

## PAPER DETAILS

TITLE: BAZI YENİ DİNÜKLEER BAKIR(II) SCHIFF BAZI KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ VE  
KARAKTERİZASYONU

AUTHORS: Bülent DEDE

PAGES: 42-50

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/116259>



## BAZI YENİ DİNÜKLEER BAKIR(II) SCHIFF BAZI KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

**Bülent DEDE, Fatma KARİPCİN**

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 32260, Isparta

e-mail: dbulent@fef.sdu.edu.tr

*Alınış: 17 Ocak 2008, Kabul: 09 Mayıs 2008*

**Özet:** Bu çalışmada. mononükleer bakır(II) Schiff bazı kompleksine bakır(II), mangan(II), kobalt(II) ve nikel(II) metal tuzlarının ilavesiyle dört yeni homo- ve heterodinükleer bakır(II) kompleksi sentezlenmiştir. Sentezlenen tüm komplekslerin yapıları elementel analiz, manyetik sussebtibilite, molar iletkenlik, FT-IR ve ICP-OES çalışmalarıyla aydınlatılmıştır. Metal komplekslerin elementel analiz, stokiyometrik ve spektroskopik verileri, dinükleer bakır(II) komplekslerde metal:ligand oranının 2:1 olduğunu ve bu komplekslerde bakır(II) iyonlarının Schiff bazları ve oksimlerdeki azot atomlarıyla koordinasyona girdiğini göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Schiff baz, oksim, bakır kompleksleri, dinükleer

## SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SOME NOVEL DINUCLEAR COPPER(II) SCHIFF BASE COMPLEXES

**Abstract:** In this study, four novel homo- and heterodinuclear copper(II) complexes were synthesized by the addition of metal salts of copper(II), manganese(II), cobalt(II) and nickel(II) to the mononuclear copper(II) Schiff base complex. Synthesized all complexes were characterized by elemental analyses, magnetic susceptibility, molar conductivity, FT-IR and ICP-OES studies. Elemental analyses, stoichiometric and spectroscopic data of the metal complexes indicated that the metal:ligand ratio of dinuclear copper(II) complexes were found to be 2:1 and those Cu(II) ions are coordinated to the nitrogen atoms of the Schiff bases and oximes.

**Key words:** Schiff base, oxime, copper complexes, dinuclear

## GİRİŞ

Koordinasyon bileşiklerinin endüstrideki önemi giderek artmaktadır. Boyarmadde ve polimer teknolojisinde, ilaç sanayinde, tıpta biyolojik olayların açıklanmasında, tarım alanında, suların sertliğinin giderilmesinde, antioksidan, katalizör ve dezenfektan maddelerin sentezinde, roket yakıtı hazırlanmasında ve bunlardan başka daha birçok alanda bu bileşiklerden büyük ölçüde yararlanılmakta, yeni sentezlerin yapılması yönündeki çalışmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir (ZISHEN 1987). Çok dişli Schiff bazları, oksim ligandları vb. bileşikler, farklı donör atomları ile metal iyonlarına çeşitli şekillerde bağlanabildikleri için, farklı stokiyometri, yapı ve manyetik özelliklere sahip mononükleer ya da polinükleer kompleksler meydana getirebilmektedirler (CHAUDHURI 2003). Önemli biyolojik sistemler için model teşkil eden bu tür

komplekslerin, fotokromik özellik gösterdiği (MARGERUM & MILLER 1971), alkenlerin hidrojenasyonunda katalitik aktiviteye sahip olduğu (HENRICI-OLIVE & OLIVE 1984) ve bunların yanında antibakteriyel (SINGH vd. 2006) ve antifungal özellik (CHOHAN vd. 2007) gösterdikleri bilinmektedir.

Özellikle polinükleer bakır(II) kompleksleri, orjinal manyetik davranışları ve yaşayan organizmalarda birçok metabolik işlemlerde yer aldıkları için dikkat çekmektedir. Çünkü polinükleer komplekslerde metal atomları birbirine yakın konumda olduklarından birbirleri ile etkileşmekte ve manyetik özellikleri değişmektedir.

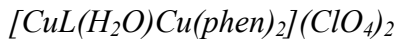
Bu çalışmada özellikle organik, anorganik, analitik ve biyokimyada büyük öneme sahip olan ve çeşitli alanlarda kullanılan dört yeni dinükleer bakır(II) Schiff bazı kompleksi sentezlenmiş ve bunların karakterizasyonu yapılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

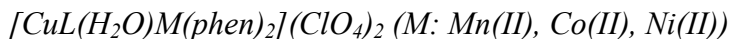
Bu çalışmada kullanılan kimyasal maddeler Merck, Fluka ve Aldrich gibi firmalardan temin edilmiştir. Komplekslerin IR spektrumları ( $4000-400\text{ cm}^{-1}$ ) Shimadzu IRPrestige-21 FT-IR spektrofotometresinde alınmıştır. Bileşiklerin C, H ve N miktarları LECO CHNS-932 elementel analiz cihazı, metal miktarı ise Perkin Elmer Optima 5300 DV ICP-OES spektrometresinde tayin edilmiştir. İletkenlik ölçümler Optic Ivymen System kondüktometri de gerçekleştirilmiştir. Komplekslerin erime noktaları ise IA 9100 Electrothermal Dijital erime noktası tayin cihazında tespit edilmiştir.

*Uyarı:* Perklorat tuzları potansiyel olarak patlayıcı etki göstermektedir ve kullanırken dikkatli olunmalıdır.

Mononükleer bakır(II) kompleksi literatürde belirtildiği şekilde sentezlenmiştir (KARİPCİN vd. 2007).



1 mmol mononükleer bakır(II) kompleksi 20 mL asetonda çözülmüş ve üzerine 1 mmol (0,1 g; 0,14 mL) trietilamin ilave edilmiştir. Elde edilen karışım 30 dakika karıştırılmıştır. Karışımın üzerine daha sonra ayrı ayrı 10'ar mL asetonda çözülerek hazırlanmış 1 mmol (0,37 g)  $Cu(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$  ve 2 mmol (0,4 g) 1,10-fenantrolin monohidrat çözeltileri ilave edilmiştir. Daha sonra karışım 3 saat geri soğutucu altında kaynatılmış, meydana gelen ürün süzülüş ve su, metil alkol ve dietileter ile yıkayıp  $P_2O_5$  üzerinde kurutulmuştur.



1 mmol mononükleer bakır(II) kompleksi 20 mL metil alkolde çözülmüş ve üzerine 1 mmol (0,1 g; 0,14 mL) trietilamin ilave edilmiştir. Elde edilen karışım 30 dakika karıştırılmıştır. Karışımın üzerine daha sonra ayrı ayrı 10'ar mL metil alkolde çözülerek hazırlanmış 1 mmol  $M(OAc)_2 \cdot 4H_2O$  ve 2 mmol (0,4 g) 1,10-fenantrolin monohidrat çözeltileri ilave edilmiştir. Ardından karışıma 1 mmol (0,12 g)  $NaClO_4$  eklenip, 3 saat

geri soğutucu altında kaynatılmıştır. Meydana gelen ürün süzölmüş ve su, metil alkol ve dietileter ile yıkanıp P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> üzerinde kurutulmuştur.

## BULGULAR

Sentezlenen homo- ve heterodinökleer bakır(II) Schiff bazı komplekslerinin renk, verim, erime noktası, manyetik susseptibilite, iletkenlik değeri ile elementel analiz sonuçları Tablo 1’de, FT-IR spektrumlarında gözlenen karakteristik IR titreşim frekansları ise Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 1** Schiff bazı komplekslerinin fiziksel özellikleri ve elementel analiz sonuçları

| Bileşikler | B.N. <sup>a</sup><br>(°C) | Verim<br>(%) | Renk  | $\mu_{\text{eff}}$<br>(B.M.) | $\lambda_M^b$ | Hesaplanan(Bulunan) % |                |                |                                          |
|------------|---------------------------|--------------|-------|------------------------------|---------------|-----------------------|----------------|----------------|------------------------------------------|
|            |                           |              |       |                              |               | C                     | H              | N              | Metal                                    |
| (1)        | 226                       | 93           | Yeşil | 1,82                         | 185           | 55,47<br>(55,65)      | 3,72<br>(3,91) | 9,41<br>(9,46) | 10,67<br>(10,55)(Cu)                     |
| (2)        | 242                       | 85           | Kahve | 3,56                         | 172           | 55,87<br>(55,96)      | 3,75<br>(3,68) | 9,48<br>(9,53) | 5,38<br>(5,32)(Cu)<br>4,65<br>(4,76)(Mn) |
| (3)        | 229                       | 78           | Kahve | 2,87                         | 178           | 55,68<br>(55,47)      | 3,74<br>(3,72) | 9,45<br>(9,61) | 5,36<br>(5,45)(Cu)<br>4,97<br>(4,83)(Co) |
| (4)        | 235                       | 86           | Yeşil | 2,83                         | 186           | 55,69<br>(55,65)      | 3,74<br>(3,79) | 9,45<br>(9,34) | 5,36<br>(5,43)(Cu)<br>4,95<br>(4,91)(Ni) |

<sup>a</sup>Bozunma noktası

<sup>b</sup>Molar iletkenlik ( $\Omega^{-1}\text{cm}^2\text{mol}^{-1}$ )

**Tablo 2** Schiff bazı komplekslerinin karakteristik IR titreşim frekansları (cm<sup>-1</sup>)

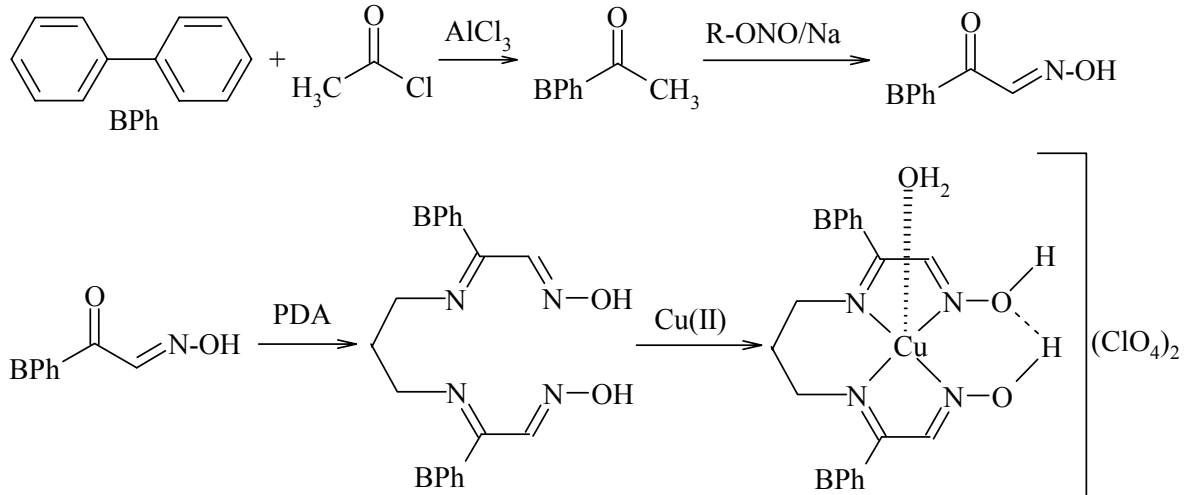
| Bileşikler          | Titreşim frekansları |                               |                                |                   |                   |                        |                   |                   |
|---------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|
|                     | $\nu(\text{O-H})$    | $\nu(\text{C=N})_{\text{im}}$ | $\nu(\text{C=N})_{\text{oks}}$ | $\nu(\text{N-O})$ | $\nu(\text{C-N})$ | $\nu(\text{ClO}_4)$    | $\nu(\text{M-O})$ | $\nu(\text{M-N})$ |
| Ligand <sup>a</sup> | 3267g                | 1660k                         | 1603k                          | 1360o             | 1448k             | -                      | -                 | -                 |
| (1)                 | 3515g                | 1647k                         | 1598k                          | 1424o             | 1481k             | 1092k<br>1154o<br>626z | 525z              | 423z              |
| (2)                 | 3520g                | 1645k                         | 1593k                          | 1426o             | 1487k             | 1089k<br>1151o<br>626z | 526z              | 428z              |
| (3)                 | 3512g                | 1645k                         | 1598k                          | 1421o             | 1483k             | 1089k<br>1147o<br>626z | 516z              | 437z              |
| (4)                 | 3517g                | 1649k                         | 1597k                          | 1427o             | 1489k             | 1098k<br>1172o<br>626z | 527z              | 428z              |

a: (KARİPCİN vd. 2007)

k:kuvvetli, o:orta, z:zayıf, g:geniş

**TARTIŞMA ve SONUÇ**

Çıkış maddesi olarak kullanılan 4-asetilbifenil, bifenilin (BPh) Friedel-Crafts reaksiyonuna göre  $\text{AlCl}_3$  katalizörlüğünde asetil klorür ile reaksiyonundan elde edilmiştir (LONG & HENZE 1941). Bu ketonun alkil nitrit ile metalik sodyum varlığındaki reaksiyonundan 4-isonitrosoasetilbifenil (ketoksim) sentezlenmiştir (BURAKEVICH vd. 1971, KARATAŞ & UÇAN 1998). 4-İsonitrosoasetilbifenilin etil alkollü ortamda oda sıcaklığında 1,3-propandiamin (PDA) ile vermiş olduğu kondensasyon reaksiyonu sonucu dioksim ligand elde edilmiştir. İminooksimli liganda asetonunda çözünmüş  $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  tuzu ilave edilerek ligandın mononükleer bakır(II) kompleksi yağimsı bir ürün olarak elde edilmiştir (KARİPCİN vd. 2007). Sentezlenen bu mononükleer bakır(II) kompleksi çeşitli çözücülerle kristallendirilmeye çalışılmış ancak katı bir madde elde edilemediği için bu kompleks saflaştırılmadan dinükleer komplekslerin sentezine geçilmiştir.



**Şema 1.** Mononükleer bakır(II) Schiff bazı kompleksinin sentezine ait sentetik yol  
Mononükleer kompleksin bakır(II) perklorat, mangan(II), kobalt(II) veya nikel(II) asetat tuzları ve 1,10-fenantrolinle reaksiyonu sonucu homodinükleer bakır(II) ve heterodinükleer bakır(II)-mangan(II), bakır(II)-kobalt(II) ve bakır(II)-nikel(II) kompleksleri sentezlenmiş ve komplekslerin yapıları FT-IR, ICP-OES, elementel analiz teknikleri, manyetik susseptibilite ve iletkenlik ölçümleriyle aydınlatılmıştır. Komplekslerin paramanyetik özelliğinden dolayı <sup>1</sup>H-NMR spektrumları alınamamıştır.

#### FT-IR Spektrumları

IR spektroskopisi komplekslerin yapısının tayininde kullanılan oldukça etkin bir cihazdır. Sentezlenen metal komplekslerin FT-IR spektrumları alınmış ve elde edilen değerler Tablo 2.'de verilmiştir. Komplekslerin FT-IR spektrumları literatürde bulunan benzer bileşiklerin spektrumlarıyla karşılaştırılıp yapıları açıklanmıştır.

Ligandın FT-IR spektrumu incelendiğinde 1-(4-fenilfenil)-2-hidroksiimino-1-etanon Schiff bazı ligandının spektrumunda oksim grubuna ait 3267 cm<sup>-1</sup>'de ortaya çıkan geniş ν(O-H) piki, kompleks oluşumuyla birlikte kaybolurken 3512-3520 cm<sup>-1</sup> aralığında yeni geniş bantların görülmesi koordinasyon suyundan kaynaklandığını düşündürmektedir (NAKAMOTO 1997). Liganda bulunan imin (C=N) grubuna ait gerilme titreşimi 1660 cm<sup>-1</sup> civarında ortaya çıkarken kompleks oluşumu ile bu bantların frekansında 11-15 cm<sup>-1</sup>'lik bir azalma ile pikler daha yüksek alana kaymıştır. Ligandın oksim grubundan kaynaklanan C=N gerilme titreşimi ise 1603 cm<sup>-1</sup>'de ortaya çıkarken, bu titreşimin komplekslerde 5-10 cm<sup>-1</sup> civarında yüksek alana kaydığı gözlenmiştir. Kompleksleşme sonucunda IR bantlarında meydana gelen kaymalar koordinasyonun imin ve oksim azot atomu üzerinden gerçekleştiğini desteklemektedir (RAMADAN & EL-MEHASSEB 1997, DEMİR & PEKACAR 2005).

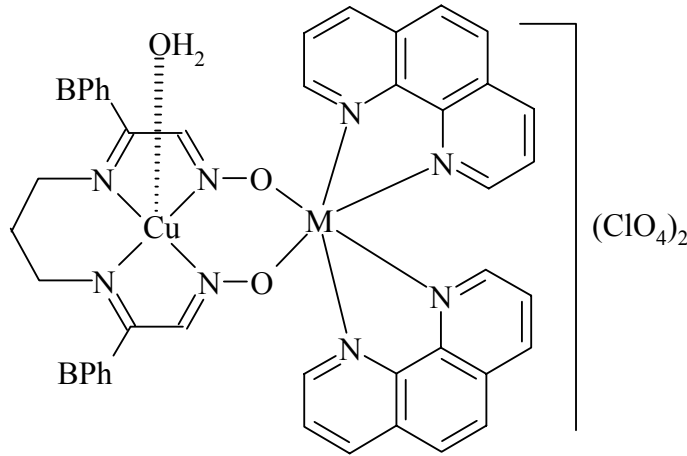
Ligandın FT-IR spektrumunda 1360 cm<sup>-1</sup>'de gözlenen orta şiddetteki gerilme titreşimi, oksim grubunda bulunan ν(N-O)'dan kaynaklanmaktadır (BLINC & HADZI 1958). Ligandın metal tuzlarıyla kompleksleşmesi sonucunda N-O gerilme titreşimlerinde 61-67 cm<sup>-1</sup> kadar düşük alana kayma gözlenmiştir. Sentezlenen komplekslerin FT-IR spektrumlarında gözlenen 1089-1098 cm<sup>-1</sup> aralığında kuvvetli, 1147-1172 cm<sup>-1</sup> aralığında orta şiddette antisimetrik gerilme bantları ve 626 cm<sup>-1</sup>'de antisimetrik eğilme

bantları, koordine olmamış perklorat anyonlarından kaynaklanmaktadır (ROSENTHALL 1973, VICENTE vd. 2000, JASIMUDDIN 2006).

1-(4-Fenilfenil)-2-hidroksiimino-1-etanon Schiff bazı ligandının kompleksleşmesi sonucu  $423-437\text{ cm}^{-1}$  ve  $516-527\text{ cm}^{-1}$  aralığında zayıf şiddette yeni bantlar ortaya çıkmıştır. Bu bantların komplekslerdeki M-N ve M-O bağlarına ait olduğu düşünülmüştür (GABER vd. 2005, SARI & YÜZÜAK 2006, SHAUIB vd. 2006).

İminooksim ligandı metal komplekslerinin FT-IR spektrumları değerlendirildiğinde, ligandaki oksim grubuna ait  $\nu(\text{O-H})$ 'ın kaybolması, koordinasyon suyu,  $\nu(\text{M-N})$ ,  $\nu(\text{M-O})$  ve perklorata ait bantların ortaya çıkması,  $(\text{C=N})$  gruplarına ait bantların yüksek alana ve  $(\text{N-O})$  grubuna ait bantların düşük alana kayması, Cu(II) iyonlarının ligandlardaki iki oksim azotu ve iki imin azotu ile koordinasyona girdiğini göstermektedir.

Bileşiklerin spektrumlarından elde edilen verilerin literatürdeki benzer bileşiklerin değerleriyle uyumlu olduğu anlaşılmaktadır.



M: Cu(II)(1), Mn(II)(2), Co(II)(3), Ni(II)(4)

**Şema 2.** Homo- ve heterodinükleer bakır(II) Schiff bazı komplekslerinin yapısı

### Manyetik Susseptibilite

Manyetik susseptibilite ölçümleri, komplekslerin geometrik yapılarının aydınlatılmasında yardımcı olmaktadır. Sentezlenen Schiff bazı komplekslerin manyetik momentleri oda sıcaklığında ölçülmüş ve bütün komplekslerin paramanyetik özellik gösterdikleri tespit edilmiştir.

Homodinükleer bakır(II) kompleksinin manyetik susseptibilite değeri 1,82 B.M. olarak tespit edilmiştir. Bu değer  $d^9$  elektron düzenine sahip bakır iyonunun 1,73 B.M. olan değerinden bir miktar yüksek, dinükleer bakır kompleksleri için beklenen değerden düşüktür. Homodinükleer bakır(II) kompleksinin manyetik susseptibilite değerinin beklenenden düşük çıkması iki bakır metali arasında gerçekleşen antiferromanyetik etkileşimden kaynaklandığının bir göstergesi olabilir (PATEL vd. 2007).

Heterodinükleer bakır(II)-mangan(II), bakır(II)-kobalt(II) ve bakır(II)-nikel(II) komplekslerinin manyetik susseptibilite değerlerinin sırasıyla 3,56; 2,87 ve 2,83 B.M. olduğu belirlenmiştir. Bu değerler heterodinükleer komplekslerdeki mangan(II), kobalt(II) ve nikel(II) metallerinin oktahedral geometriye sahip ve yüksek spinli metal kompleksleri oluşturduğunu göstermektedir (CHANDRA & GUPTA 2005, ZHU vd. 2000, ISMAIEL vd. 2001).

Komplekslerin ölçülen manyetik susseptibilite değerleri beklenenden daha düşük olması oksimato ve oksamidato köprülü ligandların oluşturduğu dinükleer komplekslerinin antiferromanyetik özellik göstermesinden kaynaklanabilir (RUIZ vd. 1993, SERBEST vd. 2001).

### İletkenlik Ölçümleri

Sentezlenen bütün komplekslerin iletkenlikleri N,N-dimetilformamit ile  $1 \times 10^{-3}$  M'lık çözeltileri hazırlanarak oda sıcaklığında ölçülmüş ve komplekslerin hepsinin elektrolit oldukları tespit edilmiştir. Komplekslerin elektrolit olması, karşıt iyon olarak perklorat iyonunun varlığından kaynaklanabilir. Komplekslerin molar iletkenlikleri ölçüldüğünde değerlerin  $172-186 \Omega^{-1} \text{cm}^2 \text{mol}^{-1}$  arasında değiştiği gözlenmiştir. Bu değerler her bir kompleksin 1:2 elektrolit olduğunu yani çözeltide üç iyonik tür bulunduğunu göstermektedir (GEARY 1971).

### Sonuç

Sentezlenen bileşiklerin element analizi ile tespit edilen C, H, N ve ICP-OES ile bulunan metal yüzdeleri, hesaplanan değerler ile uyum içindedir. Bu sonuçlara göre homo- ve heterodinükleer bakır(II) Schiff bazı komplekslerinin metal:ligand oranının 2:1 olduğu tespit edilmiştir. Sentezlenen metal komplekslerinin stokiyometrik ve spektroskopik verileri incelendiğinde dinükleer komplekslerdeki bakır(II) iyonu, imin ve oksime bağlı azot üzerinden koordinasyona girdiği, ikinci metal iyonunun [M: Cu(II), Mn(II), Co(II) veya Ni(II)] ise dianyonik oksijen atomları ve iki 1,10-fenantrolinin azot atomlarıyla kompleks oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

### KAYNAKLAR

- BLINC R, HADZI D, 1958. Infrared Spectra and Hydrogen Bonding in the Nickel-Dimethylglyoxime and Related Complexes. *J. Chem. Soc.*, 4536-4540.
- BURAKEVICH JV, LORE AM, VOLPP GP, 1971. Phenylglyoxime. Separation, Characterization, and Structure of Three Isomers. *J. Org. Chem.* 36, 1-4.
- CHANDRA S, GUPTA LK, 2005. Spectral, Physicochemical and Biological Characterization of 2,5,11,14,19,20-Hexaaza-3,12-dimethyl-4,13-dipropyl-tricyclo[13.3.1.1(6-10)]cosane-1(19),2,4,6(20),7,9,11,13,15,17-decaene and its Transition Metal Complexes. *Transition Met. Chem.*, 30, 630-635.
- CHAUDHURI P, 2003. Homo-and Hetero-polymetallic Exchange Coupled Metal-Oximates. *Coord.Chem.Rev.*, 243, 143-190.
- CHOHAN ZH, ARİF M, SARFRAZ M, 2007. Metal-based Antibacterial and Antifungal Amino Acid Derived Schiff Bases: Their Synthesis, Characterization and *in vitro* Biological Activity. *Appl. Organometal. Chem.*, 21, 294-302
- DEMİR İ, PEKACAR Aİ, 2005. Synthesis and Characterization of Some Nickel(II), Cobalt(II), and Zinc(II) Complexes with Schiff Bases Derived from the Reaction



- of Isonitroso-p-chloroacetophenone and 1,2-Diaminoethane with 1,4-Diaminobutane. *Synt. React. Inorg. Met.-Org. Chem.*, 35, 825-828.
- GABER M, AYAD MM, EL-SAYED YSY, 2005. Synthesis, Spectral and Thermal Studies of Co(II), Ni(II) and Cu(II) Complexes 1-(4,6-Dimethyl-pyrimidin-2-ylazo)-naphthalen-2-ol. *Spectrochim. Acta Part A*, 62, 694-702.
- GEARY WJ, 1971. The Use of Conductivity Measurements in Organic Solvents for the Characterization of Coordination Compounds. *Coord. Chem. Rev.*, 1, 81-122.
- HENRICI-OLIVE G, OLIVE S, 1984. *The Chemistry of the Catalyzed Hydrogenation of Carbon Monoxide*, Springer, Berlin, pp. 152.
- ISMAIEL AAA, BARAKA RM, NASMAN OSM, 2001. Template Synthesis and Characterization of Mono, and Homobi-nucleating Mixed Dithiatetraazamacrocyclic Complexes. *Polyhedron*, 20, 455-459.
- JASIMUDDİN S, 2006. Synthesis, Spectral and Electrochemical Behaviour of Cytosinato Bridged Complexes of Ruthenium(II) and Platinum(II) with 1-Alkyl-2-(arylozo)imidazoles. *Transition Met. Chem.*, 31, 724-729.
- KARATAŞ İ, UÇAN Hİ, 1998. The Synthesis of Biphenylglyoxime and Bis(phenylglyoxime) and Their Complexes with Cu(II), Ni(II) and Co(II). *Synth. React. Inorg. Met. Org. Chem.* 28, 383-391.
- KARİPCİN F, DEDE B, ÇAĞLAR Y, HÜR D, ILICAN S, ÇAĞLAR M, ŞAHİN Y, 2007. A New Dioxime Ligand and its Trinuclear Copper(II) Complex: Synthesis, Characterization and Optical Properties. *Opt. Commun.*, 272, 131-137.
- LONG LM, HENZE HR, 1941. Synthesis of Ketone Derivatives of Biphenyl by the Friedel-Crafts Reaction. *J. Am. Chem. Soc.*, 63, 1939-1940.
- MARGERUM JD, MILLER LJ, 1971. *Photochromism*, Interscience, Wiley, New York, pp 569.
- NAKAMOTO K, 1997. *Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds Parts A+B*, Wiley, New York, pp 772.
- PATEL RN, SINGH N, GUNDLA VLN, CHAUHAN UK, 2007. Copper(II) Complexes of Tridentate *N,N,N',N'',N''*-Pentamethyldiethylenetriamine: Superoxide Dismutase and Inhibitory Activity Against Bacteria and Fungi. *Spectrochim. Acta Part A*, 66, 726-731.
- RAMADAN AEM, EL-MEHASSEB IM, 1997. Synthesis, Characterization and Superoxide Dismutase Mimetic Activity of Ruthenium(III) Oxime Complexes. *Transition Met. Chem.*, 22, 529-534.
- ROSENTHALL MR, 1973. The Myth of the Non-Coordinating Anion. *J. Chem. Edu.*, 50, 331-334.
- RUIZ R, LLORET F, JULVE M, FAUS J, MUNOZ MC, SOLANS X, 1993. A Study of the Exchange Interaction Through Phenolato, Oximato and Oxamidato Bridges in  $Mn^{II}Cu^{II}$  Dimers. Crystal Structure of  $[Cu(salen)Mn(hfa)_2]$ . *Inorg. Chim. Acta*, 213, 261-268.
- SARI N, YÜZÜAK N, 2006. Synthesis and Characterization of Novel Polymeric-Schiff Bases and Their Complexes. *J. Inorg. and Organomet. Poly. and Mat.*, 16, 259-269.
- SERBEST K, KARABÖCEK S, DEĞİRMENCİOĞLU İ, GÜNER S, KORMALI F, 2001. Mono- Di- and Trinuclear Copper(II) Dioxime Complexes; 3-{2-[2-(2-hydroxyimino-1-methylpropylideneamino)ethylamino]ethylimino}butan-2-one oxime. *Transition Met. Chem.*, 26, 375-379.

- SHAUIB NM, ELASSAR AZA, EL-DISSOUKY A, 2006. Synthesis and Spectroscopic Characterization of Copper(II) Complexes with the Polydentate Chelating Ligand 4,4'-[1,4-phenylenedi(nitrilo)dipente-2-one]. *Spectrochim. Acta Part A*, 63, 714–722.
- SINGH K, SINGH DP, BARWA MS, TYAGI P, MIRZA Y, 2006. Antibacterial Co(II), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) Complexes of Schiff bases Derived from Fluorobenzaldehyde and Triazoles. *J. Enzym. Inhib. Med. Ch.*, 21, 557-562.
- VICENTE M, LODEIRO C, ADAMS H, BASTIDA R, DE BLAS A, FENTON DE, MACIAS A, RODRIGUEZ A, RODRIGUEZ-BLAS T, 2000. Synthesis and Characterization of Some Metal Complexes with New Nitrogen–Oxygen Donor Macrocyclic Ligands – X-ray Crystal Structures of a 26-Membered Reduced Monoprotonated Macrocyclic and a 20-Membered Pendant-Arm Schiff-Base Macrocyclic Cadmium(II) Complex. *Eur. J. Inorg. Chem.*, 5, 1015-1024.
- ZHU D, SONG Y, LIU Y, XU Y, ZHANG Y, YOU X, 2000. Syntheses, Crystal Structures and Spectroscopic Properties of the Novel Complexes  $[M(\text{MOBPT})_2(\text{H}_2\text{O})_2](\text{ClO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (M = Co(II) and Ni(II)). *Transition Met. Chem.*, 25, 589-593.
- ZISHEN W, HUIXIA W, ZHENHUAN Y, CHANGHAI H, 1987. XXV. International Conference on Coordination Chemistry, 26-31 July, *Book of Abstracts*, China, pp.663.