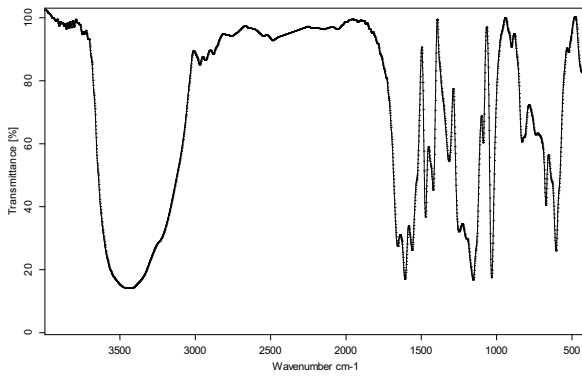
3.2. IR sonuçları

Bileşiklerin (5-8) IR spektrumları Şekil 2-5'te ve IR bant değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Spektrumlarda Şekil 1'de önerilen yapıları destekleyen bantlar mevcuttur. Başlangıç

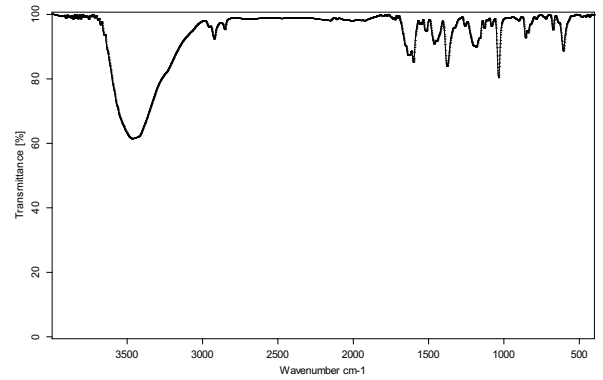
maddelerinde 3175-3443 cm^{-1} aralığında gelen $\nu(N-H)$ gerilmeleri (Tunca ve ark. 2020) komplekslerde 5 kompleksinde 3423 ve 3245 cm^{-1} , 6 kompleksinde 3425 ve 3239 cm^{-1} ve 7 kompleksinde 3424 ve 3286 cm^{-1} gözlenmiştir. 8 Kompleksinde ise yayvan OH piklerinin altında kaldığı için gözlenememiştir. Komplekslerdeki karboksilat asimetrik ve simetrik $\nu(C=O)$ gerilmeleri 5 kompleksinde 1649 ve 1463 cm^{-1} , 6 kompleksinde 1657 ve 1472 cm^{-1} , 7 kompleksinde 1642 ve 1427 cm^{-1} ve 8 kompleksinde 1672 ve 1472 cm^{-1} 'de gözlenmiştir. Bu değerler arasındaki farklar sırasıyla 186, 185, 220 ve 200 asit ligandlarının karboksilat grupları metal atomlarına tek dişli olarak bağlandığını göstermektedir (Nakamoto 1997). 5-8 Komplekslerinde 445-450 cm^{-1} $\nu(M-N)$ (5 ve 6 için), 537-606 cm^{-1} $\nu(M-O)$, 745-810 cm^{-1} piridin halkası, 1130-1326 cm^{-1} $\nu(S=O)$ gerilmeleri, 1073-1380 cm^{-1} $\nu(C-O)$, 1420-1634 cm^{-1} $\nu(C=N)$ ve $\nu(C=C)$ gerilmeleri, 1547-1579 cm^{-1} $\nu(C-O)_{fenol}$, 2473-2763 cm^{-1} $\nu(N^+-H)$ gerilmeleri (7 ve 8 için) (Cook 1961), 2746-2970 cm^{-1} alifatik $\nu(C-H)$ gerilmeleri, 3084-3100 cm^{-1} aromatik $\nu(C-H)$ gerilmeleri ve 3466-3563 cm^{-1} $\nu(O-H)$ gerilmeleri aralıklarında gözlenmiştir.

Tablo 1. Komplekslerin (5-8) IR bantları (cm^{-1}).

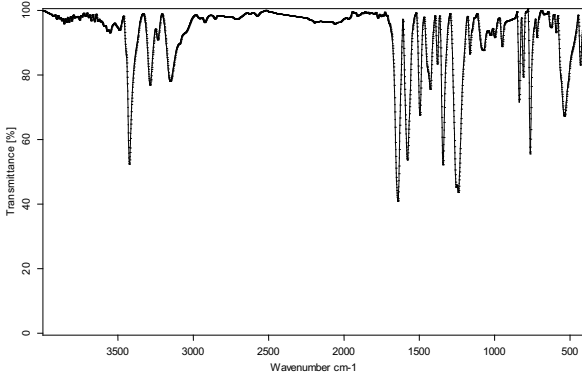
	5	6	7	8
$\nu(O-H)$	3466(y)	3563(y) 3489(y)	3553(y) 3490(y)	3486(y)
$\nu(N-H)$	3423(oş) 3245(oş)	3425(oş) 3239(oş)	3424(oş) 3286(oş)	-
$\nu(C-H)_{Ar}$	3100(z)	3100(z)	3153(z)	3084(z)
$\nu(C-H)_{Alf.}$	2953(z) 2922(z) 2853(z)	2970(z) 2934(z) 2881(z)	2924(z) 2856(z) 2787(z)	2924(z) 2854(z) 2746(z)
$\nu(N^+-H)$	2676(z) 2473(z)	2763(z) 2486(z)	2716(z) 2577(z)	-
$\nu(C=O)$	1649(ş) 1463(ş)	1657(ş) 1472(ş)	1642(ş) 1427(ş)	1672(ş) 1472(ş)
$\nu(C=C)_{fen.}$	1547(ş)	1561(ş)	1579(ş)	1559(ş)
$\nu(C=N)$	1634(ş)	1608(ş)	1496(ş)	1608(ş)
$\nu(C=C)$	1601(ş) 1516(ş)	1421(ş)	1445(ş)	1527(ş) 1420(ş)
$\nu(C-O)$	1378(ş) 1259(ş) 1083(ş)	1317(ş) 1208(ş) 1089(ş)	1380(ş) 1241(ş) 1073(ş)	1380(ş) 1256(ş) 1088(ş)
$\nu(S=O)$	1326(ş) 1184(ş) 1130(ş)	1250(ş) 1156(ş)	1255(ş) 1163(ş)	1316(ş) 1205(ş) 1155(ş)
$\nu(py)$	787(ş)	810(ş)	764(ş)	745(ş)
$\nu(M-O)$	606(z)	606(z)	537(z)	606(z)
$\nu(M-N)$	445(z)	450(z)	-	-



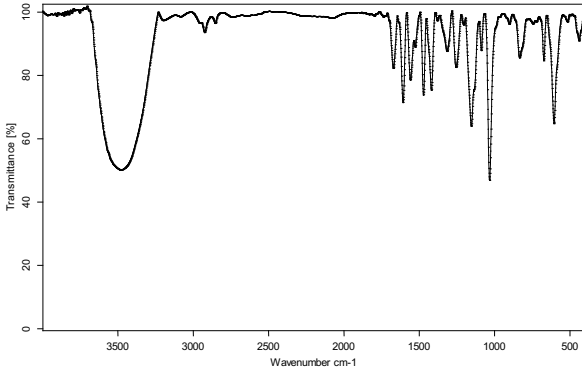
Şekil 2. Kompleks 5'in IR spektrumu.



Şekil 3. Kompleks 6'nın IR spektrumu



Şekil 4. Kompleks 7'nin IR spektrumu



Şekil 5. Kompleks 8'in IR spektrumu

3.3. Manyetik duyarlılık sonuçları

Komplekslerin manyetik duyarlılık sonuçları 0 BM bulunmuştur. Bu sonuçlar metal iyonun eşleşmemiş elektron içermediğini (Zn^{2+} , $3d^{10}$) göstermektedir.

3.4. Molar iletkenlik sonuçları

DMSO çözeltisinde (10^{-3} M) alınan iletkenlik ölçümleri 5 kompleksi için $60,50 \mu S/cm$, 6 kompleksi için $64,30 \mu S/cm$, 7 kompleksi için $65,00 \mu S/cm$ ve 8 kompleksi için $5,2 \mu S/cm$ olarak gözlenmiş ve bu sonuçlar 5-7 komplekslerinin 2:1 iyonik olduğunu ve 8 kompleksinin ise iyonik olmadığını göstermektedir (Geary 1971).

4. Sonuçlar

Bu çalışmada 5-sülfosalisilik asit (H_3ssal) ile 2-amino-6-metilpiridin (1), 2-amino-3-etil-6-metilpiridin (2), 2-amino-3-nitro-6-metilpiridin (3) ve 2-amino-3-nitro-6-kloropiridin'in (4) $Zn(II)$ kompleksleri (5-8) sentezlenmiştir. Bileşiklerin yapıları, elementel analiz, AAS, IR, manyetik duyarlılık ve molar iletkenlik metotları ile önerilmiştir. Sentezlenen tüm maddeler DMSO, DMF, su/etanol (1:1), su/metanol (1:1) gibi polar çözücülerde çözünmektedir. Deneysel olarak elde edilen AAS sonuçları spektroskopik çalışmalar sonucunda önerilen yapılardan hesaplanan element miktarları ile uyum içerisindedir. Bileşiklerin IR spektrumu incelendiğinde 5-7 komplekslerinde NH_2 'den kaynaklanan pikleri gözlenmiştir. 5-7 komplekslerinde piridin azot atomunun protonlanması ile $\nu(N^+-H)$ pikleri gözlenirken 8 kompleksinde bu pikler gözlenmemiştir. Bu durumda 2-aminopiridin türevlerinin 5-7 komplekslerinde tamamlayıcı iyon şeklinde bulunduğu, 8 kompleksinde ise metal iyonuna bağlandığını göstermektedir. Bu sonuçları molar iletkenlik testleri de desteklemektedir. İletkenlik testleri sonucunda 5-7 kompleksleri iyonik olup 8 kompleksi

ise iyonik olmayandır. Metal komplekslerinin manyetik duyarlılık çalışmaları sonucunda $Zn(II)$ (d^{10}) metal komplekslerinin beklendiği gibi eşleşmemiş elektron taşımadıkları gözlenmiştir. Spektroskopik analiz sonucunda komplekslerin oktahedral yapıya sahip oldukları önerilmiştir.

Yazar Katkı Beyannamesi

Halil İlkimen: Kavramsallaştırma, Metodoloji, Yazılım, Veri iyileştirme, Yazma-Özgün taslak hazırlama. Cengiz Yenikaya: Yazma-Özgün taslak hazırlama, Görselleştirme, Denetleme, Kaynaklar, Yazma-İnceleme, Düzenleme. Zeynep Alkan Alkaya: Yazma-Özgün taslak hazırlama, Görselleştirme, Denetleme, Kaynaklar, Yazma-İnceleme, Düzenleme.

Kaynaklar

- Banowski, B., Kropf, C., (2015), Cosmetic antiperspirants with aromatic sulphonic acids, Germany, DE102013220789 A1 2015-04-16a.
- Banowski, B., Kropf, C., (2015), Cosmetic antiperspirants with aromatic sulphonic acids. World Intellectual Property Organization, WO2015055198 A1 2015-04-23b.
- Buyukkidan, N., Yenikaya, C., İlkimen, H., Karahan, C., Darcan, C., Şahin, E., (2013), Synthesis, characterization and antimicrobial activity of a novel proton salt and its $Cu(II)$ complex. *Russian Journal of Coordination Chemistry*, 39(1), 96-103.
- Chen, Z. F., Shi, S. M., Hu, R. X., Zhang, M., Liang, H., Zhou, Z. Y., (2003), Synthesis, crystal structure, fluorescence property and antibacterial activity of two unprecedented one-dimensional chain metalorganic coordination polymers: $Zn(H-SSA)(Phen)(H_2O)_2$ and $Cu(H-SSA)(Phen)(H_2O)_2$. *Chinese Journal of Chemistry*, 21(8), 1059-1065.
- Cook, D., (1961), Vibrational spectra of pyridinium salts. *Canadian Journal of Chemistry*, 39(10), 2009-2024.
- Du, Z. X., Li, J. X., Wang, L. Y., (2009), Syntheses, crystal structures and fluorescent properties of two 4,4'-dipyridylsulfide based zinc(II) and cadmium(II) helical complexes. *Journal of Coordination Chemistry*, 62(15), 2411-2420.
- Duan, X., Li, D., Lin, Y., Zhang, L., Tuo, Z., (2006), Method for preparing layered double hydroxides-sulfosalicylic acid having supramol Inter calating structure and its application. China, CN1861702 A 2006-11-15.
- Fan, S. R., Zhu, L. G., Xiao, H. P., (2005), catena-Poly[[cis-diaqua(2,2'-bipyridine)zinc(II)]- μ -5-sulfonatosalicylate]. *Acta Crystallographica*, E61(5), m804-m806.
- Geary, W. J., (1971), The use of conductivity measurements in organic solvents for the characterisation of coordination compounds. *Coordination Chemistry Reviews*, 7, 81-122.
- Han, Q., Wang, X. C., Li, X. Y., Yao, G. X., Yan, Y. S., (2009), Aqua(2-hydroxy-5-sulfonatobenzoato- κO^1)bis(2-phenyl-1H-1,3,7,8-tetraazacyclopenta[1]phenanthrene- $\kappa^2 N^7, N^8$)zinc(II). *Acta Crystallographica*, E65(11), m1282-m1283.
- Hecht, E., (2004), catena-Poly[[tetraaquazinc(II)]- μ -5-sulfosalicylate- $\kappa^2 O:O'$] *Acta Crystallographica*, E60(9), m1286-m1288.
- Heleno, S. A., Martins, A., Queiroz, M. J. R. P., Ferreira, I. C. F. R., (2015), Bioactivity of phenolic acids: metabolites versus

- parent compounds: a review. *Food Chemistry*, 173, 501-513.
- Ilkimen, H., İlkimen, B., Yenikaya, C., (2022), Metal complexes of 5-sulfosalicylic acid. New developments in science and mathematics, Bölüm 2.3, ss 221-234, Hiperyayın Evi.
- Ivanova, B., Spiteller, M., (2017), On the nature of the coordination bonding of metal-organics for ions with the d^{10} electronic configuration - Experimental and theoretical analyses. *Polyhedron*, 137, 256-264.
- Khadikar, P. V., Joshi, S., Kashkhedikar, S. G., Heda, B. D., (1984), Metal-complexes of 5-sulfosalicylic acid and their antimicrobial activity. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 46(6), 209-211.
- Koksharova, T., Slyvka, Y., Savchenko, O., Mandzii, T., Smola, S., (2023), 5-Sulfosalicylato Cu(II), Zn(II) and Ni(II) coordination compounds with benzohydrazide: Synthesis, structure and luminescent properties. *Journal of Molecular Structure*, 1271, 133980.
- Lamshoef, M., Storp, J., Ivanova, B., Spiteller, M., (2011), Gas-phase CT-stabilized Ag(I) and Zn(II) metal-organic complexes - Experimental versus theoretical study. *Polyhedron*, 30(15), 2564-2573.
- Ma, J. F., Yang, J., Liu, J. F., (2003), Hexaaquazinc(II) 3-carboxy-4-hydroxybenzenesulfonate tetrahydrate. *Acta Crystallographica*, E59(7), m487-m488.
- Ma, W. X., Qian, B. H., Gao, J., Xu, X. Y., Lu, L. D., Yang, X. J., Wang, X., Song, H. B., (2005), Synthesis, crystal structure and spectral characterization of the complex $[Zn(tren)(SSA)]$. *Wuji Huaxue Xuebao*, 21(4), 612-616.
- Marinescu, M., (2017), 2-Aminopyridine - a classic and trendy pharmacophore. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 8(2), 338-335.
- Nakamoto, K., Infrared and raman spectra of inorganic and coordination compounds, 5th ed Wiley-Interscience, New York, 1997.
- Rajagopalan, K. V., Kalyanaraman, R., Sundaresan, M., (1988), Thermal decompositions of sulfosalicylates of magnesium(II), calcium(II) and zinc(II). *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 34(1), 329-334.
- Randjelović, P., Veljković, S., Stojiljković, N., Sokolović, D., Ilić, I., Laketić, D., Randjelović, D., Randjelović, N., (2015), The beneficial biological properties of salicylic acid. *Acta Facultatis Medicae Naissensis*, 32, 259-265.
- Sharma, G., Tandon, J. P., (1970), Potentiometric studies on stepwise mixed ligand complex formation copper(II), nickel(II), or zinc(II)-nitrilotriacetic acid-hydroxy acid. *Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry*, 32(4), 1273-1278.
- Song, J. H., Kim, D. W., Kang, D. W., Lee, W. R., Hong, C.S., (2019), Humidity-triggered single-crystal-to-single-crystal structural transformations in a Zn(II) coordination polymer displaying unusual activation energy change in proton conductivity. *Chemical Communications*, 55(65), 9713-9716.
- Tunca, E., Bülbül, M., İlkimen, H., Canlıdınç, R.S., Yenikaya, C., (2020), Investigation of the effects of the proton transfer salts of 2-aminopyridine derivatives with 5-sulfosalicylic acid and their Cu(II) complexes on cancer-related carbonic anhydrases: CA IX and CA XII. *Chemical Papers*, 74, 2365-2374.
- Xu, T. Y., Wang, H., Li, J. M., Zhao, Y. L., Han, Y. H., Wang, X. L., He, K. H., Wang, A. R., Shi, Z. F., (2019), A water-stable luminescent Zn(II) coordination polymer based on 5-sulfosalicylic acid and 1,4-bis(1Himidazol-1-yl)benzene for highly sensitive and selective sensing of Fe ion. *Inorganica Chimica Acta*, 493, 72-80.
- Xu, T. Y., Nie, H. J., Li, J. M., Shi, Z. F., (2020), Highly selective sensing of Fe^{3+}/Hg^{2+} and proton conduction using two fluorescent Zn(II) coordination polymers. *Dalton Transactions*, 49(32), 11129-11141.
- Yang, Y., Du, P., Ma, J. F., Kan, W. Q., Liu, B., Yang, J., (2011), Series of metal-organic frameworks based on different salicylic derivatives and 1,1'-(1,4-butanediyl)bis(imidazole) ligand: syntheses, structures, and luminescent properties. *Crystal Growth Design*, 11(12), 5540-5553.
- Zhang, K. L., Yang, B., Ng, S. W., (2009), Diaquabis(1,10-phenanthroline- κ^2N,N')zinc(II) 2-hydroxy-5-sulfonatobenzoate tetrahydrate. *Acta Crystallographica*, E65(2), m239-m240.
- Zordok, W. A., Sadeek, S. A., El-Faragy, A. F., (2017), Synthesis, characterization, DFT modeling and biological studies of new Co(II), Ni(II) and Cu(II) 4,6-bis(4-chlorophenyl)-2-amino-1,2-dihydropyridine-3-carbonitrile complexes. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 14(12), 2529-2547.
- Zotkin, I. I., Kuznetsova, N. V., Kabanova, L., (2013), Zinc or copper(2+) salts used as biocides in polymer materials. Russian Federation, RU2497857 C1 2013-11-10.