

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI

HACİMLİ GRUPLAR İÇEREN DENDRİTİK FTALOSİYANİNLERİN
SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Derya PERKTAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA ANABİLİM DALI

Temmuz 2019

Tezin Başlığı: Hacimli Gruplar içeren Dendritik Ftalosiyanınların Sentezi ve Karakterizasyonu

Tezi Hazırlayan: Derya PERKTAŞ

Sınav Tarihi: 01.07.2019

Yukarıda adı geçen tez, jürimizce değerlendirilerek, KİMYA Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Mustafa SÜLÜ
İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Sinan SAYDAM
Fırat Üniversitesi

Prof. Dr. Nevin GÜRBÜZ
İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Halil İbrahim ADIGÜZEL
Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Hacimli Gruplar içeren Dendritik Ftalosiyanın Sentezi ve Karakterizasyonu” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlâk ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Derya PERKTAŞ



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HACİMLİ GRUPLAR İÇEREN DENDRİTİK FTALOSİYANİNLERİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Derya PERKTAŞ

İnönü Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Anabilim Dalı

viii+ 53 sayfa

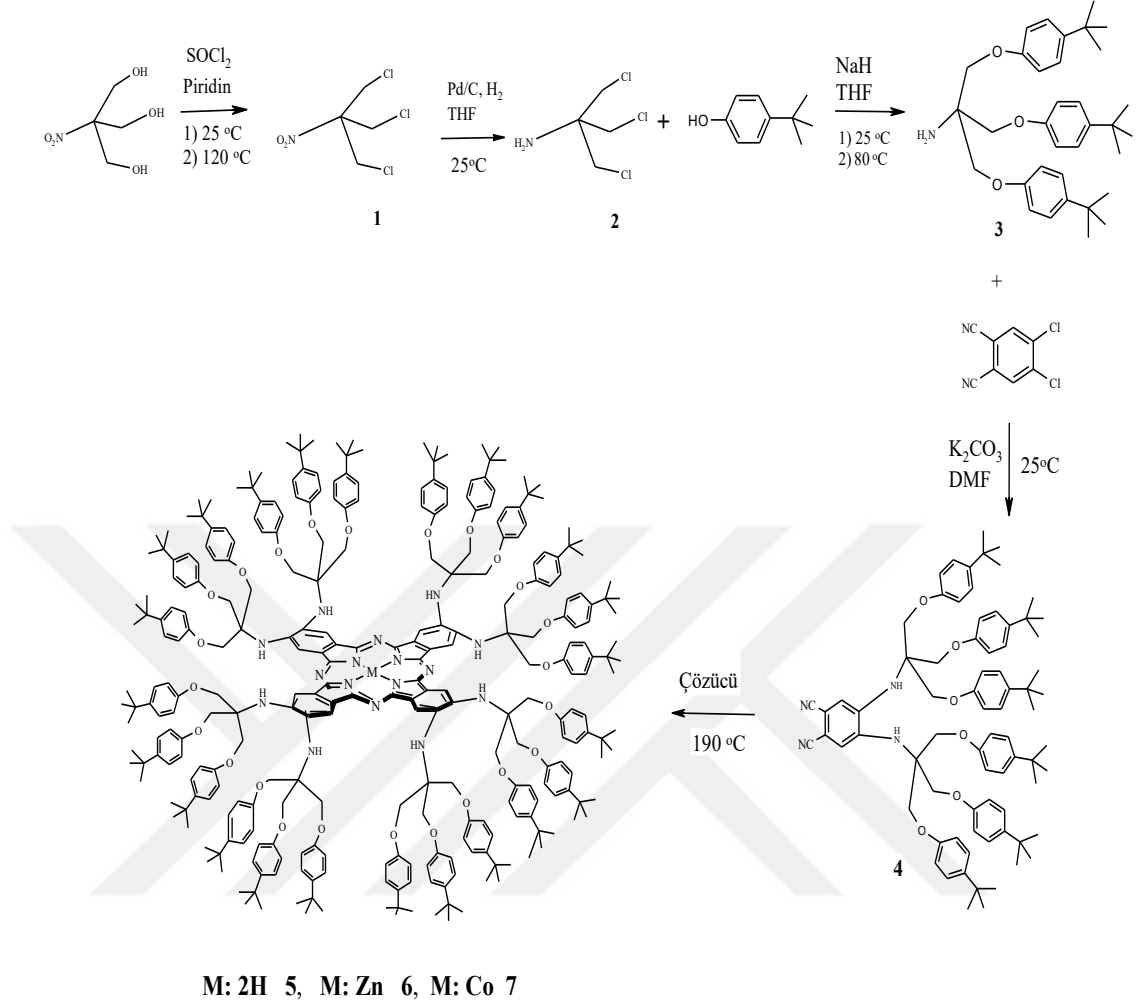
2019

Danışman: Prof. Dr. Mustafa SÜLÜ

Ftalosiyanimler, optik, kimyasal ve fiziksel özelliklerinden dolayı katalitik reaksiyonlar, gaz sensörleri, güneş pilleri, sıvı kristaller ve fotodinamik kanser tedavisi gibi çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Sterik etkisi büyük gruplar içeren ftalosiyanim ve dendritik ftalosiyanim türevlerinin homojen katalitik tepkimelerde, özellikle seçimli katalitik oksidasyon tepkimelerinde kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenlerden dolayı elektron sağlayıcı ve sterik etkisi büyük gruplar içeren dendritik ftalosiyanimlerin sentezi ve karakterizasyonu önemli olacaktır.

Bu çalışmada, elektron verici ve sterik etki özelliklerine sahip p-tertiyer bütülfenoksi gruplarının tris türevine bağlandığı dendritik ftalosiyanimler hazırlanmıştır. Tris(hidroksimetil)nitrometanın piridinde tiyonil klorür ile tepkimesi sonucu tris(klorometil)nitrometan, bu bileşiğin Pd/C ile indirgenmesi ile tris(klorometil)aminometan elde edildi. Dendritik grup **3**, THF'de fenoksi tuzu (NaH ve p-tert-bütülfenol reaksiyonu ile elde edilen) ve tris(klorometil)aminometan tepkimesiyle hazırlandı. Oda sıcaklığında, DMF de K₂CO₃ varlığında **3** ve 4,5-dikloroftalonitrilin tepkimesi sonucu **4** bileşiği hazırlandı. **4** bileşiğinin Li metali ile tetramerizasyonu sonucu lityum ftalosiyanim türevi hazırlandı ve bu bileşiğin derişik H₂SO₄ ile hidrolizi ile metallsiz dendritik ftalosiyanim **5** sentezlendi. DMF de, DBU varlığında **4** bileşiğinin Zn(OAc)₂ ve Co(OAc)₂ ile tepkimesi sonucunda ise dendritik çinko ftalosiyanim türevi **6** ve dendritik kobalt ftalosiyanim türevi **7** hazırlandı. Tüm ftalosiyanim türevleri eter, CHCl₃, aseton gibi organik çözenlerde çözünmektedir.

Hazırlanan bileşikler ^1H -NMR, ^{13}C -NMR UV-vis ve IR spektroskopi yöntemleriyle karakterize edildi



Anahtar Kelimeler: Ftalosiyeninler, tert-Bütıl Sübstitüye Ftalosiyeninler, Dendritik Ftalosiyenin, Çinko Ftalosiyenin, Kobalt Ftalosiyenin

ABSTRACT

Master Thesis

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF DENDRITIC PHYTALLOSYANINS CONTAINING LARGE STERIC EFFECT GROUPS

Derya PERKTAŞ

InönüUniversity

Graduate School of Natural andAppliedSciences

Department of Chemistry

viii+ 53 sayfa

2019

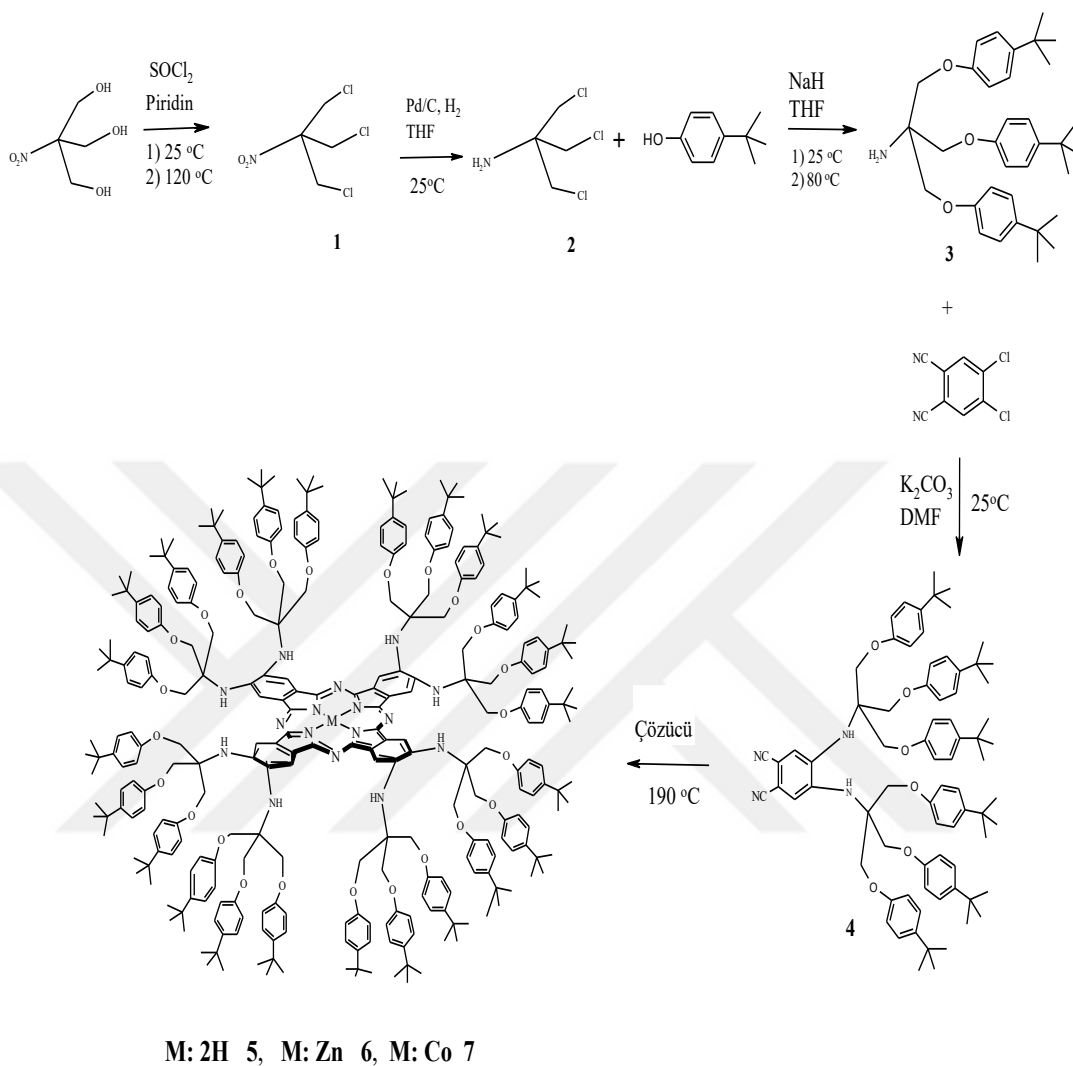
Supervisor: Prof. Dr. Mustafa SÜLÜ

Phthalocyanines are used in catalytic reactions, gas sensors, solar cells, liquid crystals and photodynamic cancer treatment because of their optical, chemical and physical properties. Phthalocyanine and dendritic phthalocyanine derivatives containing large groups of steric effect appear to be used in homogeneous catalytic reactions, particularly in selective catalytic oxidation reactions. For these reasons, the synthesis and characterization of dendritic phthalocyanin containing electron donor groups and large groups of steric effect will be important.

In this study, dendritic phthalocyanines were prepared in which p-tertiary butylphenoxy groups having large the steric effect and electron donor properties were bound to tris derivated. The reaction of tris(hydroxymethyl)nitromethane with thionyl chloride in pyridine gave the tris(chloromethyl)nitromethane, which was reduced by Pd / C to give tris(chloromethyl)aminomethane. The dendritic group **3** was prepared by the reaction of phenoxy salt (which obtained by reaction of NaH and p-tert-butylphenol) and tris(chloromethyl)aminomethane in THF. At room temperature, the reaction of **3** and 4,5-dichlorophthalonitrile in the presence of K₂CO₃ in DMF was used to prepare compound **4**. The tetramerisation of the compound **4** and Li metal in pentanol was prepared and the lithium phthalocyanine derivative, and the metal-free dendritic phthalocyanine **5** was synthesized by hydrolysis of this compound with concentrated H₂SO₄. In DMF the presence of DBU, the reaction of **4** compounds with Zn(OAc)₂ and Co(OAc)₂ resulted in the preparation of dendritic zinc phthalocyanine derivative **6** and dendritic cobalt

phthalocyanine derivative **7** respectively. All phthalocyanine derivatives are soluble in organic solvents such as ether, CHCl_3 , acetone.

The prepared compounds were characterized by $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, UV-vis and IR spectroscopic methods.



KeyWords: *tert*-Butyl substituted Phthalocyanines, Dendritic Phthalocyanines, Zinc Phthalocyanines, Cobalt Phthalocyanines

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın seçiminde, planlanmasında ve yürütülmesinde bana yön veren, çalışmam boyunca yakın desteğini ve bilimsel yardımlarını bir an olsun eksiltmeyen, yerinde yaptığı uyarılar ile yol göstererek bana güç ve moral veren çok değerli hocam Prof.Dr. Mustafa SÜLÜ'ye;

Deneysel çalışmalarım sırasında desteğini esirgemeyen Arş. Gör.Dr. Ebru YABAŞ, İsmail GÜREL, İnci İLKER GÖRÜR, Seçil ÜSTÜN'e,

IR ve NMR ölçümlerini yapan Emine Özge Karaca ve Enes Evren'e,

Bu günlere gelmemde büyük emekleri olan, bana her konuda sonsuz destek veren sevgili AİLEM'e;

Teşekkür ederim...

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	Viii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER	2
2.1. Hacimli Gruplar içeren Ftalosiyeninler	2
2.2. Dendimerler ve Uygulamaları	11
2.3. Dendritik Porfirinler	15
2.4. Dendritik Ftalosiyeninler	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM	26
3.1. Kullanılan Cihazlar	26
3.2. Kimyasal Maddeler	26
3.3. Bileşiklerin Sentezi	26
4. SONUÇ VE TARTIŞMA	32
4.1. Dendritik Ftalonitril Türevlerinin Sentezi	32
4.2. Dendritik Ftalosiyeninlerin Sentezi	39
5. KAYNAKLAR	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.	1 bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu (CDCl_3)	32
Şekil 4.2.	2 bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu (CDCl_3)	33
Şekil 4.3.	2 bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu (CDCl_3)	34
Şekil 4.4.	2 bileşiğinin IR spektrumu	34
Şekil 4.5.	3 bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu (CDCl_3)	35
Şekil 4.6.	3 bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu ($\text{CDCl}_3 + \text{D}_2\text{O}$)	36
Şekil 4.7.	3 bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu (CDCl_3)	36
Şekil 4.8.	3 bileşiğinin IR spektrumu	37
Şekil 4.9.	4 bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu (CDCl_3)	38
Şekil 4.10.	4 bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu (CDCl_3)	38
Şekil 4.11.	4 bileşiğinin IR spektrumu	39
Şekil 4.12.	5 bileşiğinin UV-VIS spektrumu (CDCl_3)	40
Şekil 4.13.	5 bileşiğinin IR spektrumu	41
Şekil 4.14.	6 bileşiğinin UV-VIS spektrumu (CDCl_3)	42
Şekil 4.15.	6 bileşiğinin IR spektrumu	42
Şekil 4.16.	7 bileşiğinin UV-VIS spektrumu (CDCl_3)	43
Şekil 4.17.	7 bileşiğinin IR spektrumu	44

SİMGELER VE KISALTMALAR

NMR

s	Singlet
d	Dublet
t	Triplet
m	Multiplet
br	Yayvan

IR

s	Keskin
m	Orta şiddet
w	Zayıf
br	Yayvan

Kimyasallar

Et ₂ O	Dietileter
EtOH	Etanol
THF	Tetrahidrofuran
Pcs	Ftalosiyaninler
H ₂ Pc	Metalsiz ftalosiyanin
DBU	1,8-Diazabisiklo[5.4.0]undec-7-ene
LDA	Lityum diizopropil amid
DCC	Disikloheksilkarbodimid
DMSO	Dimetilsülfoksit
HOBt	1-Hidroksibenzotriazol

1. GİRİŞ

Ftalosiyanimler, katalitik, elektronik ve optik özelliklerinden dolayı katalizör, gaz sensör [1-3], güneş pili [4,5], sıvı kristal [6-8], non-linear optik malzemeler [9-11], fotodinamik kanser tedavisi [12-16] gibi birçok uygulama alanında görülmektedir [17]. Ftalosiyanimlerin periferal [18,19] ve non-periferal [20] konumlarında çok farklı gruplar kullanarak, mononükleer, polinüklere [21-24], sepet türü [25-28] çok sayıda türevleri sentezlenmiş ve çok farklı uygulama alanlarında kullanılabilme potansiyeline sahip oldukları gösterilmiştir.

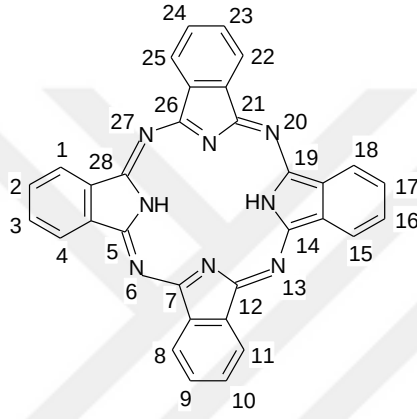
Sterik etkisi büyük gruplar içeren birçok ftalosiyanim türevleri sentezlenmiş ve farklı uygulama alanlarında kullanımı incelenmiştir. Elektron sağlayıcı ve hacimli gruplar içeren ftalosiyanimlerin homojen katalitik tepkimelerde, özellikle seçimli katalitik oksidasyon tepkimelerinde, fotofiziksel ve fotokimyasal özelliklerinden dolayı da fotodinamik terapide kullanılabilme potansiyeline sahip olduklarını gösteren birçok çalışma yapılmıştır [29-31].

Dendritik ftalosiyanimler fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı artan bir ilgiyle çalışılmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı dendritik ftalosiyanimler özellikle, katalizör, gaz sensör ve fotodinamik tedavi gibi çok farklı alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

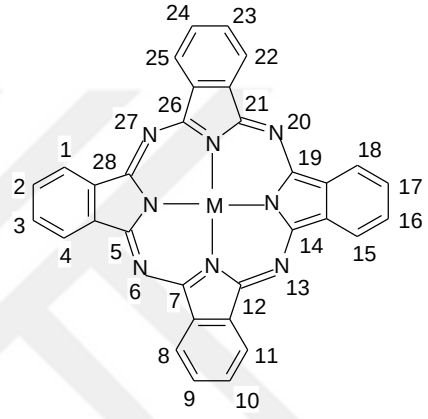
Yapılan literatür çalışmasın da, hacimli ve elektron sağlayıcı gruplar içeren dendritik ftalosiyanim türevleri ile ilgili çok az sayıda çalışma yapıldığı tespit edilmiştir [32-41]. Bu amaçla periferal konumda minimum agregasyon özelliği gösterebilecek ve birçok organik çözücüde çözünebilme [42,43] özelliği olan sterik etkisi büyük ve elektron sağlayıcı t-bütilfenoksi gruplarının tris(klorometil)aminometana bağlanmasıyla oluşan süstitüent içeren yeni dendritik ftalosiyanimler hazırlanacak ve karakterize edilecektir. Hazırlanan yeni ftalosiyanimlerden fotofiziksel, fotokimyasal ve katalitik gibi özelliklerinin incelenmesi, sonraki çalışma olarak planlanmaktadır.

2. KURAMSAL TEMELLER

Ftalosiyenin ve türevleri, kimyasal sensör, fotodinamik terapi gibi tıbbi alanlarda, foto iletkenlik, optik, güneş pilleri gibi birçok uygulama alanlarında kullanılmaktadır. $C_{32}H_{18}N_8$ molekül formülüne sahip ftalosiyenler kararlı π -konjuge sistemine sahiptir ve bu özelliği de yoğun olarak çalışılmasına neden olmuştur [44,45].



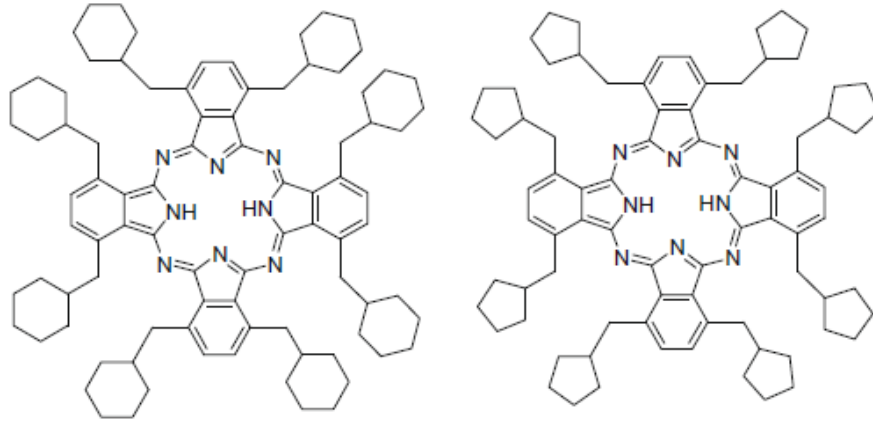
Metalsiz Pc $C_{32}H_{18}N_8$



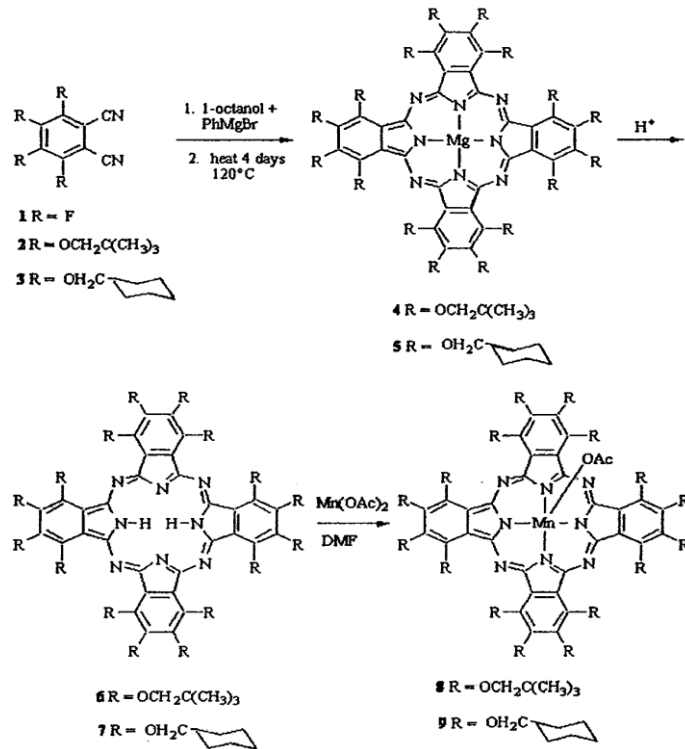
Metalli Pc $C_{31}H_{16}N_8M$

2.1. Hacimli Gruplar içeren Ftalosiyeninler

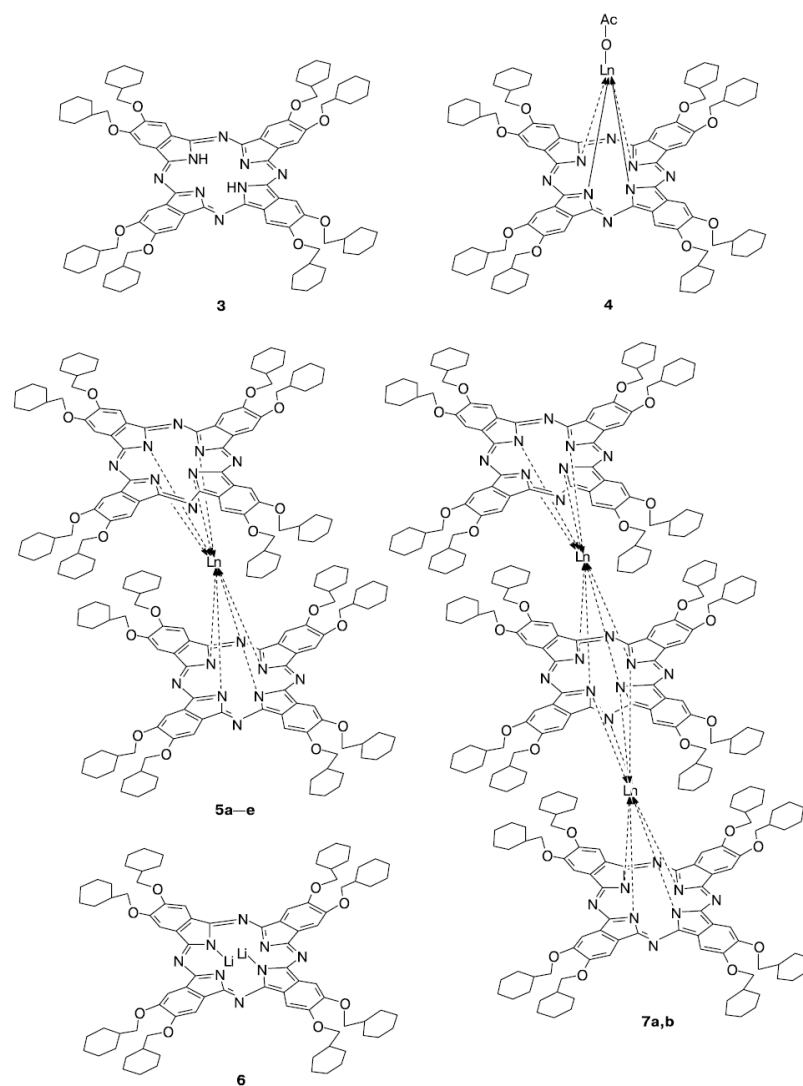
Non-periferel konumlarında hacimli (siklopentil ve sikloheksil) gruplar taşıyan ftalosiyenin sentezlenmiş ve karakterize edilmiştir, bazı özellikleri çalışılmıştır [46].



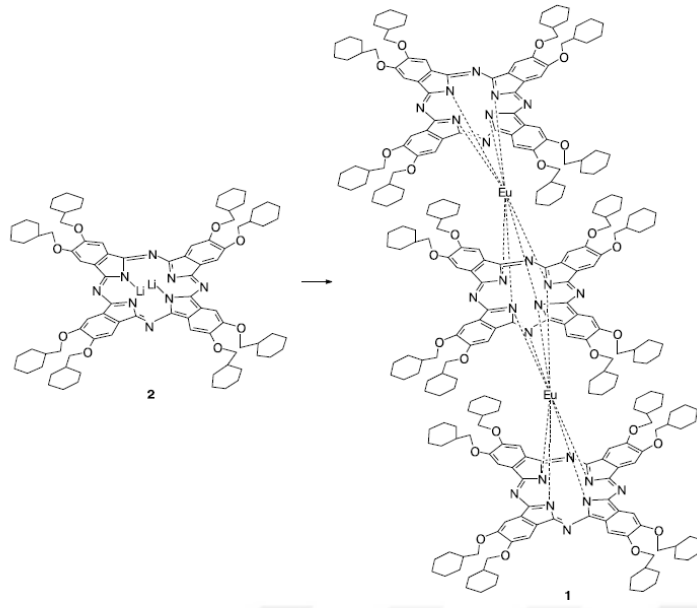
Sterik etkisi çok büyük olan neopentoksi ve sikloheksilmetoksi ftalosiyanın türevleri sentezlenmiş ve elektrokimyasal ve spektroeletrokimyasal özellikleri çalışılmıştır [47].



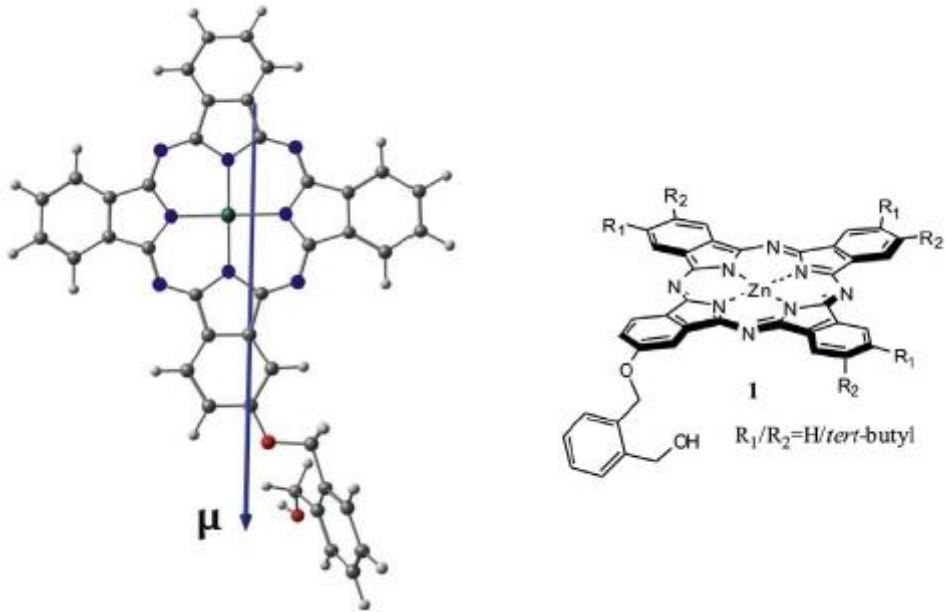
Sikloheksilmetoksi substitüye mono ve sandviç ftalosiyanınlar sentezlenmiş ve spektroskopik karakterizasyonu yapılarak x-ışınları difraktometresi ile yapısı çalışılmıştır [48].



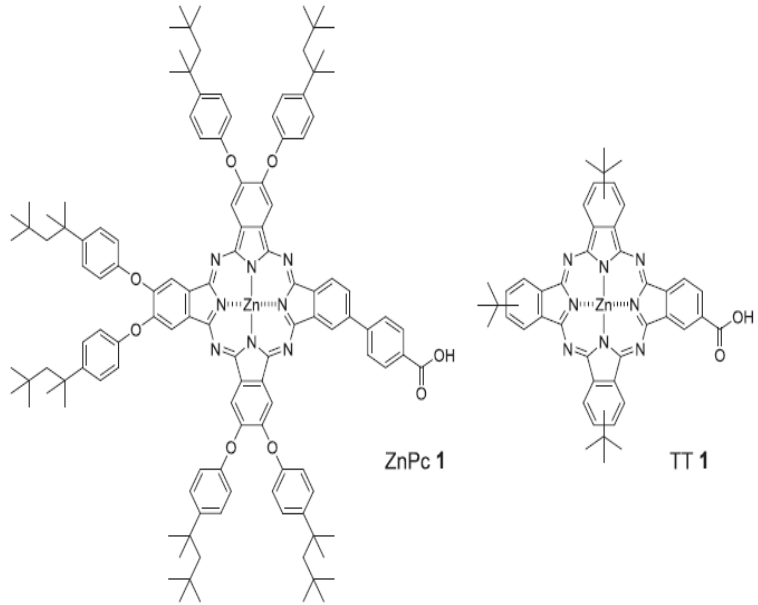
Sikloheksilmetoksi substitüye triple-decker ftalosiyeninler sentezlenmiş ve spektroskopik karakterizasyonu yapılmıştır [49].



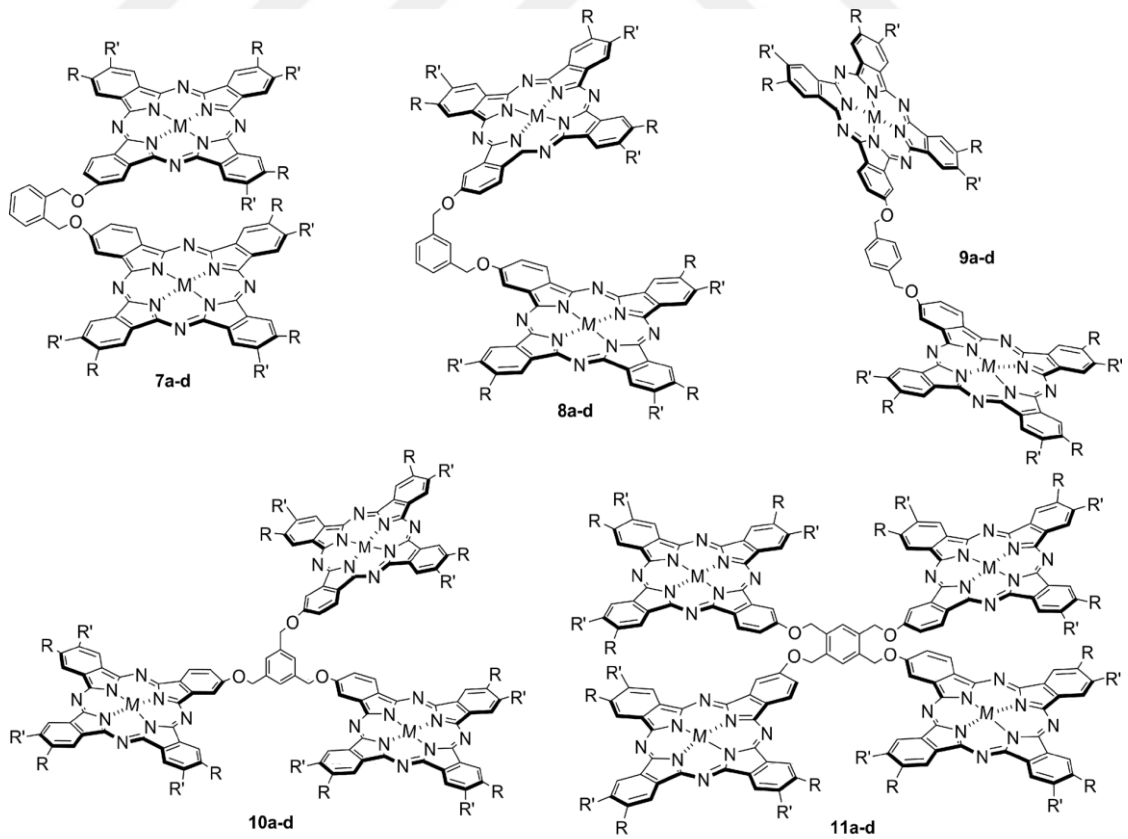
Periferal konumda grup bulunduran ZnPc sentezlenmiş, NO₂ gazına karşı sensör özelliği gösterdiği belirtilmiştir [50].



Hacimsel gruplar olan tert-oktilfenoksi ftalosiyanın türevleri sentezlenmiş ve güneş hücresinde kullanılabilme potansiyeli çalışılmıştır [51].

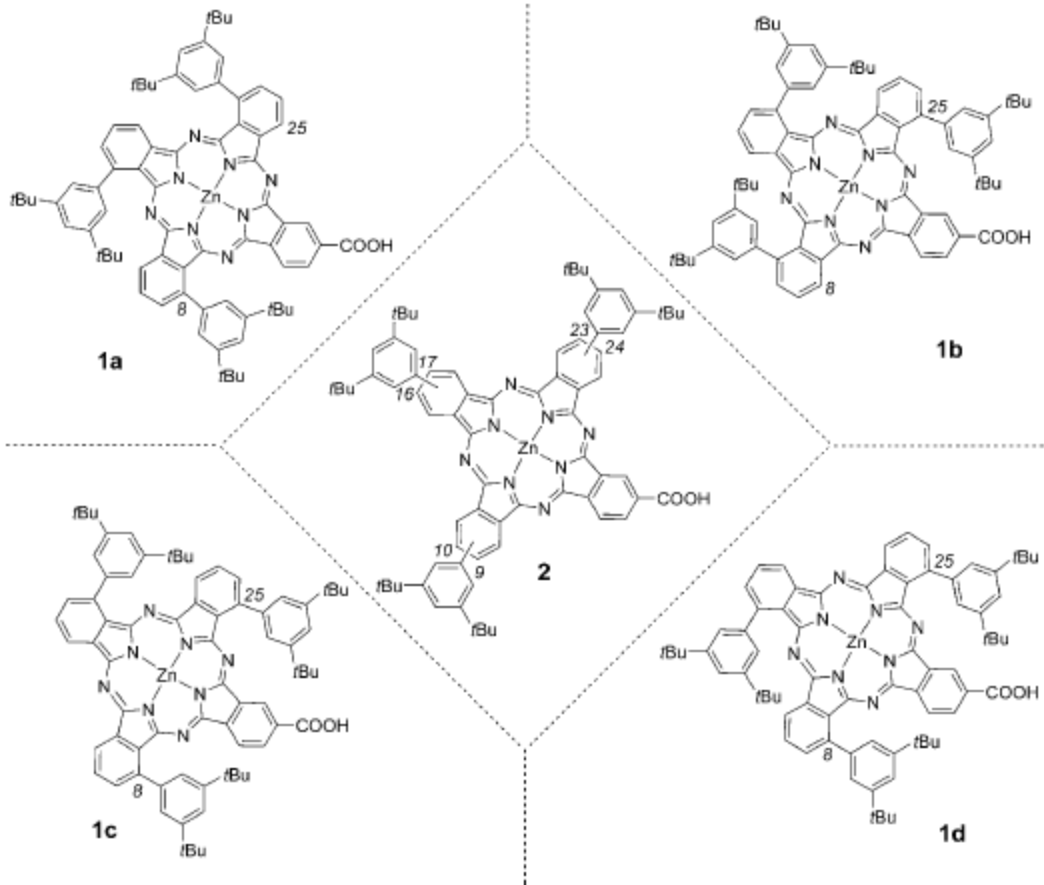


Bi ve polinükleer bütıl ve ter-bütıl grup içeren ftalosiyaninler sentezlenmiş, NMR spektroskopi ve kütle spektrometrisi teknikleri ile karakterize edilmiştir [52].

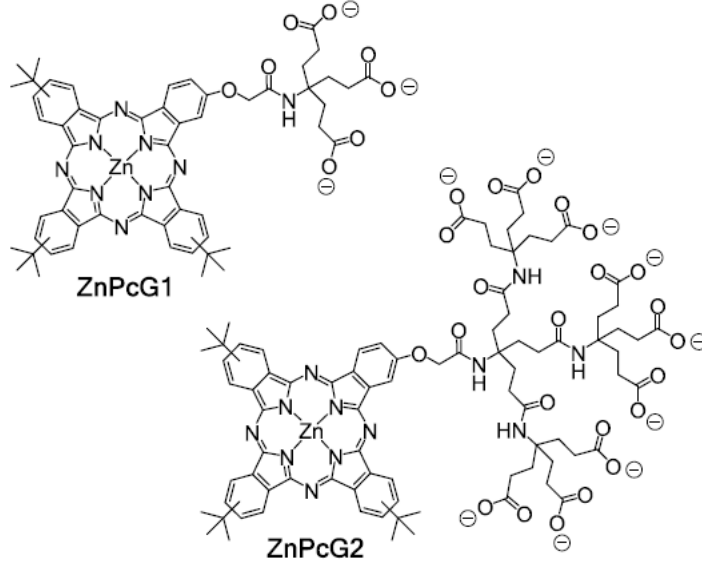


R/R' = *tert*-butyl/H, M = 2H (a), M = Zn (b); R = R' = *n*-butyl, M = 2H (c), M = Zn (d)

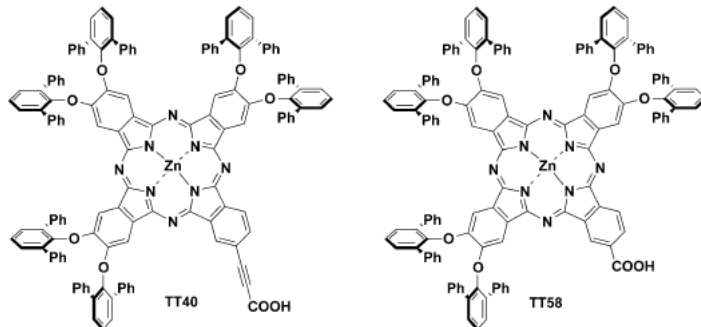
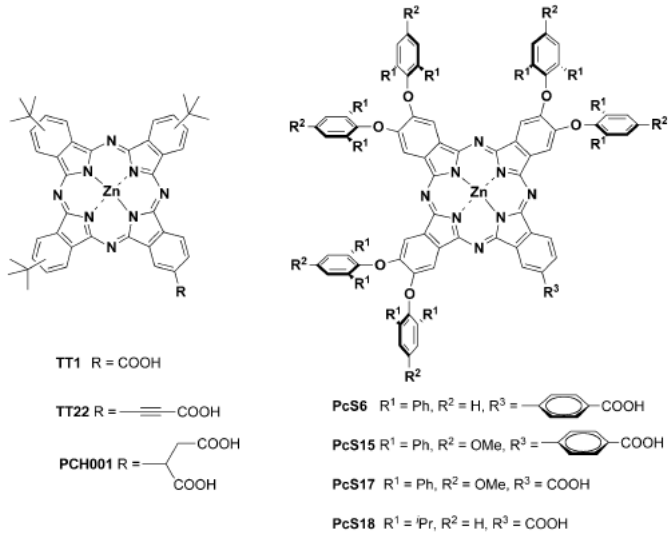
Farklı konumlarda sübstitüentler bulunduran ZnPc sentezlenmiştir, bu moleküllerin güneş pili özelliği gösterdiği belirtilmektedir [53].



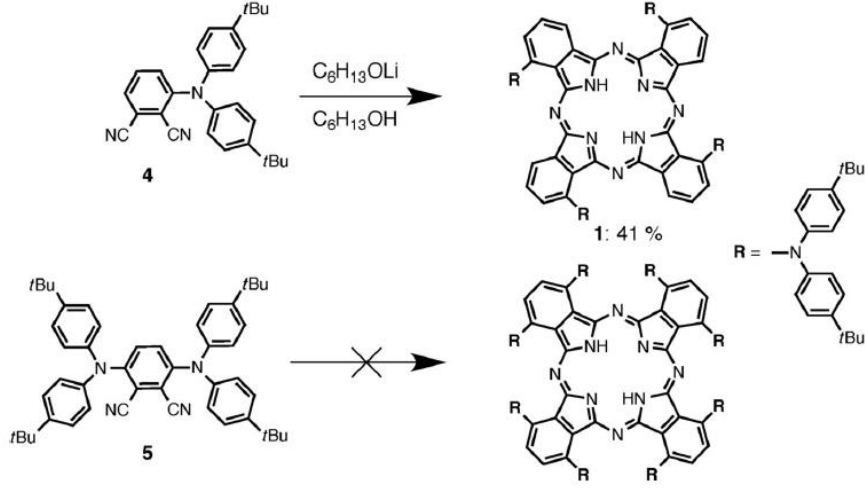
Amfifilik suda çözünebilir ftalosiyanın türevi sentezlenlenmiş ve polar ortamda Pc/grafen dispersiyonu hazırlanmıştır [54].



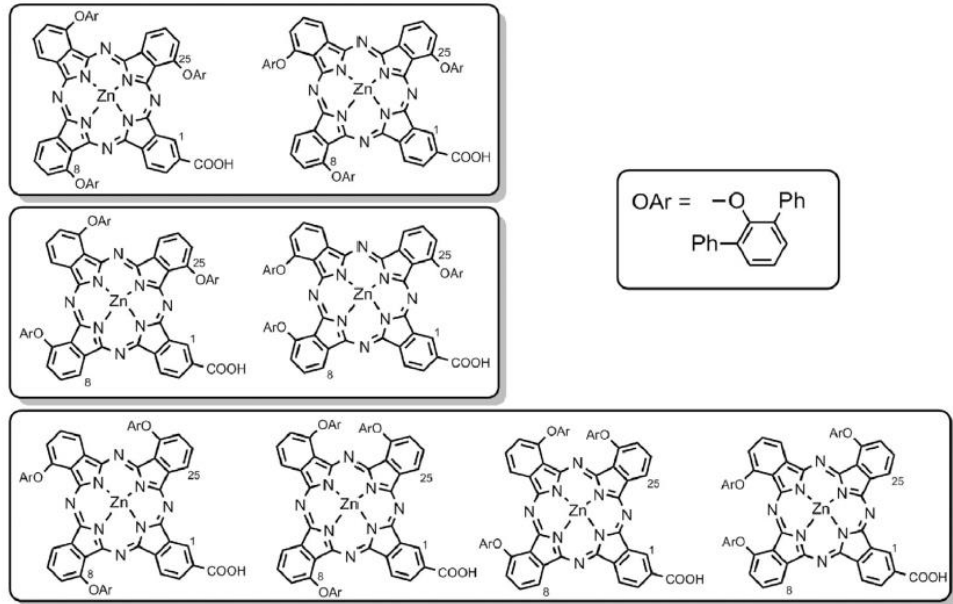
Periferal konumda hacimsel gruplar içeren ftalosiyanın türevleri sentezlenmiş ve güneş hücresi dönüşüm oranı % 5.57 elde edilmiştir [55].



Non-periferal pozisyonda sterik etkisi büyük di(tert-bütilfenil)amin grupları olan ftalosiyeninler sentezlenmiş ve güneş hücresi performansının yüksek olduğu gözlenmiştir [56].



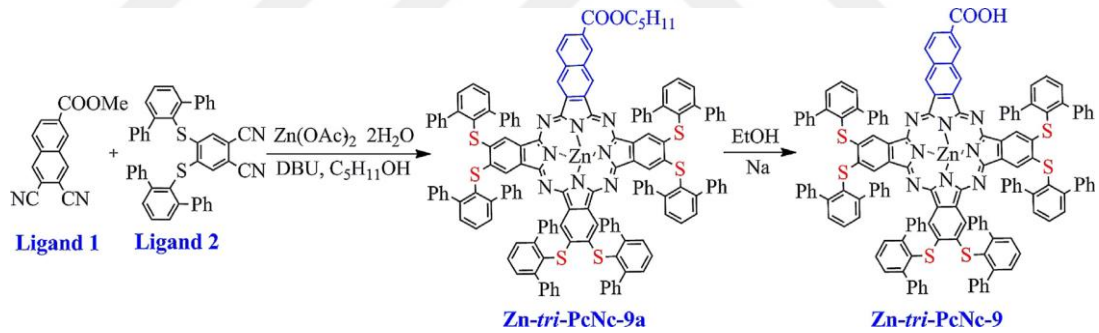
Non-periferal pozisyonda sterik etkisi büyük ariloksi grupları olan ftalosiyeninler sentezlenmiş ve güneş hücresi özellikleri çalışılmıştır [57].



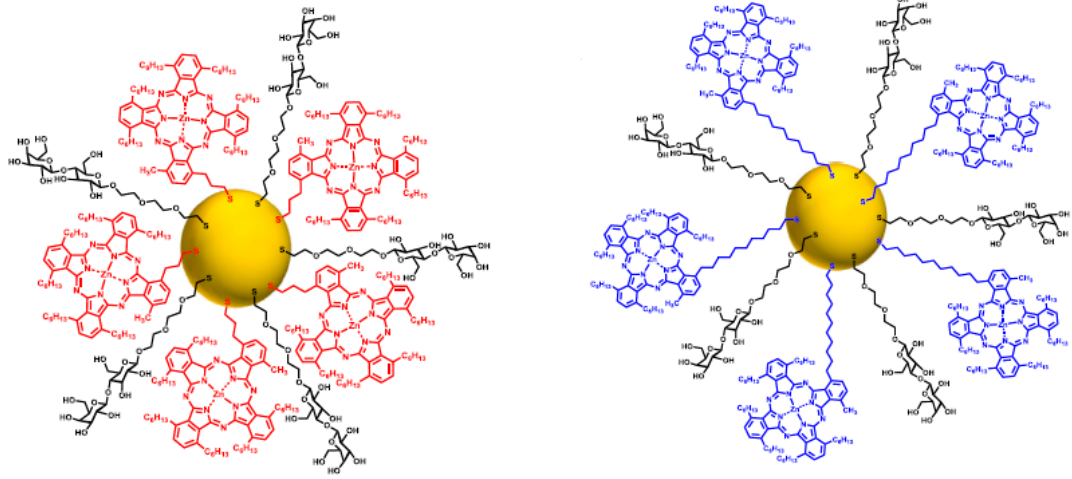
Tribenzonafto karboksil türevi ve difenifenoksi sübstitüye asimetrik ftalosiyanın türevleri hazırlanmış ve güneş hücresi performansları çalışılmıştır [58].



Altı hacimli difeniltiyofenol grupları içeren ftalosiyanınler sentezlenmiş ve güneş hücresi özellikleri incelenmiştir [59].



Non-periferal konumda sübstitüye bulunduran ZnPc sentezlenmiştir, fotodinamikterapi özelliği gösterdiği belirtilmektedir [60].



2.2. Dendimerler ve Uygulamaları

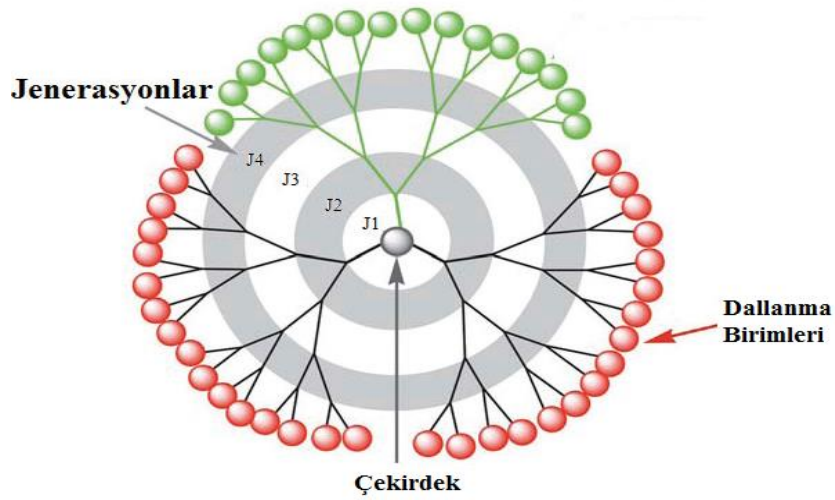
Dendrimeler birbirini tekrar eden, dallanmış büyük moleküllerdir, şekilsel olarak bir ağaca benzetilmektedir [61]. Dendrimer terimi Yunanca “ dendro “ ağaç kelimesinden gelmektedir. Dendrimer kimyası 1978 yılında Fritz Vogtle ve arkadaşları tarafından çalışılmıştır. Bugün dendritik olarak bilinen ilk “cascade molekülleri” sentezlenmiştir. 1980 yıllarda, polimer kimyası alanında çalışan Donald A. Tomalia’da, dendrimers ailesine ciddi katkı sağlamıştır. Bağımsız bir şekilde, aynı zamanda, Newkome ve arkadaşları bu moleküller üzerinde çalışmıştır [62,63].

Dendrimeler simetrik şekilde tekrar eden dallanmış, makromoleküllerdir. Boyutları 1-10 nm civarındadır ve çeşitli fonksiyonel gruplar içermektedir. Dendrimelerde birçok zincir uçlarının varlığı, yüksek çözünürlük ve reaktivite sağlar. Dendrimerin ağaç benzeri yapısı da açık yüzey alanını arttırmayı sağlamaktadır. Sayısız yüzey gruplarının varlığı çözücüyle ya da moleküllerle çeşitli etkileşimleri sağlamaktadır.

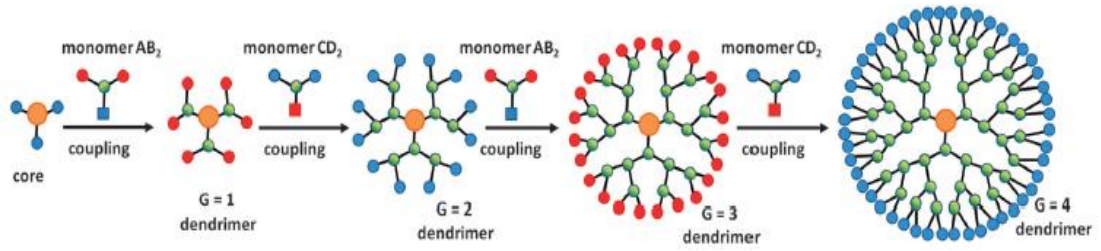


Doğada dendritik yapılar: Ağaçların dallanması aradaki “misafir” (ökse otu) öncesi ve sonrası [62].

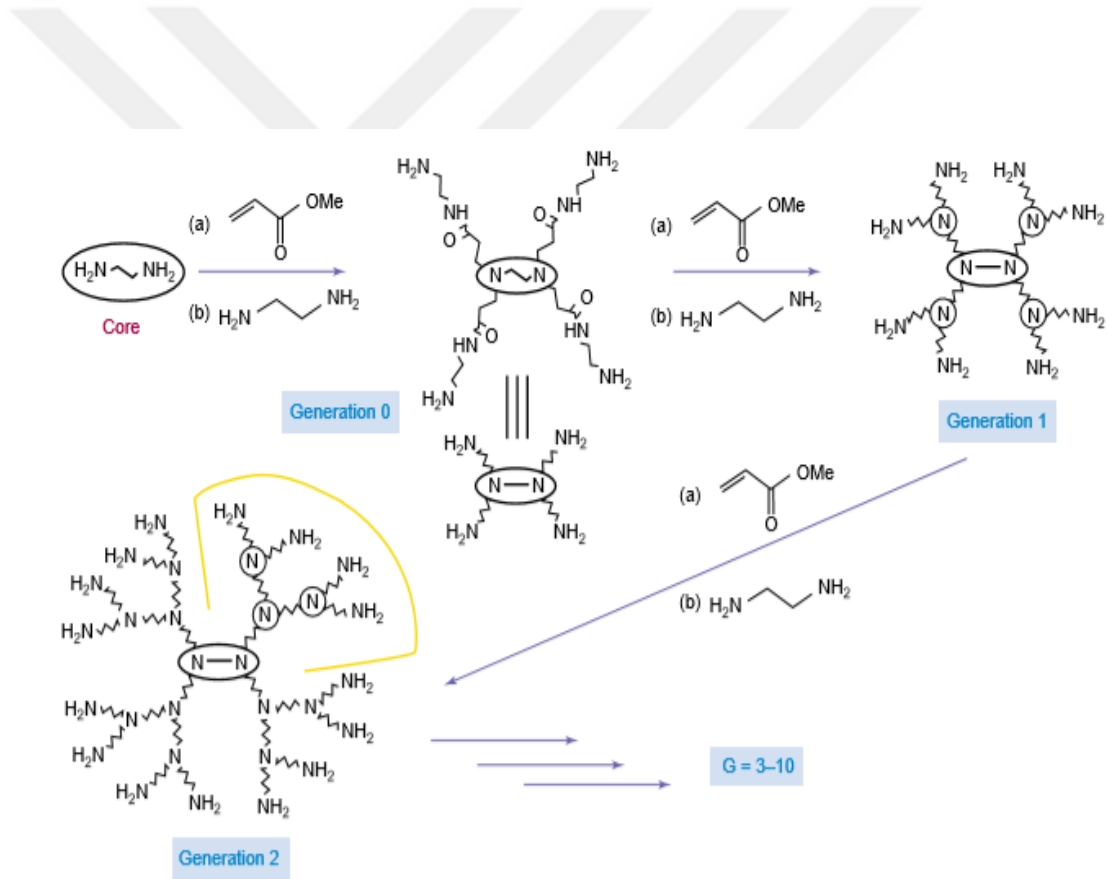
Dendrimer merkezde bir çekirdek ve çekirdeğe bağlı dallardan oluşmaktadır. Dendrimer dallarına istenilen fonksiyonel özellikte gruplar takılabilir. Dört jenerasyonlu dendrimerin şematik gösterimi aşağıda verilmiştir [62-64].



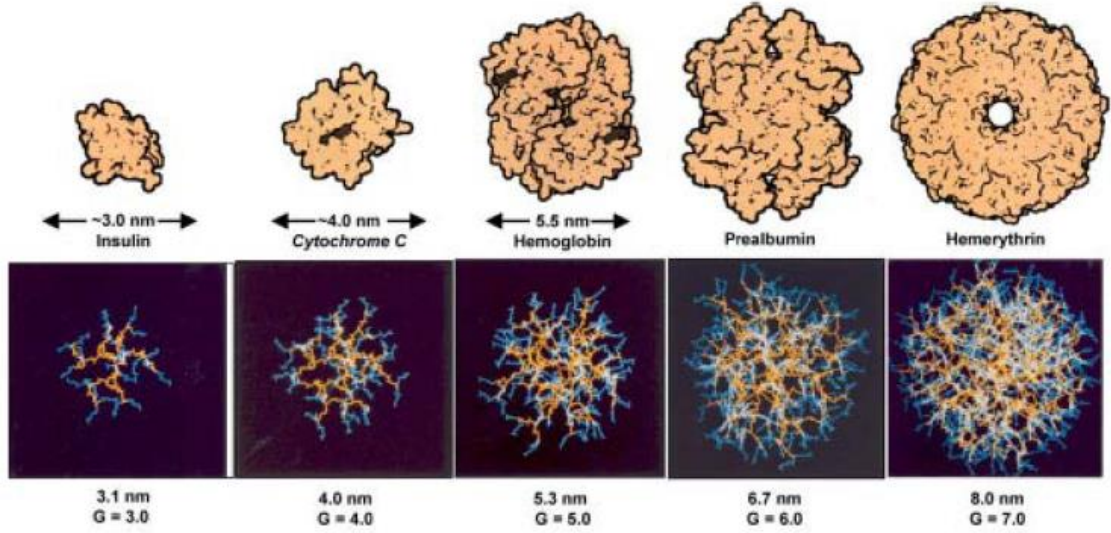
Dallanmayı sağlayan birimler dendrimerlerin tekrarlı bir şekilde büyümesini sağlamaktadır. Dendrimerlerin tekrarlama döngüsünün sayısına jenerasyon sayısı (G) denmektedir. Jenerasyon sayısı çekirdekten başlayarak dışa doğru ilerleyen dallanma sayısının hesaplanması ile rahatlıkla tespit edilebilir [65].



Görüldüğü üzere dendrimerlerde atomları düzenli şekilde bir araya getirmek mümkündür, jenerasyon artıkça atom sayısında (molekül ağırlığı) artmaktadır [66].

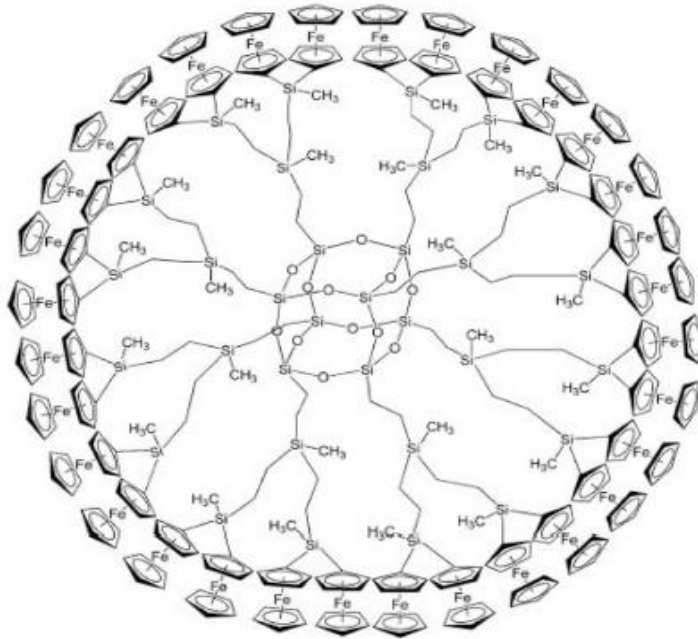


Dendrimerlerin farklı makro moleküllerle karşılaştırıldığında, aşağıda da görüldüğü gibi 3. jenerasyon bir dendrimerin boyutu hemen hemen insülin kadar, 4. jenerasyon dendrimerin boyutu stokrom kadar, 5. jenerasyon bir dendrimerin boyutu da hemoglobin kadar olduğu görülmektedir [66].

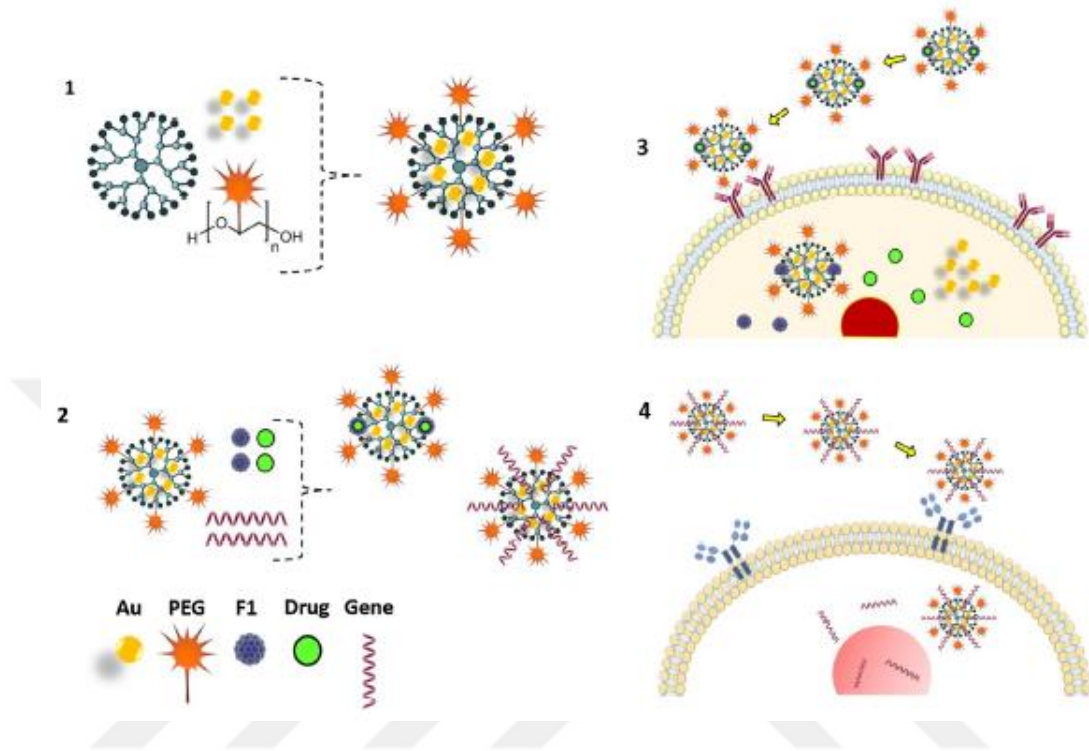


Dendrimerlerin eşsiz mimarisi, yapısal ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı biyoloji, mühendislik, tıp gibi birçok alanda uygulamaları söz konusudur. İlaç taşınımı, iyon belirlenmesi, kataliz, bilgi saklama organik kirlerin ve ağır metallerin uzaklaştırılması gibi uygulamalar örnek verilebilir [67-69].

Ferrosenil-oktasilsesquioxanedendrimer (FOR) yapısı sentezlenmiştir, elektrokatalitik yüzey algılama uygulamaları çalışılmıştır, mükemmel elektrokatalitik özelliği tespit edilmiştir [70].

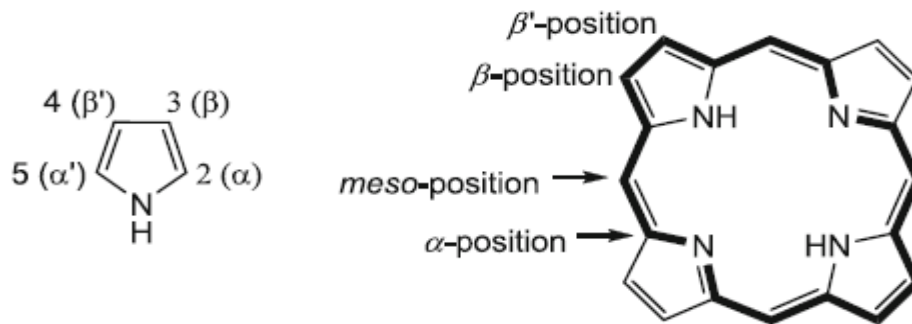


Dendimer içine haps olmuş nano altın parçacıklarını taşıyan nano taşıyıcılar sentezlenmiş, bu taşıyıcılar hedeflenen kanser hücresine spesifik olarak iletebilir özelliği gösterdiği belirtilmiştir [71].

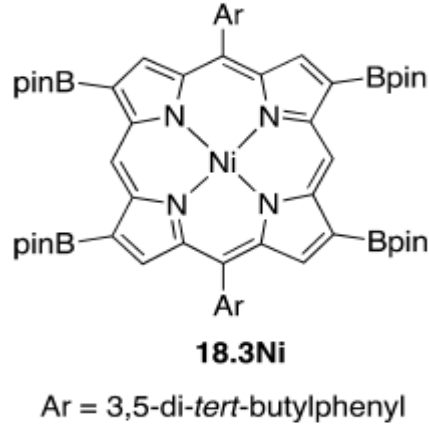


2.3.Dentritik Porfirinler

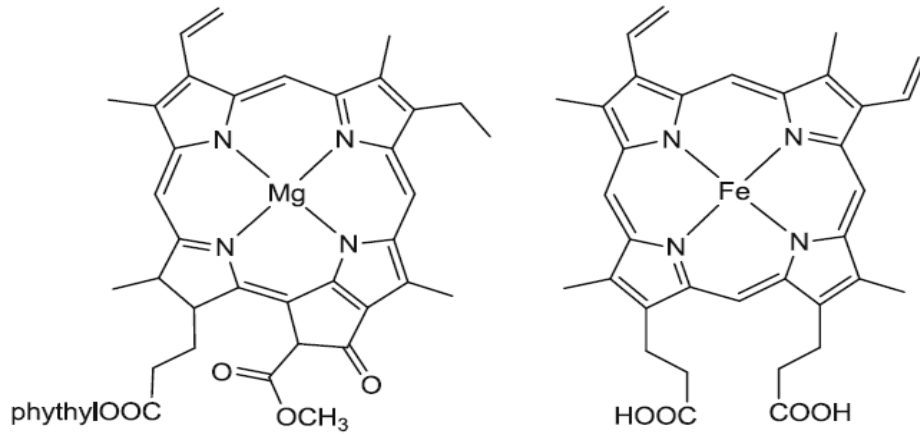
Dendritik porfirinler yapısında porfirin çekirdeği bulunan maddelerdir. Porphirin çekirdeği ise 4 pirol halkasının birbirine bağlanmasından meydana gelen renkli maddelerdir [72-73].



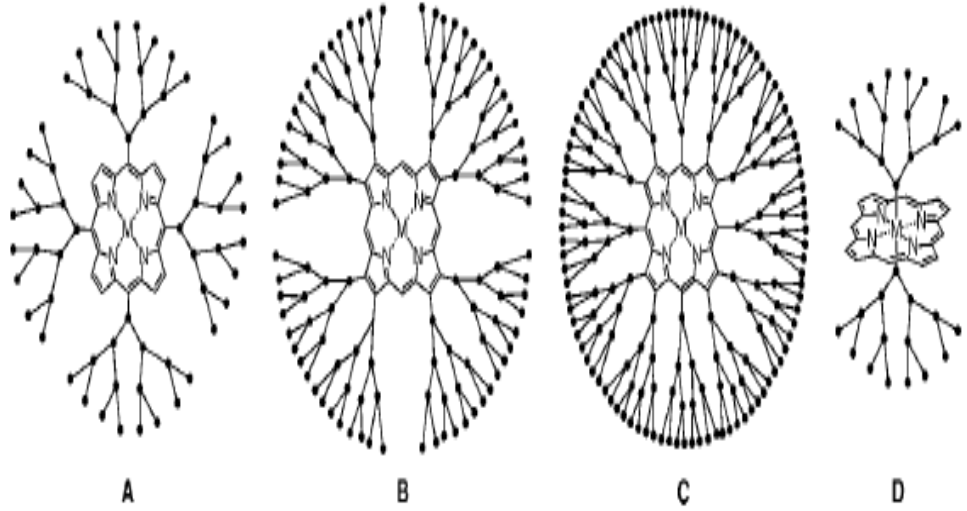
Porfirin halka sistemindeki N atomlarına Fe, Mg, Co, Zn, Ni, Cu gibi metal iyonlarının bağlanmasıyla metalloporfirin bileşikler sentezlenmiştir. Ni ve Zn merkezli porfirin halka bileşiği örnekleri aşağıda görülmektedir.



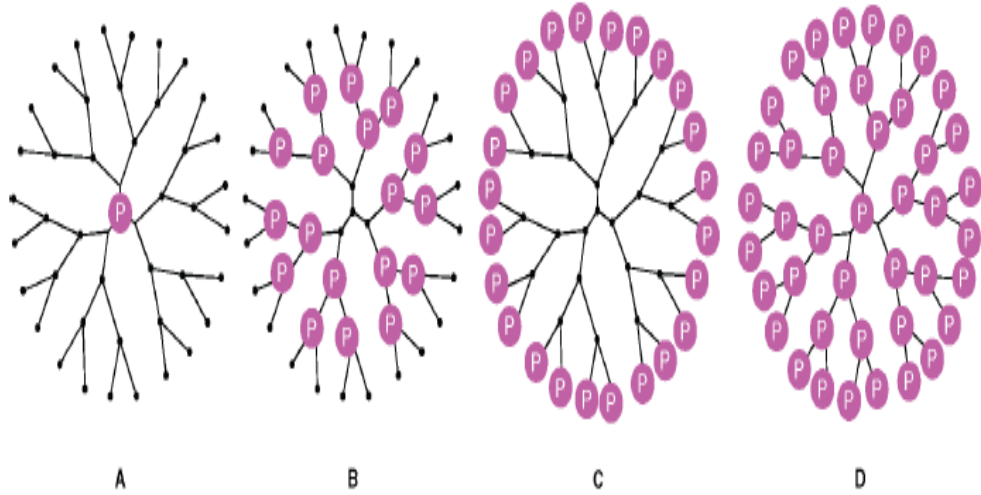
En yaygın olarak doğada bulunan metalloporfirinler demir ve magnezyum içerenlerdir. Örneğin kanın kırmızı rengini veren hemoglobin, kasların kırmızı rengini veren miyoglobin, bitkilerin yeşil rengini veren klorofil ise magnezyum-porfirin bileşiğidir.



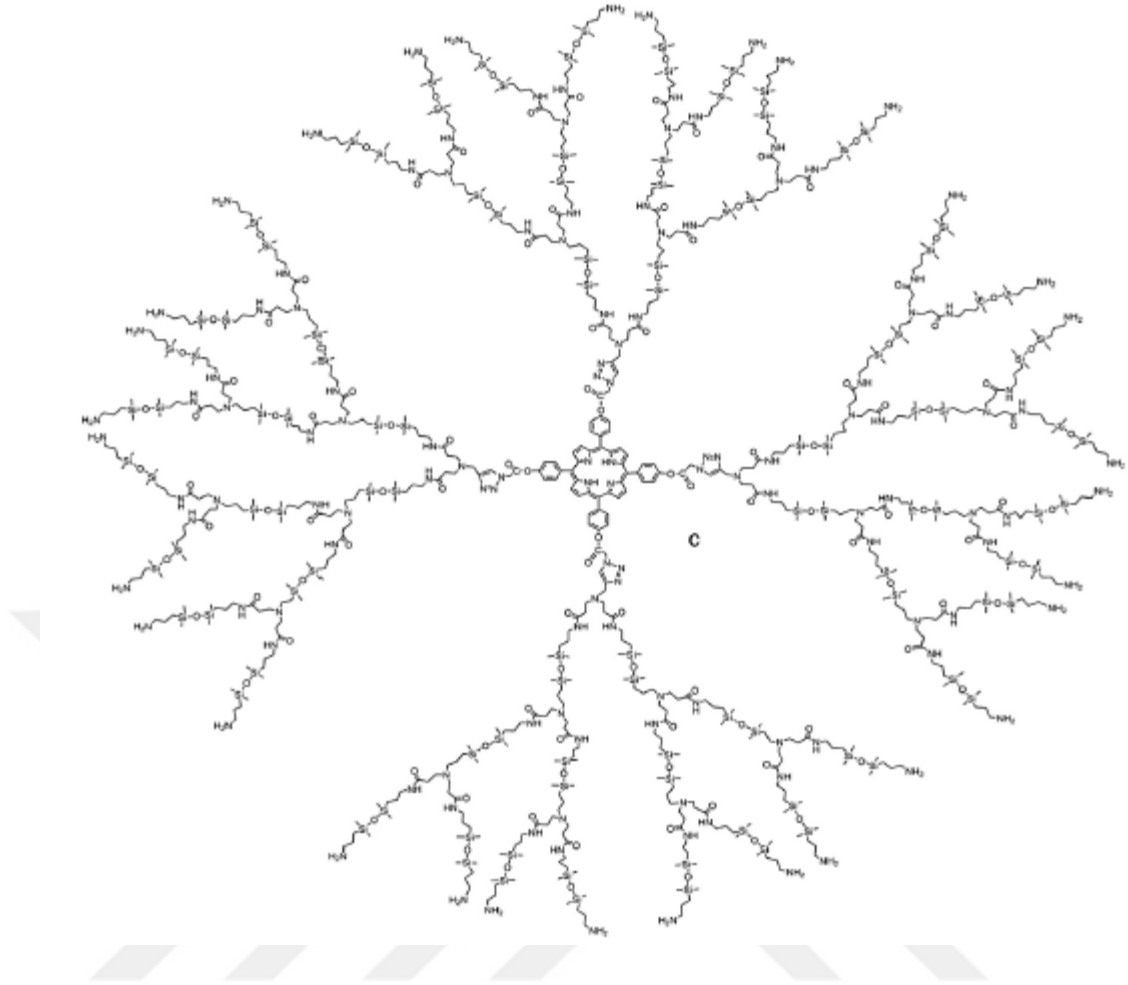
Porfirin merkezli dendrimerlerin yapısal sınıflandırılması dendritik moleküllerin bağlanma konuma göre yapılmaktadır. A, mezo konum B, periferik konum C, mezo ve periferik konum D, aksiyel konum [73,74].



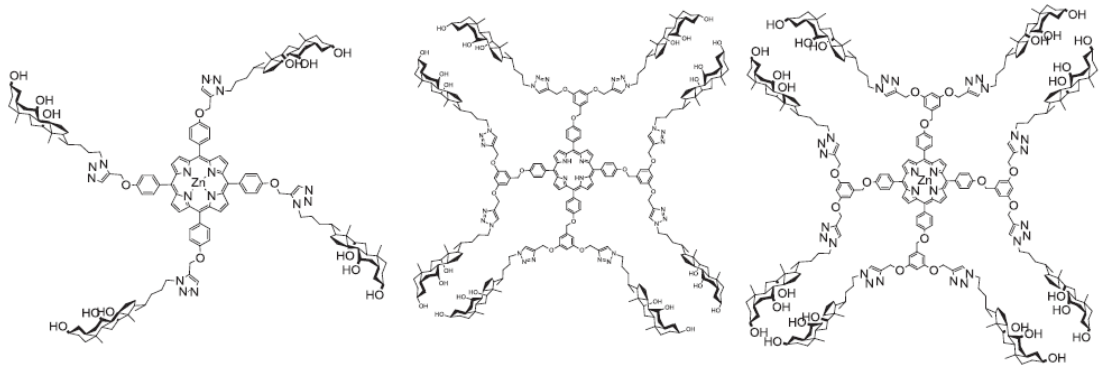
Aşağıdaki şekilde porfirin molekülünün farklı türevleri gösterilmektedir. Sembol "P" porfirin birimi ifade eder [75].



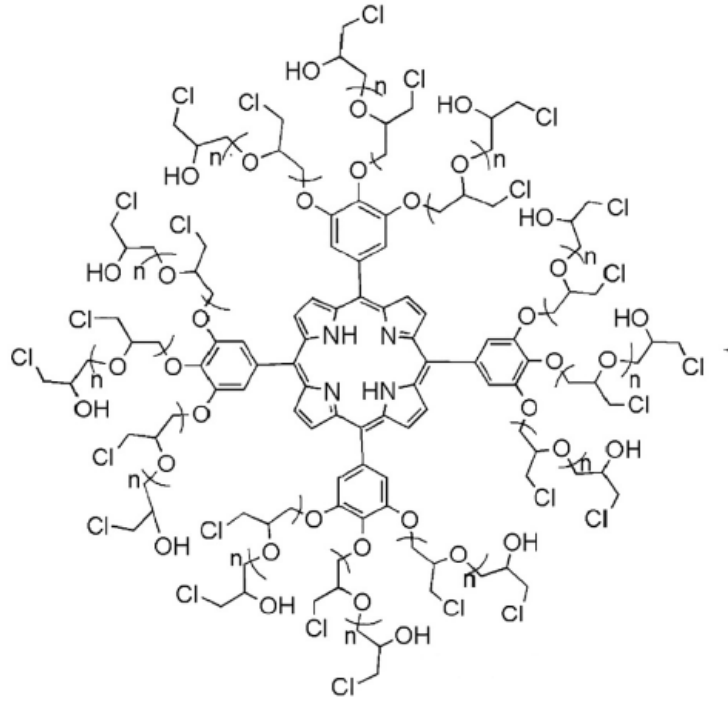
Porfirin merkezli (amido amin) dendronu içeren dendrimerler sentezlenmiş, karakterizasyon ve fotofiziksel özellikleri incelenmiş, güçlü floresans özelliği gösterdiği ve biomedikal potansiyeli olduğu belirtilmiştir [76].



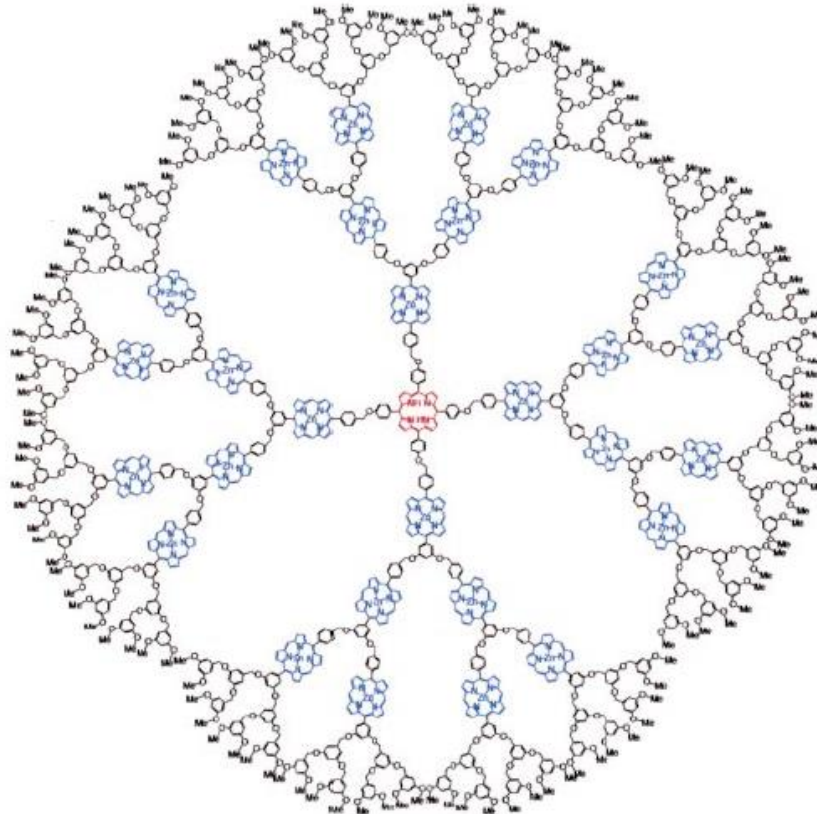
Porfirin merkezli dendritik bileşikler sentezlenmiş, optik ve floresans spektroskopisi özelliği incelenmiştir [77].



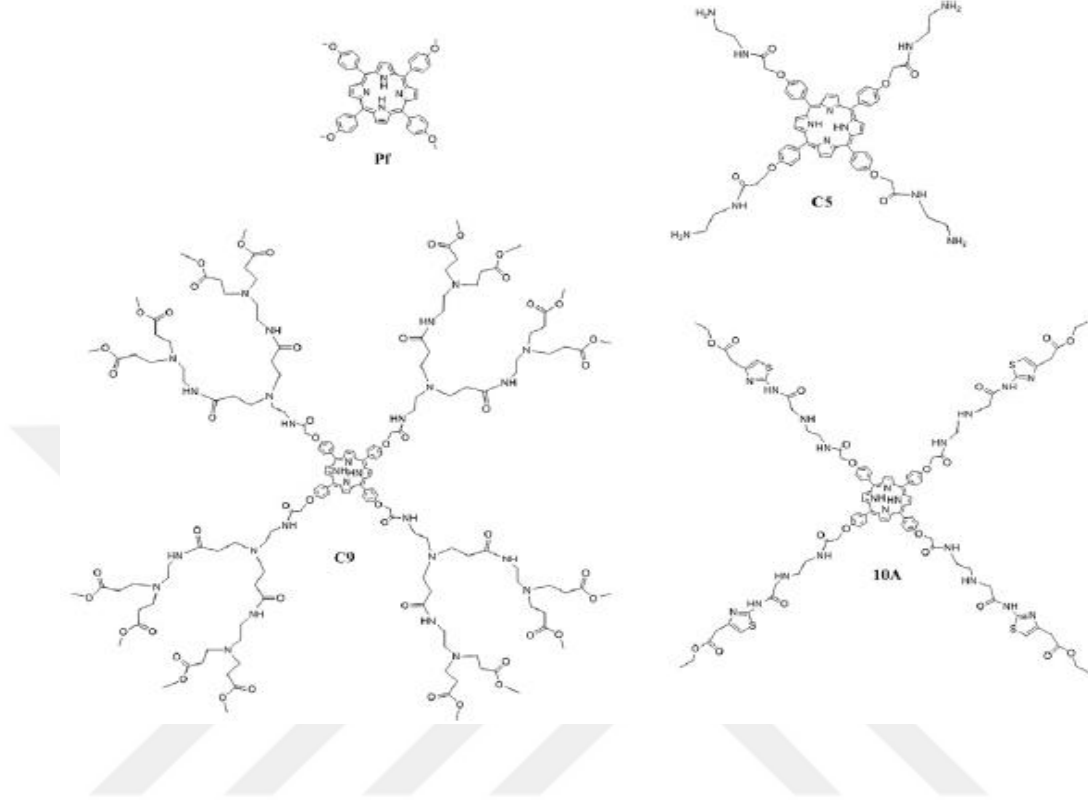
Porfirin merkezli dendritik molekül sentezlenmiş, sensör özelliği çalışılmıştır [78].



Birden fazla porfin bulunduran Zn merkezli molekül sentezlenmiş, elektron tranferi özelliği gösterdiği belirtilmiştir [79].



Porfirin çekirdekli meleküller sentezlenmiş, fotodinamik terapi özlellikleri çalışılmıştır [80].



2.4.Dendritik Ftalosiyaninler

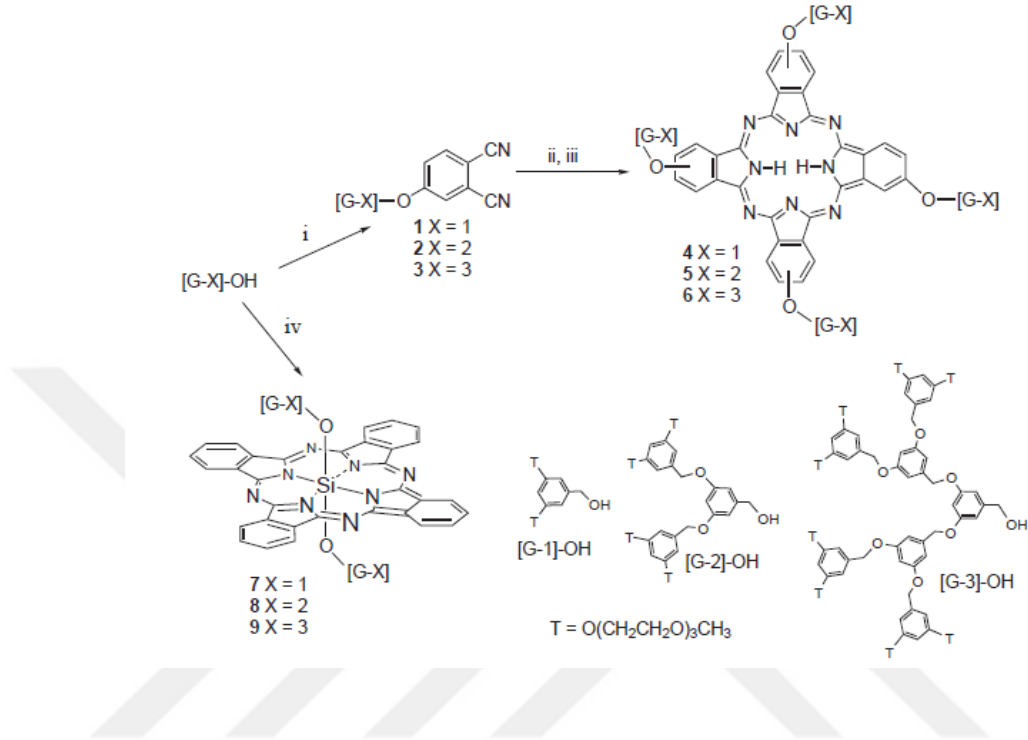
Kararlı π -konjuge sistemine (18π -e-'lu aromatik sistem) sahip ftalosiyaninlere bağılı sübstitüe gruplar değiştirilerek farklı dendritik ftalosiyanin türevleri çalışılmış, bunların farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Ftalosiyanin halkasına bağılı dendritik uçların büyüklüğü, sayısı ve pozisyonu kontrol edilebilmektedir. Ftalosiyanin içeren dendrimerler, şeffaf, sağlam ve camsı katılar oluşturma kabiliyetine sahiptirler [81-82].

Ftalosiyanin Dendrimerleri Başlıca İki Farklı Yöntemle Sentezlenmektedir:

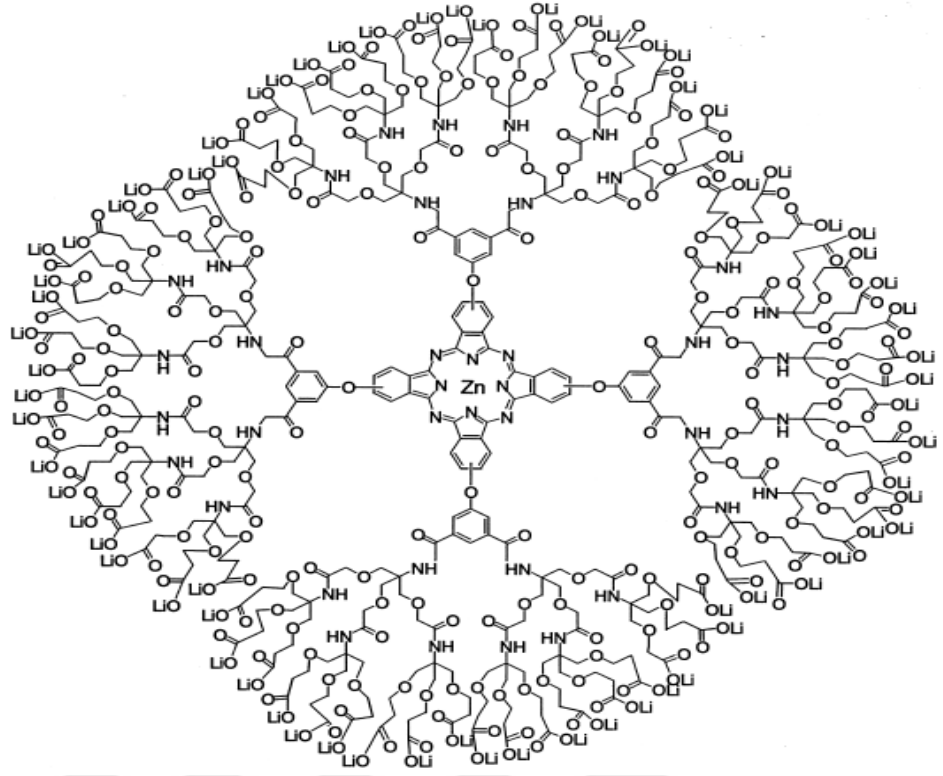
Birinci yöntem, ftalosiyanin merkezinden başlayarak dışarı doğru kademe kademe dendrimer halkasının büyütülmesidir. Bu yöntem kullanılarak ilk sentezlenen dendritik ftalosiyanin, "oktakis[3,5-(dikarboksifenoksi)]ZnPc" dir. Bu bileşik suda çözünebilen ilk dendritik ftalosiyanindir [81].

İkinci yöntem, dendron içeren başlangıç maddelerinin tetramerizasyonla dendritik ftalosiyanin hazırlanır. Dendritik ftalosiyanin oluşumunda başlangıç

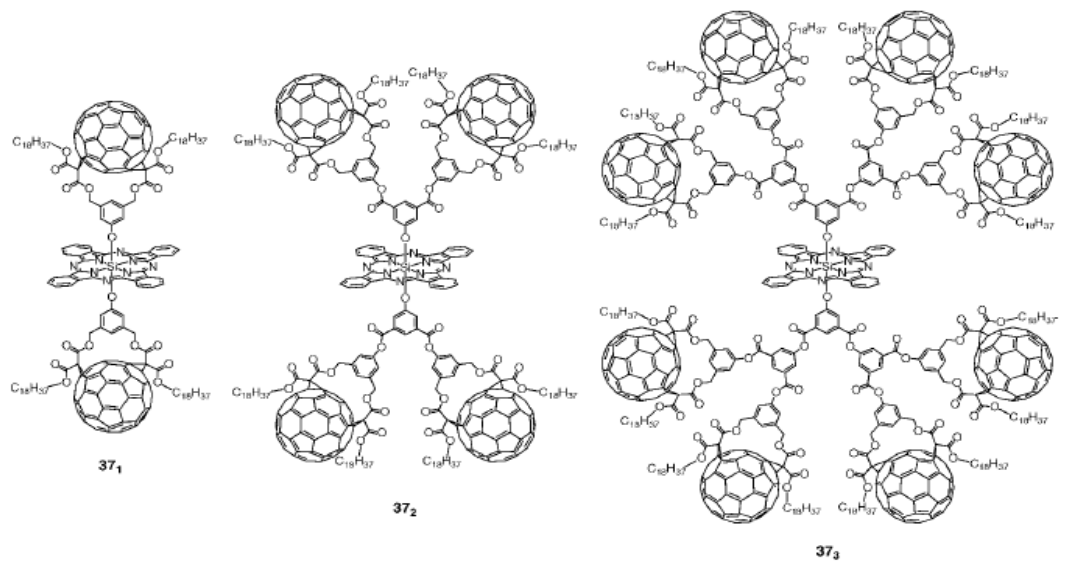
maddesi olarak, merkez noktasında benzilalkol gruplarını içeren birinci, ikinci, üçüncü jenerasyon dendronları hazırlanır. Bu dendronların ftalonitril türevleri hazırlanır ve bunların kondenzasyonu ile dendritik ftalosiyaninler elde edilmektedir [83].



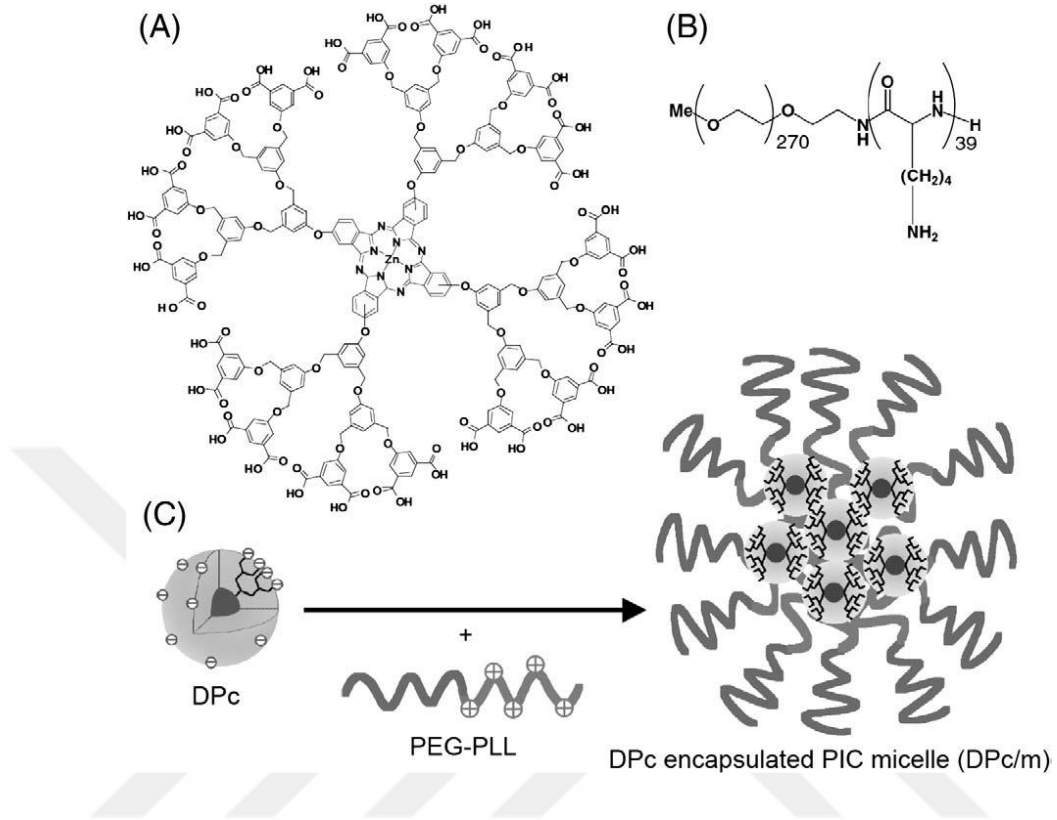
Zn metalli dendritik Pc sentezlenmiş, suda çözünebilme özelliğine sahip olduğu belirtilmiştir [81].



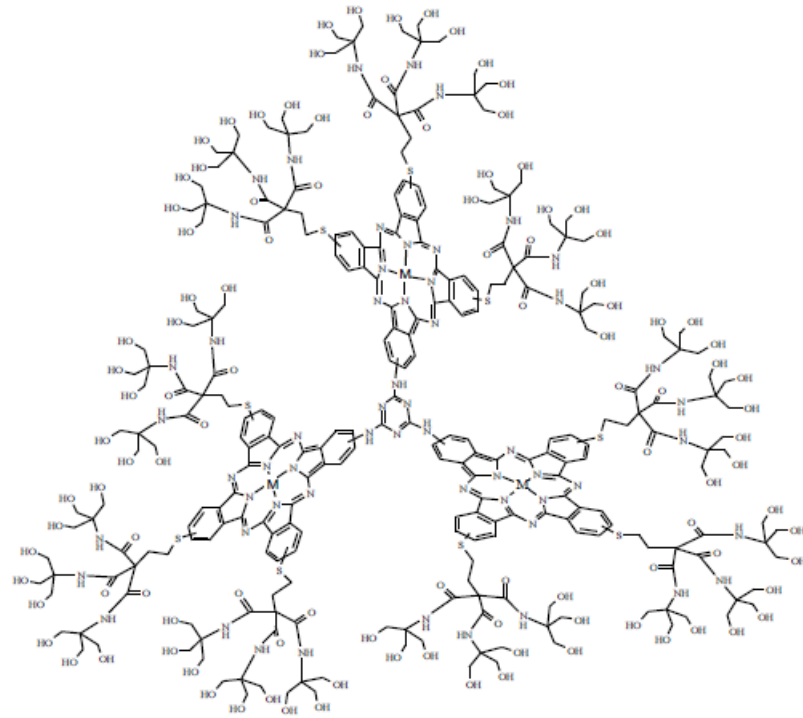
Aksiyel konumda fulleren içeren Si merkezli dendritik ftalosiyanın sentezlenmiş ve bu moleküllerin enerji transfer özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir [84].



Zn merkezli dendritik ftalosiyanın sentezlenmiş, fotodinamik terapi uygulamalarında önemli potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir [85].

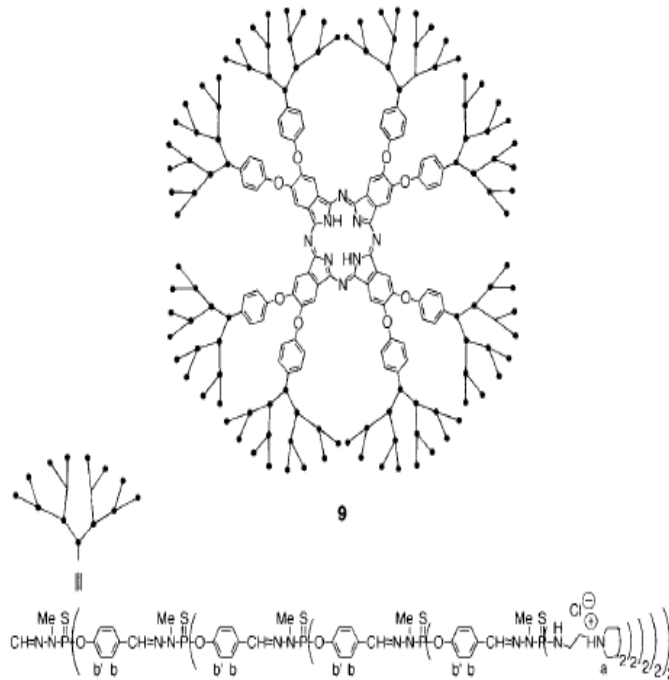


Üç dendritik ftalosiyanın içeren triazin türü sentezlenmiş, iletkenlik ve gaz sensör özellikleri çalışılmıştır. Bu molekülün CO₂ sensörü özelliği gösterdiği belirtilmektedir [86].

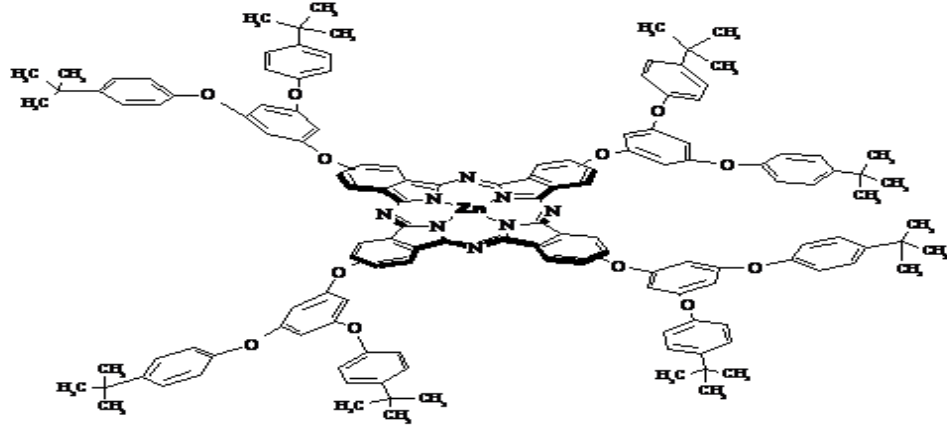


M = 2H
M = Zn
M = Co

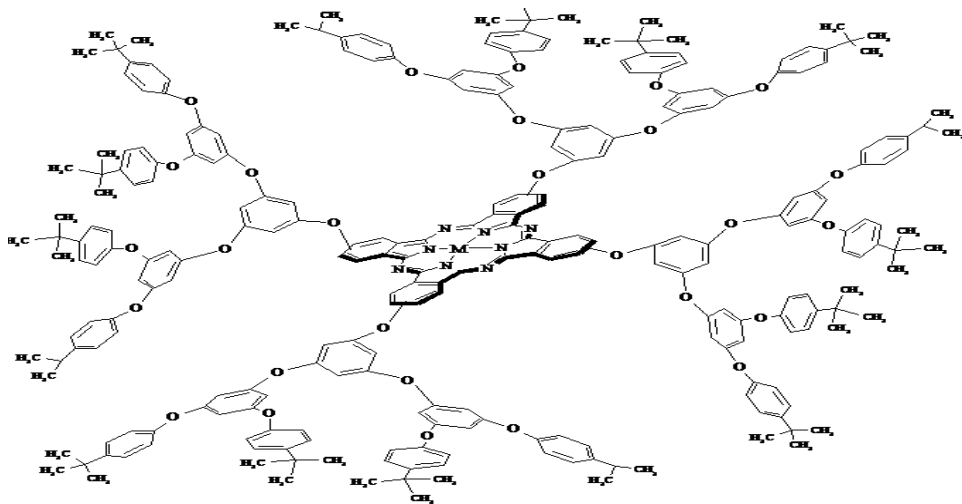
Ftalosiyanin merkezli benzil eter ve amonyum grupları içeren dendrimer sentezlenmiş ve amfifilik özellik gösterdiği belirtilmiştir [87].



tert-Bütil sübstitüe poliarileter grupları içeren dendritik ftalosiyanin sentezlenmiş ve karakterize edilmiştir. Bu molekül daha az agregasyon özelliği göstermekte ve organik çözücülerde çözünmektedir [88].



ter-Bütil grupları içeren 3 jenerasyonlu dendritik ftalosiyanin sentezlenmiş ve karakterize edilmiştir. Sentezlenen iki ftalosiyanini katalizör, fotofiziksel, fotokimyasal ve gaz sensör gibi uygulamalarda önemli potansiyele sahip olması beklenmektedir [88].



3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Kullanılan Cihazlar

^1H -NMR ve ^{13}C -NMR spektrumları, Bruker 400 MHz spektrometresinde oda sıcaklığında alındı. Kimyasal kaymalar ppm olarak verildi. Infrared spektrumları, Perkin Elmer Spektrum 100 spektrometresinde ATR yöntemiyle 4000-400 cm^{-1} aralığında alındı. UV/vis spektrumları, SHIMADZU UV/VIS ve Ocean Optics HR4000 CG UV-NIR UV-vis spektrometrelerinde alındı.

3.2.Kimyasal Maddeler

4,5-dikloroftalonitril [89] literatürdeki yöntemle sentezlendi.

3.3.Bileşiklerin Sentezi

Tüm tepkimeler argon atmosferinde, vidalı kapaklı, teflon musluklu, basınca dayanıklı şilenk veya tüpler kullanılarak gerçekleştirildi. Çözücüler moleküler eleklerle veya literatürdeki uygun yöntemle [90] kurutulup kullanıldı.

Tris(klorometil)nitrometan, 1, Sentezi

Tris(hidroksimetil)nitrometanın (5.0 g 6.62 mmol) 25 mL piridinindeki açık sarı çözeltisine SOCl_2 (35.4g, 297.8 mmol) oda sıcaklığında, 60 dakikada damla damla eklendi, bu esnada gaz çıkışı oldu. Oluşan koyu kırmızı çözelti gaz çıkışı bitene kadar geri soğutucu altında 120 °C ısıtıldı. Siyahımsı karışım 250 mL buzlu suya kontrollü olarak döküldü. Çöken sarı katı süzüldü 4x100 mL su ile yıkandı, havada kurutuldu. Sarı katı 2x50 mL sıcak asetonla ekstrakte edildi. Sarı çözelti döner buharlaştırıcıda deriştirildi ve 0 °C de kristallendirildi, kristaller süzüldü, n-hekzan ile yıkandı ve havada kurutuldu. CHCl_3 , asetonda çözünmektedir. Verim: 6.1 g (% 89.3).

Karakterizasyon



(206.46 g mol⁻¹)

¹H-NMR: (400.13 MHz, CDCl₃, 25°C, δ ppm)

δ 4.03 s (6H, CH₂).

Tris(klorometil)aminometan, 2, Sentezi

Tris(klorometil)nitrometanın, **1**, (2.6 g 2.59 mmol) 20 mL THF deki sarı çözültisine Pd/C (260 mg kütleye %10) eklendi, oluşan siyahımsı karışım oda sıcaklığında hidrojen gazı varlığında 4 gün karıştırıldı. Siyahımsı karışım celit üzerinden süzüldü, çözücü döner buharlaştırıcıda kuruluğa kadar uzaklaştırıldı, açık sarı katı hekzan ile yıkandı ve havada kurutuldu. Ürün CHCl₃, asetonda çözünmektedir. Verim: 2.05g (% 92).

Karakterizasyon



(176.46 g mol⁻¹)

¹H-NMR: (400.13 MHz, CDCl₃, 25°C, δ ppm)

δ 4.10 s (6H, CH₂).

¹³C-NMR: (100.613 MHz, CDCl₃, 25°C, δ ppm)

δ 92 s (C_q) , 42 s (CH₂).

IR: (ATR, cm⁻¹)

ν(NH₂) 3003m, 2969m

Tris(p-*tert*-bütilfenoksimetil)aminometan, 3, Sentezi

Oda sıcaklığında 30 mL THF da p-*tert*-bütilfenolün (5.1 g 33.97 mmol) NaH ile (978.3 mg 40.7 mmol) ile tepkimesi sonucu sodyum p-*tert*-bütilfenoksit hazırlandı. Oluşan açık sarı çözeltiye tris(klorometil)aminometanın, 2, (1.0 g 5.66 mmol) 10 mL THF deki açık sarı çözeltisi 30 dakikada azar azar eklendi. Ekleme esansında kırmızıya dönen çözelti 80°C de 3 gün ısıtıldı. Koyu kırmızı çözelti 200 mL buzlu suya döküldü ve oluşan yağmsı karışım 3x40 mL eterle ekstrakte edildi, eter fazı 3x50 mL su ile yıkandı ve MgSO₄ ile kurutuldu. Sarı çözeltinin çözücüsü kuruluğa kadar döner buharlaştırıcıda uzaklaştırıldı. Yağmsı kalıntı sıcakta 15 mL n-hekzanda çözüldü ve soğutularak kristallendirildi. Oluşan beyaz kristaller süzülerek, fenol türevinin fazlası uzaklaştırıldı ve süzütünün çözücüsü döner buharlaştırıcıda uzaklaştırıldı ve yağmsı kalıntı yüksek vakumda birkaç saat tutuldu, sarı yağmsı ürün elde edildi. Ürün n-hekzan, eter, CHCl₃, çözünmektedir. Verim: 1.56 g (% 56).

Karakterizasyon

C₃₄H₄₇O₃N

(517,75 g mol⁻¹)

¹H-NMR: (400.13 MHz, CDCl₃, 25°C, δ ppm)

δ 7.25 d(6H, Aromatik), 6.67 d (6H, Aromatik), 4.09 s (6H, CH₂), 1.29 s (27H, t-Bu-CH₃)

¹³C-NMR: (100.613 MHz, CDCl₃, 25°C, δ ppm)

δ 152, 142, 125 ve 113, 41, 33 ve 30

IR: (ATR, cm⁻¹)

ν(NH) 3229 m, ν(Alifatik) 2960, 2940 s.

4,5-bis(p-*tert*-bütilfenoksimetil)aminometan)ftalonitril, 4, Sentezi

Tris(p-*tert*-bütilfenoksimetil)aminometan, 3, (1.4 g 2.70 mmol) ve 4,5-dikloroftalonitrilin (133.0mg 0.68 mmol) 20 mL DMF'deki çözeltisine K₂CO₃

(373.1 g 2.70 mmol) 20 dakikada azar azar eklendi. Oluşan kırmızı karışım oda sıcaklığında 8 gün karıştırıldı. Kırmızı karışım 150 mL buzlu suya döküldü ve yağimsı karışım 3x30 mL CHCl₃ ile ekstrakte edildi, MgSO₄ ile kurutuldu ve çözücüsü döner buharlaştırıcıda kuruluga kadar uzaklaştırıldı. Kırmızı yağimsı kalıntı sıcakta, minimum n-hekzanda çözüldü, soğutulunca oluşan katı süzülerek safsızlıklar uzaklaştırıldı, 5 mL n-hekzan ile yıkandı. Açık kırmızı çözeltinin çözücüsü vakumda uzaklaştırıldı ve vakumda 1 saat tutuldu. Sarı yağimsı kalıntı hekzan, eter, CHCl₃ da çözünmektedir. Verim: 1.48g (% 53).

Karakterizasyon

C₇₆H₉₄O₆N₄

(1159.56 g mol⁻¹)

¹H-NMR: (400.13 MHz, CDCl₃, 25°C, δ ppm)

7.17 d (14H, Fenoksi-aromatik, Ftalonitril) 6.68 d (12H, Fenoksi-aromatik) 4.00s (12H, Tris-CH₂) 1.21s (54H, *tert*-bütil).

¹³C-NMR: (100.613 MHz, CDCl₃, 25°C, δ ppm)

δ 152, 142, 115, 114, 41, 33, 30, 28.

IR: (ATR, cm⁻¹)

ν(NH) 3229 m, ν(alifatik) 2961s, 2940 s, ν(CN-C₆H₃) 2242 m

Metalsiz Dendritik Ftalosiyinin, 5, Sentezi

4 Bileşiğinin (100.0 mg 0.086 mmol) 3 mL pentanoldeki çözeltisine Li (1.2 mg 0.72 mmol) ve 3 damla DBU eklendi, bu karışım 190 °C de 18 saat ısıtıldı. Oluşan yeşil çözeltiye 10 damla derişik H₂SO₄ eklendi ve 30 dakika karıştırıldı. Bu karışıma 5 mL su eklendi, organik faz 2x5 mL CHCl₃ ile ekstrakte edildi, MgSO₄ ile kurutuldu ve çözücü vakumda uzaklaştırıldı. Yeşil kalıntı 2x5 mL n-hexan ile yıkandı ve havada kurutuldu. Yeşil yağimsı ürün eter, CHCl₃, asetonda çözünüyor. Verim: 21 mg (%21)

Karakterizasyon

C₃₀₄H₃₈₀O₂₄N₁₆

(4638.60 g mol⁻¹)

UV-VIS: (CHCl₃, λ_{Max} / nm)

722 (0.211), 697 (0.350), 665 (0.284), 637 (0.168), 356 (1.140)

IR: (ATR, cm⁻¹)

ν(alifatik) 2960 s, ν(amin) 2885 m

Çinko Dendritik Ftalosiyinin, 6, Sentezi

3 mL DMF deki **4** (100.0 mg 0.086 mmol) ve Zn(OAc)₂ (15.8 mg 0.086 mmol) ın çözeltilisine 3 damla DBU eklendi, bu karışım 190 °C de 18 saat ısıtıldı. Oluşan koyu yeşil karışımın çözücüsü vakumda uzaklaştırıldı. Yeşil kalıntı 2x5 mL n-hekzan ile yıkandı ve havada kurutuldu. Yeşil yağimsı ürün eter, CHCl₃, asetonda çözünüyor. Verim: 27 mg (%27)

Karakterizasyon

C₃₀₄H₃₇₈O₂₄N₁₆Zn

(4703.99 g mol⁻¹)

UV-VIS: (CHCl₃, λ_{Max} / nm)

682 (0.302), 615 (0.112), 355 (1.060).

IR: (ATR, cm⁻¹)

ν(alifatik) 2927 s, ν(amin) 2881 m

Kobalt Dendritik Ftalosiyinin, 7, Sentezi

4 (150.0 mg 0.13 mmol) ve Co(OAc)₂ (23.0 mg 0.13 mmol) 3 mL DMF'deki çözeltilisine 3 damla DBU eklendi, bu karışım 190 °C de 18 saat ısıtıldı. Oluşan koyu yeşil karışımın çözücüsü vakumda uzaklaştırıldı. Yeşil kalıntı 2x5 mL n-hekzan ile

yıkandı ve havada kurutuldu. Yeşil yağimsı ürün eter, CHCl₃, asetonda çözünüyor.
Verim: 31 mg (%30)

Karakterizasyon

C₃₀₄H₃₇₈O₂₄N₁₆Co

(4697.53 g mol⁻¹)

UV-VIS: (CHCl₃, λ_{Max} / nm)

678 (0.716), 610 (0.223), 355 (1.100).

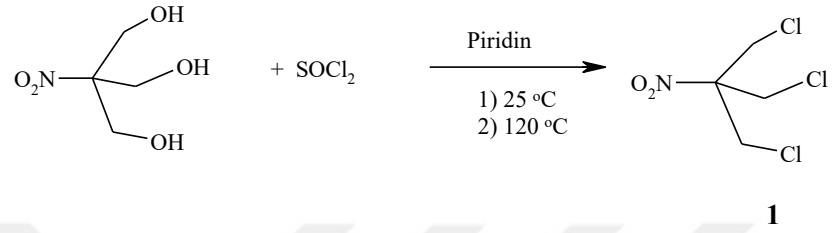
IR: (ATR ,cm⁻¹)

ν(alifatik) 2930 s, ν(amin) 2884 m

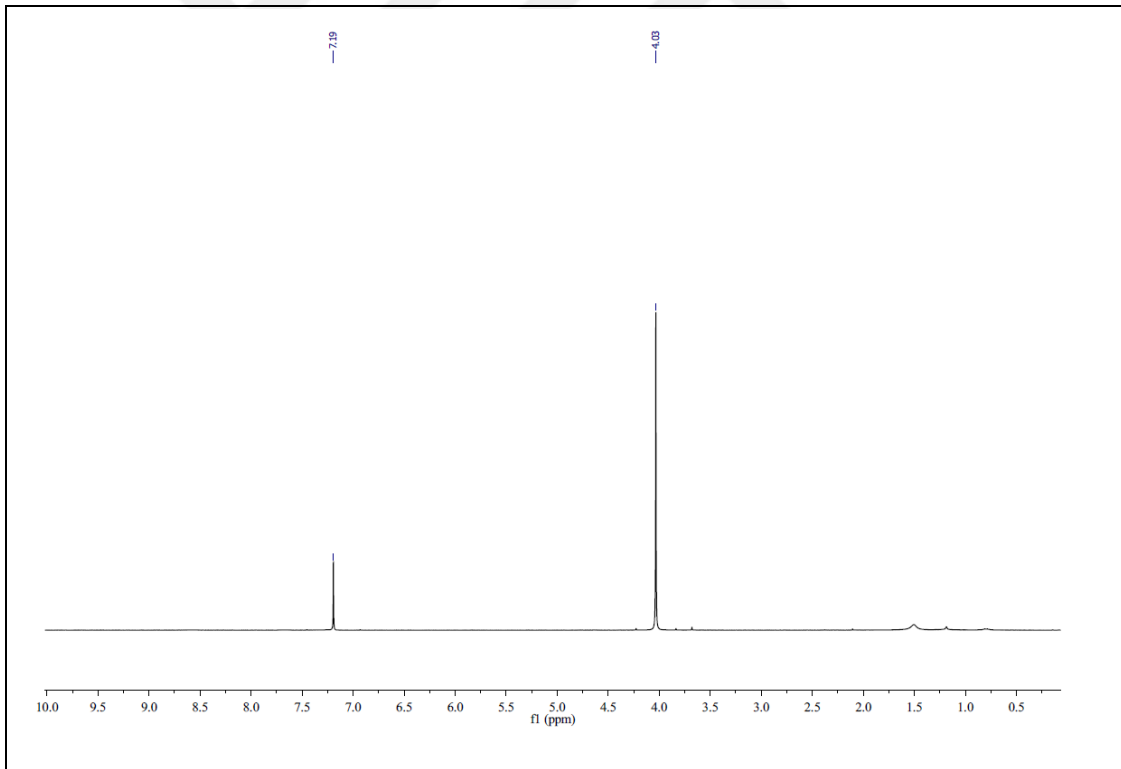
4. SONUÇ VE TARTIŞMA

4.1.Dendritik Ftalonitril Türevinin Sentezi

Piridinde tris(hidroksimetil)nitrometanın tıyonil klorür ile tepkimesi sonucu tris(klorometil)nitrometan, **1**, sentezlendi.

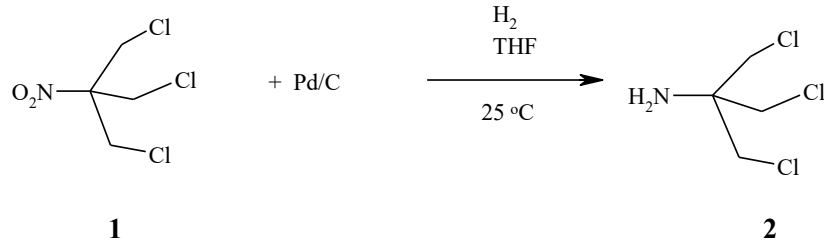


1 Bileşiğinin oda sıcaklığında CDCl_3 de ölçülen ^1H -NMR spektrumunda (Şekil 4.1), CH_2 pikleri 4.03 ppmde singlet olarak gözlemlendi.

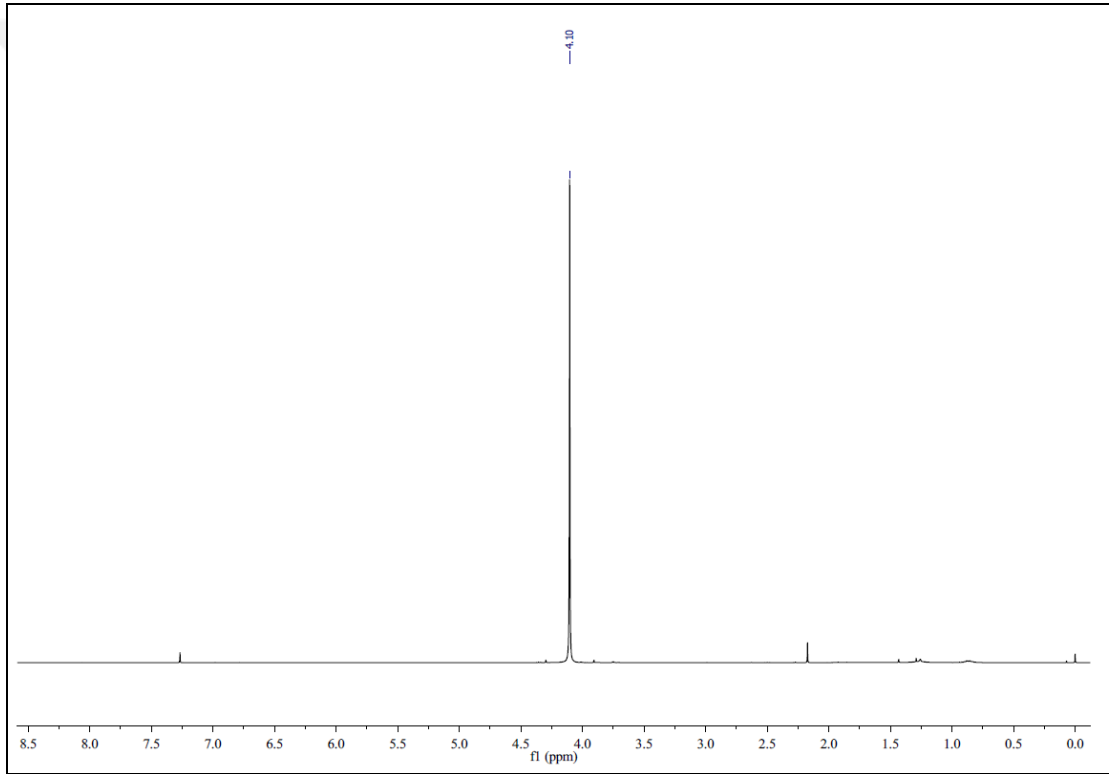


Şekil 4.1. **1** Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu (CDCl_3).

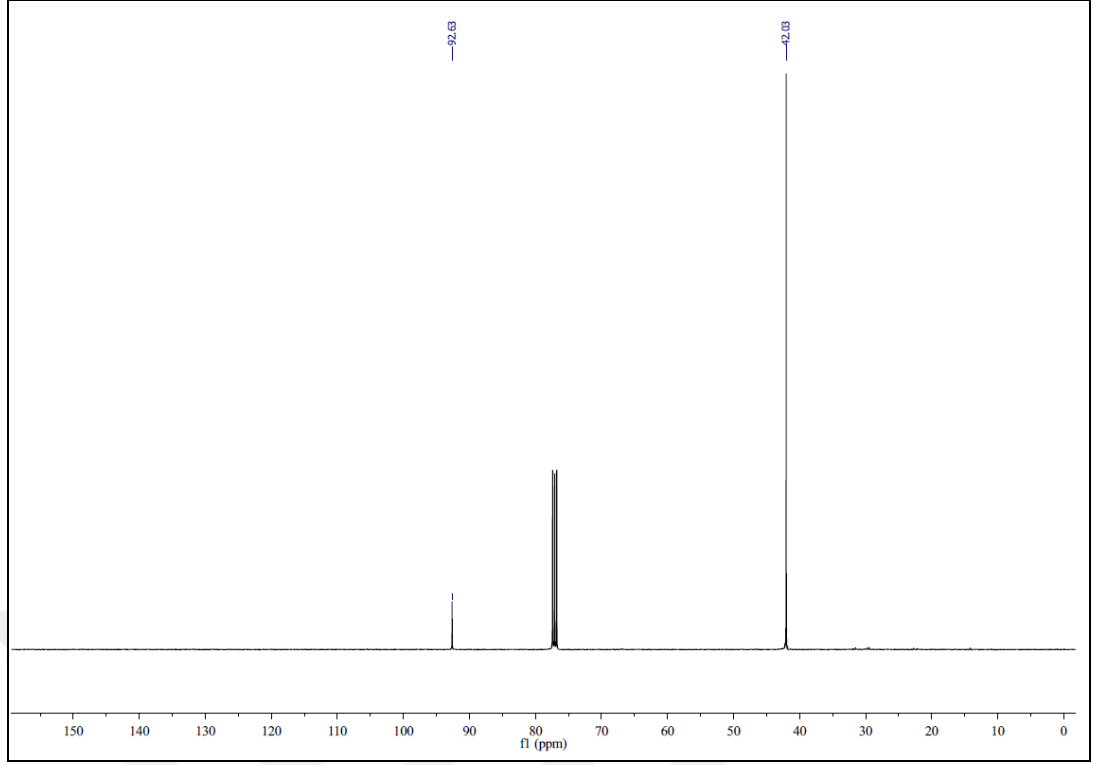
THF de tris(klorometil)nitrometan, **1**, hidrojen gazı atmosferinde Pd/C ile indirgenmesi sonucu tris(klorometil)aminometan, **2**, sentezlendi.



2 Bileşiğinin oda sıcaklığında CDCl_3 de ölçülen ^1H -NMR spektrumunda (Şekil 4.2), CH_2 pikleri 4.10 ppm de singlet olarak gözlemlendi. NH_2 piki muhtemelen çok yayvan olduğu için gözlenemedi. **2** bileşiğinin oda sıcaklığında CDCl_3 de ölçülen ^{13}C -NMR spektrumunda (Şekil 4.3), 92 ppm quarter karbon ve 42 ppm CH_2 karbon pikleri gözlemlendi.

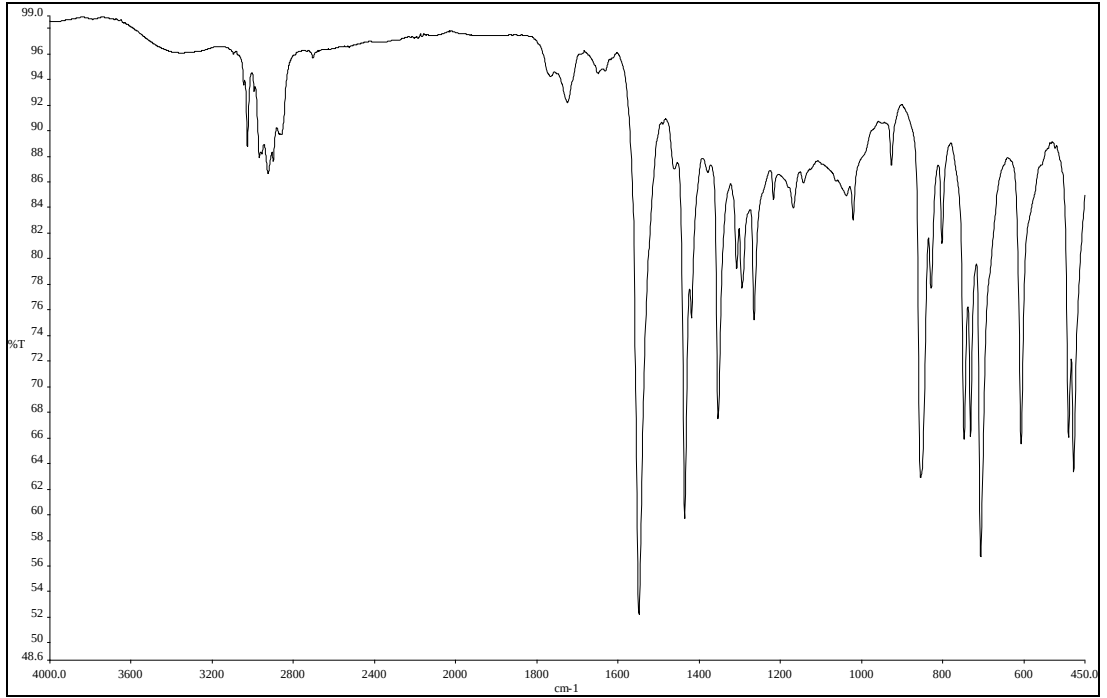


Şekil 4.2. **2** Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu (CDCl_3)



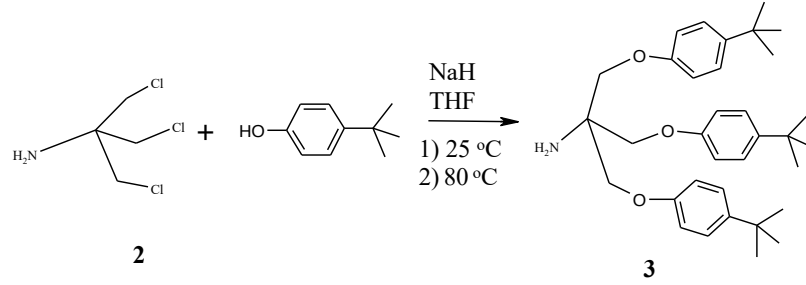
Şekil 4.3. 2 Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu (CDCl_3)

2 Bileşiğinin IR spektrumunda (Şekil 4.4), 3003 , 2967 cm^{-1} de amin pikleri gözlemlendi.

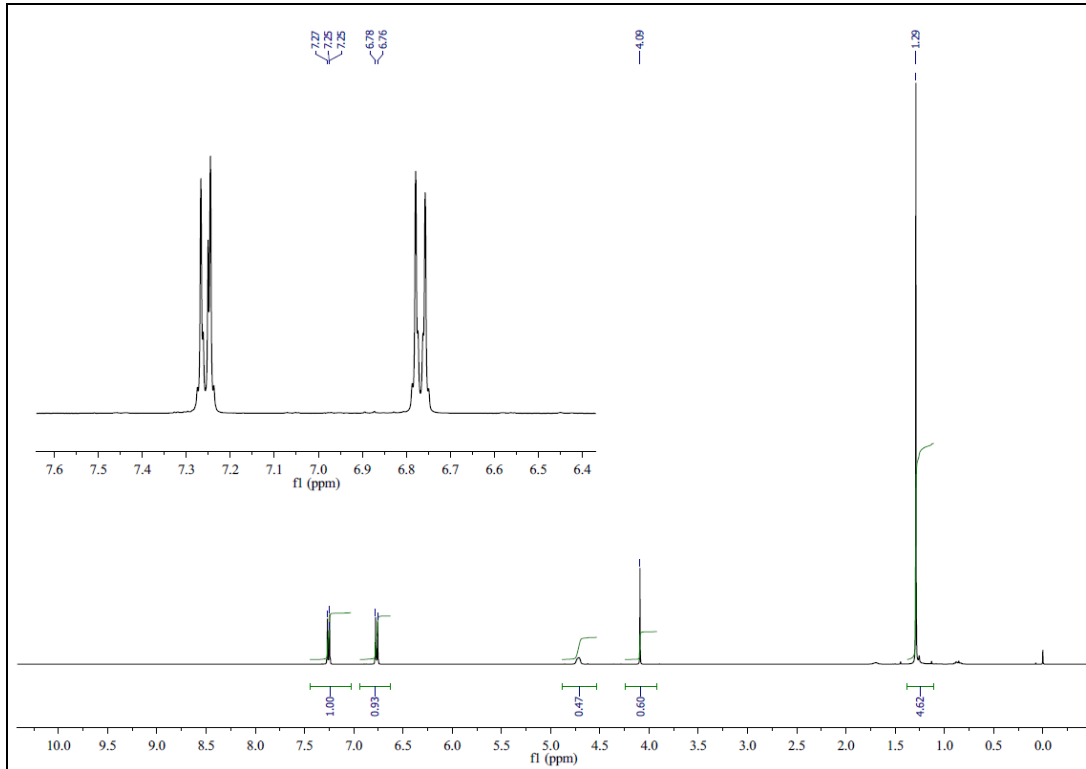


Şekil 4.4. 2 Bileşiğinin IR spektrumu.

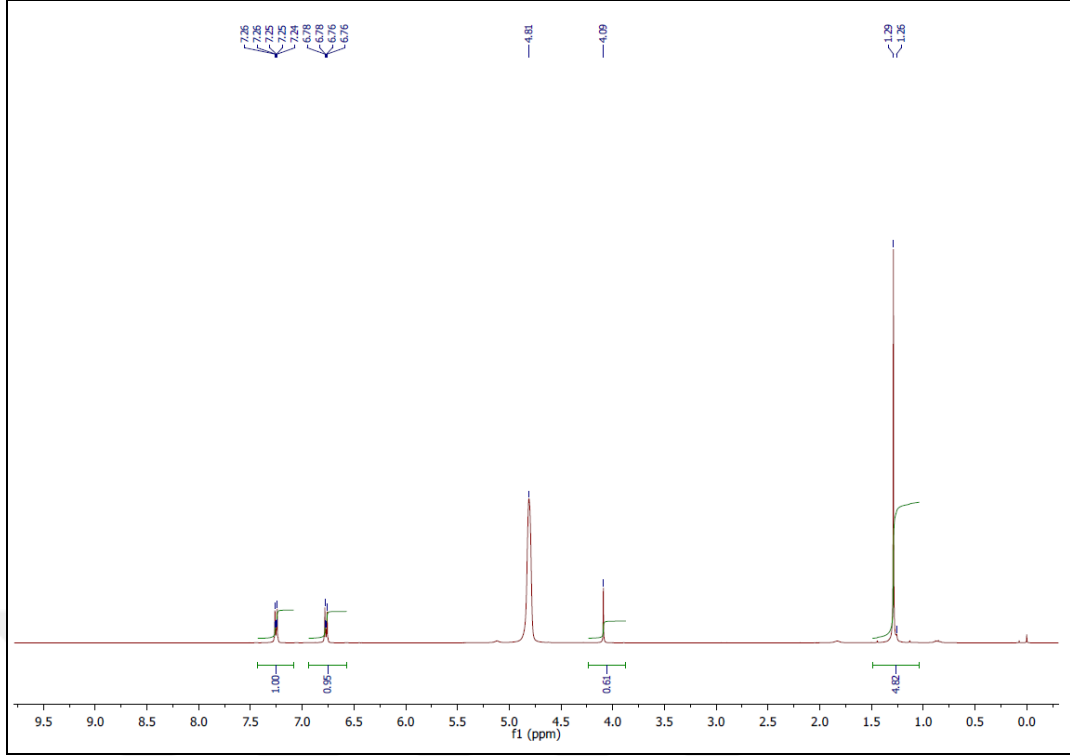
THF de NaH ile p-tert-bütil fenolün tepkimesi sonucu hazırlanan sodyum fenoksit tuzunun **2** bileşiği ile tepkimesi sonucu tris(p-tert-bütilfenoksimetil)aminometan, **3**, elde edildi. Elde edilen **3** bileşiği n-hekzanda kristallendirilerek saflaştırıldı. Sarı yağımsı ürün n-hekzan, eter, CHCl₃ çözünmektedir.



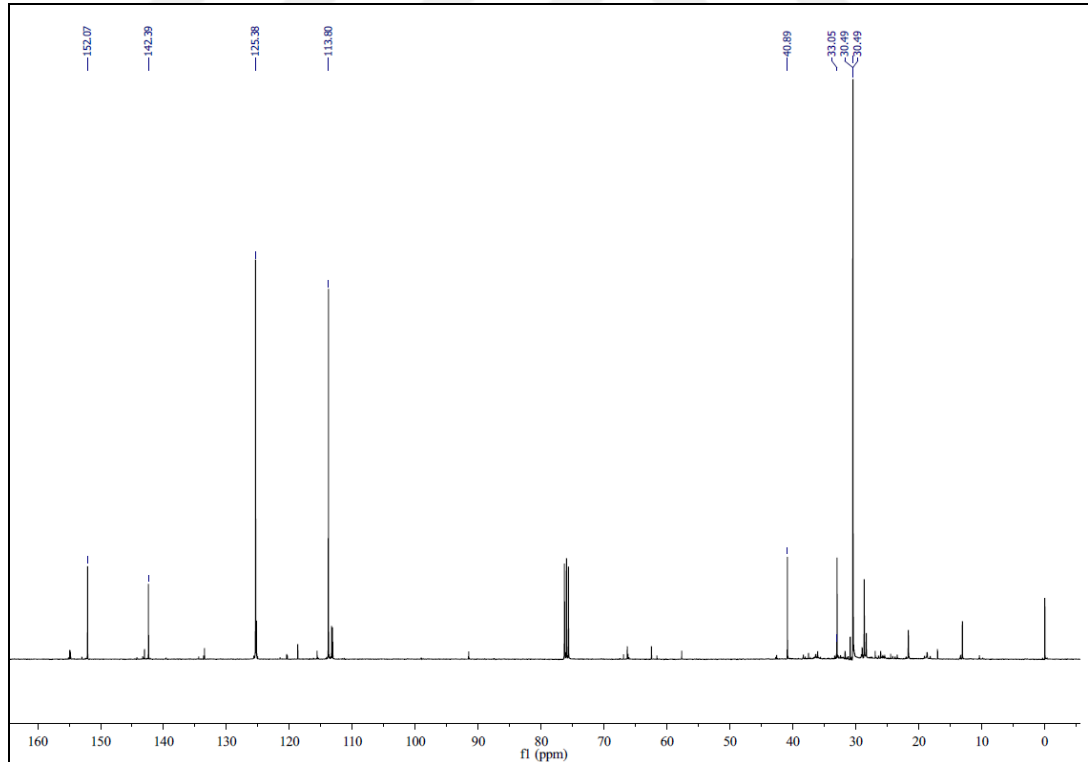
3 Bileşiğinin oda sıcaklığında CDCl₃ de ölçülen ¹H-NMR spektrumunda (Şekil 4.5), 7.25 ve 6.67 ppm aromatik protonlar iki dublet, 4.09 de tris grubuna ait CH₂, 1.29 ppm de tert-bütil protonları singlet olarak gözlemlendi. 4.71 ppm de tris-NH₂ protonları gözlemlendi ve NMR örneğine D₂O eklenmesi ile kimyasal kayma değeri çok küçük değişti ve pik şiddeti arttı (Şekil 4.6). **3** bileşiğinin oda sıcaklığında CDCl₃ de ölçülen ¹³C-NMR spektrumunda (Şekil 4.7), 152, 142, 125 ve 113 ppm aromatik karbon, 41, 33 ve 30 ppm de alifatik karbon pikleri gözlemlendi.



Şekil 4.5. **3** bileşiğinin ¹H-NMR spektrumu (CDCl₃).

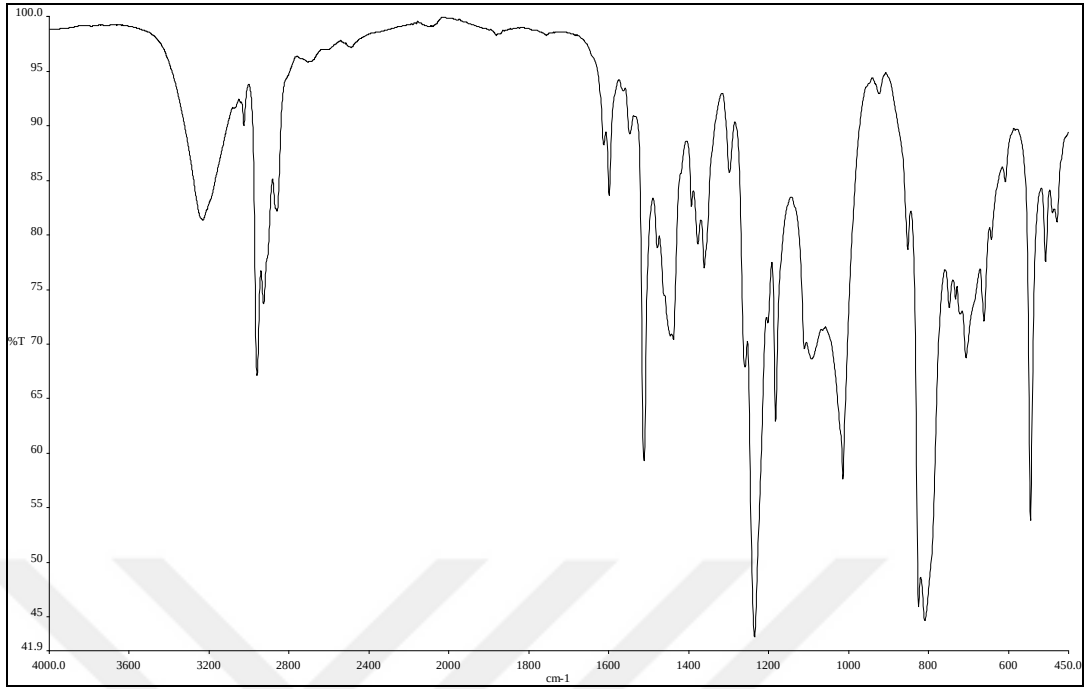


Şekil 4.6. 3 bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu ($\text{CDCl}_3 + \text{D}_2\text{O}$)



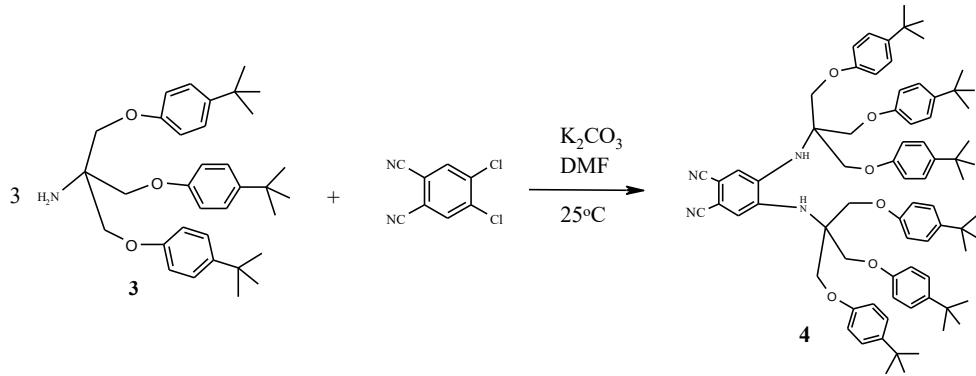
Şekil 4.7. 3 Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu (CDCl_3)

3 Bileşiğinin IR spektrumunda (Şekil 4.8), 2960, 2940 cm^{-1} de alifatik ve 3229 cm^{-1} de amin titreşim bandları gözlemlendi.



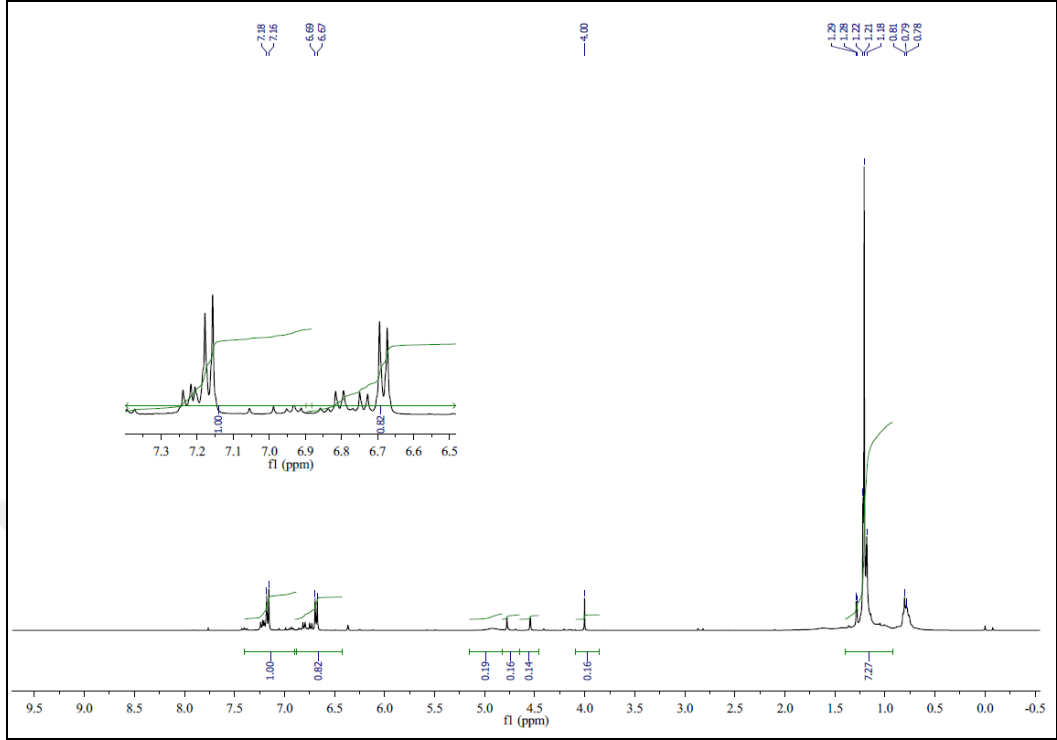
Şekil 4.8. 3 Bileşiğinin IR spektrumu.

DMF de, K_2CO_3 varlığında **3** bileşiği ile 4,5-dikloroftalonitrilin tepkimesi ile dendritik ftalonitril türevi **4** sentezlendi. Sarı yağimsı kalıntı n-hekzanda çözüldü ve soğutularak safsızlıklar çöktürüldü. n-hekzandaki ürünün çözücüsü vakumda kuruluğa kadar uzaklaştırıldı. Sarı yağimsı katı ürün n-hekzan, eter, $CHCl_3$ da çözünmektedir.

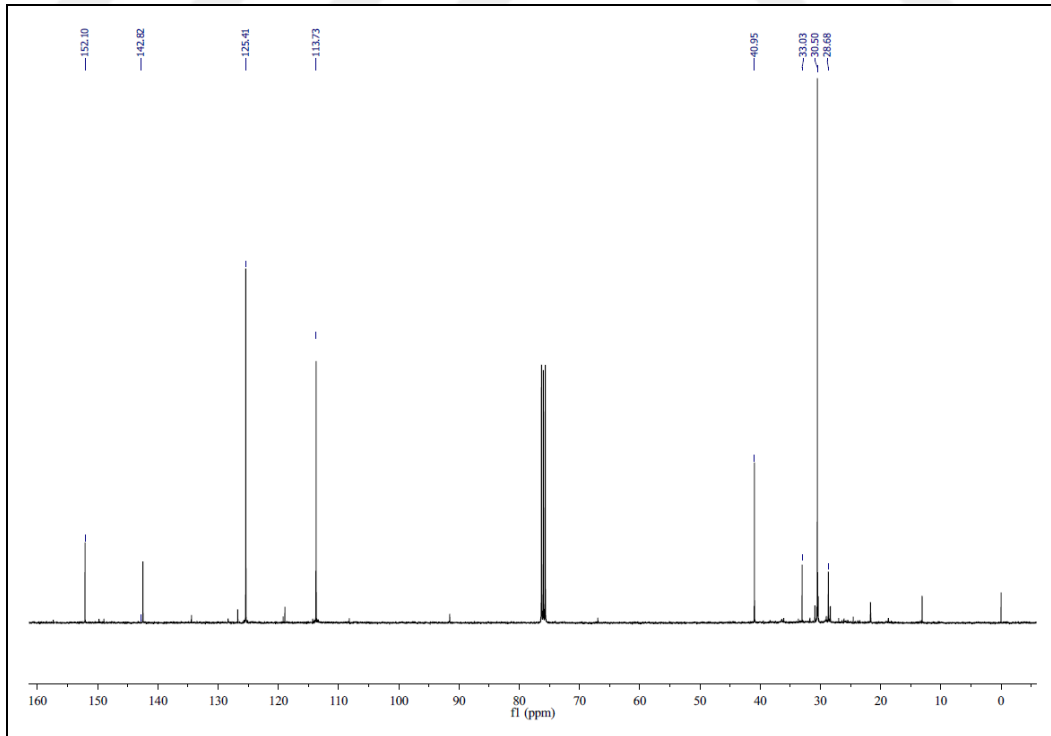


4 Bileşiğinin oda sıcaklığında $CDCl_3$ de ölçülen 1H -NMR spektrumunda (Şekil 4.9) 7.17 ve 6.68 ppm de fenoksi grubunun aromatik protonları ve ftalonitrilin protonları dublet, 4.00 ppm de tris- CH_2 protonları singlet, 1.21 ppm de *tert*-bütil protonları singlet olarak gözlemlendi. Çok az miktarda ise yan ürün pikleri gözlemlendi. **4** bileşiğinin oda sıcaklığında $CDCl_3$ de ölçülen ^{13}C -NMR spektrumunda (Şekil 4.10),

152, 142, 115 ve 114 ppm aromatik karbon ve nitril karbon, 41, 33, 30 ve 28 ppm de alifatik karbon pikleri gözlemlendi.

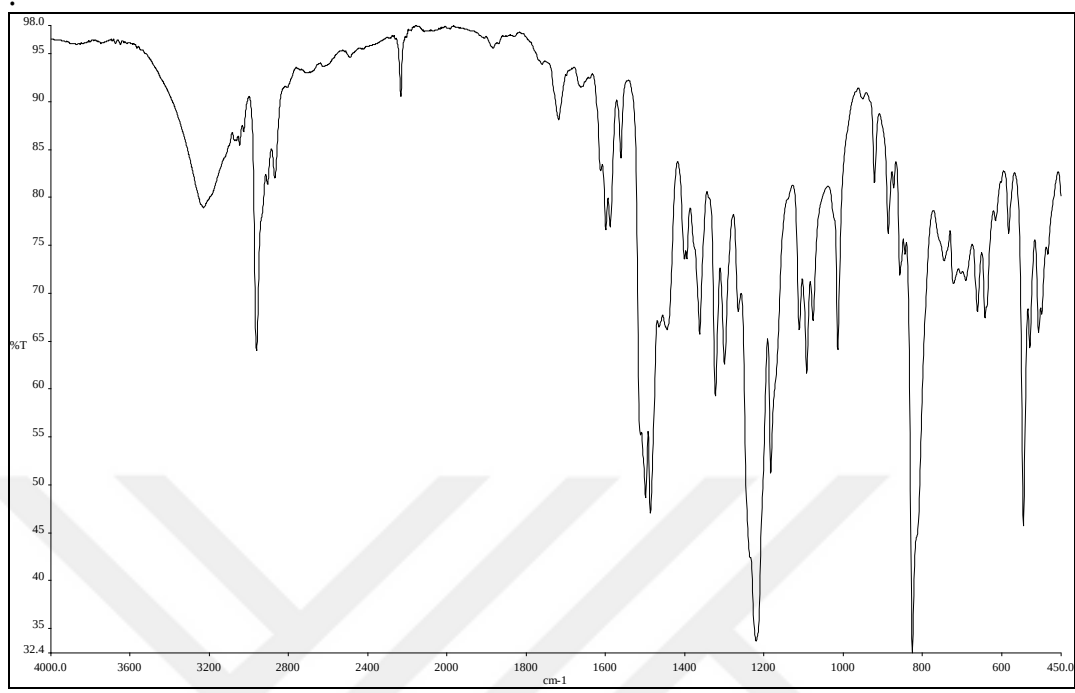


Şekil 4.9. 4 Bileşiğinin ¹H-NMR spektrumu (CDCl₃).



Şekil 4.10. 4 Bileşiğinin ¹³C-NMR spektrumu (CDCl₃).

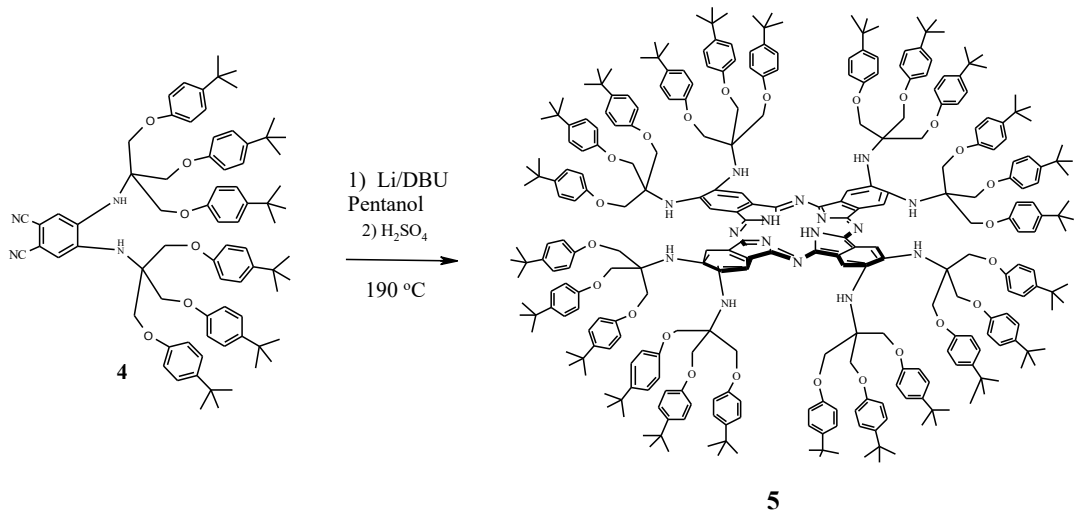
4 Bileşiğinin IR spektrumunda (Şekil 4.11), 2961, 2940 cm^{-1} de alifatik, 3229 cm^{-1} de amin ve 2242 cm^{-1} de CN titreşim bandları gözlemlendi.



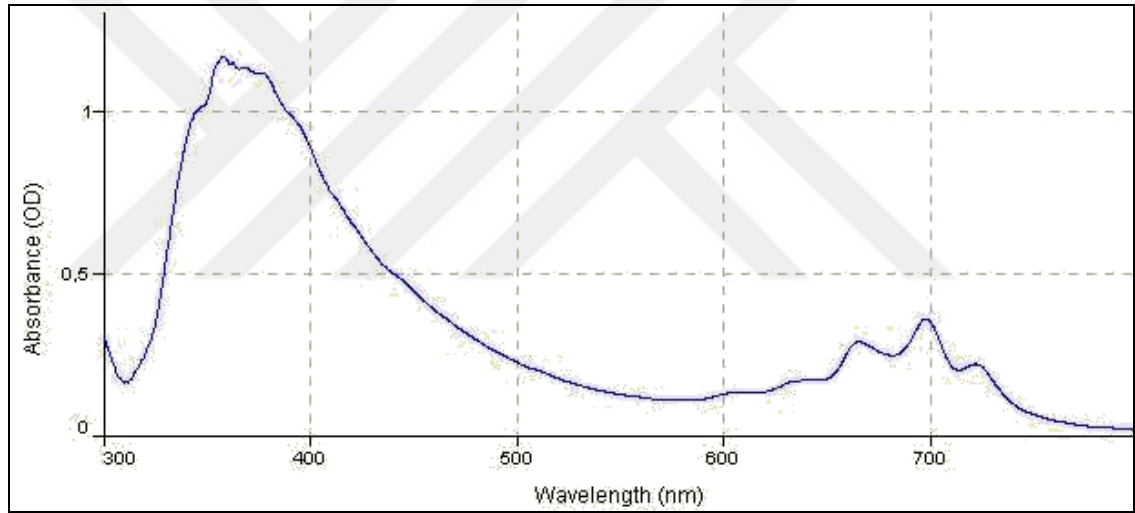
Şekil 4.11. 4 Bileşiğinin IR spektrumu.

4.2.Dendritik Ftalosiyanın Sentezi

Pentanolde dendritik ftalonitril türevi **4**'ün Li metali ile DBU varlığında tetramerizasyonu ile dendritik lityum ftalosiyanın türevi sentezlendi. Lityum ftalosiyanın türevinin derişik H_2SO_4 ile hidroliziyle dendritik metalsız ftalosiyanın türevi **5** elde edildi. Ürün oluşumu ve hidrolizi UV-vis spektroskopisi ile takip edildi. Koyu yeşil ürün n-hekzan ile yıkanarak saflaştırılmaya çalışıldı. Ancak ürün hekzanda bile kısmen çözündüğü için yeterince saflaştırılamadı. **5** bileşiği n-hekzan, eter, CHCl_3 , asetonda çözünmektedir.

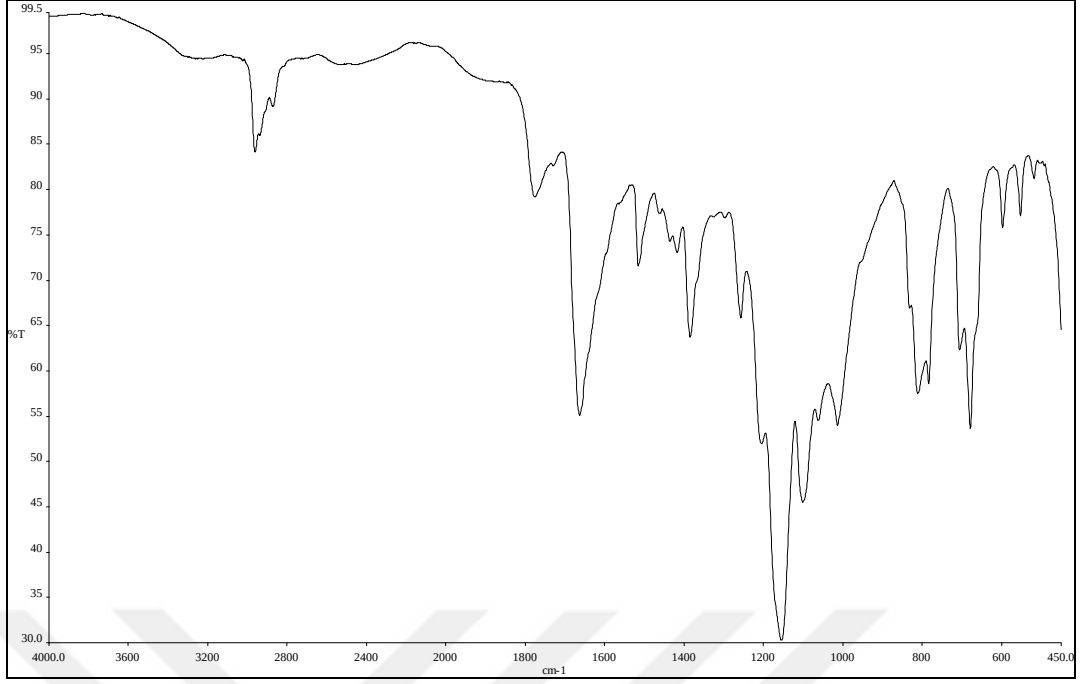


Dendritik metallsız ftalosiyenin 5 bileşiğinin CHCl₃'da ölçülen elektronik spektrumunda (Şekil 4.12), ftalosiyeninler için karakteristik olan 722 nm, 697 nm ve 665 nm ve 637nm de Q bandları ve 356 nm de B-bandı gözlemlendi.



Şekil 4.12. 5 Bileşiğinin UV-vis spektrumu (CDCl₃)

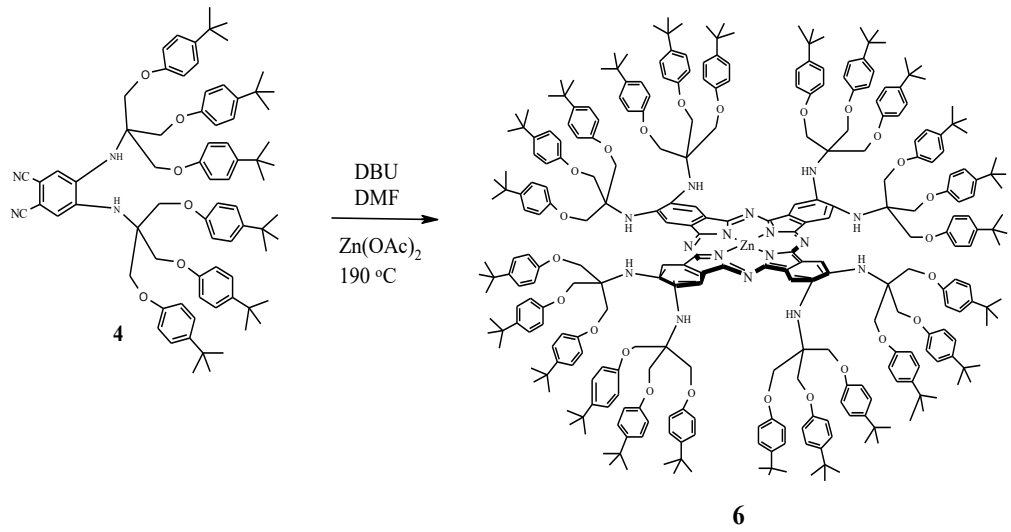
5 Bileşiğinin IR spektrumunda (Şekil 4.13), 2960 cm⁻¹ de alifatik titreşim bandı gözlenirken, 2242 cm⁻¹ de gözlenen CN titreşim bandı gözlenmedi. Amin titreşim bandı çok yayvan olduğu için sayısal değeri net olarak belirlenemedi. 5 bileşiği yeterince saf olmadığı için tatmin edici ¹H-NMR spektrumu elde edilemedi.



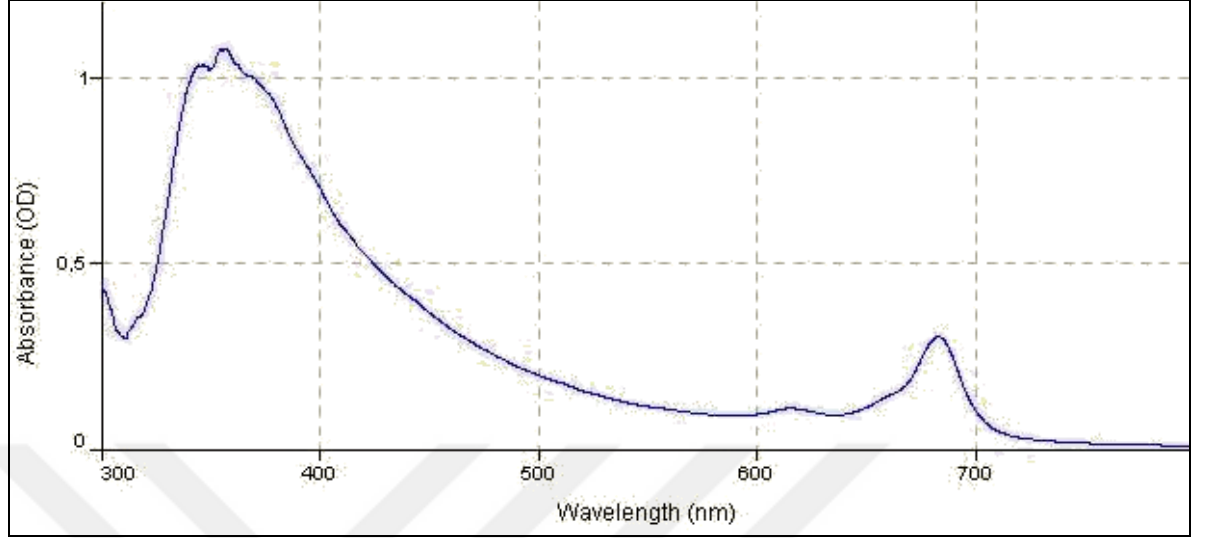
Şekil 4.13. 5 Bileşiğinin IR spektrumu

5 Bileşiğinin UV-VIS ve IR spektrumları birbirlerini desteklemekte ve 5 bileşiğinin yapısını doğrulamaktadır.

DMF’de DBU varlığında dendritik ftalonitril türevi **4** ve $\text{Zn}(\text{OAc})_2$ bileşiklerinin siklotetramerizasyonu sonucu dendritik çinko ftalosiyanın **6** sentezlendi. Yeşil ürün n-hekzan ile yıkanarak saflaştırıldı. **6** Bileşiği eter, CHCl_3 , asetonda çözünmektedir.



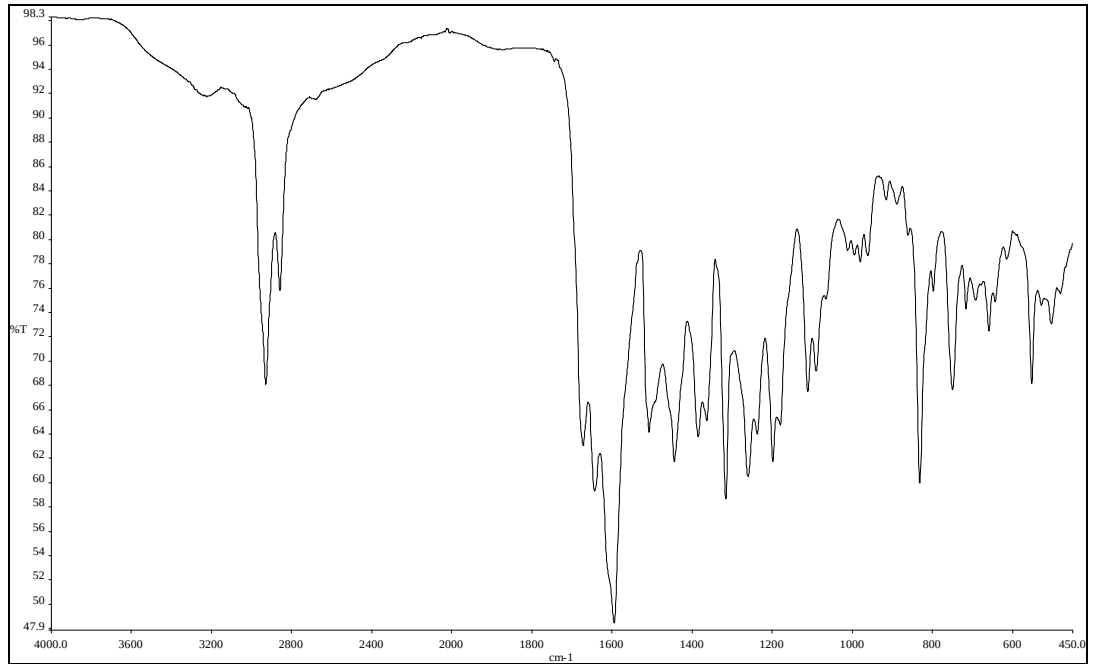
Dendritik çinko ftalosiyenin **6** bileşiğinin CHCl_3 'da ölçülen elektronik spektrumunda (Şekil 4.14), ftalosiyaninler için karakteristik olan 682 nm ve 615 nm de Q bandları ve 355 nm de B-bandı gözlemlendi.



Şekil 4.14. **6** Bileşiğinin UV-vis spektrumu (CHCl_3)

6 Bileşiği yeterince saf olmadığı için, tatmin edici ^1H -NMR spektrumu elde edilemedi.

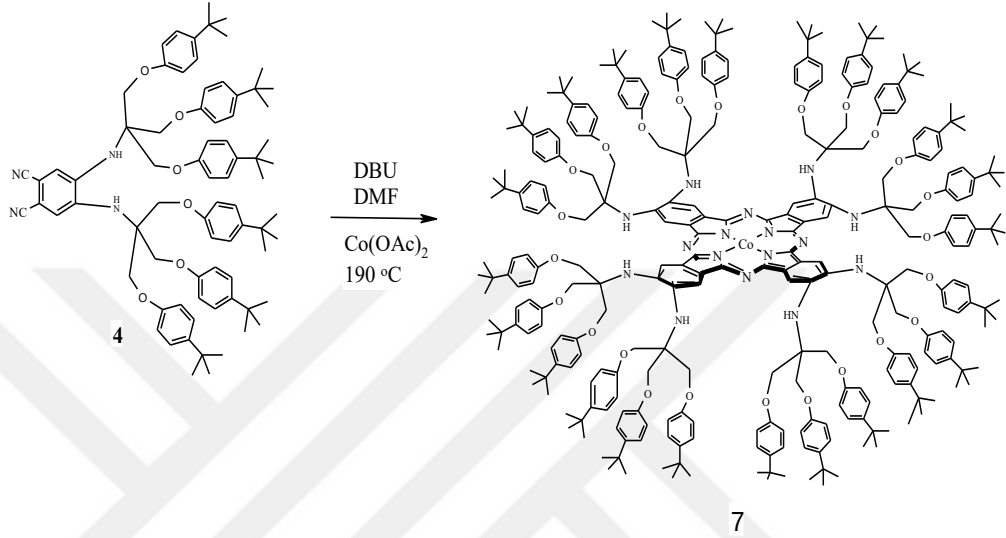
6 Bileşiğinin IR spektrumunda (Şekil 4.15), 2927 cm^{-1} alifatik titreşim bandı gözlenirken, 2242 cm^{-1} de gözlenen CN titreşim bandı gözlenmedi. Amin titreşim bandı çok yayvan olduğu için sayısal değeri net olarak belirlenemedi.



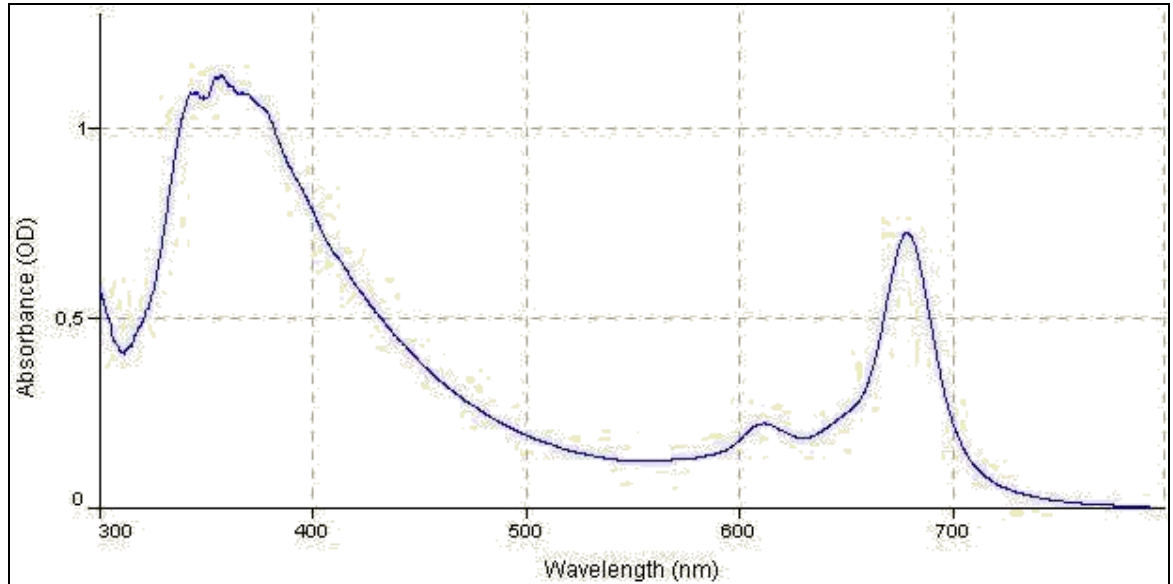
Şekil 4.15. **6** Bileşiğinin IR spektrumu

6 Bileşiğinin UV-vis ve IR spektrumları birbirlerini desteklemekte ve **6** bileşiğinin yapısını doğrulamaktadır.

DMF’de DBU varlığında dendritik ftalonitril türevi **4** ve Co(OAc)₂ siklotetramerizasyonu sonucu dendritik kobalt ftalosiyanın **7** sentezlendi. Yeşil ürün n-hekzan ile yıkanarak saflaştırıldı. **7** Bileşiği eter, CHCl₃, asetonda çözünmektedir.



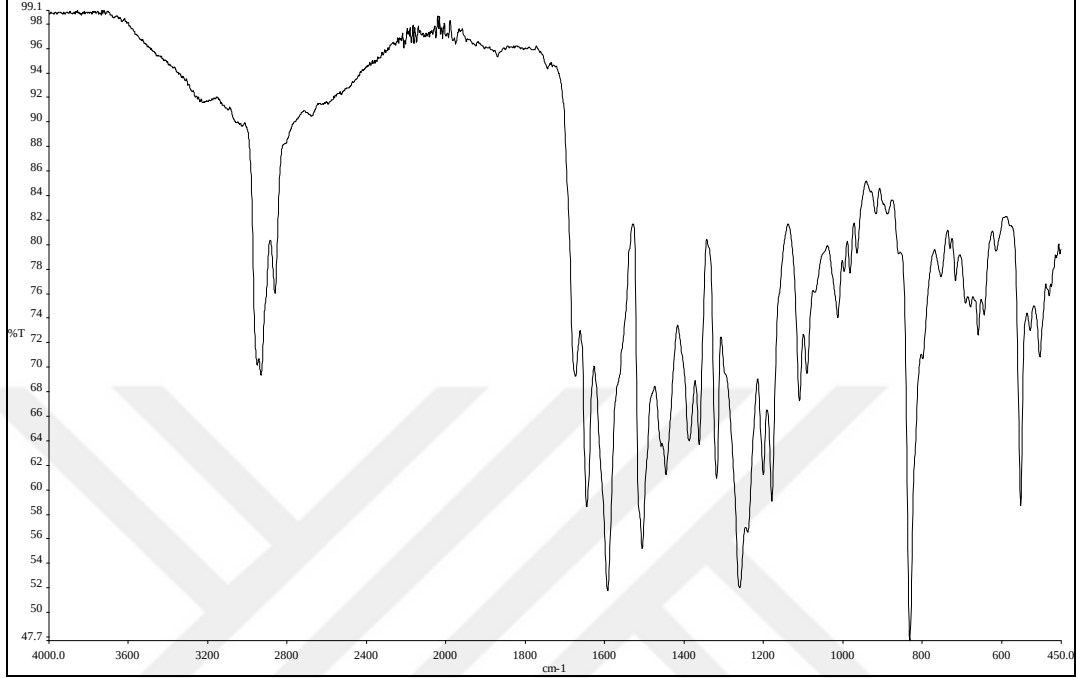
Dendritik çinko ftalosiyanın **7** bileşiğinin CHCl₃’da ölçülen elektronik spektrumunda (Şekil 4.16), ftalosiyanınlar için karakteristik olan 678 nm ve 610 nm de Q ve 355 nm nm de B-bandları gözlemlendi.



Şekil 4.16. **7** Bileşiğinin UV-vis spektrumu (CDCl₃)

7 Bileşiği paramagnetik olduğu için ¹H-NMR ölçülmedi.

7 Bileşiğinin IR spektrumunda (Şekil 4.17), 2930 cm^{-1} de alifatik titreşim bandı gözlenirken, 2242 cm^{-1} de gözlenen CN titreşim bandı gözlenmedi. Amin titreşim bandı çok yayvan olduğu için sayısal değeri net olarak belirlenemedi.



Şekil 4.17. 7 Bileşiğinin IR spektrumu

7 Bileşiğinin UV-vis ve IR spektrumları birbirlerini desteklemekte ve 7 bileşiğinin yapısını doğrulamaktadır.

Hazırlanan yeni bileşiklerin katalitik, özellikle oksidasyon tepkimelerinde, gaz sensör, güneş hücresi, fotofiziksl ve fotokimyasal özelliklerinin incelenmesi sonraki çalışmalar olarak yapılacaktır.

5. KAYNAKLAR

- [1] H. Wu, Z. Chen, J. Zhang, F. Wu, C. He, Y. Wuab, Z. Ren, *Phthalocyanine-mediated non-covalent coupling of carbon nanotubes with polyaniline for ultrafast NH₃ gas sensors*, **J.Mater. Chem. A.**, 5 (2017) 24493-24501.
- [2] A. L. Ndiaye, J. Brunet, C. Varenne, A. Pauly, *Functionalized CNTs-Based Gas Sensorsfor BTX-Type Gases: How Functional Peripheral Groups Can Affect the Time Responsethrough Surface Reactivity*, **J. Phys. Chem. C.**, 122 (2018) 21632-21643.
- [3] D. Zou, W. Zhao, B. Cui, D. Lia, D. Liu, *Adsorption of gas molecules on a manganese phthalocyanine molecular device and its possibility as a gas sensor*, **Phys. Chem. Chem. Phys.**, 20 (2018) 2048-2056.
- [4] P. Brogdon, H. Cheema, J. H. Delcamp, *Near-Infrared-Absorbing Metal-Free Organic, Porphyrin, and Phthalocyanine Sensitizers for Panchromatic Dye-Sensitized Solar Cells*,**ChemSusChem.Rev.**, 11 (2018) 86-103.
- [5] Z. Liu, B. Su, X. Liu, J. Han, H. Ye, . T. Shi, Z. Tang, G. Liao, *Efficient Carbon-Based CsPbBr₃ Inorganic Perovskite Solar Cells by Using Cu-Phthalocyanine as Hole Transport Material*, **Nano-Micro Lett.**, (2018) 1-13.
- [6] O. K. Nag, J. Naciri, J. S. Erickson, E. Oh, J. B. Delehanty, *Hybrid Liquid Crystal Nanocarriers for Enhanced Zinc Phthalocyanine-Mediated Photodynamic Therapy*, **Bioconjugate Chem.** 29 (2018) 2701-2714.
- [7] Andres de la Escosura, M. V. Martinez-Diaz, J. Barbera, T. Torres, *Self-Organization of Phthalocyanine-[60]Fullerene Dyads in Liquid Crystals*, **J. Org. Chem.**, 73 (2008) 1475-1480.
- [8] E. Venuti, R.G. Della Valle, I. Bilotti, A. Brillante, M. Cavallini, A. Calo, Y. H. Geerts, *Absorption, Photoluminescence, and Polarized Raman Spectra of a Fourfold Alkoxy-Substituted Phthalocyanine Liquid Crystal*, **J. Phys. Chem. C** 115 (2011) 12150-12157.
- [9] G. de la Torre, P. Vazquez, F. Agullo-Lopez, and T. Torres, *Role of Structural Factors in the Nonlinear Optical Properties of Phthalocyanines and Related Compounds*, **Chem. Rev.** 104 (2004) 3723-3750.
- [10] S. M. O’Flaherty, S. V. Hold, M.J. Cook, T. Torres, Y. Chen, M. Hanack, W.J. Blau, *Molecular Engineering Of Peripherally And Axially Modified Phthalocyanines For Optical Limiting And Nonlinear Optics*, **Adv. Materials Rev.**, 15 (2003) 0019-0031.
- [11] N. Nwaji, J. Mack, J. Britton, T. Nyokong, *Synthesis, Photophysical and Nonlinear Optical Properties of a Series of Ball- type Phthalocyanines in Solution and Thin Films*, **New J. Chem.**, 41 (2017) 2020-2028.

- [12] Z. Fredj, M. B. Ali, M. N. Abbas, E. Dempsey, *Determination of prostate cancer biomarker acid phosphatase at a copper phthalocyanine-modified screen printed gold transducer*, **Analytica Chimica Acta** 1057 (2019) 98-105.
- [13] K. Sato, K. Ando, S. Okuyama, S. Moriguchi, T. Ogura, S. Totoki, H. Hanaoka, T. Nagaya, R. Kokawa, H. Takakura, M. Nishimura, Y. Hasegawa, P. L. Choyke, M. Ogawa, H. Kobayashi, *Photoinduced Ligand Release from a Silicon Phthalocyanine Dye Conjugated with Monoclonal Antibodies: A Mechanism of Cancer Cell Cytotoxicity after Near-Infrared Photoimmunotherapy*, **ACS Cent. Sci.**, 4 (2018) 1559-1569.
- [14] X. Li, Bing-De Zheng, Xiao-Hui Peng, Song-Zi Li, Jia-Wen Ying, Y. Zhao, Jian-Dong Huang, J. Yoon, *Phthalocyanines as medicinal photosensitizers: Developments in the last five years*, **Coord. Chem. Rev.**, 379 (2019) 147-160.
- [15] D. Zhu, S. Roy, Z. Liu, H. Weller, W. J. Parak, N. Feliu, *Remotely controlled opening of delivery vehicles and release of Cargo by external triggers*, **Advanced Drug Delivery Rev.**, 138 (2019) 117-132.
- [16] F. Yurt1, K. Ocakoglu, M. Ince, S. G. Colak, Ö. Er, H. M. Soylu, C. Gunduz, C. B. Avci, C. C. Kurt, *Photodynamic therapy and nuclear imaging activities of zinc phthalocyanine-integrated TiO₂ nanoparticles in breast and cervical tumors*, **Chem Biol Drug Des.** 91 (2018) 789-796.
- [17] Ö. Bekaroğlu, *Ball –Type Phthalocyanines: Synthesis and Properties*, **Struct Bond**, 135 (2010) 105-136.
- [18] M. B. Sağlam, A. R. Özkaya, *Electrochemical and in situ spectroelectrochemical properties of metal-free and metallophthalocyanines containing α -naphtholbenzene groups on the peripheral positions*, **Transit Met Chem.**, 41 (2016) 605-612.
- [19] M. Ruf, A. M. Lawrence, B. C. Noll, and C. G. Pierpont, *Silicon and Zinc Coordination to Peripheral Catechol Sites of (2,3,9,10,16,17,23,24-Octahydroxyphthalocyaninato)nickel(II). Phthalocyanine Coordination Chemistry at the Edge*, **Inorg. Chem.**, 37 (1998) 1992-1999.
- [20] W. Lu, J. Duan, S. Ai, *“Pinwheel-like” phthalocyanines with four non-peripheral chiral menthol units: Synthesis, spectroscopy, and electrochemistry*, **Chinese Chemical Letters**, (2018) 389-391.
- [21] A.B.P.Lever, M.R. Hempstead, C.C.Leznoff, W.Llu, M.Melnik, W.A.Nevln and P.Seymour, *Recent studies in phthalocyanine chemistry*, **Pure & Appl. Chem.**, Vol.58, No. 11, 1986, pp. 1467-1476.
- [22] S. Makarov, C. Litwinski, E. A. Ermilov, O. Suvorova, B. Röder, D. Wöhrle, *Synthesis and Photophysical Properties of Annulated Dinuclear and Trinuclear Phthalocyanines*, **Chem. Eur. J.** 2006, 12, 1468-474.
- [23] A. Yu Tolbin, L. G. Tomilova, N. S. Zefirov, *Bi- and polynuclear phthalocyanines: synthesis and study of physicochemical properties*, **Russian Chemical Reviews**, 77 (2008) 435-449.

- [24] J. Kan, H. Wang, W. Sun, W. Cao, J. Tao, J. Jiang, *Sandwich-Type Mixed Tetrapyrrole Rare-Earth Triple-Decker Compounds. Effect of the Coordination Geometry on the Single-Molecule-Magnet Nature*, **Inorg. Chem.**, 52 (2013) 8505-8510.
- [25] E. Yabas, E. Bağda, E. Bağda, *The water soluble ball-type phthalocyanine as new potential anticancer drugs*, **Dyes and Pigments** 120 (2015) 220-227.
- [26] M. S. Ağırtaş, A. Altındal, B. Salih, S. Sayman, Ö. Bekaroğlu, *Synthesis, characterization, and electrochemical and electrical properties of novel mono and ball-type metallophthalocyanines with four 9,9-bis(4-hydroxyphenyl)fluorene*, **Dalton Trans.**, 40 (2011) 3315-3324.
- [27] M. Canlıca, B. C. Ömür, B. Salih, *Synthesis, photophysical, photochemical and SO₂ sensing properties of ball-type phthalocyanines substituted with carboxyl groups*, **Inorganic Chemistry Communications**, 103 (2019) 75-81.
- [28] E. Doğan, M. Özer, A. Altındal, A. R. Özkaya, B. Salih, Ö. Bekaroğlu, *Novel 4,4'-{(diphenylmethylene) bis(4,1-phenylene)bis(oxy)}-bridged ball-type phthalocyanines: Electrochemical, electrocatalytic oxygen reducing and heavy metals ions sensing properties*, **J. Porphyrins Phthalocyanines**, 20 (2016) 1320-1333.
- [29] G. Dilber, H. Altunparmak, A. Nas, H. Kantekin, M. Durmuş, *The peripheral and non-peripheral 2H-benzotriazole substituted phthalocyanines: Synthesis, characterization, photophysical and photochemical studies of zinc derivatives*, **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, 217 (2019) 128-140.
- [30] A. Günsel, E. Kırbaç, B. Tüzün, A. Erdoğan, A. T. Bilgiçli, M. N. Yarasir, *Selective chemosensor phthalocyanines for Pd⁺² ions; synthesis, characterization, quantum chemical calculation, photochemical and photophysical properties*, **Journal of Molecular Structure**, 1180 (2019) 127-138.
- [31] T. B. Ogunbayo, T. Nyokong, *Photophysical and photochemical properties of Ni(II), Pd(II) and Pt(II) aryloxo and alkylthio derivatised phthalocyanine*, **Journal of Molecular Structure**, 973 (2010) 96-103.
- [32] G. Pozzi, S. Quici, M. C. Raffo, C. A. Bignozzi, S. Caramori, and M. Orlandi, *Fluororous Molecules for Dye-Sensitized Solar Cells: Synthesis and Photoelectrochemistry of Unsymmetrical Zinc Phthalocyanine Sensitizers with Bulky Fluorophilic Donor Groups*, **J. Phys. Chem.**, C2011, 115, 3777-3788.
- [33] G. Bottari, J. A. Suanzes, O. Trukhina, and T. Torres, *Phthalocyanine-Carbon Nanostructure Materials Assembled through Supramolecular Interactions*, **J. Phys. Chem. Lett.**, 2 (2011) 905-913.
- [34] A. N. Fernandes, T. H. Richardson, D. Lacey, J. Hayley, *Langmuir-Blodgett studies of silicon(IV) phthalocyanine bis(trihexylsilyoxide) and its optical properties*, **Dyes and Pigments**, 80 (2009) 141-148.

- [35] T. V. Basova, M. Çamur, A. A. Esenpınar, S. Tuncel, A. Hassan, A. Alexeyev, H. Banimuslem, M. Durmus, A. G. Gürek, V. Ahsen, *Effect of substituents on the orientation of octasubstituted copper(II) phthalocyanine thin films*, **Synthetic Metals**, 162 (2012) 735-742.
- [36] S. G. Colak, and M. Ince, *Self-assembled phthalocyanine derivatives on highly ordered pyrolytic graphite*, **J. Porphyrins Phthalocyanines**, 18 (2014) 772-777.
- [37] E. Ranyuk, H. Ali, B. Guérin and J. E. van Lier, *A new approach for the synthesis of ^{18}F -radiolabelled phthalocyanines and porphyrins as potential bimodal/theranostic agents*, **J. Porphyrins Phthalocyanines**, 17 (2013) 851-856.
- [38] M. Mayukh, C. M. Sema, J. M. Roberts, and D. V. McGrath, *Solvent-Free Synthesis of Soluble, Near-IR Absorbing Titanyl Phthalocyanine Derivatives*, **J. Org. Chem.**, 75 (2010) 7893-7896.
- [39] A. N. Cammidge, I. Chambrier, M. J. Cook, D. L. Hughes, M. Rahman, and L. Sosa-Vargas, *Phthalocyanine Analogues: Unexpectedly Facile Access to Non-Peripherally Substituted Octaalkyl Tetrabenzotriazaporphyrins, Tetrabenzodiazaporphyrins, Tetrabenzomonoazaporphyrins and Tetrabenzoporphyrins*, **Chem. Eur. J.**, 17 (2011) 3136-3146.
- [40] F. Dumoulin, M. Durmus, V. Ahsen, T. Nyokong, *Synthetic pathways to water-soluble phthalocyanines and close analogs*, **Coord. Chem. Rev.**, 254 (2010) 2792-2847.
- [41] A. L. Thomas, *The Phthalocyanine Research and Application*, Cilt 1, CRC Press, Florida (1990).
- [42] S. Sahin, E. Açar, *Synthesis, spectroscopic properties, thermal properties and aggregation behaviors of macrogol-substituted phthalocyanines*, **Journal of Molecular Structure**, 1187 (2019) 121-131.
- [43] C. Wang, X. Chen, F. Chena, J. Shao, *Organic photodetectors based on copper phthalocyanine films prepared by a multiple drop casting method*, **Organic Electronics**, 66 (2019) 183-187.
- [44] M. A. Dahlen, *The Phthalocyanines*, Industrial and Engineering Chem., 1939.
- [45] Ö. Bekaroğlu, *History, development, and a new concept of phthalocyanines in Turkey*, **Turk J Chem.**, 38 (2014) 903-922.
- [46] A. N. Cammidge, C. H. Tseng, I. Chambrier, D. L. Hughes, M. J. Cook, *Phthalocyanines bearing bulky cycloalkylmethyl substituents on non-peripheral sites*, **Tetrahedron Letters**, 50 (2009) 5254-5256.
- [47] C. C. Leznoff, L. S. Black, A. Hiebert, P. W. Causey, D. Christendat, A.B.P. Lever, *Red manganese phthalocyanines from highly hindered hexadecaalkoxyphthalocyanines*, Department of Chemistry, York University, Toronto, Canada M3J 1P3, 2005.

- [48] I. P. Kalashnikova, S. E. Nefedov, L. G. Tomilova, and N. S. Zefirov, *Synthesis and spectral characteristics of cyclohexylmethoxy_substituted phthalocyanines of rare-earth elements*, **Russian Chemical Bulletin, Inter. Ed.**, 56 (2007) 2426-2432.
- [49] I. P. Kalashnikova, V. V. Kalashnikov, and L. G. Tomilova, *Selective synthesis of triple_decker cyclohexylmethoxy_substituted europium phthalocyanine*, **Russian Chemical Bulletin, International Edition**, 58 (2009) 1413-1415.
- [50] D.M. Krichевsky, A.V. Zasedatelev, A.Y. Tolbin, S.Y. Luchkin, A.B. Karpo, V. I. Krasovskii, L.G. Tomilova, *Highly transparent low-symmetry zinc phthalocyanine-based monolayers for NO₂ gas detection*, **Thin Solid Films.**, 642 (2017) 295-302.
- [51] L. Martín-Gomis, C. Parejo, J. C. Álvarez, F. Fernández-Lázaro, and Á. Sastre-Santos, *Dye sensitized solar cells (DSSCs) based on bulky tert-octylphenoxy-carboxyphenyl substituted phthalocyanine without the presence of co-adsorbents*, **Inorganica Chimica Acta**, **468** (2017) 327-333.
- [52] A. Yu. Tolbin, V. E. Pushkarev, E. V. Shulishov, L. G. Tomilova, *Directed synthesis of bi- and polynuclear clamshell-type phthalocyanines and their physico-chemical investigations*, **J. Porphyrins Phthalocyanines**, 16 (2012) 342-350.
- [53] L. Tejerina, M. V. Martinez-Diaz, M. K. Nazeeruddin, T. Torres, *The Influence of Substituent Orientation on the Photovoltaic Performance of Phthalocyanine-Sensitized, Solar Cells*, **Chem. Eur. J.**, 22 (2016) 4369-4373.
- [54] C. D. Methfessel, M. Volland, K. Brunner, L. Wibmer, U. Hahn, G. de la Torre, T. Torres, A. Hirsch, and D. M. Guldi, *Exfoliation of Graphene by Dendritic Water-Soluble Zinc Phthalocyanine Amphiphiles in Polar Media*, **Chem. Eur. J.**, 24 (2018) 18696-18704.
- [55] M. E. Ragoussi, J. H. Yum, A. K. Chandiran, M. Ince, G. de la Torre, M. Gratzel, M. K. Nazeeruddin, and T. Torres, *Sterically Hindered Phthalocyanines for Dye-Sensitized Solar Cells: Influence of the Distance between the Aromatic Core and the Anchoring Group*, **ChemPhysChem.**, 15 (2014) 1033-1036.
- [56] S. Yamamoto, K. Kuribayashi, T. N. Murakami, E. Kwon, M. J. Stillman, N. Kobayashi, H. Segawa, M. Kimura, *Regioregular Phthalocyanines Substituted with Bulky Donors at Non-Peripheral Positions*, **Chem. Eur. J.** 23 (2017) 15446-15454.
- [57] L. Tejerina, M. V. Martinez-Diaz, M. K. Nazeeruddin, M. Gratzel, T. Torres, *Role of the Bulky Aryloxy Group at the Non-Peripheral Position of Phthalocyanines for Dye Sensitized Solar Cells*, **ChemPlusChem.**, 82 (2017) 132-135.
- [58] L. Lin, B. Peng, W. Shi, Y. Guo and R. Li, *Synthesis of Zinc Phthalocyanine with Large Steric Hindrance and Its Photovoltaic Performance for Dye-Sensitized Solar Cells*, **Dalton Trans.**, 44 (2015) 5867-5874.

- [59] W. Shi, B. Peng, Y. Guo, L. Lin, T. Peng, R. Li, *Synthesis of asymmetric zinc phthalocyanine with bulky diphenylthiophenol substituents and its photovoltaic performance for dye-sensitized solar cells*, **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry** 321 (2016) 248-256.
- [60] P. G. Calavia, I. Chambrier, M. J. Cook, A. H. Haines, R. A. Field, D. A. Russell, *Targeted photodynamic therapy of breast cancer cells using lactose-phthalocyanine functionalized gold nanoparticles*, **J. of Colloid and Interface Science** 512 (2018) 249-259.
- [61] D. A. Tomalia, *Starburst Dendrimers - Nanoscopic Supermolecules According To Dendritic Rules And Principles*, **Macromol. Symp.**, 101 (1996) 243-255.
- [62] F. Vögtle, G. Richardt, N. Werner, *Dendrimer Chemistry*, **Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim** 2009.
- [63] B. Klajnert and M. Bryszewska, *Dendrimers: properties and applications*, **Department of General Biophysics, University of Lodz, Lodz, Poland, Rev.**, (2001) 199-208.
- [64] D. A. Tomalia, *Birth of a new macromolecular architecture: dendrimers as quantized building blocks for nanoscale synthetic polymer chemistry*, **Prog. Polym. Sci.**, 30 (2005) 294-324.
- [65] M. Sowinska and Z. Urbanczyk-Lipkowska, *Advances in the chemistry of dendrimers*, **New J. Chem.**, 38 (2014) 2168-2203.
- [66] R. Esfand and D. A. Tomalia, *Poly(amidoamine) (PAMAM) dendrimers: from biomimicry to drug delivery and biomedical applications*, **Drug Discov Today**, 8 (2001) 427-436.
- [67] S. H. Hwang, C. D. Shreiner, C. N. Moorefield and G. R. Newkome, *Recent progress and applications for metallodendrimers*, **New J. Chem.**, 31 (2007) 1192-1217.
- [68] F. Cong, L. Jian-Ping, *Application of Dendrimers in Analytical Chemistry*, **Chin J Anal Chem, Rev.**, 41 (2013) 1762-1772.
- [69] D. R. Sikwal, R. S. Kalhapure, T. Govender, *An emerging class of amphiphilic dendrimers for pharmaceutical and biomedical applications: Janus amphiphilic dendrimers*, **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, 97 (2017) 113-134.
- [70] L. Fernandez, M. Herrero, B. Alonso, C. M. Casado, M. P. Garcia Armada, *Three-dimensional electrocatalytic surface based on an octasilsesquioxane dendrimer for sensing applications*, **Journal of Electroanalytical Chemistry**, 839 (2019) 16-24.
- [71] P. Kesharwani, H. Choudhury, J. G. Meher, M. Pandey, B. Gorain, *Dendrimer-entrapped gold nanoparticles as promising nanocarriers for anticancer therapeutics and imaging*, **Progress in Materials Science**, 103 (2019) 484-508.

- [72] N. Ono, H. Kawamura, M. Bougauchi, and K. Maruyama, *Porphyrin Synthesis From Nitrocompounds*, **Tetrahedron** Vol., 6 (1990) 7483-7496.
- [73] L. K. Blusch, *The Siamese-Twin Porphyrin and Its Copper and Nickel Complexes: A Non-Innocent Twist*, *Springer Theses*, Springer International Publishing Switzerland, 2013.
- [74] S. Hiroto, Y. Miyake, and H. Shinokubo, *Synthesis and Functionalization of Porphyrin through Organometallic Methodologies*, **Chem. Rev.**, 117 (2017) 2910-3043.
- [75] W. S. Li, and T. Aida, *Dendrimer Porphyrins and Phthalocyanines*, **Chem. Rev.** 109 (2009) 6047-6076.
- [76] X. H. Daia, W. H. Yangb, W. L. Yan, J. M. Hu, Y. R. Daic, J. M. Panb, Y. S. Yana, *Porphyrin-cored dendrimers consisting of novel siloxane-poly (amido amine) dendron-like arms: Synthesis, characterization, and photophysical properties*, *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 520 (2017) 222-230.
- [77] E. Aguilar-Ortíz, N. Levaray, M. Vonlanthen, E. G. Morales-Espinoza, Y. Rojas-Aguirre, X. X. Zhu, E. Rivera, *Synthesis and characterization of novel dendritic compounds bearing a porphyrin core and cholic acid units using "click chemistry"*, **Dyes and Pigments**, 132 (2016) 110-120.
- [78] Avudaiappan G., Anjaly Jacob K., Letcy V. Theresa, Shebitha A.M., Hiba K., Priya K. Sheno, Unnikrishnan V., Sreekumar K, *A novel dendritic polymer based turn-off fluorescence sensor for the selective detection of cyanide ion in aqueous medium*, **Reactive and Functional Polymers**, 137 (2019) 71-78.
- [79] M. S. Choi, T. Aida, T. Yamazaki, and I. Yamazaki, *A Large Dendritic Multiporphyrin Array as a Mimic of the Bacterial Light-Harvesting Antenna Complex: Molecular Design of an Efficient Energy Funnel for Visible Photons*, **Angew Chem Int Ed Engl.** 40 (2001) 3194-3198.
- [80] M. P. Militello, R. E. Hernández-Ramírez, I. V. Lijanová, C. M. Previtali, S. G. Bertolotti, E. M. Arbeloa, *Novel PAMAM dendrimers with porphyrin core as potential photosensitizers for PDT applications*, **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**, 353 (2018) 71-76.
- [81] N. Kobayashi, *Phthalocyanines*, **Current Opinion in Solid State and Science**, 4 (2009) 345-353.
- [82] N. B. McKeown, *Phthalocyanine-Containing Dendrimers*, **Adv. Mater.** 11 (1999) 67-69.
- [83] M. Brewis, M. Helliwell, N. B. McKeown, S. Reynolds and A. Shawcross, *Phthalocyanine-centred aryl ether dendrimers with oligo(ethyleneoxy) surface groups*, **Tetrahedron Letters**, 42 (2001) 813-816.
- [84] M. E. El-Khouly, E. S. Kang, C. S. Choi, Y. Aaraki, and O. Ito, *Silicon-Phthalocyanine Cored Fullerene Dendrimers: Synthesis and Prolonged Charge-*

Separated States with Dendrimer Generations, **Chem. Eur. J.**, 13 (2007) 2854-2863.

- [85] N. Nishiyama, Y. Nakagishi, Y. Morimoto, P. S. Lai, K. Miyazaki, K. Urano, S. Horie, M. Kumagai, S. Fukushima, Y. Cheng, W. D. Jang, M. Kikuchi, K. Kataoka, *Enhanced photodynamic cancer treatment by supramolecular nanocarriers charged with dendrimer phthalocyanine*, **Journal of Controlled Release**, 133 (2009) 245-251.
- [86] M. Sülü, A. Altında, Ö. Bekaroğlu, *Synthesis, characterization and electrical and CO₂ sensing properties of triazine containing three dendritic phthalocyanine*, **Synthetic Metals**, 155 (2005) 211-221.
- [87] J. Leclaire, Y. Coppel, Anne-Marie Caminade, and Jean-Pierre Majoral, *Nanometric Sponges Made of Water-Soluble Hydrophobic Dendrimers*, **J. Am. Chem. Soc.**, 126 (2004) 2304-2305.
- [88] E. Çetinörgü, A. Aygen, (Danışman: M. Sülü) 2209 TÜBİTAK-Lisans projesi, 2013.
- [89] D. Wöhrle, M. Eskes, K. Shigehara, A. Yamada, *A simple Synthesis of 4,5-Disubstituted 1,2-Dicyanobenzenes and 2,3,9,10,16,17,23,24-Octasubstituted Phthalocyanines*, **Synthesis**, 2 (1993) 194-196.
- [90] W. L. F. Armarego, C. L. L. Chai, *Purification of Laboratory Chemicals*, Butterworth/Heinemann, Tokyo, 2003.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Derya PERKTAŞ

Doğum Yeri ve Tarihi: Malatya / 20.01.1984

Adres: Kültür Mahallesi Pınar Sokak No:26 BOLU / Merkez

E-posta: deryaprks@gmail.com

Lisans: İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü

Mesleki Deneyim ve Ödüller: 2014 – 2015 yılları arasında özel bir firmada kalite kontrol sorumlusu ve kimyager olarak çalıştım. 2016 - 2017 yılları arasında bir firmanın sorumlu müdürlüğünü yaptım. 2018 – özel öğretim kurumunda kimya öğretmenliğine devam etmekteyim.