

2,4-DİKLORO-5-SÜLFAMOYL BENZOİK ASİT İLE 2-AMİNOPİRİDİN TÜREVLERİNİN KARIŞIK LİGANDLI Cu(II) KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF MIXED-LIGAND Cu(II) COMPLEXES OF 2,4-DICHLORO-5-SULFAMOYL BENZOIC ACID AND 2-AMINOPYRIDINE DERIVATIVES

Halil İLKİMEN 

Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü

Cengiz YENİKAYA 

Prof. Dr, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü

Geliş Tarihi / Received: 20.02.2021
Kabul Tarihi / Accepted: 21.03.2021

Araştırma Makalesi/Research Article
DOI: 10.38065/euroasiaorg.505

ÖZET

2,4-Dikloro-5-sülfamoyilbenzoik asit ve türevlerinin antidiyabetik, antiinflamatuvar, antimikrobiyal, antifungal, romatizma tedavisi, ağrı kesici, enzim inhibitörü, diüretik ve menisküs gibi kullanım alanları literatürde bulunmaktadır. Literatürde 2,4-kloro-5-sülfamoyilbenzoik asitin (Hsba) Fe(III) kompleksi, etilendiamin, 2-amino-3-metilpiridin ve 2-aminometilpiridin ile tuzu ve 2-aminometilpiridin {Zn(II)}, 4,4'-bipiridin {Co(II), Cu(II), Zn(II) ve Cd(II)} ve 1,3-bis(4-piridil)propan {Cd(II), Ag(I) ve Pb(II)} ile karışık ligandlı metal kompleksleri sentezlenmiş ve yapıları incelenmiştir. Bu çalışmada, 2,4-kloro-5-sülfamoyilbenzoik asit ile 2-aminopiridin türevleri (2-amino-3-hidroksipiridin (2a3OHp), 2-amino-3-bromo-5-nitropiridin (2a3Br5NO₂p) ve 2-amino-3,5-dibromopiridin (2a35DBrp)) karışık ligandlı Cu(II) metal kompleksleri (Cusba2a3OHp, Cusba2a3Br5NO₂p ve Cusba2a35DBrp) sentezlenmiştir. Cu(II) komplekslerinin yapıları, elementel analiz, AAS, IR, molar iletkenlik, manyetik duyarlılık ile önerilmiştir. Sentezlenen maddelerin teorik olarak elde edilen değerler ile deneysel olarak elde edilen elementel analiz ve AAS değerleri, spektroskopik çalışmalar sonucunda önerilen yapılarla uyum içerisindedir. Tüm komplekslerde metal:asit:baz oranı 1:2:2 olarak gözlenmiştir. Komplekslerin IR spektrumlarına gözlenmesi beklenen gerilme ve titreşim bandları mevcuttur. Komplekslerin duyarlılık çalışmalarında tüm komplekslerde d⁹ {Cu(II)} şeklinde olduğu gözlenmiştir. İletkenlik ölçümlerinde komplekslerin iyonik olmadığı gözlenmiştir. Sentezlenen metal tüm komplekslerin oktahedral olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: 2,4-Kloro-5-sülfamoyilbenzoik Asit, Metal Kompleksi, Sentez ve Karakterizasyon.

ABSTRACT

The usage areas of 2,4-dichloro-5-sulfamoylbenzoic acid and its derivatives such as antidiabetic, anti-inflammatory, antimicrobial, antifungal, rheumatism therapy, pain reliever, enzyme inhibitor, diuretic and meniscus are found in the literature. In the literature, Fe (III) complex, ethylenediamine, 2-amino-3-methylpyridine and 2-aminomethylpyridine with salt and 2-aminomethylpyridine {Zn (II)}, 4,4'-bipyridine {Co(II), Cu(II), Zn(II) and Cd(II)} and 1,3-bis (4-pyridyl) propane {Cd(II), Ag(I) and Pb (II)} mixed ligand metal complexes of 2,4-chloro-5-sulfamoylbenzoic acid (Hsba) synthesized and structures were investigated. In this study, with 2,4-chloro-5-sulfamoylbenzoic acid and 2-aminopyridine derivatives (2-amino-3-hydroxypyridine (2a3OHp), 2-amino-3-bromo-5-nitropyridine (2a3Br5NO₂p) and 2-amino-3,5-dibromopyridine (2a35DBrp)) mixed ligand Cu (II) metal complexes (Cusba2a3OHp, Cusba2a3Br5NO₂p and Cusba2a35DBrp) were synthesized. The structures of Cu(II) complexes have been proposed by elemental analysis, AAS, IR, molar conductivity, magnetic susceptibility. The theoretically obtained values of the synthesized substances

and the elemental analysis and AAS values obtained experimentally are in accordance with the structures proposed as a result of spectroscopic studies. The metal: acid: base ratio of 1:2:2 was observed in all the complexes. There are stress and vibration bands that are expected to be observed in the IR spectra of the complexes. In sensitivity studies of the complexes, it was observed that d^9 {Cu(II)} in all complexes. In conductivity measurements, it was observed that the complexes were not ionic. It has been observed that all of the synthesized metal complexes are octahedral.

Keywords: 2,4-Dichloro-5-sulfamoylbenzoic Acid, Metal Complex, Synthesis and Characterization.

1. GİRİŞ

2,4-Dikloro-5-sülfamoyilbenzoik asit ve türevlerinin antidiyabetik, antiinflamatuar, antimikrobiyal, antifungal, romatizma tedavisi, ağrı kesici, enzim inhibitörü, diüretik ve menisküs gibi kullanım alanları literatürde bulunmaktadır (Kulikova, et all. 1977; Ohnishi, et all. 1982; Mochida, et all. 1982,1983; Shani, et all. 1983; Prescott ve Baggot, 1993; Supuran, et all. 2000; Yenikaya, et all. 2010,2011; Wanaski, et all. 2012; Slawinski, et all. 2014; Hu, et all. 2016; Matulis, et all. 2017a,b; Potla, et all. 2020; Zaksauskas, et all.2018, 2020).

2,4-Dikloro-5-sülfamoyilbenzoik asitin basit geçiş metal kompleksi, proton transfer tuzları ve karışık ligand metal komplekslerinden çok az sentezlenmiştir. İlkimen, vd. (2020) 2,4-dikloro-5-sülfamoyilbenzoik asitin Fe (III) kompleksi {[Fe(sba)₂(H₂O)₃]} hazırlamış ve yapısını elemental, FTIR, manyetik ve molar iletkenlik ölçümleri ile karakterize edilmiştir. Yenikaya vd. (2011), 2,4-dikloro-5-sülfamoyilbenzoik asit ve etilendiamin veya 2-amino-3-metilpiridin arasında iki proton transfer bileşiği hazırlamış ve elemental, spektral (IR ve UV-vis), termal analizler ve tek kristal X-ışını kırınım çalışmaları ile aydınlatmışlardır. Yenikaya vd. (2010), 2,4-dikloro-5-sülfamoyilbenzoik asit ve 2-aminometilpiridin'in proton transfer tuzu ve Zn (II) kompleksini hazırlamış ve yapılarını elemental, spektral (¹H-NMR, IR ve UV-vis.) manyetik duyarlılık ve tek kristal X-ışını ile aydınlatmışlardır. Zhao, vd. (2013), 2,4-dikloro-5-sülfamoyilbenzoik asit ve 4,4'-bipiridin karışık ligandlı koordinasyon polimerlerini {Co(II), Cu(II), Zn(II) ve Cd(II)}, hidrotermal yöntemle sentezlenmiş ve yapılarını elemental, spektral (IR ve UV-vis.), termal analizler ve tek kristal x-ışını kırınım tekniği ile karakterize edilmişlerdir. Liu vd. (2015), 2,4-dikloro-5-sülfamoyilbenzoik asit ile 1,3-bis(4-piridil)propan karışık ligand koordinasyon polimeri Cd(II), Ag(I) ve Pb(II) komplekslerini hidrotermal yöntemlerle sentezlemiş ve yapılarını elemental, spektral (IR ve UV-vis.) ve tek kristal X-ışını tekniği ile açıklamışlardır.

Bu çalışmada, 2,4-kloro-5-sülfamoyilbenzoik asit ile 2-aminopiridin türevleri (2-amino-3-hidroksipiridin (2a3OHp), 2-amino-3-bromo-5-nitropiridin (2a3Br5NO₂p) ve 2-amino-3,5-dibromopiridin (2a35DBrp)) karışık ligandlı Cu(II) metal kompleksleri (Cusba2a3OHp, Cusba2a3Br5NO₂p ve Cusba2a35DBrp) sentezlenmiştir. Komplekslerin yapıları, AAS, elementel analiz, IR, molar iletkenlik, manyetik duyarlılık, yük dengliği ve daha önceki çalışmalar ile açıklanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2. Metal Komplekslerin Sentezi

2 mmol (0,5402 g) Hsba, 1 mmol aminopiridin türevi {0,1101 g 2a3OHp (Cusba2a3OHp için); 0,2170 g 2a3Br5NO₂p (Cusba2a3Br5NO₂p için) veya 0,2519 g 2a35DBrp (Cusba2a35DBrp için)} ve 1 mmol (0,2000 g) Cu(CH₃COO)₂.2H₂O balon içerisinde 30 mL su/etanol (1:1) içerisinde çözüldü. Oda sıcaklığında üç gün karıştırıldıktan sonra çözelti ortamında çöken koyu yeşil (1,3240 g, %75 verim Cusba2a3OHp); açık yeşil (1,5830 g, %70 verim Cusba2a3Br5NO₂p) ve mavi (1,7498 g, %65 verim Cusba2a35DBrp) renkli toz metal kompleksleri süzülde, kurutuldu.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Cusba2a3OHp, Cusba2a3Br5NO₂p, Cusba2a35DBRp komplekslerin spektroskopik çalışmalar sonucu ortaya konulan yapılarının teorik olarak elde edilen element miktarları, elementel analiz ve AAS sonuçlarında deneysel olarak elde edilen element değerleri ile uyum içinde olduğu gözlenmiştir. Elementel analiz ve AAS sonuçlarına göre metal komplekslerinde Metal:Asit:Baz oranı tüm kompleksleri için 1:2:2 olduğu gözlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Metal komplekslerinin elementel analiz ve ICP-OES sonuçları.

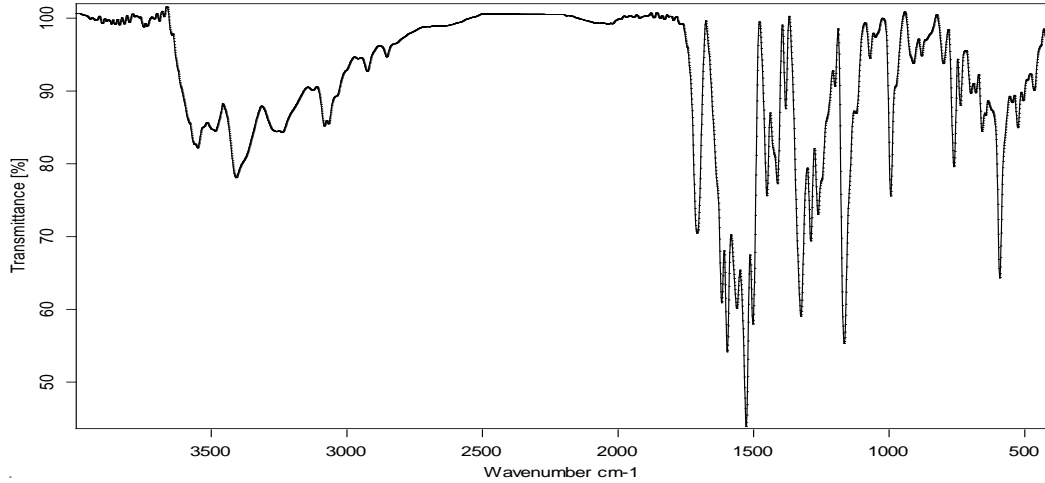
Bileşik	Kapalı formülü	% Deneysel(% Teorik)				
		C	H	N	S	M
Cusba2a3OHp	C ₂₄ H ₂₈ Cl ₄ CuN ₆ O ₁₄ S ₂	32,20 (32,24)	3,15 (3,16)	9,40 (9,40)	7,21 (7,17)	7,13 (7,11)
Cusba2a3Br5NO ₂ p	C ₂₄ H ₂₄ Br ₂ Cl ₄ CuN ₈ O ₁₆ S ₂	25,95 (25,97)	2,15 (2,18)	10,12 (10,10)	5,80 (5,78)	5,70 (5,73)
Cusba2a35DBRp	C ₂₄ H ₂₄ Br ₄ Cl ₄ CuN ₆ O ₁₂ S ₂	24,45 (24,48)	2,07 (2,05)	7,15 (7,14)	5,48 (5,45)	5,40 (5,40)

Tablo 2. Metal kompleksinin bazı FT-IR bantları (cm⁻¹)

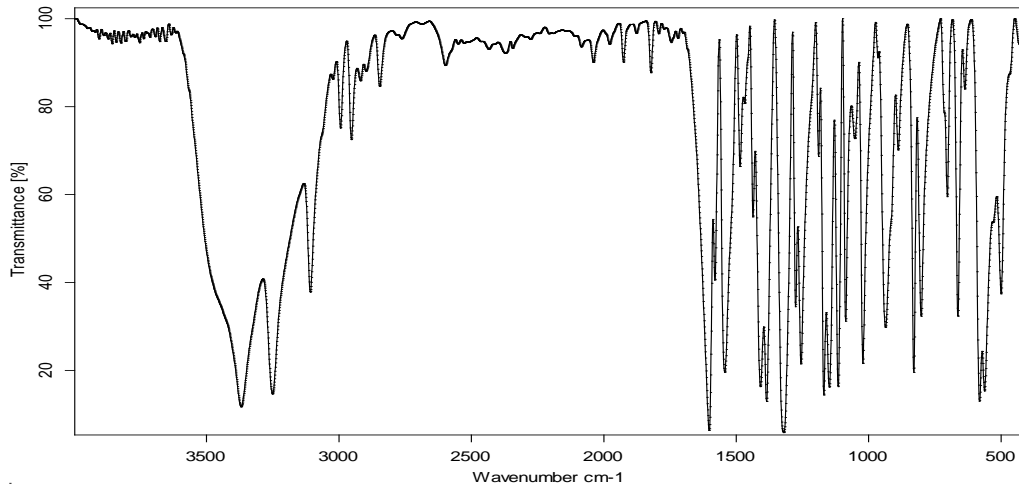
	Cusba2a3OHp	Cusba2a3Br5NO ₂ p	Cusba2a35DBRp
v(OH)	3550(br)	3464(br)	3570(br)
v(NH ₂)	3486(m) 3409(m) 3371(m) 3240(m)	3369(m) 3252(m)	3471(m) 3350(m) 3277(m) 3264(m)
v(CH) _{Ar}	3083(w)	3109(w)	3086(w)
v(C=O)	1709(s) 1502(s)	1602(s) 1409(s)	1640(s) 1420(s)
v(C=N)	1617(s)	1580(s)	1615(s)
v(C=C)	1597(s) 1562(s) 1451(s) 1412(s)	1545(s) 1486(s)	1593(s) 1557(s) 1484(s)
v(NO ₂)		1545(s) 1320(s)	-
v(CO)	1382(s) 1289(s) 1071(s)	1386(s) 1276(s) 1087(s)	1386(s) 1269(s) 1097(s)
v(S=O)	1236(s) 1166(s) 1123(s)	1256(s) 1189(s) 1169(s)	1254(s) 1162(s) 1154(s)
v(py)	800(s)	802(s)	800(s)
v(M-O)	465(w)	500(w)	492(w)
v(M-N)	592(w)	581(w)	587(w)

Cusba2a3OHp, Cusba2a3Br5NO₂p, Cusba2a35DBRp komplekslerinin IR spektrumları Şekil 1-3’de, dalga sayısı değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Spektrumlarda önerilen yapıları destekleyen titreşim bantları mevcuttur. Cusba2a3OHp için 3350 cm⁻¹, Cusba2a3Br5NO₂p için 3464 cm⁻¹, Cusba2a35DBRp için 3570 cm⁻¹ gelen yayvan titreşim bantları koordine veya hidrat sularının v(O-H)

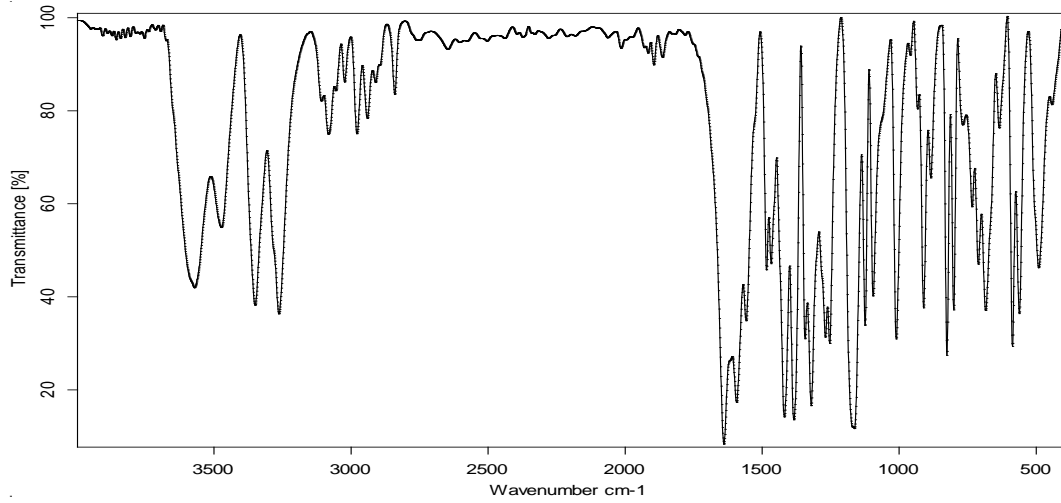
gerilmelerinden kaynaklanmaktadır. $\nu(\text{N-H})$ gerilmeleri Cusba2a3OHp için 3486, 3409, 3371 ve 3240 cm^{-1} , Cusba2a3Br5NO₂p için 3369 ve 3252 cm^{-1} , Cusba2a35DBrp için 3471, 3350, 3277 ve 3264 cm^{-1} 'de gözlenmiştir. Cusba2a3Br5NO₂p kompleksinde yayvan $\nu(\text{O-H})$ piklerinden dolayı iki tane $\nu(\text{N-H})$ gerilmesi gözlenmiştir. Asitin karboksilat (COO^-) grubundan kaynaklanan $\nu(\text{C=O})$ gerilmesinin simetrik ve asimetrik titreşim bantları, Cusba2a3OHp için 1709 ve 1502 cm^{-1} ($\Delta\nu = 207$), Cusba2a3Br5NO₂p için 1602 ve 1409 cm^{-1} ($\Delta\nu = 193$), Cusba2a35DBrp için 1640 ve 1420 cm^{-1} ($\Delta\nu = 220$)'de gözlenmiştir.



Şekil 1. Cusba2a3OHp bileşiğinin IR spektrumu



Şekil 2. Cusba2a3Br5NO₂p bileşiğinin IR spektrumu



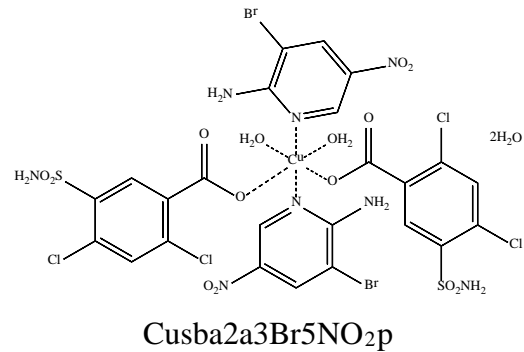
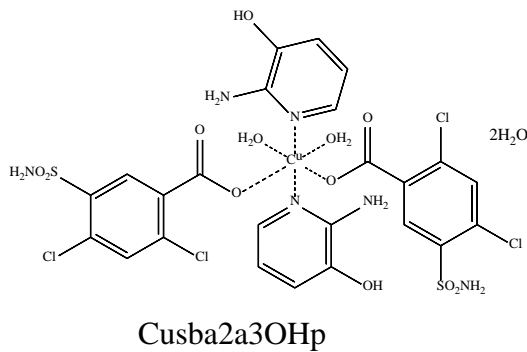
EK 3. Cusba2a35DBrp bileşiminin IR spektrumu

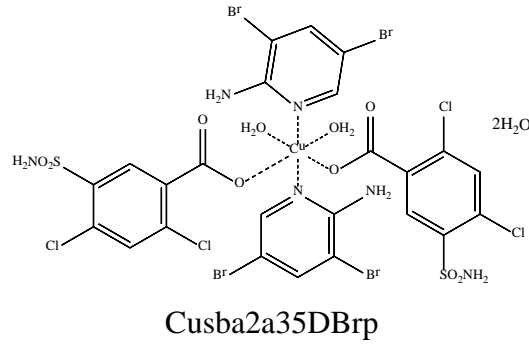
Sentezlenen komplekslerinin deneysel (teorik) manyetik duyarlılık sonuçları 1,65-1,67 BM olarak hesaplanmıştır. Bu duyarlılık değerleri tüm komplekslerin bakır iyonunun bir (d^9) eşleşmemiş elektron içerdiğini göstermektedir.

DMSO çözücüsünde (10^{-3} M) alınan molar iletkenlik ölçümleri sonuçları $5,10-5,20 \Omega^{-1}\text{cm}^2\text{mol}^{-1}$ aralığında gözlenmiştir. Bu iletkenlik değerleri tüm komplekslerin iyonik olmadığını göstermektedir (Geary 1971).

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, 2,4-kloro-5-sülfamoyilbenzoik asit ile 2-aminopiridin türevleri (2-amino-3-hidroksipiridin (2a3OHp), 2-amino-3-bromo-5-nitropiridin (2a3Br5NO₂p) ve 2-amino-3,5-dibromopiridin (2a35DBrp)) karışık ligandlı Cu(II) kompleksleri (Cusba2a3OHp, Cusba2a3Br5NO₂p ve Cusba2a35DBrp) sentezlenmiştir. Sentezlenen komplekslerde element miktarları deneysel ve teorik değerler uyum içerisindedir. Metal komplekslerinin FT-IR spektrumlarında gözlenmesi fonksiyonel gruplardan gözlenmesi beklenen bantlar gözlenmiştir. Komplekslerin manyetik duyarlılık sonuçlarında bakır iyonunun kompleks oluşum esnasında ve sonrasında aynı yükseltgenme basamağında kaldığı gözlenmiştir. Molar iletkenlik ölçümleri sonucunda tüm komplekslerin iyonik olmadığı gözlenmiştir. Sentezlenen Cusba2a3OHp, Cusba2a3Br5NO₂p ve Cusba2a35DBrp komplekslerinin yapıları Şekil 2’de gösterilmiştir. Bu yapılar spektroskopik analiz sonuçları (AAS, elementel analiz, IR, molar iletkenlik ve, manyetik duyarlılık) ve daha önce yapılmış benzer çalışmalar dikkate alınarak önerilmiştir (Yenikaya, et al. 2010, Türken 2019, İlkimen 2019, İlkimen, et al. 2020a,b,c,2021).





Şekil 2. Sentezlenen Cu(II) komplekslerinin yapıları

Bu çalışma, Dumlupınar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon'unca, 2019/12 ve 2020/02 numaralı proje olarak desteklenmektedir. Katkılarından dolayı Dumlupınar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na teşekkür ederiz.

5. KAYNAKLAR

Geary, W.J. (1971) The use of conductivity measurements in organic solvents for the characterisation of coordination compounds. *Coordination Chemistry Review*, 7, 81-122.

Hu, Y.; An, J.; Liu, X.; Wang, H.; Dai, R. & Deng, Y. (2016). New drug screening model using enzymes immobilized on mesoporous materials: a proof-of-concept study using immobilized α -glucosidase and acarbose. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 16(12), 12460-12469.

İlkimen, H., Türken, N. & Gülbandılar, A. (2021). Synthesis, characterization, antimicrobial and antifungal activity studies of two novel aminopyridine-sulfamoylbenzoic acid salts and their Cu(II) complexes. *Journal of the Iranian Chemical Society*, <https://doi.org/10.1007/s13738-021-02157-4>

İlkimen, H.; Salün, G., Yenikaya, C. & (2020a) Sülfamoyilbenzoik asit türevlerinin Fe(III) metal komplekslerinin sentezi ve karakterizasyonu. *Euroasia Journal of Mathematics-Engineering, Natural & Medical Sciences*, 7(8) 108-116.

İlkimen, H, Salün, S.G.; İlkimen, B. & Yenikaya C. (2020b). 4-Kloro-3-sülfamoyilbenzoik asitin Mg(II), Fe(II) ve Co(II) metal komplekslerinin sentezi ve karakterizasyonu. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 7(13) 213-219.

İlkimen, H, Salün S.G., İlkimen, B. & Yenikaya C. (2020c). 4-Kloro-3-sülfamoyilbenzoik asitin Ni(II), Cu(II) ve Cd(II) metal komplekslerinin sentezi ve karakterizasyonu. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 7(13) 220-226.

İlkimen, H., (2019). Synthesis and characterization of mixed ligand Cu(II) complexes of 2-methoxy-5-sulfamoylbenzoic acid and 2-aminopyridine derivatives. *Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 38(1) 13-17.

Kulikova, D.A.; Skachilova, S.Y.; Pleshakov, M.G. & Rudzit, E.A. (1977). Relation between the diuretic activity and capacity to prolong the effect of penicillin in a group of some furosemide analogs. *Khimiko-Farmatsevticheskii Zhurnal*, 11(3), 58-61.

Liu, B.; Lin, X.; Li, H.; Li, K.; Huang, H.; Bai, L.; Hu, H.; Liu, Y.; Kang, Z. (2015). Luminescent Coordination Polymers for Highly Sensitive Detection of Nitrobenzene. *Crystal Growth & Design*, 15(9), 4355-4362.

Matulis, D.; Capkauskaitė, E.; Zaksauskas, A. & Morkunaite, V. (2017a). Benzenesulfonamides as selective inhibitors of carbonic anhydrase and their preparation Lithuania, LT6401 B 2017-06-12.

- Matulis, D.; Capkauskaitė, E.; Zaksauskas, A. & Morkunaite, V. (2017b). Benzenesulfonamides as selective inhibitors of carbonic anhydrase and their preparation. *World Intellectual Property Organization*, WO2017017505 A1 2017-02-02.
- Mochida, E.; Suzuki, Y.; Yamaguchi, K. & Ohnishi, H. Antiviral aminosulfonylhalobenzoic acids. European Patent Organization, EP68408 A1 1983-01-05.
- Mochida, E.; Suzuki, Y.; Yamaguchi, K. & Ohnishi, H. Antiviral compositions containing aminosulfonylhalobenzoic acid derivatives France, FR2493702 A1 1982-05-14.
- Nakamoto, K. (1997). Infrared and raman spectra of inorganic and coordination compounds, 5th Ed., Wiley-Interscience, New York p. 231.
- Ohnishi, H.; Yamaguchi, K.; Shimada, S.; Himuro, S. & Suzuki, Y. (1982). Antiviral activity of sodium 5-aminosulfonyl-2,4-dichlorobenzoate (M12325). *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 22(2), 250-4.
- Potla, K.M.; Poojith, N.; Osorio, F.A.P.; Valverde, C.; Chinnam, S.; Suchetan, P.A. & Vankayalapati, S. (2020). An analysis of spectroscopic, computational and biological activity studies of L-shaped sulfamoylbenzoic acid derivatives: A third order nonlinear optical material. *Journal of Molecular Structure*, 1210, 128070.
- Prescott, J.J. & Baggot, D.J. (1993). Antimicrobial therapy in veterinary medicine, International Book Distributing Co, India, 564-565.
- Shani, J.; Schoenberg, S.; Lien, E.J.; Cherkez, S.; Feifel, M.; Schonberger, C. & Yellin, H. (1983). Structure activity correlation for diuretic furosemide congeners. *Pharmacology*, 26(3), 172-180.
- Slawinski, J.; Pogorzelska, A.; Zolnowska, B.; Brozewicz, K.; Vullo, D. & Supuran, C.T. (2014). Carbonic anhydrase inhibitors. Synthesis of a novel series of 5-substituted 2,4-dichlorobenzenesulfonamides and their inhibition of human cytosolic isozymes I and II and the transmembrane tumor-associated isozymes IX and XII. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 82, 47-55.
- Supuran, C.T., Briganti, F., Tilli, S., Chegwidde, W.R. & Scozzafava, A. (2000). Carbonic anhydrase Inhibitors: Sulfonamide as antitumor agents. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 9(3), 703-714.
- Türken, N. (2019) “2-Amino-3-metilpiridin ve sülfamoyilbenzoik asit türevleri arasında proton transfer tuzları ve tuzların metal komplekslerinin sentezi ve biyolojik uygulama alanlarının araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye.
- Wanaski, S.; Collins, S. & Kincaid, J. Arylsulfonamide derivatives as sodium-potassium-chloride cotransporter inhibitors and their preparation, compositions, and methods of use. World Intellectual Property Organization, WO2012018635 A2 2012-02-09.
- Yenikaya, C.; Sari, M.; Bulbul, M.; Ilkimen, H.; Celik, H. & Buyukgungor, O. (2010) Synthesis, characterization and antiglaucoma activity of a novel proton transfer compound and a mixed-ligand Zn(II) complex. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 18(2), 930-938.
- Yenikaya, C.; Sari, M.; Bulbul, M.; Ilkimen, H.; Cinar, B. & Buyukgungor, O. (2011). Synthesis and characterization of two novel proton transfer compounds and their inhibition studies on carbonic anhydrase isoenzymes. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 26(1), 104-114.
- Zaksauskas, A.; Capkauskaitė, E.; Jezepcikas, L.; Linkuviene, V.; Kisonaite, M.; Smirnov, A.; Manakova, E.; Gražulis, S. & Matulis, D. (2018). Design of two-tail compounds with rotationally fixed benzenesulfonamide ring as inhibitors of carbonic anhydrases. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 156, 61-78.
- Zaksauskas, A.; Capkauskaitė, E.; Jezepcikas, L.; Linkuviene, V.; Paketuryte, V.; Smirnov, A.; Leitans, J.; Kazaks, A.; Dvinskis, E.; Manakova, E.; Gražulis, S.; Tars, K. & Matulis, D. (2020).

Halogenated and di-substituted benzenesulfonamides as selective inhibitors of carbonic anhydrase isoforms. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 185, 111825.

Zhao, F.; Zhang, G.; Dong, H.; Ji, W.; Zhou, L.; Li, H.; Hu, H.; Liu, Y. & Kang, Z. (2013). Transition metal-directed assembly of diverse coordination polymers based on multifunctional ligand 2,4-dichloro-5-sulfamoylbenzoic acid. *CrystEngComm*, 15(42), 8483-8492.