

**T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BAZI SİKLOALKOLLERLE HEKZAKLOROSİKLOTRİFOSFAZENİN  
REAKSİYONLARININ İNCELENMESİ**

**Ramazan TATSIZ**

**KİMYA ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA  
2007**

Yrd. Doç. Dr. Ali İhsan ÖZTÜRK danışmanlığında Ramazan TATSIZ'ın hazırladığı “Bazı sikloalkollerle heksaklorosiklotrifosfazenin reaksiyonlarının incelenmesi” konulu çalışma 07 / 12 /2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Kimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ali İhsan ÖZTÜRK

Üye : Prof. Dr. Mustafa ARSLAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Fatih ASLAN

**Bu Tezin Kimya Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüzün Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.**

**Prof. Dr. İbrahim BOLAT**  
Enstitü Müdürü

**Bu çalışma HÜBAK tarafından desteklenmiştir.**  
**Proje No: 681**

**Not:**Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Halkalı Fosfazenler.....	4
2.1.1. Halkalı fosfazenlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	5
2.1.2. Biyolojik özellikleri.....	7
2.2. Fosfazenlerin Reaksiyonları.....	9
2.2.1. Fosfazenlerin alkollerle reaksiyonu.....	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Kullanılan çözücüler ve kimyasal maddeler.....	12
3.1.2. Kullanılan cihazlar.....	12
3.2. Yöntem.....	13
3.2.1. Hekza(sikloheksoksi)siklotrifosfazenin sentezi.....	13
3.2.2. Hekza(3- Metil sikloheksoksi)siklotrifosfazenin sentezi.....	13
3.2.3. Hekza((4- Metil sikloheksoksi)siklotrifosfazenin sentezi.....	13
3.2.4. Hekza(siklopentoksi)siklotrifosfazenin sentezi.....	14
3.2.5. Hekza(siklopropilmetoksi)siklotrifosfazenin sentezi.....	14
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	15
4.1. Hekzaklorosiklotrifosfazen(I).....	15
4.2. Hekza(sikloheksoksi)siklotrifosfazenin sentezi.....	16
4.3. Hekza(3- Metil sikloheksoksi)siklotrifosfazenin sentezi.....	19
4.4. Hekza((4- Metil sikloheksoksi)siklotrifosfazenin sentezi.....	21
4.5. Hekza(siklopentoksi)siklotrifosfazenin sentezi.....	24
4.6. Hekza(siklopropilmetoksi)siklotrifosfazenin sentezi.....	27
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	31
KAYNAKLAR.....	33
ÖZGEÇMİŞ.....	35
ÖZET.....	36
SUMMARY.....	37

## ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

### BAZI SİKLOALKOLLERLE HEKZAKLOROSİKLOTRİFOSFAZENİN REAKSİYONLARININ İNCELENMESİ

Ramazan TATSIZ

Harran Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ali İhsan ÖZTÜRK  
Yıl: 2007, Sayfa: 37

Sikloheksanol, 3-Metil sikloheksanol, 4- Metil sikloheksanol, Siklopentanol ve Siklopropil metanol'ün oda sıcaklığında, argon atmosferinde ve THF ortamında Na ile alkolları oluşturuldu. Bu alkollarla ile heksaklorosiklotrifosfazen[(NPCl<sub>2</sub>)<sub>3</sub>](I) oda sıcaklığında, argon atmosferinde, THF ortamında reaksiyonlarından tam süstitüe hekza(sikloheksoksi)siklotrifosfazen(II), Hekza(3-metil sikloheksoksi)siklotrifosfazen (III) Hekza(4-metil sikloheksoksi) siklotrifosfazen (IV), Hekza(siklopentoksi)siklotrifosfazen(V) ve Hekza(siklopropilmetoksi)siklotrifosfazen(VI) bileşikleri sentezlendi. Bileşiklerin yapıları IR, (<sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, <sup>31</sup>P) NMR spektroskopisi yöntemi ile aydınlatıldı.

**ANAHTAR KELİMELER:** Fosfazenler, siklotrifosfazenler, organofosfazen, heksaklorosiklotrifosfazen.

## ABSTRACT

MSc Thesis

### INVESTIGATION OF THE REACTION OF HEXACHLOROCYCLOTRIPHOSPHAZENE WITH SOME CYCLOALCOHOLS

Ramazan TATSIZ

Harran University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Chemistry

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ali İhsan ÖZTÜRK  
Year: 2007, Page: 37

The alcoholats were carried out by the reactions of sodium with cyclohexyl alcohol, 3-methyl cyclohexyl alcohol, 4-methyl cyclohexyl alcohol, cyclopentyl alcohol and cyclopropyl emthyl alcohol in THF solvent at room temperature under argon atmosphere. The reactions of these alcoholats with hekzacholorocyclotriphosphazene were performed in THF solvent at room temperature. Fully substituted hexa(cyclohexyloxy)cyclotriphosphazene(II), hexa(3-methyl cyclohexyloxy)cyclotriphosphazene(III), hexa(4-methyl cyclohexyloxy)cyclotriphosphazene(IV), hexa(cyclopentyloxy)cyclotriphosphazene(V) and hexa(cyclopropylmethyloxy)cyclotriphosphazene (VI) in these reactions were isolated. The structures of the compounds were characterized by  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  and  $^{31}\text{P}$  NMR spectroscopy, infrared and elemental analysis.

**KEY WORDS:** Phosphazenes, cyclotriphosphazenes, organophosphazene,  
hexachlorocyclotriphosphazene

## TEŞEKKÜR

**Bu çalıőmayı bana yüksek lisans tez konusu olarak öneren ve çalıőmalarım esnasında her türlü desteğini grdğim sayın Yrd. Doç. Dr. Ali İhsan ÖZTÜRK Bey'e teőekkürlerimi sunarım. Ayrıca gerek deneysel konularda ve gerek teorik bilgi aşamasında yardımlarını esirgemeyen sayın Yrd. Doç. Dr. Fatih ASLAN Bey'e teşekkür ederim.**

**Bilgilerinden yararlandığım Kimya bölümü ęretim üyelerine de teşekkür ederim. Yüksek lisans öğrenimim boyunca bana maddi ve manevi desteğini hiç esirgemeyen değerli aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.**

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
Çizelge 2.1. Bazı halkalı fosfazenlerin erime ve kaynama sıcaklıkları.....	5
Çizelge 2.2. Azot ve Fosforun bazı özellikleri.....	7
Çizelge 4.1. II bileşiğinin IR, <sup>1</sup> H-NMR, <sup>13</sup> C-NMR, <sup>31</sup> P-NMR spektrum sonuçları.....	17
Çizelge 4.2. III bileşiğinin IR, <sup>1</sup> H-NMR, <sup>13</sup> C-NMR, <sup>31</sup> P-NMR spektrum sonuçları.....	20
Çizelge 4.3. IV bileşiğinin IR, <sup>1</sup> H-NMR, <sup>13</sup> C-NMR, <sup>31</sup> P-NMR spektrum sonuçları.....	23
Çizelge 4.4. V bileşiğinin IR, <sup>1</sup> H-NMR, <sup>13</sup> C-NMR, <sup>31</sup> P-NMR spektrum sonuçları.....	26
Çizelge 4.5. VI bileşiğinin IR, <sup>1</sup> H-NMR, <sup>13</sup> C-NMR, <sup>31</sup> P-NMR spektrum sonuçları.....	28
Çizelge 5.1. Bileşiklerin <sup>31</sup> P-NMR spektrum sonuçları.....	32

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Fosfazen bileşik gruplarının yapısı.....	1
Şekil 2.1. Bazı halkalı fosfazen bileşikler.....	4
Şekil 2.2. Halkalı fosfazen bileşikler.....	5
Şekil 2.3. Siklofosfazenlerin rezonans formülleri.....	6
Şekil 2.4. $N_3P_3X_nCl_{6-n}$ için yer değiştirme izomer bileşikler (X:giren grup).....	10
Şekil 2.5. Fosfazenlerin alkollerle reaksiyonu.....	11
Şekil 4.1. Hekzaklorosiklotrifosfazenin I açık yapısı.....	16
Şekil 4.2. I bileşiğinin IR spektrumu.....	15
Şekil 4.3. I bileşiğinin $^{31}P$ NMR spektrumu.....	16
Şekil 4.4. Elde edilen alkolat (II bileşiği için) ile I'in reaksiyon denklemi.....	16
Şekil 4.5. II bileşiğinin IR spektrumu.....	17
Şekil 4.6. II bileşiğinin $^1H$ NMR spektrumu.....	17
Şekil 4.7. II bileşiğinin $^{13}C$ NMR spektrumu.....	18
Şekil 4.8. II bileşiğinin $^{31}P$ NMR spektrumu.....	18
Şekil 4.9. Elde edilen alkolat (III bileşiği için) ile I'in reaksiyon denklemi.....	19
Şekil 4.10. III bileşiğinin IR spektrumu.....	19
Şekil 4.11. III bileşiğinin $^1H$ NMR spektrumu.....	20
Şekil 4.12. III bileşiğinin $^{13}C$ NMR spektrumu.....	21
Şekil 4.13. III bileşiğinin $^{31}P$ NMR spektrumu.....	21
Şekil 4.14. Elde edilen alkolat (IV bileşiği için) ile I'in reaksiyon denklemi.....	22
Şekil 4.15. IV bileşiğinin IR spektrumu.....	22
Şekil 4.16. IV bileşiğinin $^1H$ NMR spektrumu.....	23
Şekil 4.17. IV bileşiğinin $^{13}C$ NMR spektrumu.....	23
Şekil 4.18. IV bileşiğinin $^{31}P$ NMR spektrumu.....	24
Şekil 4.19. Elde edilen alkolat (V bileşiği için) ile I'in reaksiyon denklemi.....	25
Şekil 4.20. V bileşiğinin IR spektrumu.....	25
Şekil 4.21. V bileşiğinin $^1H$ NMR spektrumu.....	26
Şekil 4.22. V bileşiğinin $^{13}C$ NMR spektrumu.....	26
Şekil 4.23. V bileşiğinin $^{31}P$ NMR spektrumu.....	27
Şekil 4.24. Elde edilen alkolat (VI bileşiği için) ile I'in reaksiyon denklemi.....	28
Şekil 4.25. VI bileşiğinin IR spektrumu.....	28
Şekil 4.26. VI bileşiğinin $^1H$ NMR spektrumu.....	29
Şekil 4.27. VI bileşiğinin $^{13}C$ NMR spektrumu.....	29
Şekil 4.28. VI bileşiğinin $^{31}P$ NMR spektrumu.....	30

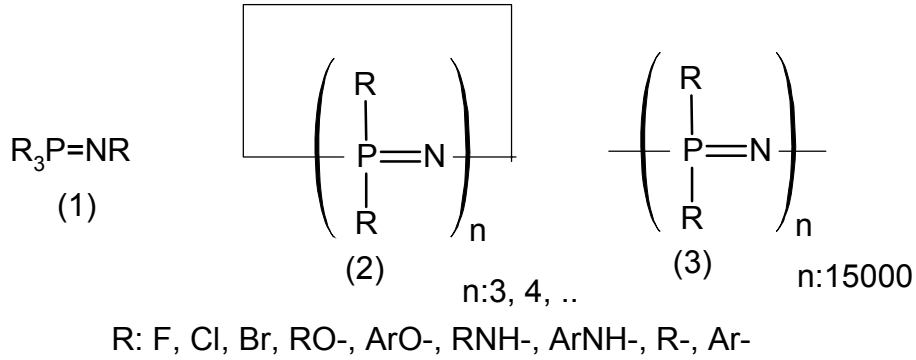


## SİMGELER DİZİNİ

g	Gram
Hz	Hertz
NMR	Nükleer Magnetik Rezonans
IR	İnfrared
<i>J</i>	Etkileşme Sabiti
mL	Mililitre

## GİRİŞ

Anorganik ve organik kimya arasında yer alan fosfazenler aynı grup (VA) azot ve fosfor atomlarının oluşturduğu  $(R)_3P=NR$  (R: halojen, alkoksi, amino, alkil ve aril) yapısındaki bileşiklere denir (Allcock, 1972). Fosfazenlerin lineer(1), halkalı(2) ve poli(3) olmak üzere üç farklı bileşik grubu vardır(Şekil 1). Lineer fosfazenlerde üç fosfor atomuna üç yan grup bağlanırken halkalı ve poli fosfazenlerde her fosfor atomuna iki yan grup bağlanmaktadır. Bu yan gruplar halojenler, çok çeşitli organik veya organometalik bileşikler olabilmektedir (Allen, 1994).



Şekil 1.1. Fosfazen bileşik gruplarının yapısı

Üç tür fosfazende  $[-N=PR_2-]$ 'nin tekrarlanma sayısı farklıdır. Lineer olanlarda tekrarlayan birim sayısı bir ile altı arasında olduğu yapılar bilinmektedir. Halkalı yapılarda ise bu sayı 40 kadar olan fosfazenelerin oluşabileceği belirtilmiştir (Allen, 1994). Fakat üzerinde en fazla çalışma yapılan üç ve dört halkalı trimer ve tetramer yapılardır. Tekrarlayan birimin 15000 olduğu bileşikler polifosfazenlerdir. Lineer fosfazenler açık ortamda hemen bozunan ve en az çalışma yapılan bileşik türüdür. Sentezi, izolasyonu ve çalışması genellikle zor olan bileşiklerdir. Fakat az da olsa çalışma yapılmıştır (Aslan ve ark., 2003; Ozturk ve ark., 2003). En çok bilinen ve ticari olarak mevcut halkalı trimer  $[(NPCI_2)_3]$  ve tetramer  $[(NPCI_2)_4]$  fosfazenler organik çözücülerde çözünebilir ve açık havada bozunmayan beyaz kristal

katılardır. Polifosfazenler atmosferik oksijen ve neme karşı kararlı, elastomerik ve termoplastik yapılardır (Allcock, 1972).

Fosfazen kimyasına giriş, Liebnig ve Wöhler  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ile  $\text{PCl}_5$  arasındaki reaksiyonda yapısını aydınlatamadıkları ve az miktarda ürün elde ettikleri yıl olan 1834'te başlamaktadır. 1864'te Gladstone ve Holmes bileşiğin formülünün  $(\text{NPCl}_3)_2$  olduğunu, 1895 yılında da Stokes halkalı yapı olduğunu bulmuştur. Bu yıllardan günümüze kadar fosfazen kimyası üzerinde detaylı olarak araştırmalar yapılmıştır. Tarihsel olarak, fosfazen kimyasındaki gelişmeler üç döneme ayrılır (Allcock ve ark., 1987). 1800 den 1940 kadar olan ilk dönemde, halofosfazenlerin sentezi ve hidroliz reaksiyonları geliştirilmiştir. 1950 de başlayan ve 1970 li yılların öncesine kadar devam eden ikinci dönemde, halkalı fosfazenlerin organik gruplarla reaksiyonları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaların çoğu  $(\text{NPCl}_2)_3$  ve  $(\text{NPCl}_2)_4$  gibi klorosiklofosfazenlerin basit alkoksitler, ariloksitler, primer veya sekonder aminler gibi organik bileşiklerle nükleofilik yer değiştirme reaksiyonları etrafında olmuştur. Üçüncü dönem olan 1970 ten bugüne kadar ki zamanda, NMR spektroskopisi ve X-ışını difraksiyonu ile fosfazenlerin yapısı detaylı olarak incelemesi, yüksek molekül ağırlıklı polimer kimyasının gelişimi ve fosfazenlerin organometalik kimyasının incelemesi yapıldığı dönemdir. Özellikle son yıllarda kullanım alanına uygun polifosfazen sentezi üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Tıpta, yanmayı geciktiren veya önleyen malzeme yapımında ve mikrolitografi gibi geniş uygulama alanları olan polifosfazenler üzerine çalışmaların odaklanmasına neden olmaktadır. Çünkü polifosfazenler; katı halde modern teknolojiye yaygın kullanılan fiberler, filmler, camlar ve elastomerler oluşturur, makromoleküler biyomedikal maddeler, kemoterapetik ajanlar, enzimler veya geçiş metal katalizörlerin immobilizasyon taşıyıcıları olarak, katı elektrotlar ve elektronik kondüktör olarak işlev yapabilmektedir (Allcock ve ark., 1987).

Yan grupta halojenlerin (F, Cl, Br) olduğu halofosfazenlerin fosfor halojen bağı aktif olduğundan organik gruplarla nükleofilik yer değiştirme reaksiyonlarıyla ( $\text{S}_{\text{N}}1$  veya  $\text{S}_{\text{N}}2$ ) organofosfazenler sentezlenmektedir. Alkoller, fenoller, aminler (primer veya sekonder), tiyoller, organometalikler, karboksilikasitler ve amidler gibi

organik gruplarla fosfazenlerin reaksiyonları incelenmiştir. Bu reaksiyonlardan en fazla çalışma yapılan organik gruplar alkoller, fenoller ve aminlerdir. Karboksilik asitlerle ve amidlerle reaksiyonlarda istenilen süstitüe fosfazen bileşikler elde edilememiştir. Bu reaksiyonlarda sentezlenen organofosfazenler poliorganofosfazen sentezi için birer monomerdirler.

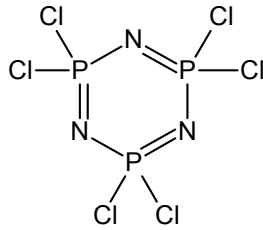
Bu çalışmanın amacı, bazı sikloalkollerle heksaklorosiklotrifosfazenin reaksiyonlarının incelemektir. Çalışmalarımız sonucunda Hekza (sikloheksoksi) siklotrifosfazen  $[N_3P_3(C_{10}CHO)_6]$  (II) Hekza (3-metil sikloheksoksi) siklotrifosfazen  $[N_3P_3(C_6H_{12}CHO)_6]$  (III) Hekza (4-metil sikloheksoksi) siklotrifosfazen  $[N_3P_3(C_6H_{12}CHO)_6]$  (IV) Hekza(siklopentoksi)siklotrifosfazen  $[N_3P_3(C_4H_8CHO)_6]$  (V) Hekza (siklopropilmetoksi) siklotrifosfazen  $[N_3P_3(C_3H_5CH_2O)_6]$  (VI) bileşikleri elde edildi.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

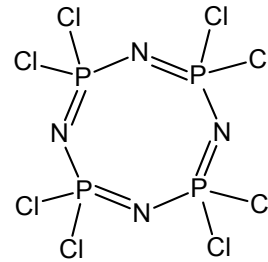
### 2.1. Halkalı Fosfazener

Anorganik halkalı sistemlerden biri olan halkalı fosfazener  $(NPX_2)_n$  genel kapalı formülü ile gösterilir ve  $(X)_3P=N-$  yapısındaki fosfor azot bileşiklerine verilen addır. Formüldeki X halojenler, alkoksi, amino, alkil, aril ve tiyol gibi gruplar olabilir. n ise halkada tekrar eden P=N sayısını göstermektedir. Bu sayı 2 ile 40 arasında olabilmektedir.

Bu bileşikler için fosfazen, fosfonitrilik ve azafosfirin adlandırma sistemleri kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan fosfazen sistemi olmasına rağmen IUPAC adlandırma sisteminde azafosforin adlandırması kullanılmaktadır. Adlandırmalarda halkadaki fosfazen sayısı tri-, tetra-, penta-, ön ekleriyle belirtilir. Fosfora bağlı grupların yerlerinin belirlenmesinde kullanılan halka numaralandırması azot atomundan başlar. Geometrik izomerler ise adlandırmanın başında yer alır. Halkalı fosfazenerlere ait örnek bileşikler ve adları aşağıda verilmiştir (Allcock, 1972).

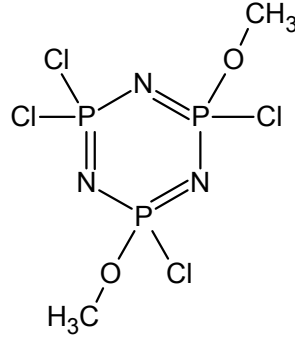


2,2,4,4,6,6,-heksaklorosiklotrifosfazen



2,2,4,4,6,6,8,8-oktaklorosiklotetrafosfazen

Şekil 2.1. Bazı halkalı fosfazen bileşikleri



cis-(trans)-2,4-dimetoksi-2,4,6,6,-tetraklorosiklo  
trifosfazen

Şekil 2.2. Halkalı fosfazen bileşikler

### 2.1.1. Halkalı fosfazenlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Halkalı halofosfazenler genel olarak açık havada beyaz katı ve kararlı bileşiklerdir (Emsley ve Hall, 1976). Alkoks, amino ve alkil gibi organik grup bağlı bileşiklerine organofosfazen genel adı verilir. Fosfazenler organik çözücülerde çözünmektedir. Aşağıdaki çizelgede bazı halkalı fosfazenlerin erime ve kaynama noktaları verilmiştir.

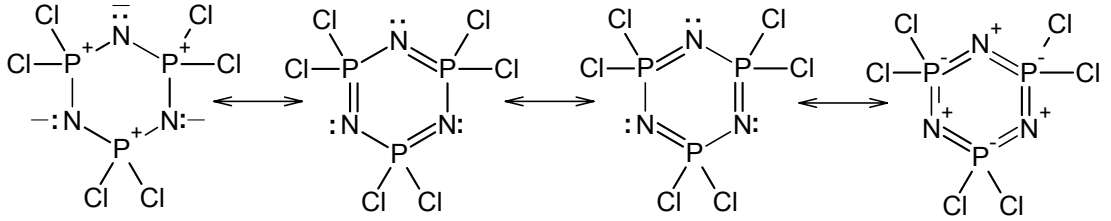
Çizelge 2.1. Bazı halkalı fosfazenlerin erime ve kaynama sıcaklıkları (°C)

Halkalı fosfazen	Erime noktası(°C)	Kaynama noktası (°C)
(NPCl <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	113	256
(NPCl <sub>2</sub> ) <sub>4</sub>	123.5	328
(NPF <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	28	50
(NPF <sub>2</sub> ) <sub>4</sub>	30.4	89.7
(NP(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	235	-
(NP(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> ) <sub>4</sub>	319.5	-
(NP(C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> O) <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	-	170

Halkalı fosfazenlerin farklı halka büyüklüğü ve konformasyona sahip bileşikleri bulunmaktadır. En yaygın türü ticari olarak bulunan trimer(n=3) ve tetramerdir (n=4). Pentamer de kolay elde edilir. (NPF<sub>2</sub>)<sub>n</sub> serileri n=17 ye kadar

kromotogarik olarak ayrılmış ve daha yüksek halkalar ( $n=40$ ) oluştuğuna da inanılmaktadır. Trimer yapıda fosfor-azot mesafesinin 157 pm aralığında olduğu düzlemsel yapıdadır. Elektronegatif substitüentlerin artmasıyla bağ uzunluğu da az miktarda azaldığı görülmüştür. Örneğin  $(\text{NPF}_2)_3$ 'te P-N bağ uzunluğu 157 pm,  $(\text{NP}(\text{CH}_3)_2)_3$  de ise aynı bağ 160 pm dir (Allen, 1994).

Hemen hemen bütün fosfazenlerdeki fosfor atomu kendine bağlı olan gruplarla yaklaşık tetrahedral geometrik yapı oluşturmaktadır. Fosfor beş bağ yaparak valans elektronlarının tamamını, azot ise üç bağ ve bir çift bağ yapmamış elektronu vardır. Fosfor ile azot atomları arasında bir  $\sigma$  bağı ve bir  $\pi$  bulunmaktadır.  $\pi$  bağı oluşumunda azotun  $p_z$  orbitali ile fosforun d orbitali kullanılır.  $\pi$  bağı için en uygun d orbitalleri  $d_{xz}$  ve  $d_{x^2-y^2}$  dir. P ile N arasındaki  $\pi$  bağında  $d_{x^2-y^2}$  halka dışı  $\pi$  bağında  $d_{xz}$  orbitali kullanılır. Fosfazen halkası benzene benzemekte ve elektron hareketiyle meydana gelen rezonans formülleri aşağıdaki gibidir (Allen, 1994).



Şekil 2.3. Siklofosfazenlerin rezonans formülleri

$(\text{NPF}_2)_3$ ,  $(\text{NPCL}_2)_3$ ,  $(\text{NPBr}_2)_3$  bileşikleri bilinen halofosfazenlerden bazılarıdır. Bu bileşiklerde fosfor-halojen arasındaki bağı kuvvetine bağlı olarak yer değiştirme reaksiyon hızları  $(\text{NPF}_2)_3 < (\text{NPCL}_2)_3 < (\text{NPBr}_2)_3$  sırasına göre artmaktadır (Allcock, 1972). Fosfazenler azot üzerindeki bağ yapmayan bir çift elektron bulundurduklarından zayıf bazik özellik göstermektedirler. Bazlığın gücü yan gruplara bağlı olarak değişiklik gösterir. Elektron çekici grupların bağlı olduğu fosfazenler, elektron salıcı grupların bağlı olduğu fosfazenlere göre daha az baziktir (Allcock, 1972).

Fosfazen bileşiklerinin özelliklerini etkileyen önemli faktörlerden birisi fosfor ve azot atomlarının özellikleridir. Bunlar Tablo 2.2.'de verilmiştir.

Cizelge 2.2. Azot ve Fosforun bazı özellikleri

Özellikler	Azot	Fosfor
Simgesi	N	P
Atom Numarası	7	15
Atom Ağırlığı	14.01	30.97
Elektron Dizilişi	(He) 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>	(Ne) 3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>
Erime Noktası (°C)	-210	44.2
Kaynama Noktası (°C)	-196	280
Yükseltgenme Basamağı	+3,-3,+5,+4,+2	+3,-3,+5,+4
Koalent Yarıçapı (Å <sup>o</sup> )	0.75	1.06
Atom Yarıçapı (Åo)	0.92	1.28
Birinci İyonlaşma Enerjisi (Kcal/mol)	336	254
İkinci İyonlaşma Enerjisi (Kcal/mol)	684	455
Elektronegatifliği	3.0	2.1
Elektrik İletkenliği (μ ohm) <sup>-1</sup>	-	10 <sup>-17</sup>

Her ikisi de VA grubu elementi olan P ve N'un elektronegatiflikleri karşılaştırıldığında N, P'a göre daha elektronegatifdir. Bu özellik de bileşiklerin elektronik yapıları ve fosfazenlerin süstitüsyon reaksiyonlarının karakterini belirlemede dikkate alınır.

### 2.1.2. Biyolojik özellikleri

Fosfor, bütün canlı sistemlerde hayati bir rol oynar ve fosfat esterleri ve di esterleri canlılarda temel fonksiyonları gerçekleştirirler. Fosfor bileşikleri fotosentez, metabolizma, sinir fonksiyonu ve kas hareketleri gibi enerji transfer işlemlerinde, DNA yoluyla kalıtımda, kemikleri ve dişlerin oluşumunda görev almaktadır. Fosfor-karbon ve fosfor-azotlu türevleri oldukça az sayıdadır ve bunlar nadiren buldukları için önemlidir. Bilinen ilk fosfor-karbon bileşiği, bir protozadan izole edilen 2-aminoetilen fosforik asittir, NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>P(O)(OH)<sub>2</sub> ve bu tabii olarak bulunan P-C bileşiğinin en iyi örneğidir. Fosfokriatin temel bir F-N bileşiğidir ve bu bağ, fosfatın depolanarak kullanılmasını sağlayan iyi bir sebep olabilir.



Bu türev, acil olarak yeniden oluşum için bütün canlı sistemlerde kullanılan ATP yapısında yer alan bir bileşiktir.

Biyofosfor kimyasına girmeden önce fosforun bazı terimlerini bilmemize ihtiyaç vardır. Fosfor esterlerinin mevcut olmak zorunda olduğu ortamlarda pH'ın yaklaşık 7.3'ten daha büyük olması gerektiği halde, vücut içerisindeki fosfor kısmının gerçek durumu bölgesel pH'a bağlı olacaktır. Böyle olmasına karşın çok miktardaki protonlanmış oksijen atomlarının oluşturacağı problemlerden kaçınmak için genellikle bütün bileşiklerin tamamıyla protonlanması veya protonların kaldırılması yönünde bir uygulama yapılır. pH'ın 7 olduğu bir ortamda ATP, hala zincirin fosfat oksijeni ucuna iyonize olmuş bir proton bağlama eğilimine sahiptir. Fosfatın orta fosfat döngüsü durumunda veya biyokimyacı deyimiyle inorganik fosfat durumuna geçmesi ( $PO_4^{3-}$ )'ni gösterir. Bu tür, muhtemelen bu şartlar altında mevcut olmayabilir. Fakat uyumlu olduğu için kullanılır.

Besin zincirinin en tabanındaki canlılar, fosforu topraktan veya sudan inorganik fosfat olarak absorbe ederler ve bunu esterlere dönüştürürler. Fosfat grubu aktifliğe ihtiyaç duyar ve bu ATP oluşumunda anhidrid bağının oluşmasıyla sağlanabilir. Fosforilasyon böyle ara ürünlerin ortaya çıkmasıyla başarılabilir. DNA'nın biyosentezi aynı yolla yapılır.

Nükleik asitlerin en önemli birimi bir organik bazın şekere bağlanması onun da fosfat grubuna bağlanmasıyla oluşan nükleotiddir. Baz + şeker kısmı nükleozid olarak bilinir ve ismini bazdan alır. Genel baz çiftleri purin türevleri olarak adenozin ve guanin, pirimidin türevleri olarak da sitosin, urasil ve timindir. Bu iki tipin şeker birimleri RNA için riboz ve DNA için deoksiribozdur. ATP molekülleri nükleotid kimyasının yapısında çok önemli görülebilir. Adenozin monofosfat AMP ATP'yi oluşturmak üzere bir fosfat birimine bağlanır. RNA ve DNA'nın sentezinde öncüller olarak yer alırlar ve ATP ile reaksiyona girerek trifosfatlara dönüştürülen nükleotidler için gereklidir.

Fosfazener de biyolojik aktif maddelerdir. Alkoksifosfazenerin antibakteriyel ve antifungal etkileri incelendiği bir çalışmada, bileşikler sekiz bakteri

ve iki maya türü üzerinde 100, 300, 600, 1000 ve 1500  $\mu\text{g}$ 'lık konsantrasyonlar halinde disklere emdirilerek, diskdiffüzyon metoduna göre 30°C'de 18-20 saat süreyle inkube edildikten sonra oluşan inhibisyon zonları mm olarak ölçülmüştür.

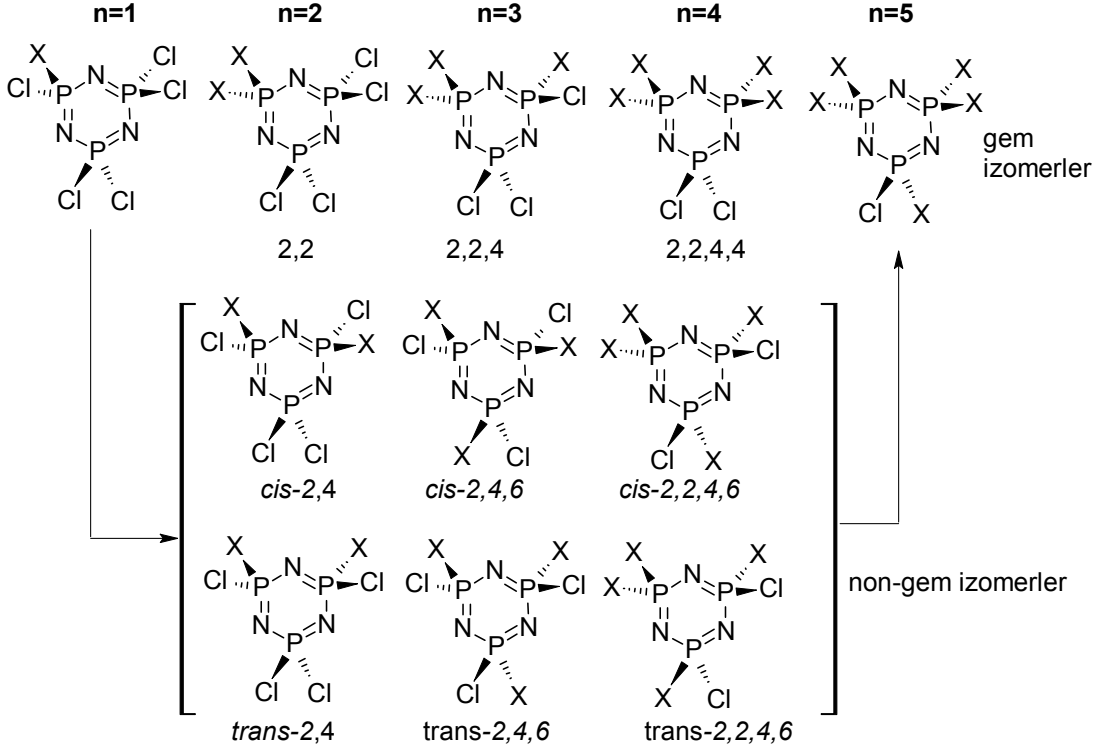
Sonuçta klorlu fosfazen bileşiği,  $\text{Cl}_3\text{P}=\text{N}-\text{P}(\text{O})\text{Cl}_2$ , bütün konsantrasyonlarda bakteri ve maya hücreleri üzerinde etkili olduğu halde, izopropiloksietoksi fosfazen,  $(\text{C}_5\text{H}_{11}\text{O}_2)_3\text{P}=\text{N}-\text{P}(\text{O})(\text{C}_5\text{H}_{11}\text{O}_2)_2$  1000-1500  $\mu\text{g}$ 'lık konsantrasyonlarda bakteri ve maya hücreleri üzerinde etkili olmadığı, tetrahidrofurfuriloksi fosfazenin 1500  $\mu\text{g}$ 'lık konsantrasyonlarda maya ve bakteri hücreleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Benzil alkolün süstitüsü ile sentezlenen penta süstitüe benziloksi fosfazen bileşiği bütün konsantrasyonlarda bakteri ve maya hücreleri üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Klorlu fosfazen bileşiği ile benziloksifosfazenin konsantrasyonu arttıkça etkisinin arttığı, 1000 ve 1500  $\mu\text{g}$ 'larda maksimum etkiye ulaştığı belirlenmiştir ( $P<0.001$ )(Öztürk ve ark., 1998; Öztürk ve ark., 2000; Konar ve ark., 2000).

Yapılan bir diğer çalışmada, tetraaziridinil –PNP-lariat eterin antitümör aktiviteleri ve AIDSle bağlantılı limfomanın invitro ortamda araştırması gerçekleştirilmiş ve dikkate değer ölçüde sitostatikaktiviteye sahip olduğu bulunmuştur (Brandt ve ark., 2001).

## 2.2. Fosfazenlerin Reaksiyonları

Hekzaklorosiklotrifosfazen kolay hazırlandığı için yer değiştirme reaksiyonları diğer halofosfazenlere göre daha fazla çalışılmıştır. Klor atomlarının tamamı veya bir kısmı organik gruplarla yer değiştirir. Kısmen yer değiştirmeler sonunda *geminal(gem)* ve *non-geminal(non-gem)* izomer ürünler oluşur. Geminal izomer süstitüentler aynı fosfora bağlı olduğunda, non-geminal izomer ise süstitüentler farklı fosfora bağlı olması durumunda meydana gelir.  $\text{N}_3\text{P}_3\text{X}_n\text{Cl}_{6-n}$  genel formundaki bileşik için süstitüentlerin bağlanma konumları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Allen, 1994).

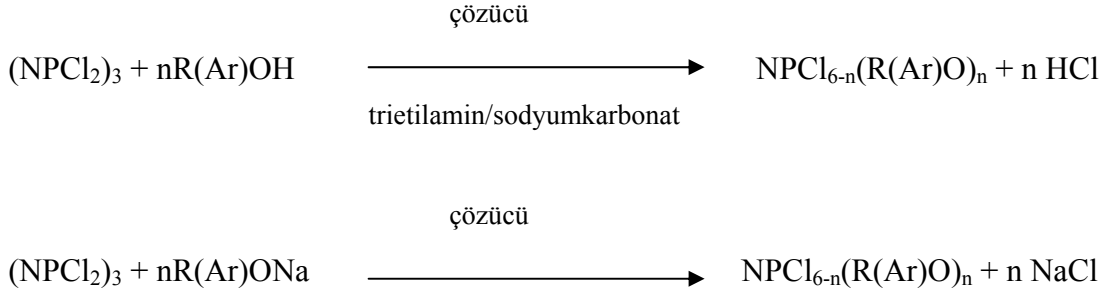


Şekil 2.4.  $N_3P_3X_nCl_{6-n}$  için yer değiştirmede izomer bileşikler (X:giren grup)

Halojen atomu alkol, fenol, primer veya sekonder amin ve organometalik bileşikler gibi bir çok organik nükleofillerle yer değiştirir. Dolayısıyla çok sayıda organofosfazen sentezlenir. Bütün bu reaksiyonlar süstitüentlere bağlı olarak  $S_N1$  ve  $S_N2$  reaksiyon mekanizmaları üzerinden gerçekleşir.

### 2.2.1. Fosfazenlerin alkollerle reaksiyonu

Alkoksii veya ariloksii fosfazen elde etmenin en iyi yolu fosfazenin alkol veya aromatik hidroksi bileşiklerle reaksiyonudur. Bu reaksiyonlarda alkoller direkt kullanıldığı gibi alkolatları da kullanılır. Alkoller doğrudan kullanıldığında ortamda açığa çıkan asidi tutmak üzere baz kullanılır (Allcock, 1972). Reaksiyonlar çözücü ortamında gerçekleştirilir. Yavaş yürüyen reaksiyonlar sonunda kararlı katı veya sıvı alkoksii veya ariloksii fosfazen üretilir. Genel reaksiyon akışı aşağıdaki denklemlerle gösterilir.



Şekil 2.5. Fosfazenlerin alkollerle reaksiyonu

Bugüne kadar alkoksi ve ariloksi fosfazenlerin sentezi için çok sayıda çalışma yapılmıştır. Fosfazene bağlanan  $\text{CH}_3\text{O}-$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}-$ ,  $\text{C}_4\text{H}_9\text{O}-$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{O}-$ ,  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{O}-$ ,  $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{O}-$ ,  $\text{CpFeC}_5\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ , siklopentoksi-, siklohegzoksi (Öztürk ve ark., 2003) gibi alkoksi gruplardan bazılarıdır. Ariloksi substitüe fosfazenler de detaylı olarak çalışılmıştır.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}-$ , *m*- $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{O}-$ , *p*- $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}-$  (Cil ve ark., 2003), 4-pridilmetoksi (Itaya ve Inoue, 2002) 4-fenilazofenoksi (Menek vd., 1998), *p*- $\text{FC}_6\text{H}_4\text{O}-$ , *p*- $\text{BrC}_6\text{H}_4\text{O}-$ , *p*- $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}-$  (Allcock ve ark., 1994),  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_6\text{H}_5\text{O}-$  (Allcock ve ark., 1991) gibi ariloksi bağlı fosfazenler sentezlenmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Kullanılan çözücüler ve kimyasal maddeler

Sentezlenen bileşiklerin saflaştırılmasında kullanılan aseton, n-hekzan ve diklorometan çözücülerini adi destilasyon işlemi ile saflaştırılmıştır. Reaksiyon ortamında çözücü olarak kullanılan tetrahidrofuran (THF) (Merck) argon atmosferinde sodyum-benzofenon karışımında destillenmiştir.

Reaksiyonlarda kullanılan reaktiflere heksaklorosiklotrifosfazen $[(\text{NPCl}_2)_3]$ , sikloheksilalkol, 3-metil sikloheksilalkol, 4-metil sikloheksilalkol, siklopentilalkol ve siklopropilmetilalkol alkolleri hazır olarak alınmıştır (Aldrich). Ürünlerin saflaştırılma aşamasında ince tabaka olarak Silica gel F<sub>254</sub> (Merck) ve kolon kromatografisi dolgu maddesi olarak Silica gel 60 (0.063-0.200 mm) kullanılmıştır.

##### 3.1.2. Kullanılan cihazlar

Bileşiklerin yapılarının aydınlatılabilmesi için IR ve NMR tekniğinden yararlanılmıştır. <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C ve <sup>31</sup>P spektrumları BRUKER DPX-400, 400 MHz High Performance Digital FT-NMR cihazıyla (TÜBİTAK Ankara EAL da), IR spektrumları Perkin Elmer FT-IR spektrometresiyle (Harran Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünde), yapılmıştır.

Bileşiklerin IR spektrumları KBr tekniği uygulanarak alınmıştır. <sup>1</sup>H ve <sup>13</sup>C-NMR spektrumları CDCl<sub>3</sub> çözücüsünde ve tetrametilsilan iç standart maddesi kullanılarak alınmıştır. <sup>31</sup>P-NMR spektrumlarının alımında % 85'lik H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dış standart maddesi kullanılmıştır.

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Hekza(sikloheksoksi)siklotrifosfazen'in sentezi

Havası ve nemi uzaklaştırılmış argon gazı ile doldurulan 250 ml.'lik deney balonuna, 30 ml THF deki metalik Na üzerine 10 ml THF içinde çözülmüş sikloheksanol (0.92 ml, 10.32 mmol) yavaş yavaş soğukta ilave edildi. Reaksiyon gaz çıkışı bitinceye kadar devam ettirildi. Metalik Na metali bitene kadar reaksiyon devam ettirildi. Karışım üzerine 10 ml THF de çözülen  $N_3P_3Cl_6$  (0.5 g., 1.44 mmol) damla damla ilave edildi. Reaksiyon 2 gün oda sıcaklığında devam ettirildi. Bu süre sonunda çözücü düşük basınçta dönerli buharlaştırıcıyla uzaklaştırıldı. Ürün karışımının ayrılabilmesi için ince tabaka kromatografisinde ayırma çözücüsü belirlendikten sonra kolon kromatografisi ile  $CH_2Cl_2$  / n-hekzan (1/1) çözücü karışımından saflaştırıldı. Çözücü uzaklaştırıldığında yağimsı bir madde elde edildi.

#### 3.2.2. Hekza(3-metil sikloheksoksi)siklotrifosfazen'in sentezi

Havası ve nemi uzaklaştırılmış argon gazı ile doldurulan 250 ml.'lik deney balonuna, 30 ml THF deki metalik Na üzerine 10 ml THF içinde çözülmüş 3-metil sikloheksanol (1.078 ml, 10.32 mmol) yavaş yavaş soğukta ilave edildi. Reaksiyon gaz çıkışı bitinceye kadar devam ettirildi. Metalik Na metali bitene kadar reaksiyon devam ettirildi. Karışım üzerine 10 ml THF de çözülen  $N_3P_3Cl_6$  (0.5 g., 1.44 mmol) damla damla ilave edildi. Reaksiyon 2 gün oda sıcaklığında devam ettirildi. Bu süre sonunda çözücü düşük basınçta dönerli buharlaştırıcıyla uzaklaştırıldı. Ürün karışımının ayrılabilmesi için ince tabaka kromatografisinde ayırma çözücüsü belirlendikten sonra kolon kromatografisi ile  $CH_2Cl_2$  / n-hekzan (1/1) çözücü karışımından saflaştırıldı. Çözücü uzaklaştırıldığında yağimsı bir madde elde edildi.

#### 3.2.3. Hekza(4-metil sikloheksoksi)siklotrifosfazen'in sentezi

Havası ve nemi uzaklaştırılmış argon gazı ile doldurulan 250 ml.'lik deney balonuna, 30 ml THF deki metalik Na üzerine 10 ml THF içinde çözülmüş 4-metil sikloheksanol (1.078 ml, 10.32 mmol) yavaş yavaş soğukta ilave edildi. Reaksiyon

gaz çıkışı bitinceye kadar devam ettirildi. Metalik Na metali bitene kadar reaksiyon devam ettirildi. Karışım üzerine 10 ml THF de çözülen  $N_3P_3Cl_6$  (0.5 g., 1.44 mmol) damla damla ilave edildi. Reaksiyon 2 gün oda sıcaklığında devam ettirildi. Bu süre sonunda çözücü düşük basınçta dönerli buharlaştırıcıyla uzaklaştırıldı. Ürün karışımının ayrılabilmesi için ince tabaka kromatografisinde ayırma çözücüsü belirlendikten sonra kolon kromatografisi ile  $CH_2Cl_2$  / n-hekzan (1/1) çözücü karışımından saflaştırıldı. Çözücü uzaklaştırıldığında yağimsı bir madde elde edildi.

#### 3.2.4. Hekza(siklopentoksi)siklotrifosfazen'in sentezi

Havası ve nemi uzaklaştırılmış argon gazı ile doldurulan 250 ml.'lik deney balonuna, 30 ml THF deki metalik Na üzerine 10 ml THF içinde çözülmüş siklopentanol (1.078 ml, 10.32 mmol) yavaş yavaş soğukta ilave edildi. Reaksiyon gaz çıkışı bitinceye kadar devam ettirildi. Metalik Na metali bitene kadar reaksiyon devam ettirildi. Karışım üzerine 10 ml THF de çözülen  $N_3P_3Cl_6$  (0.5 g., 1.44 mmol) damla damla ilave edildi. Reaksiyon 2 gün oda sıcaklığında devam ettirildi. Bu süre sonunda çözücü düşük basınçta dönerli buharlaştırıcıyla uzaklaştırıldı. Ürün karışımının ayrılabilmesi için ince tabaka kromatografisinde ayırma çözücüsü belirlendikten sonra kolon kromatografisi ile  $CH_2Cl_2$  / n-hekzan (1/1) çözücü karışımından saflaştırıldı. Çözücü uzaklaştırıldığında yağimsı bir madde elde edildi.

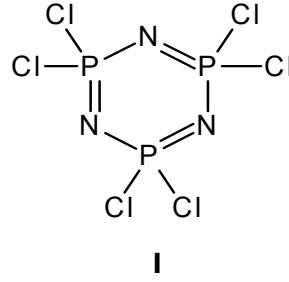
#### 3.2.5. Hekza(siklopropilmetoksi)siklotrifosfazen'in sentezi

Havası ve nemi uzaklaştırılmış argon gazı ile doldurulan 250 ml.'lik deney balonuna, 30 ml THF deki metalik Na üzerine 10 ml THF içinde çözülmüş siklopropilmetanol (1.078 ml, 10.32 mmol) yavaş yavaş soğukta ilave edildi. Reaksiyon gaz çıkışı bitinceye kadar devam ettirildi. Metalik Na metali bitene kadar reaksiyon devam ettirildi. Karışım üzerine 10 ml THF de çözülen  $N_3P_3Cl_6$  (0.5 g., 1.44 mmol) damla damla ilave edildi. Reaksiyon 2 gün oda sıcaklığında devam ettirildi. Bu süre sonunda çözücü düşük basınçta dönerli buharlaştırıcıyla uzaklaştırıldı. Ürün karışımının ayrılabilmesi için ince tabaka kromatografisinde ayırma çözücüsü belirlendikten sonra kolon kromatografisi ile  $CH_2Cl_2$  / n-hekzan (1/1) çözücü karışımından saflaştırıldı. Çözücü uzaklaştırıldığında yağimsı bir madde elde edildi.

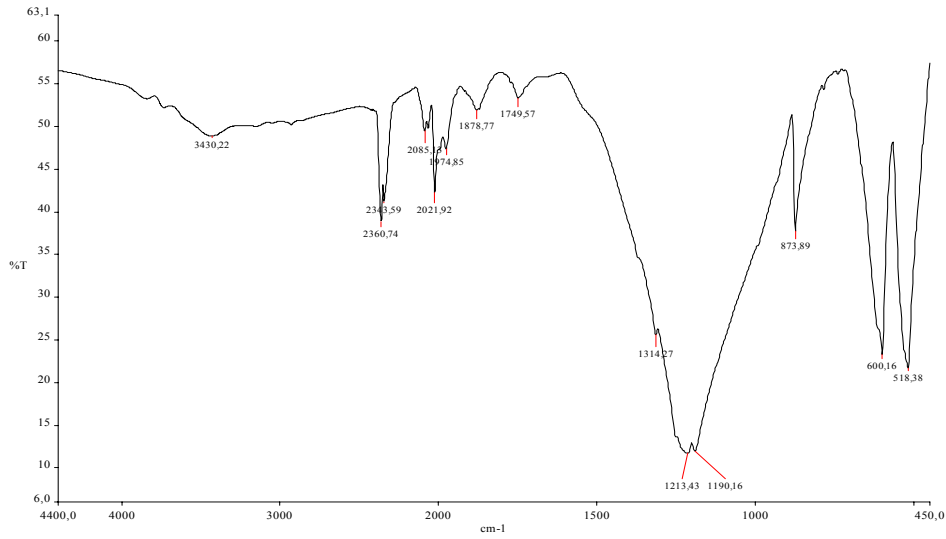
## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Hekzaklorosiklotrifosfazen(I)

Reaksiyonu incelenen  $(\text{NPCl}_2)_3$  (**I**)  $113\text{ }^\circ\text{C}$ 'de eriyen, beyaz, katı bir bileşiktir. Hazır olarak alınan **I**'in IR ve  $^{31}\text{P}$ -NMR spektrumları Şekil 4.2 ve 4.3'de verilmiştir.



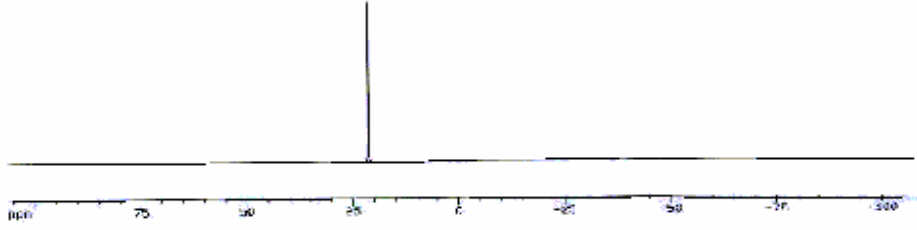
Şekil 4.1. Hekzaklorosiklotrifosfazenin (**I**) açık yapısı



Şekil 4.2. **I** bileşiğinin IR spektrumu

**I** bileşiğinin IR spektrumunda,  $1213$  ve  $1190\text{ cm}^{-1}$ 'de  $\text{P}=\text{N}$ ,  $873\text{ cm}^{-1}$ 'de  $\text{P}-\text{N}-\text{P}$ ,  $600$  ve  $518\text{ cm}^{-1}$ 'de  $\text{P}-\text{Cl}$  bağlarına ait karakteristik pikler görülmektedir.

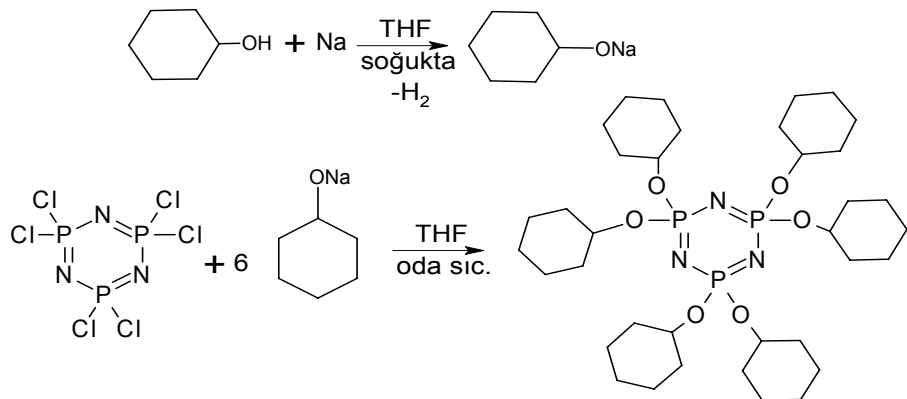


Şekil 4.3. I bileşiğinin <sup>31</sup>P NMR spektrumu

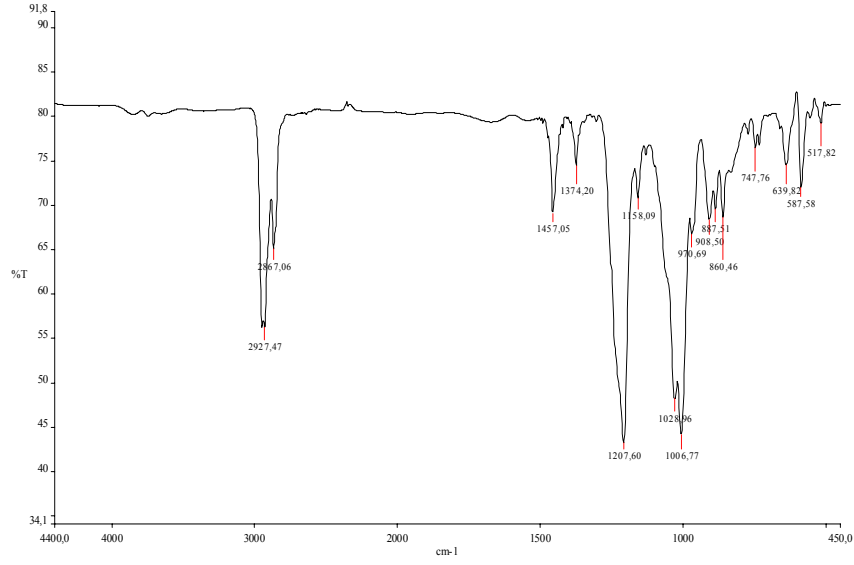
I'deki fosforlar kimyasal çevre bakımından aynı olduğundan A<sub>3</sub> yapısına uygun <sup>31</sup>P NMR spektrumunda 21.2 ppm de tek pik vardır. Bu pikte yarıllma yoktur. Bu spektroskopik verilerden bileşiğin yukarıdaki yapıya uygun olduğu anlaşılmaktadır.

#### 4.2. Hekza(sikloheksoksi)siklotrifosfazen'in sentezi

Sikloheksanol ile metalik Na'un reaksiyonundan oluşan alkolat ile I'in reaksiyonundan tam süstitüe ürün elde etmek için reaktiflerin miktarları reaksiyon denkleminde uygun oranlarda (1:6 mol) alındı. Reaksiyon oda sıcaklığında 48 saat devam ettirildi. Bu süre sonunda gerekli işlemler yapıldıktan sonra kolon kromatografisi yöntemiyle saflaştırma işlemi uygulandı. Saf olarak elde edilen ürünün yapısı IR ve NMR yöntemleri ile karakterize edilmeye çalışıldı. Reaksiyon sonunda saflaştırılan bileşik Hekza(sikloheksoksi)siklotrifosfazenin olduğu anlaşıldı.



Şekil 4.4. Elde edilen alkolat (II bileşiği için) ile I'in reaksiyon denklemi

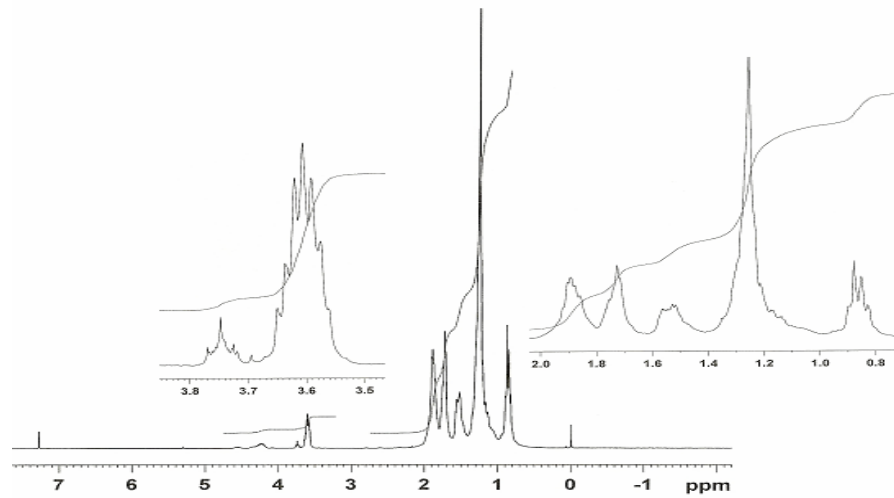


Şekil 4.5. II bileşiğinin IR spektrumu

II bileşiğinin IR spektrumunda;  $2927\text{ cm}^{-1}$  de C-H,  $1207,60\text{ cm}^{-1}$  de P=N,  $1006\text{ cm}^{-1}$  de P-O-C ve  $860\text{ cm}^{-1}$  de P-N bağlarına ait karakteristik pikler görülmektedir

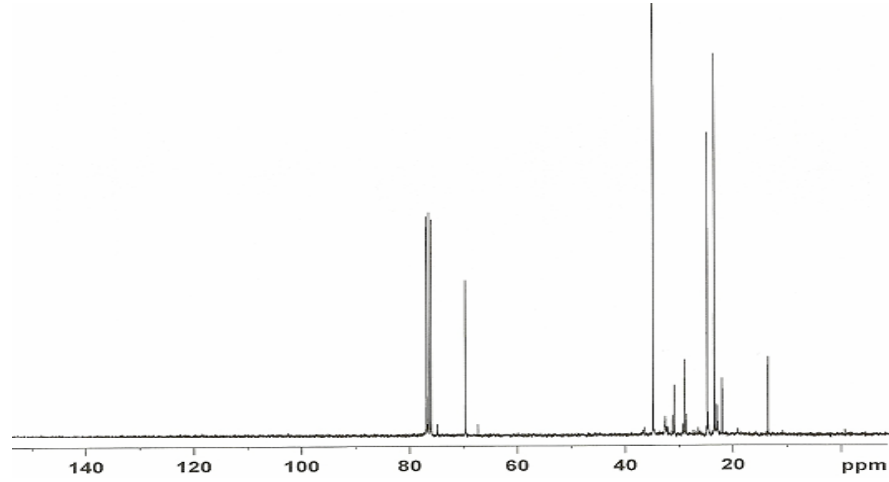
Çizelge 4.1. II bileşiğinin IR,  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$ ,  $^{31}\text{P-NMR}$  spektrum sonuçları

IR Sonuçları ( $\text{cm}^{-1}$ )	NMR Sonuçları (ppm)		
	$^1\text{H-NMR}$	$^{13}\text{C-NMR}$	$^{31}\text{P-NMR}$
2927 : C-H	3.60 : H <sub>1</sub>	70.03 : C <sub>1</sub>	15.77 : P=N
1207,60 P=N	1.86 : H <sub>2</sub> , H <sub>6</sub>	37.11 : C <sub>2</sub> , C <sub>6</sub>	
1006 : P-O-C	1.53 : H <sub>3</sub> , H <sub>5</sub>	25.61 : C <sub>3</sub> , C <sub>5</sub>	
860 : P-N	0.88 : H <sub>4</sub>	22.71 : C <sub>4</sub> ,	

Şekil 4.6. II bileşiğinin  $^1\text{H-NMR}$  spektrumu

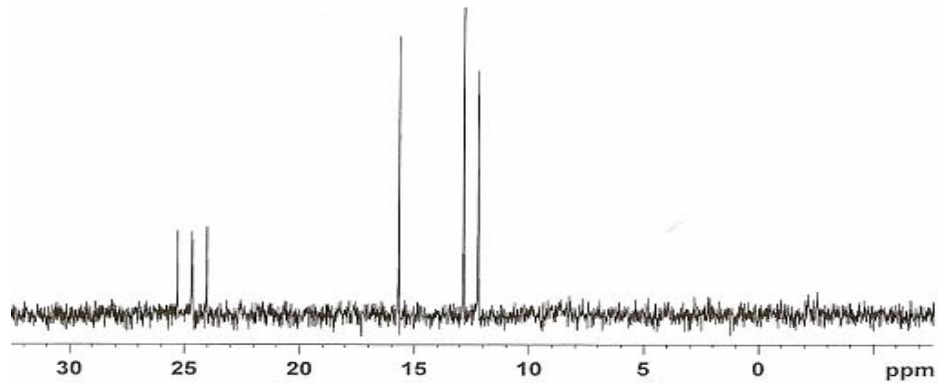
**II** bileşiginde kimyasal çevre bakımından farklı 4 proton türü mevcuttur. Bu protonlara ait pikler  $^1\text{H}$ -NMR spektrumunda gözlenmektedir. 3.60 ppm'de 1 protonu , 1.86 ppm'de 2 ve 6 protonu gözlenirken, 1.53 ppm'de 3 ve 5 protonları 0.88 ppm'de 4 protonu çıkmışlardır.

**II** bileşiginin  $^1\text{H}$ - NMR spektrumu incelendiğinde dikkati çeken en önemli pik 1 protonuna (3.60 ppm de) ait piktir. Bu, fosfazen yapısına bağlı oksijene komşu protonlardır.



Şekil 4.7. **II** bileşiginin  $^{13}\text{C}$ -NMR spektrumu

Bileşigin yapısı dikkate alındığında farklı çevreye sahip 4 karbon bulunmaktadır. Spektrumda bu karbonlara ait pikler görülmektedir.  $^{13}\text{C}$ -NMR spektrumunda 70.03 ppm'deki pik 1 karbonuna, 37.11 ppm'deki pik 2 ve 6 karbonuna, 25.61 ppm'deki pik 3 ve 5 karbonuna, 22.71 ppm'deki pik ise 4 karbonuna aittir.

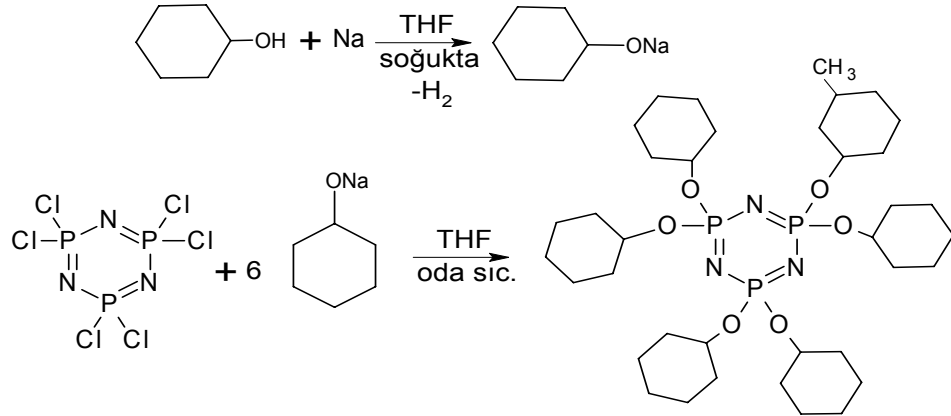


Şekil 4.8. **II** bileşiginin  $^{31}\text{P}$ -NMR spektrumu

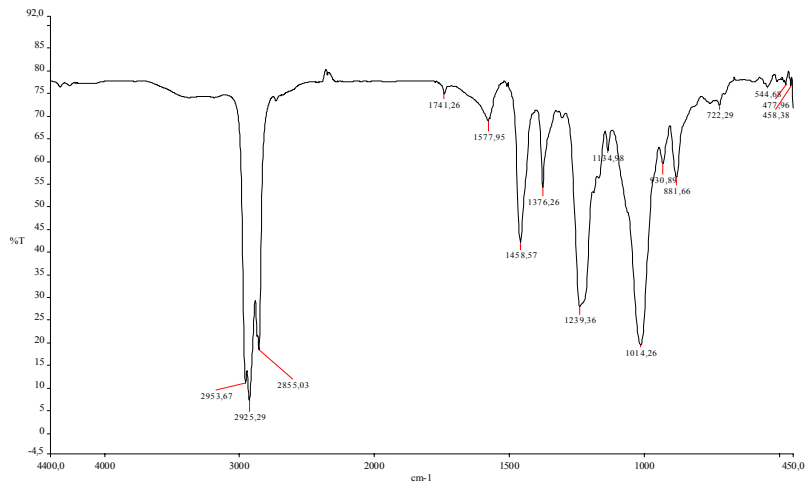
II bileşiginde aynı kimyasal çevreye sahip fosfor atomu bulunduğu için  $^{31}\text{P}$ -NMR spektrumunda tek pik gözlenmesi gerekir. Spektrum incelendiğinde 15.77 ppm'de P=N fosforuna ait pik gözükmemektedir.

### 4.3. Hekza(3-metil sikloheksoksi)silkotrifosfazen'in sentezi

3-metil sikloheksanol ile metalik Na'un reaksiyonundan oluşan alkolat ile I'in reaksiyonundan tam süstitüe ürün elde etmek için reaktiflerin miktarları reaksiyon denkleminde uygun oranlarda (1:6 mol) alındı. Reaksiyon oda sıcaklığında 48 saat devam ettirildi. Bu süre sonunda gerekli işlemler yapıldıktan sonra kolon kromatografisi yöntemiyle saflaştırma işlemi uygulandı. Saf olarak elde edilen ürünün yapısı IR ve NMR yöntemleri ile karakterize edilmeye çalışıldı. Reaksiyon sonunda saflaştırılan bileşik Hekza(3-metil sikloheksoksi)silkotrifosfazen olduğu anlaşıldı.



Şekil 4.9. Elde edilen alkolat (III bileşiği için) ile I'in reaksiyon denklemi

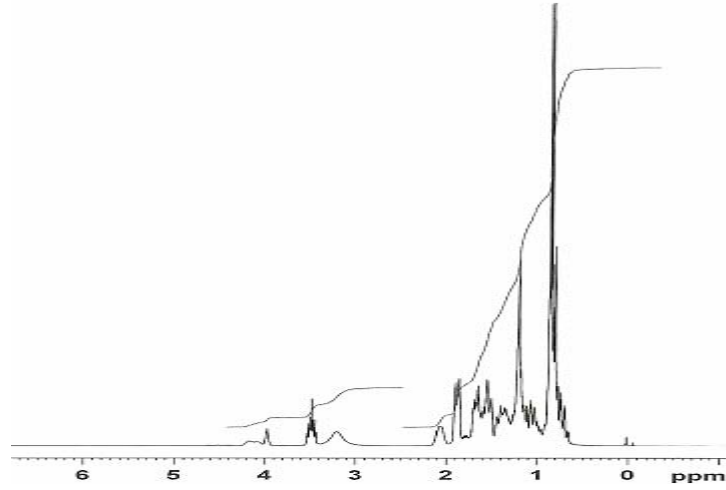


Şekil 4.10. III bileşiğinin IR spektrumu

III bileşiminin IR spektrumunda; 2925  $\text{cm}^{-1}$  de C-H, 1239 $\text{cm}^{-1}$  de P=N, 1014  $\text{cm}^{-1}$  de P-O-C ve 881  $\text{cm}^{-1}$  de P-N bağlarına ait karakteristik pikler görülmektedir.

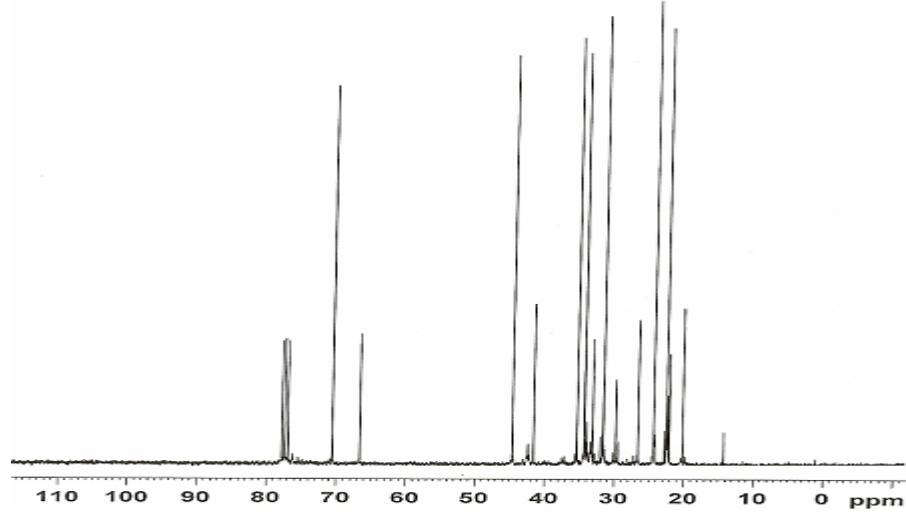
Çizelge 4.2. III bileşiminin IR,  $^1\text{H}$ -NMR,  $^{13}\text{C}$ -NMR,  $^{31}\text{P}$ -NMR spektrum sonuçları

IR Sonuçları( $\text{cm}^{-1}$ )	NMR Sonuçları (ppm)		
	$^1\text{H}$ -NMR	$^{13}\text{C}$ -NMR	$^{31}\text{P}$ -NMR
2925 : C-H	3,45 : H <sub>1</sub>	70.36 : C <sub>1</sub>	15.72 :P=N
1239: P=N	1.2 H <sub>2</sub> ,H <sub>3</sub> ,H <sub>4</sub> ,H <sub>5</sub> ,H <sub>6</sub>	44.44,35.19,34.17,32.95	
1014 : P-O-C	0.85 : H <sub>7</sub>	,24.17,21.90	
881 : P-N		C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> ,C <sub>5</sub> ,C <sub>6</sub> ,C <sub>7</sub>	



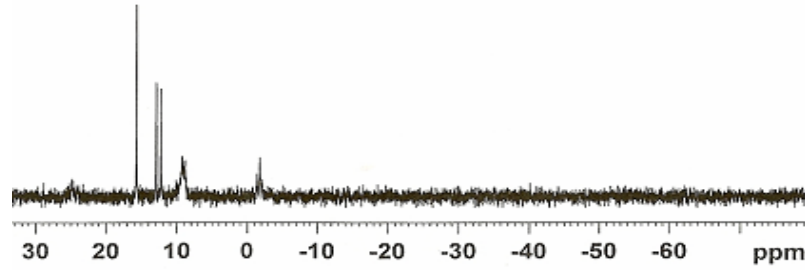
Şekil 4.11. III bileşiminin  $^1\text{H}$ -NMR spektrumu

III bileşiminde kimyasal çevre bakımından farklı 3 proton türü mevcuttur. Bu protonlara ait pikler  $^1\text{H}$ -NMR spektrumunda gözlenmektedir. 3.45 ppm'de 1 protonu , 1-2 ppm'de 2,3,4,5,6 protonuları gözlenirken, 0.85 ppm'de 7 protonu çıkmışlardır.



Şekil 4.12. **III** bileşiğinin  $^{13}\text{C}$ -NMR spektrumu

Bileşiğin yapısı dikkate alındığında farklı çevreye sahip 4 karbon bulunmaktadır. Spektrumda bu karbonlara ait pikler görülmektedir.  $^{13}\text{C}$ -NMR spektrumunda 70.03 ppm'deki pik 1 karbonuna, 37.11 ppm'deki pik 2 ve 6 karbonuna, 25.61 ppm'deki pik 3 ve 5 karbonuna, 22.71 ppm'deki pik ise 4 karbonuna aittir



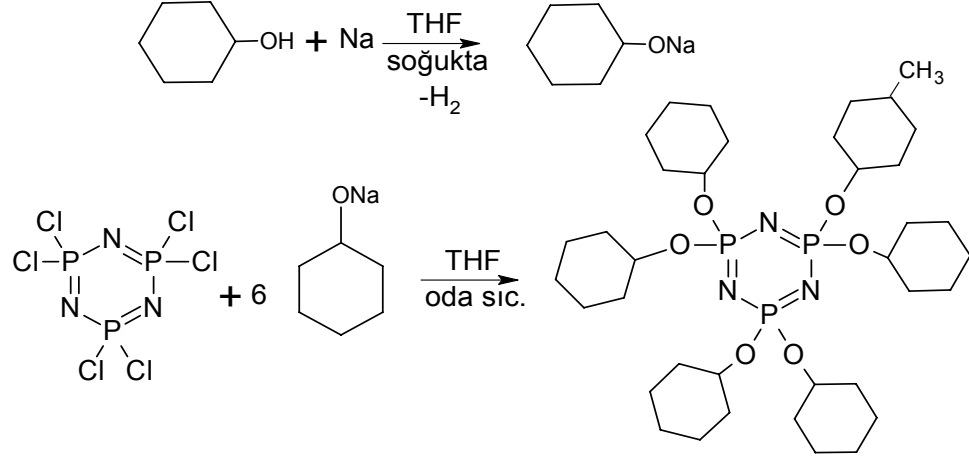
Şekil 4.13. **III** bileşiğinin  $^{31}\text{P}$ -NMR spektrumu

**III** bileşiğinde aynı kimyasal çevreye sahip fosfor atomu bulunduğu için  $^{31}\text{P}$ -NMR spektrumunda tek pik gözlenmesi gerekir. Spektrum incelendiğinde 15.72 ppm'de P=N fosforuna ait pik gözükmektedir.

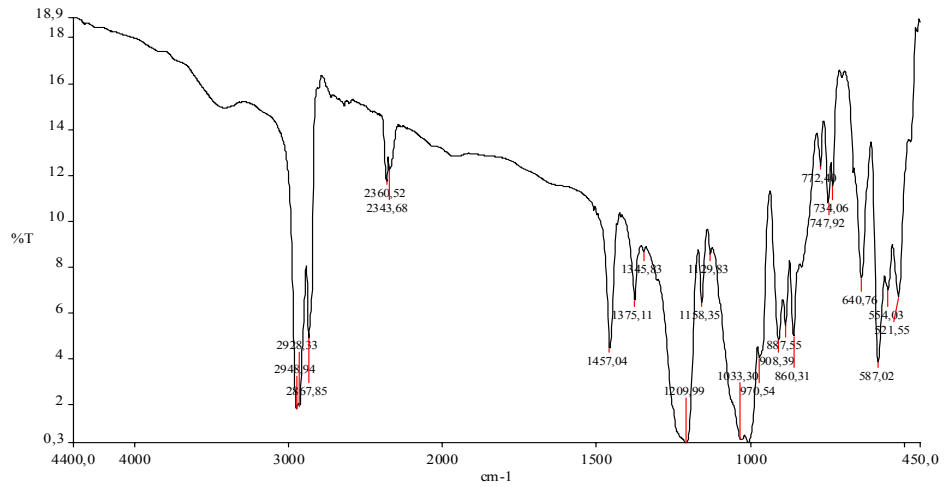
#### 4.4. Hekza(4-metil sikloheksoksi)silkotrifosfazen'in sentezi

3-metil sikloheksanol ile metalik Na'un reaksiyonundan oluşan alkolat ile **I**'in reaksiyonundan tam süstitüe ürün elde etmek için reaktiflerin miktarları reaksiyon

denklemine uygun oranlarda (1: 6 mol) alındı. Reaksiyon oda sıcaklığında 48 saat devam ettirildi. Bu süre sonunda gerekli işlemler yapıldıktan sonra kolon kromatografisi yöntemiyle saflaştırma işlemi uygulandı. Saf olarak elde edilen ürünün yapısı IR ve NMR yöntemleri ile karakterize edilmeye çalışıldı. Reaksiyon sonunda saflaştırılan bileşik Hekza(4-metil sikloheksoksi)silkotrifosfazen olduğu anlaşıldı.



Şekil 4.14. Elde edilen alkolat (IV bileşiği için) ile I'in reaksiyon denklemi

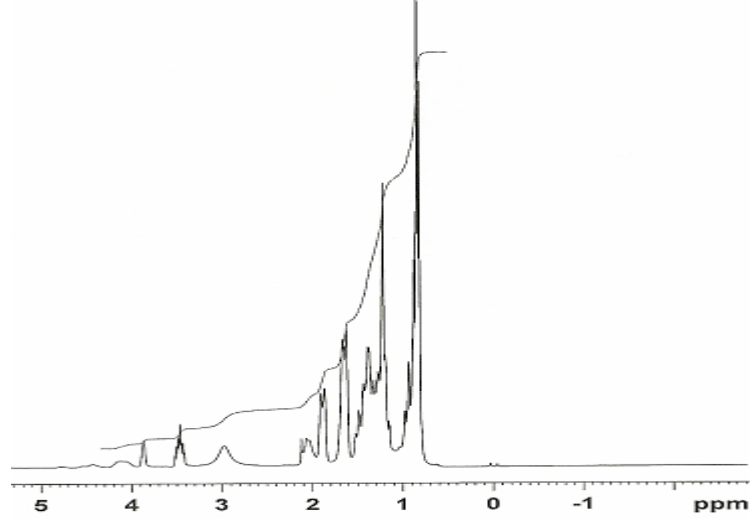


Şekil 4.15. IV' bileşiğinin IR spektrumu

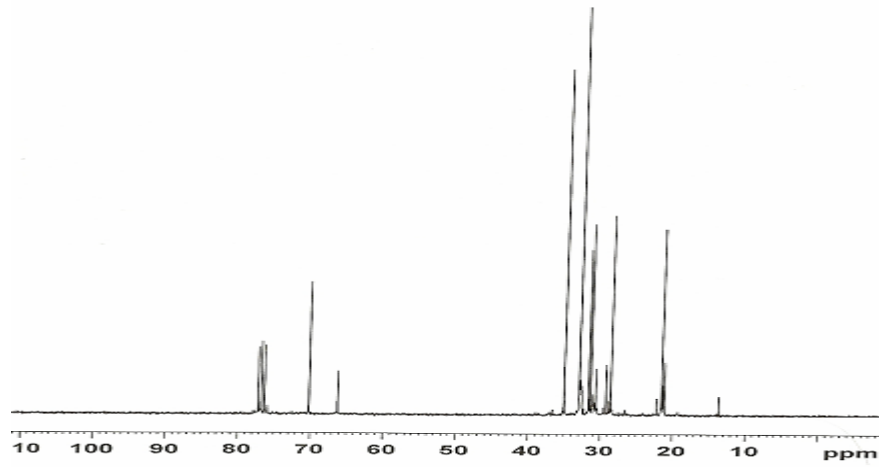
IV bileşiğinin IR spektrumunda; 2953cm<sup>-1</sup> de C-H, 1206 cm<sup>-1</sup> de P=N, 1026 cm<sup>-1</sup> de P-O-C ve 730 cm<sup>-1</sup> de P-N bağlarına ait karakteristik pikler görülmektedir.

Çizelge 4.3. IV bileşiğinin IR,  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$ ,  $^{31}\text{P-NMR}$  spektrum sonuçları

IR Sonuçları( $\text{cm}^{-1}$ )	NMR Sonuçları (ppm)		
	$^1\text{H-NMR}$	$^{13}\text{C-NMR}$	$^{31}\text{P-NMR}$
2953 : C-H 1206 : P=N 1026 : P-O-C 730 : P-N	3.44 H <sub>1</sub> 1-2 H <sub>2</sub> ,H <sub>3</sub> ,H <sub>4</sub> ,H <sub>5</sub> ,H <sub>6</sub> 0.83 H <sub>7</sub>	70.57 C <sub>1</sub> 35.44,33.36,31.03,28.99, 21.53,14.04, C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> , C <sub>5</sub> , C <sub>6</sub> , C <sub>7</sub>	15.74 :P=N

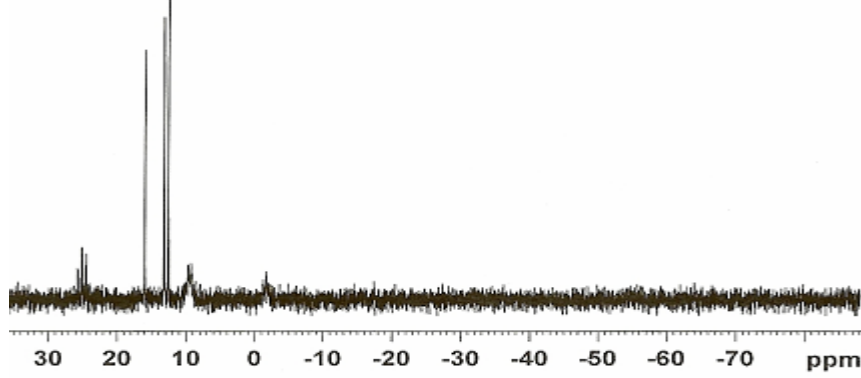
Şekil 4.16. IV bileşiğinin  $^1\text{H-NMR}$  spektrumu

IV bileşiğinde 7 farklı proton  $^1\text{H-NMR}$  spektrumunda üç farklı bölgede görülmektedir. 3.44 ppm aralığında 1 protonu, 1-2 ppm aralığında 2,3,4,5,6 protonları ve 0.83 ppm aralığında 7 protonu görülmektedir.

Şekil 4.17. IV bileşiğinin  $^{13}\text{C-NMR}$  spektrumu



Bileşğin yapısı dikkate alındığında farklı çevreye sahip 7 karbon bulunmaktadır. Spektrumda bu karbonlara ait pikler görülmektedir.  $^{13}\text{C}$ -NMR spektrumunda 1 karbonu 70.57 ppm'de 2,3,4,5,6 ve 7 karbonları 35.44,33.36,31.03,28.99,21.53,14.04 ppm aralığında görülmektedir.

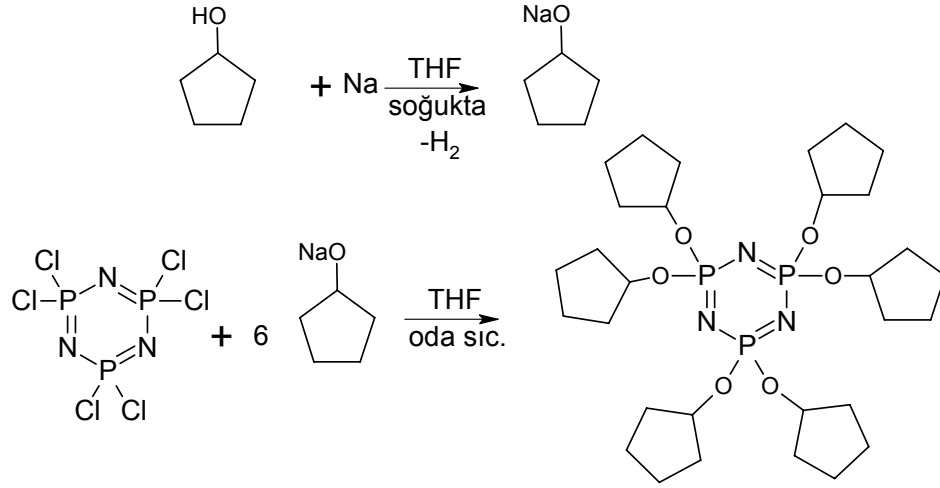


Şekil 4.18. IV bileşğinin  $^{31}\text{P}$ -NMR spektrumu

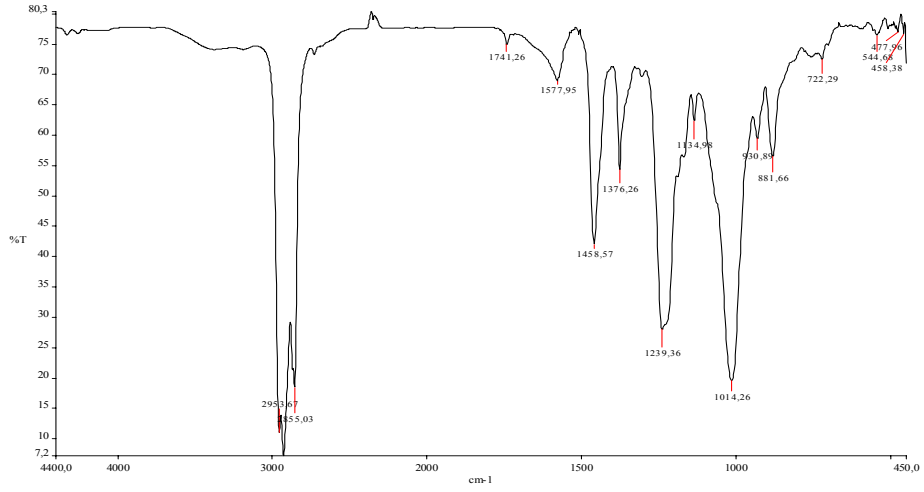
IV bileşğinde aynı kimyasal çevreye sahip fosfor atomu bulunduğu için  $^{31}\text{P}$ -NMR spektrumunda tek pik gözlenmesi gerekir. Spektrum incelendiğinde 15.74 ppm'de P=N fosforuna ait pik gözükmetedir.

#### 4.5. Hekza(siklopentoksi)siklotrifosfazen'in sentezi

Siklopentanol ile metalik Na'un reaksiyonundan oluşan alkolat ile P'in reaksiyonundan tam süstitüe ürün elde etmek için reaktiflerin miktarları reaksiyon denkleminde uygun oranlarda (1:6 mol) alındı. Reaksiyon oda sıcaklığında 48 saat devam ettirildi. Bu süre sonunda gerekli işlemler yapıldıktan sonra kolon kromatografisi yöntemiyle saflaştırma işlemi uygulandı. Saf olarak elde edilen ürünün yapısı IR ve NMR yöntemleri ile karakterize edilmeye çalışıldı. Reaksiyon sonunda saflaştırılan bileşik Hekza(siklopentoksi)siklotrifosfazen'in sentezi olduğu anlaşıldı.



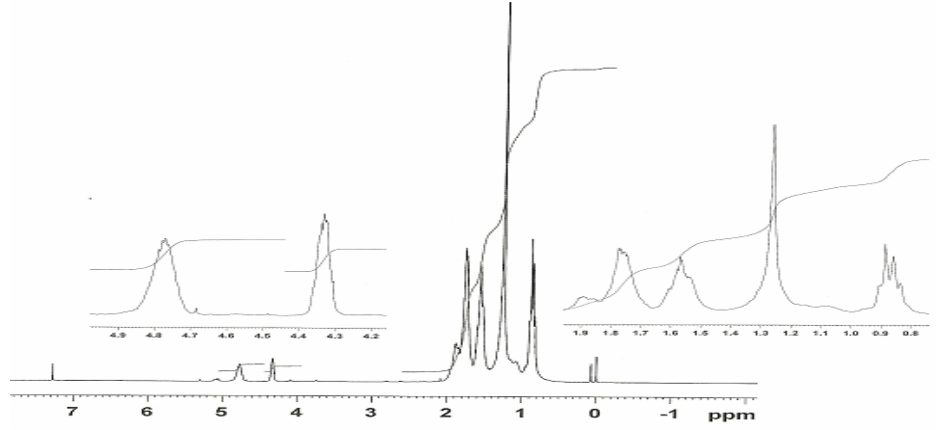
Şekil 4.19. Elde edilen alkolat (V bileşiği için) ile I' in reaksiyon denklemi

Şekil 4.20. V<sup>3</sup> bileşiğinin IR spektrumu

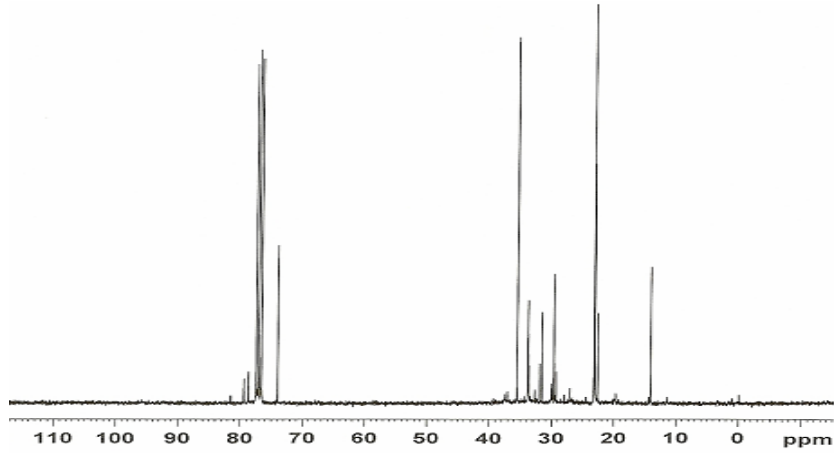
V bileşiğinin IR spektrumunda; 2933 cm<sup>-1</sup> de C-H, 1239 cm<sup>-1</sup> de P=N, 1014 cm<sup>-1</sup> de P-O-C, 881 cm<sup>-1</sup> de P-N bağlarına ait karakteristik pikler gözükmemektedir

Çizelge 4.4. V bileşiğinin IR, <sup>1</sup>H-NMR, <sup>13</sup>C-NMR, <sup>31</sup>P-NMR spektrum sonuçları

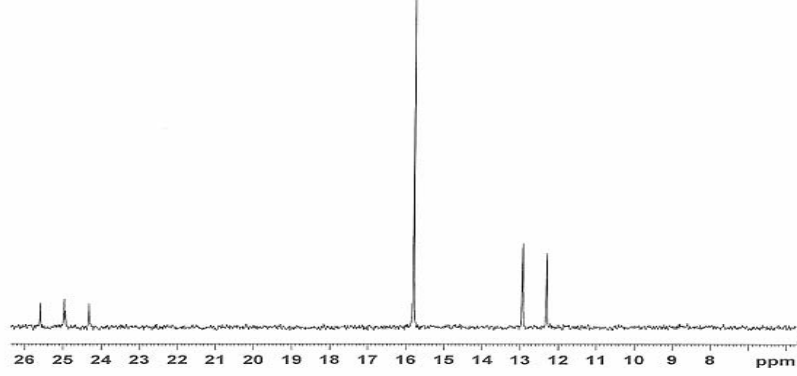
IR Sonuçları (cm <sup>-1</sup> )	NMR Sonuçları (ppm)		
	<sup>1</sup> H-NMR	<sup>13</sup> C-NMR	<sup>31</sup> P-NMR
2922 : C-H	4.76 H <sub>1</sub>	74.04 C <sub>1</sub>	15.82 : P=N
1239 : P=N	1.77 H <sub>2</sub> ,H <sub>5</sub>	35.60 C <sub>2</sub> ,C <sub>5</sub>	
1014 : P-O-C	0.90 H <sub>3</sub> ,H <sub>4</sub>	23.18 C <sub>3</sub> ,C <sub>4</sub>	
881 : P-N			

Şekil 4.21. V bileşiğinin <sup>1</sup>H-NMR spektrumu

V bileşiğinde 5 farklı proton <sup>1</sup>H-NMR spektrumunda üç farklı bölgede görülmektedir. 4.76 ppm aralığında 1 protonu, 1.77 ppm aralığında 2,5 protonları ve 0.90 ppm aralığında 3,4 protonları görülmektedir.

Şekil 4.22. V bileşiğinin <sup>13</sup>C-NMR spektrumu

Bileşğin yapısı dikkate alındığında farklı çevreye sahip 5 karbon bulunmaktadır. Spektrumda bu karbonlara ait pikler görülmektedir.  $^{13}\text{C}$ -NMR spektrumunda 74.04 ppm aralığındaki pik 1 karbonuna, 35.60 ppm'deki pik 2,5 karbolara ve 23.18 ppm aralığındaki pikler ise 3,4 karbolara ait piklerdir.

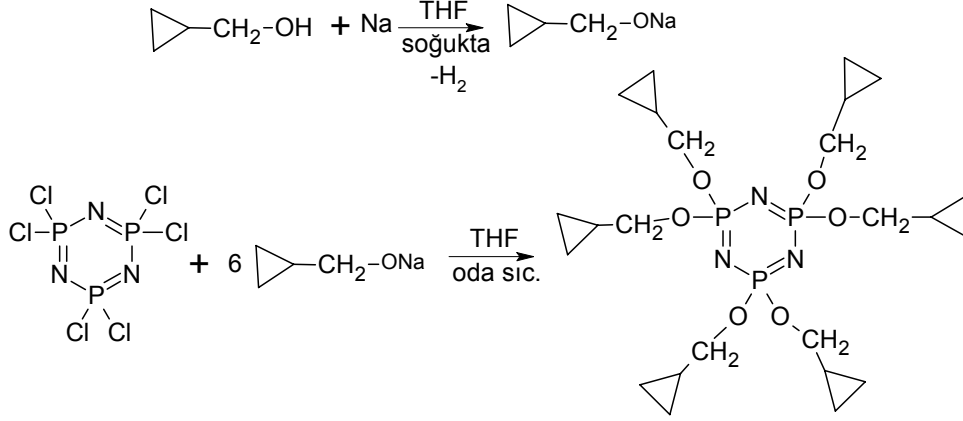


Şekil.4 23. V bileşğinin  $^{31}\text{P}$ -NMR spektrumu

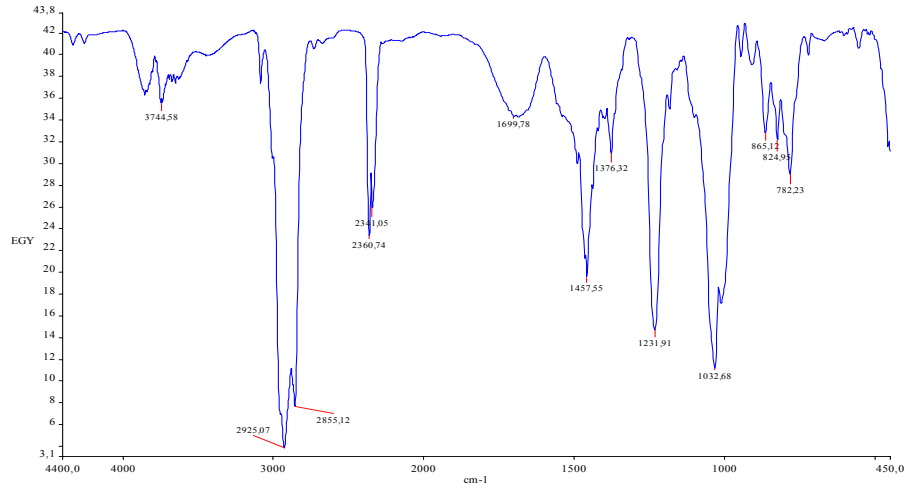
V bileşğinde aynı kimyasal çevreye sahip fosfor atomu bulunduğu için  $^{31}\text{P}$ -NMR spektrumunda tek pik gözlenmesi gerekir. Spektrum incelendiğinde 15.82 ppm'de P=N fosforuna ait pik gözükmektedir.

#### 4.6. Hekza(siklopropilmetoksi)siklotrifosfazen'in sentezi

Siklopentanol ile metalik Na'un reaksiyonundan oluşan alkolat ile I'in reaksiyonundan tam süstitüe ürün elde etmek için reaktiflerin miktarları reaksiyon denkleminde uygun oranlarda (1:6 mol) alındı. Reaksiyon oda sıcaklığında 48 saat devam ettirildi. Bu süre sonunda gerekli işlemler yapıldıktan sonra kolon kromatografisi yöntemiyle saflaştırma işlemi uygulandı. Saf olarak elde edilen ürünün yapısı IR ve NMR yöntemleri ile karakterize edilmeye çalışıldı. Reaksiyon sonunda saflaştırılan bileşik Hekza(siklopropilmetoksi)siklotrifosfazen olduğu anlaşıldı.



Şekil 4.24. Elde edilen alkolat (VI bileşiği için) ile I'in reaksiyon denklemi

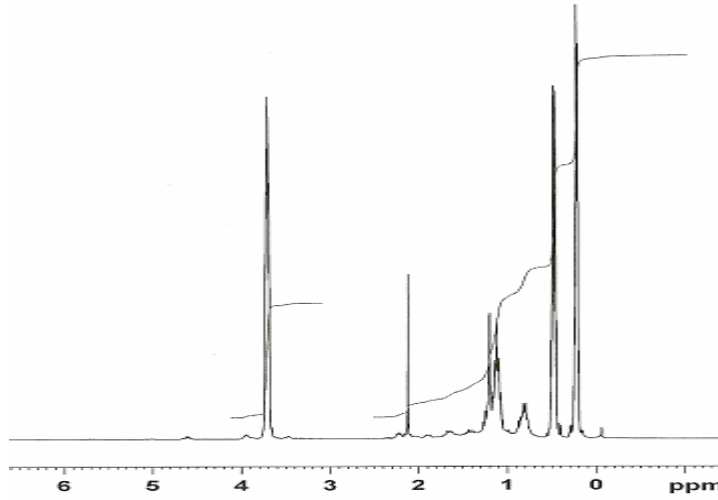


Şekil 4.25. VI' bileşiğinin IR spektrumu

VI bileşiğinin IR spektrumunda; 2923  $\text{cm}^{-1}$  de C-H, 1230  $\text{cm}^{-1}$  de P=N, 1029  $\text{cm}^{-1}$  de P-O-C, 798  $\text{cm}^{-1}$  de P-N bağlarına ait karakteristik pikler gözükmemektedir.

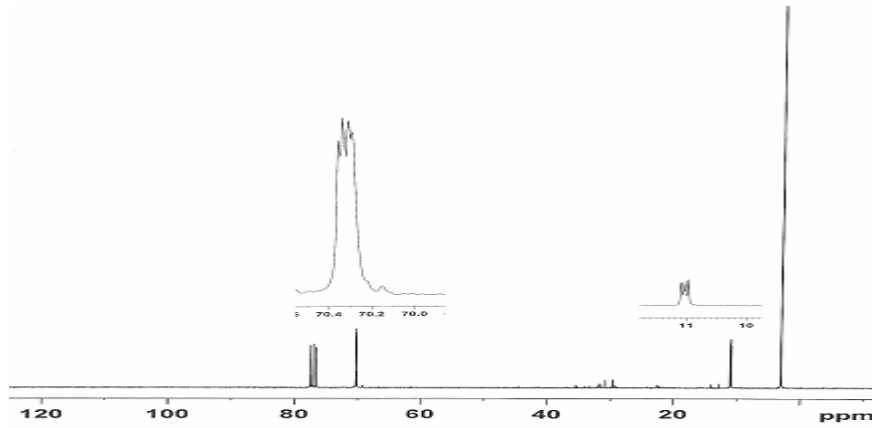
Çizelge 4.5. VI bileşiğinin IR,  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$ ,  $^{31}\text{P-NMR}$  spektrum sonuçları

IR Sonuçları ( $\text{cm}^{-1}$ )	NMR Sonuçları (ppm)		
	$^1\text{H-NMR}$	$^{13}\text{C-NMR}$	$^{31}\text{P-NMR}$
2923 : C-H	3.72 H <sub>1</sub>	70.33 C <sub>1</sub>	17.39 : P=N
1230 : : P=N	2.13H <sub>2</sub>	11.03 C <sub>2</sub>	
1029 : P-O-C	1.15 H <sub>3</sub> ,H <sub>4</sub>	3.12 C <sub>3</sub> ,C <sub>4</sub>	
798 : P-N			



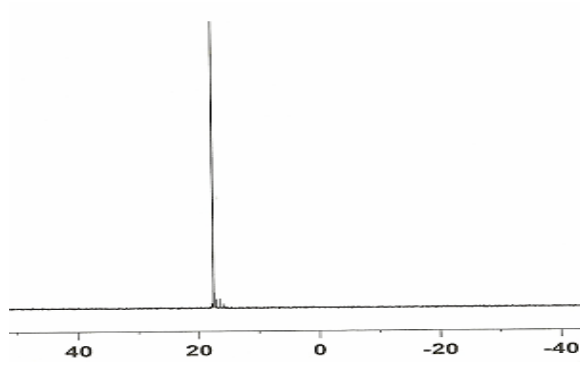
Şekil 4.26. VI bileşiğinin <sup>1</sup>H-NMR spektrumu

VI bileşiğinde 3 farklı proton <sup>1</sup>H-NMR spektrumunda üç farklı bölgede görülmektedir. 3.72 ppm aralığında 1 protonu, 2.13 ppm aralığında 2 protonu ve 1.15 ppm aralığında 3,4 protonları görülmektedir.



Şekil 4.27. VI bileşiğinin <sup>13</sup>C-NMR spektrumu

Bileşiğin yapısı dikkate alındığında farklı çevreye sahip 3 karbon bulunmaktadır. Spektrumda bu karbonlara ait pikler görülmektedir. <sup>13</sup>C-NMR spektrumunda 70.33 ppm aralığındaki pik 1 karbonuna, 11.03 ppm'deki pik 2 karbonu ve 3.12 ppm aralığındaki pikler ise 3,4 karbolara ait piklerdir.



Şekil.4.28. VI bileşiğinin <sup>31</sup>P-NMR spektrumu

VI bileşiğinde aynı kimyasal çevreye sahip fosfor atomu bulunduğu için <sup>31</sup>P-NMR spektrumunda tek pik gözlenmesi gerekir. Spektrum incelendiğinde 17.39 ppm'de P=N fosforuna ait pik gözükmemektedir.

## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Sikloheksilalkol, 3-metil sikloheksilalkol, 4-metil sikloheksilalkol, siklopentilalkol ve siklopropilmetilalkol siklo alkollerinin metalik sodyumla elde edilen alkolatları ile heksaklorosiklotrifosfazenin[(NPCl<sub>2</sub>)<sub>3</sub>] reaksiyonundan tam süstitüe hekza(sikloheksoksi)siklotrifosfazen(II), hekza(3-metil sikloheksoksi) silkotrifosfazen (III) hekza(4-metil sikloheksoksi)silkotrifosfazen (IV), hekza (siklopentoksi) siklotrifosfazen(V) ve hekza (siklopropilmetoksi)siklotrifosfazen(VI) organofosfazen türevleri elde edildi. Sentezlenen bütün bileşikler oda sıcaklığında yağimsı haldedir.

Sentezlenen bileşiklerin IR spektrumunda yapıları ait karakteristik pik olan P=N ve P-O-R(alkil) ait gerilme titreşimleri 1209 ve 1005 cm<sup>-1</sup> de görüldü. 1 bileşiğinde bulunan P-Cl ait 600 ve 518 cm<sup>-1</sup> deki pikler II, III, IV ve V bileşiklerinde görülmemektedir.

Fosfazen türevlerinin yapılarının karakterizasyonunda çok önemli bir spektroskopik yöntem olan <sup>31</sup>P-NMR spektrumlarında tek pik görüldü. Buda bileşiklerdeki bütün fosforların aynı kimyasal çevreye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla bütün klorların yerine alkoksi gruplar bağlanmıştır. Bileşiklere ait fosfor kimyasal kayma değerleri Tablo 5.1.'de verilmiştir. II, III, IV ve V bileşiklerine ait fosforların kimyasal kayma değerleri I göre daha düşük ppm değerinde çıkmıştır. Alkoksifosfazen türevlerinden VI bileşiğinin fosfor kimyasal kayma değeri diğerlerine göre yüksek ppm de görüldü.



Çizelge 5.1. Bileşiklerin <sup>31</sup>P-NMR spektrum sonuçları

Bileşik No	Süstitüent	<sup>31</sup> P-NMR $\delta_{P=N}$ ppm
I	Cl	21.20
II	Sikloheksoksi	15.77
III	3-Metilsikloheksoksi	15.72
IV	4-Metilsikloheksoksi	15.74
V	Siklopentoksi	15.82
VI	Siklopropilmetoksi	17.39

II, III, IV, V ve VI bileşiklerin <sup>1</sup>H ve <sup>13</sup>C NMR spektrumlarında yapıya ait proton ve karbon pikleri görüldü. Bileşikler yağmsı olduğu için elementel analiz ölçümü gerçekleştirilemedi.

Hekzaklorosiklotrifosfazenin sikloalkollerle reaksiyonları literatürde fenoller kadar yaygın olarak çalışılmadığı görülmektedir. Bu çalışmada sikloalkoksi süstitüe siklotrifosfazen türevleri elde edildi. Reaksiyon sonrası ayırma işlemlerindeki güçlükler nedeniyle organofosfazenlerin spektrumlarında da görüldüğü gibi saf olarak elde edilemedi.

## KAYNAKLAR

- ALLCOCK, H. R., 1972. Phosphorus-Nirtogen Compounds. Academic Press, London, 498p.
- ALLCOCK, H. R., CRANE, C.A., MORRISSEY, C.T. and OLSHAVSKY, M.A., 1999 Inorg. Chem., 38: 280-283.
- ALLCOCK, H. R., DESORCIE, J. L., and RIDING, G. H., 1987. The organometallic Chemistry of Phosphazenes. Polyhedron, 2:119-157.
- ALLCOCK, H. R., DESORCIE, J. L., and HARRIS, P. J., 1983. Mechanism of the Reaction between Alkyl or Aryl Grignard Reagents and Hexachlorocyclotriphosphazene: An Explanation of Bi(cyclophosphazene) Formation. J. Am. Chem. Soc., 105:2814-2819.
- ALLEN, C. W., 1994. Linear, Cyclic and Polymeric Phosphazenes. Coordination Chemistry Reviews, 130:137-173.
- ALLEN, C. W., and MOELLER, T., 1968. Aryl-Sübstituted Phosphonitrilic Fluorides. II. The Reaction of Aryllithium Reagents with Trimeric Phosphonitrilic Fluoride. Inorganic Chemisry, 7: 2177-2188.
- ARSLAN, M., ASLAN, F., and OZTURK, A. I., 2003. Arylation Reactions of N-Dichlorophosphoryl-P-Trichlorophosphazene. Heteroatom Chemistry, 14(2):138-143.
- ARSLAN, M., ASLAN, F., ÖZTÜRK, A.İ., ve GÖRGÜLÜ, A.O., 2001. N-diklorofosforil-P-trikloromonofosfazennin Değişik Yöntemlerle Alkillerinin Sentezi, TÜBİTAK TBAG-1611, ANKARA.
- ASLAN, F., 2001. Lineer Fosfazenlerin Alkil Süstitüe Bileşiklerinin Sentezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ, 73s.
- ASLAN, F., OZTURK, A. I., and ARSLAN, M., 2003. The Reaction of N-Dichlorophosphoryl-P-Trichlorophosphazene with Alkyl Grignard Reagents. Heteroatom Chemistry, 14(5):413-416.
- BALCI, M., 1986, Nükleer Magnetik Rezonans, Tur Yayınları, İstanbul.
- ÇİL, E., 2001, Lineer Fosfazenlerin Bazı Alkollerle Reaksiyonları, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, 125s.
- EMSLEY, J., and HALL, D. 1976. The Chemistry of Phosphorus. Harper & Row Publishers. London, 412p.
- EMSLEY, J., MOORE, J., and UDY, P.B., 1971. J. Chem. Soc., A, p. 2863-2864.
- ERDİK, E., 1993, Organik Kimyada Spektroskopik Yöntemler, A.Ü. Fen Gazi Büro Kitapevi, Ankara.
- HARRIS, P.J., DESORCIE, J.L., and ALLCOCK, H.R., 1981. Formation of Bicyclic Phosphazene via The Reactions of Methyl- and Phenyl –Magnesium Chloride With Hexachlorocyclotriphosphazene, J.C.S. Chem. Comm., p. 852-853.
- JAEGER, R., DEBOWSKI, M., MANNERS, I. and VANCOSO, J.G., 1999, Inor. Chem., 38:1153-1159.
- JOHN, A., THOMAS, A.B., FURTZNER, A. and GROSSMANN, G., 1984, NMR-Spektroskopische Untersuc an 15-Markierten N-Phosphorly Phosphazene und Imidodiphosphorsäure Derivaten, Z. Anorg. Allg. Chem., 511: 7-18.
- KARACAN, N. ve GÜRKAN., 2002. İnorganik Kimya. Palme Yayıncılık, Ankara, s. 237-238.

- KILIÇ, A., BEGEC, S., KILIÇ, Z. and HÖKELEK, T., 2000, Phosphorus-Nitrogen Compounds Part V. Phenolysis of P-Trichloro-N-Dichlorophosphorylmonophosphazene and The Crystal Structure of 1-(Dichlorophosphinyl)-2-Chloro-2,2-Bis(2,4,5-Tri-Tert-Buthylphenoxy)Phosphazene, *Journal of Molecular Structure*, 516(2):255-262.
- KONAR, V., YILMAZ, Ö., ÖZTÜRK, A.İ., KIRBAĞ, S., and ARSLAN, M., 2000, Antimicrobial and Biological Effect of Bomphos and Phomphos on Bacterial and Yeast Cells, *Bioorganic Chem.*, 28:214-225.
- ÖZKAR, S. 2001. *Anorganik Kimya*. Bilim Yayıncılık, Ankara, 435.
- ÖZTÜRK, A.İ., 1995, Fosfazenlerin Bazı Alkollerle Reaksiyonları, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, 70s.
- ÖZTÜRK, A.İ., 2002, N-Dikloro fosforil –P-trikloromonofosfazen’in sikloalkol süstitüe bileşiklerinin sentezi ve karakterizasyonu, Doktora Tezi, Elazığ, 69s
- ÖZTÜRK, A.İ., YILMAZ, Ö. KIRBAĞ, S., and ARSLAN, M., 2000, Antimicrobial and Biological Effects of Impemphos and Amphos on Bacterial and Yeast Strains, *Cell Biochem. Funct.*, 18: 117-126.
- RIESEL, L., HERRMANN, E., PFÜTZNER, A., STEINBACH, J., and THOMAS, B., 1981, Contributions to the Chemistry of N-Phosphoryl Phosphazenes, *American Chemical society*, 62: 297-300.

## ÖZGEÇMİŞ

03 Ocak 1980 yılında Şanlıurfa/Merkez'e bağlı Höyükli köyünde doğdu. İlk öğrenimini burada bitirdi. Ortaokul ve Liseyi Şanlıurfa/Merkez'de tamamladı. 2000 yılında girdiği ÖSS'de başarılı olarak Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünü kazandı. Bu bölümü 2004'de ikincilikle bitirdi. 2004-2005 eğitim öğretim yılı güz döneminde'de Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalında yüksek lisans programını kazandı. Aynı eğitim öğretim dönemde açılan Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı olarak 2547 sayılı yasanın 50/d maddesine göre araştırma görevlisi kadrosunda görev başladı. Halen yüksek lisans eğitimini yapmakta ve Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı Sikloheksilalkol, 3-Metilsikloheksilalkol, 4-Metil sikloheksilalkol, Siklopentilalkol ve Siklopropilmetilalkol süstitüe siklotrifosfazen bileşiklerini sentezlemektir. Çalışmamızın sonucunda Sikloheksilalkol, 3-Metil sikloheksilalkol, 4-Metil sikloheksilalkol, Siklopentilalkol ve Siklopropilmetilalkol siklotrifosfazen bileşikleri elde edildi.

Hekzaklorosiklotrifosfazen (I) argon atmosferinde THF çözücüsünde oda sıcaklığında Sikloheksilalkol, 3-Metilsikloheksilalkol, 4-Metilsikloheksilalkol, Siklopentilalkol ve Siklopropilmetilalkolun alkolatları ile etkileştirildi. Alkolatlarımız daha önce de belirtildiği gibi Sikloheksilalkol, 3-Metilsikloheksilalkol, 4-Metil sikloheksilalkol , Siklopentilalkol ve Siklopropilmetilalkol'un metalik Na ile oda sıcaklığında etkileştirilmesi ile hazırlandı. Reaksiyonlarımız sonucunda Hekza (sikloheksoksi)siklotrifosfazen(II), Hekza(3-metilsikloheksoksi)siklotrifosfazen(III), Hekza(4-metilsikloheksoksi)siklotrifosfazen(IV), Hekza(siklopentoksi)siklotri fosfazen(V) ve Hekza(siklopropilmetoksi)siklotrifosfazen(VI) bileşikleri üretildi. Bu çalışmada sentezlenen bileşiklerin yapıları infrared (IR),  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ , ve  $^{31}\text{P}$  NMR spektroskopisi yöntemleri ile karakterize edildi.

Bu çalışmada, tam substitue organofosfazen türevleri elde edildi.

## SUMMARY

The aim of this study is to synthesize the compounds of cyclohexanol, 3-methyl-hexanol, 4-methyl-hexanol, cyclopentanol and cyclopropylmethanol substituted cyclotriphosphazene. In conclusion of the study, the compounds of cyclohexyloxy, 3-methyl-hexyloxy, 4-methyl-hexyloxy, cyclopentoxy and cyclopropylmethoxy cyclotriphosphazene have been derived.

Hexachlorocyclotriphosphazene(I) has been reacted with cyclohexanol, 3-methyl cyclohexanol, 4-methyl cyclohexanol, cyclopentanol and cyclopropylmethanol in argon atmosphere at THF solvent at a room temperature. Alcholates have been prepared from the reaction of cyclohexanol, 3-methyl-hexanol, 4-methyl-hexanol, cyclopentanol and cyclopropylmethanol with methallic Na at room temperature. Hexa(cyclohexyloxy)cyclotriphosphazene(II), hexa(3-methyl-hexyloxy)cyclotriphosphazene(III), hexa(4-methyl-hexyloxy)cyclotriphosphazene(IV), hexa(cyclopentoxy)cyclotriphosphazene(V) and hexa(cyclopropylmethoxy)cyclotriphosphazene(VI) have been synthesized. The structures of synthesized compounds have been characterized by infrared(IR),  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ , and  $^{31}\text{P}$  NMR spectroscopy.

In this study, fully substituted organophosphazene derivates have been obtained.