



GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİMYA ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

2-TİYOFENKARBOKSİLİK ASİT'İN BAZI GEÇİŞ METAL
KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ VE YAPILARININ BELİRLENMESİ

MUZAFFER ALBAYRAK

ŞUBAT 2016

GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİMYA ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

2-TİYOFENKARBOKSİLİK ASİT'İN BAZI GEÇİŞ METAL
KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ VE YAPILARININ BELİRLENMESİ

MUZAFFER ALBAYRAK

ŞUBAT 2016

Fen Bilimleri Enstitü Müdürünün onayı.

Prof. Dr. Birsen ŐENGÜL OKSAL

...../...../.....

Müdür

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak KİMYA Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Birsen ŐENGÜL OKSAL

Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumuzu ve Yüksek Lisans tezi olarak bütün gerekliliklerini yerine getirdiğini onaylarız.

Doç. Dr. Saim TOPÇU

Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Murat TAŐ

Doç. Dr. Saim TOPÇU

Yrd. Doç. Dr. Zuhâl YOLCU

ÖZET

2-TİYOFENKARBOKSİLİK ASİT'İN BAZI GEÇİŞ METAL KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ VE YAPILARININ BELİRLENMESİ

ALBAYRAK, Muzaffer

Giresun Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Saim TOPÇU

ŞUBAT 2016, 27 sayfa

Bu çalışma ile literatürde bulunmayan tiyofen-2-karboksilik asitin (HTCA), imidazol (imd) ligantı içeren Nikel(II) kompleksi, 2-metil imidazol (2m-imd) içeren Bakır(II) ve Kobalt (II) kompleksleri, 2-isopropil imidazol (i-prp-imd) içeren Kobalt (II) kompleksi ve n-metil imidazol (nmetimd) içeren Mangan(II) kompleksi elde edilerek, yapıları X-ışınları tek kristal difraksiyon verilerinden yararlanarak aydınlatılmıştır.

Komplekslerde tiyofen-2-karboksilik asitin monoanyonik formda tek dişli olarak metal iyonuna karboksilik asit oksijeninden bağlandığı, imidazol ve türevlerinin ise azot atomu üzerinden metal iyonlarına koordine olduğu belirlenmiştir. Mangan ve Nikel komplekslerinin $[MO_4N_2]$ tipinde oktahedral geometrili, bakır kompleksinin ise $[CuO_2N_2]$ tipinde karedüzlem ve Kobalt komplekslerinin ise $[CoO_2N_2]$ tipinde tetrahedral geometrili olduğu belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Tiyofen-2-karboksilik asit, α -tiyofen karboksilik asit, tiyofen-2-karboksilato kompleksleri, 2-tiyofenik asit, imidazol kompleksleri.

ABSTRACT

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SOME TRANSITION METAL COMPLEXES OF 2-THIOPHENECARBOXYLIC ACID

ALBAYRAK, Muzaffer

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Chemistry, Master Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Saim TOPÇU

February 2016, 36 pages

In this work, thiophene-2-carboxylic acid (HTCA) complexes were synthesized by Nickel(II), Copper(II), Cobalt(II) and Manganese(II) containing imidazole (imd), 2-methyl imidazole, 2-isopropyl imidazole and n-methyl imidazole, respectively. The handled complex compounds were characterized by X-ray single crystal diffraction method.

In the complexes, the thiophene-2-carboxylic acid acted as monoanionic monodentate manner and bonded to the metals via its carboxylate oxygen. The imidazole and its derivatives bonded to the metals via its nitrogen atoms.

The geometry around the metal centers were found as octahedral $[MO_4N_2]$ type for Nickel and Manganese, found as square-planar $[CuO_2N_2]$ type for copper complex and tetrahedral $[CoO_2N_2]$ type for cobalt complexes.

Key Words: Thiophene-2-carboxylic acid, α - thiophene carboxylic acid, thiophene-2-carboxylato complexes, 2-thiophenic acid, imidazole complexes,

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim süresince bilimsel çalışma yöntemleri ve disiplini ile örnek olan, bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, tezimin her aşamasında doğru bilgiye ulaşmam için bana yol gösteren, desteğini her zaman hissettiğim değerli hocalarım Sayın Prof.Dr. Murat TAŐ'a ve Doç. Dr. Saim TOPÇU'ya en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin hazırlanmasında öneri ve yardımlarıyla destek olan, laboratuvarında çalıştığım süre boyunca tüm bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, sentez çalışmalarına yardım eden sevgili çalışma arkadaşım Sevim TOPAL'a ne kadar teşekkür etsem azdır.

Hayatım boyunca benden dualarını ve desteklerini hiç esirgemeyen kıymetli anneme, babama ve kardeşlerime benden desteğini hiç esirgemeyen sürekli yanımda bulunan benim için pek kıymetli olan Aysun BAL'a teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
TABLolar DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
SİMGELER DİZİNİ	VII
KISALTMALAR	VII
1.GİRİŞ	1
1.1 Tiyofen-2-Karboksilik Asit.....	4
1.3 Literatürde Tiyofen-2-karboksilik Asitin (TCAH) Kompleksleri.....	5
2. MATERYAL VE METOT	7
2.1 Kullanılan Kimyasal Maddeler	7
2.2 Kullanılan Cihazlar ve Programlar.....	8
2.3 Komplekslerin Sentezi	8
2.3.1 Mangan ve Nikel Komplekslerinin Sentezi	8
2.3.2 Kobalt Komplekslerinin Sentezi	9
2.3.3 Bakır Kompleksinin Sentezi	9
3. ARAŞTIRMA BULGULARI	10
3.1 X- Işınları Tek Kristal Çalışmaları.....	10
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	23
KAYNAKLAR	24
ÖZGEÇMİŞ	27

TABLULAR DİZİNİ

TABLO

Tablo 2.1 Tez çalışmasında kullanılan kimyasal maddeler ve bazı özellikleri	7
Tablo 3.1 Elde edilen komplekslere ait kristalografik ve yapı arıtım verileri.....	10
Tablo 3.2 Komplekslere ait bağ uzunlukları (Å).....	14
Tablo 3.3 Komplekslere ait bağ açıları (°).....	15
Tablo 3.3 (devam)	16
Tablo 3.4 Hidrojen bağı geometrileri	17

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL

Şekil 1.1 Karboksilik asitin metale bağlanma şekilleri	3
Şekil 1.2 Siklopenta-1,3-dien, tiyofen ve Tiyofen monokarboksilik asitlerin yapısı ..	4
Şekil 1.3 Tiyofen-2-karboksilik asitin metale bağlanma modları.....	5
Şekil 1.4. Europium kompleksinin asimetik birimi	6
Şekil 1.5. Europium kompleksinin polimerik yapısı	6
Şekil 3.1 [Ni(TCA) ₂ (H ₂ O) ₂ (imd) ₂] (1) kompleksinin yapısı	11
Şekil 3.2 [Cu(TCA) ₂ (2m-imd) ₂] (2) kompleksinin yapısı	11
Şekil 3.3 [Co(TCA) ₂ (2m-imd) ₂] (3) kompleksinin yapısı	12
Şekil 3.4 [Co(TCA) ₂ (i-prp-imd) ₂] (4) kompleksinin yapısı.....	12
Şekil 3.5 [Mn(TCA) ₂ (H ₂ O) ₂ (nmetimd) ₂] (5) kompleksinin yapısı.....	13
Şekil 3.6 Nikel kompleksinde moleküller arası etkileşimler	18
Şekil 3.7 Nikel kompleksinin birim hücre istiflenmesi	18
Şekil 3.8 Mangan kompleksinde moleküller arası C-H···O hidrojen bağları.....	19
Şekil 3.9 Mangan kompleksinde moleküller arası O-H···O hidrojen bağları	19
Şekil 3.10 Mangan kompleksinin birim hücre istiflenmesi	19
Şekil 3.11 [Co(TCA) ₂ (2m-imd) ₂] kompleksinde moleküller arası hidrojen bağları..	20
Şekil 3.12 [Co(TCA) ₂ (2m-imd) ₂] kompleksinin birim hücre istiflenmesi	20
Şekil 3.13 [Co(TCA) ₂ (i-prp-imd) ₂] kompleksinde moleküller arası hidrojen bağları	21
Şekil 3.14 [Co(TCA) ₂ (i-prp-imd) ₂] kompleksinin birim hücre istiflenmesi.....	21
Şekil 3.15 Bakır kompleksinde moleküller arası N-H···O etkileşimleri	22
Şekil 3.16 Bakır kompleksinin birim hücre istiflenmesi	22

SİMGELER DİZİNİ

KISALTMALAR

E.N.	Erime noktası	mmol	Milimol
DMF	Dimetilformamid	HTCA	Tiyofen-2-karboksilik asit
g	Gram	TCA	Tiyofen-2-karboksilat
IR	Kızılötesi spektroskopisi	imd	İmidazol
M _A	Molekül ağırlığı	2m-imd	2-metil imidazol
K	Kelvin	i-prp-imd	2-isopropil imidazol
mL	Mililitre	nmetimd	n-metil imidazol

1.GİRİŞ

Maddelerin kendilerine has fiziksel, kimyasal ve yapısal özellikleri ile diğer maddelerle olan etkileşimlerini araştıran, bu etkileşim süreçlerini inceleyen, bu inceleme sonucunda elde edilen bilgileri sistemleştiren, sınırları çizilmesi imkansız büyük bir araştırma sahasını kapsayan kimya bilimi insan, hayvan ve doğal yaşamın her alanında kendine yer bulan, bu nedenle de modern bilimin en önemli alanlarından biri olma özelliğine sahiptir. Kimya biliminin hızlı bir gelişme süreci göstermekte olduğu ve maddenin var olduğu her yerde bulunduğu tartışılmaz bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır (1).

Kimya biliminin temel alt anabilim dallarında birisi olan Anorganik kimya en geniş tanımıyla “organik olmayan her şeyin kimyası” olarak ifade edilebilmekte, elementlerin birbirleri ile reaksiyonları sonucu yepyeni kendine has özelliklere sahip yeni bileşikler oluşturmaları anorganik kimyayı ilginç kılmaktadır. Koordinasyon kimyası ise anorganik kimya anabilim dalı araştırma alanlarından biri olup tüm geçiş elementlerinin, temel grup elementlerinden farklı davranış ve özelliklere sahip olmaları nedeni ile geniş bir araştırma ve inceleme alanına sahiptir (1-3).

Ligant adı verilen nötral molekül, anyon ya da katyonların metal atomuna (ya da iyonuna) koordine kovalent bağlarla bağlanması ile oluşan, yapısını hem katı hem de çözelti fazında koruyan bileşikler **koordinasyon bileşiği** veya **kompleks bileşikler** olarak adlandırılmaktadır (3).

Koordinasyon bileşikleri biyokimyasal süreçlerde yer alabilmekte, ilaç kimyası, boya sanayi gibi kimya endüstrisinde kullanılabilirler. Bununla birlikte, su sertliğinin giderilmesinde, tarım alanında, roket yakıtı üretiminde, ağır metallerin geri kazanımı prosesleri için metalürjide, boyar madde eldesi ve polimer üretiminde, biyolojik olayların araştırmalarında, sulardan metallerden temizlenmesi ve kalitatif veya kantitatif tayinleri gibi bir çok alanda koordinasyon bileşikleri kullanılabilir (2-6).

Koordinasyon bileşiklerinin bu çok yönlü kullanım alanına sahip olabilme potansiyeli ligant olarak kullanılabilen yeni maddelerin ve bunların komplekslerinin sentezi yapılarının araştırılması, özelliklerinin incelenmesi, kullanım alanları ve değişik ortamlardaki davranışlarının belirlenmesi önemini gün geçtikçe artıran bir çalışma alanıdır (2).

Son yıllardaki araştırma sonuçları incelendiğinde organik bileşiklerin metal atom veya iyonları ile reaksiyonundan sentezlenen koordinasyon bileşikleri sayısında büyük artışlar olduğu görülmekte hatta neredeyse son yıllardaki çalışmalar organik ligantların kompleksleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu sayede organik ve anorganik kimya anabilim dalı arasındaki sınır ortadan kalkmıştır. Biyolojik olayların mekanizmalarının aydınlatılmasında model bileşikler olarak kullanılabilmeleri, ligantların ve bazı metal komplekslerinin antitümör etkisine sahip olabilmeleri ile biyokimya anabilim dalı, tıp ve eczacılık, gibi birçok bilim dalları ile de yakın ilişki içindedir (7-9).

Koordinasyon bileşiklerinin yapısal özelliklerinin ortaya çıkarılmasında bileşiğin içerdiği elementlerin yüzde oranlarının belirlendiği elementel analiz, bileşikteki bağların titreşimlerinin gözlemlendiği bu sayede eşsiz bilgiler sunan kızılötesi (IR) kompleks bileşikte meydana gelen elektronik geçişlerin tanımlandığı Morötesi-görünür bölge spektroskopisi (UV-Gör.) yaygın olarak kullanılmaktadır (10).

Tüm doğal ve sentetik bileşikte olduğu gibi kompleks bileşiklerin mutlak yapıları da X-ışını tek kristal yöntemi ile detaylı olarak ortaya konulabilmektedir. X-ışını tek kristal yöntemi ile bileşikteki atomlar arası bağ uzunlukları, bağ açıları, stereo kimyası, kompleksin geometrisi, birim hücrenin türü ve moleküler paketlenmesi, moleküller arası etkileşimlerin cinsi ve kuvveti ayrıntılı olarak belirlenebilmektedir (11).

R-COOH genel formülüne sahip karboksilli asitler kompleks bileşiklerinin sentezinde önemli bir ligant sınıfı olarak göze çarpmaktadır.

Karboksilik asit grubu, tek bir metale tek veya çift dişli, iki metal arasında köprü şeklinde tek dişli veya çift dişli olarak bağlanabilmekte bu sayede çok çeşitli yapısal özelliklere sahip bileşikler sentezlenebilmektedir (Şekil 1.1) (10).

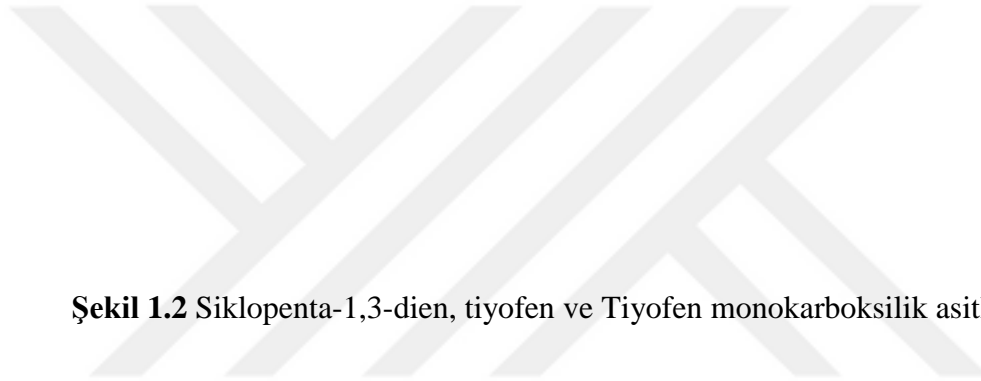


Şekil 1.1 Karboksilik asitin metale bağlanma şekilleri (10)

Bu çalışma kapsamında, 2-tiyofenkarboksilik asit'in (HTCA) ligantlarını içeren bazı geçiş metallere komplekslerinin sentezi, X-ışını tek kristal kırınım yöntemi ile yapılarının detaylı olarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.1 Tiyofen-2-Karboksilik Asit

Kükürt atomu içeren siklopenta-1,3-dien halkası tiyofen olarak adlandırılmakta olup (Şekil 1.2) Tiyofen halkasında karboksilik asit grubu (COOH) bulunduran bileşikler tiyofen karboksilik asitler elde edilmektedir (Şekil 1.3).



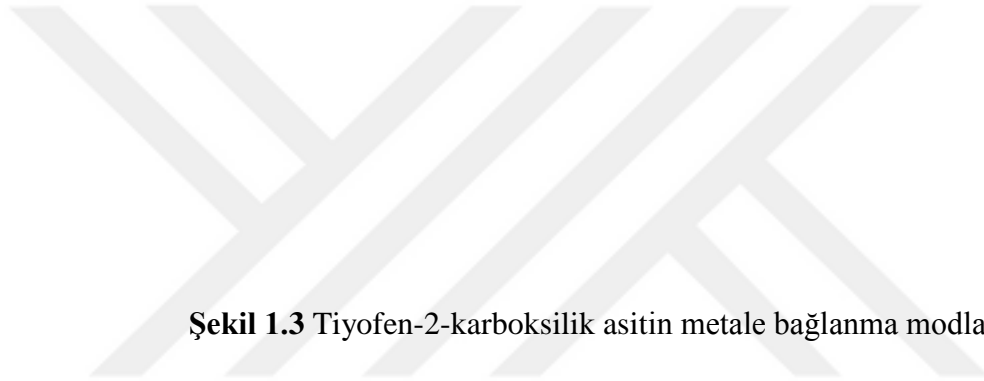
Şekil 1.2 Siklopenta-1,3-dien, tiyofen ve Tiyofen monokarboksilik asitlerin yapısı

Beş üyeli tiyofen halkasında kükürt atomunun iki elektronu sp^2 hibritleşmesi nedeni ile aromatik halkaya delokalize olduğu için tiyofen elektronca zengin çok atomlu halka olarak kabul edilebilir ve kükürt atomunun büyük olmasından dolayı, eşleşmemiş elektronları, halkaya daha kolay delokalize olabilmesi ve böylece de tiyofen halkasının düzlemsel olmasına neden olmaktadır (12).

Bazı türevleri antibiyotik, antialerjik, antimigren ve grip tedavisinin yanında, doku kültüründeki kemik hasarlarını önleyici olarak kemik erimesi tedavisinde kullanım yeri bulan Tiyofen-2-karboksilatlar ilaç üretiminde kullanılabilen bir potansiyel bir antikanser ajanı olduğuna yönelik literatürde bilgiler bulunmaktadır (12-16). Cu(II), Ni(II), Zn(II), Co(II) gibi bazı geçiş metallere komplekslerinin mantar önleyici ve anti-tümör özelliğine dair çalışmalar mevcuttur (17).

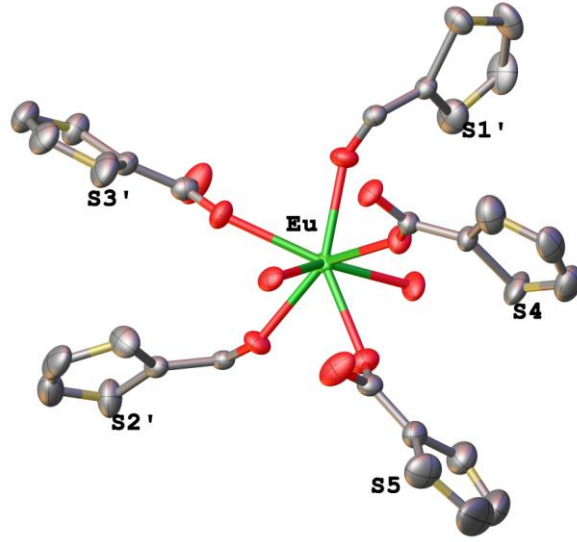
1.3 Literatürde Tiyofen-2-karboksilik Asitin (TCAH) Kompleksleri

Literatür araştırmalarımızda TCAH'nın geçiş metalleri ile yapmış oldukları komplekslerinde tiyofen-2-karboksilik asit ligant olarak, metal iyonlarına sadece tek dişli, çift dişli şelat, çift dişli köprü ve tek dişli köprü şekillerinde olmak üzere dört değişik bağlanma modu belirlenmiştir (şekil 1.6) (18).

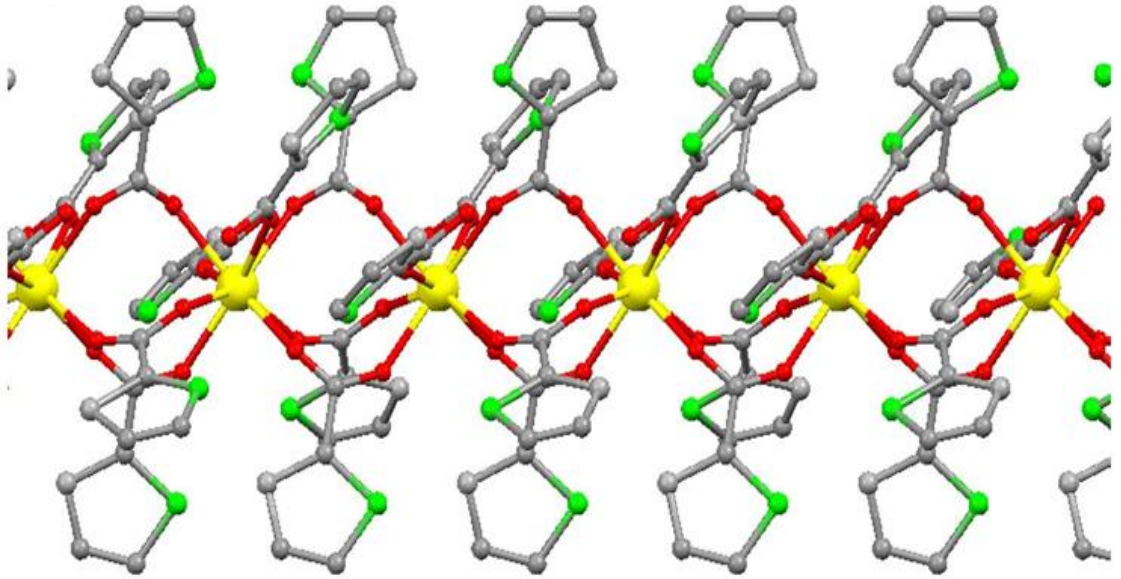


şekil 1.3 Tiyofen-2-karboksilik asitin metale bağlanma modları

Bu bağlanma şekillerine sahip literatürde yer alan kompleksler ile ilgili bilgiler Sevim Topal'ın 2013 yılında yapmış olduğu yüksek lisans tezinde yapıları ile birlikte verilmiştir (18). Literatür araştırmalarımız 2013 yılından bu günde kadar çalışmalarda tiyofen-2-karboksilik asitin türevlerine ait bir çok komplekse ait çalışmaya rastlanmışken sadece tiyofen-2-karboksilik asit kompleksini içeren tek alışma Flavia Cagnin ve arkadaşları tarafından 2014 yılında yayımlanmıştır (19). Bu çalışmada tiyofen-2-karboksilik asitin tek dişli köprü ligand olarak davrandığı polimerik Europium kompleksi sentezlenmiş ve yapısı, spektroskopik özellikleri incelenmiştir. Bu kompleksin yapısı şekil 4 ve 5' de verilmiştir.



Şekil 1.4. Europium kompleksinin asimetik birimi



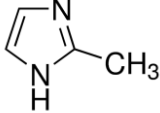
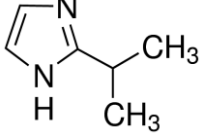
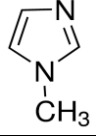
Şekil 1.5. Europium kompleksinin polimerik yapısı

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Kullanılan Kimyasal Maddeler

Komplekslerin sentezinde kullanılan kimyasal maddeler ve özellikleri Tablo 2.1’ de verilmiştir.

Tablo 2.1 Tez çalışmasında kullanılan kimyasal maddeler ve bazı özellikleri

Adı Kapalı Formülü	Marka	Açık Yapısı	M _A (g/mol)
Tiyofen-2-karboksilik asit (C ₅ H ₄ O ₂ S)	Aldrich		128,15
İmidazol (C ₃ H ₄ N ₂)	Merck		68,08
2-metil imidazo (C ₄ H ₆ N ₂)	Aldrich		82,10
2-isopropil imidazol (C ₆ H ₁₀ N ₂)	Aldrich		110,16
n-metil imidazol (C ₄ H ₆ N ₂)	Aldrich		82,10
Mangan(II)klorür tetrahidrat MnCl ₂ ·4H ₂ O	Sigma-Aldrich	-	197,91
Kobalt(II)klorür heksahidrat CoCl ₂ ·6H ₂ O	Riedel-de Haën	-	237,93
Nikel(II) klorür heksahidrat NiCl ₂ ·6H ₂ O	Riedel-de Haën	-	237,69
Bakır(II) klorür dihidrat CuCl ₂ ·2H ₂ O	Sigma-Aldrich	-	170,48

2.2 Kullanılan Cihazlar ve Programlar

- Komplekslerin X-ışınları tek kristal verileri Avustralya James Cook University’de bulunan Bruker AXS Smart CCD difraktometresi ile ışın kaynağı olarak MoK α ($\lambda = 0,71073 \text{ \AA}$) ışınması kullanılarak elde edildi. Veri toplama ve arıtımında APEXII (20) bilgisayar programı kullanıldı.
- OLEX2 programına entegre Superflip programı (21) ile çözülen yapılar, SHELXL97 (22) programı ile en küçük kareler yöntemine (F^2) göre arıtıldı. Tüm hidrojen atomları ideal pozisyonlarına yerleştirildi. Verilerin incelenmesi ve moleküler grafiklerin çiziminde OLEX2 programı (21) kullanıldı.

2.3 Komplekslerin Sentezi

Tez kapsamında toplam dört adet kompleks sentezlenmiştir. Komplekslerin sentezinde birincil ligant olarak tiyofen-2-karboksilik asit (HTCA), ikincil ligant olarak imidazol ligantı kullanılmıştır.

2.3.1 Mangane ve Nikel Komplekslerinin Sentezi

[M(TCA) $_2$ (H $_2$ O) $_2$ (im) $_2$] komplekslerinin sentezi iki basamakta geleneksel yöntemlerle gerçekleştirildi. İlk basamakta 2,5 mmol metal tuzları (0,5 g MnCl $_2$ ·4H $_2$ O ve 0,5 g Ni(NO $_3$) $_2$ ·4H $_2$ O) üzerine 20 mL saf su eklenerek çözüldü. Çözelti üzerine 2,4 mmol nikel için imidazol, mangane için n-metil imidazol ilave edilerek bir süre karıştırıldı İkinci basamakta 2,4 mmol (0,32 g) HTCA 40 mL saf suda 75-80 °C de çözüldü ve bu sıcaklıkta yarım saat karıştırıldıktan sonra çözelti üzerine 0,2 g katı NaOH eklendi. Bu çözelti üzerine, ilk basamakta elde edilen tuz çözeltileri eklendi. Karışımlar bir süre daha ısıtılmadan karıştırıldı ve süzüldü. Süzüntüler kristallenmeye bırakıldı.

2.3.2 Kobalt Komplekslerinin Sentezi

[Co(TCA)₂(H₂O)₂(im)₂] kompleksinin sentezi geleneksel yöntemle tek basamakta gerçekleştirildi. Sentez için 2,1 mmol (0,5 g) CoCl₂·6H₂O 20 mL saf suda çözüldü ve üzerine 1 mmol (0,13 g) HTCA'nın sıcak sulu çözeltisi ilave edilerek 75-80 °C de yarım saat karıştırıldı. Daha sonra çözelti üzerine 1 mmol 2-metil imidazol veya 2-isopropil imidazol yavaş yavaş eklendi. Çözelti 20 dakika boyunca ısıtılmadan karıştırıldı. Bir süre karıştırıldıktan sonra çözelti üzerine 4 damla derişik NH₃ eklendi. Çözeltinin renginin mor olduğu ve çökelek oluştuğu gözlendi. Çözelti ısıtılmadan bir süre daha karıştırıldıktan sonra süzöldü. Süzöntü kristallenmeye bırakıldı.

2.3.3 Bakır Kompleksinin Sentezi

[Cu(TCA)₂(2m-imd)₂] kompleksinin sentezi de kobalt komplekslerinin sentezindeki yöntem ile imidazol türevi olarak 2-metil imidazol kullanılarak gerçekleştirildi. Oluşan kristaller süzölüp havada kurutuldu.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

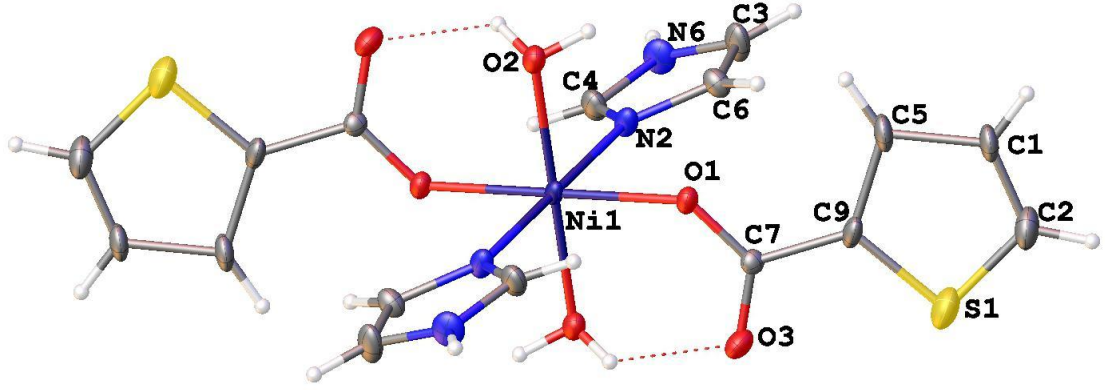
3.1 X- Işınları Tek Kristal Çalışmaları

Yapıları, X-ışınları tek kristal çalışması ile belirlenene komplekslerde yapı artımı esnasında tüm hidrojen atomları ideal pozisyonlarına yerleştirildi. Kristallere ait analiz verileri Tablo 3.1’de özetlendi.

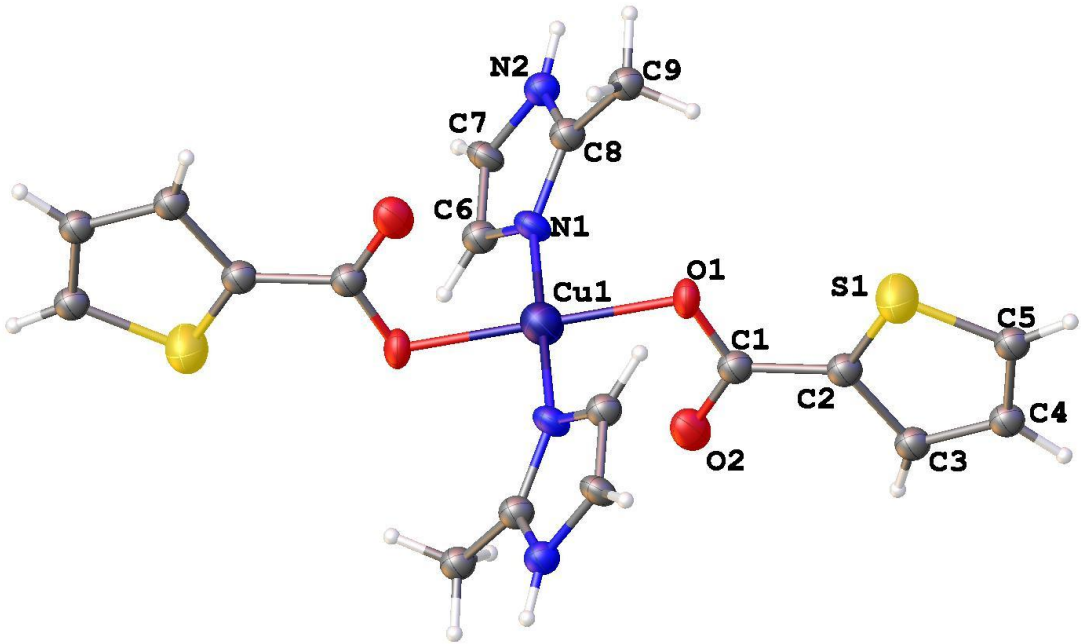
Tablo 3.1 Elde edilen komplekslere ait kristalografik ve yapı artım verileri

Kompleks	1	2	3	4	5
Kapalı Formül	$C_{16}H_{18}N_4NiO_6S_2$	$C_{18}H_{18}CuN_4O_4S_2$	$C_{18}H_{18}CoN_4O_4S_2$	$C_{22}H_{26}CoN_4O_4S_2$	$C_{18}H_{22}MnN_4O_6S_2$
M_A (g/mol)	485.17	482.02	477.41	533.52	509.45
Sıcaklık/K	293(2)	293(2)	293(2)	293(2)	298(2)
Kristal sistemi	monoclinic	monoclinic	monoclinic	monoclinic	monoclinic
Uzay grubu	$P2_1/n$	$P2_1/n$	$P2_1/c$	$C2/c$	$P2_1/n$
a (Å)	5.529(5)	7.0028(9)	11.2732(10)	11.9699(14)	5.5889(16)
b (Å)	15.027(5)	7.804(2)	9.4822(8)	14.3417(17)	14.777(4)
c (Å)	11.716(5)	18.560(7)	19.6319(17)	15.1577(18)	13.423(4)
β (°)	92.643(5)	92.55(2)	98.237(2)	103.904(2)	90.803(5)
Birim hücre hacmi Å ³	972.4(10)	1013.3(5)	2076.9(3)	2525.9(5)	1108.5(5)
Z	2	2	4	8	2
ρ_{calc} g/cm ³	1.657	1.580	1.527	1.403	1.526
μ /mm ⁻¹	1.255	1.317	1.059	0.879	0.826
F(000)	500.0	494.0	980.0	1108.0	526.0
2 θ aralığı (°)	5.422 to 56.876	6.824 to 58.25	3.65 to 56.634	4.512 to 56.58	4.1 to 54.97
İndis aralığı	-3 ≤ h ≤ 7 -19 ≤ k ≤ 19 -15 ≤ l ≤ 15	-6 ≤ h ≤ 9 -10 ≤ k ≤ 10 -25 ≤ l ≤ 22	-15 ≤ h ≤ 11 -9 ≤ k ≤ 12 -26 ≤ l ≤ 21	-15 ≤ h ≤ 15 -18 ≤ k ≤ 19 -20 ≤ l ≤ 13	-7 ≤ h ≤ 7 -17 ≤ k ≤ 19 -13 ≤ l ≤ 17
Toplanan yansıma	4453	4429	13359	8419	6890
Bağımsız yansıma	1793 [$R_{int} = 0.0300$ $R_{sigma} = 0.0392$]	2399 [$R_{int} = 0.1256$, $R_{sigma} = 0.3017$]	4990 [$R_{int} = 0.0216$, $R_{sigma} = 0.0293$]	3091 [$R_{int} = 0.0214$, $R_{sigma} = 0.0299$]	2497 [$R_{int} = 0.0257$, $R_{sigma} = 0.0318$]
Goof S	1.123	0.963	1.049	1.101	1.083
Final R indeksleri [$I \geq 2\sigma(I)$]	$R_1 = 0.0908$, $wR_2 = 0.2412$	$R_1 = 0.1294$, $wR_2 = 0.2906$	$R_1 = 0.0826$, $wR_2 = 0.2385$	$R_1 = 0.0597$, $wR_2 = 0.1879$	$R_1 = 0.0468$, $wR_2 = 0.1372$
Final R indeksleri [tüm data]	$R_1 = 0.1176$, $wR_2 = 0.2846$	$R_1 = 0.3020$, $wR_2 = 0.4347$	$R_1 = 0.0957$, $wR_2 = 0.2550$	$R_1 = 0.0669$, $wR_2 = 0.1939$	$R_1 = 0.0517$, $wR_2 = 0.1412$

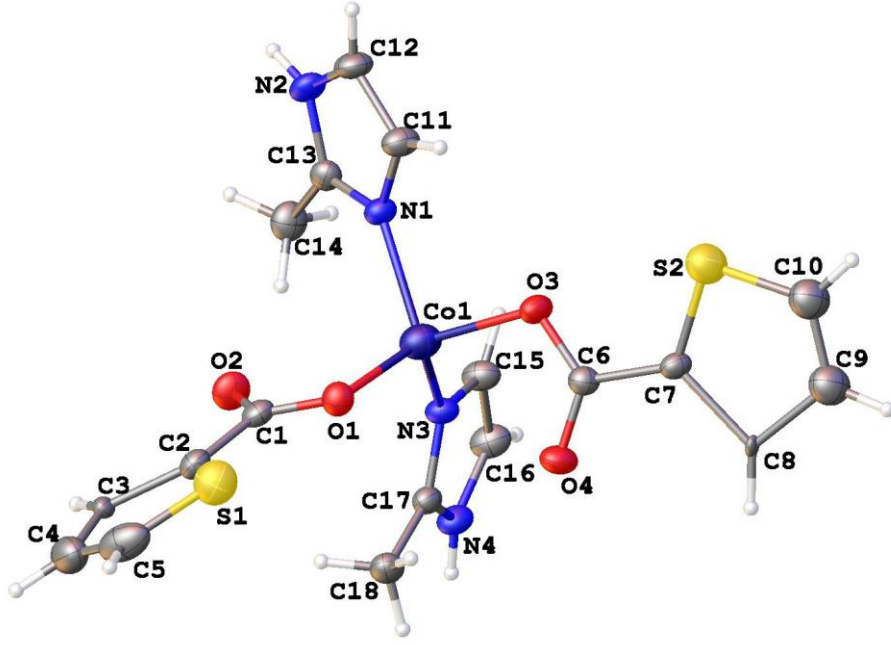
Komplekslerin hepsinin monoklinik sistemde kristallendiği belirlendi. Komplekslerin yapıları Şekil 3.1-3.5’de verilmiştir.



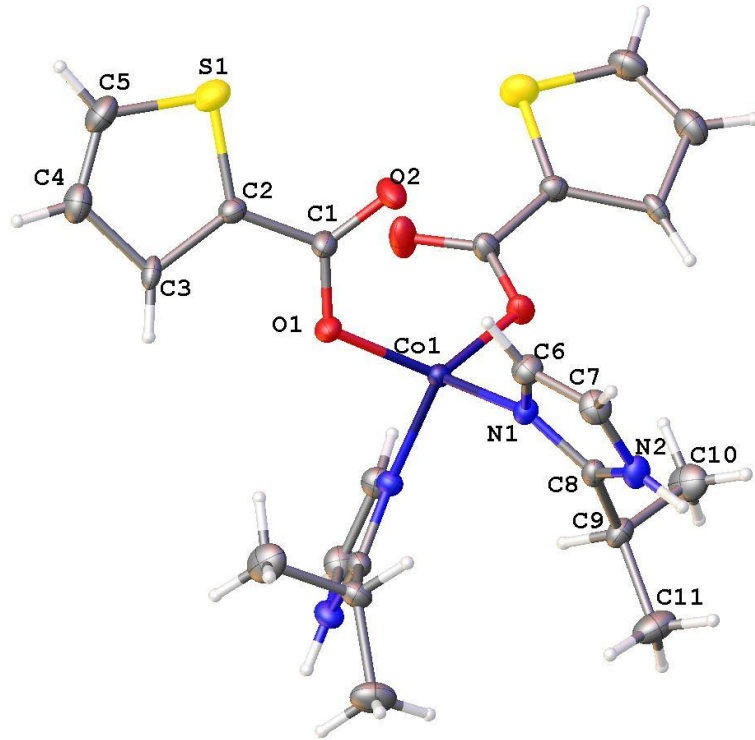
Şekil 3.1 [Ni(TCA)₂(H₂O)₂(imd)₂] (1) kompleksinin yapısı



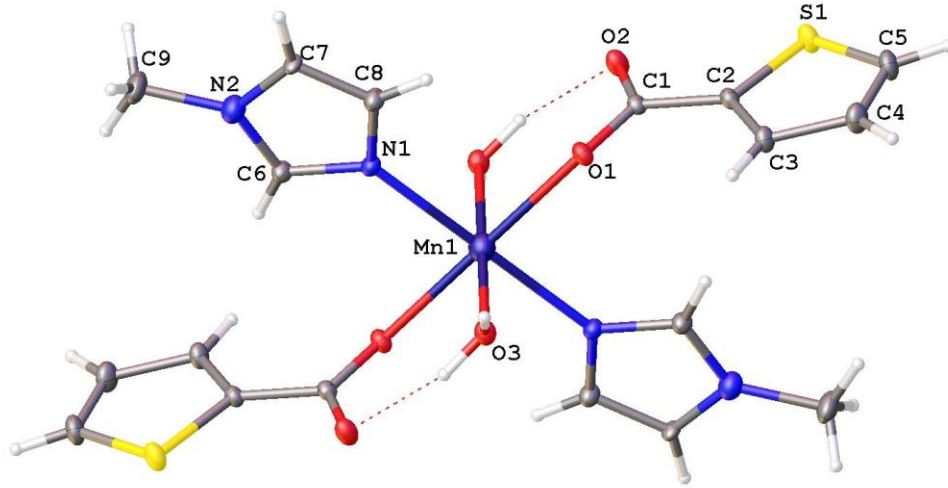
Şekil 3.2 [Cu(TCA)₂(2m-imd)₂] (2) kompleksinin yapısı



Şekil 3.3 [Co(TCA)₂(2m-imd)₂] (3) kompleksinin yapısı



Şekil 3.4 [Co(TCA)₂(i-prp-imd)₂] (4) kompleksinin yapısı



Şekil 3.5 $[Mn(TCA)_2(H_2O)_2(nmetimd)_2]$ (5) kompleksinin yapısı

Komplekslerin adlandırılmaları aşağıda verilmiştir.

1. [Diakuabis(imidazol)bis(tiyofen-2-karboksilato)Nikel(II)]
2. [Bis(2-metilimidazol)bis(tiyofen-2-karboksilato)Bakır(II)]
3. [Bis(2-metilimidazol)bis(tiyofen-2-karboksilato)Kobalt(II)]
4. [Bis(2-isopropilimidazol)bis(tiyofen-2-karboksilato)Kobalt(II)]
5. [Diakuabis(n-metilimidazol)bis(tiyofen-2-karboksilato)Mangan(II)]

Elde edilen komplekslerde tiyofen-2-karboksilik asit monoanyonik formda tek dişli olarak metal iyonuna karboksilik asit oksijeninden bağlanmaktadır. İmidazol ve türevi ligantları ise azot atomu üzerinden metal iyonlarına koordine olmaktadır (Şekil 3.1-3.5). Komplekslere ait bağ uzunlukları Tablo 3.2’de ve bağ açıları Tablo 3.3’de verilmiştir.

Metal atomlarının Nikel ve Mangan, komplekslerinde bozunmuş oktahedral, Bakır kompleksinde karedüzlem ve kobalt komplekslerinde ise bozulmuş tetrahedral geometriye sahip oldukları belirlendi. Oktahedral geometriye sahip Nikel ve Mangan, komplekslerinde 2 mol tiyofen-2-karboksilato ligantının oksijen atomu ve iki tane akua ligantı oktahedralin ekvator düzlemini oluştururken iki tane imidazol ligantının ise aksiyel konumlardan metal iyonlarına koordine olarak $[MO_4N_2]$ tipi koordinasyon oluşturduğu, Bakır ve kobalt komplekslerinin ise koordinasyonun $[MO_2N_2]$ tipi olduğu belirlendi (Şekil 3.1-3.5).

Komplekslere ait molekül arası etkileşimler Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Komplekslere ait bağ uzunlukları (Å)

1			2			5		
Atom-Atom		Å	Atom-Atom		Å	Atom-Atom		Å
Ni1	O1 ¹	2.142(4)	Cu1	O1	1.986(8)	Mn1	O1	2.2162(18)
Ni1	O1	2.142(4)	Cu1	O1 ¹	1.986(8)	Mn1	O1 ¹	2.2162(18)
Ni1	N2	2.081(4)	Cu1	N1 ¹	1.996(9)	Mn1	N1	2.224(2)
Ni1	N2 ¹	2.081(4)	Cu1	N1	1.996(9)	Mn1	N1 ¹	2.224(2)
Ni1	O2 ¹	2.095(5)	S1	C2	1.652(14)	Mn1	O3	2.244(2)
Ni1	O2	2.095(5)	S1	C5	1.683(13)	Mn1	O3 ¹	2.2443(19)
S1	C2	1.689(9)	C3	C2	1.549(19)	S1	C2	1.713(3)
S1	C9	1.697(5)	C3	C4	1.455(13)	S1	C5	1.694(3)
O1	C7	1.274(6)	C6	N1	1.358(15)	O1	C1	1.278(3)
N2	C4	1.318(10)	C6	C7	1.328(17)	N1	C6	1.385(3)
N2	C6	1.383(7)	C2	C1	1.476(18)	N1	C8	1.310(4)
O3	C7	1.239(7)	O1	C1	1.264(14)	C1	O2	1.247(3)
C5	C1	1.495(7)	N1	C8	1.312(15)	C1	C2	1.488(3)
C5	C9	1.540(10)	C8	N2	1.309(15)	N2	C6	1.350(4)
N6	C3	1.354(10)	C8	C9	1.500(16)	N2	C7	1.363(4)
N6	C4	1.350(6)	O2	C1	1.305(15)	N2	C9	1.495(4)
C1	C2	1.350(12)	N2	C7	1.403(15)	C2	C3	1.390(4)
¹ X,1-Y,-Z			-X,1-Y,-Z			¹ -X,-Y,1-Z		
3			4					
Atom-Atom		Å	Atom-Atom		Å			
Co1	O1	1.981(3)	Co1	O1 ¹	1.944(2)			
Co1	O3	1.989(3)	Co1	O1	1.944(2)			
Co1	N1	2.024(4)	Co1	N1	2.018(3)			
Co1	N3	2.005(4)	Co1	N1 ¹	2.018(3)			
S1	C2	1.653(5)	S1	C2	1.698(3)			
S1	C5	1.600(9)	S1	C5	1.668(5)			
S2	C7	1.665(4)	O1	C1	1.268(4)			
S2	C10	1.630(7)	N1	C8	1.326(4)			
C8	C7	1.612(5)	N1	C6	1.376(4)			
C8	C9	1.577(7)	C3	C2	1.517(5)			
O4	C6	1.237(5)	C3	C4	1.495(5)			
C3	C2	1.535(5)	N2	C8	1.344(4)			
C3	C4	1.459(8)	N2	C7	1.359(5)			
O2	C1	1.233(6)	C8	C9	1.489(5)			
O1	C1	1.255(6)	O2	C1	1.222(4)			
N2	C13	1.340(6)	C9	C10	1.524(6)			
N2	C12	1.388(7)	C9	C11	1.519(6)			
O3	C6	1.265(5)	C2	C1	1.477(4)			
¹ 1-X,+Y,1/2-Z								

Tablo 3.3 Komplekslere ait bağ açıları (°)

1				2			
Atom-Atom-Atom			°	Atom-Atom-Atom			°
O1	Ni1	O1 ¹	180.0	O1	Cu1	O1 ¹	180.0
N2 ¹	Ni1	O1	92.44(17)	O1	Cu1	N1 ¹	87.2(4)
N2 ¹	Ni1	O1 ¹	87.56(17)	O1 ¹	Cu1	N1 ¹	92.8(4)
N2	Ni1	O1 ¹	92.43(17)	O1	Cu1	N1	92.8(4)
N2	Ni1	O1	87.57(17)	O1 ¹	Cu1	N1	87.2(4)
N2 ¹	Ni1	N2	180.0(4)	N1 ¹	Cu1	N1	180.0
N2	Ni1	O2	87.8(2)	C2	S1	C5	93.6(7)
N2 ¹	Ni1	O2 ¹	87.8(2)	C4	C3	C2	98.9(10)
N2	Ni1	O2 ¹	92.2(2)	C7	C6	N1	111.8(12)
N2 ¹	Ni1	O2	92.2(2)	C3	C2	S1	117.5(10)
O2	Ni1	O1	87.00(17)	C1	C2	S1	119.0(10)
O2 ¹	Ni1	O1 ¹	87.00(17)	C1	C2	C3	123.3(11)
O2 ¹	Ni1	O1	93.00(17)	C1	O1	Cu1	109.0(8)
O2	Ni1	O1 ¹	93.00(17)	C6	N1	Cu1	126.8(9)
O2 ¹	Ni1	O2	180.0	C8	N1	Cu1	128.3(9)
C2	S1	C9	93.4(4)	C8	N1	C6	104.7(10)
C7	O1	Ni1	124.9(4)	N1	C8	C9	125.8(11)
C4	N2	Ni1	126.6(4)	N2	C8	N1	112.1(11)
C4	N2	C6	105.9(4)	N2	C8	C9	122.1(11)
C6	N2	Ni1	127.5(4)	C8	N2	C7	107.3(10)
C1	C5	C9	103.2(5)	O1	C1	C2	119.1(12)
C4	N6	C3	108.6(6)	O1	C1	O2	120.2(13)
C2	C1	C5	116.4(6)	O2	C1	C2	120.5(12)
C1	C2	S1	113.7(4)	C6	C7	N2	103.9(11)
N6	C3	C6	105.7(5)	C4	C5	S1	109.5(10)
N2	C4	N6	110.6(6)	¹ -X,1-Y,-Z			
C3	C6	N2	109.3(6)				
O1	C7	C9	117.0(5)				
O3	C7	O1	125.3(5)				
O3	C7	C9	117.7(4)				
C5	C9	S1	113.2(4)				
C7	C9	S1	121.5(5)				
C7	C9	C5	125.3(4)				
¹ -X,1-Y,-Z							

Tablo 3.3 (devam)

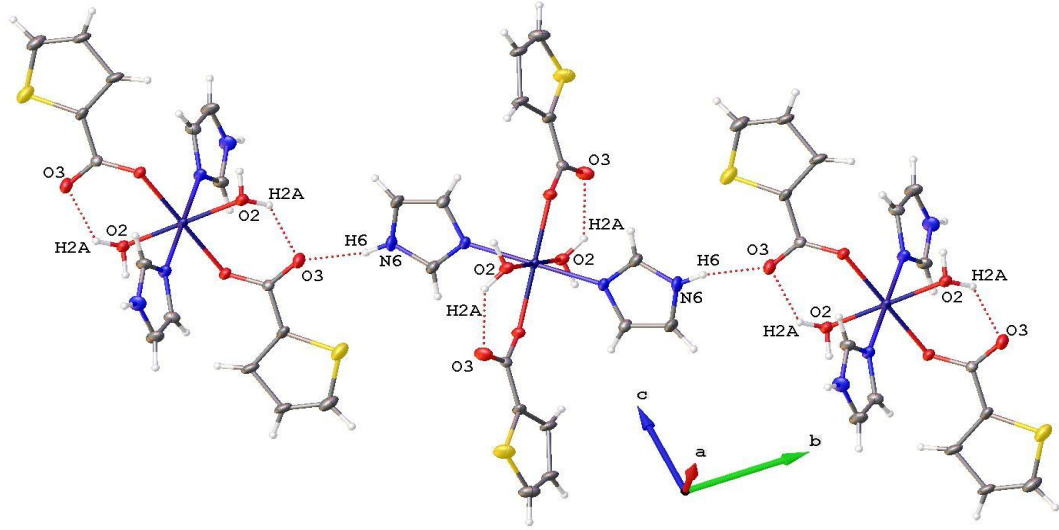
3				4			
Atom-Atom-Atom			°	Atom-Atom-Atom			°
O1	Co1	O3	106.52(14)	O1 ¹	Co1	O1	127.71(15)
O1	Co1	N1	111.17(15)	O1	Co1	N1 ¹	102.24(10)
O1	Co1	N3	117.41(15)	O1 ¹	Co1	N1 ¹	105.48(11)
O3	Co1	N1	97.28(14)	O1 ¹	Co1	N1	102.24(10)
O3	Co1	N3	113.43(15)	O1	Co1	N1	105.48(11)
N3	Co1	N1	109.20(15)	N1	Co1	N1 ¹	114.16(15)
C5	S1	C2	95.0(3)	C5	S1	C2	91.7(2)
C10	S2	C7	93.2(3)	C1	O1	Co1	118.6(2)
C9	C8	C7	95.8(3)	C8	N1	Co1	129.2(2)
C4	C3	C2	104.5(4)	C8	N1	C6	106.5(3)
C1	O1	Co1	113.9(3)	C6	N1	Co1	124.2(2)
C13	N2	C12	108.4(4)	C4	C3	C2	101.4(3)
C6	O3	Co1	110.6(3)	C8	N2	C7	108.5(3)
C17	N4	C16	108.0(4)	N1	C8	N2	109.4(3)
C13	N1	Co1	134.0(3)	N1	C8	C9	125.4(3)
C13	N1	C11	107.1(4)	N2	C8	C9	125.2(3)
C11	N1	Co1	118.1(3)	C8	C9	C10	110.5(3)
C17	N3	Co1	128.2(3)	C8	C9	C11	112.4(3)
C17	N3	C15	106.1(4)	C11	C9	C10	112.6(4)
C15	N3	Co1	125.6(3)	C3	C2	S1	115.1(2)
C3	C2	S1	112.0(3)	C1	C2	S1	120.6(3)
C1	C2	S1	123.8(3)	O2	C1	C2	119.2(4)
C1	C2	C3	124.2(4)	O1	C1	C2	117.1(4)
C8	C7	S2	116.4(3)	O2	C1	O1	123.0(3)
C6	C7	S2	121.3(3)	O2	C1	C2	121.4(3)
O2	C1	O1	123.6(4)	¹ 1-X,+Y,1/2-Z			
5							
Atom-Atom-Atom			°	Atom-Atom-Atom			°
O1	Mn1	O1 ¹	180.0	N1 ¹	Mn1	O3	88.85(8)
O1 ¹	Mn1	N1	88.58(8)	N1 ¹	Mn1	O3 ¹	91.15(8)
O1	Mn1	N1	91.42(8)	N1	Mn1	O3	91.15(8)
O1 ¹	Mn1	N1 ¹	91.42(8)	N1	Mn1	O3 ¹	88.85(8)
O1	Mn1	N1 ¹	88.58(8)	O3	Mn1	O3 ¹	180.0
O1 ¹	Mn1	O3	87.75(7)	C5	S1	C2	92.12(14)
O1	Mn1	O3	92.25(7)	C1	O1	Mn1	127.37(16)
O1	Mn1	O3 ¹	87.75(7)	C6	N1	Mn1	125.92(17)
O1 ¹	Mn1	O3 ¹	92.25(7)	C4	C5	S1	112.0(2)
N1 ¹	Mn1	N1	180.00(11)	¹ -X,-Y,1-Z			

Tablo 3.4 Hidrojen bağı geometrileri

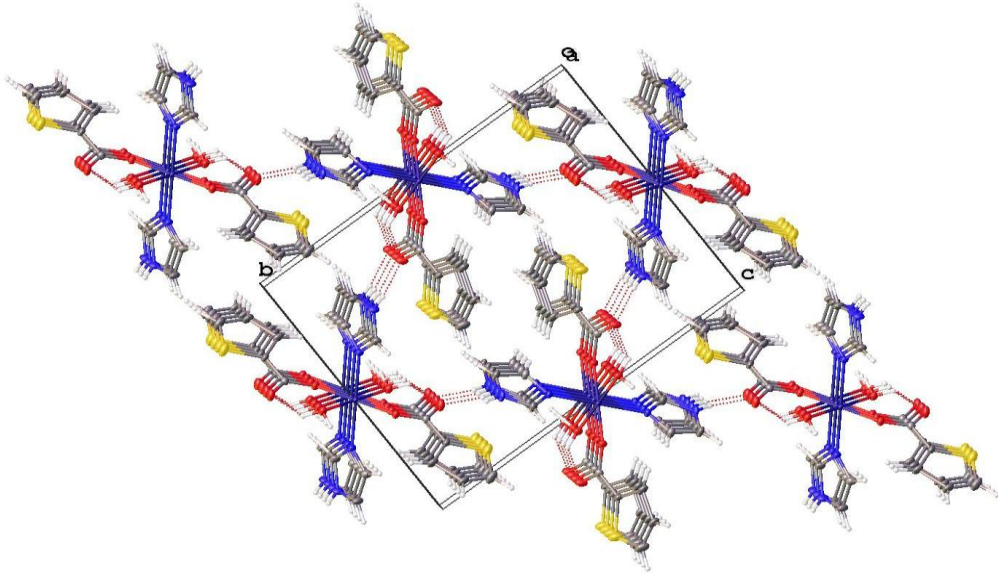
1						
D-H-A			D-H (Å)	H-A (Å)	D-A (Å)	D-H-A (°)
N6	H6	O3 ¹	0.86	1.95	2.789(7)	163.9
O2	H2A	O3 ²	0.86	2.00	2.671(6)	133.6
¹ -1/2-X,-1/2+Y,1/2-Z; ² -X,1-Y,-Z						
2						
D-H-A			D-H (Å)	H-A (Å)	D-A (Å)	D-H-A (°)
N2	H2	O2 ¹	0.86	1.96	2.773(13)	158.2
¹ +X,-1+Y,+Z						
3						
D-H-A			D-H (Å)	H-A (Å)	D-A (Å)	D-H-A (°)
N2	H2	O2 ¹	0.86	2.00	2.808(5)	156.8
N4	H4	O4 ²	0.86	1.95	2.739(5)	152.3
¹ 2-X,-Y,1-Z; ² 1-X,1-Y,1-Z						
4						
D-H-A			D-H (Å)	H-A (Å)	D-A (Å)	D-H-A (°)
N2	H2	O2 ¹	0.86	1.87	2.724(4)	170.1
¹ 3/2-X,1/2+Y,1/2-Z						
5						
D-H-A			D-H (Å)	H-A (Å)	D-A (Å)	D-H-A (°)
C7	H7	O2 ¹	0.93	2.01	2.902(3)	160.4
O3	H3A	O1 ²	0.873(19)	1.94(2)	2.811(3)	174(5)
O3	H3B	O2 ³	0.880(19)	1.93(3)	2.732(3)	151(4)
¹ 1/2+X,-1/2-Y,-1/2+Z; ² 1-X,-Y,1-Z; ³ -X,-Y,1-Z						

Mangan ve Nikel komplekslerinde, akua ligantları içerdikleri hidrojen atomlarından bir tanesini kullanarak tiyofen-2-karboksilat ligantının metale koordine olmayan oksijen atomu (Mangan kompleksi için O2 ve Nikel kompleksi için O3) ile molekül içi hidrojen bağı oluşturmaktadır (Şekil 3.5)

Nikel kompleksinde İmidazol ligandı koordinasyona katılmayan azot atomu üzerindeki hidrojen atomunu (H6) kullanarak -1/2-X,-1/2+Y,1/2-Z simetrisindeki kompleks molekülün koordinasyona katılmayan oksijen atomu (O3) ile moleküller arası hidrojen bağı oluşturarak moleküllerin katı fazda bir arada tutulmalarına yardımcı olmaktadır. (Şekil 3.6, Tablo 3.4).

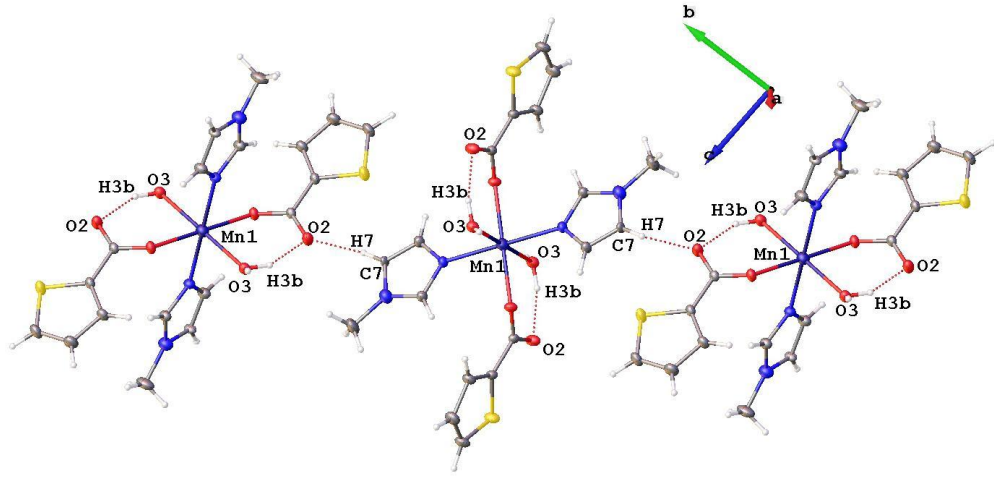


Şekil 3.6 $[\text{Ni}(\text{TCA})_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{imd})_2]$ kompleksinde moleküller arası etkileşimler

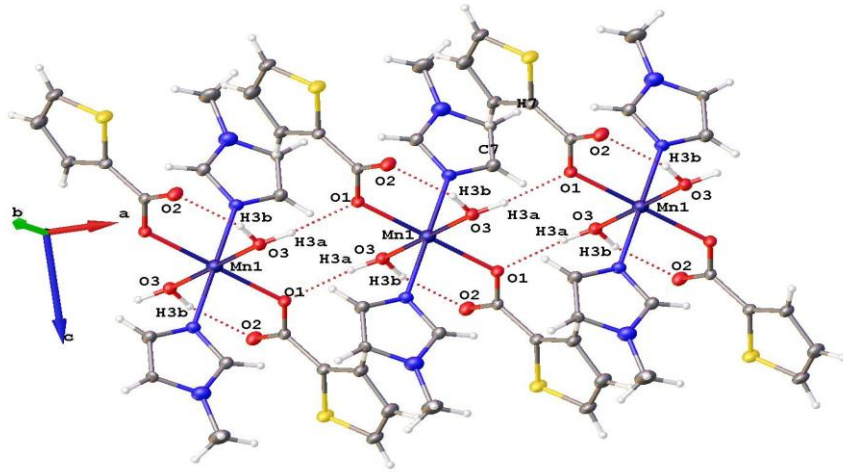


Şekil 3.7 $[\text{Ni}(\text{TCA})_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{imd})_2]$ kompleksinin birim hücre istiflenmesi

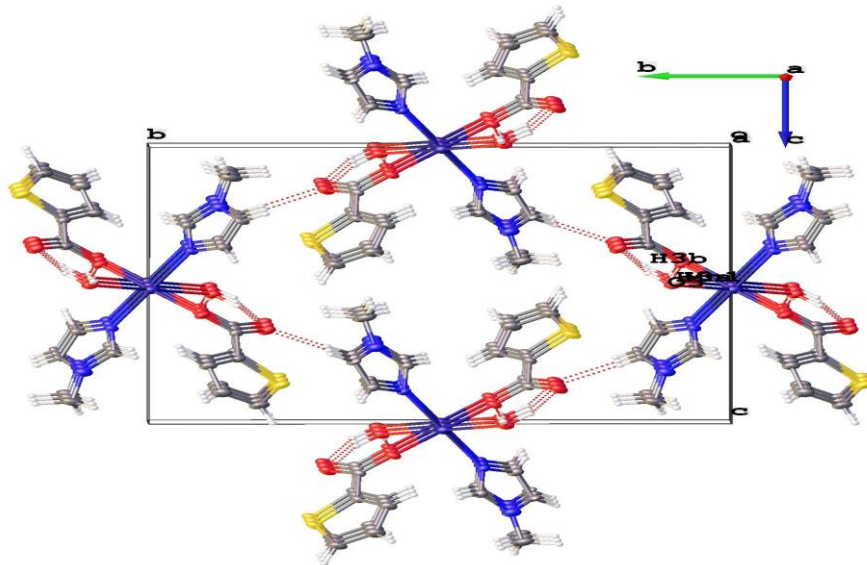
Mangan kompleksinde n-Metil imidazol ligandının koordinasyona katılmayan azot atomu metil grubu ile süstitüte olduğu için C7 atomu üzerindeki hidrojen atomunu (H7) kullanarak $1/2+X, -1/2-Y, -1/2+Z$ simetrisindeki kompleks molekülün koordinasyona katılmayan oksijen atomu (O2) ile moleküller arası hidrojen bağı oluşturmaktadır. Aqua ligandının molekül içi hidrojen bağı oluşturmayan hidrojen atomu (H3A) $1-X, -Y, 1-Z$ simetrisindeki kompleks molekülün koordinasyona katılan oksijen atomu (O1) ile moleküller arası hidrojen bağı oluşturmakta ve böylece moleküllerin katı fazda bir arada tutulmalarına yardımcı olmaktadır. (Şekil 3.8-3.9 Tablo 3.4).



Şekil 3.8 $[\text{Mn}(\text{TCA})_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{nmetimd})_2]$ kompleksinde moleküller arası C-H...O hidrojen bağları

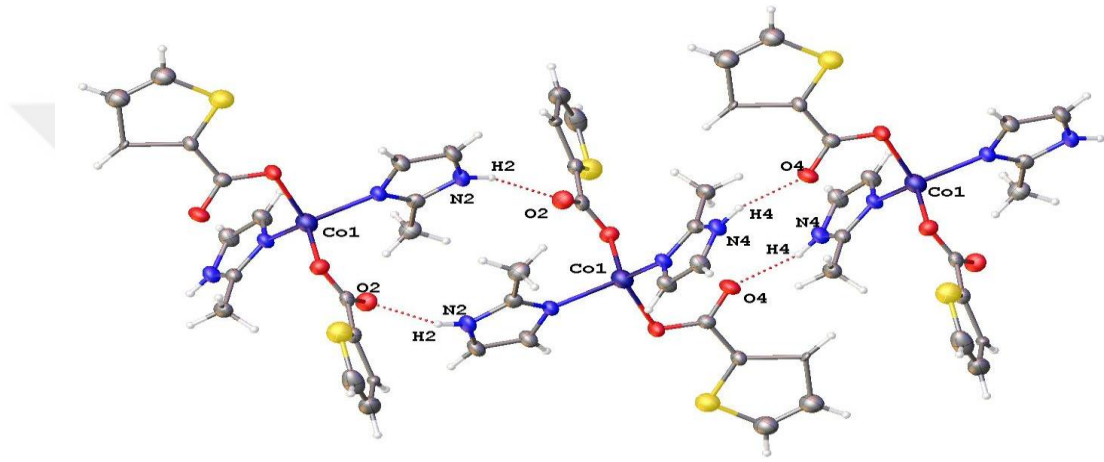


Şekil 3.9 $[\text{Mn}(\text{TCA})_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{nmetimd})_2]$ kompleksinde moleküller arası O-H...O hidrojen bağları

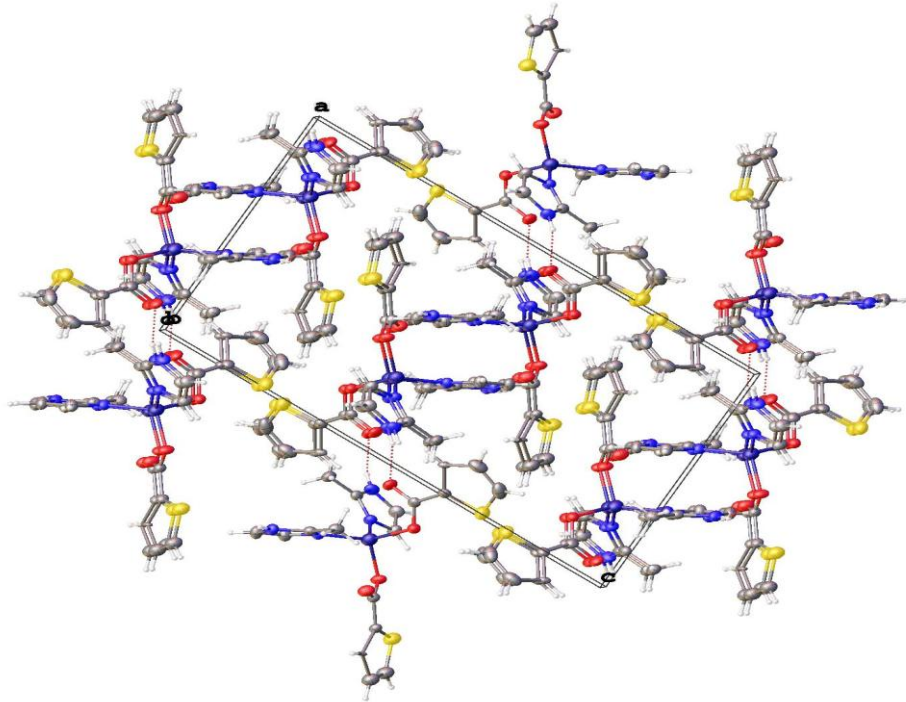


Şekil 3.10 Mangane kompleksinin birim hücre istiflenmesi

3 numaralı tetrahedral geometrili Kobalt kompleksinde ($[\text{Co}(\text{TCA})_2(2\text{m-imd})_2]$) molekül içi hidrojen bağı tespit edilmedi. Bunun yerine 2-metil imidazol ligantlarının koordinasyona katılmayan azot atomları (N2 ve N4) bulundurdukları hidrojen atomları ile 2-X,-Y,1-Z ve 1-X,1-Y,1-Z simetrilerinde bulunan kompleks moleküllerin karboksilat gruplarının koordinasyona katılmayan oksijen atomları (O2 ve O4) ile moleküller arası hidrojen bağı oluşturduğu tespit edildi. Böylece kompleks molekülleri birbirine bağlanmakta ve katı fazda istiflenmekte olduğu anlaşıldı (Şekil 3.11).

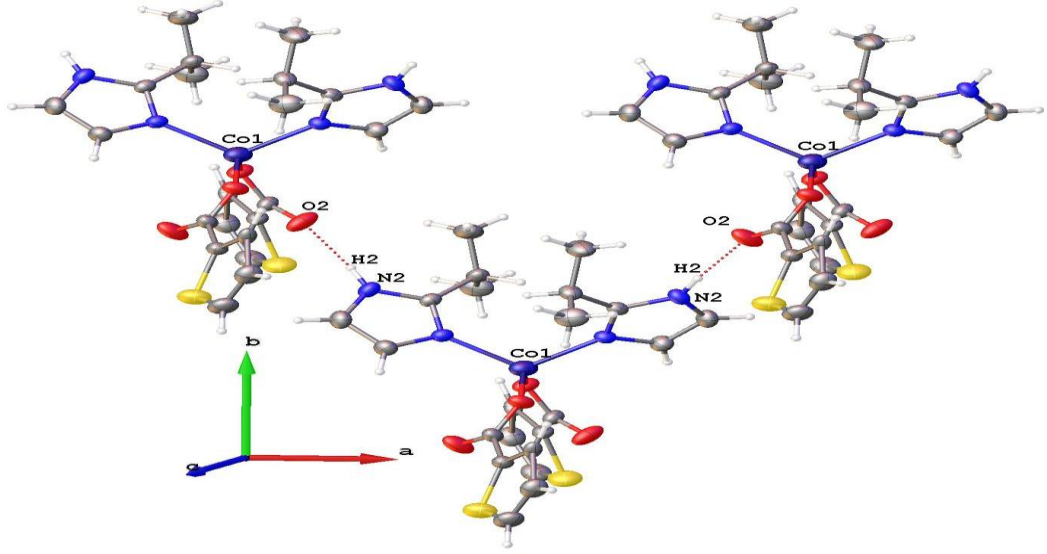


Şekil 3.11 $[\text{Co}(\text{TCA})_2(2\text{m-imd})_2]$ kompleksinde moleküller arası hidrojen bağları

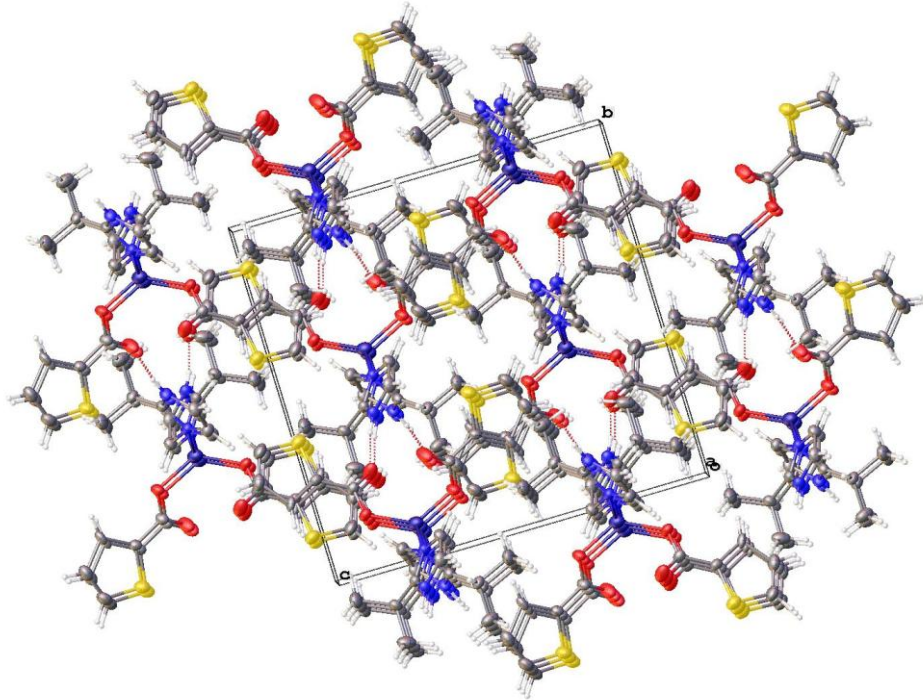


Şekil 3.12 $[\text{Co}(\text{TCA})_2(2\text{m-imd})_2]$ kompleksinin birim hücre istiflenmesi

4 numaralı kompleks olan tetrahedral geometriye sahip Kobalt kompleksinde de $[\text{Co}(\text{TCA})_2(\text{i-prp-imd})_2]$ molekül içi hidrojen bağı tespit edilmedi. Bunun yerine 2-isopropil imidazol ligantlarının koordinasyona katılmayan azot atomlarının (N2) bulundukları hidrojen atomları ile $3/2-X, 1/2+Y, 1/2-Z$ simetrilerinde bulunan kompleks moleküllerin karboksilat gruplarının koordinasyona katılmayan oksijen atomları (O2) ile moleküller arası hidrojen bağı oluşturarak molekülleri katı fazda istiflenmiş olduğu belirlendi (Şekil 3.13).

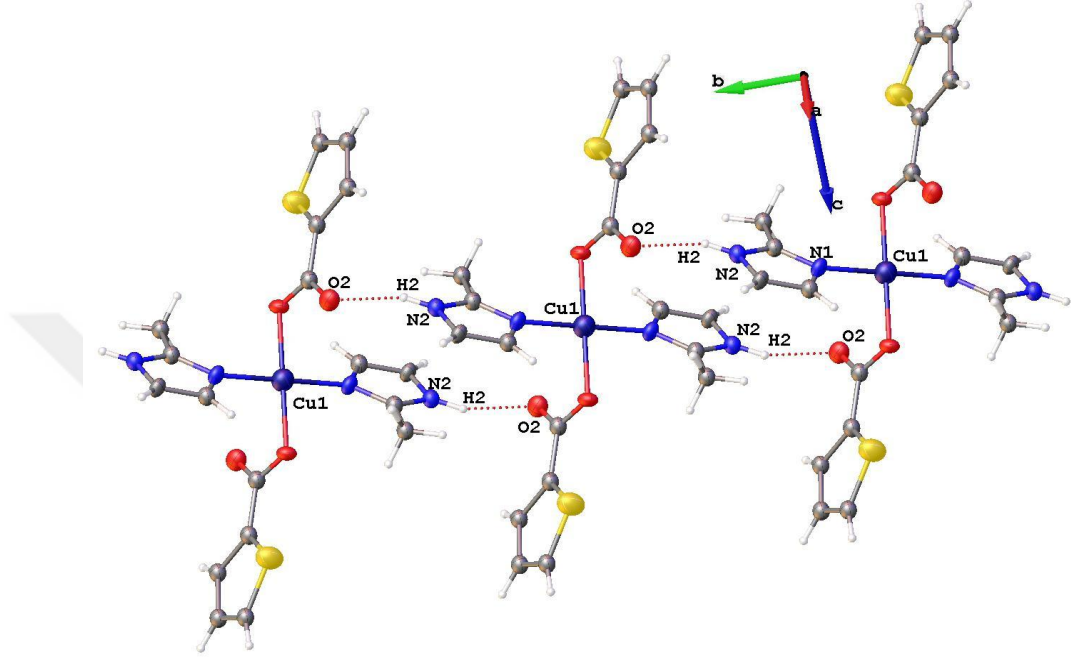


Şekil 3.13 $[\text{Co}(\text{TCA})_2(\text{i-prp-imd})_2]$ kompleksinde moleküller arası hidrojen bağları

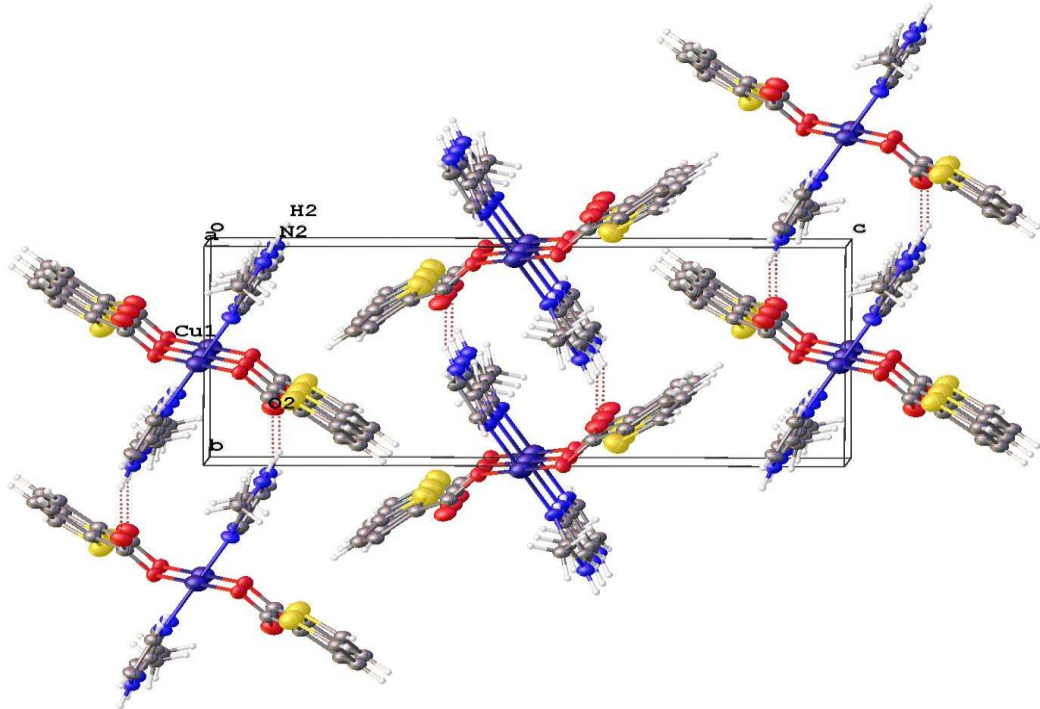


Şekil 3.14 $[\text{Co}(\text{TCA})_2(\text{i-prp-imd})_2]$ kompleksinin birim hücre istiflenmesi

Karedüzlem yapılı bakır kompleksinde 2-metil imidazol ligandının +X,-1+Y,+Z simetrisindeki kompleks birimin koordinasyona katılmayan karboksilat oksijeni (O2) arasında oluşan N-H···O hidrojen bağları ile moleküler zincirler oluşmakta ve moleküllerin katı fazda istiflenmesinde etkili olmaktadır (Tablo 3.4, Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Bakır kompleksinde moleküller arası N-H···O etkileşimleri



Şekil 3.16 Bakır kompleksinin birim hücre istiflenmesi

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma ile literatürde bulunmayan tiyofen-2-karboksilik asitin, imidazol ligantı içeren Nikel(II) kompleksi, 2-metil imidazol içeren Bakır(II) ve Kobalt (II) kompleksleri, 2-isopropil imidazol çeren Kobalt (II) kompleksi ve n-metil imidazol içeren Mangan(II) kompleksi elde edilerek, yapıları X-ışınları tek kristal difraksiyon verilerinden yararlanarak aydınlatılmıştır.

Komplekslerde tiyofen-2-karboksilik asitin monoanyonik formda tek dişli olarak metal iyonuna karboksilik asit oksijeninden bağlandığı, imidazol ligantlarının ise azot atomu üzerinden metal iyonlarına koordine olduğu belirlendi. Bu yönü ile hem tiyofen-2-karboksilik asitin hem de imidazol ve türevlerinin daha önce literatürdeki örneklerine benzer davranışlar sergiledikleri belirlendi.

Elde edilen kompleksler aşağıda adlandırılmıştır.

1. [Diakuabis(imidazol)bis(tiyofen-2-karboksilato)Nikel(II)]
2. [Bis(2-metilimidazol)bis(tiyofen-2-karboksilato)Bakır(II)]
3. [Bis(2-metilimidazol)bis(tiyofen-2-karboksilato)Kobalt(II)]
4. [Bis(2-isopropilimidazol)bis(tiyofen-2-karboksilato)Kobalt(II)]
5. [Diakuabis(n-metilimidazol)bis(tiyofen-2-karboksilato)Mangan(II)]

Komplekslerin kapalı formüllerinin $[\text{Ni}(\text{TCA})_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{imd})_2]$, $[\text{Cu}(\text{TCA})_2(2\text{m-imd})_2]$, $[\text{Co}(\text{TCA})_2(2\text{m-imd})_2]$, $[\text{Co}(\text{TCA})_2(\text{i-prp-imd})_2]$ ve $[\text{Mn}(\text{TCA})_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{nmetimd})_2]$ şeklinde olduğu belirlendi. Mangan ve Nikel komplekslerinin $[\text{MO}_4\text{N}_2]$ tipinde oktahedral geometrili, bakır kompleksinin ise $[\text{CuO}_2\text{N}_2]$ tipinde karedüzlem ve Kobalt komplekslerinin ise $[\text{CoO}_2\text{N}_2]$ tipinde tetrahedral geometrili olduğu belirlendi.

Moleküler istiflenmede moleküller arası hidrojen bağlarının etkili olduğu tespit edilirken hem tiyofen halkası hem de imidazol halkaları içermelerine rağmen $\text{X-H}\cdots\pi$ ya da $\pi\cdots\pi$ etkileşimine belirlenmedi.

KAYNAKLAR

1. Turan, N. 2003. 1,8 - Diaminoftalinden Elde Edilen Schiff Bazının Co(II), Ni(II) ve Cu(II) Komplekslerinin Sentezi ve Karakterizasyonu. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, pp. 34, Elazığ.
2. Aslan, Ş. 2008. N,N-Bis(2-hidroksietil)etilendiaminli Bimetalik Siyano Komplekslerinin Sentezi, Spektroskopik, Voltametik ve Termik Özelliklerinin İncelenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, pp. 57, Tokat.
3. Ölmez, H., Yılmaz, V. T. 2008. *Anorganik Kimya Temel Kavramlar*. Marmara Kitapevi, 4. Baskı, Bursa.
4. Bekaroğlu, Ö. 1972. *Koordinasyon Kimyası*. Kurtuluş Matbaası, İstanbul.
5. Başkale, G. 2007. Mononükleer ve Polinükleer Rutenyum-Oksim Komplekslerinin Sentezi ve Molekül Yapısı. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, pp. 98, Isparta.
6. Çiftçi, H. 2007. Çeşitli Biyolojik ve Çevre Örneklerindeki Kobalt, Bakır, Nikel ve Demir Gibi Eser Elementlerin Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi İle Tayini. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Doktora Tezi, pp. 138, Elazığ.
7. Sezek, S. 2005. Çok Dişli Schiff Bazları İle Koordinasyon ve Organometalik Polimerlerin Sentezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Bilim Uzmanlığı Tezi, pp. 61, Zonguldak.
8. Tunalı, N. K., Özkar, S. 2007. *Anorganik Kimya*. Gazi Kitapevi, 6. Baskı, Ankara.
9. Kaya, C. 2008. *İnorganik Kimya 2*. Palme Yayıncılık, Ankara.

10. Çamur, S. 2013. *P-Amino Salisilik Asitin Karışık Liganlı Cd(II) Komplekslerinin Mikrodalga Işınları Yardımıyla Sentezi, Yapılarının Aydınlatılması ve Termik Özelliklerinin Belirlenmesi*. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, pp. 73, Giresun.
11. Erdik, E. 1998. *Organik Kimyada Spektroskopik Yöntemler*. Gazi Kitapevi, 2. Baskı, Ankara.
12. Vijesh, A. M., Isloor, A. M., Telkar, S., Arulmoli, T. 2011. Molecular Docking Studies of Some New Imidazole Derivatives for Antimicrobial Properties. *Arabian Journal of Chemistry* 6 (2): 197-204.
13. Gong, Y., Hu, C., Li, H., Pan, W., Niu, X., Pu, Z. 2005. Synthesis and Crystal Structure of Two Novel Nickel (Imidazole) Complexes Having Hydrogen-Bonded Networks. *Journal of Molecular Structure* 740: 153-158.
14. Szulmanowicz, M., Zawartka, W., Gniewek, A., Trzeciak, A. 2010. Structure, Dynamics and Catalytic Activity of Palladium(II) Complexes With Imidazole Ligands. *Inorganica Chimica Acta* 363: 4346-4354.
15. Sigel, H., Saha, A., Saha, N., Carloni, P., Kapinos, L., Griesser, R. 2000. Evaluation of Intramolecular Equilibria in Complexes Formed Between Substituted Imidazole Ligands and Nickel(II), Copper(II) or Zinc(II). *Journal of Inorganic Biochemistry* 78: 129-137.
16. Alaviuhkola, T. 2007. Aromatic Borate Anions and Thiophene Derivatives For Sensor Applications. University of Oulu, Faculty of Science, Department of Chemistry. *Acta Universitatis Ouluensis A Scientiae Rerum Naturalium* 497.
17. Hartough, H. D. 1952. *Thiophene and Its Derivatives*. New York Interscience Publishers, London.

- 18.** Topal, S. 2013. Bazı Geçiş Elementlerinin Tiyofen Karboksilik Asit Komplekslerinin Sentezi, Spektroskopik Termal Ve Yapısal Özellikleri. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, pp. 73, Giresun.
- 19.** Cagnin, F., Davolos, M. R., Castellano, E. E. 2014. A polymeric europium complex with the ligand thiophene-2-carboxylic acid: Synthesis, structural and spectroscopic characterization .*Polyhedron* 67: 65–72.
- 20.** Bruker SAINT: Bruker AXS Inc.: Madison, Wisconsin, USA, 2007.
- 21.** Dolomanov, O. V., Bourhis, L. J., Gildea, R. J., Howard, J. A. K., Puschmann, H. 2009. OLEX2: A Complete Structure Solution, Refinement and Analysis Program. *J. Appl. Cryst.* 42: 339-341.
- 22.** Sheldrick, G. M. 1997. SHELXL-97 and SHELXL-S97, University of Göttingen, Germany.

ÖZGEÇMİŞ

Muzaffer ALBAYRAK, 1987 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul'da tamamladıktan sonra 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya bölümünde başladığı üniversite eğitimini 2012 yılında tamamladı.

2013 yılında Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nde başladığı yüksek lisans eğitimini 2016 yılında tamamladı.

