

Atf İçin: Taşkın, İ., Sogukomerogullari, H. G. ve Sönmez, M. (2024). Pirimidin Halkası İçeren ONS Tridentat Schiff Baz Ligand ve Cu(II), Co(II) ve Pt(IV) Komplekslerinin Sentezi, Karakterizasyonu ve Termal Çalışmaları. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 345-355.

To Cite: Taşkın, İ., Sogukomerogullari, H. G. & Sönmez, M. (2024). Synthesis, Characterization and Thermal Studies of ONS Tridentate Schiff Base Ligand and Cu(II), Co(II) and Pt(IV) Complexes Containing Pyrimidine Ring. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 14(1), 345-355.

Pirimidin Halkası İçeren ONS Tridentat Schiff Baz Ligand ve Cu(II), Co(II) ve Pt(IV) Komplekslerinin Sentezi, Karakterizasyonu ve Termal Çalışmaları

İbrahim TAŞKIN¹, Hatice Gamze SOGUKOMEROGULLARI², Mehmet SÖNMEZ^{1*}

Öne Çıkanlar:

- Yeni bir Schiff bazı ve metal kompleksleri sentezlendi
- Tüm bileşikler, fiziksel ölçümlerin yanı sıra spektroskopik tekniklerle karakterize edildi.
- Tüm komplekslerin termal çalışmalarını yapıldı

Anahtar Kelimeler:

- Pirimidin-2-tiyon
- Schiff baz
- Metal kompleks
- Termal çalışmalar

Synthesis, Characterization and Thermal Studies of ONS Tridentate Schiff Base Ligand and Cu(II), Co(II) and Pt(IV) Complexes Containing Pyrimidine Ring

Highlights:

- A new Schiff base and its metal complexes have been synthesized
- All the compounds were characterized by physical measurements, as well as spectroscopic techniques
- Thermal studies of all complexes were carried out

Keywords:

- Pyrimidine-2-thione
- Schiff base
- Metal complexes
- Thermal Studies

ÖZET:

Bu çalışmada, N-aminopirimidin-2-tiyon ve 2-furfural'ın kondenzasyonundan türeyen ONS tridentat Schiff baz ligand ((1-(furan-2-ilmethyleneamino))-4-fenil-5-benzoil-pirimidin-2-tiyon) ve Pt(IV), Co(II), Cu(II) kompleksleri sentezlendi ve NMR (sadece ligand), UV-Vis, FT-IR, manyetik duyarlılık, elementel analiz, TGA/DTA ve molar iletkenlik ile karakterize edildi. Sentezlenen bileşiklerin elektrolitik iletkenlik değerleri 0.82-5.19 $\mu\text{S/cm}$ aralığında olup, bileşikler elektrolitik iletkenlik özelliğine sahip değildir. Manyetik duyarlılık ölçümleri L-Cu, L-Co ve L-Pt kompleksleri için sırasıyla 1.70 BM, 4.64 BM ve 2.48 BM olarak kaydedilmiştir. Cu(II) ve Pt(IV) kompleksleri için oktahedral geometri, Co(II) kompleksi için tetrahedral geometri önerilmiştir. Schiff baz metal komplekslerinin termal kararlılıklarını incelenmiştir. Schiff baz metal komplekslerinin termal kararlılıklarının Pt>Co>Cu şeklinde olduğu görülmüştür.

ABSTRACT:

In this study, the novel ONS tridentate Schiff base ligand ((1-(furan-2-ylmethyleneamino))-4-phenyl-5-benzoyl-pyrimidine-2-thione) and its Pt(IV), Co(II) and Cu(II) complexes were synthesized and characterized by NMR (for ligand), UV-Vis, IR, magnetic moment, elemental analysis, TGA/DTA and molar conductance. The electrolytic conductivity values of the synthesized compounds are in the range of 0.82-5.19 $\mu\text{S/cm}$, and the compounds do not have electrolytic conductivity. Magnetic susceptibility measurements were recorded as 1.70 BM, 4.64 BM and 2.48 BM for the L-Cu, L-Co and L-Pt complexes, respectively. While the Cu(II) and Pt(IV) complex exhibits an octahedral structure, the Co(II) complex exhibits a tetrahedral structure. The thermal stability of Schiff base metal complexes was investigated. The thermal stability of Schiff base metal complexes was found to be Pt>Co>Cu.

¹İbrahim TAŞKIN (Orcid ID: 0000-0002-3985-5984), Mehmet SÖNMEZ (Orcid ID: 0000-0003-3127-666X), Gaziantep Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 27310, Gaziantep, Türkiye

²Hatice Gamze SOGUKOMEROGULLARI (Orcid ID: 0000-0002-0575-8131), Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Gaziantep, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Mehmet SÖNMEZ, e-mail: msonmez@gantep.edu.tr

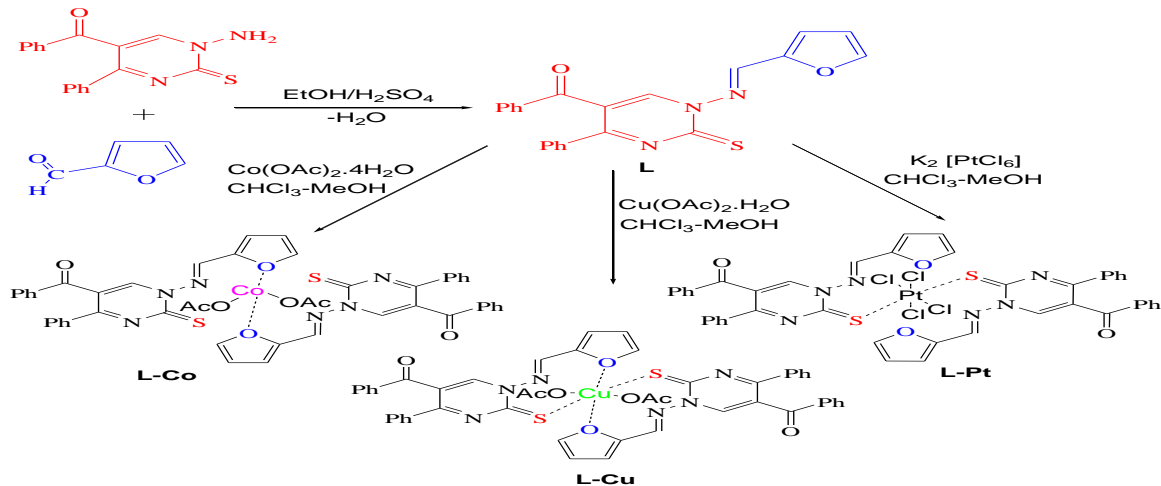
Bu çalışma İbrahim TAŞKIN'ın Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir. Bu makalenin bir kısmı 26-29 Haziran 2012 tarihlerinde Ankara'da düzenlenen "10th International Symposium Pharmaceutical Sciences" kongresinde poster olarak sunulmuştur.

GİRİŞ

Schiff bazları, ilk kez 1864 yılında Hugo Schiff tarafından sentezlenen ve günümüze kadar halen yoğun olarak çalışılan önemli bileşikler arasında yer almaktadır. Her geçen gün literatüre bir çok yeni Schiff baz ve kompleksleri kazandırılıp, farklı uygulama alanları araştırılmaktadır. Schiff bazları yapılarındaki donör atomlar sayesinde kompleksleşme yapmaya uygun bileşiklerdir. Bu nedenle Schiff bazları ligand özelliğinde olup çeşitli metal tuzlarıyla metal kompleks oluşturabilecek yapılardır. Schiff bazlarıyla yapılan çalışmalar incelendiğinde antikanser (Mandal ve ark., 2023; Gokulnath ve ark., 2022; Qi ve ark., 2022), analjezik (Dewangan ve ark., 2017), antibakteriyel (Devi ve ark., 2023; Rangaswamy ve ark., 2022, Sönmez ve ark., 2014), antitümör (Sun ve ark., 2021), antifungal (Devi ve ark., 2023; Amirthaganesan ve ark., 2022; Çelik ve ark., 2018; Palaniammal ve Vedanayaki, 2021), antiinflamatuvar (Azam ve ark., 2020), anticandida (Creaven ve ark., 2010), antimalarial (Savir ve ark., 2021; Vincent ve Joseph, 2021), antikonvülsan (Sridhar ve ark., 2002), anti-HIV (Shanty ve ark., 2019), ülserojenik (Abdellatif ve ark., 2021), antitüberkuloz (Vincent ve Joseph, 2021), katalitik (Kaur ve ark., 2021; Sogukomerogullari ve ark., 2019), iletkenlik (Yılmaz ve Saçak, 2017) gibi birçok farklı uygulama alanlarının olduğu görülmektedir.

Pirimidinler ve türevleri ilaç araştırmalarında oldukça öneme sahiptir. Özellikle doğal pirimidin bazlarına benzerlikleri, bu bileşiklerin farklı makro yapılarla ve reseptörlerle etkileşebileceği ihtimalini doğurmaktadır. (Abd El-Mageed ve ark., 2021; Varano ve ark., 2019; Mishra ve ark., 2010) Bu sebeple yeni ilaç aktif maddelerin sentezinde pirimidinler ve bunların türevleri oldukça önemlidir. Yapısında pirimidin ve furan halkası içeren heterohalkalı bileşikler furopirimidin türevleri olarak adlandırılmakla beraber; antimikrobiyal, enzim inhibitörü, antikanser ve antiviral etki gibi değişik bir çok biyolojik aktivite de göstermektedir. (Abdel Hamid ve Shehta, 2019; Wang ve ark., 2023; Wang ve ark., 2018) Pirimidin ve furan halkasını yapısında bulunduran Schiff bazları literatürde mevcuttur ancak sayıları azdır. Bu bakımdan sentezlenen Schiff bazı ve kompleksleri furopirimidin heterohalkalı bileşiklere örnek teşkil etmektedir.

Bu çalışma, N-aminopirimidin-2-tiyon and 2-furfural'ın reaksiyonundan Schiff baz ligand (1-(furan-2-ilmetylenamino))-4-fenil-5-benzoil-pirimidin-2-tiyon (L) sentezlendi. Ligand sırasıyla Cu(OAc)₂, Co(OAc)₂ ve K₂[PtCl₆] metal tuzlarıyla reaksiyona sokularak L-Cu, L-Co ve L-Pt metal kompleksleri elde edildi (Şekil 1). Sentezlenen ligand ve metal kompleksleri FT-IR, NMR (sadece ligand), elementel analiz, UV-Vis, molar iletkenlik ve manyetik süsebtibilite ile karakterize edildi.



Şekil 1. Schiff baz ligand ve metal komplekslerin sentez şeması

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada kullanılan tüm kimyasallar Sigma-Aldrich ve Merck firmalarının Türkiye distribütörlerinden sağlanmış olup, ileri saflaştırma yapılmaksızın kullanılmıştır. Reaksiyonlar, UV ışığı (254 nm) ile görselleştirilerek Merck silika jel 60 F₂₅₄ plakaları kullanılarak ince tabaka kromatografisi (TLC) ile izlendi. Verimler, maddelerin saflaştırılması ile hesaplandı. 1-Amino-5-benzoil-4-fenil-1H-pirimidin-2-tiyon (N-aminopirimidin-2-tiyon) literatür prosedürüne göre yapıldı. (Akçamur ve ark., 1988; Akçamur ve ark., 1989). Maddelerin elementel analizler testlerini yapmak için Thermo Scientific Flash 2000 CHNS analizörü kullanıldı. UV-Vis, bir PG Instruments T80+UV/Vis spektrometre üzerinde 190-1100 nm aralığında DMF'de kaydedildi. Komplekslerin manyetik duyarlılık ölçümleri, Sherwood Scientific model cihazla yapıldı. NMR spektrumları, Bruker High Performance Digital FT-NMR (400 MHz) spektrometresiyle, iç standart olarak TMS kullanılarak ve bileşikler d₆-DMSO çözücüsünde çözülerek kaydedildi. IR verileri, bir PerkinElmer Spectrum 100 FTIR (ATR) model FT-IR spektrometresine kaydedildi. Tüm bileşiklerin molar iletkenliği, ORION 4 STAR pH Conductivity Benchtop model iletkenlik ölçer kullanılarak oda sıcaklığında DMF içinde ölçüldü.

Ligandın Sentezi (L)

((1-(furan-2-ilmetlenamino))-4-fenil-5-benzoil-pirimidin-2-tiyon) (L): 2-furfural (0.096 g, 1 mmol) ve N-aminopirimidin-2-tiyon (0.307 g, 1 mmol) 20 ml etanol çözücüsünde içine 0.1 ml H₂SO₄ eklenerek 5 saat geri soğutucu altında 70-75 °C de ısıtıldı. (Şekil 1). Çökelti, oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra süzülde ve ham ürün, n-butanol içinde yeniden kristallendirildi ve vakumlu desikatörde P₂O₅ üzerinde kurutuldu. Koyu sarı bir katı olarak elde edildi. (71 %); mp. 195-196 °C. IR, (ATR) ν , cm⁻¹: 3066 (C-H)_{arom.}, 1648 (C=O), 1612 (C=N), 1595 (C=C), 1112 (C=C-H), 1291 (C-O-C), 1224,731 (C=S). ¹H-NMR (d₆-DMSO,400 MHz): δ 8.88 (s, 1H, H-17, HC=N-), 8.78 (s, 1H, H-6,pirimidin), 7.86-6.79 (m, 13H, aromatik H), ¹³C NMR (d₆-DMSO, 400 MHz): δ 192.01 (C=O), 176.05 (C=S), 164.33 (C-4), 158 (C=N, C-17), 149.19 (C-6), 147.79 (C-18), 147.00 (C-20), 136.92 (C-8), 136.76 (C-11), 134.51 (C-12), 131.55 (C-15), 130.53 (C-9), 129.55 (C-10), 129.42 (C-13), 129.10 (C-14), 122.26 (C-21), 120.64 (C-22), 113.89 (C-5); UV-Vis (DMF) λ_{max} (Abs): 269 (0.675), 302 (0.686), 432 (0.102) nm; Teorik C₂₂H₁₅N₃O₂S (385.44): C, 68.55; H, 3.92; N, 10.90; S, 8.32. Bulunan: C, 68.22; H, 3.95; N, 11.03; S, 8.02 %.

Komplekslerin Genel Sentezi (L-Cu, L-Co, L-Pt)

Cu(II), Co(II) ve Pt(IV) kompleksleri, genel bir prosedüre göre elde edildi. ((1-(furan-2-ilmetlenamino))-4-fenil-5-benzoil-pirimidin-2-tiyon) (L) (0.193 g, 0.5 mmol) ve M(OAc)₂ / K₂[PtCl₆]'nın (0.25 mmol) 1:2 metal:ligand sitokiyometrik orandaki karışımı 30 mL kuru 1:1 kloroform:metanol içinde 70 °C'de 45 dakika karıştırıldı. Çözücü evaporatörle uzaklaştırıldı ve kalan katı metanol ve saf su içerisinde yıkandı. Ayrıca elde edilen kompleksler, renkli bileşikler olup, THF çözeltisine Et₂O'nin yavaş buhar difüzyonu ile saflaştırıldı. [Cu(L)₂(AcO)₂].4H₂O, [Co(L)₂(AcO)₂] ve [Pt(L)₂Cl₄] kompleksleri (Şekil 1) Cu(AcO)₂·H₂O (0.25 mmol, 0.05 g), Co(AcO)₂·4H₂O (0.25 mmol, 0.063 g) ve K₂[PtCl₆] (0.25 mmol, 0.121 g) metal tuzları kullanılarak sentezlendi.

[Cu(L)₂(AcO)₂].4H₂O kompleksi (L-Cu): Turuncu, katı. Verim: 0.143 g (28 %); 156 °C dekompoze. IR,(ATR) ν , cm⁻¹: 3306 (O-H), 3056(C-H)_{pirimidin}; 2987 (C-H)_{alf}; 1647 (C=O)_{benzoil}; 1574 (C=N); 1319 (C-O)_{fenolik}, 1254, 747 cm⁻¹ (C=S),. μ_{eff} : 1.70 BM; UV-Vis (DMF) λ_{max} (Abs): 286 (0.236), 410 (0.096), 446 (0.106), 510 (0.058) nm; Teorik C₄₈H₄₄CuN₆O₁₂S₂ (1024.57): C, 56.27; H, 4.33; N, 8.20; S, 6.26 Bulunan: C, 56.01; H, 3.57; N, 8.75 S, 6.65%.

[Co(L)₂(AcO)₂] kompleksi (**L-Co**): Koyu kahverengi, katı. Verim: 0.184 g (37%); 194 °C dekompoze. IR, (ATR) ν , cm⁻¹: 3058 (C-H)_{pirimidin}; 2900 (C-H)_{Alf}; 1651 (C=O)_{benzoil}; 1584 (C=N); 1285 (C-O)_{fenolik}, 1226, 732 cm⁻¹ (C=S); μ_{eff} : 4.64 BM; UV-Vis (DMF) λ_{max} (Abs): 298 (0.260), 347 (0.145), 430 (0.085) nm. Teorik C₄₉H₃₉CoN₆O₈S₂ (962.93): C;61.12; H, 4.08; N, 8.73; S, 6.66. Bulunan: C, 60.75; H, 3.59; N, 8.95; S, 7.24%.

[Pt(L)₂Cl₄] kompleksi (**L-Pt**): Turuncu, katı. Verim: 0.157 g (28%); 200°C dekompoze. IR, (ATR) ν , cm⁻¹: 3067 (C-H)_{pirimidin}; 2997 (C-H)_{Alf}; 1650 (C=O)_{benzoil}; 1595 (C=N); 1292 (C-O)_{fenolik}; 1225, 731 cm⁻¹ (C=S); μ_{eff} : 2.48 BM; UV-Vis (DMF) λ_{max} (Abs): 268 (0.310), 302 (0.448), 435 (0.098) nm; Teorik. C₄₅H₃₃Cl₄N₆O₄PtS₂ (1120,04): C, 48.14; H, 2.96; N, 7.48; S, 5.71. Bulunan: C, 47.86; H, 2.76; N, 7.74; S, 6.10 %.

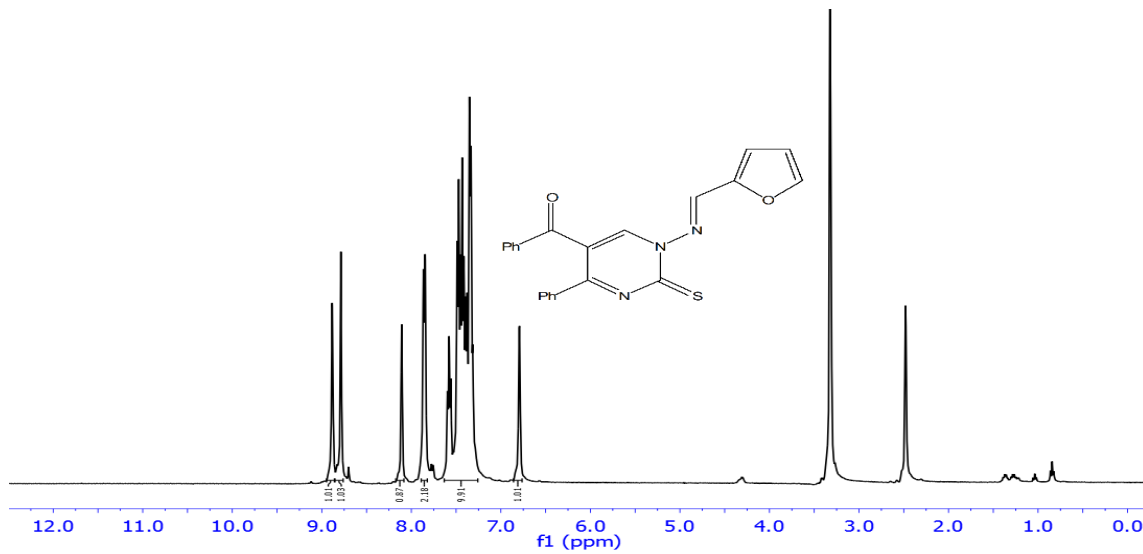
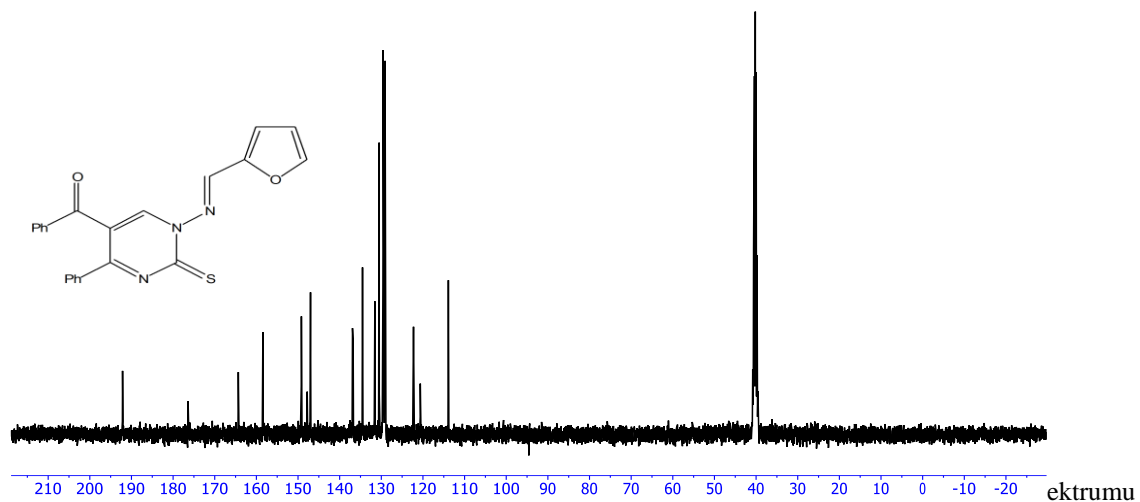
BULGULAR VE TARTIŞMA

Schiff bazı ligandı ((1-(furan-2-ilmetlenamino))-4-fenil-5-benzoil-pirimidin-2-tiyon) (L), N-aminopirimidin-2-tiyonun 2-furfural ile etanol çözücüsünde kondenzasyonundan elde edildi (Şekil 1). Schiff baz ligandı etanol, metanol, THF ve n-butanol içinde çözünür.

Tridentat Schiff bazı ligandı bakır(II), kobalt(II) ve platin(IV) metal tuzlarıyla reaksiyona girerek [M(L)₂] \cdot nH₂O genel formülüne karşılık gelen kompleksleri sentezlendi. Veriler komplekslerin 1:2 metal-ligand sitokiyometrik oranında elde edildiğini gösterdi. Sentezlenen bileşikler FT-IR, NMR (sadece ligand), elemental analiz, UV-Vis, manyetik duyarlılık, molar iletkenlik vb. tekniklerle incelenmiştir. Oda sıcaklığında Schiff bazı metal kompleksleri katı halde, renkli ve çok karardır. Kompleksler DMSO, DMF ve THF' de çözünür. Bileşiklerin 10⁻³ M konsantrasyonda, oda sıcaklığında, DMF çözücüsündeki molar iletkenlik değerlerinin 0,82-5,19 μ S/cm aralığında olması metal komplekslerinin elektronik olmayan yapısını göstermektedir. (Maravalli 1999; Sönmez ve ark., 2014). Pt(IV) kompleksinin elektrolitik iletkenlik verilerine bakıldığında Cl gruplarının koordinasyon küresinde olduğu söylenebilir. Çünkü klor grupları koordinasyon küresinin dışında olsaydı, kompleksin elektrolitik iletkenliğinin olması beklenirdi. Bakır(II) ve platin(IV) kompleksleri oktahedral geometri gösterirken, kobalt(II) kompleksi dört koordinasyonlu tetrahedral geometri göstermektedir. Bileşiklerin tek kristalleri elde edilememiştir.

Metal komplekslerinin IR spektrumları, kompleksleşme sırasında ligandın metale bağlanma durumunu belirlemek için Schiff bazının IR spektrumuyla karşılaştırıldı. Schiff baz ligandının IR spektrumunda azometin (C=N) grubuna ait 1612 cm⁻¹ dalga boyunda keskin bir bant görülmektedir. (Keser Karaoğlan, 2022; Sönmez ve Şekerci, 2007). Komplekslerin IR spektrumları incelendiğinde, liganddaki (C=N) azometin grubunun gerilme bandının komplekslerde hemen hemen aynı yerde olduğu gözlenmiştir. Bu, azometin grubunun kompleksleşmeye katılmadığını gösterir. (Keser Karaoğlan, 2022) L ligandında 1224 ve 731 cm⁻¹'de pirimidin halkasının ν (C=S) grubuna ait orta yoğunlukta bir bant ortaya çıktı. (El Sayed ve Abdelrehim, 2021; Gülcan ve ark., 2012; Kumari ve ark., 2022). Ligandın tiyon grubunun esneme bantları, Pt(IV) ve Cu(II) komplekslerinin IR spektrumunda değişiklik gösterdi. Bunun nedeninin ligandın (C=S) grubunun metal iyonlarıyla koordinasyonu olduğu düşünülmektedir. (Gülcan ve ark., 2012). Ancak, Co(II) kompleksinin IR spektrumunda, bu bant, ligandinkiyle aynı yerde gözlemlendiği için, Co(II) iyonuna koordinasyonda tiyon kükürtünün bağlantısının olmadığı düşünülmüştür. (Şekil 2). Co(II) kompleksindeki kompleksleşmenin, furan halkasındaki oksijen aracılığıyla meydana geldiği düşünülmektedir. Çünkü ligandda 1291 cm⁻¹'de görülen gerilme bandı Co(II) kompleksinde 1285 cm⁻¹'e kaymıştır. Ayrıca komplekslerdeki 591-531 cm⁻¹ ve 478-480 cm⁻¹'deki yeni oluşan bantlar sırasıyla ν (M-O) ve ν (M-S) titreşimlerine atfedilir. (Ahmed ve ark., 2022; Sönmez

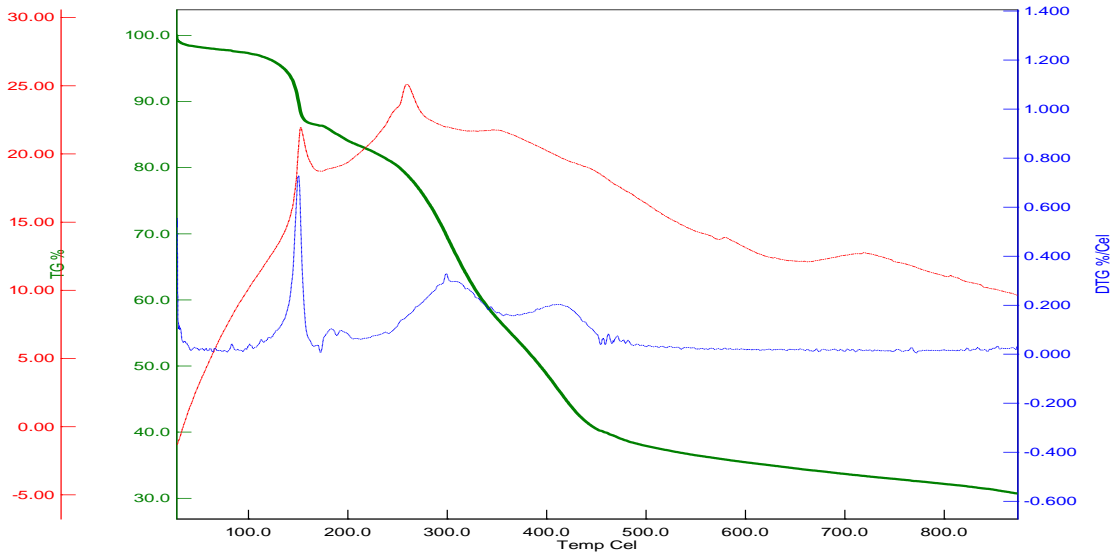
ve Şekerci, 2007; Uçan ve ark., 2005; Sönmez ve Şekerci, 2003). Schiff bazı ligandının (L) ^1H ve ^{13}C -NMR spektrumları, d_6 -DMSO solventi kullanılarak kaydedildi. ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde, Schiff bazının azometin protonu (H-17) δ 8.88 ppm'de keskin bir singlet olarak, pirimidin halkasının protonu, δ 8.79 ppm'de singlet olarak görüldü. (El Sayed and Abdelrehim, 2021) Liganda ait diğer aromatik protonlar multipler olarak, spektrumda 8 7.86-6.79 ppm arasında görülmüştür (Şekil 2). Schiff bazı ligandının ^{13}C -NMR spektrumunda 164.33 ppm ve 158.44 ppm'deki sinyaller, C=N gruplarına atfedilmiştir. (Sogukomerogullari ve ark., 2021; Sogukomerogullari ve ark., 2019; Deswal ve ark., 2022). Ligandın ^{13}C -NMR spektrumları incelendiğinde, 149.19-113.89 ppm aralığında aromatik karbon sinyalleri ortaya çıkmıştır. Schiff bazı ligandının ^{13}C -NMR spektrumunda, 192.14 ppm, 176.40 ppm ve 149.19-113.89 ppm'deki sinyaller, sırasıyla C=O ve C=S gruplarına ve aromatik karbonlara atfedilmiştir (Şekil 3). (El Sayed ve Abdelrehim, 2021; Gülcan ve Sönmez, 2011)

Şekil 2. Bileşik (L)' nin ^1H -NMR SpŞekil 3. Bileşik (L)' nin ^{13}C -NMR Spektrumu

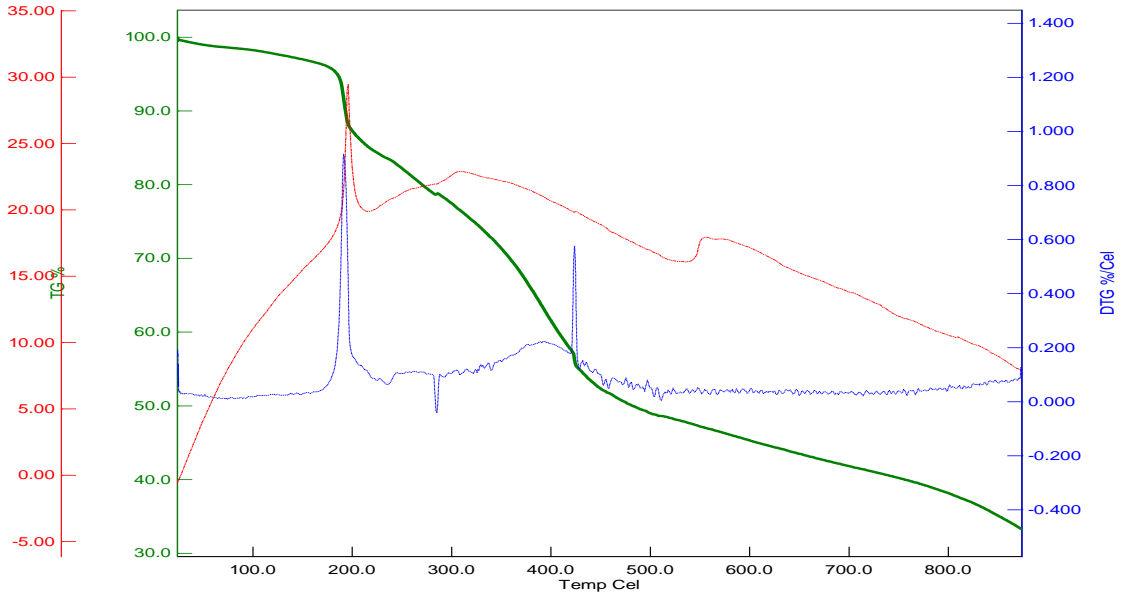
Metal komplekslerinin elektronik spektrumları incelendiğinde, Schiff baz ligandına ait π - π^* ve n - π^* geçişlerine atfedilebilen 268 ve 347 nm arasındaki bantları gösterir. (Soğukömeroğulları ve ark., 2015). UV-Vis spektrumunda 347-446 nm bölgesindeki bantlar metal ile ligand arasındaki yük transfer geçişlerinden kaynaklanmaktadır. Sadece bakır kompleksinde 510 nm'de d-d geçişleri gözlenirken, diğer

komplekslerde bu geçişler gözlenmemiştir (Soğukömeroğulları ve ark., 2015). Bunun nedeni ise yük transfer geçişlerinin d-d geçişlerini maskeleydiği düşünülmektedir. (Sönmez ve ark., 2014; Lever, 1980). Co(II) kompleksinin manyetik ölçüm değeri 4.64 BM'dir ve bu da tetrahedral geometriyi ortaya çıkarır. (Salib ve ark., 2003). L'nin bakır kompleksinin eşleşmemiş bir elektron için beklenen 1.70 BM manyetik ölçüm değerini gösterdiği ve bozuk oktahedral geometride olduğu düşünülmektedir. (Salib ve ark., 2003; Modi, 2009). Pt(IV) kompleksi için manyetik moment değeri 2.48 BM'dir ve oktahedral geometri ile uyumludur. (Kwon ve ark., 2003).

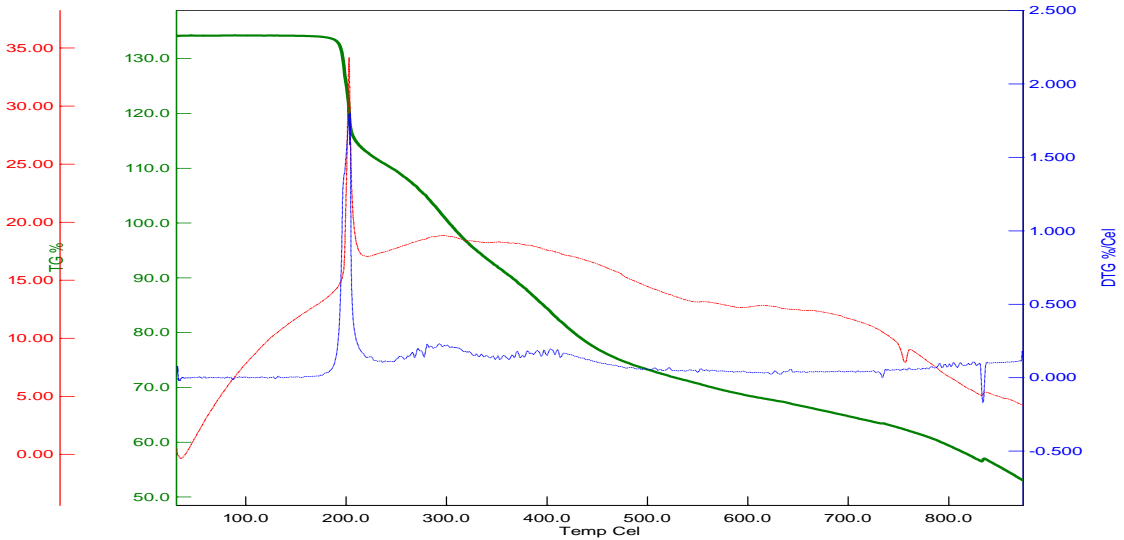
Pirimidin halkası içeren Schiff baz komplekslerinin termal kararlılıkları, 25-1000 °C sıcaklık aralığında, TGA eğrileri 60 saniyede bir 10 °C sıcaklık artışı olacak şekilde kuru hava ortamında alınarak kaydedilmiştir. Schiff baz metal komplekslerinin TGA eğrilerine bakıldığında, termal kararlılıklarının Pt>Co>Cu olduğu görülmüştür. L-Cu kompleksinin TGA eğrisi incelendiğinde, beş basamakta termal bozunumun olduğu görülmüştür. İlk iki basamakta 4 mol su dehidratasyonu (Sönmez ve ark., 2010), ve asetat çıkışı, diğer basamaklarda ise organik grupların dekompoze olduğu ve en son metal oksite dönüştüğü görülmektedir (Şekil 4). L-Co kompleksinin TGA eğrisi incelendiğinde, beş basamakta termal bozunumun olduğu görülmüştür. İlk basamakta asetat gruplarına ait CO₂ çıkışı, diğer basamaklarda ise organik grupların dekompoze olduğu ve en son metal oksite dönüştüğü görülmektedir (Şekil 5). L-Pt kompleksinin TGA eğrisi incelendiğinde, dört basamakta termal bozunumun olduğu görülmüştür. Termal kararlılığı en yüksek olan metal kompleksidir. İlk basamakta 4 mol HCl çıkışı diğer basamaklarda ise organik grupların dekompoze olduğu ve en son metal oksite dönüştüğü görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 4. L-Cu Kompleksinin TGA Eğrisi



Şekil 5. L-Co Kompleksinin TGA Eğrisi



Şekil 6. L-Pt Kompleksinin TGA Eğrisi

SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışmada pirimidin halkası içeren yeni bir heterosiklik Schiff bazı ligandı ve onun Pt(IV), Co(II) ve Cu(II) kompleksleri sentezlendi ve karakterize edildi. Cu(II) ve Pt(IV) kompleksleri için oktahedral geometri, Co(II) kompleksi için ise tetrahedral geometri önerildi. Kompleksler düşük iletkenlik değerleri göstermiş olup, elektrolitik iletkenliğe sahip değildir. Komplekslerin termal kararlılıkları incelenmiş ve termal olarak en kararlı kompleksin Pt(IV) kompleksi olduğu görülmüştür.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

İbrahim Taşkın: Araştırma, Metodoloji. Hatice Gamze Sogukomerogullari: Araştırma, Metodoloji, Makale yazma, Geçerlilik, Görselleştirme. Mehmet Sönmez: Araştırma, Metodoloji, Makale yazma, Geçerlilik, Görselleştirme, Proje yönetimi, Süpervizör

KAYNAKLAR

- Abdel Hamid, A.M., & Shehta, W. (2019). Synthesis of Some Novel Furan-tagged Thienopyrimidine Derivatives as Antibacterial Agents. *Journal of Heterocyclic Chemistry*, 56(2), 485-492.
- Abd El-Mageed, M.M.A., Eissa, A.A.M., Awatef, E.S.F., & Osman, E.E.A. (2021). Design and synthesis of novel furan, furo[2,3-d]pyrimidine and furo[3,2-e][1,2,4]triazolo[1,5-c]pyrimidine derivatives as potential VEGFR-2 inhibitors. *Bioorganic Chemistry*, 116, 105336.
- Abdellatif, K.R.A., Abdelall, E.K.A., Elshemy, H.A.H., Philoppes, J.N., Hassanein, E.H.M. & Kahk, N.M. (2021). Optimization of pyrazole-based compounds with 1,2,4-triazole-3-thiol moiety as selective COX-2 inhibitors cardioprotective drug candidates: Design, synthesis, cyclooxygenase inhibition, anti-inflammatory, ulcerogenicity, cardiovascular evaluation, and molecular modeling studies. *Bioorganic Chemistry*, 114, 105122.
- Ahmed, Y.M. & Mohamed, G.G. (2022). Synthesis, spectral characterization, antimicrobial evaluation and molecular docking studies on new metal complexes of novel Schiff base derived from 4,6-dihydroxy-1,3-phenylenediethanone. *Journal of Molecular Structure*, 1256,132496.
- Akçamur, Y., Altural, B., Sarıpınar, E., Kollenz, G., Kappe, O., Peters, K., Peters, E., & Schering, H. (1988). A convenient synthesis of functionalized 1H-Pyrimidine-2-thiones. *Journal of Heterocyclic Chemistry*, 25,1419-1422.
- Akçamur, Y., Altural, B., Sarıpınar, E., & Kollenz, G. (1989). Reactions of cyclic oxalyl compounds, part 29 [1]: A simple synthesis of functionalized 1H-Pyrimidines. *MonatsfürChem*, 120, 1015–1020.
- Amirthaganesan, K., Vadivel, T., Dhamodaran, M., & Chandraboss, V.L. (2022). In vitro antifungal studies of Ruthenium (III) complex derived from chitosan Schiff bases. *Materials Today: Proceedings*, 60(3), 1716-1720.
- Azam, M., Al-Resayes, S.I., Trzesowska-Kruszynska, A., Kruszynski, R., Shakeel, F., Soliman, S.M., Alam, M., Khan, M.R., & Wabaidur, S.M. (2020). Zn(II) complex derived from bidentate Schiff base ligand: Synthesis, characterization, DFT studies and evaluation of anti-inflammatory activity. *Journal of Molecular Structure*, 1201, 127177.
- Creaven, B.S., Duff, B., Egan, D.A., Kavanagh, K., Rosair, G., Thangella, V.R., & Walsh, M. (2010). Anticancer and antifungal activity of copper(II) complexes of quinolin-2(1H)-one-derived Schiff bases. *Inorganica Chimica Acta*, 363(14), 4048-4058.
- Çelik, A., Sogukomerogullari, H.G., Ozdemir, S., Yalcın, M.S., & Sönmez, M. (2018). Synthesis of complexes Co, Cu, Ni and Pd supported by “ONNO” type Schiff base ligand and their DNA cleavage, antioxidant effects and antimicrobial studies. *International Journal of Chemistry and Technology*, 2(1), 68-75.
- Deswal, Y., Asija, S., Dubey, A., Deswal, L., Kumar, D., Jindal, D.K., & Devi, J. (2022). Cobalt(II), nickel(II), copper(II) and zinc(II) complexes of thiadiazole based Schiff base ligands: Synthesis, structural characterization, DFT, antidiabetic and molecular docking studies. *Journal of Molecular Structure*, 1253,132266.
- Devi, P., Singh, K., & Kubavat, B. (2023). Synthesis, spectroscopic, quantum, thermal and kinetics, antibacterial and antifungal studies: Novel Schiff base 5-methyl-3-((5-bromosalicylidene) amino)-pyrazole and its transition metal complexes. *Results in Chemistry*, 5,100813.
- Dewangan, D., Nakhate, K.T., Verma, V.S., Nagori, K., & Tripathi, D.K. (2017). Synthesis, Characterization, and Screening for Analgesic and Anti-Inflammatory Activities of Schiff Bases

- of 1,3,4-Oxadiazoles Linked With Quinazolin-4-One. *Journal of Heterocyclic Chemistry*, 54(6), 3187-3194.
- El Sayed, D.S., & Abdelrehim, E.M. (2021). Computational details of molecular structure, spectroscopic properties, topological studies and SARS-Cov-2 enzyme molecular docking simulation of substituted triazolo pyrimidine thione heterocycles. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 261,120006.
- Gokulnath, G., Manikandan, R., Anitha, P., & Umarani, C. (2021). Synthesis, characterization, in vitro antimicrobial and anticancer activity of metal(II) complexes of Schiff base-derived from 3-formyl-2-mercaptoquinoline and thiosemicarbazide. *Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements*, 196(12), 1078-1083.
- Gülcan, M., & Sönmez, M. (2011). Synthesis and characterization of Cu(II), Ni(II), Co(II), Mn(II) and Cd(II) transition metal complexes of tridentate Schiff base derived from o-vanillin and N-aminopyrimidine-2-thione. *Phosphorus Sulfur and Silicon*, 186, 1962–1971.
- Gülcan, M., Sönmez, M., & Berber, İ. (2012). Synthesis, characterization and antimicrobial activity of a new pyrimidine Schiff base and its Cu(II), Ni(II), Co(II), Pt(II) and Pd(II) complexes. *Turkish Journal of Chemistry*, 36,189-200.
- Kaur, M., Kumar, S., Younis, S.A., Yusuf, M., Lee, J., Weon, S., Kim, K.H., & Malik, A.K. (2021). Post-Synthesis modification of metal-organic frameworks using Schiff base complexes for various catalytic applications. *Chemical Engineering Journal*, 423,130230.
- Keser Karaoğlan, G. (2022). Synthesis of new Schiff base and its Ni(II), Cu(II), Zn(II) and Co(II) complexes; photophysical, fluorescence quenching and thermal studies. *Journal of Molecular Structure*, 1256,132534.
- Kumari, B., Singh, K., & Sharma, A. (2022). Synthesis, crystal structure and molecular docking studies of novel Schiff base ligand 9-(((3-ethyl-5-mercapto/thio-4H-1,2,4-triazole-4-yl)imino)methyl)-anthracene and its complexes with Ni(II), Cu(II), Zn(II) and Cd(II): Comparative spectral, thermokinetics, radical scavenging and antimicrobial studies. *Chemical Data Collections*, 38,100833.
- Kwon, Y.E., Whang, K.J., Park, Y.J., & Kim, K.H. (2003). Synthesis, characterization and antitumor activity of novel octahedral Pt(IV) complexes. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 11,1669-1676.
- Lever, A.B.P. (1980). *Inorganic Electronic Spectroscopy* (4th ed.) London: Elsevier.
- Mandal, S., Sarkar, M., Denrah, S., Bagchi, A., Biswas, A., Cordes, D.B., Slawin, A.M.Z., & Saha, N.C. (2023). Catalytic and anticancer activity of two new Ni(II) complexes with a pyrazole based heterocyclic Schiff-base ligand: Synthesis, spectroscopy and X-ray crystallography. *Journal of Molecular Structure*,1287,135648.
- Maravalli, P.B., Dhumwad, S.D., & Goudar, T.R. (1999). Synthetic, spectral, thermal and biological studies of lanthanide(III) complexes with a Schiff base derived from 3-N-Methylpiperidino-4-Amino-5-Mercapto-1,2,4-Triazole. *Synthesis and Reactivity in Inorganic and Metal-Organic Chemistry*, 29, 525-540.
- Mishra, C.B., Barodia, S.K., Prakash, A., Senthil Kumar, J.B., & Luthra, P.M. (2010). Novel 8-(furan-2-yl)-3substituted thiazolo [5,4-e][1,2,4] triazolo[1,5-c] pyrimidine-2(3H)-thione derivatives as potential adenosine A2A receptor antagonists. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*,18(7), 2491-2500.
- Modi, C.K. (2009). Synthesis, spectral investigation and thermal aspects of coordination polymeric chain assemblies of some transition metal ions with bis-pyrazolones. *Spectrochimica Acta, Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 71,1741-1748.

- Palaniammal, A., & Vedanayaki, S. (2021). Synthesis, spectroscopic, anti microbial, anti cancer and DNA cleavage of mono nuclear bidentate Schiff base Co(II), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) complexes obtained from (3,4-bis((E)-(1-(2- hydroxyphenyl) ethylidene)amino)(phenyl) methanone. *Materials Today: Proceedings*, 47(9), 1988-1998.
- Qi, J., Luo, Y., Zhou, Q., Su, G., Zhang, X., Nie, X., Lv, M., & Li, W. (2022). Synthesis, structure and anticancer studies of Cu(II) and Ni(II) complexes based on 2-hydroxy-1-naphthaldehyde-4-aminoantipyrine Schiff-base. *Journal of Molecular Structure*, 1255, 132458.
- Rangaswamy, V., Renuka, S., & Venda, I. (2022). Synthesis, spectral characterization and antibacterial activity of transition metal (II) complexes of tetradentate Schiff base ligand. *Materials Today: Proceedings*, 51(4), 1810-1816.
- Salib, K.A.R., Saleh, A.A., El-Wafa, S.A., & El-Shafiy, H.F.O. (2003). Preparation and Characterization of Novel Asymmetrical Schiff-Base Ligands Derived from 2methyl-7-formyl-8-hydroxyquinoline and their Metal Complexes. *Journal of Coordination Chemistry*, 56(4), 283-298.
- Savir, S., Liew, J.W.K., Vythilingam, I., Lim, Y.A.L., Tan, C.H., Sim, K.S., Lee, V.S., Maah, M.J., & Tan, K.W. (2021). Nickel(II) Complexes with Polyhydroxybenzaldehyde and O,N,S tridentate Thiosemicarbazone ligands: Synthesis, Cytotoxicity, Antimalarial Activity, and Molecular Docking Studies. *Journal of Molecular Structure*, 1242, 130815.
- Shanty, A.A., Raghu, K.G., & Mohanan, P.V. (2019). Synthesis, characterization: Spectral and theoretical, molecular docking and in vitro studies of copper complexes with HIV RT enzyme. *Journal of Molecular Structure*, 1197, 154-163.
- Soğukömeroğulları, H.G., Tok Taşkın, T., Yılmaz, F., Berber, İ., & Sönmez, M. (2015). Synthesis, characterization, biological studies, and molecular modeling of mixed ligand bivalent metal complexes of Schiff bases based on N-aminopyrimidine-2-one/2-thione. *Turkish Journal of Chemistry*, 39(3), 497-509.
- Sogukomerogullari, H.G., Sönmez, M., & Ceyhan, G. (2019). ONO Tip Schiff Baz Komplekslerinin Sentezi, Karakterizasyonu, Katalitik Özellikleri ve Termal Çalışmaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(3), 701-708.
- Sogukomerogullari, H.G., Yalçın, Ş.P., Ceylan, Ü., Aytar, E., Aygün, M., Richeson, D.S., & Sönmez, M. (2019). Synthesis of Fe and Cu metal complexes derived from ‘SNS’ Pincer type ligands and their efficient catalyst precursors for the chemical fixation of CO₂. *Journal of Chemical Science*, 131, 32-44.
- Sogukomerogullari, H.G., Taskin Tok, T., Uruş, S., & Sönmez, M. (2022). Pd (II) complexes bearing “SNS” pincer-type thioether ligands: Application as catalysts in the synthesis of vitamin K₃. *Applied Organometallic Chemistry*, 36(1), e6467.
- Sönmez, M., & Şekerci, M. (2003). Synthesis, characterization, and thermal investigation of copper(II), nickel(II), cobalt(II), and zinc(II) complexes with 5-benzoyl-1-(phenylmethylenamino)-4-phenyl-1H-pyrimidine-2-thione. *Synthesis and Reactivity in Inorganic and Metal-Organic Chemistry*, 33, 1689-1701.
- Sönmez, M., & Şekerci, M. (2007). The template synthesis, spectral characterization and thermal behaviour of new binuclear Schiff base complexes derived from N-aminopyrimidine with 2,3-butandion. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 72, 259-264.
- Sönmez, M., Çelebi, M., Levent, A., Berber, İ., & Şentürk, Z. (2010). A new pyrimidine-derived ligand, Npyrimidine oxalamic acid, and its Cu (II), Co (II), Mn (II), Ni (II), Zn (II), Cd (II), and Pd (II)

- complexes: synthesis, characterization, electrochemical properties, and biological activity. *Journal of Coordination Chemistry*, 63, 848-860.
- Sönmez, M., Sogukomerogullari, H.G., Öztemel, F., & Berber, İ. (2014). Synthesis and biological evaluation of a novel ONS tridentate Schiff base bearing pyrimidine ring and some metal complexes. *Medicinal Chemistry Research*, 23, 3451-3457.
- Sridhar, S.K., Pandeya, S.N., Stables, J.P. & Ramesh, A. (2002). Anticonvulsant activity of hydrazones, Schiff and Mannich bases of isatin derivatives. *European Journal of Pharmaceutical Science*, 16, 129-132.
- Sun, Y., Lu, Y., Bian, M., Yang, Z., Ma, X., & Liu, W. (2021). Pt(II) and Au(III) complexes containing Schiff-base ligands: A promising source for antitumor treatment. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 211, 113098.
- Uçan, S.Y., Uçan, M., & Mercimek, B. (2005). Synthesis and Characterization of new Schiff bases and their cobalt(II), nickel(II), copper(II), zinc(II), cadmium(II) and mercury(II) complexes. *Synthesis and Reactivity in Inorganic Metal-Organic and Nano-Metal Chemistry*, 35, 417-421.
- Vincent, S.G. & Joseph, J. (2021). Evaluation of antioxidant activity and antimalarial activity of flavone based tetradentate ligand and its metal complexes. *Materials Today: Proceedings*, 45(2), 2159-2165.
- Wang, Y.Y., Xu, F.Z., Zhu, Y.Y., Song, B., Luo, D., Yu, G., Chen, S., Xue, W., & Wu, J. (2018). Pyrazolo[3,4d]pyrimidine derivatives containing a Schiff base moiety as potential antiviral agents. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 28(17), 2979-2984.
- Wang, Y., Li, K., Xu, W., & Gou, S. (2023). Design, synthesis, and biological evaluation of a series of benzofuran[3,2-d]pyrimidine-4(3H)-one derivatives containing thiosemicarbazone analogs as novel PARP-1 inhibitors. *Bioorganic Chemistry*, 139, 106759.
- Yılmaz Baran, N. & Saçak, M. (2017). Synthesis, characterization and molecular weight monitoring of a novel Schiff base polymer containing phenol group: Thermal stability, conductivity and antimicrobial properties. *Journal of Molecular Structure*, 1146, 104-112.