

TC
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KALKONLAR İLE METAL TİTRASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sözcan KAZANCI

Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA

Enstitü Bilim Dalı : ANORGANİK KİMYA

Tez Danışmanı : Dr.Öğr.Üyesi Hüseyin KARACA

Haziran 2019

TC
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KALKONLAR İLE METAL TİTRASYONU

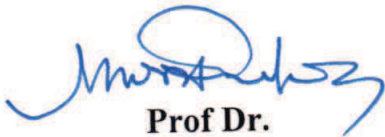
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sözcan KAZANCI

Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA

Enstitü Bilim Dalı : ANORGANİK KİMYA

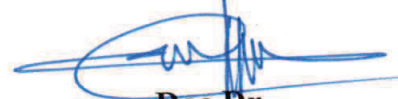
Bu tez 19/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.



Prof Dr.
Murat TEKER
Jüri Başkanı



Dr. Öğr. Üyesi
Hüseyin KARACA
Üye



Doç. Dr.
Mustafa CAN
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim



Sözcü KAZANCI

10.05.2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin KARACA'ya teşekkürlerimi sunarım

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
TABLolar LİSTESİ	v
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Kalkonlar.....	2
2.1.1. Kalkonların fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	2
2.1.2. Kalkonların Sentezi.....	3
2.1.3. Kalkonların kaynakları ve kullanım alanları.....	4
2.1.4. Kalkonların metal sensör özellikleri.....	4
2.2. UV – Görünür bölge spektrometresi.....	5
2.3. Literatür Özeti.....	7

BÖLÜM 3.

MATERYAL VE METOD.....	9
3.1. Kullanılan cihazlar ve kimyasal maddeler.....	9
3.2. Deneysel Çalışmalar.....	9
3.2.1. Kalkonların genel sentezi.....	9
3.2.2. Sentezlenen kalkonlar ile metal titrasyon yapılması.....	10

BÖLÜM 4.

DENEYSEL BULGULAR	12
4.1. Kalkonların Sentezi.....	12
4.1.1. Sentezlenen (1) bileşiğinin spektral verileri.....	12
4.1.2. Sentezlenen (2) bileşiğinin spektral verileri.....	13
4.1.3. Sentezlenen (3) bileşiğinin spektral verileri.....	13
4.2. Kalkonlar ile metal titrasyonu.....	14

BÖLÜM 5.

TARTIŞMA VE SONUÇ.....	23
KAYNAKLAR.....	24
ÖZGEÇMİŞ.....	27

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Absorbans
b	: Işığın aldığı yol
C	: Maddenin derişimi
$\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	: Kobalt (II) asetat tetra hidrat
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	: Bakır (II) sülfat penta hidrat
DMF	: Dimetilformamid
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	: Demir (III) klorür hekza hidrat
FT-IR	: Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
HgCl_2	: Civa (II) klorür
IR	: Kızılötesi Spektroskopisi
KOH	: Potasyum Hidroksit
NaOH	: Sodyum Hidroksit
Ni^{+2}	: Nikel (II)iyonu
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	: Ni(II) klorür hekza hidrat
NMR	: Nükleer Manyetik Rezonans spektrometresi
TLC	: İnce tabaka kromatografisi
UV-Vis	: Ultraviyole Görünür Bölge Spektroskopisi
ϵ	: Absorpsiyon katsayısı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Kalkon.....	3
Şekil 2.2. Kalkonların trans konumları.....	3
Şekil 2.3. Kalkonların Sentezi.....	3
Şekil 2.4. Çift yönlü UV-görünür spektrofotometre.....	6
Şekil 2.5. UV-görünür spektrofotometre.....	6
Şekil 3.1. Kalkonların Sentezi.....	10
Şekil 4.1. (E)-3-(4-hidroksifenil)-1-fenilprop-2-en-1-on; 1.....	12
Şekil 4.2. (E)-1-(furan-2-yl)-3-(4-hydroxyphenyl)prop-2-en-1-one, 2.....	13
Şekil 4.3. (E)-3-(4-hydroxyphenyl)-1-(thiophen-2-yl)prop-2-en-1-one, 3.....	13
Şekil 4.4. Metallerin UV-Visible spektrumları.....	15
Şekil 4.5. Kalkonların UV-Visible spektrumları.....	15
Şekil 4.6. Kalkon (1) bileşiği ile metal çözeltilerinin UV-Visible spektrumları.....	16
Şekil 4.7. Kalkon (2) bileşiği ile metal çözeltilerinin UV-Visible spektrumları.....	17
Şekil 4.8. Kalkon (3) bileşiği ile Cd ⁺² çözeltisinin UV-Visible spektrumları.....	18
Şekil 4.9. Kalkon (3) bileşiği ile Hg ⁺² çözeltisinin UV-Visible spektrumları.....	19
Şekil 4.10. Kalkon (3) bileşiği ile Ni ⁺² çözeltisinin UV-Visible spektrumları.....	20
Şekil 4.11. Kalkon (3) bileşiği ile Co ⁺² çözeltisinin UV-Visible spektrumları.....	21
Şekil 4.12. Kalkon (3) bileşiği ile Cu ⁺² çözeltisinin UV-Visible spektrumları.....	22

ÖZET

Anahtar kelimeler: kalkon, sentez, metal titrasyonu, UV-görünür spektrofotometre

Bu çalışmada 4-hidroksibenzaldehit ve üç farklı ketonun (asetofenon, asetofuran ve tiyoasetofuran) Aldol Kondenzasyonu reaksiyonuyla üç farklı kalkon bileşiği sentezlenmiştir. Sentezlenen bileşiklerin $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, FTIR ve UV-görünür spektroskopileri ile karakterizasyonu yapıldı. Sentezlenen bileşikler ile Fe^{+3} , Cd^{+2} , Hg^{+2} , Cu^{+2} , Ni^{+2} ve Co^{+2} metal iyonlarının Uv-visible spektrumları incelenerek, metallerin kalkonlar ile tespit edilip edilemeyeceği araştırıldı. 1 ve 2 nolu kalkonların bu metallerle etkileşmediği, 3 nolu kalkonun ise Fe^{+3} haricindeki diğer beş metal iyonu ile etkileşime girerek UV-görünür spektrumda yeni pikler oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular ışığında kalkonlarda da yapılacak modifikasyonlar ile kalkonların metal iyonu tespitinde seçici olarak kullanılabileceği bulunmuştur.

THE TITRATION OF METAL IONS BY USING CHALCONES

SUMMARY

Keywords: chalcone, synthesis, titration, metal titration, UV-visible spectrophotometer

In this study, three different chalcone compounds were synthesized by Aldol condensation reaction of 4-hydroxybenzaldehyde and three different ketones (acetophenone, acetofuran and thioacetofuran). The synthesized compounds were characterized by ^1H -NMR, ^{13}C -NMR, FTIR and UV-visible spectroscopy. The UV-visible spectra of Fe^{+3} , Cd^{+2} , Hg^{+2} , Cu^{+2} , Ni^{+2} and Co^{+2} metal ions were examined and synthesized compounds were investigated to determine whether metals could be detected by chalcones. It was found that chalcones 1 and 2 did not interact with these metals, whereas chalcone 3 interacted with five metal ions other than Fe^{+3} and it formed new peaks in the UV-visible spectrum. In the light of these findings, it has been found that with the modifications to be made in chalcones, chalcones can be used selectively in metal ion detection.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Kalkonlar flavanoid ailesine ait olan doğal olarak bulunan ve sentetik olarak üretilen bileşiklerdir [1-3]. Meyve, sebze, çay, baharatlar ve soya kaynaklı yiyeceklerde bulunmaktadır [4]. Kalkonlar; anti-inflamatuar, antioksidan, antikanser, sitotoksik, antimikrobiyal, ağrı kesici ve ateş düşürücü gibi özelliklere sahip bileşiklerdir

Kalkonlar sahip oldukları biyolojik aktiviteleri sebebiyle günümüzde oldukça yoğun çalışmalara konu olmaktadır [5]. Kalkonların yapısında meydana getirecek olan değişiklikler ve farklı sübstitütentlerin bağlanması ile çok iyi yeni farmakolojik özelliklere sahip yeni bileşikler elde edilmektedir.

Kalkonlar taşıdıkları bu özellikleri sayesinde hem akademik hem de endüstriyel araştırmalara konu olmaktadır. Gıda katkı maddesi ve UV ışınlarından koruma özelliklerine sahip olmaları sebebiyle kozmetik ürünlerde formülasyonlardaki katkı maddesi olarak kullanılmasının yanında kalkonlar, virütik hastalıkların tedavisinde, kardiyovasküler hastalıklarda, parazit enfeksiyonlarında, gastrit vakalarında, mide kanseri tedavisinde ve ayrıca ağrı kesici olarak kullanılmaktadır. Farmakolojik potansiyeli oldukça yüksek olmasına rağmen yeterince faydalanılmamaktadır.

BÖLÜM 2 . GENEL BİLGİLER

2.1. Kalkonlar

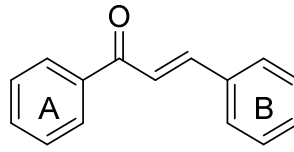
2.1.1. Kalkonların fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kalkonlar, iki aromatik halkanın birbirine üç karbonlu α,β -doymamış karbonil köprüsü ile (Şekil 2.1) bağlandığı bileşiklerdir. Alman kimyacı J.G. Schmidt tarafından 1880 yılında keşfedilen ve Ludwig Claisen tarafından 1881 ve 1889 yılları arasında geliştirilen genel adı 2-Propen-1-on'dur. Aromatik aldehytler ve metil aril ketonların Claisen-Schmidt kondenzasyonu reaksiyonunun bir ürünüdür [6].

1880 yılında Alman kimyacı J.G. Schmidt tarafından keşfedilip 1881 ve 1889 yılları arasında Ludwig Claisen tarafından geliştirilen genel adı 2-Propen-1-on olan çalkonlar aromatik aldehytler ve metil aril ketonlarla gerçekleşen bir Claisen-Schmidt kondenzasyon ürünüdür.

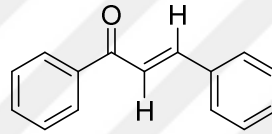
Kalkonların yapısında α,β -doymamış konjuge sisteminin bulunması onların elektronik geçiş spektrumu vermesini ve bu spektrumdaki değişimin UV-görünür spektrofotometrede okunabilmesini sağlamaktadır. Kalkonlar 280 nm ve 340 nm'de iki maksimum absorpsiyon değerine sahiptir bileşiklerdir. Ayrıca bu yapı kalkonları kimyasal olarakta önemli hale getirir. Çünkü çok sayıda hetero halkalı bileşiğin sentezinde başlangıç maddesi olarak kullanılmaktadırlar. Kalkonlar karbon-karbon, karbon-sülfür ve karbon-azot bağı oluşturmak için ideal bileşiklerdir.

Kalkonların ilk üyesi olan ve bu sınıfa adını veren kalkon 1,3-difenil-2-propen-1-on'dur. Şekil 2.1.'de görülmektedir.



Şekil 2.1. Kalkon

Genel olarak NaOH, KOH gibi kuvvetli bazik ortamda gerçekleştirilen bu reaksiyon sonucu oluşan ürünün erime noktası 57-58 °C'dir. Kloroform ve diklorometan gibi solventlerde iyi çözünürken etanolde ise çözünürlüğü düşüktür. Bu yöntem ek olarak asidik ortamda ve farklı katalizörler kullanılarak kalkon sentezi yapılmaktadır. Kalkonlar normal koşullarda trans konumda (Şekil 2.2.) kararlıdır [5-9].

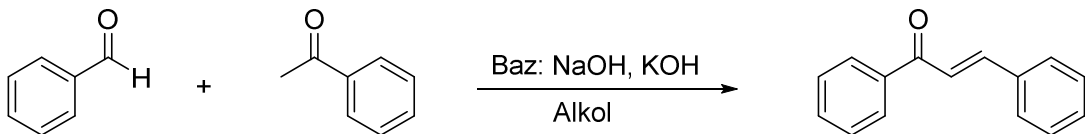


Şekil 2.2. Kalkonların trans konumları

2.1.2. Kalkonların sentezi

Flavonoid sınıfına ait olan kalkonlar aldol kondenzasyonu ile sentezlenirler [46]. Aldol kondenzasyonu aromatik aldehit ve aromatik ketonun etanol içerisinde baz veya asit varlığında reaksiyona girmesiyle gerçekleşir [10,11]. Bu reaksiyon genellikle bazik kuvvetli bazik ortamda gerçekleştirilir.

Kalkonların kuvvetli baz kullanılarak sentezlenmesi yönteminde genellikle %10'luk NaOH veya KOH çözeltisini kullanılır [12-14]. Genellikle etil alkol içerisinde reaksiyona sokulacak olan aldehit ve keton çözülür ve reaksiyon ortamına % 10'luk KOH veya NaOH katılarak reaksiyon başlatılır (Şekil 2.3.) ve gerçekleştirilir.



Şekil 2.3. Kalkonların sentezi

2.1.3. Kalkonların kaynakları ve kullanım alanları

Kalkonlar, yiyeceklerde çok fazla rastlanan doğal ürünlerdir. Meyvelerde, sebzelerde, çayda, baharatlarda ve soya bazlı yiyeceklerde bulunmaktadır. Kalkonlar sahip oldukları farmakolojik aktiviteleri sayesinde de günümüzde araştırmalara konu olmaktadır.

Hem doğada bulunan hem de sentezlenebilen kalkonlar flavonoid ailesine üye bileşikler olup, geniş biyolojik aktivite spektrumuna sahip olup, flavanoidlerin bunların biyosentezinde rol oynamaktadırlar.

Kalkonları biyolojik aktiviteleri üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda kalkonların, antibakteriyel, anti-sıtma, antihelminitik, antiülser, antiviral, böcek öldürücü, antiprotozoal, antikanser, antiinflamatuvar, sitotoksik, anti-HIV aktivitesi gösterdikleri ve immunosuppressive bakımından geniş bir biyolojik aktivite spektrumuna sahip olduklarını göstermektedir. Örneğin, (E)-1-(4'-hidroksifenil)but-1-en-3-on'un antitümör aktivite gösterdiği bulunmuştur [15].

Kalkonların tıbbi terapide kullanılmasının yanında, polimerlerde UV-absorpsiyon filtresi olarak, farklı türdeki optik materyallerde ve ayrıca holografik kayıt teknolojisinde kullanılmaktadırlar [16].

2.1.4. Kalkonların metal sensör özellikleri

Kalkonlar kimyasal olarak aktif bileşikler oldukları için sensör olarak literatüre geçmiş uygulamalara sahiptirler [17-22]. Özellikle metal iyonlarının tespit edilmesinde UV-görünür spektrofotometre, atomik absorpsiyon spektrofotometresi, floresans spektrofotometresi, voltametri gibi teknikler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bunların yanında kimyasal sensörlerin araştırması da devam etmektedir. Kimyasal sensörler enstrümental yöntemlere göre daha pratik

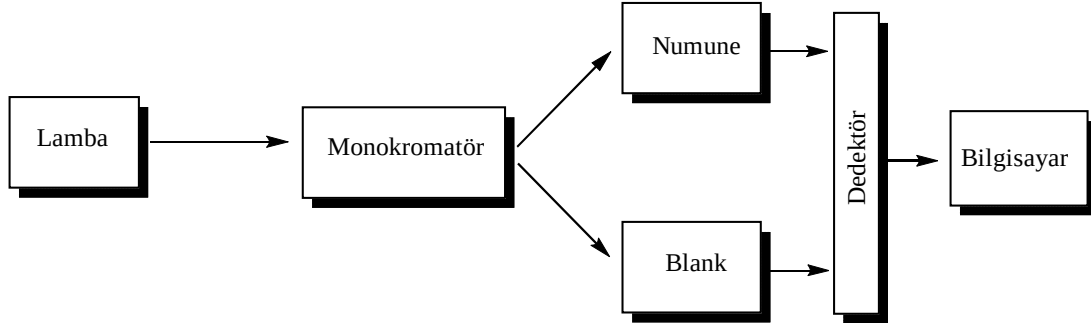
uygulamalara sahiptirler. Bu bağlamda metal iyonlarına karşı daha hassas ve seçici sensörlerin geliştirilmesi önem arz etmektedir.

Kalkonlar renkli olmalarından dolayı UV-Visible spektrofotometre ile metallerle olan etkileşimleri kolayca incelenebilecek moleküllerdir. Ayrıca floresans özellik taşımalarından dolayı da floresans spektroskopisi ile de bu etkileşin kolayca incelenebilir ve gözlemlenebilir durumdadır. Floresans spektroskopisi ile bir metal iyonunun tespit edilebilir olması o metalin biyolojik sistemlerde kolayca tespit edilmesini sağlar.

2.2. UV – Görünür bölge spektrometresi

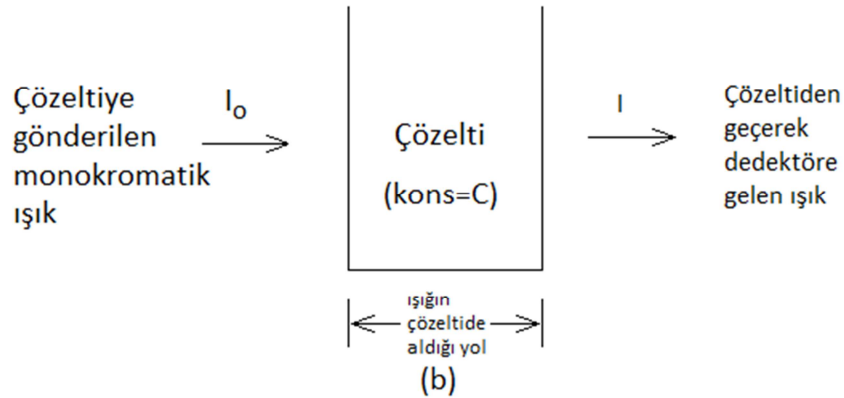
Mor ötesi ve görünür bölge (UV-Visible) spektroskopisi moleküllerdeki elektronik geçişlerin verdiği spektrumları yani elektron geçişi spektrumlarını inceler. Elektronik spektroskopisi olarak da adlandırılır. Elektronik spektrum 200-800 nm aralığını kapsar. 200-400 nm aralığı UV bölgeye karşılık gelirken, 400-800 nm aralığı ise görünür ışık renk aralığına karşılık gelir. Böylece renkli maddelerin spektrumları ve bu spektrumlardaki değişiklikler kolayca incelenebilirler. Görünür bölgede absorpsiyon yapabilen maddeler renkli maddelerdir. Madde absorpladığı rengin tamamlayıcı (komplementer) rengine görünür. Örneğin, yeşil görünen bir bileşik aslında viyoledde absorpsiyon yapmaktadır. UV-görünür spektrum alınırken cam veya kuvars kristalden küvetler kullanılır. Kuvars kristal UV görünür bölgede absorbansa sahip olmadığı için doğrudan spektrumu alınacak olan maddenin basorbansı görünür. 200-800 arasındaki mono kromatik ışık küvette bulunan örnekten geçtikten sonra dedektörde absorplanmadan geçen ışık miktarı ölçülür ve o dalga boyunda ışığın absorplanıp absorplanmadığına bakılmış olur. Otomatik spektrofotometreler, dalga boyunu düzgün olarak değiştirerek bütün spektrumu tararlar. Spektrofotometrelerde, monokromatörden geçerek tek dalga boyuna dönüşen ışık ışınları ikiye bölünerek biri numuneye diğeri ise sadece çözücünün bulunduğu küvete gönderilir. Dedektörlerde kaydedilen sinyaller karşılaştırılarak, saf çözücünün absorbans değeri düşürülür ve böylece çözünen maddenin absorbans değeri elde edilir.

Şekil 2.4.'te çift yollu UV-görünür bölge spektrofotometre çalışma prensibi gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Çift yollu UV- görünür spektrofotometre

Bir çözelti içinden geçen ışık miktarı, çözelti konsantrasyonu ve kat ettiği yol ile ters orantılıdır. Çözelti konsantrasyonu arttıkça absorbe edilen ışık miktarı artacaktır. Ayrıca yol uzadıkça daha fazla ışık absorbe edilecektir. Böylece çözelti içinden geçen ışık miktarı da azalacaktır. Dedektörde ise çözelti içinden karşıya geçen ışık miktarı ölçülecektir. Beer lamber yasasının temel mantığı Şekil 2.5.'te görülmektedir



Şekil 2.5. UV-görünür spektrofotometre

$$A = \epsilon \cdot b \cdot C$$

Burada A, absorbansı, ϵ maddenin absorpsiyon katsayısı, b ışığın aldığı yolu ve C de maddenin çözeltideki konsantrasyonunu gösterir. Buna göre farklı konsantrasyonlarda farklı absorpsiyona sahip olacak olan maddenin kantitatif olarak ta UV-görünür spektroskopisi ile tayini yapılabilir

2.4. Literatür Özeti

Cheng-Gang Niu ve arkadaşları [17] tarafından yapılan çalışmada kalkon türevleri kullanılarak su için floresans sensörü yapılmıştır. Organik solventlerdeki su içeriğini tespit etmek için kalkona temelli floresans bir boya sentezlenmiştir. Bu boyada hem donör hem de akseptör gruplar birlikte bulunmaktadır. Cam yüzeyde akrilamid, hidroksietil metakrilat ve trietilen glikol dimetakrilat ile kopolimer oluşturmuştur. Cam yüzeyinde su birikiminin artışına bağlı olarak floresans ışımanın yoğunluğu artmıştır. Bu şekilde solvent içinde yer alan nemin floresans spektroskopik yöntemle tespit edilmesine olanak sağlamıştır.

Yanli Wei ve arkadaşları [18] tarafından kalkon bazlı Fe^{+3} sensörü yapılmıştır. Bu çalışmada 4-dimethylamino 2,5-dihydroxy chalcone sentezlenmiş ve Fe^{+3} iyonu için seçici olarak oldukça hassas optokimyasal floresans sensör özelliği göstermiştir. Buna bağlı olarak multivitamin tabletlerdeki Fe^{+3} iyonlarının tespit edilmesi için bir yöntem geliştirilmiştir.

Tarek A. Fayed [19] tarafından Zn^{+2} , Cd^{+2} ve Hg^{+2} iyonları için potansiyel optik sensör uygulaması hem deneysel hem de teorik olarak çalışılmıştır. 1-(2-pyridyl)-5-(4-dimethylaminophenyl)-penta-2,4-diene-1-one molekülünün moleküllü yük transferi özelliği taşıdığını ve saf organik solventlerde hidrojen bağı verebildiğini bulmuştur.

J. Prabhu ve diğerleri [20] tarafından yapılan çalışmada antrasen türevli kalkon ile Pb^{+2} iyonunun floresans olarak tespit edilmesi çalışması literatüre girmiştir. Bu çalışmada antrasen bazlı bir kalkon bileşiği pyridine 2-carboxaldehyde ve 9-acetyl

anthracene arasında gerçekleştirilen reaksiyon ile sentezlenmiştir. Ortamda başka iyonlar olduğunda bile az etkilenen bir mekanizma ile kurşun (II) iyonunun floresans kemosensör olarak tespit edilmesine olanak sağlamıştır.

Shaily ve arkadaşları [21] tarafından kumarin ve kalkon hibrit bileşiği sentezlenmiş ve Cd^{+2} iyonunun kolorimetrik ve florometrik tespiti için kullanılmıştır. (E)-4-hydroxy-3-(3-(4-methoxyphenyl)acryloyl)-2H-chromen-2-one bileşiği sulu organik ortamda Cd^{+2} iyonunun seçici ve hassas olarak tanınmasında kullanılmıştır. Bu kemosensör oldukça ayırıcı bir renk değişimi göstermiştir. Bunun yanında Cd^{+2} iyon konsantrasyonuna bağlı olarak floresans emisyonunda da bir artış gözlenmiştir. Böylece bu kemosensör ikili kolorimetrik florometrik sonuçlar elde edilmiştir.

K. Velmurugan ve arkadaşları tarafından [22] yapılan çalışmada gümüş iyonu için bir kemosensör sentezlenmiştir. Bunun için antrasen bazlı bir kalkon bileşiği sentezlenmiştir. Ag^{+} iyonları dışında başka ağır metal iyonları ile herhangi bir etkileşimde bulunmamıştır.

BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOD

3.1. Kullanılan cihazlar ve kimyasal maddeler

Deneyisel çalışmalarda Heideolp marka ısıtıcılı karıştırıcı kullanıldı. Çözeltilerden çözücülerin ayrılması için Buchi R3 marka model döner buharlaştırıcı kullanıldı. Sentezlenen maddelerin yapı analizi için VARIAN Infinity Plus model 300 MHz'lik Nükleer Manyetik Rezonans spektrometresi (NMR) cihazından faydalandı. Bileşiklerin IR spektrumları Perkin Elmer Spectrum Two FTIR cihazı ile alındı. UV-görünür bölge spektrumları için Shimadzu UV-2600 spektrofotometre cihazı kullanıldı.

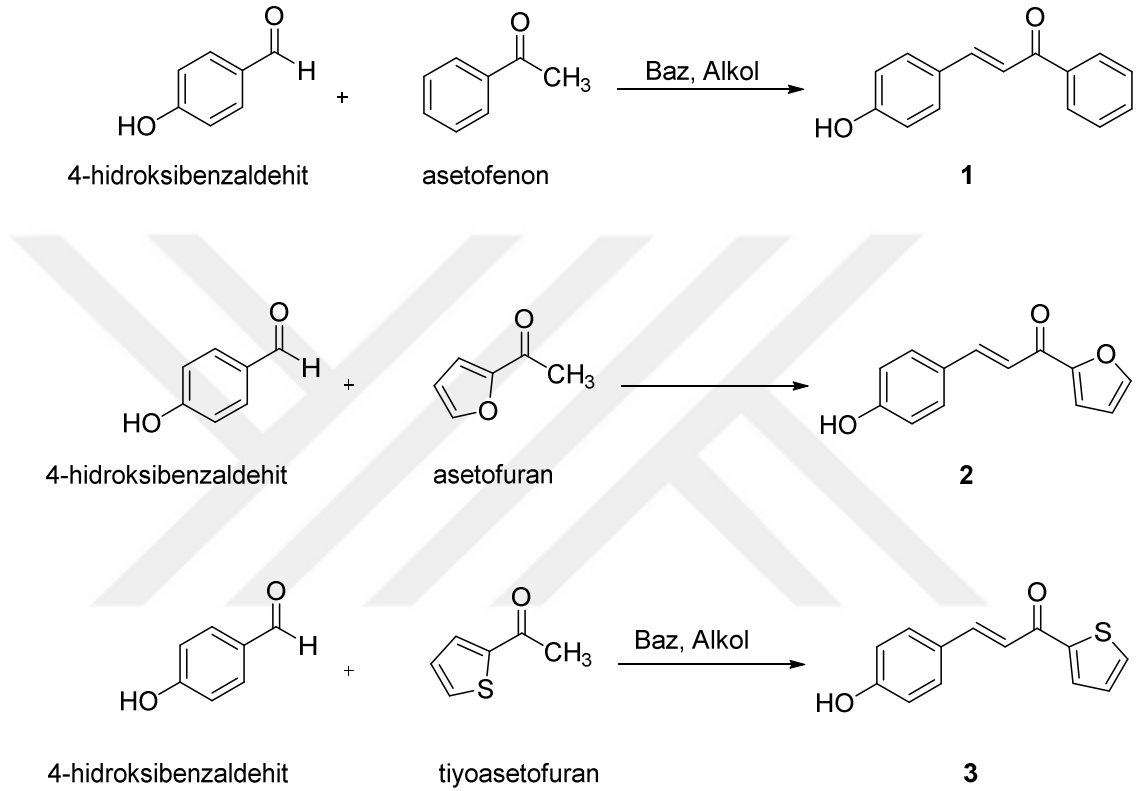
Sentez aşamasında ve daha sonraki metal titrasyonu aşamasında kullanılan çözücü ve kimyasallar Sigma Aldrich distribütöründen temin edildi. Sentez sırasında asetofenon, potasyum hidroksit, hidroklorik asit, etil asetat, hekzan, DMF (dimetilformamid), etil alkol, döterokloroform (CDCl_3), DMSO, dietil eter, metanol, saf su, $\text{N}_2(\text{g})$, silika jel, sinterli süzgeç, preparatif TLC (20x20) cm alüminyum plaka) kullanıldı. Kolon kromatografisi için kullanılan teknik çözücüler destilasyon yöntemiyle saflaştırıldı.

3.2. Deneyisel Çalışmalar

3.2.1. Kalkonların genel sentezi

Bir balon içerisinde 4,1 mmol 4-hidroksibenzaldehit ve 4,1 mmol keton bileşiği (asetofenon, asetofuran ve tiyo asetofuran) etanolde çözülerek üzerine % 10 'luk KOH çözeltisinden 4,1 ml eklendi ve karıştırılarak reaksiyon başlatıldı. Ortama bir balon ile azot gazı gönderilerek 24 saat süreyle, azot atmosferinde, oda sıcaklığında karıştırılarak reaksiyon gerçekleştirildi. 24 saat sonra ince tabaka kromatografisi

(TLC) ile kontrol edilerek reaksiyonun bittiği anlaşıldı. Çözeltiye buz banyosu içerisinde 10 mL seyreltik HCl çözeltisi eklenerek bazik ortam nötralize edildi. Üzerine saf su eklenerek sentezlenen maddenin çökmesi sağlandı. Etilasetat ve hekzan ile kolon kromatografisi yapılarak saflaştırıldı. Bu şekilde üç adet kalkon bileşiği sentezlendi.



Şekil 3.1. Kalkonların Sentezi

3.2.2. Sentezlenen kalkonlar ile metal titrasyon yapılması

Kalkonlar ile Fe^{+3} , Cd^{+2} , Hg^{+2} , Cu^{+2} , Ni^{+2} ve Co^{+2} metal iyonlarının etkileşimleri araştırıldı. Bunun için $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, HgCl_2 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ tuzları 1:1 asetonitril ve kloroform içerisinde çözülerek 10^{-5} M seviyesinde çözeltileri hazırlandı. Kalkonların da 10^{-5} M seviyesinde çözeltileri hazırlanarak metal iyon çözeltileri ile önce eşit hacimde karıştırılarak aralarında etkileşim olanlar UV-görünür spektrofotometre ile tespit

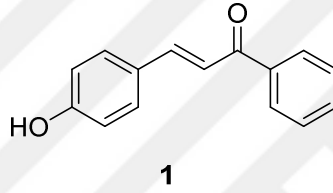
edildi. Kalkonlar ile aralarında etkileşim olan metal iyonlarının miktarları düzenli olarak artırıldı ve bunun sonucunda etkileşimin de etkilenip etkilenmediği spektroskopik olarak incelendi.



BÖLÜM 4. DENEYSEL BULGULAR

4.1. Kalkonların Sentezi

4.1.1. Sentezlenen (1) bileşiğinin spektral verileri



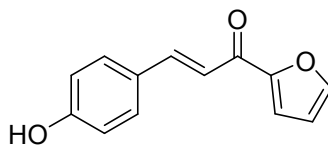
Şekil 4.1. (E)-3-(4-hidroksifenil)-1-fenilprop-2-en-1-on; 1

FT-IR (ATR Sistem, cm^{-1}): 3068, 3044, 2234, 1657, 1604, 1589, 1561, 1504, 1487, 1446, 1403, 1338, 1284, 1254, 1212, 1174, 1158, 1110, 1087, 1035, 1019, 966, 950, 899, 875, 852, 838, 825, 782.

$^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, DMSO- d_6) δ 10.13 (s, 1H), 8.13 (d, $J=7.32$, 2H), 7.79-7.70 (m, 4H), 7.67-7.63 (m, 1H), 7.61-7.53 (m, 2H), 6.85 (d, $J=8.49$, 2H) δ 189.6, 160.8, 145.2, 138.6, 131.7.

$^{13}\text{C-NMR}$ (75 MHz, DMSO- d_6) δ 190.4, 161.2, 155.5, 143.2, 138.2, 135.8, 133.3, 133.2, 130.9 (çakışık 2C sinyalleri), 128.9 (çakışık 2C sinyalleri), 128.8 (çakışık 2C sinyalleri), 122.8, 122.2, 122.1, 121.1 (çakışık 2C sinyalleri), 118.0, 115.4, 115.1, 109.7.

4.1.2. Sentezlenen (2) bileşiğinin spektral verileri



2

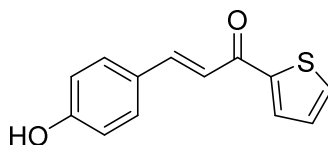
Şekil 4.2. (E)-1-(furan-2-yl)-3-(4-hydroxyphenyl)prop-2-en-1-one, 2

FT-IR (ATR System, cm^{-1}): 3379, 3193, 3174, 3132, 3025, 2971, 2821, 1739, 1643, 1609, 1574, 1508, 1549, 1461, 1379, 1343, 1275, 1225, 1171, 1156, 1086, 1049, 1014, 988, 926, 881, 824, 766, 737.

^1H NMR (300 MHz, DMSO- d_6) δ 8.04 (dd, $J=1.76$, $J=0.59$, 1H), 7.75 (dd, $J=3.51$, $J=0.59$, 2H), 7.73-7.68 (m, 2H), 7.65 (s, 1H), 7.50 (d, $J=15.82$, 1H), 6.86-6.82 (m, 2H), 6.79-6.76 (m, 1H),

^{13}C NMR (75 MHz, DMSO- d_6) δ 177.4, 160.8, 158.1, 153.8, 148.7, 143.9, 131.6, 126.2, 119.5, 119.0 (Çakışık 2C sinyali), 116.5, 113.3

4.1.3. Sentezlenen (3) bileşiğinin spektral verileri



3

Şekil 4.3. (E) -3-4 (4- hydroxyphenyl)-1 (thiophen-2-yl) prop -2- en-1-one,3

FT-IR (ATR System, cm^{-1}):3216, 3076, 3025, 1667, 1640, 1609, 1590, 1555, 1509, 1414, 1379, 1356, 1344, 1315, 1284, 1229, 1216, 1170, 1109, 1080, 1065, 1043, 989, 977, 931, 907, 890, 860, 831, 812, 749, 735, 711, 682, 660, 642.

^1H NMR (300 MHz, CDCl_3) δ 10.11 (s, 1H), 8.27 (d, $J=2.84$, 1H), 8.03 (d, $J=4.59$, 1H), 7.74 (d, $J=8.15$, 2H), 7.66 (s, 2H), 7.32-7.29 (m, 1H), 6.84 (d, $J=8.19$, 2H).

^{13}C NMR (75 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ 193.7, 181.7, 160.9, 146.6, 144.3, 133.7, 131.8 (çakışık 2C sinyalleri), 129.5, 119.0, 116.5, (çakışık 2C sinyalleri), 110.0.

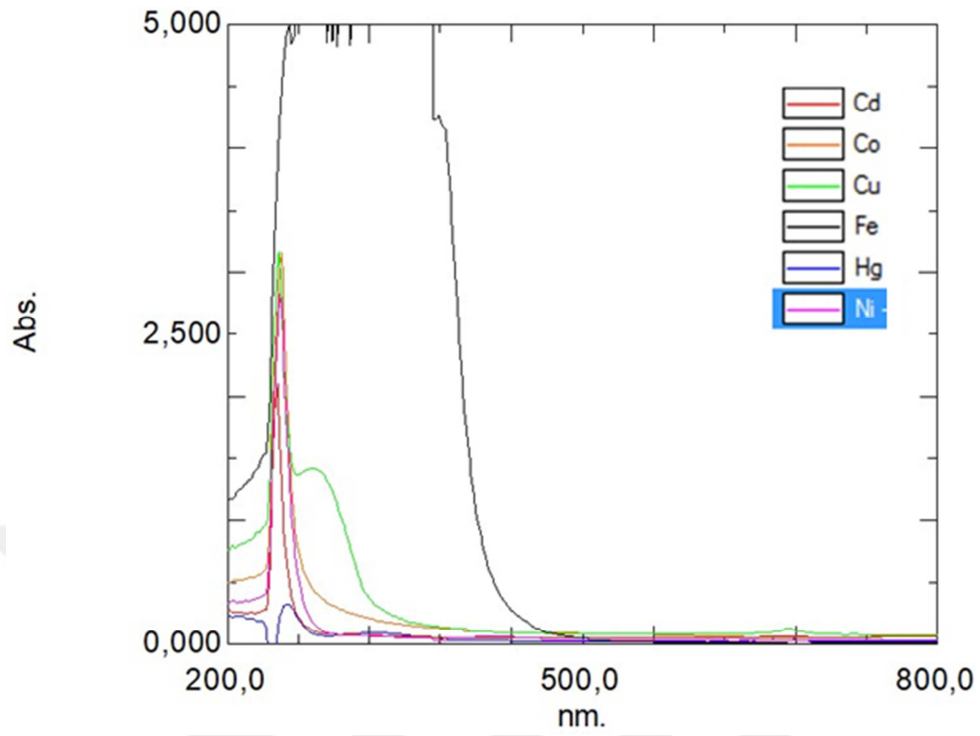
4.2. Kalkonlar ile Metal Titrasyonu

Bölüm 3.2.2.'de bahsedilen Fe^{+3} , Cd^{+2} , Hg^{+2} , Cu^{+2} , Ni^{+2} , Co^{+2} metal iyonlarının çözeltileri ile kalkonların çözeltileri ve karıştırıldı ve spektroskopik ölçümler yapıldı.

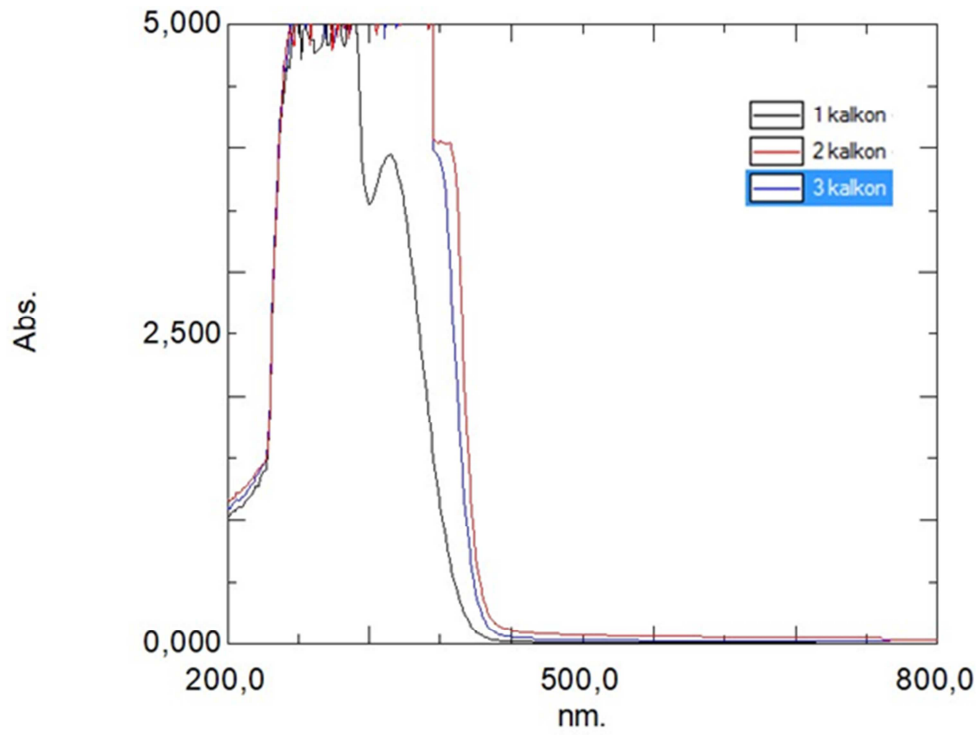
Kalkonlar ile Fe^{+3} , Cd^{+2} , Hg^{+2} , Cu^{+2} , Ni^{+2} ve Co^{+2} metal iyonlarının etkileşimleri araştırıldı. Bunun için $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, HgCl_2 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ tuzları 1:1 asetonitril ve kloroform içerisinde çözülerek 10^{-5} M seviyesinde çözeltileri hazırlandı. Kalkonların da 10^{-5} M seviyesinde çözeltileri hazırlanarak metal iyon çözeltileri ile önce eşit hacimde karıştırılarak aralarında etkileşim olanlar UV-görünür spektrofotometre ile tespit edildi. Kalkonlar ile aralarında etkileşim olan metal iyonlarının miktarları düzenli olarak artırıldı ve bunun sonucunda etkileşimin de etkilenip etkilenmediği spektroskopik olarak incelendi.

Öncelikle daha önce elde edilen kalkon bileşiklerinden 10'ar miligram alınarak bir miktar kloroformda çözülerek solvent ilavesiyle 25 mililitreye tamamlandı.

Şekil 4.4.'de çalışmamızda kullanılan metallerin (Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Ni) UV-görünür bölge spektrumları ve Şekil 4.5.'de (1), (2) ve (3) numaralı kalkon bileşiklerinin UV-görünür bölge spektrumları görülmektedir. İlgili metallere ve kalkon bileşiklerine ait renkler grafiklerin üzerinde gösterilmiştir. Metal çözeltilerinin kalkon çözeltileriyle etkileşiminin daha iyi gözlenebilmesi için öncelikle metal ve kalkon çözeltilerinden sırayla birer mililitrelik örneklerin etkileşim öncesi UV-görünür bölge spektrumları incelenmiştir.

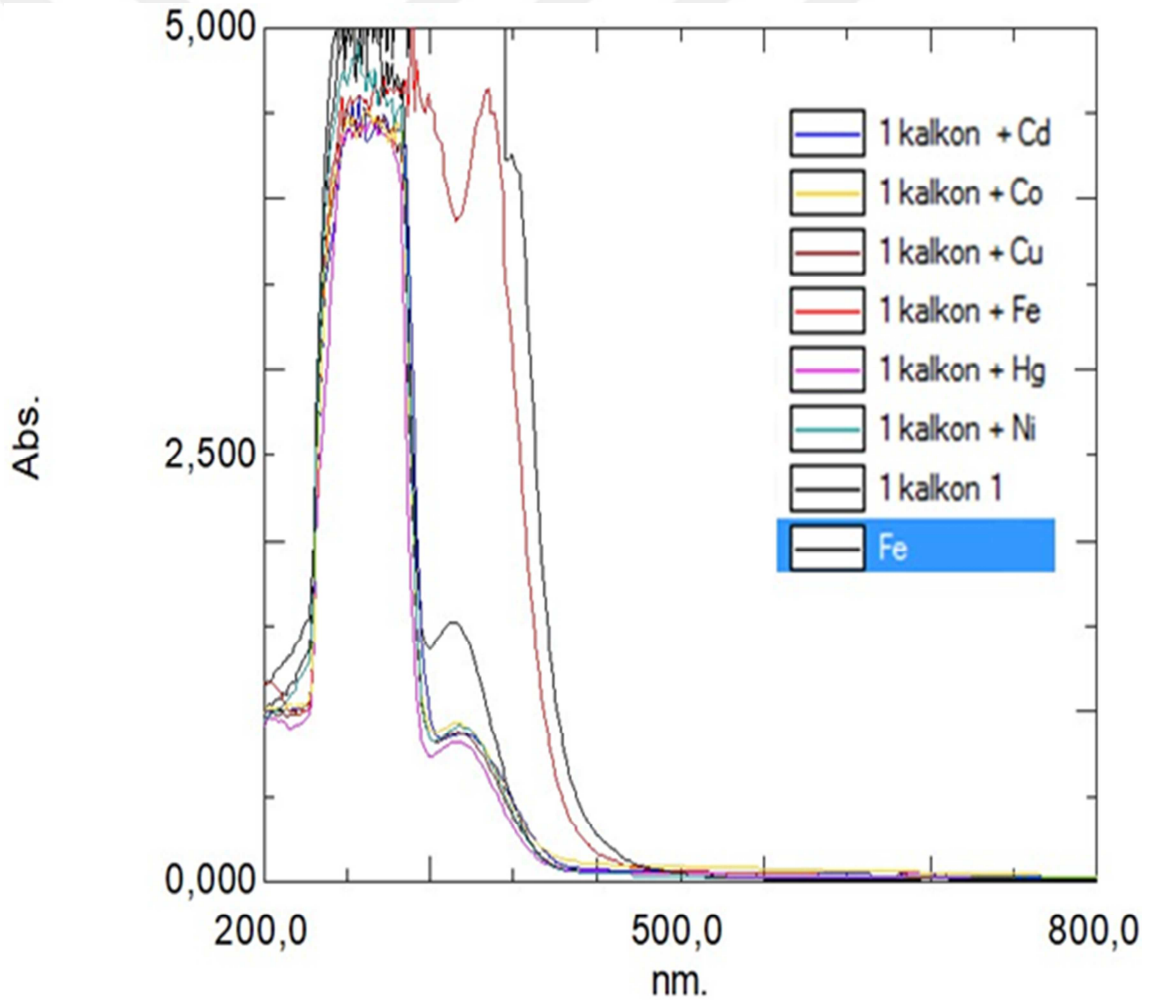


Şekil 4.4. Metallerin UV-Visible spektrumları



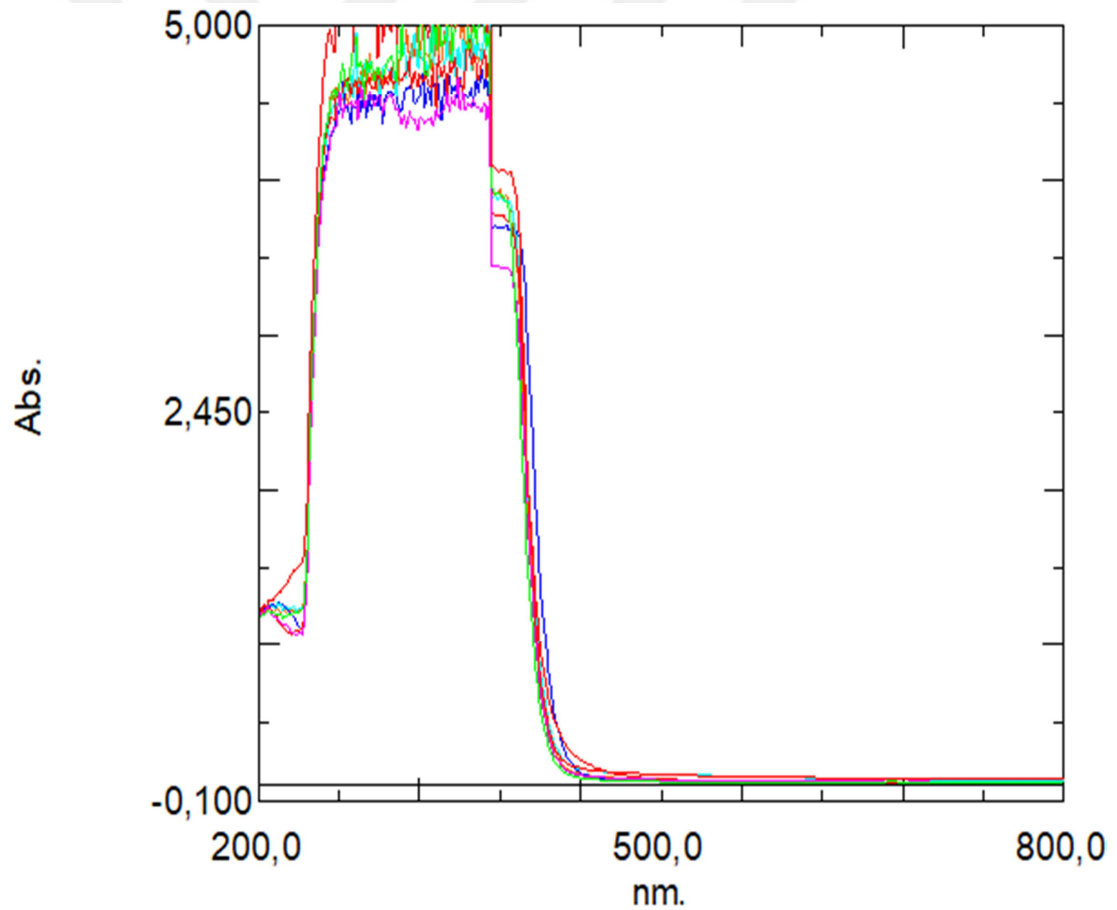
Şekil 4.5. Kalkonların UV-Visible spektrumları

Şekil 4.6.'da (1) numaralı kalkon çözeltisinden 1 mililitre alınarak Cd, Co, Cu, Fe, Hg ve Ni metal çözeltilerinden alınan 1'er mililitrelik örneklerin karıştırılmasıyla elde edilen çözeltilerin UV-görünür bölge spektrumları verilmiştir. Şekil 4.6.'da görüldüğü gibi metallerin hiç biri (1) numaralı kalkon bileşiğinin tek başına verdiği absorbans pik değerlerini değiştirmemiş yani hiç birinin kalkon çözeltisiyle etkileşime girmediği gözlenmiştir. Dolayısıyla (1) numaralı kalkon bileşiğinin Cd, Co, Cu, Fe, Hg ve Ni metallerinin tespitinde sensör özelliği gösteremeyeceği gözlenmiştir.



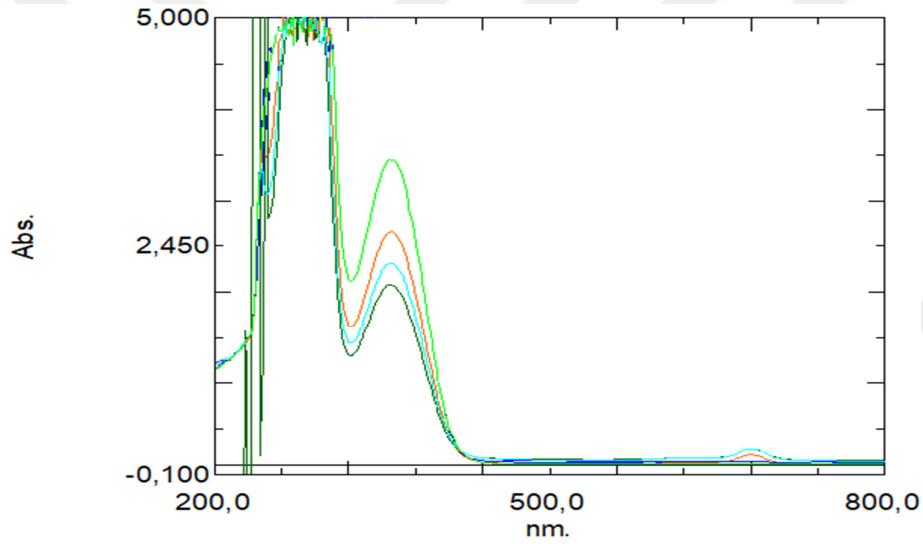
Şekil 4.6. Kalkon (1) bileşiği ile metal çözeltilerinin UV-Visible spektrumları

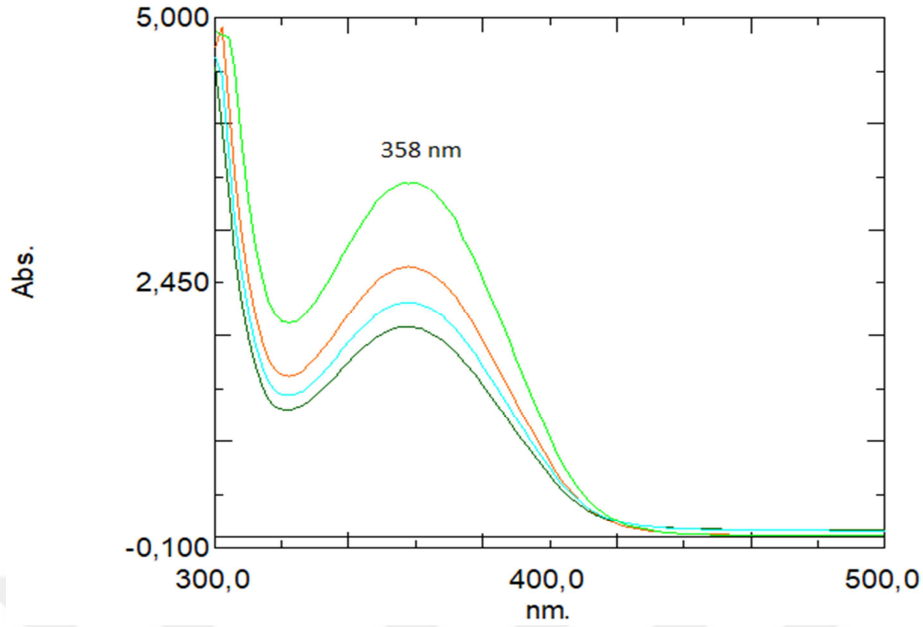
Şekil 4.7.'de (2) numaralı kalkon çözeltisinden 1 mililitre alınarak Cd, Co, Cu, Fe, Hg ve Ni metal çözeltilerinden alınan 1'er mililitrelik örneklerin karıştırılmasıyla elde edilen çözeltilerin UV-görünür bölge spektrumları verilmiştir. Şekil 4.7'te görüldüğü gibi metallerin hiç biri (2) numaralı kalkon bileşiğinin tek başına verdiği absorbans pik değerlerini değiştirmemiş yani hiç birinin kalkon çözeltisiyle etkileşime girmediği gözlenmiştir. Dolayısıyla (2) numaralı kalkon bileşiğinin Cd, Co, Cu, Fe, Hg ve Ni metallerinin tespitinde sensör özelliği gösteremeyeceği gözlenmiştir.



Şekil 4.7. Kalkon (2) bileşiği ile metal çözeltilerinin UV-Visible spektrumları

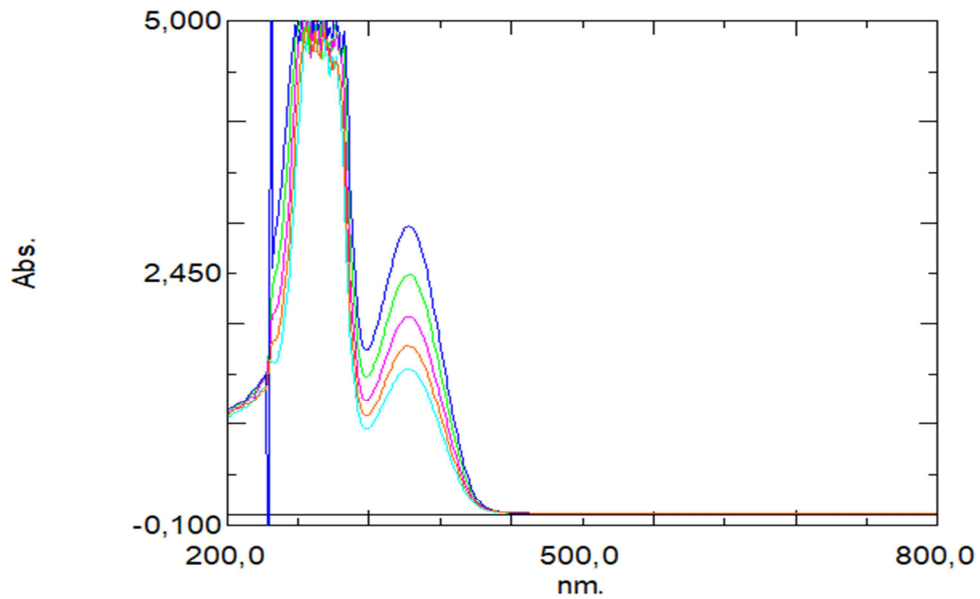
Kalkon (3) bileşiğinden alınan 1 mililitrelik çözeltinin metal çözeltilerinden alınan 1 mililitrelik örneklerle karıştırılarak UV-görünür bölge spektrumlarının incelenmesi sırasında Cd^{+2} çözeltisinin kalkon (3) çözeltisi ile etkileşime girerek 358 nm’de pik verdiği gözlenmiş (şekil 4.8) daha sonra Cd^{+2} iyonlarının ilk karışımdaki miktarı düzenli olarak artırılmıştır. Bunun sonucunda 358 nm’de tespit edilen pik değerinin derişimle ilgili bir değer olmadığı Cd^{+2} ile kalkon (3) çözeltisinin spektroskopik olarak etkileşiminin sonucu olduğu görülmüştür.

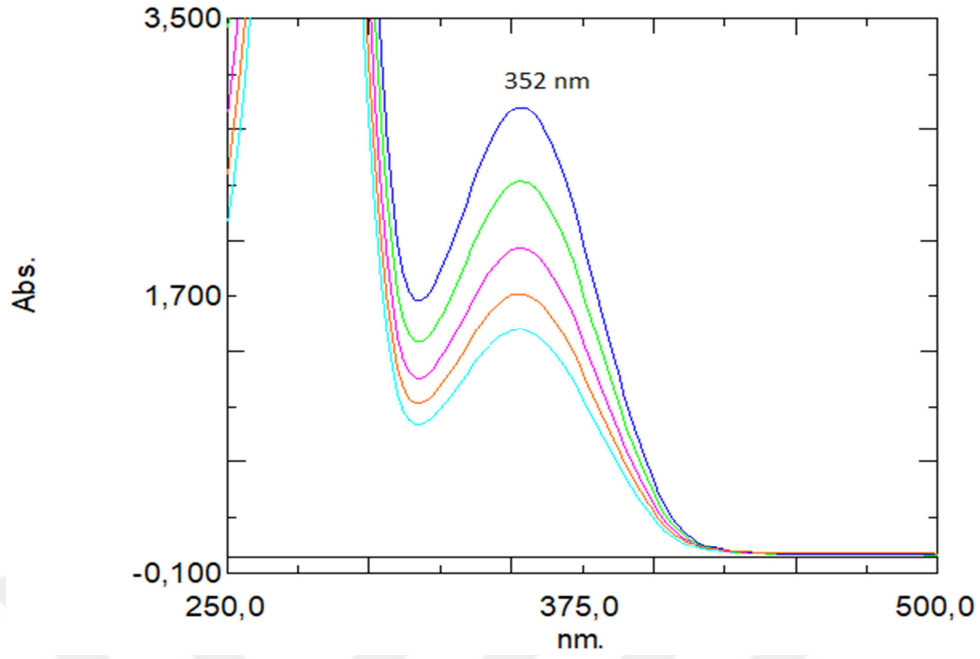




Şekil 4.8. Kalkon (3) bileşiği ile Cd^{+2} çözeltisinin UV-Visible spektrumları

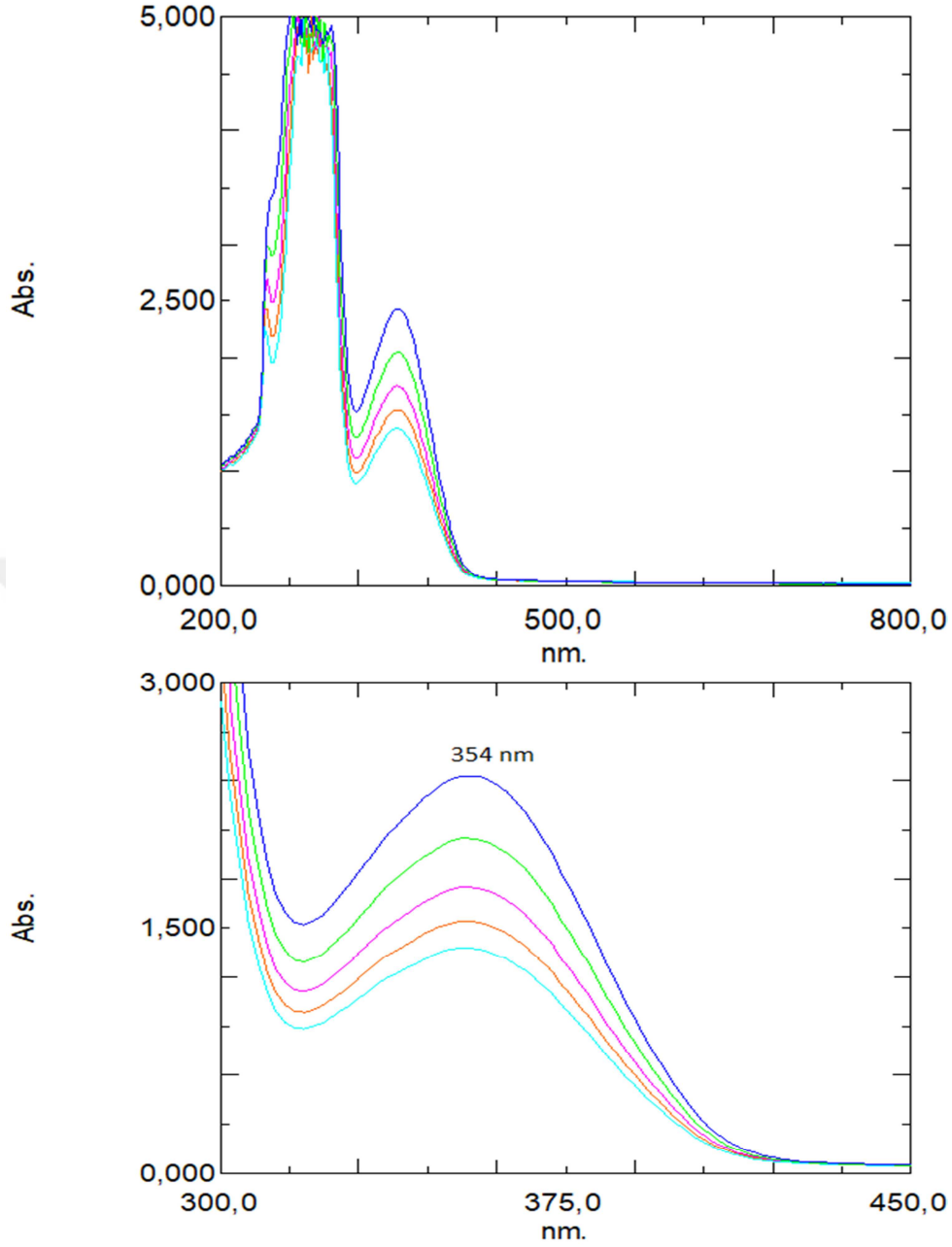
Kalkon (3) bileşiğinden alınan 1 mililitrelik çözeltinin metal çözeltilerinden alınan 1 mililitrelik örneklerle karıştırılarak UV-görünür bölge spektrumlarının incelenmesi sırasında Hg^{+2} çözeltisinin kalkon (3) çözeltisi ile etkileşime girerek 352 nm’de pik verdiği gözlenmiş (Şekil 4.9.) daha sonra Hg^{+2} iyonlarının ilk karışımdaki miktarı düzenli olarak artırılmıştır. Bunun sonucunda 352 nm’de tespit edilen pik değerinin derişimle ilgili bir değer olmadığı Hg^{+2} ile kalkon (3) çözeltisinin spektroskopik olarak etkileşiminin sonucu olduğu görülmüştür.





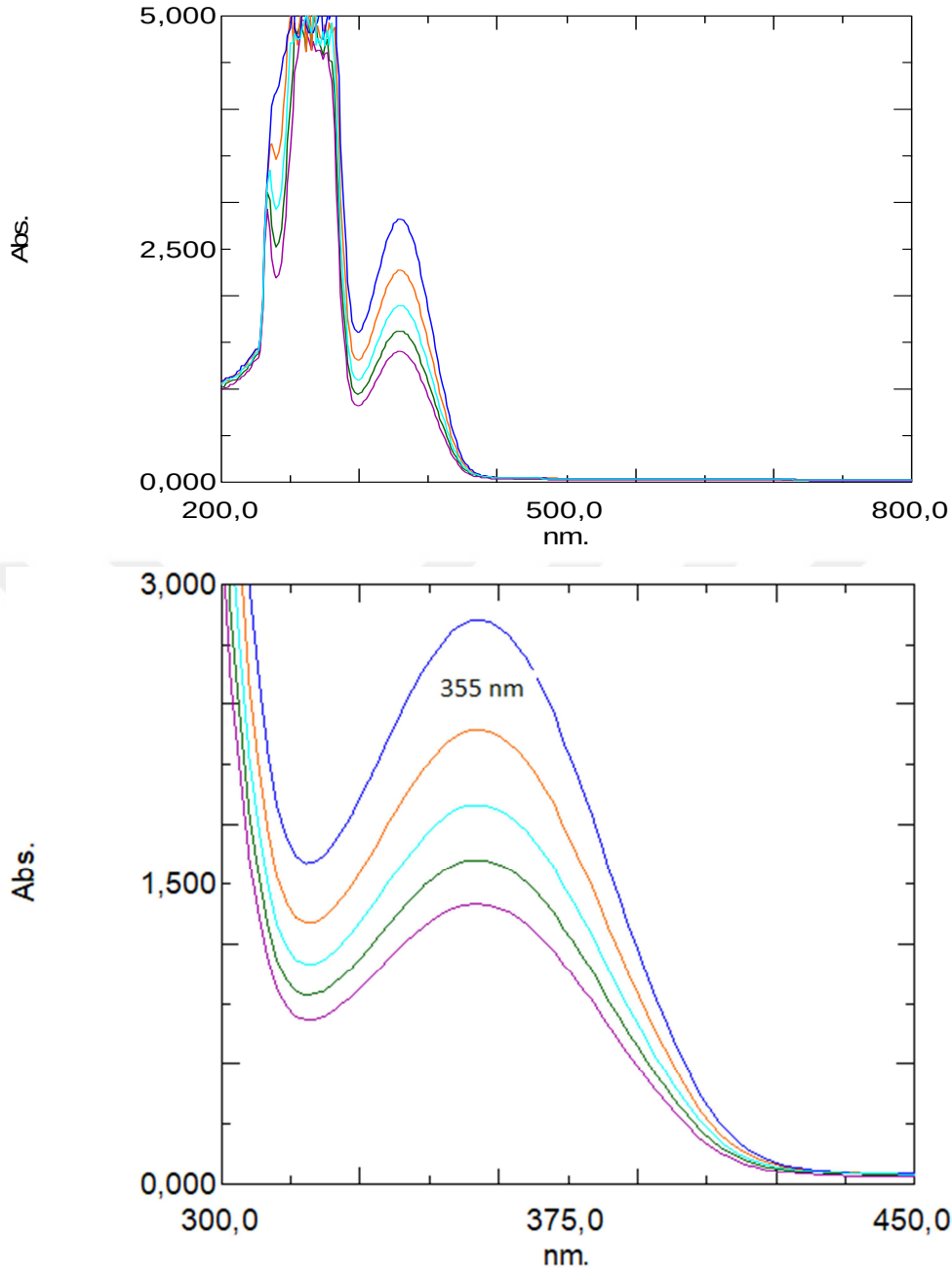
Şekil 4.9. Kalkon (3) bileşiği ile Hg²⁺ çözeltisinin UV-Visible spektrumları

Kalkon (3) bileşiğinden alınan 1 mililitrelik çözeltinin metal çözeltilerinden alınan 1 mililitrelik örneklerle karıştırılarak UV-görünür bölge spektrumlarının incelenmesi sırasında Ni²⁺ çözeltisinin kalkon (3) çözeltisi ile etkileşime girerek 354 nm’de pik verdiği gözlenmiş (Şekil 4.10.) daha sonra Ni²⁺ iyonlarının ilk karışımdaki miktarı düzenli olarak artırılmıştır. Bunun sonucunda 354 nm’de tespit edilen pik değerinin derişimle ilgili bir değer olmadığı Ni²⁺ ile kalkon (3) çözeltisinin spektroskopik olarak etkileşiminin sonucu olduğu görülmüştür.



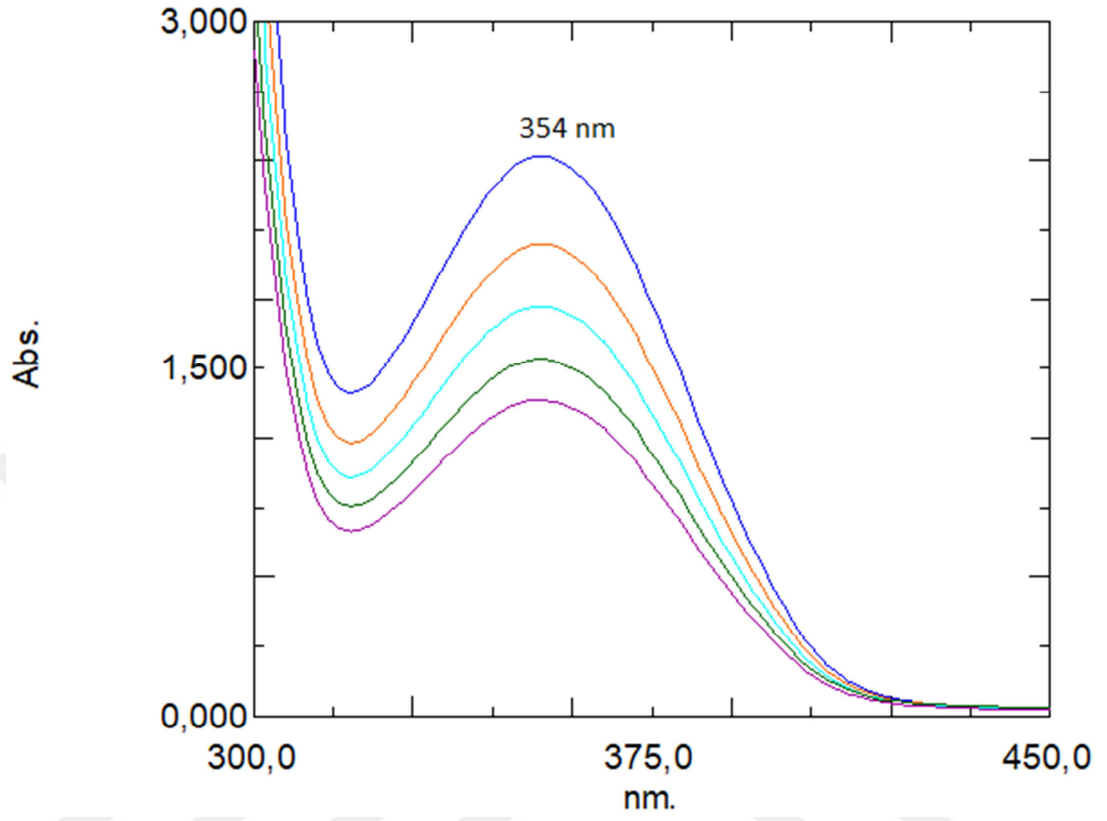
Şekil 4.10. Kalkon (3) bileşiği ile Ni^{+2} çözeltisinin UV-Visible spektrumları

Kalkon (3) bileşiğinden alınan 1 mililitrelik çözeltinin metal çözeltilerinden alınan 1 mililitrelik örneklerle karıştırılarak UV-görünür bölge spektrumlarının incelenmesi sırasında Co^{+2} çözeltisinin kalkon (3) çözeltisi ile etkileşime girerek 355 nm’de pik verdiği gözlenmiştir (Şekil 4.11.) daha sonra Co^{+2} iyonlarının ilk karışımındaki miktarı düzenli olarak artırılmıştır. Bunun sonucunda 355 nm’de tespit edilen pik değerinin derişimle ilgili bir değer olmadığı Co^{+2} ile kalkon (3) çözeltisinin spektroskopik olarak etkileşiminin sonucu olduğu görülmüştür.



Şekil 4.11. Kalkon (3) bileşiği ile Co^{+2} çözeltisinin UV-Visible spektrumları

Kalkon (3) bileşiğinden alınan 1 mililitrelik çözeltinin metal çözeltilerinden alınan 1 mililitrelik örneklerle karıştırılarak UV-görünür bölge spektrumlarının incelenmesi sırasında Cu^{+2} çözeltisinin kalkon (3) çözeltisi ile etkileşime girerek 355 nm’de pik verdiği gözlenmiştir (Şekil 4.12.) daha sonra Cu^{+2} iyonlarının ilk karışımındaki miktarı düzenli olarak artırılmıştır. Bunun sonucunda 355 nm’de tespit edilen pik değerinin derişimle ilgili bir değer olmadığı Cu^{+2} ile kalkon (3) çözeltisinin spektroskopik olarak etkileşiminin sonucu olduğu görülmüştür.



Şekil 4.12. Kalkon (3) bileşiği ile Cu^{+2} çözeltisinin UV-Visible spektrumları

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada; 4-hidroksibenzaldehit ile üç farklı ketonun (asetofenon, asetofuran ve tiyoasetofuran) kuvvetli bazik ortamda Aldol Kondenzasyonu reaksiyonuyla 1, 2 ve 3 kalkon bileşikler sentezlendi. Sentezlenen kalkonların $^1\text{H-NMR}$ ve $^{13}\text{C-NMR}$ spektroskopi teknikleri yanında FTIR ve UV-Görünür bölge spektroskopi teknikleri ile de karakterizasyonu yapılmıştır. Karakterizasyondan elde edilen bulgular sentezlenmesi hedeflenen moleküllerin sentezlendiğini göstermiştir. Daha sonra sentezlenen kalkonlar ile Fe^{+3} , Cd^{+2} , Hg^{+2} , Cu^{+2} , Ni^{+2} ve Co^{+2} metal iyonlarının etkileşimleri UV-görünür bölge spektrofotometresi ile incelendi (Bölüm 4). Bu etkileşimler neticesinde benzen ile türevlendirilen 1 nolu temel kalkon bileşiğinin bu metal iyonlarıyla UV-görünür alanda bir etkileşimi gözlenmemiştir (Şekil 4.6.). Bu da 1 nolu kalkonun bu metallerin tespit edilmesinde kullanılamayacağını göstermiştir. Şekil 4.7.'ye bakıldığında 2 nolu kalkon bileşiğinin de yukarıdaki altı metal iyonu ile etkileşmediği görülmektedir. Bu da 2 nolu kalkonun da bu altı metal iyonu ile etkileşmediğini ve 1 nolu kalkon bileşiğinde olduğu gibi 2 nolu kalkon bileşiğinin de bu metallerin tespitinde kullanılamayacağı tespit edilmiştir. Şekil 4.8. ve Şekil 4.12. arasındaki tüm şekiller incelendiğinde 3 nolu kalkonun diğerlerinden farklı davrandığı ve metallerden Cd^{+2} , Hg^{+2} , Ni^{+2} , Co^{+2} ve Cu^{+2} iyonları ile etkileştiği ve bunun yanında Fe^{+3} ile etkileşmediği gözlemlenmiştir. 3 nolu kalkonun Cd^{+2} ile etkileşiminde 358 nm'de Hg^{+2} ile etkileşiminde 352 nm'de, Ni^{+2} ile etkileşiminde 354 nm'de, Co^{+2} ile etkileşiminde 355 nm'de ve Cu^{+2} ile etkileşiminde 354 nm'de yeni pik oluştuğu gözlemlenmiştir. Metal iyonunda ve kalkonda olmayan, sadece kalkon ve metal iyonu etkileşimi sonucunda oluşan bu yeni pikler 3 nolu kalkonun yukarıdaki beş metal ile etkileşime girdiğini göstermiştir. Bu bilgiler ışığında 1 ve 2 nolu kalkonların bu metaller ile hiç etkileşmemesi, sadece 3 nolu kalkonun bazı metallerle etkileşmesi kalkonlarda yapılacak modifikasyonların metallerin seçici bir şekilde tespit edilmesi için kullanılabileceğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Kocabalkanli, A., 4-Sinn amoil antiripin türevleri (Antipirin türevi şalkon analogları) üzerinde çalışmalar. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1990.
- [2] Şanlı, N., Bazı sülfonamidlerin sıvı kromatografi yöntemi ile tayini. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kimya Anabilim Dalı, Isparta, 2007.
- [3] Kurşun, B.S., 4' Morfolino asetofenon'dan türeyen yeni şalkon türevlerinin sentezi, karakterizasyon ve antikanser aktiviteleri. Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep, 2011.
- [4] El-sawy, Er., Mandour, Ah., Khaled, M., Ezz-eldin, Il., Abo-salem, Hm., Synthesis, antimicrobial, anti-cancer and activities of some new N-ethyl, N-benzyl and N-benzoyl-3-indolyl heterocycles. Acta Pharm., 62:157–179, 2012.
- [5] Nowakowska Z. (2007). A review of anti-infective and anti-inflammatory chalcones. Eur J Med Chem, 42: 125-137.
- [6] Solomons TWG, Fryhle CB. (2002). Organik Kimya 7. Baskıdan Çeviri. Literatür Yayınları, 783-785.
- [7] Karaca H., Çayeğil B., Sezer S. Synthesis characterization and metal sensing applications of novel chalcone substituted phthalocyanines. Synthetic Metals, 215, 134 (2016)
- [8] Karaca H., Kurt Z., Sezer S., Synthesis of Novel Chalcone Substituted Metallophthalocyanines: Electrochemistry, Spectroelectrochemistry and Catalytic Oxidation of 2-mercaptoethanol, Yıl 2018, Cilt 5, Sayı 2, Sayfalar 701 – 718.
- [9] Karaca H., Şişman İ., Güzel E., Sezer S., Selimoğlu F., Ergezen B., Karaca M. & Eyüpoğlu V. (2018) Thiochalcone substituted phthalocyanines for dye-sensitized solar cells: Relation of optical and electrochemical properties for cell performance, Journal of Coordination Chemistry, 71:10, 1606-1622.

- [10] Kumar, D., Kumar Mn., Akamatsu, K., Kusaka, E., Harada, H., Ito, T., Synthesis and biological evaluation of indolylchalcones as antitumor agents. *Bioorg. & Med. Chem. Lett.*, 20:3916–3919, 2010.
- [11] Ziani, N., Lamara, K., Sid, A., Willem, Q., Dassonneville, B., Demonceau, A., Synthesis of pyrazoline derivatives from the 1,3-dipolar cycloadditions using α,β -unsaturated cyclohexanone derivatives. *Eur.J. Chem.*, 4(2):176-179, 2013.
- [12] David G. Powers, David S. Casebier, Demosthenes Fokas, William J. Ryan, Jonah R. Troth, David L. Coffen., Automated parallel synthesis of chalcone-based screening libraries. , *Tetrahedron*; volume 54, Issue 16, 16 April 1998, pages 4085-4096
- [13] Paula Boeck, Camila Alves Banderia Falcao , Paula Cesar Leal , Rosendo Augusto Yunes, Valdir Cechinel Filho , Eduardo Caio Torres-Santos ,Bartira Rossi – Bergman., Synthesis of chalcone analogues with increased anti leishmanial activity., *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, Volume 14, Issue 5, 1 March 2006, pages 1538 -1545
- [14] Chi - Ting Hsieh, Tusty-Juan Hsieh , Mohamed El- Shazly, Da -Wei Chuang, Yi-Hong Tsai, Chiao-Ting Yen, Shou-Fang Wu, Yang-Chang Wu, Fang-Rong Chang., *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, Volume 22, Issue 12, 15 June 2012, Pages 3912 -3915
- [15] Lunardi, F., Guzela, M., Rodrigues, A. T., Correa, R., Egernangrich, I., Steindel, M., Grisard, E. C., Assreuy, J., Calixto, J. B. and Santos, A. R. S. 2003. "Tripanocidal and Leishmanicidal Properties of Substitution-Containing Chalcones", *Antimic. Age. Chem.*, London, 47, 1449-1451.
- [16] Fayed, T. A. ve Awad, M. K. 2004. "Dual Emission of Chalcone Analogue Dyes Emitting in the Red Region", *Chemical Physics*, USA, 303, 317-326.
- [17] Cheng - Gang Niu , Ai-Ling Guan, Guan-Ming Zeng, Yun-Guo Liu, Zhoong-Wu Li., Fluorescence water sensor based on covalent immobilization of chalcone derivative., *Analytica Chimica Acta*, Volume 577, Issue 2, September 2006, Pages 264-270
- [18] Yanli Wei , Guoije Qin , Wenyan Wang , Wei Bian, Shaomin Shuang , Chuan Dong. , Development of fluorescent Fe III sensor based on chalcone. , *Journal of Luminescence*, Volume 131, Issue 8, August 2011, Pages 1672 – 1676
- [19] Tarek A. Fayed , A novel chalcone-analogue as an optical sensor based on ground and excited states intramolecular charge transfer: A combined experimental and theoretical study, *Chemical Physics*, Volume 324, Issues 2-3 May 2006, Pages 631-638

- [20] J. Prabhu , K. Velmurugan , R. Nandhakumar., Development of fluorescent lead II sensor based on an anthracene derived chalcone., *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*., Volume 144, 5 June 2015, Pages 23-28
- [21] Shaily, Ajay Kumar, Naseem Ahmed., A coumarin-chalcone hybrid used as a selective and sensitive colorimetric and turn-on fluorimetric sensor for Cd²⁺ detection., *New J. Chem*, 2017, 41, 14746-14753
- [22] Velmurugan K., Suresh S., Santhoshkumar S., Saranya M., Nandhakumar R., A simple Chalcone-based ratiometric chemosensor for silver ion, *Luminescence*. 2016 May; 31 (3): 722-7.



ÖZGEÇMİŞ

Sözcän KAZANCI, 11.05.1973’de İstanbul’da doğdu. İlkokulu İstanbul orta ve lise eğitimini Sakarya’da tamamladı. 1990 yılında başladığı Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi Kimya Bölümü’nü 1994 yılında bitirdi. 1996 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü’nde yüksek lisans eğitimine başladı. Halen İstanbul’da Bir Kamu Kurumu’nda görev yapmaktadır