

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İMİDAZOL VE BENZİMİDAZOL İÇEREN N-
HETEROSİKLİK KARBEN ÖNCÜLLERİNİN SENTEZİ
VE ÖZELLİKLERİ

MİTAT AKKOÇ

DOKTORA TEZİ
KİMYA ANABİLİM DALI

MALATYA

2015

Onay Sayfası

Tezin Başlığı: İmidazol ve Benzimidazol İçeren *N*-Heterosiklik Karben Öncüllerinin Sentezi ve Özellikleri

Tezi Hazırlayan: Mitat AKKOÇ

Sınav Tarihi: 21.07.2015

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Kimya Ana Bilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı: **Prof. Dr. İsmail ÖZDEMİR**.....
İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Nevin GÜRBÜZ
İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Bülent ALICI.....
İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Nermin BİRİCİK.....
Dicle Üniversitesi

Prof.Dr. Ahmet KILIÇ.....
Harran Üniversitesi

Prof. Dr. Alaattin Esen
Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Doktora tezi olarak sunduğum ‘‘İmidazol ve Benzimidazol Çekirdeği İçeren *N*-heterosiklik Karben Öncüllerinin Sentezi ve Özellikleri’’ başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak 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.

Mitat AKKOÇ

ÖZET

Doktora Tezi

İMİDAZOL VE BENZİMİDAZOL İÇEREN *N*-HETEROSİKLİK KARBEN ÖNCÜLLERİNİN SENTEZİ VE ÖZELLİKLERİ

Mitat AKKOÇ

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı

xvii+177

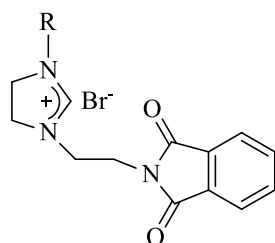
2015

Danışman: Prof. Dr. İsmail ÖZDEMİR

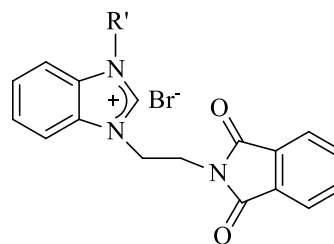
1964 yılında Fischer tarafından karbenlerin tanıtılması, daha sonra Wanzlick ve Ofele tarafından ligant olarak kullanılması bu ligantlara özel bir ilgi alanı sağlamıştır. İlk kararlı *N*-heterosiklik karbenin (NHC) 1991’de Arduengo tarafından başarılı izolasyonu ve karakterizasyonu organometalik kimya ve katalizde yeni bir organik bileşik sınıfının keşfini sağlamıştır. Son otuz yıldır NHC’ler ve geçiş metal kompleksleri oldukça fazla çalışılmaktadır. Çünkü NHC’ler karşılık geldikleri azolyum tuzlarından kolaylıkla sentezlenebilirler ve C-C eşleşme tepkimeleri, transfer hidrojenasyon, metatez gibi birçok katalitik tepkimede başarılı bir şekilde uygulama alanı bulmaktadırlar. NHC’ler ve geçiş metal kompleksleri sadece katalitik tepkimelerde değil biyomedikal uygulamalarda da etkin bir şekilde çalışılmaktadır. Ftalimit ve analoglarının tıbbi biyokimya alanında anti-konvülsif, anti-enflamatuar ve analjezik etkinlik göstermeleri, antimikrobiyal aktivitelerinin yüksek olması bu grupların organometalik kimya ve kataliz yanında farmasotik alanda da etkin bir çalışma alanı olmasını sağlamıştır. Bu nedenle bu çalışmada ftalimit grubu içeren karben öncülleri ve bu sentezlenen karben öncüllerinin gümüş ve rutenyum kompleksleri sentezlenmiştir.

Bulunan sonuçlar beş başlıkta özetlenebilir;

- 1) Ftalimit grubu içeren *N*-süstitüye imidazolin ve benzimidazol tuzları (**1a-1r**) sentezlendi. Sentezlenen bileşiklerin yapıları spektroskopik yöntemlerle aydınlatıldı.

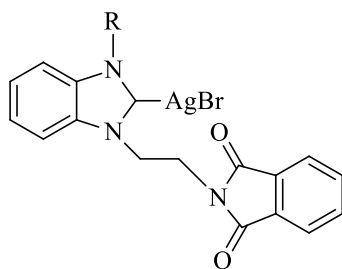


R	
1a	CH ₂ C ₆ H ₄ (CH ₃)-4
1b	CH ₂ C ₆ (CH ₃)-2,3,4,5,6



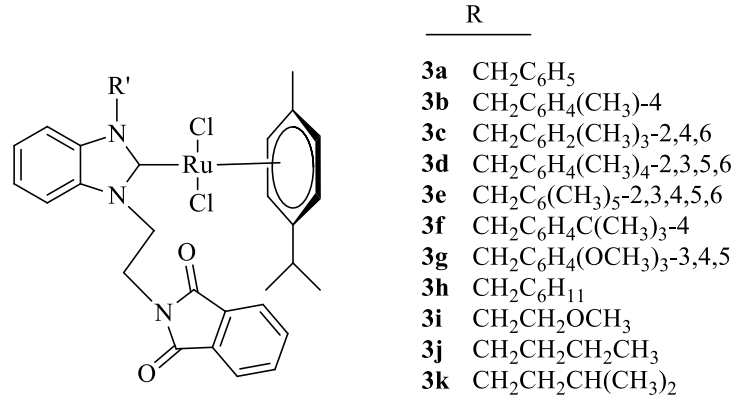
R'	
1c	CH ₂ C ₆ H ₅
1d	CH ₂ C ₆ H ₄ (CH ₃)-4
1e	CH ₂ C ₆ H ₃ (CH ₃)-3,5
1f	CH ₂ C ₆ H ₂ (CH ₃) ₃ -2,4,6
1g	CH ₂ C ₆ H ₄ (CH ₃) ₄ -2,3,5,6
1h	CH ₂ C ₆ (CH ₃) ₅ -2,3,4,5,6
1i	CH ₂ C ₆ H ₄ C(CH ₃) ₃ -4
1j	CH ₂ C ₆ H ₄ (OCH ₃)-4
1k	CH ₂ C ₆ H ₄ (OCH ₃) ₃ -3,4,5
1l	CH ₂ C ₆ H ₄ (CH ₂ CH ₂)-4
1m	CH ₂ C ₆ H ₁₁
1n	CH ₂ CH ₂ OCH ₃
1o	CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃
1p	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂
1r	CH ₂ CH ₂ =CH ₂

- 2) Yeni benzimidazol tuzlarının Ag-NHC kompleks bileşikleri (**1c-1r**) sentezlendi ve yapıları spektroskopik yöntemlerle aydınlatıldı.

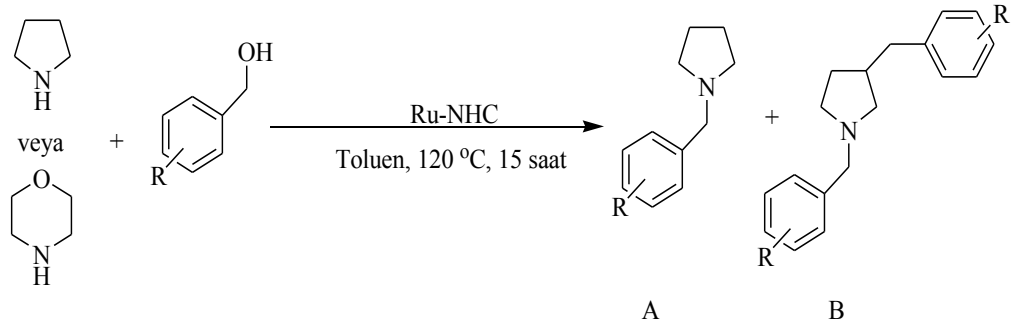


R	
2a	CH ₂ C ₆ H ₅
2b	CH ₂ C ₆ H ₄ (CH ₃)-4
2c	CH ₂ C ₆ H ₃ (CH ₃)-3,5
2d	CH ₂ C ₆ H ₂ (CH ₃) ₃ -2,4,6
2e	CH ₂ C ₆ H ₄ (CH ₃) ₄ -2,3,5,6
2f	CH ₂ C ₆ (CH ₃) ₅ -2,3,4,5,6
2g	CH ₂ C ₆ H ₄ C(CH ₃) ₃ -4
2h	CH ₂ C ₆ H ₄ (OCH ₃)-4
2i	CH ₂ C ₆ H ₄ (OCH ₃) ₃ -3,4,5
2j	CH ₂ C ₆ H ₁₁
2k	CH ₂ CH ₂ OCH ₃
2l	CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃
2m	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂
2n	CH ₂ CH ₂ =CH ₂

3) Benzimidazol tuzlarının Ru-NHC kompleks bileşikleri (**3a-3k**) sentezlendi ve yapıları spektroskopik yöntemlerle aydınlatıldı.



4) Yeni Ru-NHC komplekslerinin (**3a-3k**) pirolidin ve morfolinin alkilasyonundaki katalitik aktiviteleri incelendi.



5) Ag-NHC kompleks bileşiklerinin (**2a-2n**) antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: N-heterosiklik karben, ftalimit, alkilasyon ve antimikrobiyal aktivite

ABSTRACT

Ph.D Thesis

SYNTHESIS AND PROPERTIES OF *N*-HETEROCYCLIC CARBENE PRECURSORS INCLUDING IMIDAZOLINE AND BENZIMIDAZOLE

Mitat AKKOÇ

İnönü University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Chemistry Department

xvii+177

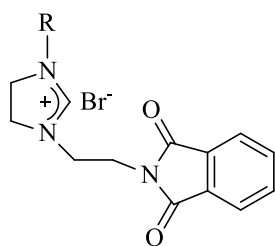
2015

Supervisor: Prof. Dr. İsmail ÖZDEMİR

In 1964 Fischer introduced and then carbenes are used as ligands by Wanzlick and Ofele provided a special interesting scope to these ligands. The successful isolation and characterization of first *N*-heterocyclic carbene (NHC) in 1991 by Arduengo opened up a new class of organic compounds for investigation in organometallic chemistry and catalysis. In the last three decades NHCs and their transition metal complexes have been studied more. Because NHCs are easily generated from the corresponding imidazolium salts and have been studied with considerable success in various catalytic transformations such as cross coupling reactions, transfer hydrogenation and metathesis. NHCs and their transition metal complexes have been studied effectively not only catalytic activities but also biomedical applications. Phtalimide and analogs have shows anti-convulsive, anti-inflammatory, analgesic and high antimicrobial activities so these groups have effective field in organometallic chemistry, catalysis and pharmaceutic. Therefore some carbene precursors including phtalimide group have been prepared and Ag and Ru-NHC complexes have been synthesized in this study.

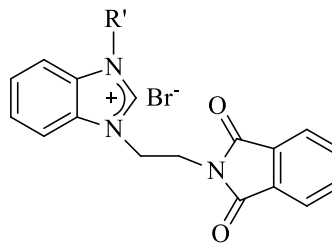
The results could be summarized in five sections:

1) In the first part we synthesized *N*-substituted imidazolin and benzimidazolin salts (**1a-1r**) including phtalimid group. Structural investigation have been carried out with proper spectroscopic techniques.



R

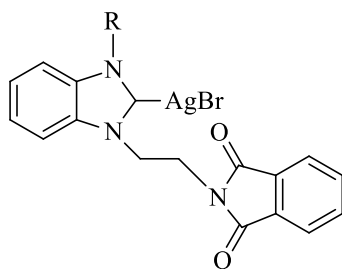
- 1a** CH₂C₆H₄(CH₃)-4
1b CH₂C₆(CH₃)-2,3,4,5,6



R'

- 1c** CH₂C₆H₅
1d CH₂C₆H₄(CH₃)-4
1e CH₂C₆H₃(CH₃)-3,5
1f CH₂C₆H₂(CH₃)₃-2,4,6
1g CH₂C₆H₄(CH₃)₄-2,3,5,6
1h CH₂C₆(CH₃)₅-2,3,4,5,6
1i CH₂C₆H₄C(CH₃)₃-4
1j CH₂C₆H₄(OCH₃)-4
1k CH₂C₆H₄(OCH₃)₃-3,4,5
1l CH₂C₆H₄(CH₂CH₂)-4
1m CH₂C₆H₁₁
1n CH₂CH₂OCH₃
1o CH₂CH₂CH₂CH₃
1p CH₂CH₂CH(CH₃)₂
1r CH₂CH₂=CH₂

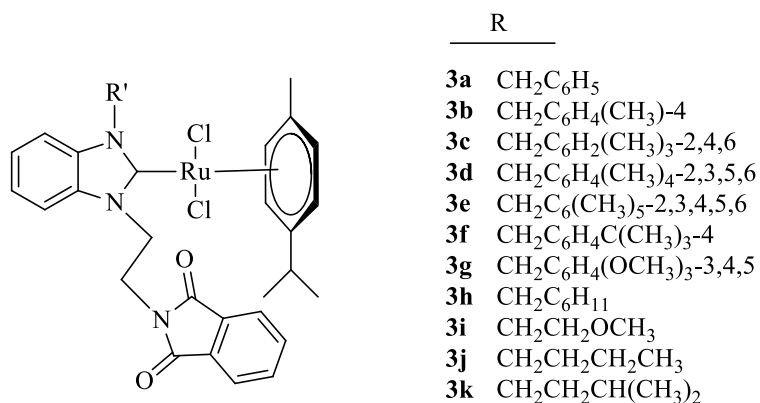
2) Ag-NHC complexes (**2a-2n**) have been synthesized. Structural investigation have been carried out with proper spectroscopic techniques.



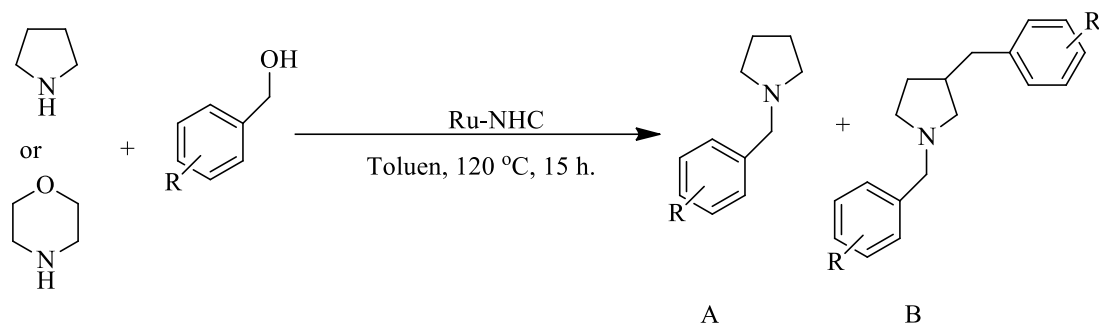
R

- 2a** CH₂C₆H₅
2b CH₂C₆H₄(CH₃)-4
2c CH₂C₆H₃(CH₃)-3,5
2d CH₂C₆H₂(CH₃)₃-2,4,6
2e CH₂C₆H₄(CH₃)₄-2,3,5,6
2f CH₂C₆(CH₃)₅-2,3,4,5,6
2g CH₂C₆H₄C(CH₃)₃-4
2h CH₂C₆H₄(OCH₃)-4
2i CH₂C₆H₄(OCH₃)₃-3,4,5
2j CH₂C₆H₁₁
2k CH₂CH₂OCH₃
2l CH₂CH₂CH₂CH₃
2m CH₂CH₂CH(CH₃)₂
2n CH₂CH₂=CH₂

3) Ru-NHC complexes (**3a-3k**) have been synthesized. Structural investigation have been carried out with proper spectroscopic techniques.



4) Ru-NHC complexes (**3a-3k**) have been tested for alkylation of pyrrolidine and morpholine and the catalytic activities were investigated.



5) Antimicrobial activities of Ag-NHC complexes (**2a-2n**) have been investigated.

KEY WORDS: *N*-heterocyclic carbene, phthalimid, alkylation, antimicrobial activity

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın tez konusu olarak seçilmesinde, planlanmasında ve yürütülmesinde bana yön veren, her konuda destek ve ilgisini esirgemeyen, bilgi ve hoşgörüsünden yararlandığım sayın hocam Prof. Dr. İsmail ÖZDEMİR'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada her konuda bilgi ve yardımlarını esirgemeyen hocalarım sayın Prof. Dr. Bülent ALICI, Prof. Dr. Nevin GÜRBÜZ, Doç. Dr. Serpil DEMİR ve Doç. Dr. Sedat YAŞAR'a;

Antimikrobiyal çalışmalara katkı ve desteklerinden ötürü Doç. Dr. İlknur ÖZDEMİR ve Yrd. Doç. Dr. Selami GÜNAL'a;

Bugüne kadar hayatımın her aşamasında çok büyük emekleri olan, sürekli olarak destek vererek beni teşvik eden değerli aileme;

Doktora çalışmalarım boyunca iş çıkışı ve hafta sonları laboratuvardaki çalışmalarına anlayışı ile destek olan değerli eşim Sevinç'e, çocuklarım Sefa ve Ayşegül'e;

Bu çalışmalarım sırasında her konuda yardım ve desteklerini gördüğüm dönem arkadaşlarım Dr. Öznur DOĞAN'a, Dr. Kenan BULDURUN'a, Arş. Gör. Mert Olgun KARATAŞ'a ve doktora öğrencisi Emine Özge KARACA'ya ve bütün anorganik kimya laboratuvarı ekibine;

Bu çalışmayı gerçekleştirmemde finansal destek sunan, İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (2013/58 no'lu “İmidazol ve Benzimidazol Çekirdeği İçeren *N*-heterosiklik Karben Öncüllerinin Sentezi ve Özellikleri” başlıklı proje);

teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	viii
SİMGE VE KISALTMALAR	xvi
1. GİRİŞ VE KURAMSAL TEMELLER	1
1.1. Karbenlerin Elektronik Yapısı ve Kararlılığı	1
1.2. Fischer Karben Kompleksleri	3
1.3. Schrock-Karben Kompleksleri	4
1.4. Karbenler ve Organometallik Kimya	4
1.5. N-Heterosiklik Karben Ligantları	7
1.6. N-Heterosiklik Karben Öncüllerinin Sentezi	8
1.6.1. Dört üyeli karben öncüllerinin sentezi	8
1.6.2. Beş üyeli karben öncüllerinin sentezi	9
1.6.3. Altı ve yedi üyeli karben öncülleri sentezi	10
1.7. NHC'lerin Genel Reaktivitesi	11
1.8. NHC'lerin Organometalik Kimyası	112
1.8.1. Metale bağlanma ve π -geri bağlanması	12
1.8.2. Bağlanma özellikleri ve fosfinle karşılaştırılması	12
1.9. N-Heterosiklik Karbenlerin Metal Komplekslerinin Sentezi	12
1.9.1. Oksidatif Katılım	13
1.9.2. Transmetalasyon	14
1.9.3. Diazolyum tuzlarının deprotonasyonu	14
1.9.4. Serbest NHC'lerin kompleksleşmesi	15
1.9.5. Elektronca zengin olefinin bölünmesi	16
1.10. NHC'lerin Uygulama Alanları	17
1.10.1. C-C Bağ oluşum tepkimeleri	18
1.10.1.1. Suzuki Miyaura eşleşmesi	18
1.10.1.2. Mizoroki-Heck eşleşmesi	20
1.10.1.3. Sonogashira eşleşme tepkimesi	21
1.10.1.4. Stille eşleşme tepkimesi	22
1.10.1.5. Kumada-Tamao-Corriu eşleşme tepkimesi	24
1.10.1.6. Negishi eşleşme tepkimesi	25
1.10.1.7. Hiyama eşleşmesi	26
1.11. Aminasyon (C-N) Tepkimesi	27
1.12. Olefinik Siklopropanasyon	28
1.13. Furan Sentezi	29
1.14. Hidrosilasyon	29
1.15. Olefin Metatezi	31
1.15.1. Çapraz metatez	32
1.15.2. Halka kapanma metatezi (RCM)	33
1.15.3. Halka açılma metatez (polimerizasyonu)- ROM(P)	34
1.15.4. Asiklik dien metatezi	35
1.16. Direkt Arilasyon	36
1.16.1. Arenlerin arilasyonu	36
1.16.2. Heteroarillerin arilasyonu	37
1.17. Hidrojenasyon	38

1.17.1.	Transfer hidrojenasyon	38
1.18.	Metal-NHC'lerin Biyolojik Aktiviteleri	39
1.18.1.	Ag <i>N</i> -Heterosiklik karben kompleksleri	40
1.18.2.	Altın-NHC kompleksleri	42
1.18.3.	Platin <i>N</i> -Heterosiklik karben kompleksleri	43
1.18.4.	Palladyum ve Bakır <i>N</i> -heterosiklik karben kompleksleri	44
1.18.5.	Nikel ve rutenyum <i>N</i> -heterosiklik karben kompleksleri	45
1.19.	Çalışmanın Amacı	47
2.	MATERYAL VE YÖNTEM	49
2.1.	<i>N</i> -Alkil İmidazolin ve Benzimidazollerin Sentezi	49
2.1.1.	<i>N</i> -[1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)]etilendiamin sentezi.....	49
2.1.2.	1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)imidazolin sentezi	50
2.1.3.	<i>N</i> -(4-Metilbenzil)etilendiamin sentezi	50
2.1.4.	1-(4-Metilbenzil)imidazolin sentezi	51
2.1.5.	1-Vinilbenzilbenzimidazol sentezi	51
2.1.6.	1-(3-Metoksibenil)benzimidazol sentezi	51
2.1.7.	1-(4- <i>ter</i> Bütilbenzil)benzimidazol sentezi	52
2.1.8.	1-(2,4,6-Trimetilbenzil)benzimidazol sentezi	52
2.1.9.	1-(3,5-Dimetilbenzil)benzimidazol sentezi	53
2.1.10.	1-(3,4,5-Trimetoksibenil)benzimidazol sentezi	53
2.1.11.	1-(Benil)benzimidazol sentezi	53
2.1.12.	1-(2,3,5,6-Tetrametilbenzil)benzimidazol sentezi	54
2.1.13.	1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)benzimidazol sentezi	54
2.1.14.	1-(Alil)benzimidazol sentezi	55
2.1.15.	1-(4-Metilbenzil)benzimidazol sentezi	55
2.1.16.	1-(3-Metilbütan)benzimidazol sentezi	55
2.1.17.	1-(Metoksietil)benzimidazol sentezi	56
2.1.18.	1-(<i>n</i> -Bütil)benzimidazol sentezi	56
2.1.19.	1-(Metilsikloheksil)benzimidazol sentezi	57
2.2.	İmidazol ve Benzimidazol Çekirdeği İçeren Azolyum Tuzlarının sentezi	57
2.2.1.	1-(4-Metilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)imidazolinum bromür, 1a sentezi	57
2.2.2.	1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)imidazolinum bromür, 1b 'nin sentezi	58
2.2.3.	1-(Benil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1c sentezi	58
2.2.4.	1-(4-Metilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1d sentezi	59
2.2.5.	1-(3,5-Dimetilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1e sentezi	59
2.2.6.	1-(2,4,6-Trimetilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1f sentezi	60
2.2.7.	1-(2,3,5,6-Tetrametilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1g sentezi	60
2.2.8.	1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1h sentezi	61
2.2.9.	1-(4- <i>ter</i> Bütilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1i sentezi	61
2.2.10.	1-(3-Metoksibenil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1j sentezi	62

2.2.11.	1-(3,4,5-Trimetoksibenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1k sentezi	62
2.2.12.	1-(4-Vinilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1l sentezi	63
2.2.13.	1-(Metilsikloheksil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1m sentezi	63
2.2.14.	1-(Metoksietil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1n sentezi	64
2.2.15.	1-(<i>n</i> -Bütil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1o sentezi	64
2.2.16.	1-(3-Metilbütan)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1p sentezi	65
2.2.17.	1-(Allil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1r sentezi	65
2.3.	Ag-NHC Komplekslerinin Sentezi	66
2.3.1.	Bromo[1-(Benzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2a sentezi	66
2.3.2.	Bromo[1-(4-Metilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2b sentezi	66
2.3.3.	Bromo[1-(3,5-Dimetilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2c sentezi	67
2.3.4.	Bromo[1-(2,4,6-Trimetilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2d sentezi	67
2.3.5.	Bromo[1-(2,3,5,6-Tetrametilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2e sentezi	68
2.3.6.	Bromo[1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2f sentezi	68
2.3.7.	Bromo[1-(<i>ter</i> Bütillbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2g sentezi	69
2.3.8.	Bromo[1-(3-Metoksibenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2h sentezi	69
2.3.9.	Bromo[1-(3,4,5-Trimetoksibenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2i sentezi	70
2.3.10.	Bromo[1-(Metilsikloheksil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2j sentezi	70
2.3.11.	Bromo[1-(Metoksietil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2k sentezi	71
2.3.12.	Bromo[1-(<i>n</i> -Bütil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2l sentezi	71
2.3.13.	Bromo[1-(3-Metilbütan)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2m sentezi	72
2.3.14.	Bromo[1-(Allil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2n sentezi	72
2.4.	Ru-NHC Komplekslerinin Sentezi	73
2.4.1.	Dikloro[1-(Benzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](<i>p</i> -simen) rutenyum (II), 3a sentezi	73
2.4.2.	Dikloro[1-(4-Metilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](<i>p</i> -simen) rutenyum (II), 3b sentezi	73
2.4.3.	Dikloro[1-(2,4,6-Trimetilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](<i>p</i> -simen) rutenyum (II), 3c sentezi	74
2.4.4.	Dikloro[1-(2,3,5,6-Tetrametilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](<i>p</i> -simen) rutenyum (II), 3d sentezi	74

2.4.5.	Dikloro[1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](<i>p</i> -simen) rutenyum (II), 3e sentezi	75
2.4.6.	Dikloro[1-(4- <i>ter</i> Bütilbenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](<i>p</i> -simen) rutenyum (II), 3f 'nin sentezi	75
2.4.7.	Dikloro[1-(3,4,5-Trimetoksibenzil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](<i>p</i> -simen) rutenyum (II), 3g sentezi	76
2.4.8.	Dikloro[1-(Metilsikloheksil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](<i>p</i> -simen) rutenyum (II), 3h sentezi	76
2.4.9.	Dikloro[1-(Metoksietil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](<i>p</i> -simen) rutenyum (II), 3i sentezi	77
2.4.10.	Dikloro[1-(<i>n</i> -Bütil)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](<i>p</i> -simen) rutenyum (II), 3j sentezi	77
2.4.11.	Dikloro[1-(3-Metilbütan)-3-(<i>N</i> -etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](<i>p</i> -simen) rutenyum (II), 3k sentezi	78
2.5	Ru-NHC Katalizörlüğünde Pirolidin ve Morfolinin Alkilasyonu	79
2.6	Antimikrobiyal Aktivite Çalışmaları	79
3.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	80
3.1.	Fitalimit Grubu İçeren Karben Öncüllerinin Sentezi	81
3.2.	Ag-NHC Komplekslerinin Sentezi	110
3.3.	Ru-NHC Komplekslerinin Sentezi	133
3.4.	Ru-NHC Katalizörlüğünde Pirolidin ve Morfolinin Alkilasyonu	156
3.4.1.	Pirolidin alkilasyonu	156
3.4.2.	Morfolinin alkilasyonu	159
3.5.	Antimikrobiyal Aktivite Çalışmaları	162
4.	SONUÇ VE TARTIŞMALAR	164
5.	KAYNAKLAR	166
	ÖZGEÇMİŞ	176

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Karben karbon atomları için olası elektron konfigürasyonları ve sınır orbitaller	1
Şekil 1.2.	Beş üyeli NHC türevlerinin rezorans yapıları ve elektronik konfigürasyonu	2
Şekil 1.3.	Fischer-karben komplekslerinde metal-karbon bağı	4
Şekil 1.4.	Schrock-karben komplekslerinde metal-karbon bağı	4
Şekil 1.5.	Bazı NHC türleri	7
Şekil 1.6.	Metal-NHC komplekslerinin uygulama alanları	17
Şekil 1.7.	C-C bağ oluşum tepkimeleri	18
Şekil 1.8.	Alkin hidrosilasyonunda kullanılan Pt-NHC kompleksleri	30
Şekil 1.9.	Özdemir ve grubu tarafından sentezlenen Fe-NHC kompleksleri	31
Şekil 1.10.	Olefin metatezinde kullanılan bazı bileşikler	32
Şekil 1.11.	Sterik olefinler için kullanılan rutenyum katalizörleri	34
Şekil 1.12.	Antitümör tedavisinde kullanılan bileşikler	39
Şekil 1.13.	Ronald ve arkadaşları tarafından sentezlenen Ag-NHC kompleksleri	42
Şekil 1.14.	Sentezlenen bazı Au-NHC kompleksleri	42
Şekil 3.1.	1a bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	82
Şekil 3.2.	1b bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	84
Şekil 3.3.	1c bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	86
Şekil 3.4.	1d bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	87
Şekil 3.5.	1e bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	89
Şekil 3.6.	1f bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	90
Şekil 3.7.	1g bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	92
Şekil 3.8.	1h bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	94
Şekil 3.9.	1i bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	96
Şekil 3.10.	1j bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	97
Şekil 3.11.	1k bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	99
Şekil 3.12.	1l bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	100
Şekil 3.13.	1m bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	102
Şekil 3.14.	1n bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	103
Şekil 3.15.	1o bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	105
Şekil 3.16.	1p bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	107
Şekil 3.17.	1r bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	108
Şekil 3.18.	2a bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	111
Şekil 3.19.	2b bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	112
Şekil 3.20.	2c bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	114
Şekil 3.21.	2d bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	115
Şekil 3.22.	2e bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	117
Şekil 3.23.	2f bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	118
Şekil 3.24.	2g bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	120
Şekil 3.25.	2h bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	121
Şekil 3.26.	2i bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	123
Şekil 3.27.	2j bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	124
Şekil 3.28.	2k bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	126
Şekil 3.29.	2l bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	127
Şekil 3.30.	2m bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	129
Şekil 3.31.	2n bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	131

Şekil 3.32.	3a bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	134
Şekil 3.33.	3b bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	136
Şekil 3.34.	3c bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	138
Şekil 3.35.	3d bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	140
Şekil 3.36.	3e bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	142
Şekil 3.37.	3f bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	145
Şekil 3.38.	3g bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	147
Şekil 3.39.	3h bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	149
Şekil 3.40.	3i bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	150
Şekil 3.41.	3j bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	152
Şekil 3.42.	3k bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	154

ŞEMALAR DİZİNİ

Şema 1.1.	İmidazolyum tuzlarının sentezi	9
Şema 1.2.	NHC sentezleme yöntemleri	10
Şema 1.3.	Metal-NHC kompleksi sentezleme yöntemleri	13
Şema 1.4.	Deprotanasyonla metal-NHC sentezi	15
Şema 1.5.	Suzuki tepkimesi için önerilen mekanizma	19
Şema 1.6.	Mizoroki-Heck tepkimesine ait mekanizma	20
Şema 1.7.	Sonogashira tepkimesine ait mekanizma	22
Şema 1.8.	Stille tepkimesi için önerilen mekanizma	23
Şema 1.9.	Kumada tepkimesi için önerilen mekanizma	24
Şema 1.10.	Negishi tepkimesi için önerilen mekanizma	26
Şema 1.11.	Hiyama tepkimesi için önerilen mekanizma	27
Şema 1.12.	Olefin metatezi için önerilen mekanizma	32
Şema 1.13.	Halka kapanma metatezi için önerilen mekanizma ve katalitik döngü	34
Şema 3.1.	Sentezlenen karben öncüllerinin genel gösterimi	80
Şema 3.2.	Sentezlenen karben öncülleri	81
Şema 3.3.	Sentezlenen gümüş komplekslerinin genel gösterimi	110
Şema 3.4.	Sentezlenen rutenyum komplekslerinin genel gösterimi	133

ÇİZELGELER DİZİNİ

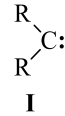
Çizelge 3.1.	1a bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	82
Çizelge 3.2.	1b bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	84
Çizelge 3.3.	1c bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	86
Çizelge 3.4.	1d bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	87
Çizelge 3.5.	1e bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	89
Çizelge 3.6.	1f bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	90
Çizelge 3.7.	1g bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	92
Çizelge 3.8.	1h bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	94
Çizelge 3.9.	1i bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	96
Çizelge 3.10.	1j bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	97
Çizelge 3.11.	1k bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	99
Çizelge 3.12.	1l bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	100
Çizelge 3.13.	1m bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	102
Çizelge 3.14.	1n bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	103
Çizelge 3.15.	1o bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	105
Çizelge 3.16.	1p bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	106
Çizelge 3.17.	1r bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	108
Çizelge 3.18.	2a bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	111
Çizelge 3.19.	2b bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	112
Çizelge 3.20.	2c bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	114
Çizelge 3.21.	2d bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	115
Çizelge 3.22.	2e bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	117
Çizelge 3.23.	2f bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	118
Çizelge 3.24.	2g bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	120
Çizelge 3.25.	2h bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	121
Çizelge 3.26.	2i bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	123
Çizelge 3.27.	2j bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	124
Çizelge 3.28.	2k bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	126
Çizelge 3.29.	2l bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	127
Çizelge 3.30.	2m bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	129
Çizelge 3.31.	2n bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	131
Çizelge 3.32.	3a bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	134
Çizelge 3.33.	3b bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	136
Çizelge 3.34.	3c bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	138
Çizelge 3.35.	3d bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	140
Çizelge 3.36.	3e bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	142
Çizelge 3.37.	3f bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	144
Çizelge 3.38.	3g bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	146
Çizelge 3.39.	3h bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	148
Çizelge 3.40.	3i bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	150
Çizelge 3.41.	3j bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	152
Çizelge 3.42.	3k bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları	155
Çizelge 3.43.	Ru-NHC katalizörlüğünde pirolidinin alkilasyonu	157
Çizelge 3.44.	Ru-NHC katalizörlüğünde morfolinin alkilasyonu	159
Çizelge 3.45.	Ag-NHC'lerin antimikrobiyal aktiviteleri	162

SİMGELER VE KISALTMALAR

Ar	Aril
ADMP	Asidik Dien Metatez Polimerizasyonu
ATCC	Amerikan Tipi Kültür Koleksiyonu
Bü ^t	<i>ter</i> -Bütil
<i>cis</i> -	Aynı tarafta
CM	Çarpraz Metatez
CSA	Komfor Sülfonik Asit
DMAc	Dimetilasetamit
DMF	Dimetilformamit
DCM	Diklorometan
DMSO	Dimetilsülfoksit
e.n.	Erime noktası
ezo	Elektronca zengin olefin
FT-IR	Fourier Transform Infrared Spektroskopisi
GC	Gaz Kromatografisi
GC-MS	Gaz Kromatografisi – Kütle Spektroskopisi
HMDS	Hekzametildisilazidinin
Kat	Katalizör
KOBü ^t	Potasyum <i>ter</i> -bütoksit
LPS	Lipopolisakkarit
<i>m</i> -	meta
Me	Metil
Mes	Mesitil
MİK	Minimum İnhibitör Konsantrasyon
NHC	<i>N</i> -heterosiklik karben
NMR	Nükleer Manyetik Rezonans
<i>o</i> -	Orto
OAc	Asetat
<i>p</i> -	Para
Ph	Fenil
RCM	Halka Kapanma Metatezi
ROM	Halka Açılma Metatezi
ROM(P)	Halka Açılma Metatez Polimerizasyonu
TBAF	Tetrabütilamonyumflorit
THF	Tetrahidrofuran
TMSOTf	Trimetilsililtri fluorometansülfonat
TNF-alfa	Tümör Nekroz Faktörü-alfa
<i>Trans</i> -	Karşılıklı tarafta

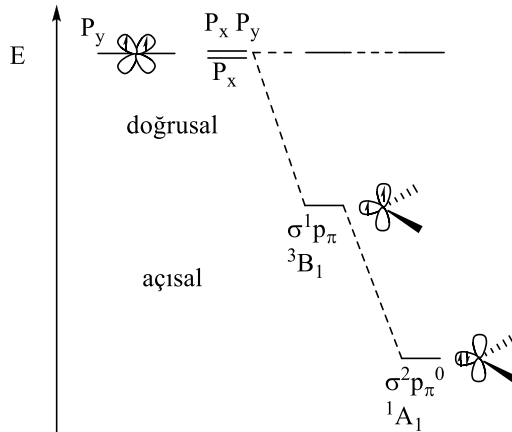
1. GİRİŞ VE KURAMSAL TEMELLER

Karbenler kimya alanında merak uyandırmaya 150 yılı aşkın bir süre önce başlamıştır [1,2]. Metilen karbonunu değerlik kabuğunda altı elektron içeren ve üzerinde bir çift eşleşmemiş elektron bulunduran iki değerlikli en basit nötral karben (**I**) yapısıdır. Karbenler izole edilememelerine rağmen karben komplekslerinin varlığı uzun süredir bilinmektedir. Karbenin bu kadar ön plana çıkmasının en önemli sebebi singlet veya triplet haldeki karbenin elektronik konfigürasyonu ve geometrik yapısından kaynaklanan farklılıklardır. Karbenin kimyasal doğasının oldukça fazla araştırılması sonucu olarak, metal merkezi ile olan etkileşimleri ön plana çıkmakta, cazibesini daha da artırmakta ve organometalik kimyanın merkezine oturmaktadır [3]. Karbenin iki farklı konumunda bulunan süstitüentlerin farklılaşması ile karbenin karbonu nükleofilik veya elektrofilik olarak davranabilmektedir. Bu farklılaşma yapıya avantaj kazandırmakla beraber metal karben uygulamaları sentetik kimyayı direkt etkilediğinden dolayı önem arz etmektedir.



1.1. Karbenlerin Elektronik Yapısı ve Kararlılığı

Karbenler değerlik kabuğunda altı elektron bulunduran ve eşleşmemiş bir çift nötral elektronu bulunan yapılardır. Karbenlerin açısallık veya doğrusallık geometriye sahip olmalarından karbon atomu sorumludur. Karbenin karbon atomu sp-hibriti yaptığı zaman doğrusal geometriye, sp²-hibriti yaptığı zaman açısallık geometriye sahip olmaktadır.

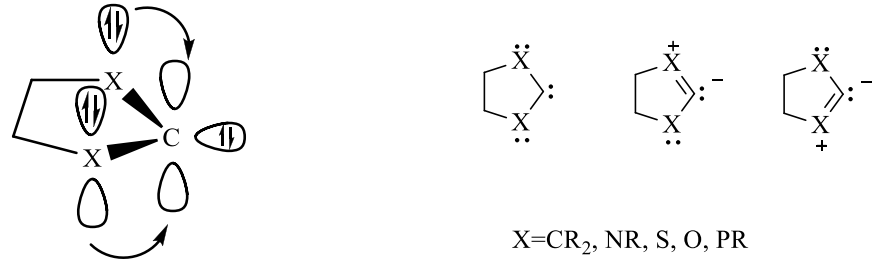


Şekil 1.1. Karben karbon atomları için olası elektron konfigürasyonları ve sınır orbitaller.

sp^2 -hibriti yapan karben karbonundaki bağa katılmayan iki elektron boş olan iki orbitale ($P \pi$ ve σ) paralel şekilde konumlanması ile triplet ($^3B_1$ durumu) yapısını almaktadır. Bu iki elektronun σ orbitalinin boşluğuna antiparalel şekilde yerleşmesiyle de az kararlı singlet ($^1A_1$ durumu) karben yapısını oluşturmaktadır (Şekil 1.1). Bu singlet ve triplet durumu karbenin reaktivitesini ve özelliklerini değiştirmektedir. Singlet karbenler dolu σ orbitali ve boş π orbitaline sahip olmalarından dolayı ampifilik özellik sergilerken triplet karbenler diradikal gibi davranmaktadır. Şekil 1.1’de kuantum kimyasal hesaplamalara bakıldığında singlet ve triplet karben arasında 2 eV enerji farklılığı görülmektedir. Enerji farkı 1.5 eV ise yapı triplet karben özelliği sergilemektedir [4].

Genellikle singlet karbenler kararlı σ -elektron çekici özelliğinden dolayı elektronegatif sübstitüentleri yapısına kabul eder. Çünkü; negatif indüktif etkiden dolayı bağa katılmayan σ orbitallerinin enerjisi düşürken p_π orbitalinin enerjisi değişmeden kalır ve yapının kararlı hal almasını sağlar [5]. Eğer sübstitüentler σ -elektron verici özellikte ise σ ve p_π orbitali arasındaki enerji boşluğu farkını düşürerek triplet yapısının kararlı hal almasını sağlar.

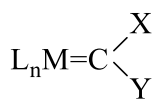
Şekil 1.2’de N-heterosiklik karben türevlerinin rezonans yapıları ve elektronik konfigürasyonları gösterilmektedir.



Şekil 1.2. Beş üyeli NHC türevlerinin rezonans yapıları ve elektronik konfigürasyonu

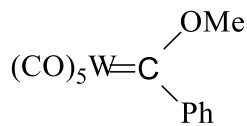
Sübstitüentlerin π elektronlarının karbenin p_π orbitalleri ile interaktif etkileşimi sonucu dört elektron üç merkezli π sistemi oluşur ve karben karbonunu çift bağ karakteri kazanır.

Karbenlerin geçiş metallerine bir çift bağla bağlanmasıyla metal karben kompleksleri (alkiliden kompleksleri) oluşur. Metal karben kompleksleri **II** genel yapısı ile gösterilirler.



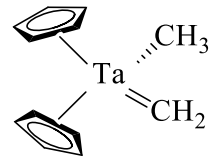
Genel gösterim

II



Fischer türü

III



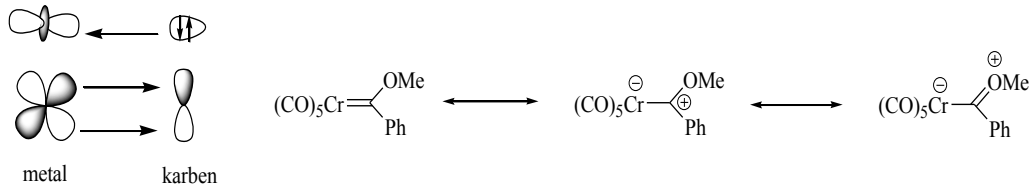
Schrock türü

IV

L_n karben dışındaki ligantları, M geçiş metalini, X ve/veya Y aril, alkil, H veya O, N, S, halojenür gibi heteroatomları gösterir. X ve Y gruplarının türüne göre metal karben kompleksleri Fischer ve Schrock karben kompleksleri olarak ikiye ayrılır. Karben karbon atomuna bağlı X ve Y gruplarından bir veya ikisinin heteroatom (O, S, N) olması durumunda oluşan kompleks Fischer türü (**III**), H veya alkil olması durumunda Schrock türü (**IV**) karben kompleksleri olarak adlandırılır [6,7].

1.2. Fischer Karben Kompleksleri

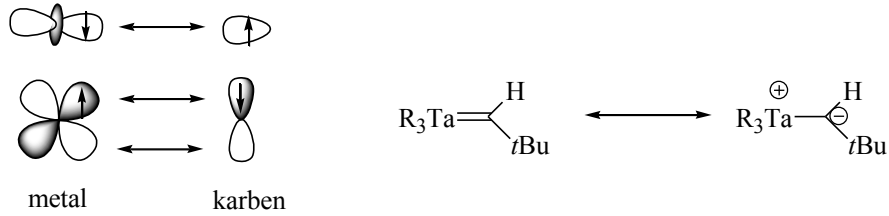
Aminokarben ve alkoksikarbenler gibi karbenler oldukça kararlı heteroatom singlet karbenlerdir. Singlet ve triplet temel halleri arasında enerji boşluğu oldukça fazladır. Metal-karbon bağının oluşumunda onların birbirine yakın uygun simetrideki boşlukları donor-akseptör etkileşimi sonucunda oluşmaktadır. Bu bağ oldukça kuvvetlidir. Çünkü; metal-karben σ -bağı oluşuktan sonra metal-karben π -geri bağının kendiliğinden oluşması ile yapı daha da kararlı hal almaktadır (Şekil 1.3) [8]. π -elektronları metal tarafından sürekli polarize edilmekte, α -grupları tarafından karbenin kararlılığını azaltılması ile metal-karben bağı kısmen bir çift bağ karakteri göstermektedir [8]. NHC içeren diaminokarbenler, metal ile yapmış oldukları π -geri bağı zayıflığından dolayı basit bir bağıdır. Çünkü; amino grupları π -geri bağı ile karbanyonik karbonunu oldukça kararlı kılmakta ve metal-karben π -geri bağını zayıflatmaktadır [9,10]. Fischer karben kompleksleri metal-karbon bağında elektrofilik olarak davranırlar ve bu durum karben merkezine nükleofilik atağı mümkün kılar. Düşük oksidasyon basamağına sahip metaller ile kompleksler meydana getirebilmektedirler [8-10].



Şekil 1.3. Fischer-karben komplekslerinde metal-karbon bağı

1.3. Schrock-Karben Kompleksleri

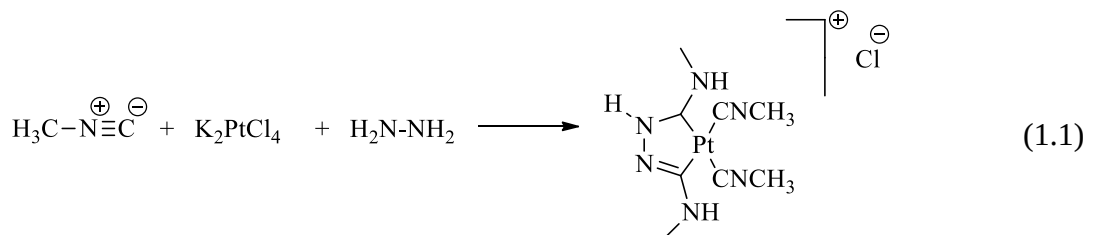
Dialkylkarben veya alkilidenler gibi, singlet ve triplet temel hali arasındaki enerji boşluğu az olduğundan dolayı zayıf bir kararlılığa sahiptir. İki tane triplet ekelektronun ortaklaşa kullanılması ile karbon-metal bağı kovalent karakterdedir (Şekil 1.4) [11,12]. π -elektronları neredeyse eşit bir şekilde hem metal hem de karbon atomu tarafından kullanıldığından dolayı metal-karbon bağı gerçek bir çift bağıdır [8,11]. Schrock karben komplekslerinin metal-karbon bağı nükleofilik karakterdedir ve elektrofiller ile karben merkezi tepkimeye girmeye yatkındır. Bu tür karbenler yalnızca yüksek oksidasyon basamağına sahip ilk geçiş metalleri (d^0) ile kompleks meydana getirebilirler.



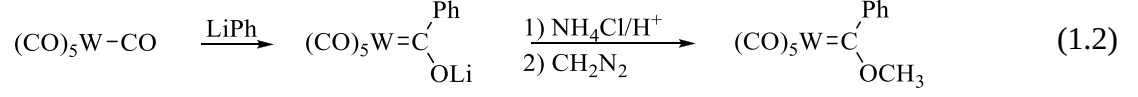
Şekil 1.4. Schrock-karben komplekslerinde metal-karbon bağı

1.4. Karbenler ve Organometallic Kimya

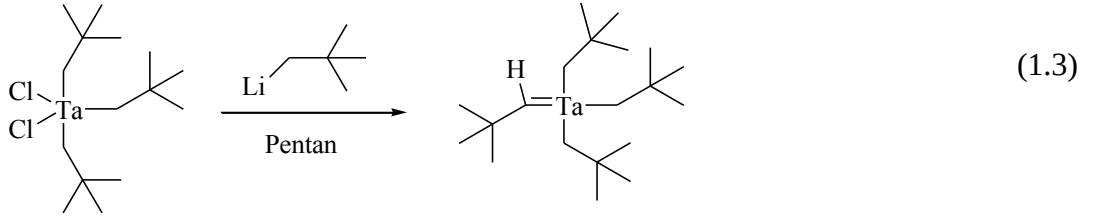
1915 yılında Chugaev ve arkadaşları Platin (II) izosiyanür kompleksi ile hidrazini etkileştirerek yeni hidrazin köprülü platin komplekslerini sentezlemişlerdir. Fakat spektroskopik teknikler ile yapıyı aydınlatamamışlardır [13] (1.1).



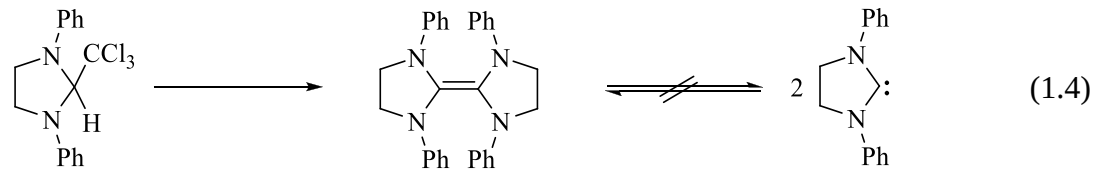
İlk metal karben kompleksi 1964 yılında Fischer tarafından sentezlenmiştir. Tungsten heksakarbonile fenil lityumun nükleofilik saldırması ile gerçekleşen *o*-alkilasyon ile Fischer ilk metal karben kompleksini sentezlemiştir (1.2) [14].



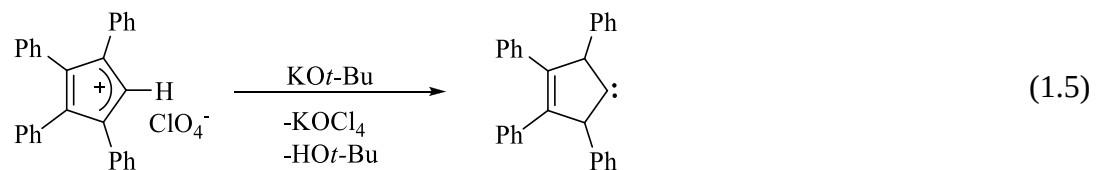
Fischer sentezinden sonra, yüksek oksidasyon basamağına sahip bir metal alkiliden kompleksi olan tri(neopentil) tantalum (V) diklorür kompleksinden α -hidrojeninin ayrılması ile sentezlenen yapı Shrock sentezi olarak adlandırılmaktadır (1.3) [15].



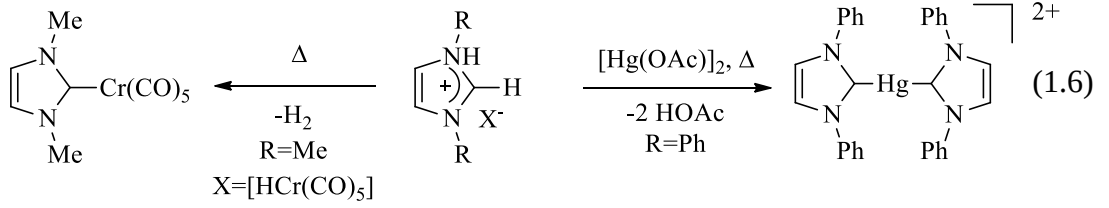
Shrock'ın çalışmalarından sonra Wanzlick kloroformdan α -eliminasyonu ile NHC sentezlemeye çalışmış ancak serbest karben yerine dimer olarak elde etmiştir (1.4) [16].



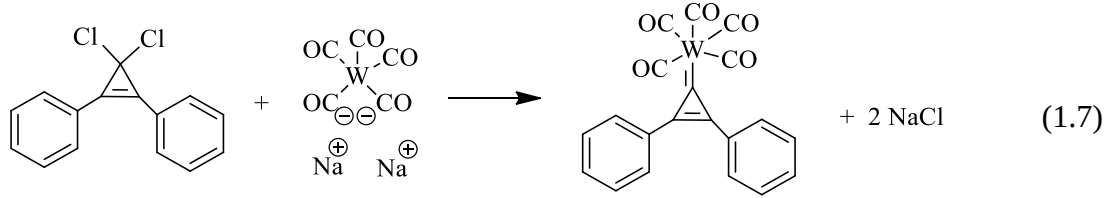
Wanzlick bu çalışmalara devam ederken 1960 yılında KO t Bu varlığında tetrafenilimidazolyum perkloratın deprotonasyonu ile serbest karben elde etmiş fakat izole edememiştir. 1990 yılına doğru Arduengo Wanzlick'in önerdiği orijinal deprotonasyon metodunu kullanarak serbet karbeni izole etmeyi başarmıştır (1.5) [17].



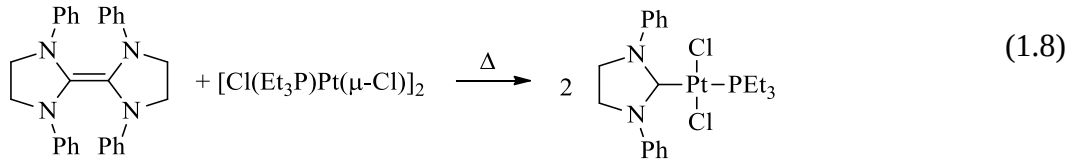
İlk NHC-metal karben kompleksi civa(II) asetat veya dimetilimidazolinum hidridopentakarbonil kromat(II) maddelerinin *in situ* deprotonasyonu ile metal merkezine karbenin koordinasyonu ile elde edilmiştir (1.6) [18,19].



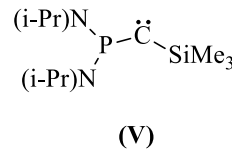
Bu gelişmelerden hemen sonra Öfele tarafından α -heteroatom içermeyen ilk kararlı olmayan karben kompleksi literatüre kazandırılmıştır (1.7) [20]. Bu kompleks Öfele tarafından sentezlenen ilk metal alkiliden kompleksidir.



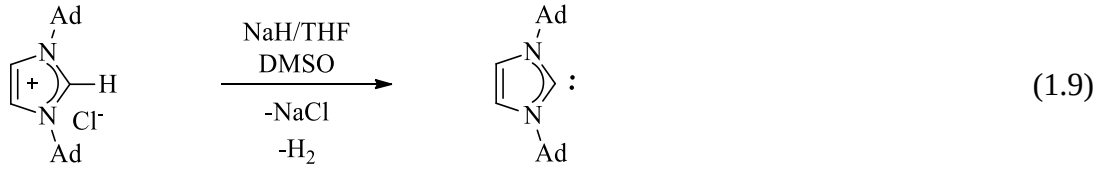
Bu gelişmelerden kısa bir süre sonra doymuş imidazolin-2-iliden metal kompleksinin kararlılığı, Lappert tarafından elektronca zengin entetraamin imidazolin-2-iliden ligantları ile geçiş metal komplekslerinin etkileştirilmesi sonucu ortaya çıkmıştır (1.8) [21].



1988 yılında Bertrand ve çalışma arkadaşları bir ligant gibi davranmayan kararlı λ^3 -fosfinokarbeni (**V**) tanımlamışlardır [22].



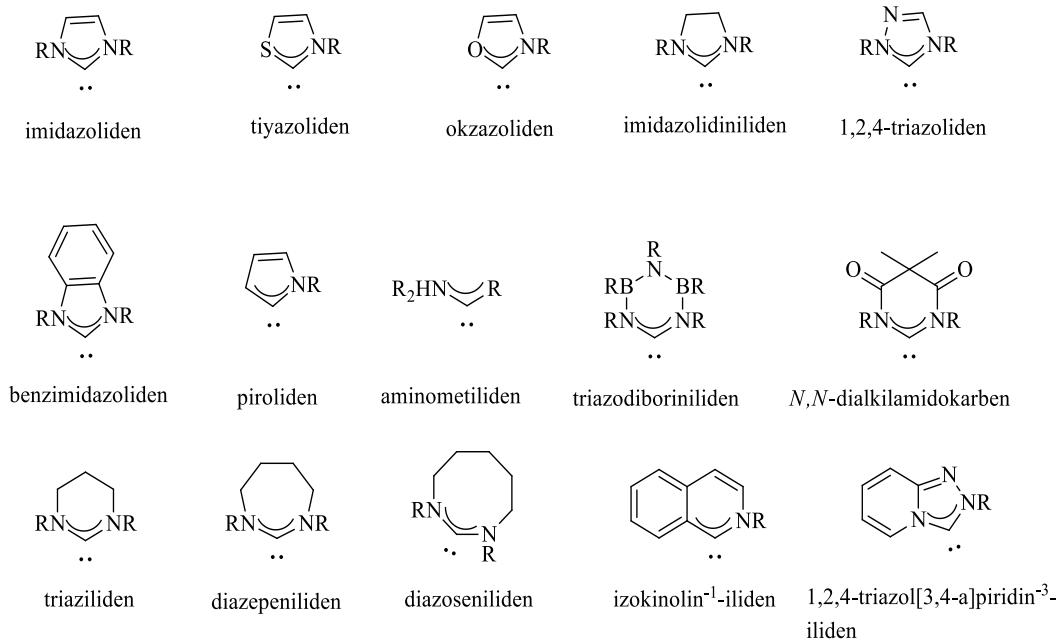
Arduengo ve arkadaşları 1991 yılında imidazolinum tuzlarının deprotonasyonu ile serbest ve kararlı ilk NHC'i sentezlemişlerdir (1.9) [23].



1.5. N-Heterosiklik Karben Ligantları

N-heterosiklik karbenler Arduengo karbeni olarak bilinmektedir. Diaminokarbenler geçiş metalleri ile Fisher-tipi karben kompleksi oluşturmaktadır. 1960 yılında Wanzlick'de aynı çalışmaları yürütmüş [24-26] ancak, 1991 yılında Arduengo ve arkadaşları ilk kararlı NHC olan 1,3-bis(adamantilimidazol-2-iliden)'i sentezleyip izole etmişlerdir [27]. 1991 Yılından bu yana birçok NHC türevleri sentezlenmiş ve yenileri sentezlenmeye devam etmektedir. Sentezlenen bu NHC'ler geçiş metalleri ile etkileştirilerek iyi tanımlanmış kompleksler elde edilmektedir. Elde edilen karben kompleksleri fosfinin sınırlarını ortadan kaldırarak organometalik kimya, farmasötik kimya ve katalizde başarılı bir uygulama alanı bulmaktadır.

Farklı iskelet yapılarına sahip NHC türevlerinin bazıları şekil 1.5'te gösterilmiştir.

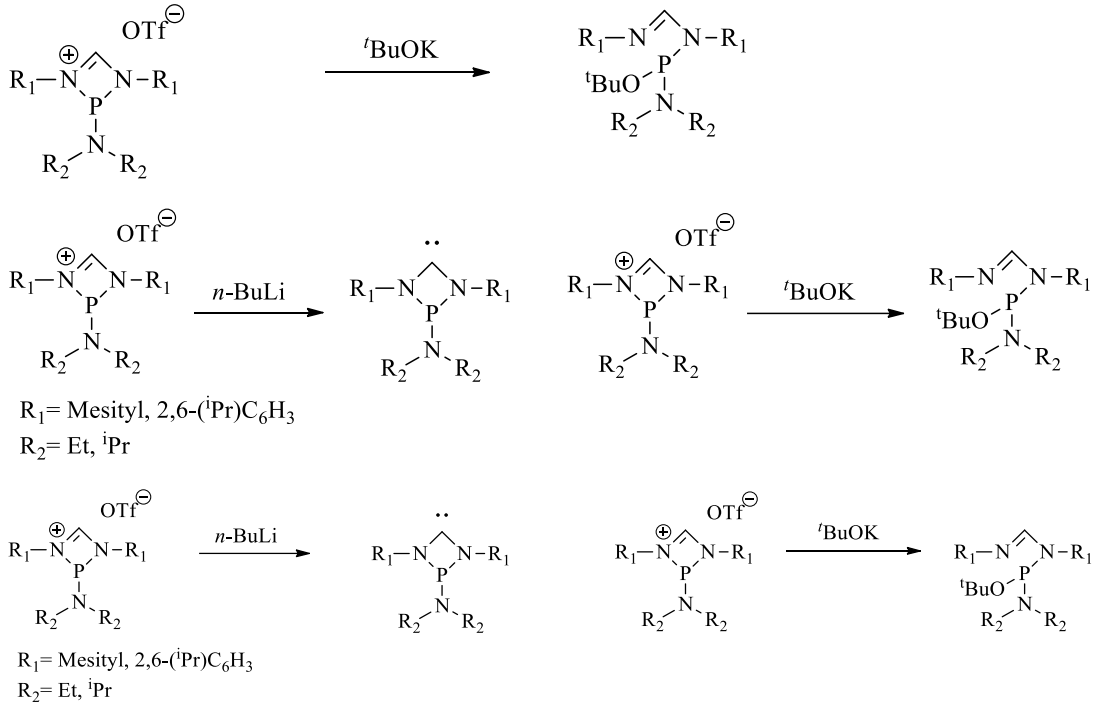
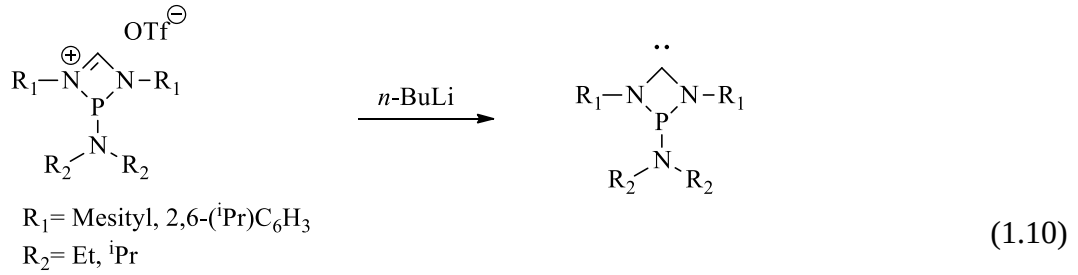


Şekil 1.5. Bazı NHC türleri

1.6. N-Heterosiklik Karben Öncüllerinin Sentezi

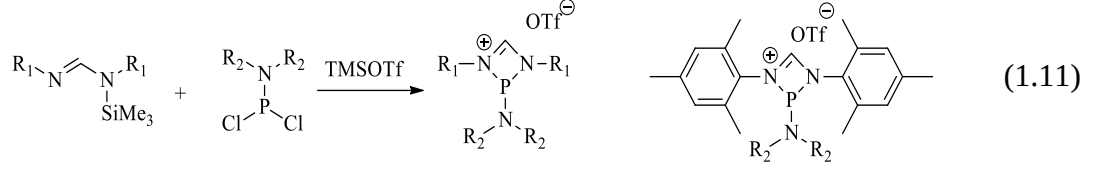
1.6.1. Dört üyeli karben öncüllerinin sentezi

İminyum tuzlarının mesitillityum veya heksametildisilazidinin (HMDS) deprotonasyonu ile dört üyeli siklik NHC yapıları meydana gelmektedir. Daha nükleofilik bir baz veya daha az sterik etki olduğunda P-N bağının koparak halkanın açıldığı, yapının *N*-fosfino-*N,N'*-disüstitüye formimidamite dönüşmesine neden olduğu gözlenmektedir [28] (1.10).



2004 yılında Grubbs ve arkadaşları tarafından dört üyeli halkalı NHC sentezlenmeye başlanmıştır. İki eşdeğer primer amin ile trietil ortoformat, asidik şartlar altında *N,N*-disüstitüye formamidin oluşması sağlanmıştır [28] ve ortama *n*-bütilityum ve trimetilsilil klorür eklenmesi ile sililamidinler elde edilmiştir.

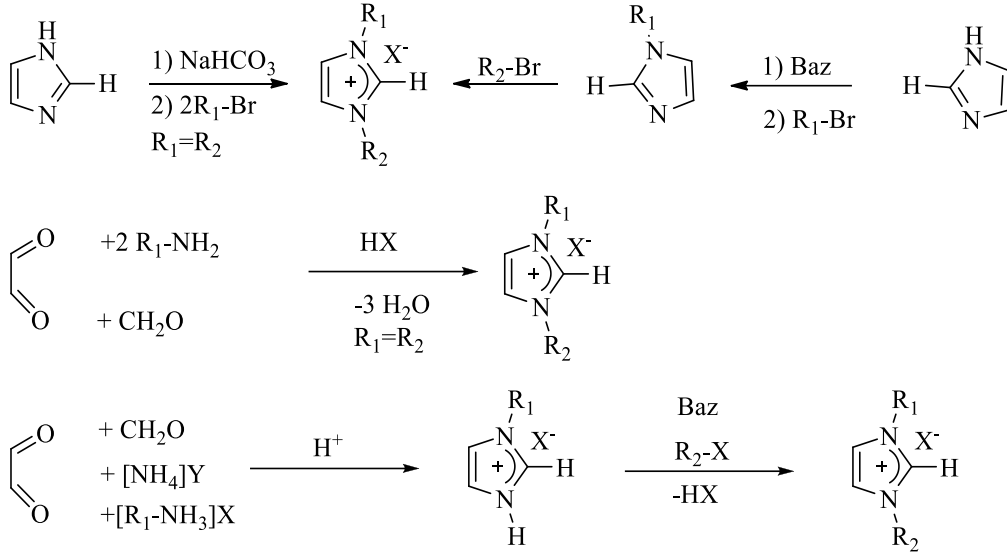
Trimetilsililtriflorometansülfonat (TMSOTf) ve dietilaminodiklorofosfinin oda sıcaklığında karışması ile dört üyeli halkalı imin tuzu siklizasyon sonucunda meydana gelmektedir [29] (1.11).



R_1 = Mesityl, 2,6-(i Pr) C_6H_3
 R_2 = Et, i Pr

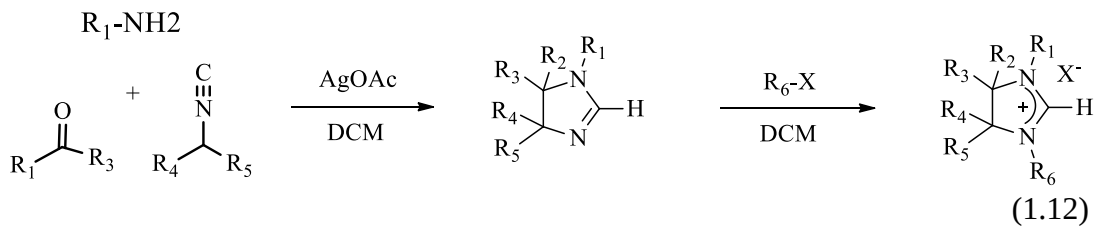
1.6.2. Beş üyeli karben öncüllerinin sentezi

İmidazolyum tuzları hazırlanırken genellikle iki yöntem kullanılır. İmidazolün azot atomunun alkilasyonu ve formaldehit, glioksal ve pirimer aminlerin çoklu bileşen tepkimesi ile N,N'-süstitüye azolyum tuzları sentezlenir [30-32] (Şema 1.1).



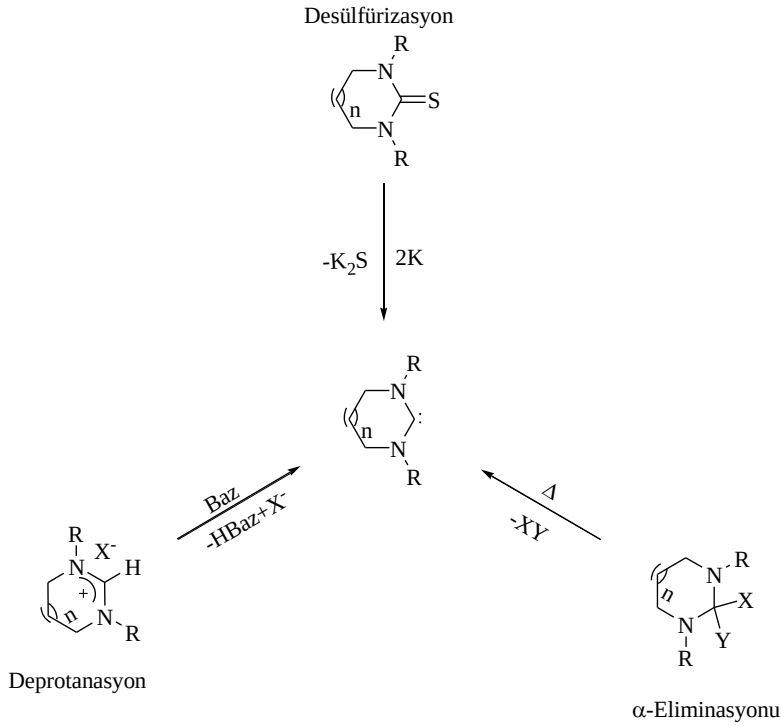
Şema 1.1. İmidazolyum tuzlarının sentezi

NHC'in C4 ve C5 konumuna istenilen farklı süstitüentler konumlandırılarak azolyum tuzları sentezlenmektedir [33] (1.12).



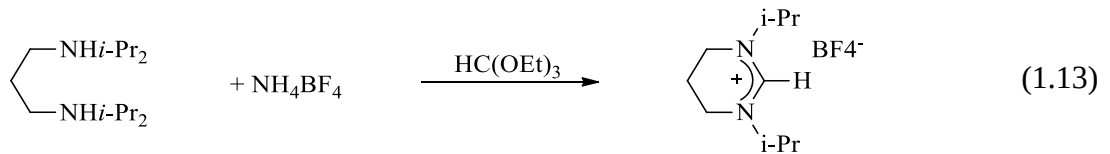
1.6.3. Altı ve yedi üyeli karben öncülleri sentezi

- Halkalı NHC öncüllerinin deprotonasyon yöntemi ile sentezlenmesi
- Desülfürizasyon yöntemi ile halkalı NHC öncülü sentezlenmesi
- α -eliminasyonu ile halkalı NHC öncülünün sentezlenmesi (Şema 1.2).

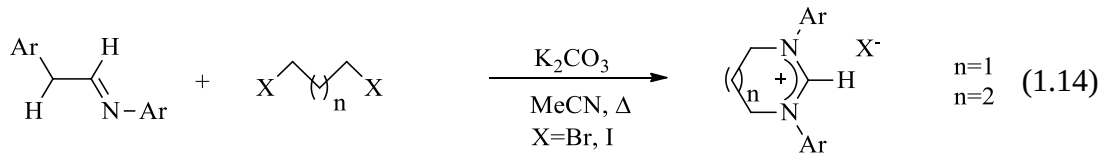


Şema 1.2. NHC sentezleme yöntemleri

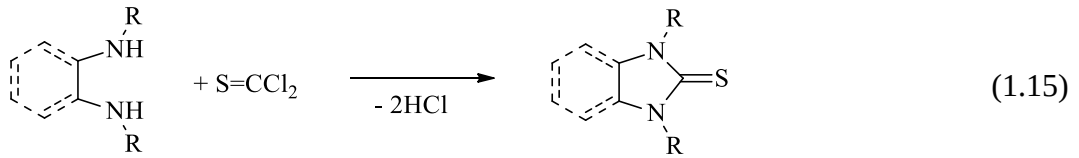
Tirietil ortoformat ile 1,3-diaminopropan uygun tepkime şartlarında etkileştirilerek altı üyeli NHC'ler sentezlenmektedir [34] (1.13)



Altı ve yedi üyeli NHC'ler amidiyum tuzları ile sentezlenmektedir [35] (1.14).



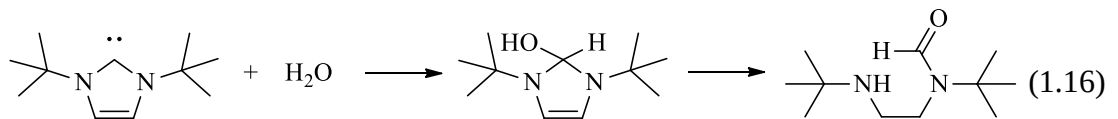
1,2-Diamino bileşiklerinin fosgen ile etkileştirilmesi ile hem aromatik hem alifatik imidazolin-2-tiyon veya benzimidazol-2-tiyon sentezlenmektedir [36] (1.15).



Altı ve yedi üyeli halkalı NHC yapısına çok fazla rastlanılmaz [37,38]. İmidazolinyum tuzları, tuz öncülleri sentezlendikten sonraki basamakta meydana gelmektedir. Propan-1,3- ve bütan-1,4-diamin asidik şartlar altında trietil ortoformat ile etkileştirilerek çeşitli NHC'ler sentezlenmiştir. Karbenler potasyum heksametilsililazid (HMDS) veya trimetilsilil civa ile t-bütoksityan ürünü vererek ortamda meydana gelmektedir [39].

1.7. NHC'lerin Genel Reaktivitesi

İmidazolidenler ve sterik olarak kararlı imidazolinilidenler termodinamik olarak karardır. Kinetik etkilerden dolayı triplet dioksijen ile NHC'ler tepkime vermemektedir. Tepkime vermiş olsa bile çok yüksek ekzotermik şartlar gerektirmektedir [40,41]. Bunlar karbonmonoksit karşı nötr olan (ketonların oluşması değil) CuO ve HgO gibi oksidasyon ajanlarıdır. Bu ajanlar dihidrojen, bir miktar palladyum veya platin katalizörü varlığında yavaş bir şekilde tepkimeye girerek 1,1-katılımı ile aminleri oluşturur. Ayrıca havanın nemine karşı aşırı hassas olduklarından kuru atmosfer şartlarında çalışılması zorunludur. Karbene suyun veya nükleofilik atak gerçekleştirebilecek –OH yapısı içeren bir grubun katılması ile hidroliz meydana gelir ve halka açılması ile sonuçlanır (1.16).



NHC'ler yüksek pKa değerlerinden dolayı asitler ile tepkimeye girerek iminyum tuzlarına dönüşürler [42]. Kuvvetli nötral organik baz olduklarından DBU (1,8-diazabisiklo[5.4.0]undekan-7-en) ve pentasiklik vinamidinler (vinamidines) ile karşılaştırılabilirler [43].

1.8. NHC'lerin Organometalik Kimyası

1.8.1. Metale bağlanma ve π -geri bağlanması

Karbenik karbon ile organometalik kompleksin metali arasındaki mesafe, metalden (π -geri bağlanma) gelen elektron yoğunluğunu karbenin kabul edebilme yeteneğine bağlıdır [44]. Metal-karbon arasındaki bu kısa mesafe çift bağ oluşurken π -geri bağının oluşmasından kaynaklanmaktadır. Farklı tür karbenler üzerinde yapılan çalışmalara baktığımızda π -akseptör yeteneği Schrock-tipi yapılarda Fischer-tipine göre azalma göstermektedir [45]. Metal-karben arasındaki σ -bağının kuvveti arttıkça π -geri-bağının önemi azalmaktadır [46].

Sadece bakır, gümüş ve altının oluşturduğu NHC komplekslerinde oluşan π -geri bağı oldukça önemlidir [47].

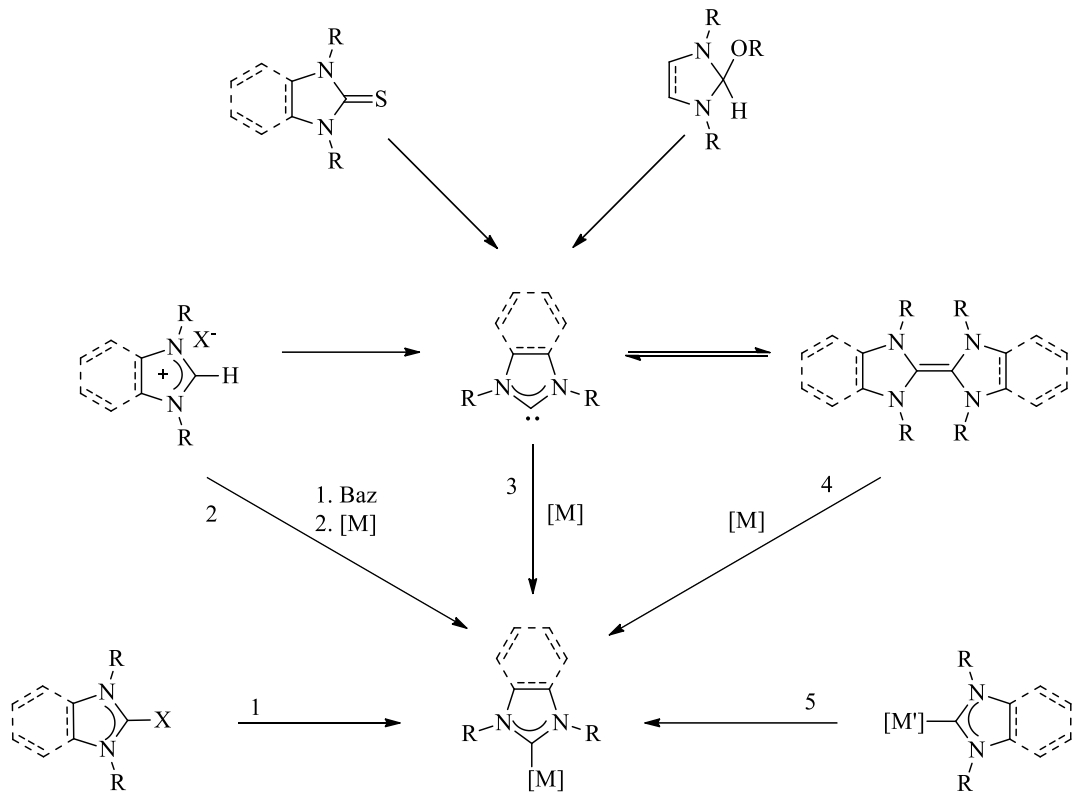
1.8.2. Bağlanma özellikleri ve fosfinle karşılaştırılması

Fosfinler de NHC'ler gibi yapısında iki elektronlu monodentat ligant olarak metaller ile kompleks yapmaktadır [48]. Karbonil metal kompleksleri yapısında CO grubu bulundurulur ve trans pozisyonda NHC yada fosfin ligantı olduğunda IR spektroskopisinde görülebilmektedir. C-O gerilme titreşim frekansı NHC veya fosfinin π -geri bağlanma kabiliyetine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Tamamen simetrik modda titreşim olarak daha basit ligantlar (σ donör) daha basit titreşim frekanslarına sahiptir. Ni(0) kompleksinin farklı çalışmalarına baktığımızda NHC ligantlarının bulunduğu yapıların basit fosfinlere oranla daha fazla elektron sağladığı görülmektedir [49]. NHC'ler metal merkezine fosfinlere oranla daha iyi bağlanmaktadır [50].

1.9. N-Heterosiklik Karbenlerin Metal Komplekslerinin Sentezi

NHC-Metal Kompleksini hazırlayabilmek için dört standart yöntem vardır (Şema 1.3).

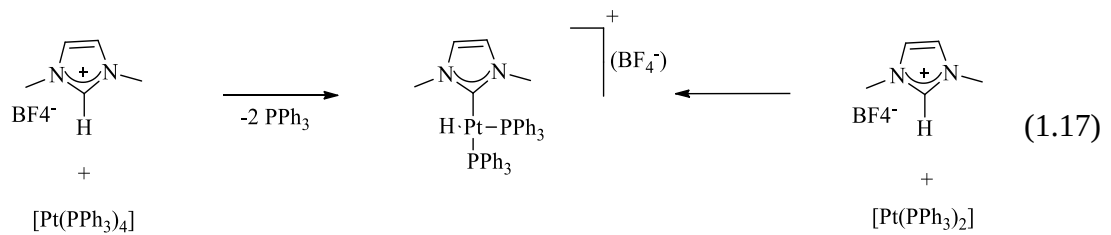
1. Oksidatif Katılım
2. Diazolyum Tuzlarının Deprotanasyon
3. Serbest Karbenlerin Kompleksleşmesi
4. Elektroca Zengin Olefinin Bölünmesi
5. Transmetalasyon



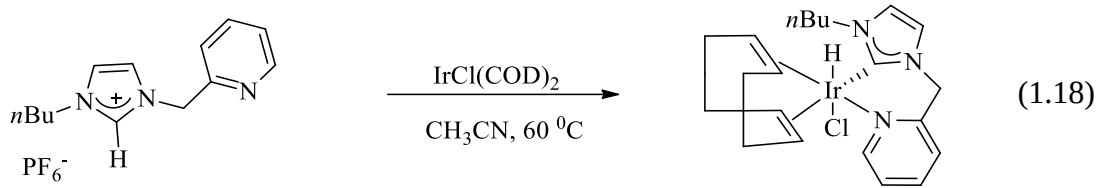
Şema 1.3. Metal-NHC kompleksi sentezleme yöntemleri

1.9.1. Oksidatif katılım

Karbon-Halojen bağına oksidatif katılım 40 yılı aşındır bilinmektedir. 2001 yılında Cavell ve Yates imidazolyum katyonunun C2-X bağına elektronca zengin, uygun enerji seviyesine sahip d^{10} yapısındaki metalin oksidatif katılımı ile platin kompleksini sentezlemişlerdir (1.17) [51].

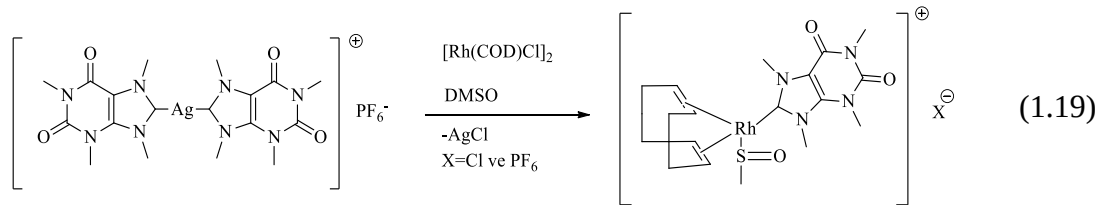


Peris ve arkadaşları N-(2-metilpiridil)imidazolyum katyonunu iridyum(I) ile etkileştirerek oksidatif katılımı başarmışlardır. Bu tepkime prosesi gerçekleşirken ilk olarak donör durumdaki azot atomu komplekse koordine olur ve köprü konumunda bulunan imidazolün C2-H bağı metal merkezine olabildiğince yaklaşır fakat tepkimeye girmez (1.18).

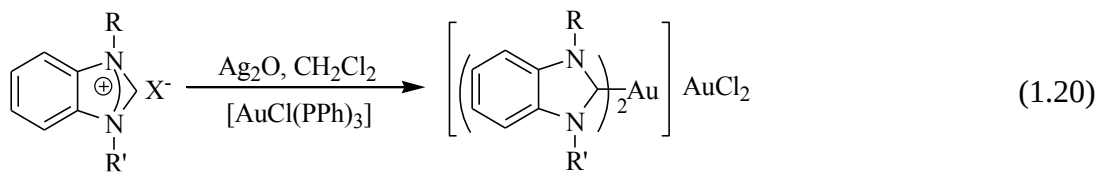


1.9.2. Transmetalasyon

NHC-Ag(I) halojenür sentezinin hem kararlılığı hemde kolay sentezlenebilirliği transmetalasyon tepkimelerine olan ilgiyi arttırmaktadır [52,53]. Gümüşten daha elektronegatif bir metale sahip olan organometalik bir yapının varlığında Ag-karbon bağı kırılarak gümüş halojenür şeklinde yapıdan ayrılırken, karben termodinamik olarak daha kararlı olan yapıya transfer olur. Rutenyum, rodyum, iridyum, palladyum, platin ve altın kompleksleri transmetalasyon yöntemi ile oldukça güzel verimlerde sentezlenebilmektedir (1.19.).

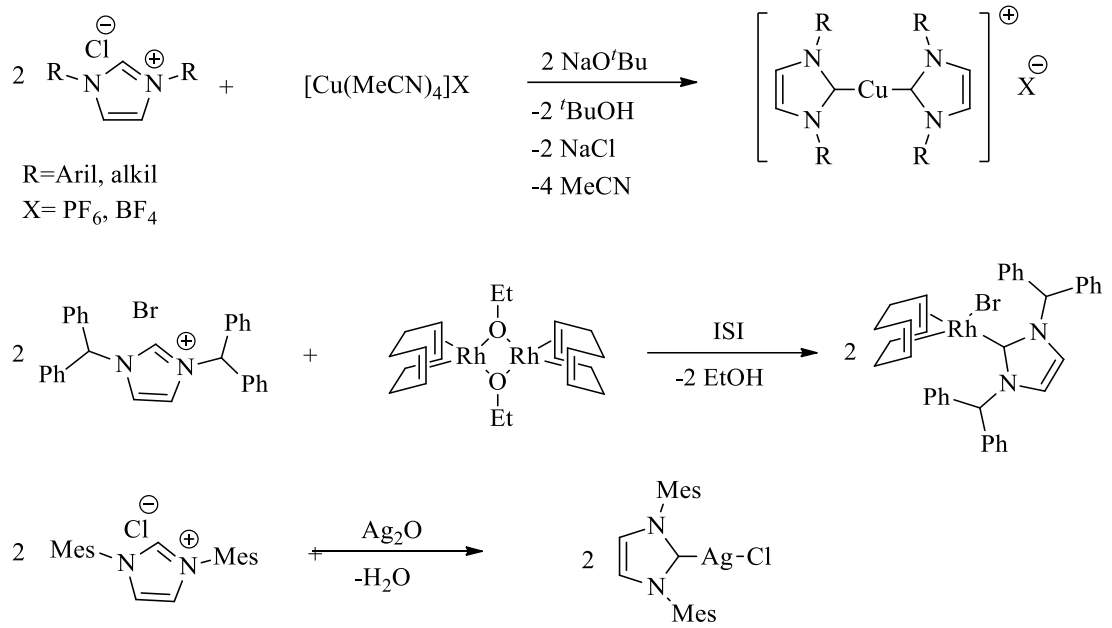


Özdemir ve grubu tarafından sübstütiye benzimidazol içeren Ag-NHC komplekslerinden [AuCl(PPh₃)] varlığında transmetalasyon yöntemi ile Au(I)-NHC kompleksleri sentezlenmiş ve antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir (1.20) [54].



1.9.3. Diazolyum tuzlarının deprotonasyonu

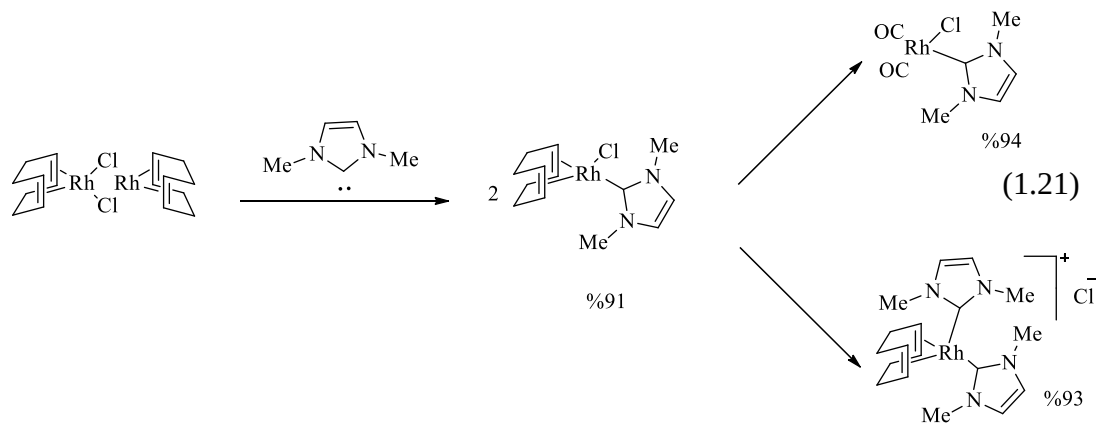
NHC'ler bazik şartlar altında metal öncülleri ile etkileşerek tepkime ortamında deprotonasyon sonucu NHC komplekslerini oluşturmaktadırlar. Deprotonasyonu gerçekleştirebilmek için trietilamin, potasyum tersiyerbütoksit veya karbonat gibi bazlar kullanılmaktadır [55]. Eğer organometalik yapı alkoksit, hidrür veya asetat gibi bazik ligantlar içeriyor ise dışarıdan baz ortama eklenmeksizin tepkime şartları sağlanır [56]. Ag(I) oksit tepkime ortamında hem metal kaynağı hem de baz olarak davranış sergilemektedir [52]. Şema 1.4'te deprotonasyon yöntemiyle metal-NHC sentezleri gösterilmektedir.



Şema 1.4. Deprotanasyonla metal-NHC sentezi

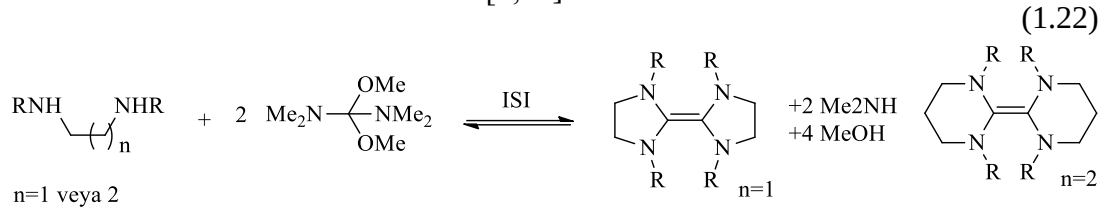
1.9.4. Serbest NHC'lerin kompleksleşmesi

İlk serbest karben 1991 yılında Arduengo tarafından sentezlenmiştir. Elde edilen serbest karbenler uygun şartlarda metaller ile etkileştirilerek metal-NHC kompleksleri sentezlenmektedir. Arduengo daha sonra geçiş metalleri ve baş grup elementleri ile basit koordinasyon yapan bir seri kompleks sentezlemiştir [57]. Herrmann ilk olarak bu komplekslerin katalitik olarak uygulanabilirliğini kanıtlamıştır (1.21) [58].

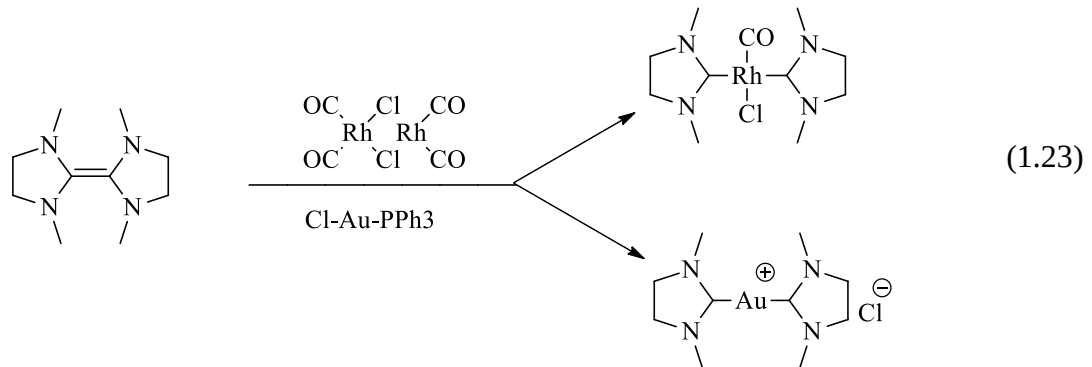


1.9.5. Elektronca zengin olefinin bölünmesi

Entetraminlere elektronca zengin olefinler denilmektedir (EZO) [59]. Bunlar diaminler ve N,N-dimetilformamitten sentezlenmektedir. Bu sentez tepkimesi bir denge halindedir. Oluşan dimetilanilinin ve metanolün distilasyonu dengenin olefin yönüne geçmesini sağlamaktadır [60] (1.22). Bu sentez tepkimesi primer alkil- ve aril-diaminlerin sentezini sınırlamaktadır [9,61] .



Olefinler genellikle havanın oksijenine ve neme oldukça duyarlıdır [62]. Olefinin sahip olduğu bu zayıf C=C bağı elektrofiller veya protik ajanlar ile etkileşerek eşleşmiş aminleri oluşturmaktadır. Olefinler, güçlü indirgeme ajanlarıdır ve alkil-, organosilil-, organogermanil- ve organohalojenürlerden halojenürün ayrılması ile oluşan radikallerin eşleşmesi ile olefinik yapıyı oluşturur. Olefinler imidazolidiniliden (NHC) veya terrahidroprolidiniliden geçiş metal komplekslerini di- μ -halojendimetal köprülerinin yarılmaları veya nötral ya da anyonik ligantlar varlığında meydana getirmektedir (1.23).



B. Çetinkaya, E. Çetinkaya, İ. Özdemir, B. Alıcı, H. Küçükbay, Y.Gök, N. Gürbüz, S. Demir tarafından yürütülmüş lisansüstü çalışmalar kapsamında yukarıda belirttiğimiz sentez yöntemleri kullanılarak çok sayıda metal-NHC kompleksi sentezlenmiştir [63-89].

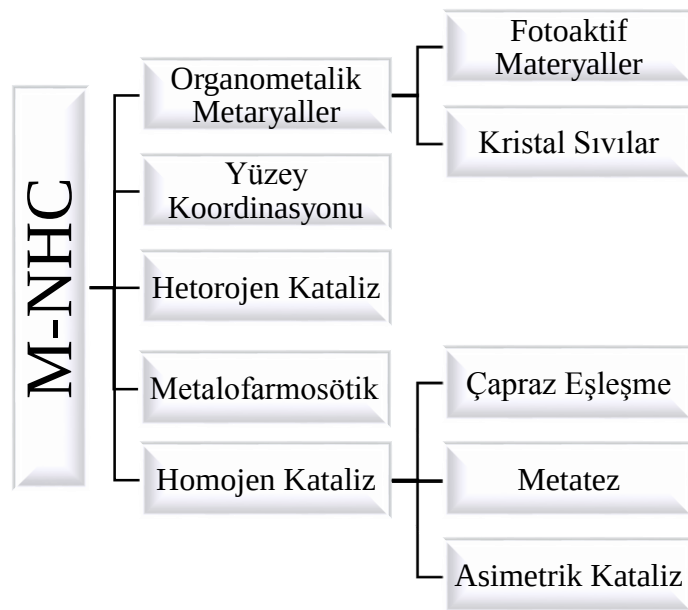
1.10. NHC'lerin Uygulama Alanları

Metal katalizli homojen tepkimelerinin araştırma konularının ilk sıralarında olduğu bilinmektedir. Bu da metal komplekslerinin yeteneklerinden kaynaklanmaktadır. Bu yeteneklerini sıralayacak olursak;

- Organik tepkimeleri katalizlemeleri
- Organik tepkimelerde seçicilik sağlaması
- Enerji ve atom ekonomisi
- Yeni sentez metotlarının geliştirilmesinde güçlü stratejisi olması
- Değerli kimyasallar, ilaç, kozmetik, polimer, moleküler materyaller alanında homojen katalizin büyük bir yenilik kazandırması
- Kimya sanayinde üretimlerde kullanılması
- Çevre dostu olması
- Çözgen olarak su gibi yinelenabilir çözümlerin kullanılabilmesi
- Yeşil kimya ile birlikte söz edilebilmesi
- Kolay uygulanabilmesi

Bu yeteneklere bakıldığında kimya alanında oldukça ilgi çekici olması daha iyi anlaşılmaktadır.

Metal-NHC içeren yapılar Şekil 1.6.'da gösterildiği gibi birkaç ana başlık altında toplanmaktadır. Bu ana başlıklar ise kendi aralarında alt başlıklara ayrılmaktadır. Dolayısı ile oldukça fazla alanda kullanıldığı görülmektedir.

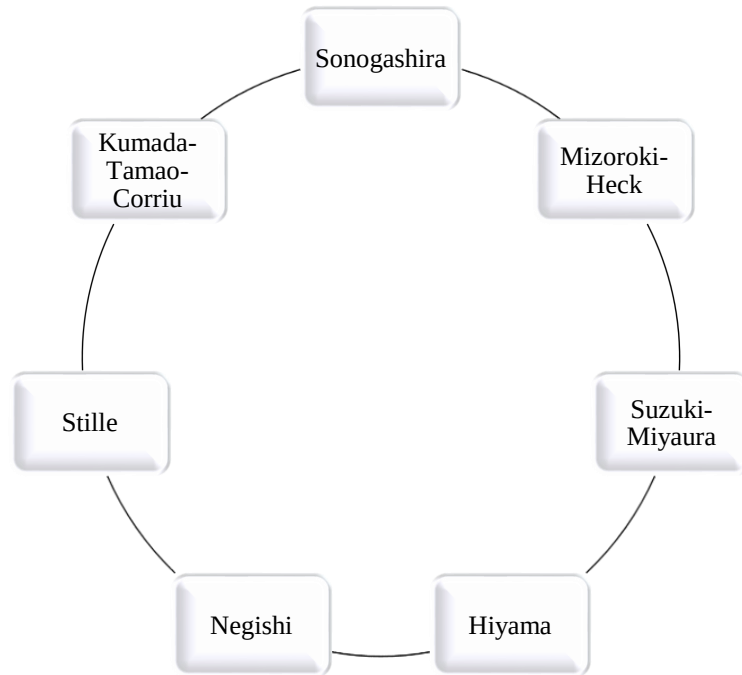


Şekil 1.6. Metal-NHC komplekslerinin uygulama alanları

C-C ve C-N bağ oluşum tepkimeleri, furan sentezi, siklopropanasyon, olefin metatezi, hidroformilasyon, polimerizasyon, C-H bağ aktivasyonu ve hidrosilasyon gibi homojen katalizi ilgilendiren birçok uygulama alanı bulunmaktadır.

1.10.1. C-C Bağ oluşum tepkimeleri

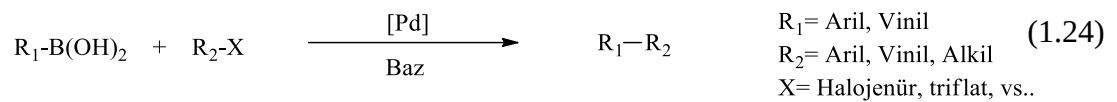
Katalitik C-C bağ oluşum tepkimelerinde Pd-NHC komplekslerinin bu sınıfta diğer kompleksler ile karşılaştırıldığında en üstün başarıyı sergilediği görülmektedir [90-93]. Son beş yıla bakıldığında, Suzuki, Heck ve diğer C-C bağ oluşum tepkimelerinde Pd-NHC komplekslerinin kullanıldığı çalışmalar neredeyse tek başına öncülük etmektedir. Şekil 1.7’de C-C bağ oluşum tepkimeleri gösterilmektedir.



Şekil 1.7. C-C bağ oluşum tepkimeleri

1.10.1.1. Suzuki miyaura eşleşmesi

Aril veya vinil boronik asitler ile aril, alkil veya vinil halojenürlerin palladyum katalizörlüğünde vermiş olduğu C-C eşleşme tepkimesine Suzuki-Miyaura eşleşme tepkimesi denilmektedir (1.24).

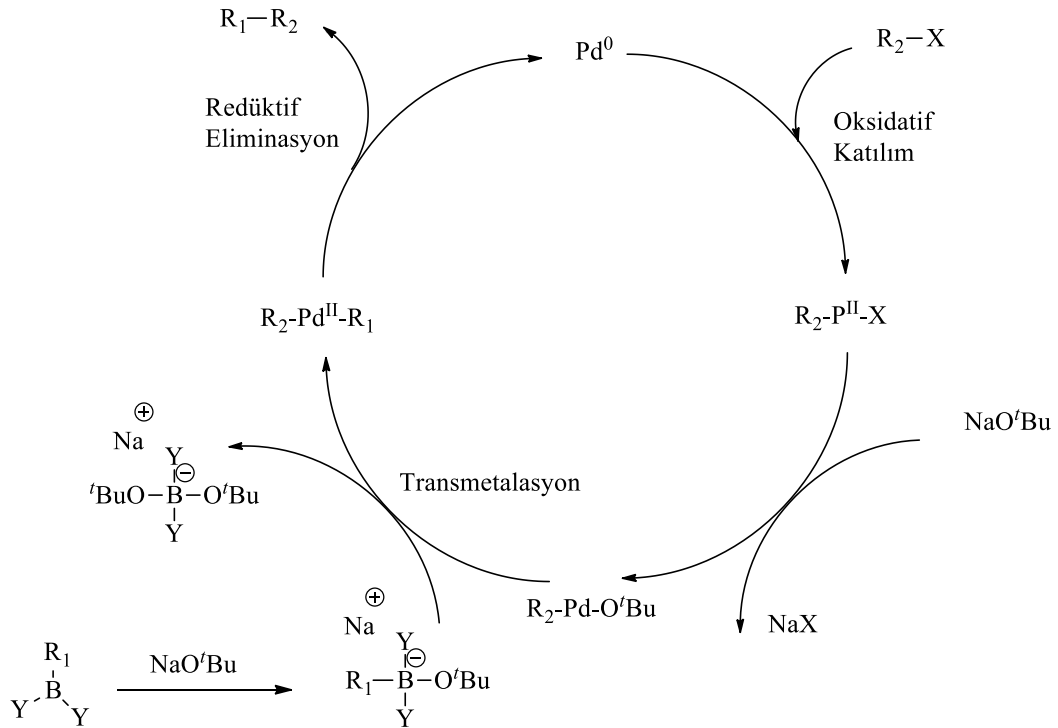


Bu eşleşme tepkimesinin geliştirilmesi ile zararlı kimyasalların kullanımı azalmıştır. Özellikle suyun çözügen olarak kullanılması ile bu olumsuz etkiler

azalmaktadır. Suyun kolay bulunabilmesi, pahalı, toksik ve yanıcı olmaması üstünlük kazandırmakla beraber sonuçta organik bir ürün sentezlenmektedir [94].

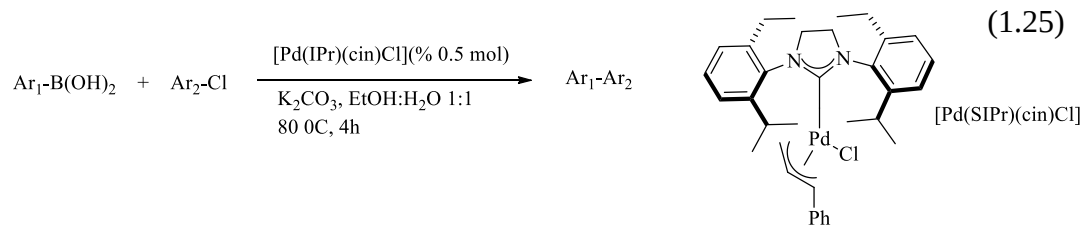
Yeşil kimya olarak uygulanan tepkime şartları da geliştirilmiştir. Örneğin: katalizörde ligantların değiştirilmesi ile sudaki çözünürlüğün artırılması veya faz transfer kataliz şartlarını oluşturmak, su ile beraber organik bir çözgenin beraber kullanılması tepkime şartlarında oldukça iyi yönde etki etmekle beraber kataliz öncesinde tepkime şartlarını iyileştirme olarak adlandırılabilir.

Şema 1.5'te Suzuki tepkimesine ait mekanizma gösterilmektedir.



Şema 1.5. Suzuki tepkimesi için önerilen mekanizma

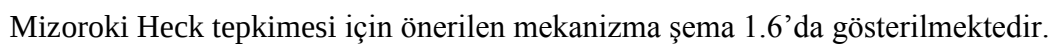
Nolan ve arkadaşları $[Pd(SIPr)(cin)Cl]$ kompleksini Suzuki eşleşme tepkimesinde kullanarak % 49-99 arasında değişen verimlerde eşleşme ürünü elde etmişlerdir (1.25) [94].



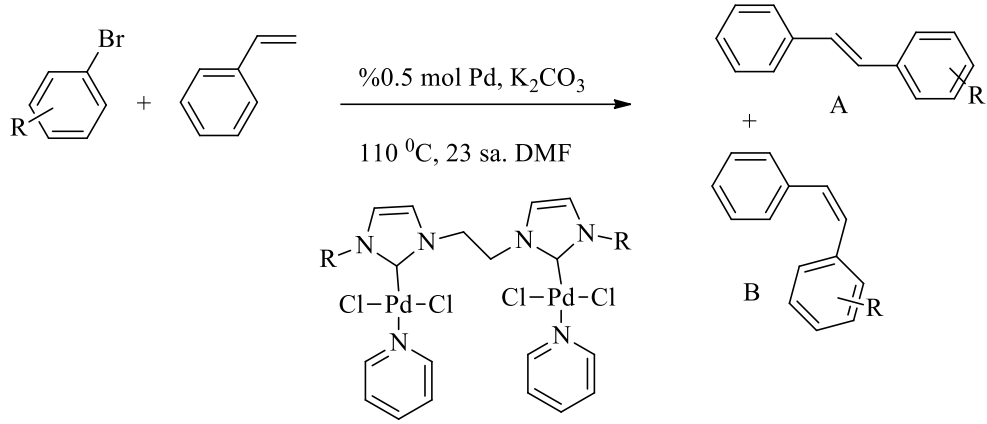
$$\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{R} + \text{C}_6\text{H}_5-\text{B}(\text{OH})_2 \xrightarrow[\text{K}_2\text{CO}_3]{\text{Pd-NHC, DMF/H}_2\text{O}} \text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_6\text{H}_4-\text{R} \quad (1.26)$$



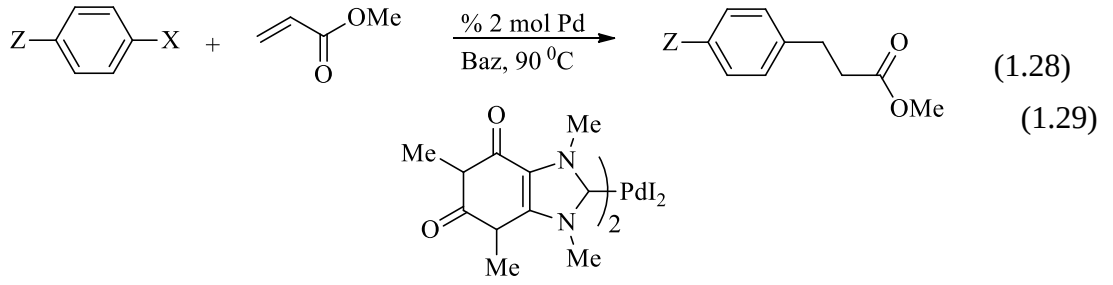
Fonksiyonel olmayan bir olefin ile aromatik veya alifatik halojenürün palladyum katalizörlüğünde eşleşme tepkimesidir (1.27). Değerli kimyasallar ve farmasötik kimya alanındaki sentez prosedürlerde kullanılmalarından ötürü oldukça önem kazanmaktadır. Son on yıla bakıldığında NHC içeren komplekslerin kullanımında artışın bu nedenden olduğu da görülmektedir.



Young ve arkadaşları köprülü palladyum kompleksleri sentezleyerek Heck eşleşme tepkimesindeki katalitik aktivitelerini incelemişlerdir [96] (1.28).

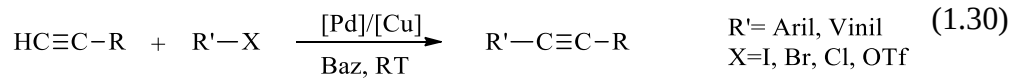


Lo ve arkadaşları bis-Pd-NHC kompleksinin Heck tepkimesindeki katalitik aktivitelerini incelemişlerdir [97] (1.29).

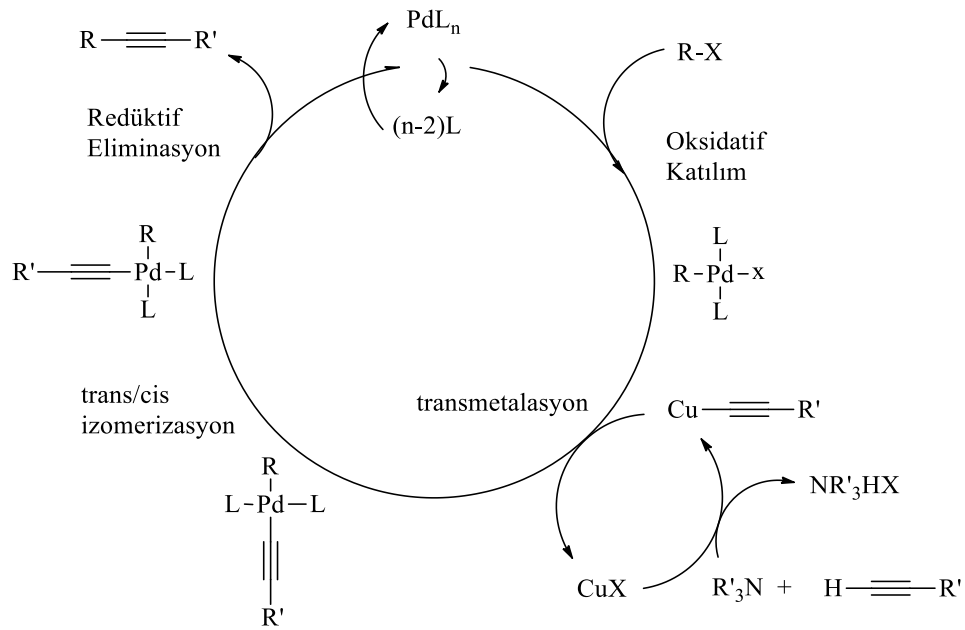


1.10.1.3. Sonogashira eşleşme tepkimesi

Aril veya alkil halojenürlerin palladyum ve bakır katalizörlüğünde vermiş olduğu eşleşme tepkimesidir (1.30).

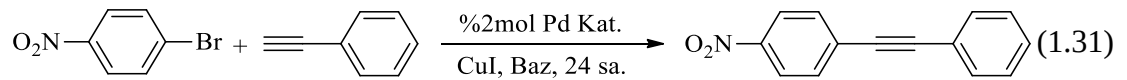


Şema 1.7'de Sonogashira tepkimesine ait mekanizma gösterilmektedir.

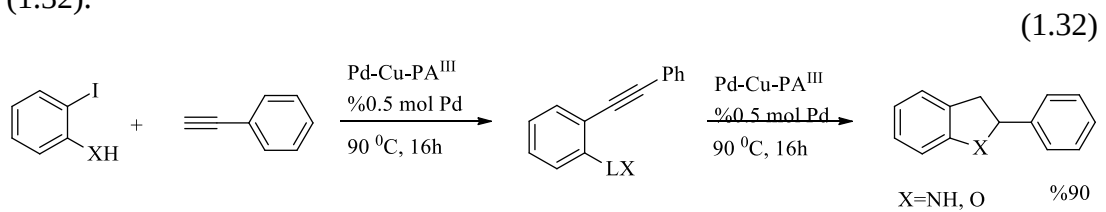


Şema 1.7. Sonogashira tepkimesine ait mekanizma

Lo ve arkadaşları sentezlediği bis-Pd-NHC komplekslerini Sonogashira tepkimesinde başarı ile kullanmışlardır [97] (1.31).



Podeshvo ve arkadaşları polimer destekli bakır ve palladyum komplekslerini sentezleyerek Sonogashira tepkimesindeki katalitik aktivitelerini incelemişlerdir [98] (1.32).



1.10.1.4. Stille eşleşme tepkimesi

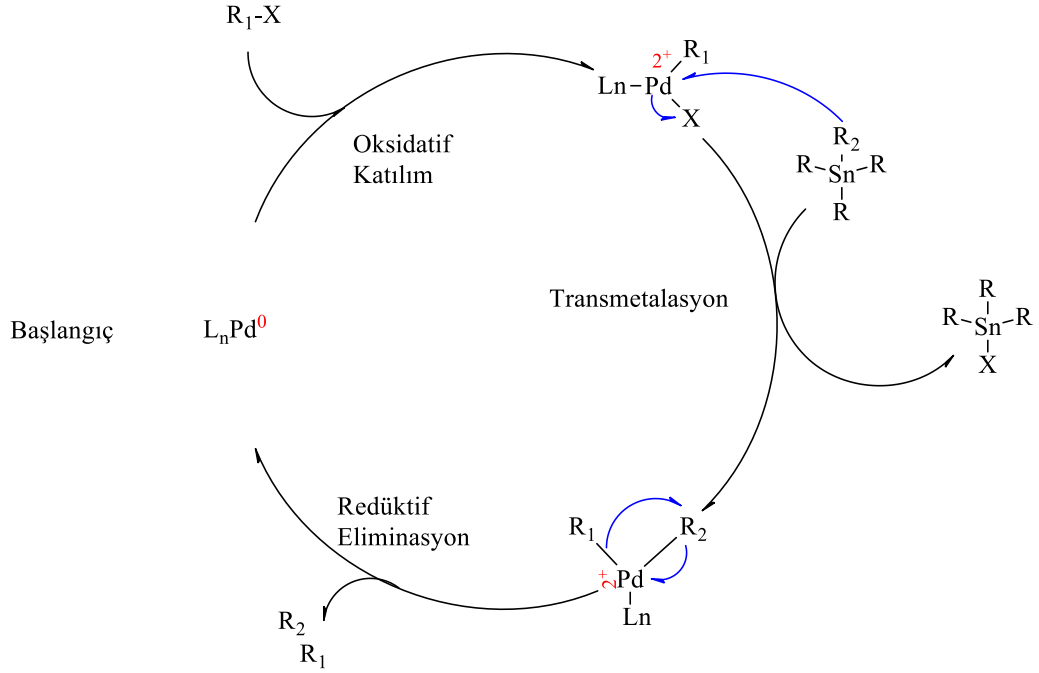
Bir organokalay bileşiği ile sp^3 hibriti yapmış organik bir halojenürün palladyum katalizörlüğünde vermiş olduğu eşleşme tepkimesidir (1.33).



Bu tepkimede normal halojenürlerin olabileceği gibi triflat gibi psedohalojenürler de tepkime şartlarının oluşmasını sağlamaktadır. Simetrik olmayan

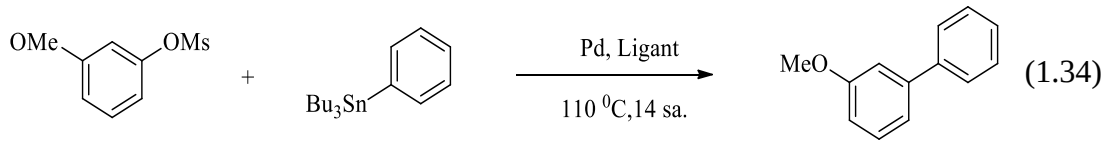
biarillerin sentezinde kullanılan tepkimelardan biridir. Kalayın yüksek toksisiteye sahip olmasından dolayı bu tepkime fazla tercih edilmemektedir.

Stille tepkimesi için önerilen tepkime mekanizması Şema 1.8’de gösterilmektedir.

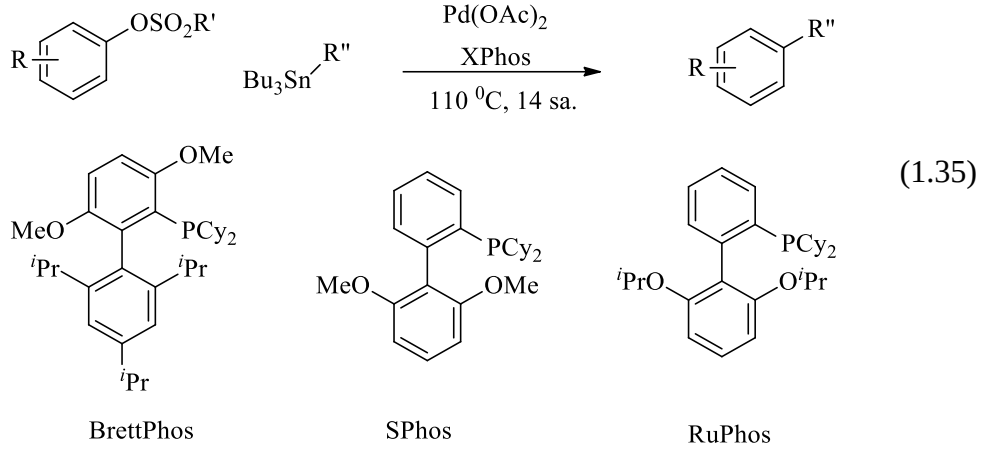


Şema 1.8. Stille tepkimesi için önerilen mekanizma

Stephen ve arkadaşları 3-metoksifenil metansülfonatin palladyum katalizörlüğünde Stille tepkimesini başarı ile gerçekleştirmişlerdir (1.34) [99].

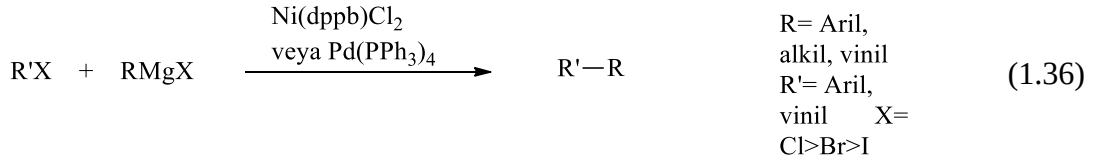


Stephen ve arkadaşları arilsülfonatlar ile XPhos (2-Disklofosfino-2',4',6'-triizopropilbifenil) ortamında Pd katalizörlüğünde Stille eşleşme tepkimesini başarı ile gerçekleştirmişlerdir [99] (1.35).

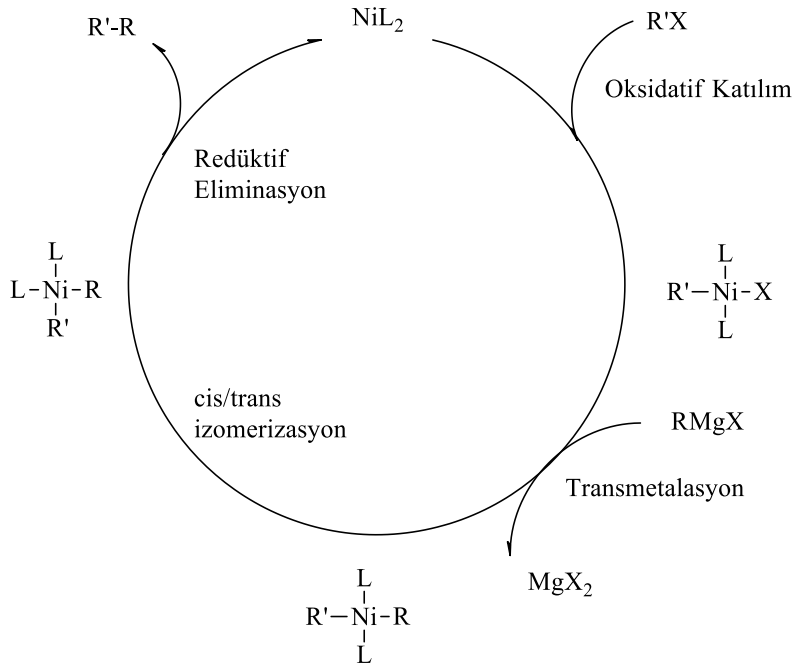


1.10.1.5. Kumada–Tamao–Corriu eşleşme tepkimesi

İlk defa 1972 yılında palladyum veya nikel katalizörlüğünde sentezlenmeye başlanmıştır. Alkil, vinil ve aril Grignard ajanlarının vinil yada aril halojenürler ile nikel veya palladyum katalizörlüğünde vermiş olduğu tepkimedir (1.36). Simetrik olmayan biarillerin sentezlenmesinde düşük maliyetlerden dolayı tercih edilmektedir. Sanayide birçok alanda oldukça fazla kullanılmaktadır.

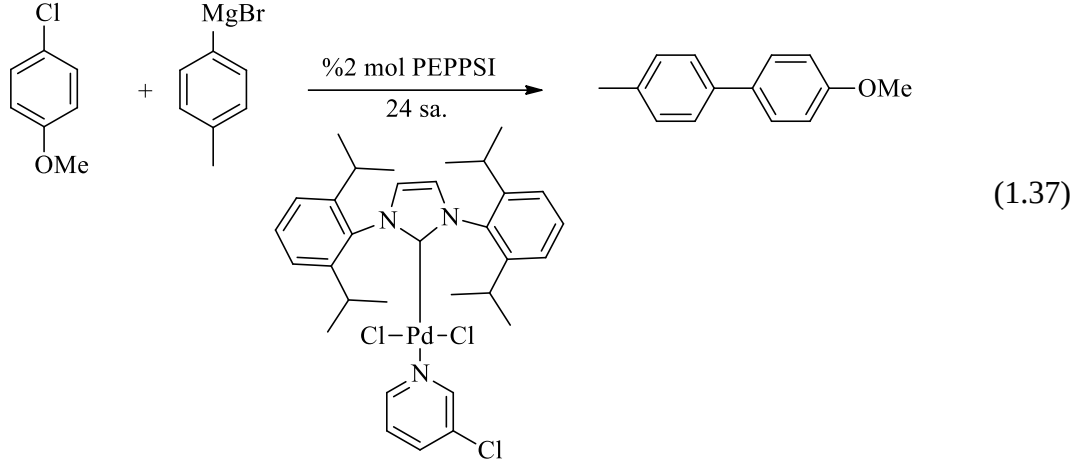


Şema 1.9'da tepkimeye ait mekanizma gösterilmektedir.

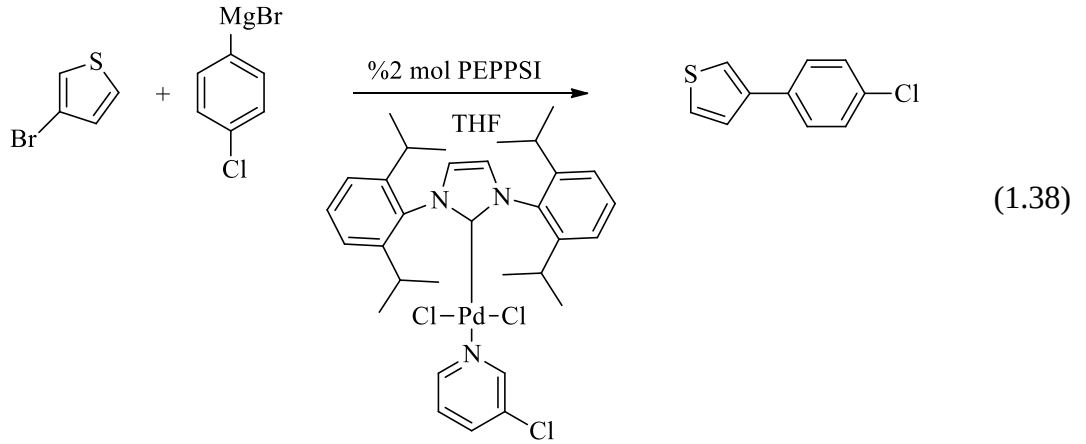


Şema 1.9. Kumada tepkimesi için önerilen mekanizma

Valente ve arkadaşları PEPPSI yapısına sahip palladyum komplekslerinin Kumado tepkimesindeki katalitik aktivitelerini incelemişlerdir [100] (1.37).

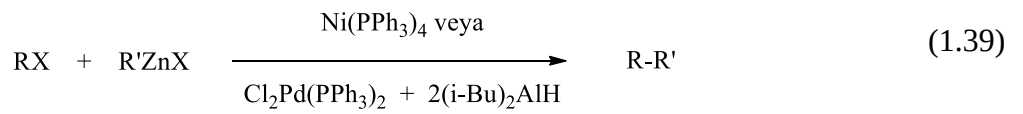


Valente ve arkadaşları düşük sıcaklıkta gerçekleştirilen bir tepkimeyi başarı ile uygulamışlardır [100] (1.38).



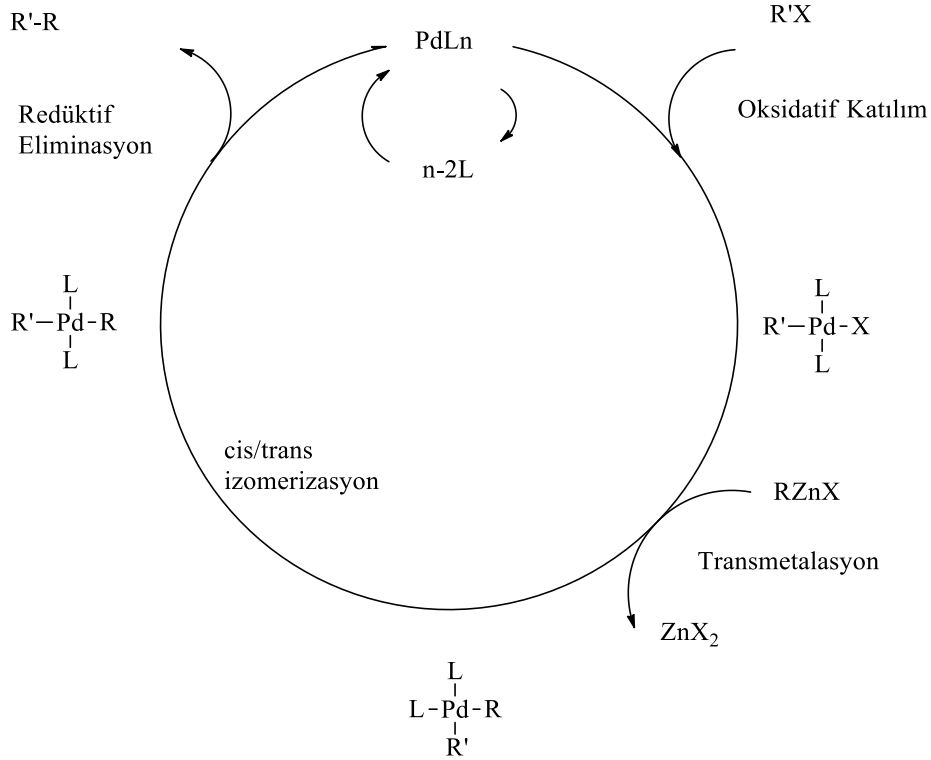
1.10.1.6. Negishi eşleşme tepkimesi

Organoçinko bileşiklerinin organik halojenürler ile palladyum ya da nikel katalizörlüğünde vermiş olduğu tepkimedir (1.39). Grignard reaktiflerine oranla daha aktif olmaları avantajı, suya ve oksijene duyarlı olması ise dezavantajı olarak yer almaktadır.



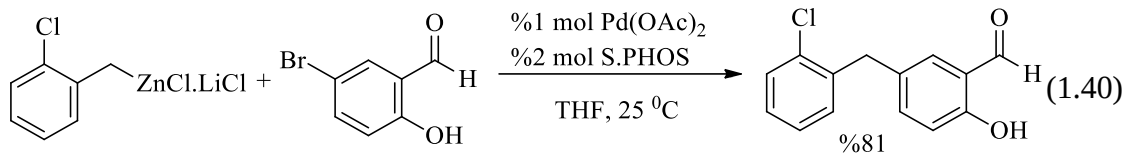
R=Alkenil, Aril, Allil, Benzil, Proparjil
R'= Alkenil, Aril, Allil, Benzil, Alkil

Negishi tepkimesi için önerilen mekanizma şema 1.10'da gösterilmektedir.



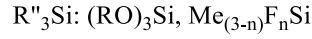
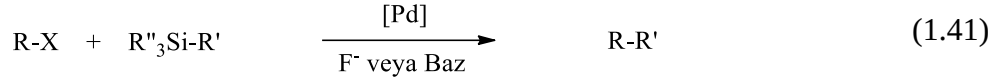
Şema 1.10. Negishi tepkimesi için önerilen mekanizma

Knochel ve arkadaşları ılımlı şartlarda palladyum katalizörlüğünde yüksek verimle bu tepkimeyi gerçekleştirmişlerdir [101] (1.40).

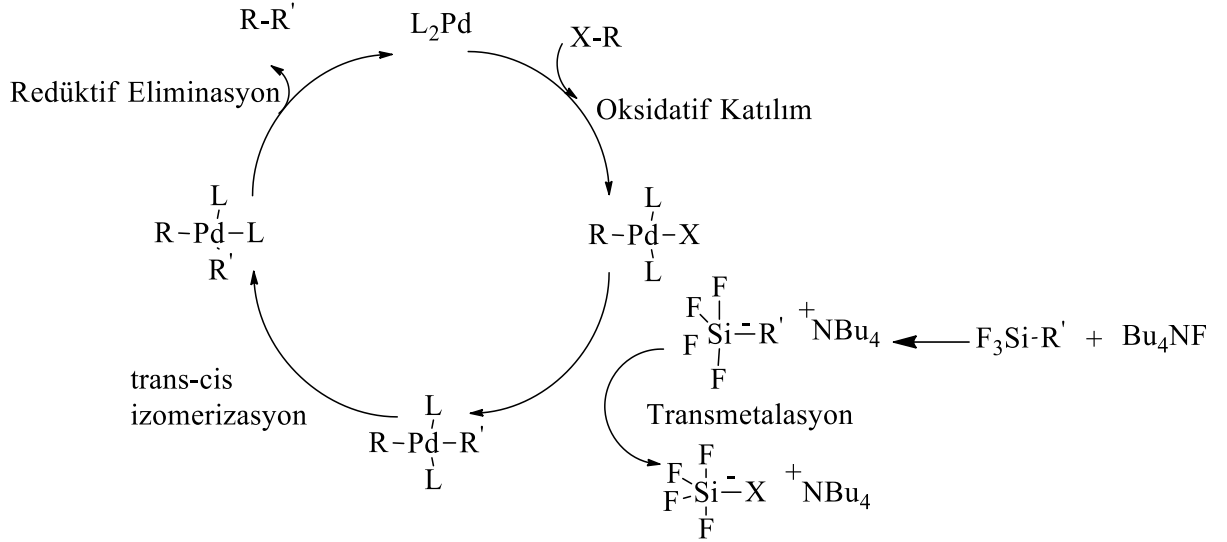


1.10.1.6. Hiyama eşleşmesi

Bir organosilan ile organik halojenürün Pd veya Ni katalizörlüğündeki eşleşme tepkimesidir (1.41). Hiyama tepkimesi Suzuki tepkimesi ile karşılaştırıldığında aktivatör olarak baz veya florür iyonuna ihtiyaç duymaktadır. Organosilanlar kolay hazırlanabilir ve düşük toksisiteye sahiptir. Fenilboronik asit türlerinden ticari olarak daha hesaplı olması organosilan bileşiklerini öne çıkarmaktadır.

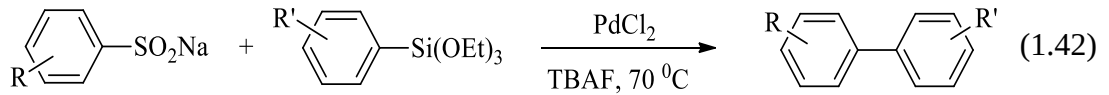


Hiyama tepkimesi için önerilen mekanizma Şema 1.11'de gösterilmektedir.



Şema 1.11. Hiyama tepkimesi için önerilen mekanizma

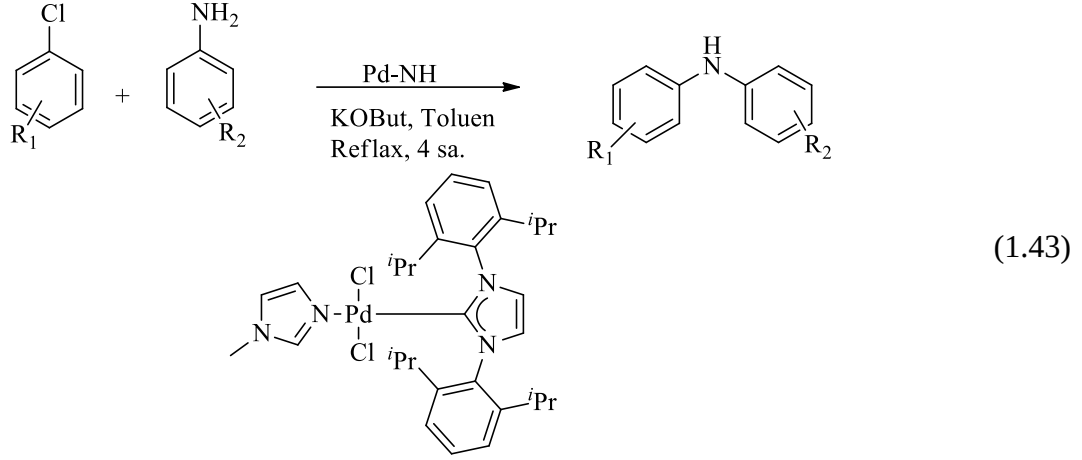
Chenze Qi ve arkadaşları $PdCl_2$ katalizörlüğünde arensülfonatların organosilanlarla tepkimesini yüksek verimlerle elde etmişlerdir [102] (1.42).



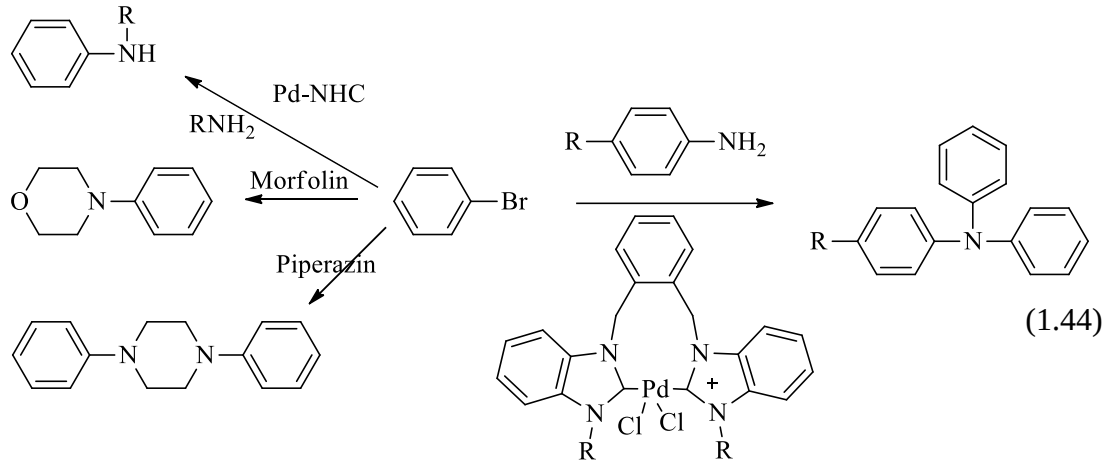
1.11. Aminasyon (C-N) tepkimesi

Yapısında azot içeren bileşikler biyoloji, farmakoloji ve materyal alanlarının ilgisini oldukça çekmektedir. Palladyum katalizli C-N eşleşme tepkimelerinin çok yönlülüğü azot içeren bileşiklerin sentezinde önem arz etmektedir. Elektrofiller arasında aril halojenürlerin oldukça ucuz ve geniş bir alanda uygulanabilmeleri göze çarpmaktadır [103] Fosfin ligantları daha fazla aktivite gösterebilmelerine rağmen pahalı, toksik ve havaya hassas olmasından ötürü aminasyon tepkimelerinde havaya ve ısıya daha kararlı olan NHC içeren palladyum komplekslerinin sentezi üzerine yoğunlaşmaktadır [104].

Shao ve arkadaşları palladyum kompleksi katalizörlüğünde aminasyon tepkimesini yüksek verimde gerçekleştirmişlerdir [105](1.43).



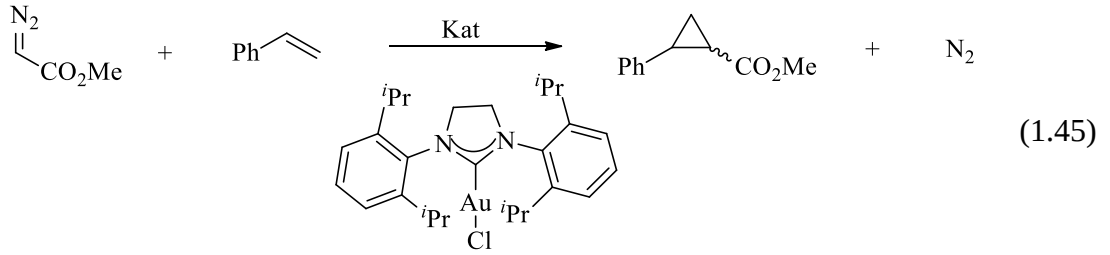
Özdemir ve grubu tarafından bidentat palladyum kompleksleri sentezlenerek aminasyon tepkimesindeki katalitik aktiviteleri incelenmiştir [106](1.44).



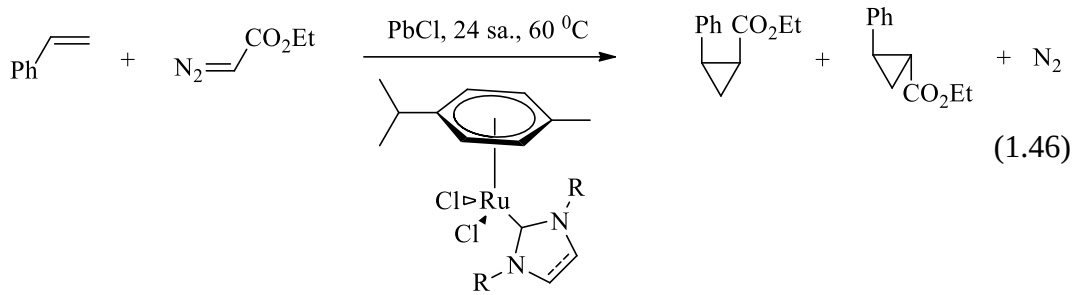
1.12. Olefinik siklopropanasyon

Siklopropanasyon ile elde edilen ürünler modern kimyada oldukça değerlidir. Birçok alanda uygulama alanı bulmuştur. Özellikle biyolojik bazı malzemelerin yapısında bulunmaktadır. Bu sebepten dolayı birçok sentez yöntemi geliştirilmiştir. Olefinlerin metal katalizli intermoleküler siklopropanasyonu güvenli bir şekilde geçiş metal karben kompleksleri (Cu, Pd, Ni, Co ve Rh) diazo bileşikleri ile gerçekleşmektedir. Yapısında kiral ligantlar bulunduran kompleksler kullanıldığında enantiyoseçici seçicilik sağlaması büyük zenginlik kazandırmaktadır [107].

Prieto ve arkadaşları altın katalizli olefinik siklopropanasyonu yüksek verimle elde etmeyi başarmışlardır [108] (1.45).

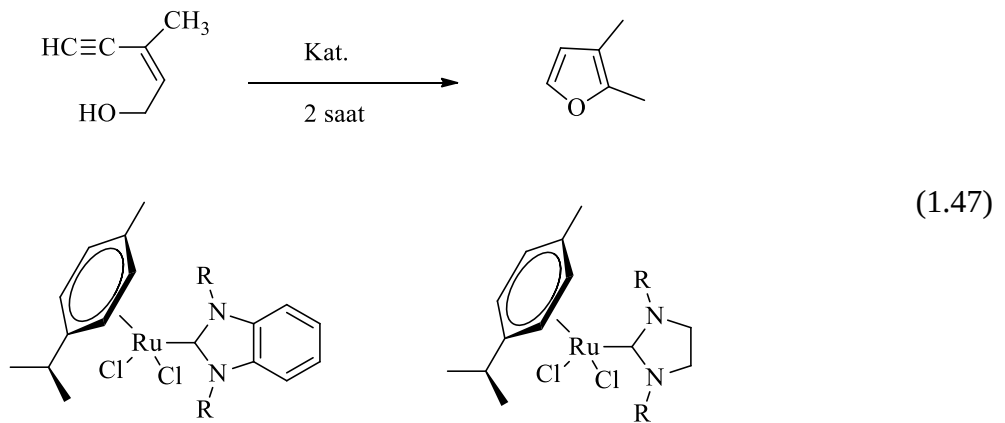


Tudose ve arkadaşları tarafından sentezlenen Ru-NHC kompleksinin olefinik siklopropanasyondaki aktivitesi incelenmiştir [109] (1.46).



1.13. Furan Sentezi

Çetinkaya ve arkadaşları tarafından imidazolidin-2-iliden ve benzimidazolidin-2-iliden çekirdeği içeren Ru-NHC kompleksleri sentezlenerek bu komplekslere yeni bir katalitik uygulama alanı oluşturulmuştur (1.47). (Z)-3-metil-pent-en-4-in-1-ol'ü 3,3-dimetilfurana dönüştürmeyi başarmışlardır [110].

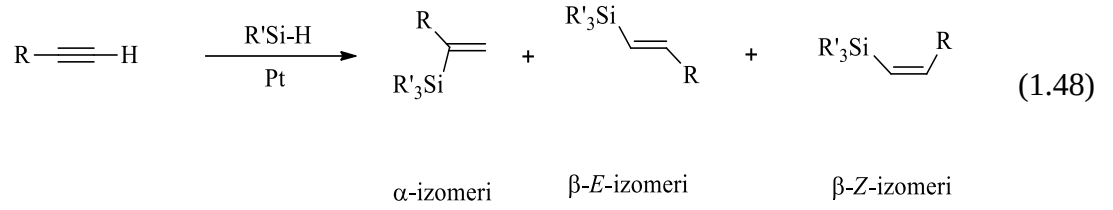


1.14. Hidrosilasyon

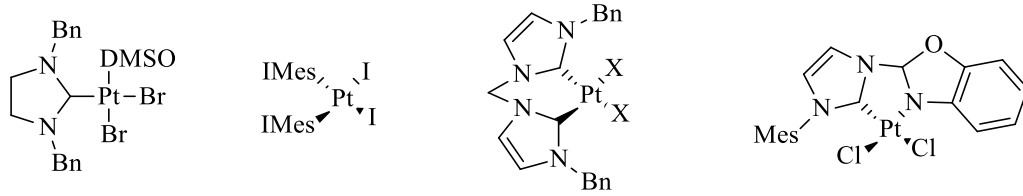
Alken ve alkinlerin hidrosilasyonu alken ve alkin silanların sentezlenmesi için oldukça önemli bir katalitik prosestir. Bu proses nükleofilik çapraz eşleşme tepkimesinde ya da aldehit, keton ve alkollerin stokiometrik organik dönüşümlerinde

kullanılan bir prostestir. Hidrosilasyon genellikle silisyum içeren polimer türevlerinin sentezinde kullanılmaktadır. Si-H bağı oldukça tepkindir. Çoklu bağlara katılabilme özelliğinden dolayı organosilanların kimyasında hidrosilasyon oldukça önemli bir yere sahiptir.

Karstedt'in sentezlemiş olduğu $[Pt_2(\text{divinil-disiloksan})_3]$ kompleksinin hidrosilasyon tepkimesinde istenmeyen izomerlerinde oluşmasına sebep olduğu görülmüştür. Markovnikov katılımı sonucu α -izomeri oluşmakta anti-Markovnikov katılımı ile de β -izomerleri oluşmaktadır (1.48).



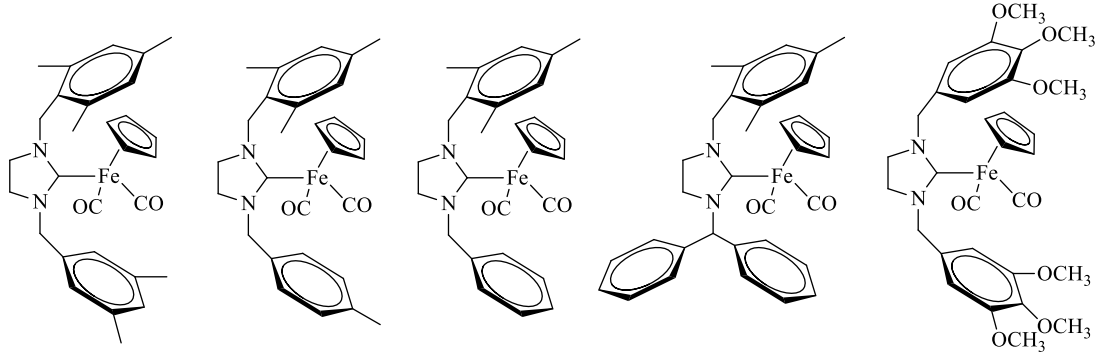
Bu yan ürünlerden dolayı kimyasal ve stereoseçici özelliğe sahip olan katalizörler sentezlenmeye başlanmıştır. Pt-NHC bağının daha kuvvetli olması dolayısıyla bu tür komplekslerin sentezi artmıştır (Şekil 1.8).



Şekil 1.8. Alkin hidrosilasyonunda kullanılan Pt-NHC kompleksleri

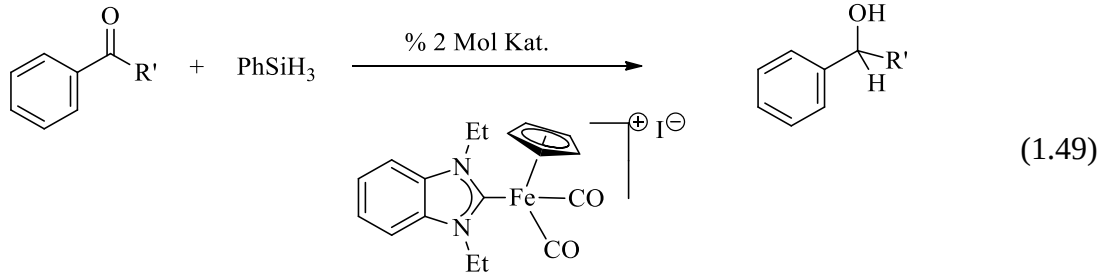
Değerli geçiş metalleri ile bu sentezler başarı ile gerçekleştirilirken bu proseslerin masrafları oldukça pahalıya mal olması Fe gibi daha ucuz maddelerden hazırlanan komplekslerin bu tepkimelerde uygulanmasına sebep olmuş ve oldukça güzel sonuçlar elde edildiği görülmüştür [111].

Özdemir ve grubu çeşitli Fe-NHC kompleksleri sentezlemişler ve bu komplekslerin hidrosilasyon tepkimelerindeki katalitik aktivitelerini incelemişlerdir [112] (Şekil 1.9).



Şekil 1.9. Özdemir ve grubu tarafından sentezlenen Fe-NHC kompleksleri

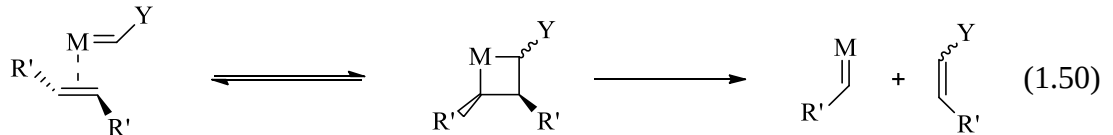
D. Kumar ve arkadaşları NHC ve Cp ligantlarını bir arada bulunduran katyonik demir (II) komplekslerini sentezleyerek karbonil bileşiklerinin hidrosilasyonundaki katalitik aktivitelerini incelemiştir [113] (1.49).



1.15. Olefin Metatezi

İki farklı türden olefinin sübstitüentlerinin yer değiştirmesi durumuna olefin metatezi denilmektedir (1.50). Olefin metatezi hem popüler hem de kullanışlı bir yöntemdir. Bir geçiş metal karben katalizörlüğü varlığında olefinik çift bağın etrafındaki grupların yer değiştirmesi sonucunda:

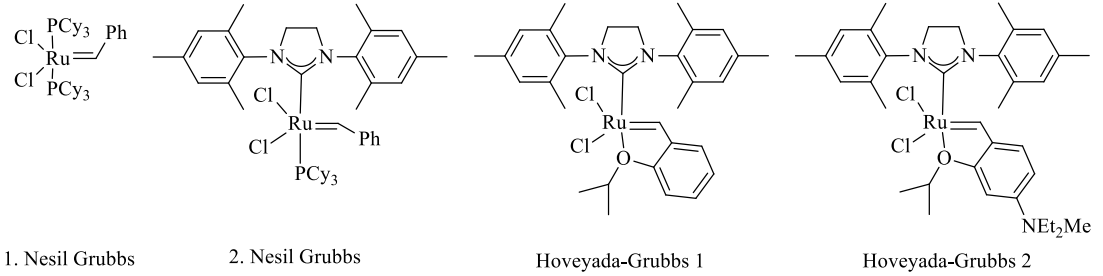
- Çapraz Metatez [CM]
- Halka Kapanma Metatezi [RCM]
- Halka Açılma Metatezi (Polimerizasyonu) [ROM(P)]
- Asiklik Dienlerin Metatez Polimerizasyonu [ADMP] oluşmaktadır.



Reaktif olmayan gruplar ile oldukça reaktif çoğu fonksiyonel grupların yer değiştirmesi olefin metatezinin güçlü başarısı sonucunda meydana gelmektedir. Bazı katalizörler ile oda sıcaklığında sulu ortamda fonksiyonel grup içeren başlangıç

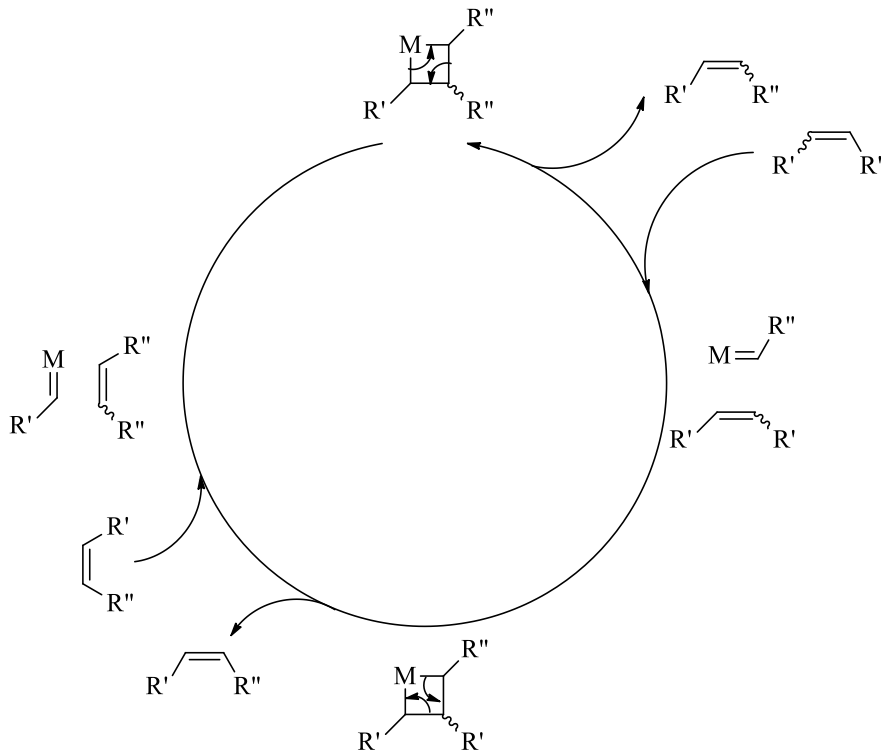
maddeleri sentezlenebilmektedir [114]. Buda ticari anlamda oldukça büyük bir başarı kabul edilmektedir.

Biyomoleküler kimya, kimya ve kimya sanayinde olefin metatezinin başarısı tartışılmazdır. Olefin metatezinde kullanılan bazı kompleksler şekil 1.10’te verilmiştir.



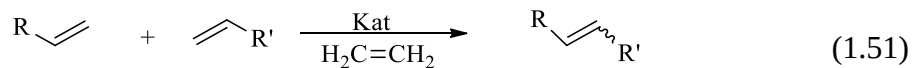
Şekil 1.10. Olefin metatezinde kullanılan bazı bileşikler

Olefin metatezi için önerilen mekanizma Şema 1.12’de gösterilmektedir.



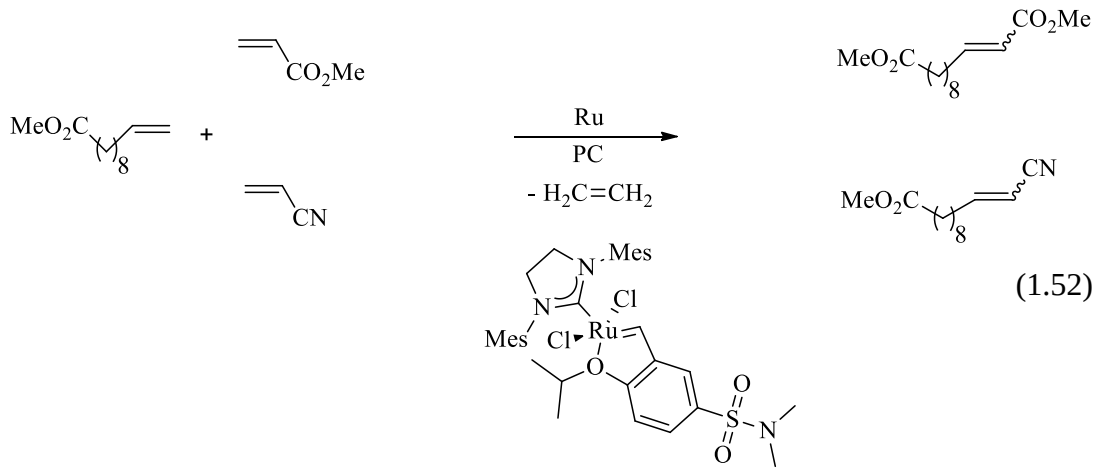
Şema 1.12. Olefin metatezi için önerilen mekanizma

1.15.1. Çapraz metatez

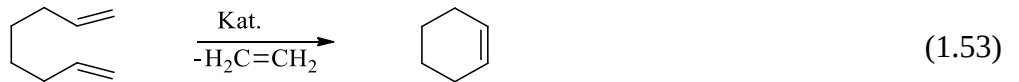


İki terminal alkenin rutenyum karben katalizörü (Grubbs Katalizörü) varlığında transalkilasyonu sonucunda yapıdan etilenin ayrılması ile gerçekleşen tepkimeye çapraz metatez tepkimesi denilmektedir [115] (1.51). İstatiksel olarak tepkime sonucunda geometrik izomerler (*E/Z*) meydana gelmektedir. Bu tepkimede iki tane homo eşleşme bir tane de çapraz eşleşme meydana gelmekte ve toplamda altı tane ürün oluşmaktadır.

S. Huang ve arkadaşları sentezledikleri rutenyum katalizörü ile çapraz metatez tepkimesini gerçekleştirmişler ve oldukça başarılı sonuçlar elde etmişlerdir [116] (1.52).



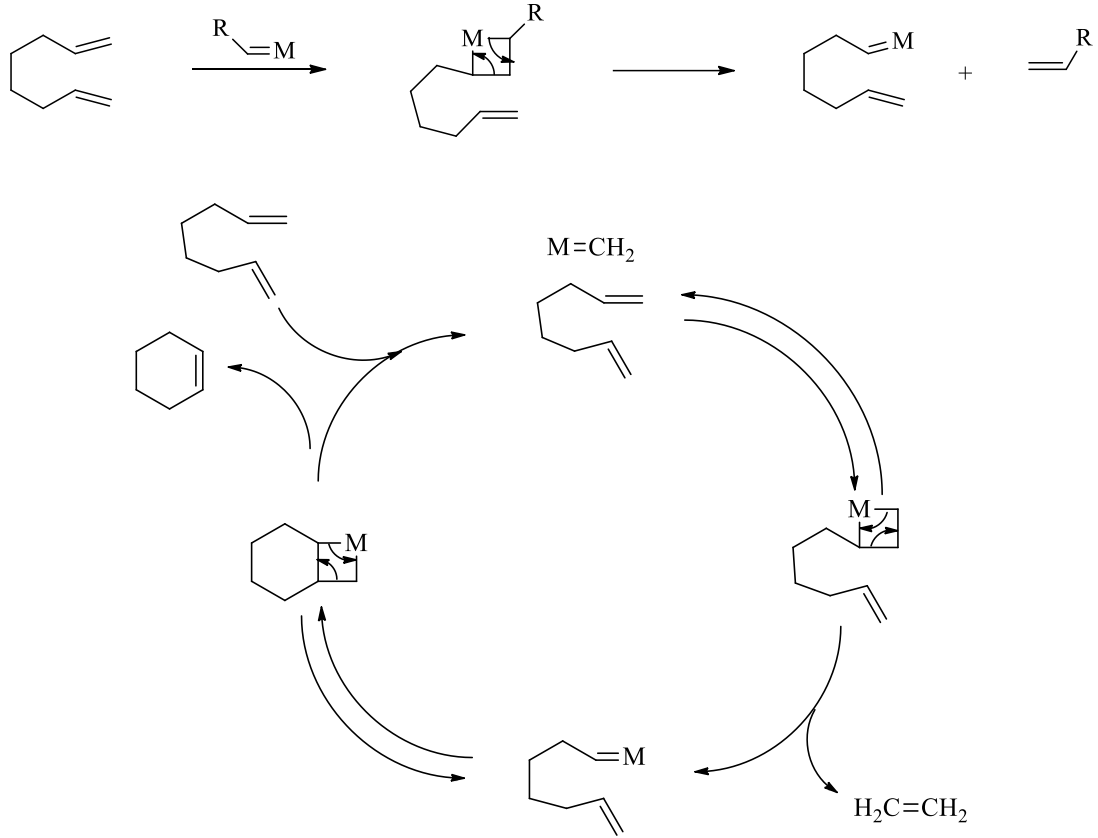
1.15.2. Halka kapanma metatezi (RCM)



Halka kapanma metatezi kullanılarak (1.53) beş üyeli siklik alkenden otuz üyeli siklik alkene kadar sentez gerçekleştirilebilmektedir. *E/Z* – seçiciliği doğal olarak halka gerginliğine bağlıdır.

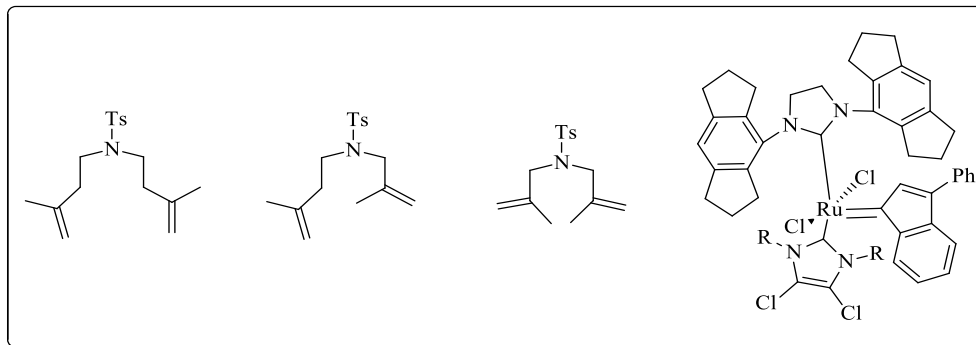
Ru-katalizörleri kullanılarak çeşitli fonksiyonel grupların tolere edilebilmesi katalizörün yapısında polar grupların olması ile daha iyi gerçekleşmektedir. İkinci nesil Grubbs katalizörlerinin bu yönü ile olefin metatezine daha fazla çok yönlülük kazandırdığı görülmektedir [117].

Halka kapanma metatezi için Chauvin'in önerdiği mekanizma ve katalitik döngü Şema 1.13'de görülmektedir.



Şema 1.13. Halka kapanma metatezi için önerilen mekanizma ve katalitik döngü

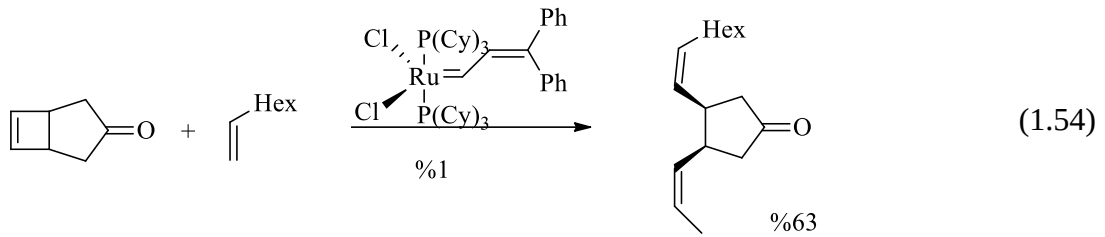
Roman D. Savka ve arkadaşları sentezledikleri rutenyum karben katalizörlerini kullanarak halka kapanma metatezinde aşağıda verilen substratları yüksek verimlerle dönüştürmeyi başarmışlardır [118] (Şekil 1.11).



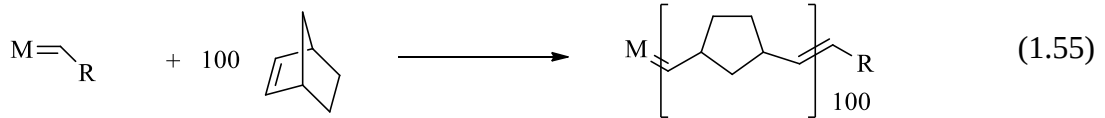
Şekil 1.11. Sterik olefinler için kullanılan rutenyum katalizörleri

1.15.3. Halka açılma metatez (polimerizasyonu)- ROM(P)

Rutenyum karben katalizörü varlığında gergin siklik alkenler açılarak daha önce açılmış olan ikinci bir alkene çapraz metatez mekanizmasıyla halka açılma metatez polimerizasyonu meydana gelmektedir (1.54). Burada yürütücü kuvvet halka gerginliğidir. Terminal vinil grupları içeren ürün çapraz metateze maruz kalabilir. Bu yüzden; tepkime şartları (zaman, konsantrasyon, vs.) istenilen ürünün lehine optimize edilmelidir [119].

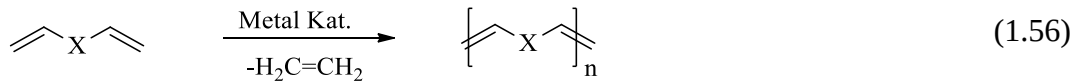


İkinci tepkime maddesinin aşırısının olmaması durumunda halka açılma polimerizasyonu meydana gelmektedir (1.55) [119].



1.15.4. Asiklik dien metatezi

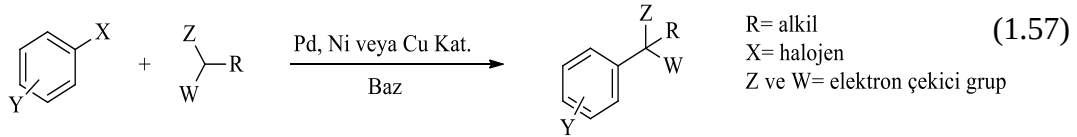
Asiklik dien metatezi yada ADMET; terminal dienlerin polimerizasyonu sonucu polienlere dönüştüren bir olefin metatezidir (1.56).



Bu tepkime sonucunda yeni oluşan çift bağ cis- veya trans izomeri verebilmektedir. Bu izomerlerin oranı katalizörün ve monomerin yapısına bağlı olarak değişmektedir [120].

1.16. Direkt Arilasyon

Aril halojenürler veya psedohalojenürlerin alkil metalleri ile geçiş metal katalizli çapraz eşleşme tepkimesi sonucunda Csp^3-Csp^2 bağ oluşumu son on yılda güçlü bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (1.57) [121].



Bununla birlikte Pd ve Ni katalizörlerinde dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta Csp^3-Csp^2 bağ oluşumunda çapraz eşleşme maddeleri olan arilmetal ve haloalkil bileşiğindeki hidrojen atomunun eksikliğidir. Fakat son birkaç yıldır literatürde geçiş metal katalizörlüğünde aril metallerin fonksiyonelize alkilhaloijenürler (hidrojen atomu içeren R-halokarboniller veya R-bromosülfonlar) ile verdiği çapraz eşleşme tepkimesi görülmektedir [122]. Son yıllarda Pd, Ni, Rh, Fe, V, Co ve Cu katalizli çapraz eşleşme tepkimesi, hidrojen atomu taşıyan alkil halojenürler ile başarılı bir şekilde gerçekleştirilmektedir [123].

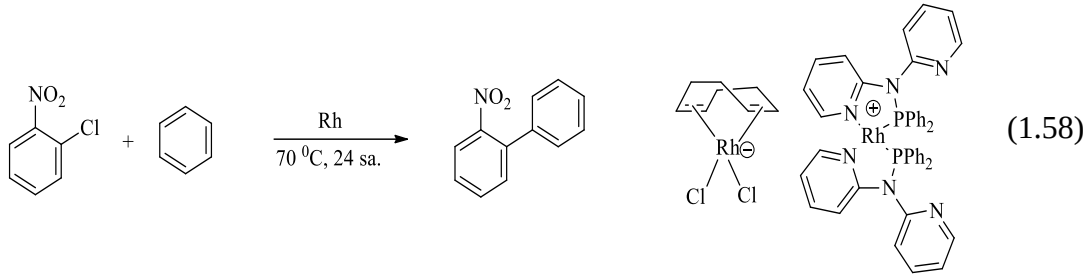
Katalitik sistem ve deney şartları değiştirilerek regiosellektif R-aril bileşiklerinin sentezi geçiş metal katalizörlüğünde gerçekleştirilmektedir. Direkt arilasyonda karbonil bileşikler yapılarında silil enol eterler, ketonların enol eterleri, silil keton asetal, aril halojenür ve pseudohalojenürleri bulunduruyor ise ortamda elektrofİL gibi davrandığı görülmektedir.

Stokiyometrik miktarlarda organometale gerek duyulmadan kimyasal seçicilik, değerli kimyasalların yüksek verimli sentezi, farmasötik kimyasalların, biyoaktif doğal ürünlerin ve birçok ürünün sentezi arilasyon ile deneysel olarak basit bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

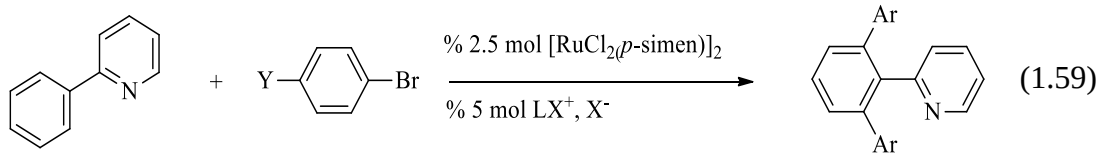
1.16.1. Arenlerin arilasyonu

Arilin yapısında bulunan halojenür gibi bir grubun uygun nükleofilik ajanlar ile geçiş metal katalizörü varlığında değiştirilmesine arilasyon denir. Daha sonra arilmetal halojenür komplekslerine aril halojenürün oksidatif katılımı ikincil grup olarak yapıya kazandırılır. İkincil gruplara Grignard, Stille ve Negishi ajanları veya fenilboronik asitler verilebilir. [124-127].

Maestri ve arkadaşları tarafından arenlerin arilasyonu rutenyum katalizörü varlığında başarılı bir şekilde gerçekleştirmişlerdir (1.58).



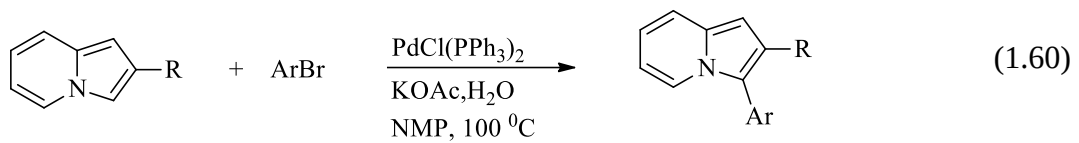
Özdemir ve arkadaşları sentezledikleri tuzların $[\text{RuCl}_2(p\text{-simen})]_2$ varlığında in situ olarak 2-fenilpridinin arilasyonundaki katalitik aktivitelerini incelemişlerdir [128] (1.59).



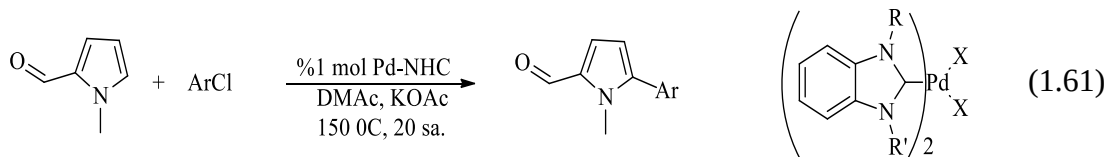
Y= CN, COMe, OMe, Me

1.16.2. Heteroarillerin arilasyonu

Vladimir ve arkadaşları palladyum katalizli heteroarillerin direkt arilasyonunu başarı ile gerçekleştirmişlerdir [129] (1.60).



Özdemir ve grubu tarafından 1-metilpirol-2-karboksialdehit'in klorbenzen türevleri ile palladyum katalizörlüğünde direkt arilasyonunu başarı ile gerçekleştirilmiştir [130] (1.61).



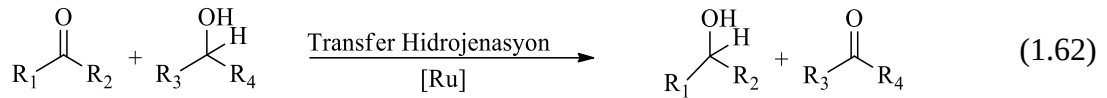
1.17. Hidrojenasyon

Hidrojenasyon doğal ve organik bileşiklerin sentezinde kritik bir basamak ve endüstriyel olarak çok önemli bir prosestir. Hidrojen transferinde homojen katalizör olarak Rh (Wilkinson Katalizörü), Ir (Crabtree Katalizörü ve Vaska Katalizörü), Ru ve Os katalizörleri ((RuClH(PPh₃)₃, RuH(CO)(PPh₃)₃, RuClH(CO)(PCy₃)₂, OsClH(CO)(Pi-Pr₃)₂) kullanılması ile gerçekleştirilmektedir.

Hidrojenasyonda NHC ligantları fosfin ligantlarının yerine kullanılabilir. Homojen katalizde yapıda fosfin yerine NHC ligantlarının bulunması sistemi termal yönden daha kararlı yapar ve katalitik aktivite daha yüksektir [131].

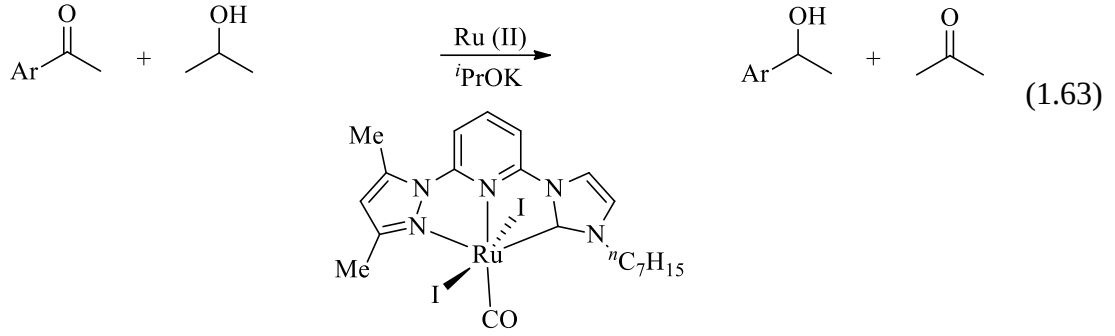
1.17.1. Transfer hidrojenasyon

Transfer hidrojenasyon alışılmış katalitik hidrojenasyona göre daha ılımlı şartlar sağlayan alternatif bir yöntemdir. Özellikle ketonların indirgenmesinde öne çıkmaktadır (1.62) [132-133].

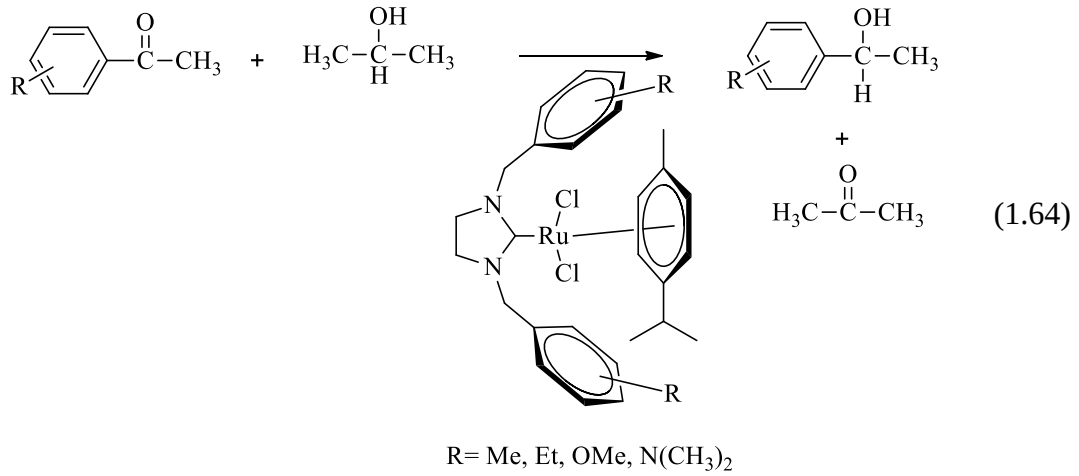


Hidrojen ajanı ile hidrojeni karşılaştırdığımızda; düşük maliyeti, basit ve güvenli çalışılması büyük ölçekli sentezlerde oldukça önemlidir. Ayrıca, transfer hidrojenasyon çevreci metotlara ilginin artması ile suyun kullanımının artmasına neden olmaktadır. Bu proses çoğunlukla bir organik çözügen veya suyun hidrojen kaynağı olarak kullanılması ile doymamış bir bileşiğe hidrojenin transferini gerçekleştirmektedir. Pd, Rh, Ir ve Ru katalizörleri ya da iyonik sıvı veya polimer destekli katalizörler de bu tepkimede oldukça başarılı dönüşümler gerçekleştirebilmektedir.

Fanlong ve arkadaşları tarafından piridil destekli pirazol NHC Rutenyum kompleksleri sentezlenmiş ve hidrojen transferindeki katalitik aktiviteleri incelenmiştir [134] (1.63).



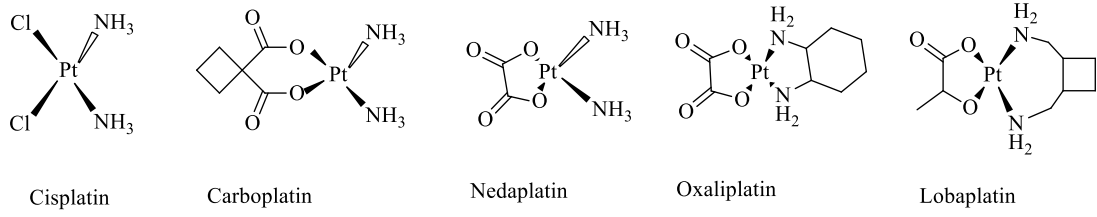
Özdemir ve ekibi tarafından yeni rutenyum karben kompleksleri sentezlenerek ketonların transfer hidrojenasyonundaki katalitik aktiviteleri incelenmiş ve yüksek verimlerde sonuçlar elde edilmiştir [135] (1.64).



1.18. Metal-NHC'lerin Biyolojik Aktiviteleri

Eczanelerdeki ilaçların neredeyse tamamı doğal ve organik bileşiklerden meydana gelmektedir. Geçtiğimiz on yılda bilim adamları metal içeren tedavi edici ilaçlar ve metal bazlı tanı ajanlarının sentezlenmesi ile bu durumu değiştirmiş ve sentezledikleri metal yapılarıyla ilgileri üzerlerine çekmişlerdir [136-140]. Metal komplekslerinin koordinasyon sayıları, geometrileri, kinetik özellikleri ve farklı ilaç mekanizmaları farmasötik alanda (tanı, tedavi) oldukça dikkat çekmektedir [141].

Rosenberg ve arkadaşları tarafından cis-platinin antitümör özelliğinin tesadüfen keşfedilmesi ile ilaç kimyasında çok önemli bir başarıya imza atılmıştır. Bu önemli gelişme kanser kemoterapisinde oldukça başarılı bir adım olmuştur. Cis-platinin yanı sıra diğer karboplatin, oxaplatin, nedaplatin, lobaplatin kompleksleri antitümör tedavisinde uygulanmaya başlanmıştır [142] (Şekil 1.12).



Şekil 1.12. Antitümör tedavisinde kullanılan bileşikler

Ancak; platin bazlı antikanser ilaçlarının hastalarda meydana getirdiği önemli yan etkilerden (gastrointestinal ve hematolojik toksisite) dolayı sınırlı sayıda tümörlerin tedavisinde kullanılabilmektedir [143]. Diğer taraftan bu olumsuz etkilerin ortadan kaldırılması için organik ligant içeren geçiş metal komplekslerinin geliştirilmesiyle yeni metal içeren ilaçların sentezlenmesine başlanmıştır.

Metal-NHC komplekslerinin literatürde genellikle katalitik özellikleri yer almaktadır. Son zamanlarda NHC'lerin sitotoksik metal kompleksinde ligant olarak bulunması ile etkili ilaç tasarımları ve hızlı iyileşmeye etkili bir uyum sağlamalarından ötürü oldukça dikkat çekmektedir [144].

NHC'lerin bir kaç basamakta hazırlanabilmeleri, süstituentlerin çeşitliliği ile fizikokimyasal özellikleri ve reaktivitesi üzerinde kolay bir şekilde ince ayarların yapılabilmesi ve oluşan metal kompleksinin biyolojik ortamda aktivite göstermesi bilimsel çalışmalarda geniş yer bulmaktadır. Bunlara ek olarak kararlılığı ve türevlerinin kolay hazırlanabilmesi bu ligantları ilaç geliştirilmesinde kullanmak için uygun aday yapmaktadır [144].

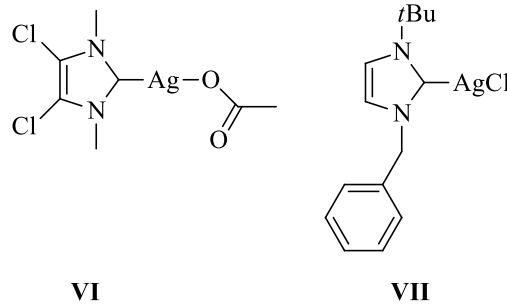
1.18.1. Ag N-Heterosiklik karben kompleksleri

Gümüş kompleksleri yıllardır antimikrobiyal ajan ve antiseptik malzeme olarak kullanılmaktadır [144]. Bu komplekslerden bazıları antitümör ajanı olarak *invitro* ve *invivo* olarak hala kullanılmaktadır. Kumarin içeren gümüş kompleksi türevlerinin bilinen kanser hücrelerine karşı etkili olduğunu görülmüştür [145]. Gümüş karboksilat türevlerinin de antitümör potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte gümüş fosfin ligantı içeren yapıların da *cis-platin* gibi hücre direncini ortadan kaldırabildiği ve hidrojen içeren bimetalik süpramoleküler koordinasyon polimer bileşiği $[SnMe_3(bpe)][Ag(CN)_2].2H_2O$ 'nun *invivo* ve *invitro* olarak antitümör etki gösterdiği bildirilmiştir [146].

Bütün gümüş komplekslerinin ortak davranışı; Ag^+ iyonu şeklinde hücre duvarından içeri girerek hücrenin yapısını bozarak ve hücreyi etkisiz hale getirerek hücreyi yok etmektir. Ancak; gümüş sülfadiazinler gibi ilaçların en büyük problemi Ag^+ iyonunu yapıya hızlı bir şekilde salarak etkilerini çabuk yitirebilmeleridir. Bu yüzden; gümüş kompleksinin yapısındaki ligantın metale güçlü koordine olması ile Ag^+ iyonunun salınımının hızlı olmasını engellemektedir. Bu problemin üstesinden gelebilmek için en büyük strateji Ag-NHC kompleksleri üzerinde çalışmaların yoğunlaşması ve bu çalışmalar ile problemin üstesinden gelinebilmesidir [144,147].

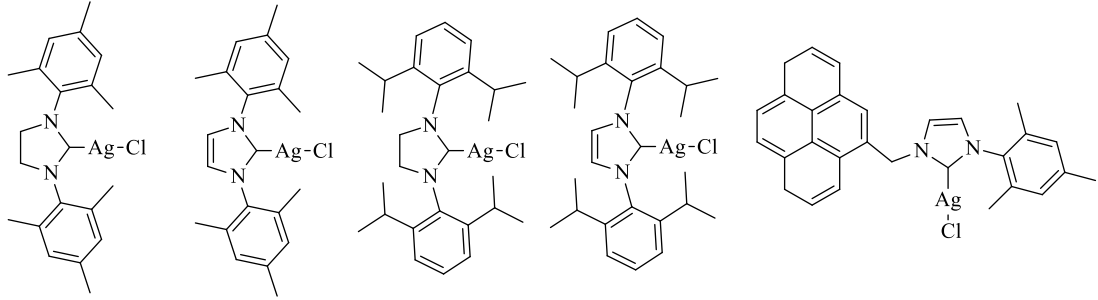
Ag-NHC kompleksleri kuvvetli Ag-karbon bağı içermektedir. Bu yüzden; etkisini çabuk yitiren geneleksi gümüş türevi antibiyotikleri veya sülfonamit türevi gümüş yapılarının etkisini çabuk yitirmesi ile patojen direncin oluşması gibi olumsuzluklar bertaraf edilebilmektedir [144].

Youngs ve arkadaşları tarafından Ag-NHC kompleksleri **VI** ve **VII** $AgNO_3$ gibi iyonik gümüş kompleksleri ile karşılaştırılmış ve Ag-NHC komplekslerinin antimikrobiyal etki gösterdiği kanıtlanmıştır [141,144]. Bu sonuçlar Youngs ve arkadaşlarını cesaretlendirmiş ve bir seri gümüş kompleksi sentezleyerek antitümör özelliğini incelemişlerdir [148]. Bütün kompleksler yumurtalık (OVCAR-3) ve akciğer (MB157) kanserine karşı invitro olarak aktivite göstermişlerdir. Ancak; servikal (Hela) kanserine karşı etki çok fazla göstermemiştir.



Panda ve arkadaşları tarafından yapılan benzer bir çalışmada [4,5-dikloro-1,3-dimetilimidazol-2-iliden]-gümüş(I) asetat kompleksinin rahim ağzı kanser hücrelerinde düşük sitotoksik etkisi ve yumurtalık kanserine olan aktivitesi fareler üzerinde yapılan *invitro* çalışmalarla incelenmiş ve büyük başarı elde etmişlerdir. Bu sonuçlarla Ag-NHC komplekslerinin bazı kanser hücrelerinin kemoterapisinde kullanılabileceği ortaya çıkmıştır [149].

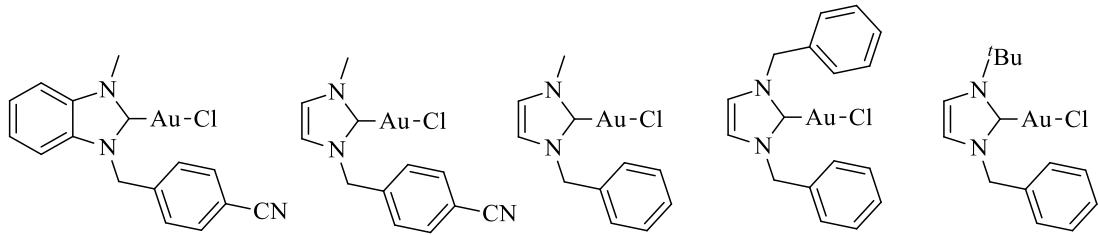
Ronald ve arkadaşları bazı Ag-NHC kompleksleri sentezleyerek antibakteriyel özelliklerini incelemişlerdir (Şekil 1.13) [150].



Şekil 1.13. Ronald ve arkadaşları tarafından sentezlenen Ag-NHC kompleksleri

1.18.2. Altın-NHC kompleksleri

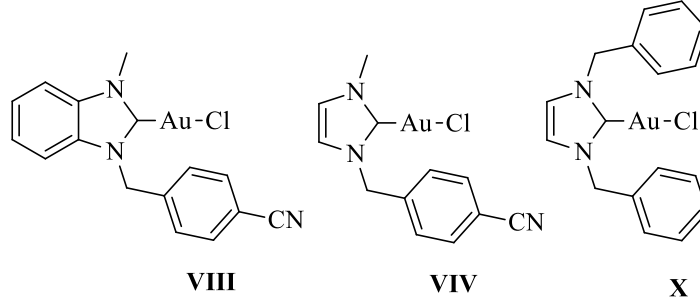
Tıp alanında altın komplekslerinin uygulama bulması birkaç yüzyıl öncesine dayanmaktadır. Özellikle farmasötik alanda kanser ve eklem iltihaplanmasında kullanılmaktadır [151]. Altın komplekslerinin +1 ve +3 oksidasyon basamağına sahip olmaları dolayısıyla farklı ligantları yapısına bağlayabilmekte ve nüfuz ettiği hücrenin büyümesini engelleme özelliği ile tanınmaktadır [152]. Farklı ligantların kullanılabilmesi ile çeşitlilik ve oluşan yeni bileşiklerin kendilerine has aktiviteleri oldukça avantaj sağlamaktadır [151, 152]. Özellikle; DNA hasarı, hücre döngülerinde modifikasyonlar, TrxR enziminin inhibisyonu ile mitokondriyal hasar ve diğer hücrelerin işleyiş mekanizmalarında altın kompleksi oldukça önemli bir rol üstlenmektedir (Şekil 1.14) [153].



Şekil 1.14. Sentezlenen bazı Au-NHC kompleksleri

Barrios ve arkadaşları bir seri sentezledikleri Au(I)-NHC komplekslerinin **VIII**, **VIV**, **X** karakterizasyonunu yaptıktan sonra sisteine bağlı protein trozin fosfat(PTPs) inhibisyonunu incelemişlerdir. PTP birçok fizyolojik proseste etkin rol oynayan bir enzim olup kanser içeren birçok hastalıkta aktif rol almaktadır.

Sentezlenen Au(I)- NHC kompleksinin PTP enzim inhibisyonunda oldukça etkili olduğunu ortaya çıkarmışlardır [154].



1.18.3. Platin N-Heterosiklik karben kompleksleri

Platin tabanlı antitümör ilaçları üriner sistem, boşaltım sistemi ve küçük olmayan akciğer kanser hücrelerinin tedavisinde büyük bir role sahiptir. Cis-platin diğer toksik ilaçlar, sitotoksik ajanlar ve radyoterapi ile kombine bir şekilde kullanılarak 30 yıldan fazla bir süre tek ilaç olarak kullanılmak zorunda kalmıştır [155]. Antitümör direnci ve kuvvetli yan etkilerinden dolayı cis-platin kompleksi üzerindeki tartışmalar hala devam etmektedir.

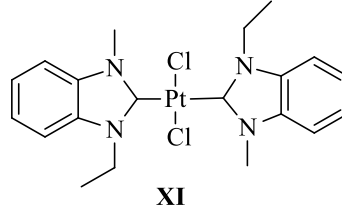
Bu sorunların üstesinden gelmek için sentezlenmiş olan farklı platin komplekslerinin üzerine yoğunlaşarak yeni spesifik komplekslerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır [156].

Daha sonraları yeni platin kompleksleri sentezlenerek antitümör ajanı olarak kullanılmaya başlandı. Bu sentezlenen komplekslerin yapısı azot koordine ligantlar ve yapıdan kolay ayrılabilen değişik ligant gruplarından oluşmaktadır [156]. Diğer bir strateji ise Pt(II) komplekslerinden daha iyi suda çözünür yapılar ve daha az toksik ve reaktif olan yeni nesil Pt(IV) komplekslerinin dizayn edilmesi olmuştur [157].

Pt-NHC kompleksleri antitümör ajanı olarak yeni bir platform oluşturmaktadır [158]. (NHC)PtI₂(amin) kompleksinin antitümör aktivitesi diğer platin kompleksleri ile karşılaştırıldığında aktivitesinin daha yüksek olduğu kanıtlanmıştır. Birçok proklinik deneyleri *invitro* olarak başarı ile tamamlayan Pt(II)-NHC yapılarının kolay kullanımı ve iskelet yapısının karben grupları ile dizayn edilebilmesi ticari spesifik tümör ilacı olabileceğini kanıtlamıştır.

Çiftçi ve arkadaşları sentezledikleri Pt(II)-bis(NHC) **XI** kompleksini farelerin kardiyak sistemi üzerindeki oksidasyonu ve dokusal hasarında incelemişler ve cis-Pt ile karşılaştırmışlardır. Pt-bis(NHC) kompleksi cis-Pt kompleksi ile karşılaştırıldığında

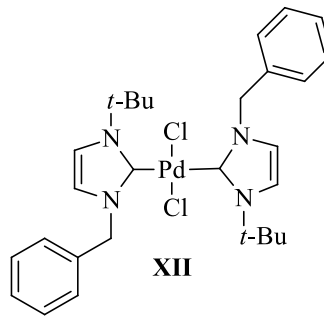
antikanser ilacı olarak kullanılabilmesi açısından daha yatkın olduğu ortaya çıkmıştır [159].



1.18.4. Palladyum ve bakır *N*-heterosiklik karben kompleksleri

Son zamanlarda Au, Ag ve Pt NHC türevlerinin yanısıra Pd-NHC türevlerinin de antitümör ve antikanser özellik (hücre büyümesini engelleme) gösterdiği ortaya çıkarılmıştır. Çoğu yeni olan tek çekirdekli, çift çekirdekli ve çok çekirdekli palladyum kompleksleri *cis*-platin ile karşılaştırdığında çapraz direnci ve toksisiteyi düşürdüğü ve seçiciliği de üst düzeye çıkardığı kanıtlanmıştır. Platinde olduğu gibi hücrede temel amaç DNA'dır. Pd(II) iyonları DNA ile etkileşime geçer ve hücrelerin düzenli ölmesini sağlayarak antitümör aktivite gösterir [144].

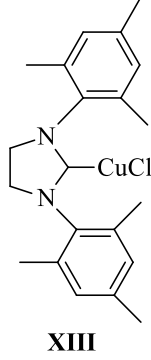
Panda ve arkadaşları tarafından sentezlenen Pd(II)-bisNHC **XII** kompleksinin servikal kanser (HeLa), akciğer kanseri (MCF-7) ve kolon kanseri (HCT 116) hücreleri üzerindeki çalışmalarını sürdürmüşler ve yeni hücrelerin oluşumunu durduğunu kanıtlamışlardır. *cis*-platin ile karşılaştırıldığında palladyum kompleksinin daha fazla sitotoksisiteye sahip olduğunu gözlemlemişlerdir [160].



Cu(I,II) bileşiklerinin antitümör aktivitelerinin araştırılmasına bakıldığında son on yılda büyük bir hareketlilik olduğu gözlenmektedir. Bakır klinik uygulamalarda diğer metaller ile karşılaştırdığında daha eskilere dayanmaktadır. Fizyolojik proseslerde, bazı enzim ve proteinlerin yapısında önemli fonksiyonlara sahiptir ve platin gibi metallerden daha az toksisiteye sahiptir. Bakır komplekslerinin *invitro* ve

invivo olarak antitümör aktivite gösterdiği bilimsel çalışmalarla da kanıtlanmıştır [161].

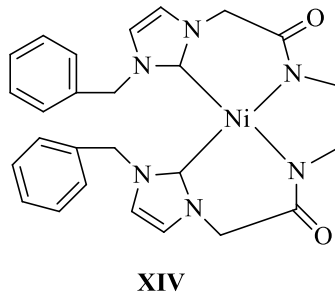
Gautier ve Morel'in grubu sentezledikleri Cu(I)-NHC **XIII** kompleksinin insan kanser hücreleri (HL60) üzerinde büyük sitotoksik etki gösterdiğini ortaya çıkarmışlardır [162].



1.18.5. Nikel ve rutenyum *N*-heterosiklik karben kompleksleri

Nikel farklı birçok enzimin (üreaz, dehidrojenaz ve karbonmonoksit dehidrojenaz) hayati bileşenidir [163]. Son zamanlarda sentezlenen bazı nikel komplekslerinin antitümör aktiviteleri olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Ghosh ve arkadaşları sentezledikleri Ni-NHC **XIV** kompleksinin HeLa ve MCF-7 hücreleri üzerindeki antitümör aktivitesini incelemişlerdir. Hazırladıkları kompleksin $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 'dan daha az sitotoksik aktiviteye sahip olduğunu görmüşlerdir [164].



Rutenyum tabanlı ilaçlar platin tabanlı ilaçlardan daha az toksisiteye sahip olması ve kanser hücrelerindeki direnci düşürmeleri ile kendilerini göstermektedirler. Rutenyum tıpkı insan vücudunda bulunan biyolojik moleküllere bağlanmış demir gibi davranabilmektedir [164].

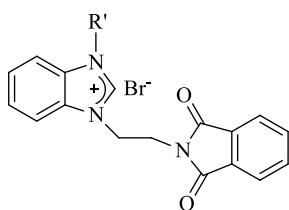
46

1.19. Çalışmanın Amacı

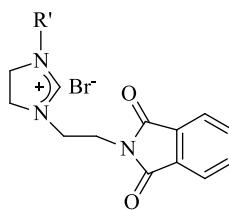
İlk kez 1968 yılında Ofele ve Wanzlick tarafından tanıtılması ve 1991’de Arduengo tarafından ilk kararlı *N*-heterosiklik karbenin (NHC) sentezlenmesi ve NHC’ler kimya literatüründe yerini alması ile özellikle metal komplekslerinde ligant olarak oldukça fazla bir şekilde görülmeye başlanmıştır. NHC’ler çoğu klasik liganda göre (fosfinler gibi) metal merkezine daha güçlü bağlanırlar ve bu ligantların geçiş metal kompleksleri havaya ve neme karşı daha az duyarlıdır. Bu nedenle metal-NHC kompleksleri son otuz yıldır C-C eşleşme tepkimeleri, metatez, C-H bağ aktivasyonu, hidrojenasyon ve polimerizasyon gibi birçok katalitik proseste oldukça fazla bir şekilde kullanılmaktadır. Sadece katalitik proseslerde değil aynı zamanda biyomedikal uygulamalarda antimikrobiyal ve antitümör ajanları olarak kullanılmaktadır.

Ftalimit analogları kapsamlı anti-konvülsif, anti-enflamatuar, analjezik, hipolipidemik ve immünomodülatör etkinliklerinden dolayı tıbbi kimya alanında yoğun bir şekilde kullanım alanı bulmaktadır. Anti-enflamatuar ftalimit analoglarının tümör nekroz faktörü - alfa (TNF- alfa) inhibitörleri olarak sentezlenmiştir. TNF -alfa bazı fizyolojik bağışıklık sistemlerinde kritik bir ajan olarak rol oynar ve aşırı üretilmesi durumunda organizmada ciddi hasara neden olur. Ftalimid türevlerinden biri olan LASSBio-4682’in in vivo olarak lipopolisakarit (LPS) ile indüklenen TNF-alfa üretimini inhibe ettiği ve bu analogların kronik enflamatuar hastalıklara karşı bir potansiyel oluşturduğu da literatürde yer almaktadır. Ayrıca ftalimit türevlerinin sadece biyomedikal uygulamalarda değil katalitik uygulamalarda da aktif gruplar olması organometalik kimya ve katalizde önemli bir ilgi alanı oluşturmaktadır.

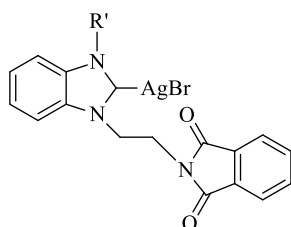
Yukarıda belirtilen özelliklerinden dolayı bu çalışmada ftalimit grubu içeren benzimidazol (I) ve imidazol karben öncüllerinin (II) bu karben öncüllerinin farklı metal komplekslerini (III ve IV) sentezlemek ve bu metal karben komplekslerinin *N*-alkilasyonu, arilasyon, C-C eşleşme tepkimelerindeki katalitik aktivitelerini ve Ag-NHC komplekslerinin antimikrobiyal özelliklerini incelemek amaçlanmıştır.



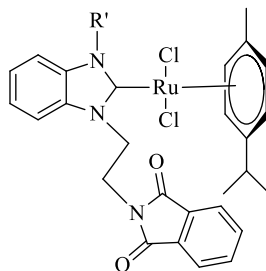
I



II



III



IV

	R
1c	CH ₂ C ₆ H ₅
1d	CH ₂ C ₆ H ₄ (CH ₃)-4
1e	CH ₂ C ₆ H ₃ (CH ₃)-3,5
1f	CH ₂ C ₆ H ₂ (CH ₃) ₃ -2,4,6
1g	CH ₂ C ₆ H ₄ (CH ₃) ₄ -2,3,5,6
1h	CH ₂ C ₆ (CH ₃) ₅ -2,3,4,5,6
1i	CH ₂ C ₆ H ₄ C(CH ₃) ₃ -4
1j	CH ₂ C ₆ H ₄ (OCH ₃)-4
1k	CH ₂ C ₆ H ₄ (OCH ₃) ₃ -3,4,5
1l	CH ₂ C ₆ H ₄ (CH ₂ CH ₂)-4
1m	CH ₂ C ₆ H ₁₁
1n	CH ₂ CH ₂ OCH ₃
1o	CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃
1p	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂
1r	CH ₂ CH ₂ =CH ₂

2. MATERYAL VE YÖNTEM

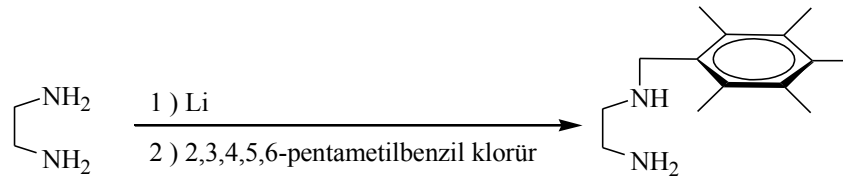
Sentezlenen bazı bileşikler havanın nemi ve oksijenine karşı hassas olduklarından dolayı tüm deneyler inert atmosferde gerçekleştirildi. Tepkimelerde kullanılan cam malzemeler kullanılmadan önce vakum altında ısıtılarak içerisindeki hava ve nem uzaklaştırılıp argon gazıyla dolduruldu. Çözücüler ve reaktifler, kullanılmadan önce literatürde verilen yöntemler esas alınarak kurutulup inert ortamda saflaştırıldı [166].

Tepkimelerde kullanılan reaktiflerin bir kısmı laboratuvarımızda sentezlenirken bir kısmı da ticari olarak satın alındı. Ticari olarak satın alınan reaktifler ve çözücüler: etilendiamin, 2-metoksietil klorür, 2,4,6-trimetilbenzil klorür, lityum, *N,N*-dimetilformamit dimetilasetal, toluen, tetrahidrofuran (THF), dimetilformamit (DMF), diklorometan, 3,4,5-trimetoksibenzil klorür, terbütilbenzil bromür, 3,5-dimetilbenzil klorür, 2,3,5,6-tetrametilbenzilklorür, 2,3,4,5,6-pentametilbenzil klorür, dietil eter, *N*-(2-bromoetil)fitalimit, 2,2-dietoksietil klorür, 2,2-dietoksimetil klorür Aldrich ve Merck firmalarından temin edilmiştir.

NMR spektrumları Bruker Ultra Shield 300 MHz ve 600 MHz NMR' sinde İnönü Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda alındı. FT-IR spektrumları, Perkin Elmer Spectrum 100 spektrometresinde 400-4000 cm⁻¹ aralığında alındı. Erime noktaları elektrotermal erime noktası tayin cihazıyla belirlendi. Gaz kromatografisi analizleri Agilent 6890N Network GC System'de kolon uzunluğu 30 m, kolon çapı 0.32 mm, kolon dolgu büyüklüğü 0.25 µm ve sıcaklık aralığı 50 °C'den 300 °C'ye kadar olan HP-5 kolonu ile yapıldı. GC-MS analizleri Shimadzu GCMS-QP2010 Plus da HP-5 kolonu kullanılarak yapıldı.

2.1. *N*-Alkil İmidazolin ve Benzimidazollerin Sentezi

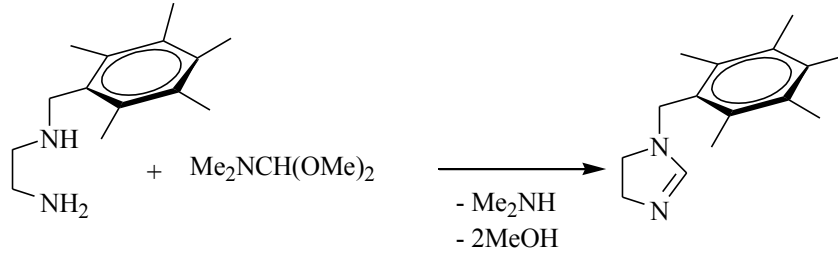
2.1.1. 1-[1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)]etilendiamin sentezi



Etilendiamin (60 mL; 54 g; 900 mmol) içerisine Li (0.17 g; 24.50 mmol) ilave edildi ve kum banyosunda yaklaşık 110°C de bir saat ısıtıldı. Gaz çıkışı bittikten sonra oda sıcaklığında yavaşça 2,3,4,5,6-pentametilbenzil klorür (5.25 g; 26.7 mmol) ilave

edildi ve bir saat kum banyosunda ısıtıldı, üzerine toluen (30 mL) eklendi. İki saat 110°C de ısıtıldı. Soğuduktan sonra süzülerek çözücüler vakumda uzaklaştırıldı geride kalan madde damıtıldı (120 °C / 0.01 mmHg). Verim: % 80; 4.2 g.

2.1.2. 1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)imidazolin sentezi



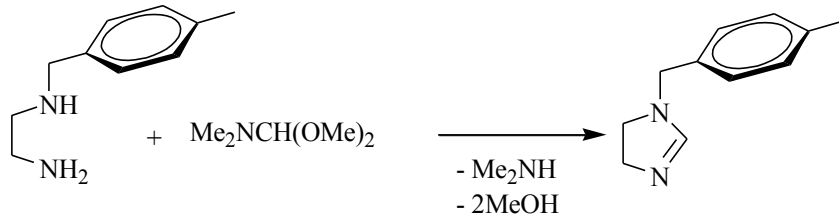
N-(1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)) etilendiamin (4.2 g; 20.1 mmol) ve *N,N*-dimetilformamit dimetilasetal (2.4 g; 20.2 mmol) karışımı iki saat su banyosunda ve 120°C de bir saat yağ banyosunda ısıtılarak MeOH ve HNMe₂'nin ayrılması sağlandı. Uçucular vakumda uzaklaştırılıp geride kalan yağımsı madde vakumda damıtıldı (120 °C / 0.01 mmHg). Verim: % 96; 4.03 g.

2.1.3. 1-(4-Metilbenzil)etilendiamin sentezi



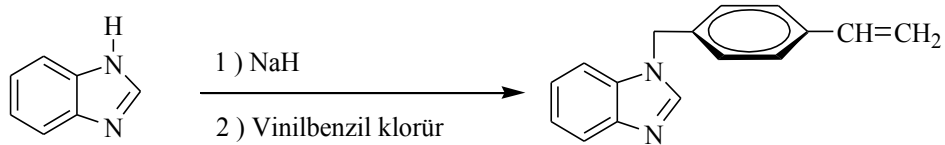
Etilendiamin (60 mL; 54 g; 900 mmol) içerisine Li (0.17 g; 24.50 mmol) ilave edildi ve kum banyosunda yaklaşık 110 °C' da bir saat ısıtıldı. Gaz çıkışı bittikten sonra oda sıcaklığında yavaşça 4-metilbenzil klorür (3.76 g; 26.7 mmol) ilave edildi ve bir saat kum banyosunda ısıtıldı, üzerine toluen (30 mL) eklendi. İki saat 110°C de ısıtıldı. Soğuduktan sonra süzüldü, çözücüler vakumda uzaklaştırıldı ve geride kalan madde damıtıldı (60 °C / 0.01 mmHg). Verim: % 90; 3.38 g.

2.1.4. 1-(4-Metilbenzil)imidazolin sentezi



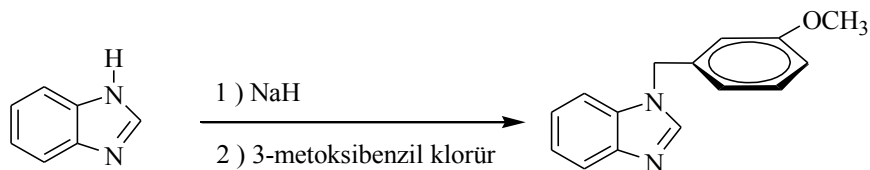
N-(4-Metilbenzil)) etilendiamin (3.38 g; 20.1 mmol) ve *N,N*-dimetilformamit dimetilasetal (2.64 g; 20.2 mmol) karışımı iki saat su banyosunda ve bir saat yağ banyosunda 120 °C’da ısıtılarak MeOH ve HNMe₂’nin ayrılması sağlandı. Uçucular vakumda uzaklaştırılıp geride kalan yağimsı madde vakumda damıtıldı (60 °C / 0.01 mmHg). Verim: % 78; 2.64 g.

2.1.5. 1-(Vinilbenzil)benzimidazol sentezi



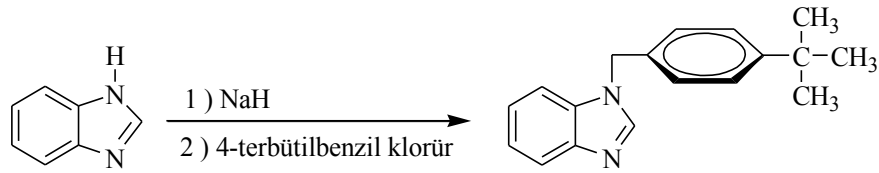
Hava ve nemi vakumda ısıtılarak alınan şilenge yağı heksanla yıkanıp alınmış sodyum hidrür (0.23 g, 10 mmol) konuldu. Üzerine THF (15 mL) eklendi. Oda sıcaklığında karıştırılan çözeltiye benzimidazol (1.18g, 10 mmol) yavaşça eklendi ve gaz çıkışı gözlemlendi. Benzimidazol tamamen bittikten sonra yarım saat oda sıcaklığında karıştırıldı ve üzerine vinilbenzil klorür (1.67 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra üç saat su banyosu sıcaklığında refluks edildi. THF vakumda çekildi, diklorometan (15 mL) eklendi ve filtreden süzüldü. Ürün diklorometan-dietil eterde kristallendirildi. Verim: % 88; 2.06 g, e.n.: 76-77 °C.

2.1.6. 1-(3-Metoksibenzil)benzimidazol sentezi



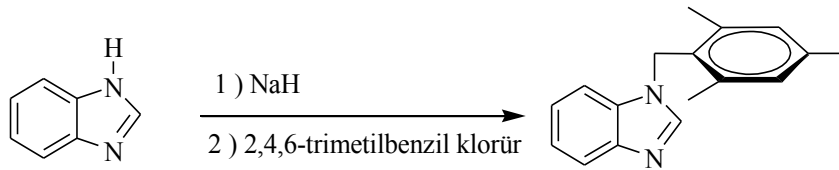
Sodyum hidrür (0.23 g, 10 mmol) ve THF (15 mL) oda sıcaklığında karıştırılan çözeltiye benzimidazol (1.18g, 10 mmol) eklendi. Oda sıcaklığında karıştırıldı ve daha sonra üzerine 3-metoksibenzil klorür (1.57 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra üç saat su banyosu sıcaklığında refluks edildi. THF vakumda çekildi, diklorometan (15 mL) eklendi ve filtreden süzüldü. Ürün diklorometan- dietil eterde kristallendirildi. Verim: % 87; 2.39 g, e.n.: 87-88 °C.

2.1.7. 1-(4-*ter*Bütilbenzil)benzimidazol sentezi



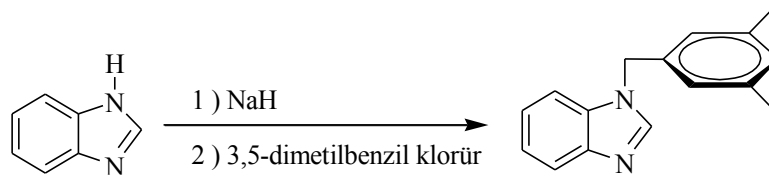
Sodyum hidrür (0.23 g, 10 mmol) üzerine THF (15 mL) eklendi. Oda sıcaklığında karıştırılan çözeltiye benzimidazol (1.18g, 10 mmol) yavaşça eklendi. Daha sonra üzerine 3,4,5-trimetoksibenzil klorür (2.50 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra üç saat su banyosu sıcaklığında ve geri soğutucu altında ısıtıldı. THF vakumda çekildi, diklorometan (15 mL) eklendi ve filtreden süzüldü. Ürün diklorometan- dietil eterde kristallendirildi. Verim: % 87; 3.2 g, e.n.: 106-107 °C.

2.1.8. 1-(2,4,6-Trimetilbenzil)benzimidazol sentezi



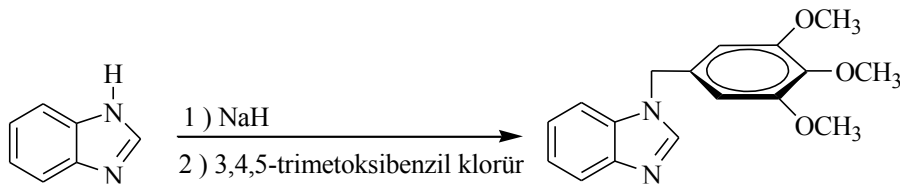
Sodyum hidrür (0.23 g, 10 mmol) üzerine THF (15 mL) eklendi. Oda sıcaklığında karıştırılan çözeltiye benzimidazol (1.18g, 10 mmol) yavaşça eklendi. Daha sonra üzerine 2,4,6-trimetilbenzil klorür (1.85 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra üç saat su banyosu sıcaklığında kaynatıldı. THF vakumda çekildi, diklorometan (15 mL) eklendi ve filtreden süzüldü. Ürün diklorometan- dietil eterde kristallendirildi. Verim: % 80; 2.0 g, e.n.: 101-102 °C.

2.1.9. 1-(3,5-Dimetilbenzil)benzimidazol sentezi



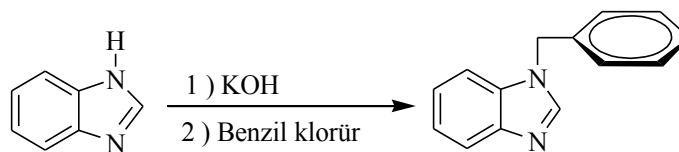
Sodyum hidrür (0.23 g, 10 mmol) üzerine THF (15 mL) eklendi. Oda sıcaklığında karıştırılan çözeltiye benzimidazol (1.18 g, 10 mmol) yavaşça eklendi. Daha sonra 3,5-dimetilbenzil klorür (1.70 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra üç saat su banyosu sıcaklığında kaynatıldı. THF vakumda çekildi, diklorometan (15 mL) eklendi ve filtreden süzüldü. Ürün diklorometan- dietil eterde kristallendirildi. Verim: % 70; 2.01 g.

2.1.10. 1-(3,4,5-Trimetoksibenzil)benzimidazol sentezi



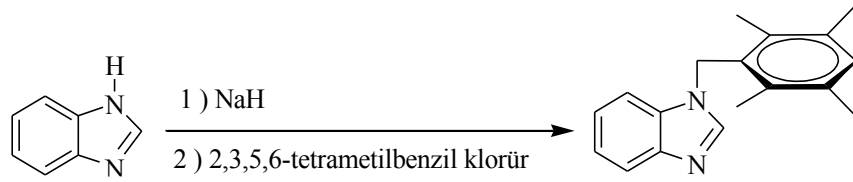
Sodyum hidrür (0.23 g, 10 mmol) üzerine THF (15 mL) eklendi. Daha sonra benzimidazol (1.18g, 10 mmol) yavaşça eklendi. Benzimidazol tamamen bittikten sonra ve üzerine 3,4,5-trimetoksibenzil klorür (2.38 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra üç saat su banyosu sıcaklığında refluks edildi. THF vakumda çekildi, diklorometan (15 mL) eklendi ve filtreden süzüldü. Ürün diklorometan- dietil eterde kristallendirildi. Verim: % 81; 2.88 g.

2.1.11. 1-(Benzil)benzimidazol sentezi



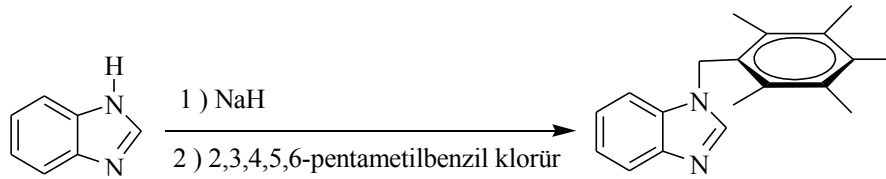
Hava ve nemi vakumda ısıtılarak alınan balona potasyum hidroksit (0.56 g, 10 mmol) konuldu. Üzerine etil alkol (15 mL) eklendi. Oda sıcaklığında karıştırılan çözeltiye benzimidazol (1.18 g, 10 mmol) yavaşça eklendi. Benzimidazol tamamen bittikten sonra iki saat oda sıcaklığında karıştırıldı ve üzerine benzil klorür (1.39 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra bir gün su banyosu sıcaklığında refluks edildi. Çözücü vakumda çekildi ve geride kalan yağimsı madde damıtıldı. Verim: % 88; 2.26 g, e.n.: 60-61 °C.

2.1.12. 1-(2,3,5,6-Tetrametilbenzil)benzimidazol sentezi



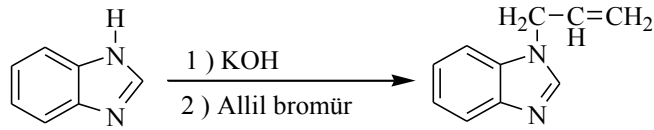
Sodyum hidrür (0.23 g, 10 mmol) üzerine THF (15 mL) eklendi. Çözeltiye benzimidazol (1.18 g, 10 mmol) yavaşça eklendi. Daha sonra üzerine 2,3,5,6-tetrametilbenzil klorür (2.0 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra üç saat su banyosu sıcaklığında refluks edildi. THF vakumda çekildi, diklorometan (15 mL) eklendi ve filtreden süzüldü. Ürün diklorometan- dietil eterde kristallendirildi. Verim: % 77; 2.45 g, e.n.: 170-171 °C.

2.1.13. 1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)benzimidazol sentezi



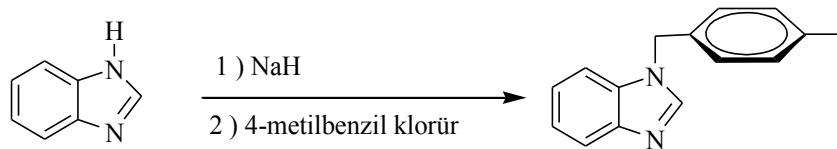
Sodyum hidrür (0.23 g, 10 mmol) üzerine THF (15 mL) eklendi. Çözeltiye benzimidazol (1.18 g, 10 mmol) yavaşça eklendi. Daha sonra üzerine 2,3,4,5,6-pentametilbenzil klorür (2.16 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra üç saat su banyosu sıcaklığında kaynatıldı. THF vakumda çekildi, diklorometan (15 mL) eklendi ve filtreden süzüldü. Ürün diklorometan - dietil eterde kristallendirildi. Verim: % 87; 2.91 g, e.n.: 108-109 °C.

2.1.14. 1-(Allil)benzimidazol sentezi



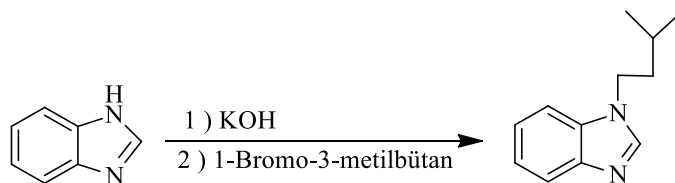
Potasyum hidroksit (0.56 g, 10 mmol) üzerine etil alkol (15 mL) eklendi. Çözeltiye benzimidazol (1.18g, 10 mmol) yavaşça eklendi. İki saat oda sıcaklığında karıştırıldı ve üzerine allil bromür (1.33 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra bir gün su banyosu sıcaklığında refluks edildi. Çözücü vakumda çekildi ve geride kalan yağimsı madde damıtıldı. Verim: % 88; 2.0 g.

2.1.15. 1-(4-Metilbenzil)benzimidazol sentezi



Sodyum hidrür (0.23 g, 10 mmol) üzerine THF (15 mL) eklendi. Çözeltiye benzimidazol (1.18 g, 10 mmol) eklendi. Daha sonra üzerine 4-metilbenzil klorür (1.55 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra üç saat su banyosu sıcaklığında refluks edildi. THF vakumda çekildi, diklorometan (15 mL) eklendi ve filtreden süzüldü. Ürün diklorometan- dietil eterde kristallendirildi. Verim: % 81; 2.21 g, e.n.: 73-74 °C.

2.1.16. 1-(3-Metilbütan)benzimidazol sentezi



Potasyum hidroksit (0.56 g, 10 mmol) üzerine etil alkol (15 mL) eklendi. Çözeltiye benzimidazol (1.18 g, 10 mmol) eklendi. Daha sonra üzerine 1-bromo-3-

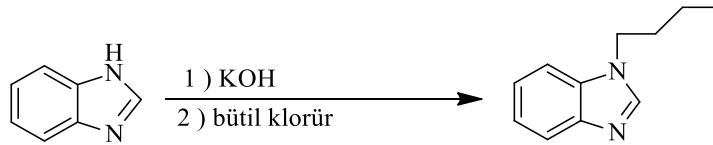
metil bütan (1.66 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra bir gün su banyosu sıcaklığında refluks edildi. Çözücü vakumda çekildi ve geride kalan yağimsı madde damıtıldı. Verim: % 71; 2.01 g.

2.1.17. 1-(Metoksietil)benzimidazol sentezi



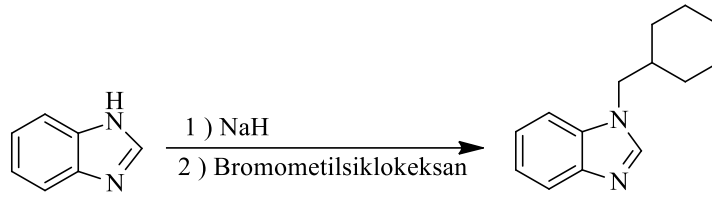
Potasyum hidroksit (0.56 g, 10 mmol) üzerine etil alkol (15 mL) eklendi. Çözeltiye benzimidazol (1.18 g, 10 mmol) eklendi. Daha sonra üzerine metoksietil klorür (1.04 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra bir gün su banyosu sıcaklığında refluks edildi. Çözücü vakumda çekildi ve geride kalan yağimsı madde damıtıldı. Verim: % 77; 1.7 g.

2.1.18. 1-(n-Bütil)benzimidazol sentezi



Potasyum hidroksit (0.56 g, 10 mmol) üzerine etil alkol (15 mL) eklendi. Çözeltiye benzimidazol (1.18 g, 10 mmol) yavaşça eklendi. Daha sonra üzerine bütül klorür (1.02 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra bir gün su banyosu sıcaklığında refluks edildi. Çözücü vakumda çekildi ve geride kalan yağimsı madde damıtıldı. Verim: % 75; 1.7 g.

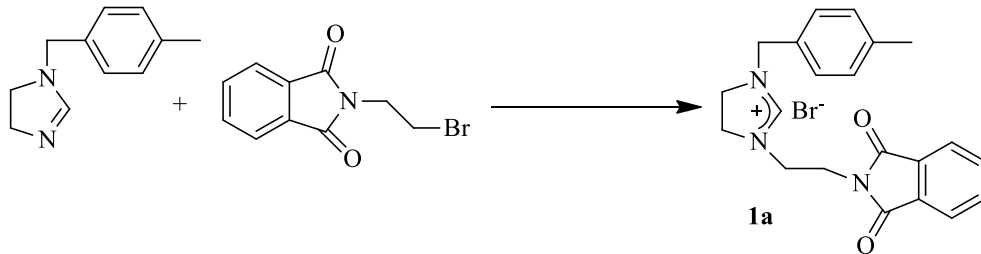
2.1.19. 1-(Metilsikloheksil)benzimidazol sentezi



Sodyum hidrür (0.23 g, 10 mmol) üzerine THF (15 mL) eklendi. Çözeltiye benzimidazol (1.18 g, 10 mmol) eklendi. Daha sonra üzerine bromometilsikloheksan (1.95 g, 11 mmol) eklendi. Bir gece oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra üç saat su banyosu sıcaklığında refluks edildi. THF vakumda çekildi, diklorometan (15 mL) eklendi ve filtreden süzüldü. Ürün diklorometan- dietil eterde kristallendirildi. Verim: % 76; 2.38 g, e.n.: 120 °C.

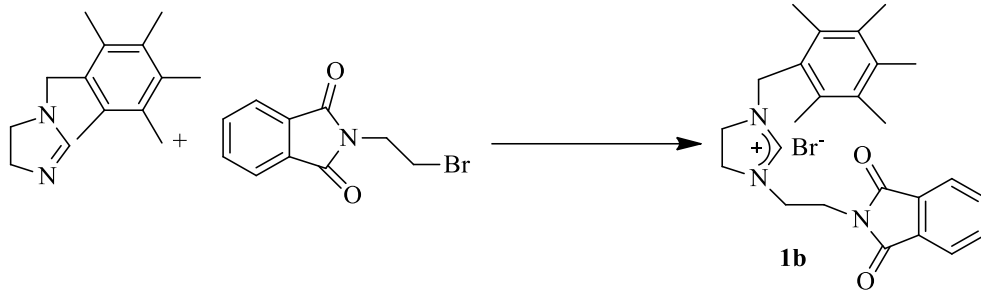
2.2. İmidazol ve Benzimidazol Çekirdeği İçeren Azolyum Tuzlarının Sentezi

2.2.1. 1-(4-Metilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)imidazolidinyum bromür, 1a Sentezi



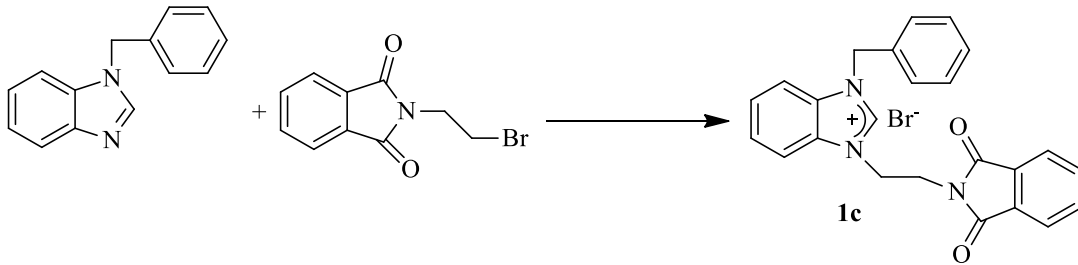
1-(4-Metilbenzil)imidazolinin (1.74 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine ticari olarak satın alınan *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve karışım bir saat oda sıcaklığında on iki saat su banyosunda ısıtıldı. Beyaz renkli katı ürün oluştu. Oluşan ürün üzerine dietil eter (20 mL) eklenerek süzüldü ve elde edilen katı dietil eterle yıkanarak (4×10 mL) vakumda kurutuldu. Verim: % 85 (3.85 g), e.n.: 175 °C, $\nu_{\text{CN}} = 1648.82 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{21}\text{H}_{22}\text{N}_3\text{O}_2\text{Br}$: Hesaplanan C: 58.89, H: 5.18, N: 9.81; bulunan C: 58.84, H: 5.27, N: 9.82

2.2.2. 1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)imidazolidinyum bromür, 1b Sentezi



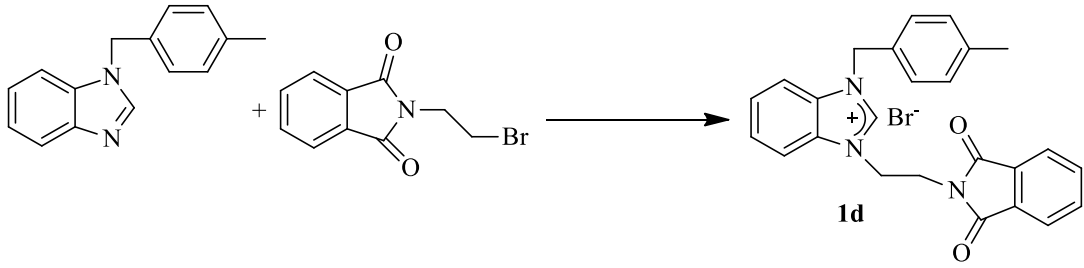
1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)imidazolinin (2.28 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 81 (4.11 g), e.n.: 190 °C, $\nu_{\text{CN}}=1644.43 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{25}\text{H}_{30}\text{N}_3\text{O}_2\text{Br}$: Hesaplanan C: 61.98, H: 6.24, N: 8.67; bulunan C: 61.87, H: 6.20, N: 8.65.

2.2.3. 1-(Benzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1c sentezi



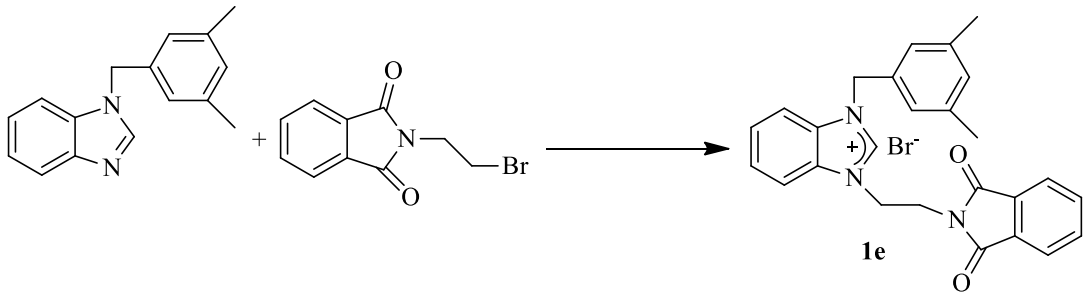
1-(Benzil)benzimidazolün (2.08 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 80 (3.89 g), e.n.:153 °C, $\nu_{\text{CN}}=1566.00 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{24}\text{H}_{20}\text{N}_3\text{O}_2\text{Br}$: Hesaplanan C: 62.35, H: 4.36, N: 9.09; bulunan C: 62.29, H: 4.42, N: 9.06.

2.2.4. 1-(4-Metilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1d sentezi



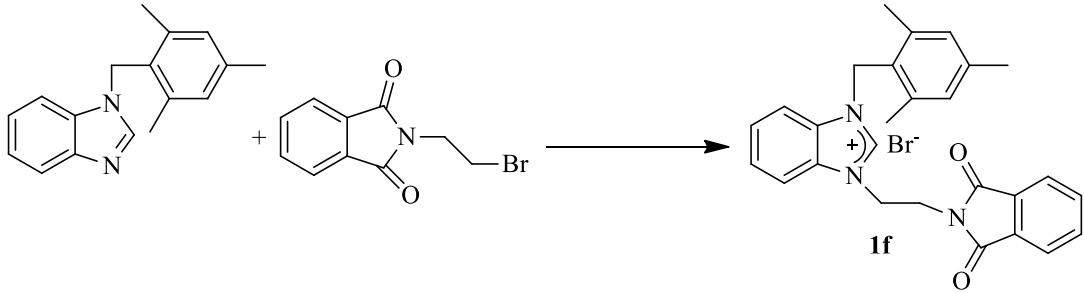
1-(4-Metilbenzil)benzimidazolün (2.22 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2.79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 83 (4.16 g), e.n.: 110 °C, $\nu_{\text{CN}}=1564.67\text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{25}\text{H}_{22}\text{N}_3\text{O}_2\text{Br}$: Hesaplanan C: 63.03, H: 4.65, N: 8.82; bulunan C: 62.94, H: 4.67, N: 8.78.

2.2.5. 1-(3,5-Dimetilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1e sentezi



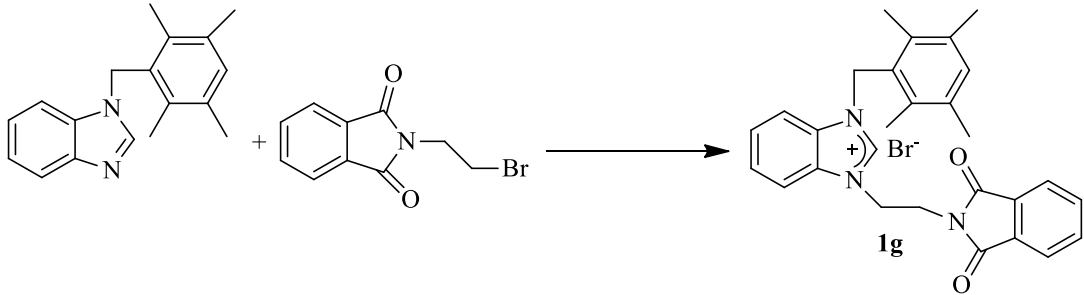
1-(3,5-Dimetilbenzil)benzimidazolün (2.36 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2.79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 79 (4.07 g), e.n.:128 °C, $\nu_{\text{CN}}=1557.77\text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{26}\text{H}_{24}\text{N}_3\text{O}_2\text{Br}$: Hesaplanan C: 63.68, H: 4.93, N: 8.57; bulunan C: 63.60, H: 5.00, N: 8.56.

2.2.6. 1-(2,4,6-Trimetilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1f sentezi



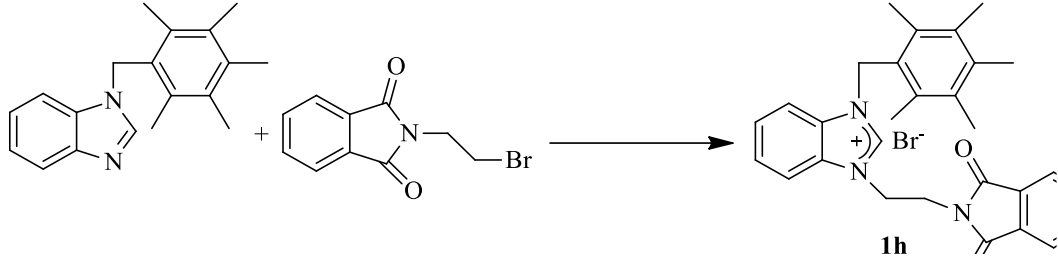
1-(2,4,6-Trimetilbenzil)benzimidazolün (2.50 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 88 (4.65 g), e.n.: 266 °C, $\nu_{\text{CN}}=1558.60 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{27}\text{H}_{26}\text{N}_3\text{O}_2\text{Br}$: Hesaplanan C: 64.29, H: 5.20, N: 8.33; bulunan C: 64.21, H: 5.18, N: 8.33.

2.2.7. 1-(2,3,5,6-Tetrametilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1g sentezi



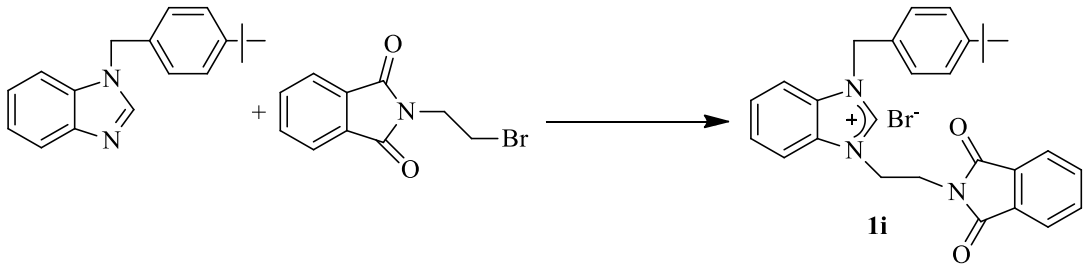
1-(2,3,5,6-Tetrametilbenzil)benzimidazolün (2.64 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 81 (4.39 g), e.n.: 165 °C, $\nu_{\text{CN}}=1470.21 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{28}\text{H}_{28}\text{N}_3\text{O}_2\text{Br}$: Hesaplanan C: 64.87, H: 5.44, N: 8.11; bulunan C: 64.80, H: 5.48, N: 8.08.

2.2.8. 1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1h sentezi



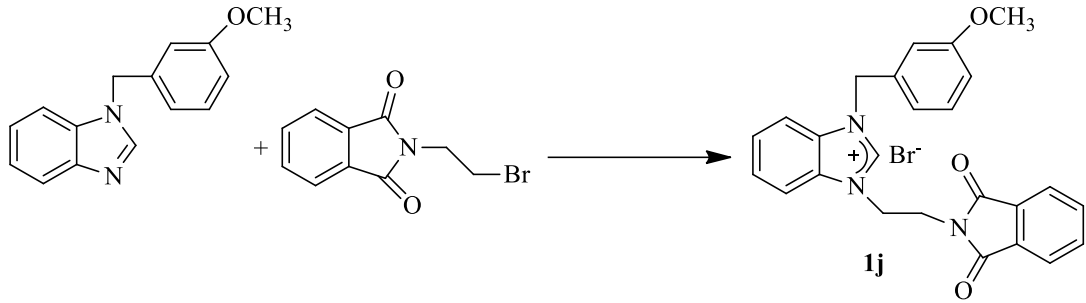
1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)benzimidazolün (2.78 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 86 (4.79 g), e.n.: 220 °C, $\nu_{\text{CN}} = 1392.82 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{29}\text{H}_{30}\text{N}_3\text{O}_2\text{Br}$: Hesaplanan C: 65.41, H: 5.68, N: 7.89; bulunan C: 65.35, H: 5.60, N: 7.87.

2.2.9. 1-(4-*ter*Bütilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1i sentezi



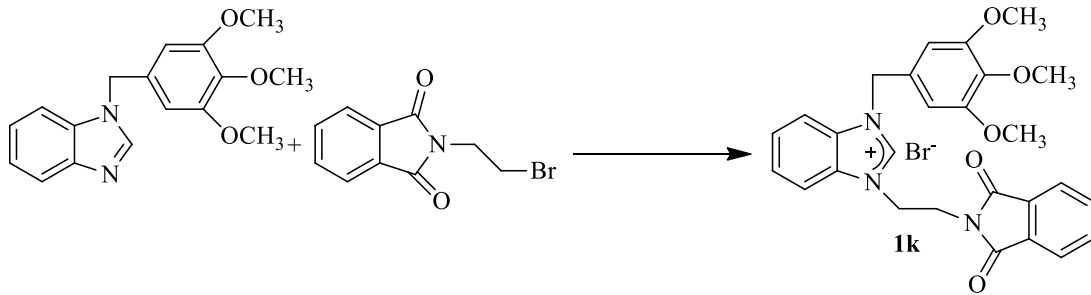
1-(4-*ter*Bütilbenzil)benzimidazolün (2.64 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 84 (4.56 g), e.n.: 200 °C, $\nu_{\text{CN}} = 1397.33 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{28}\text{H}_{28}\text{N}_3\text{O}_2\text{Br}$: Hesaplanan C: 64.87, H: 5.44, N: 8.11; bulunan C: 65.80, H: 5.40, N: 8.06.

2.2.10. 1-(3-Metoksibenzil)-3-(N-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1j sentezi



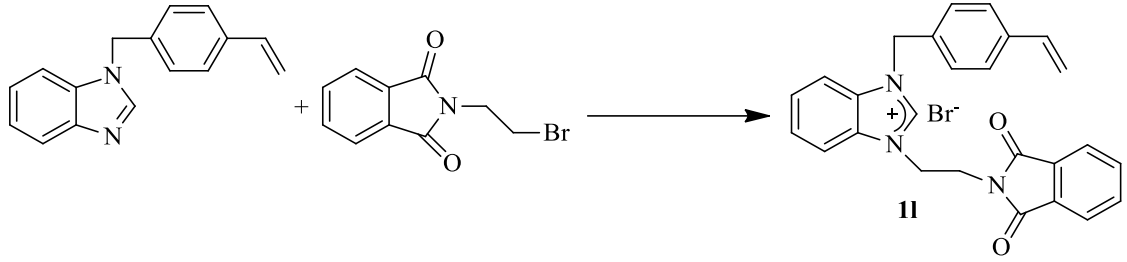
1-(3-Metoksibenzil)benzimidazolün (2.38 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 87 (4.50 g), e.n.: 121 °C, $\nu_{\text{CN}}=1562.52 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{25}\text{H}_{22}\text{N}_3\text{O}_3\text{Br}$: Hesaplanan C: 60.98, H: 4.50, N: 8.53; bulunan C: 60.83, H: 4.55, N: 8.51.

2.2.11. 1-(3,4,5-Trimetoksibenzil)-3-(N-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1k sentezi



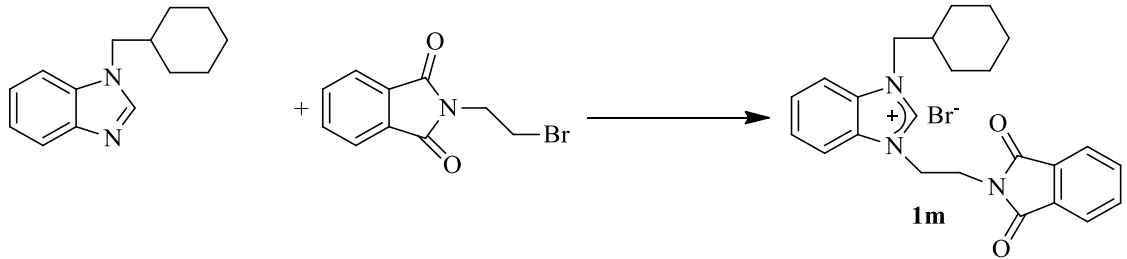
1-(3,4,5-Trimetoksibenzil)benzimidazolün (2.98 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 83 (4.79 g), e.n.: 200 °C, $\nu_{\text{CN}}=1594.21 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{27}\text{H}_{26}\text{N}_3\text{O}_5\text{Br}$: Hesaplanan C: 58.70, H: 4.74, N: 7.61; bulunan C: 58.63, H: 4.79, N: 7.64.

2.2.12. 1-(4-Vinilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1l sentezi



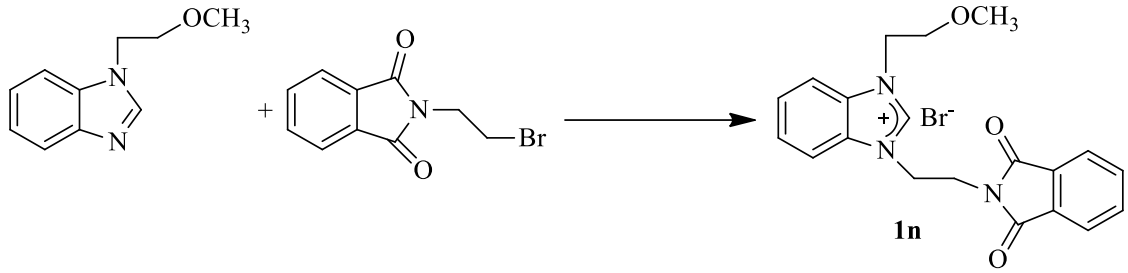
1-(4-Vinilbenzil)benzimidazolün (2.34 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 79 (4.05 g), e.n.: 198-199 °C, $\nu_{\text{CN}} = 1557.22 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{26}\text{H}_{23}\text{N}_3\text{O}_2\text{Br}$: Hesaplanan C: 63.94, H: 4.54, N: 8.60; bulunan C: 63.89, H: 4.59, N: 8.58.

2.2.13. 1-(Metilsikloheksil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1m sentezi



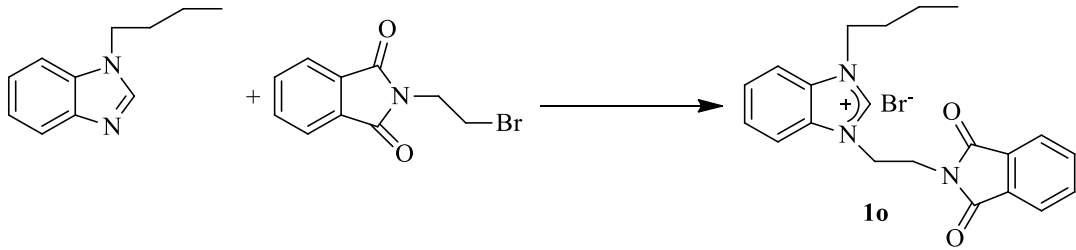
1-(Metilsikloheksil)benzimidazolün (2.13 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **2a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 80 (3.94 g), e.n.: 222-223 °C, $\nu_{\text{CN}} = 1564.03 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{24}\text{H}_{26}\text{N}_3\text{O}_2\text{Br}$: Hesaplanan C: 61.54, H: 5.60, N: 8.97; bulunan C: 61.58, H: 5.63, N: 8.92.

2.2.14. 1-(Metoksietil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1n sentezi



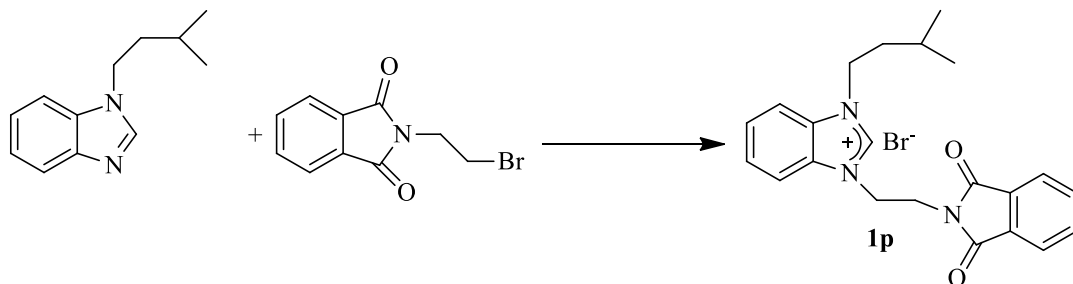
1-(Metoksietil)benzimidazolün (1.48 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 76 (3.24 g), e.n.: 215 °C, $\nu_{\text{CN}}=1558.81\text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{20}\text{H}_{20}\text{N}_3\text{O}_3\text{Br}$: Hesaplanan C: 55.83, H: 4.68, N: 9.77; bulunan C: 55.80, H: 4.74, N: 9.75.

2.2.15. 1-(*n*-Bütil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1o sentezi



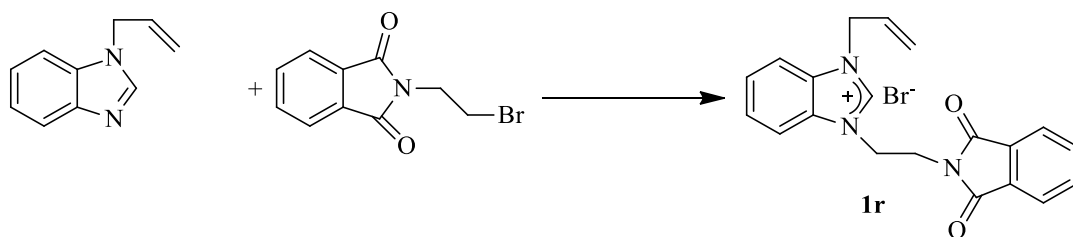
1-(*n*-Bütil)benzimidazolün (1.74 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 79 (3.25 g), e.n.: 237 °C, $\nu_{\text{CN}}=1562.28\text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{21}\text{H}_{22}\text{N}_3\text{O}_2\text{Br}$: Hesaplanan C: 58.89, H: 5.18, N: 9.81; bulunan C: 58.83, H: 5.23, N: 9.78.

2.2.16. 1-(3-Metilbütan)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1p sentezi



1-(3-Metilbütan)benzimidazolün (1.89 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 78 (3.65 g), e.n.: 170 °C, $\nu_{\text{CN}} = 1563.22 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{22}\text{H}_{24}\text{N}_3\text{O}_2\text{Br}$: Hesaplanan C: 59.73, H: 5.47, N: 9.50; bulunan C: 59.76, H: 5.51, N: 9.47.

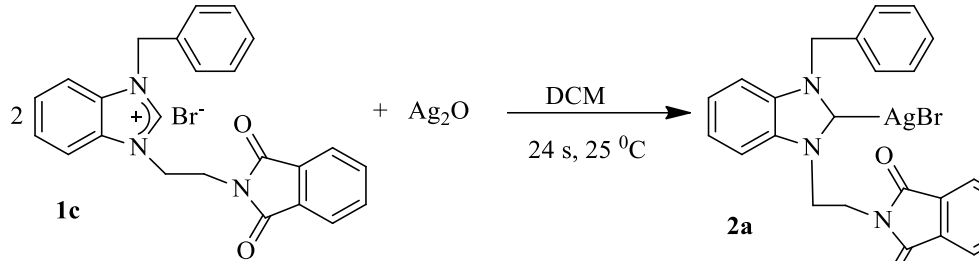
2.2.17. 1-(Allil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür, 1r sentezi



1-(Allil)benzimidazolün (1.58 g; 10 mmol) DMF (10 mL) içerisindeki çözeltisine *N*-(2-bromoetil)fitalimit (2,79 g; 11 mmol) yavaşça eklendi ve **1a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 77 (3.36 g), e.n.: 243-244 °C, $\nu_{\text{CN}} = 1562.12 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi $\text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{O}_2\text{Br}$: Hesaplanan C: 58.26, H: 4.40, N: 10.19; bulunan C: 58.23, H: 4.44, N: 10.16.

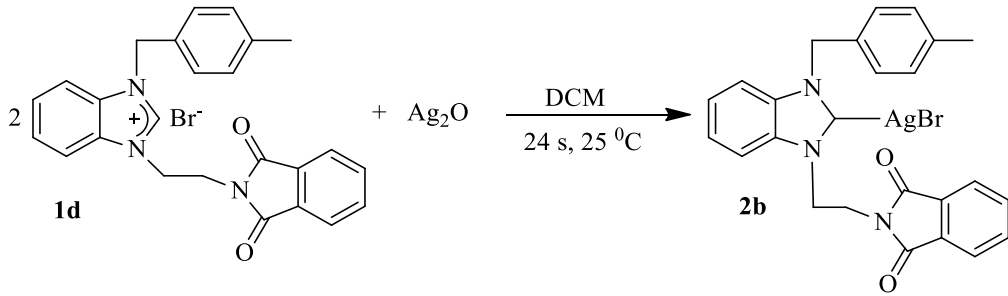
2.3. Ag-NHC Komplekslerinin Sentezi

2.3.1. Bromo[1-(benzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), **2a** sentezi



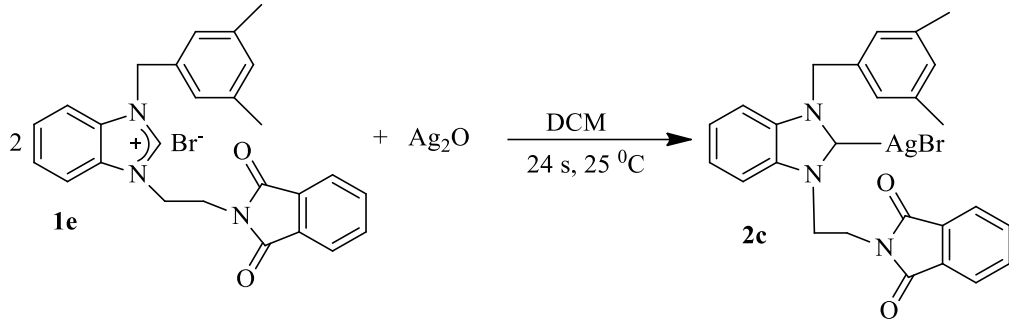
2a kompleksi 1-(Benzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür (0,7 g, 1.6 mmol), Ag_2O (0.185 g, 0.8 mmol) ve moleküler sieve kuru DCM çözeltisinde 1 gün oda sıcaklığında karanlık ortamında karıştırıldı. Bu süre sonunda, tepkime karışımı selit üzerinden süzüldü ve çözücü vakumda uzaklaştırıldı. Ham ürün DCM-eter karışımında kristallendirildi. Verim: % 76 (0.67 g); e.n: 140°C 'de bozundu; $\nu_{\text{CN}} = 1393.89\text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan $\text{C}_{24}\text{H}_{20}\text{AgBrN}_3\text{O}_2$: C: 50.55; H: 3.54; N: 7.37. Bulunan: C: 50.56; H: 3.53; N: 7.36.

2.3.2. Bromo[1-(4-metilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden] gümüş(I), **2b** sentezi



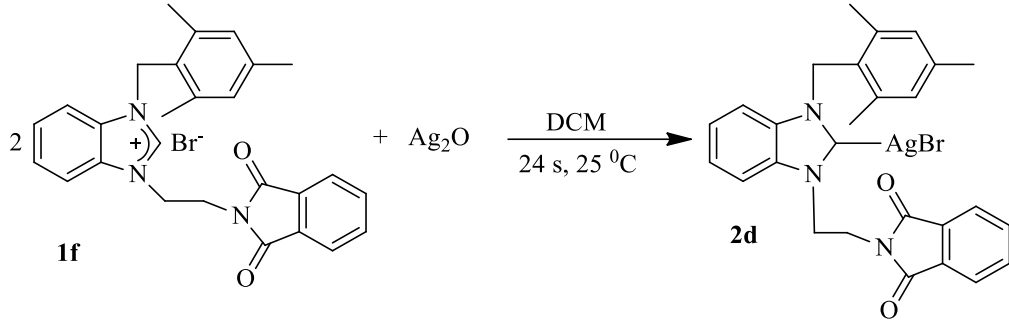
2b Kompleksi 1-(4-Metilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür (0,76 g, 1.6 mmol), Ag_2O (0.185 g, 0.8 mmol)'den **2a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 81 (0.76 g); e.n: $237\text{-}238^\circ\text{C}$; $\nu_{\text{CN}} = 1391.16\text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan $\text{C}_{25}\text{H}_{22}\text{AgBrN}_3\text{O}_2$: C: 51.40; H: 3.80; N: 7.19. Bulunan: C: 51.39; H: 3.81; N: 7.20.

2.3.3. Bromo[1-(3,5-dimetilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2c sentezi



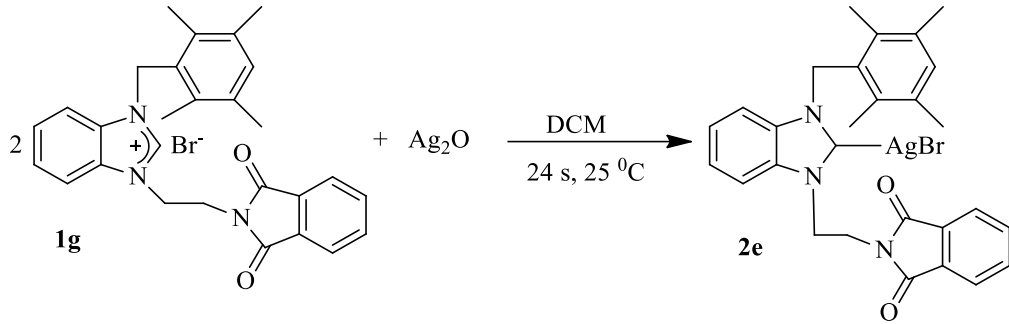
2c Kompleksi 1-(3,5-Dimetilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür (0,78 g, 1.6 mmol), Ag_2O (0.185 g, 0.8 mmol)'den **2a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 78 (0.75 g); e.n:158-159 °C; $\nu_{\text{CN}} = 1396.59 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan $\text{C}_{26}\text{H}_{24}\text{AgBrN}_3\text{O}_2$: C: 52.20; H: 4.04; N: 7.02. Bulunan: C: 52.21; H: 4.03; N: 7.03.

2.3.4. Bromo[1-(2,4,6-trimetilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2d sentezi



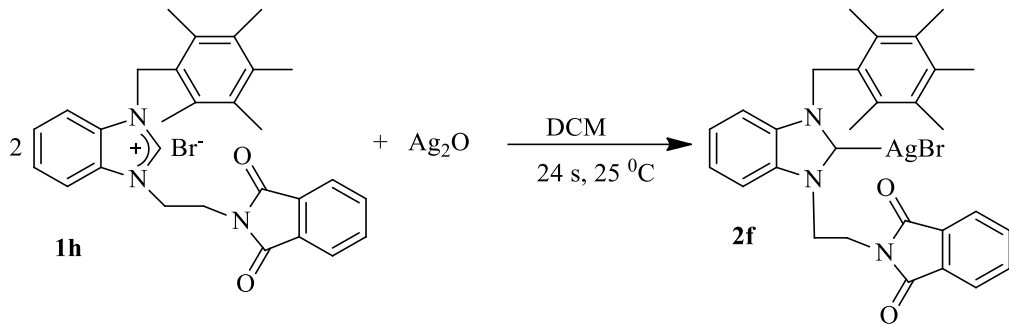
2d Kompleksi 1-(2,4,6-Trimetilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür (0,86 g, 1.6 mmol), Ag_2O (0.185 g, 0.8 mmol)'den **2a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 83 (0.86 g); e.n:142-142 °C; $\nu_{\text{CN}} = 1394.32 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan $\text{C}_{27}\text{H}_{26}\text{AgBrN}_3\text{O}_2$: C: 52.96 H: 4.28; N: 6.86. Bulunan: C: 52.97; H: 4.27; N: 6.85.

2.3.5.Bromo[1-(2,3,5,6-tetrametilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2e sentezi



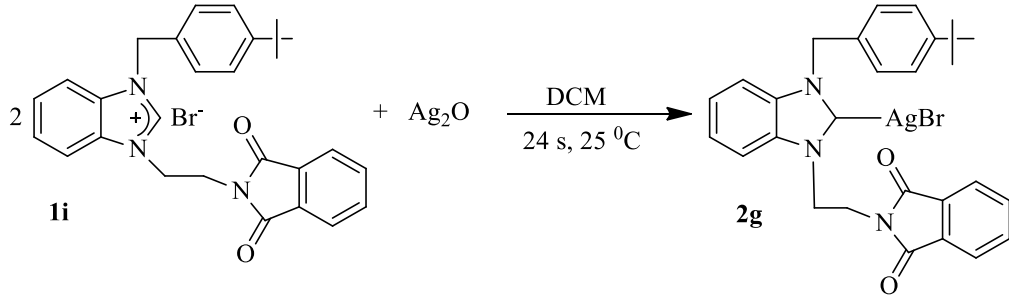
2e Kompleksi 1-(2,3,5,6-Tetrametilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit) benzimidazolyum bromür (0,83 g, 1.6 mmol), Ag₂O (0.185g, 0.8 mmol)'den **2a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 79 (0.80 g); e.n:170-171 °C; $\nu_{(CN)}=1394.79\text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan C₂₈H₂₈AgBrN₃O₂: C: 53.70 H: 4.51; N: 6.71. Bulunan: C: 53.69; H: 4.50; N: 6.70.

2.3.6.Bromo[1-(2,3,4,5,6-pentametilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2f sentezi



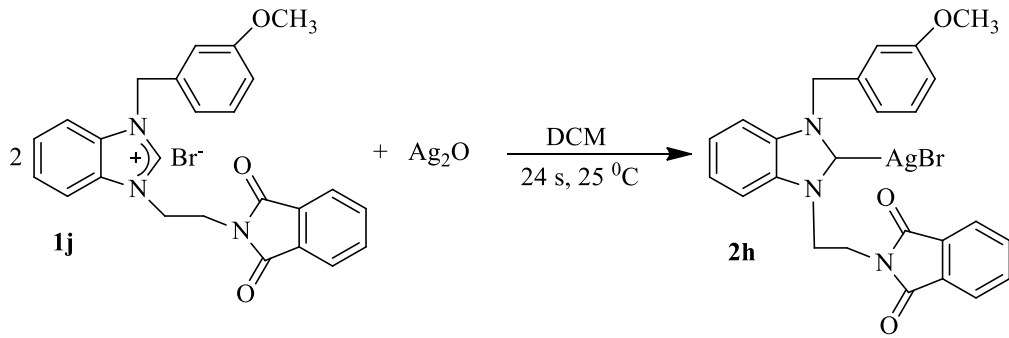
2f Kompleksi 1-(2,3,4,5,6-Pentametilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit) benzimidazolyum bromür (0,85 g, 1.6 mmol), Ag₂O (0.185g, 0.8 mmol)'den **2a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 77 (0.80 g); e.n:195-196 °C; $\nu_{(CN)}=1385.72\text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan C₂₉H₃₀AgBrN₃O₂: C: 54.39 H: 4.04; N: 7.02. Bulunan: C: 54.40; H: 4.03; N: 7.01

2.3.7. Bromo[1-(*ter*bütilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2g sentezi



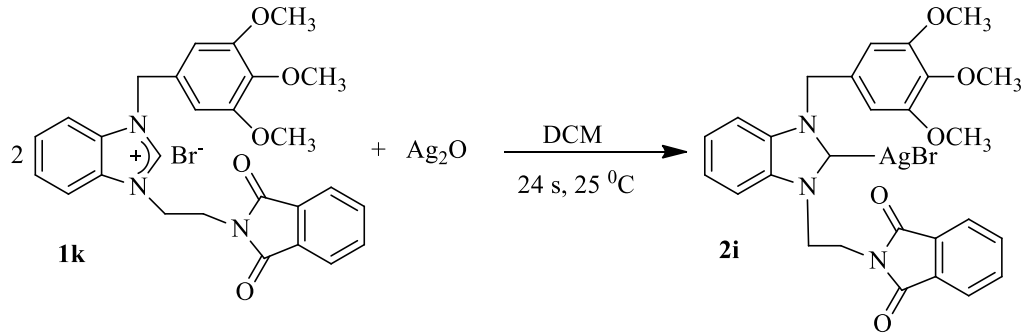
2g Kompleksi 1-(*ter*Bütilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür (0,85 g, 1.6 mmol), Ag₂O (0.185 g, 0.8 mmol)'den **2a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 77 (0.80 g); e.n: 235-236 °C; $\nu_{\text{CN}} = 1396.88 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan C₂₈H₂₈AgBrN₃O₂: C: 53.71 H: 4.51; N: 6.71. Bulunan: C: 53.70; H: 4.01; N: 6.69.

2.3.8. Bromo[1-(3-metoksibenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2h sentezi



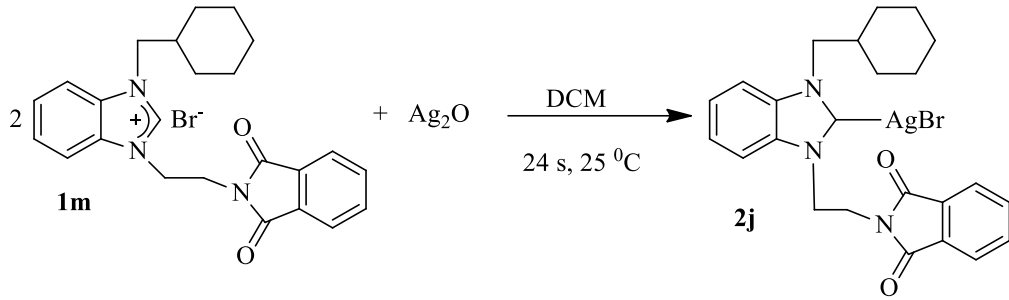
2h Kompleksi 1-(3-Metoksibenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür (0,79 g, 1.6 mmol), Ag₂O (0.185 g, 0.8 mmol)'den **2a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 82 (0.80 g); e.n: 135-136 °C; $\nu_{\text{CN}} = 1391.77 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan C₂₅H₂₂AgBrN₃O₃: C: 50.03 H: 3.69; N: 7.00. Bulunan: C: 50.01; H: 3.68; N: 6.99.

2.3.9. Bromo[1-(3,4,5-trimetoksibenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2i sentezi



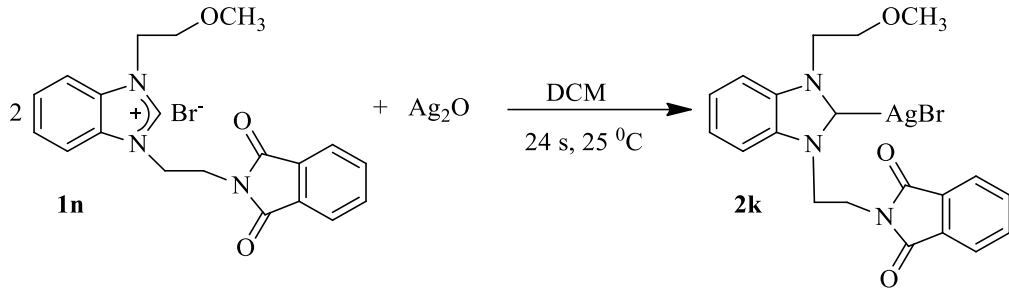
2i Kompleksi 1-(3,4,5-Trimetoksibenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür (0,88 g, 1.6 mmol), Ag_2O (0.185 g, 0.8 mmol)'den **2a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 83 (0.88 g); e.n:148-149 $^\circ\text{C}$; $\nu_{\text{CN}} = 1398.61 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan $\text{C}_{27}\text{H}_{26}\text{AgBrN}_3\text{O}_5$: C: 49.11 H: 3.97; N: 7.19. Bulunan: C: 49.10; H: 3.98; N: 7.20.

2.3.10. Bromo[1-(metilsikloheksil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2j sentezi



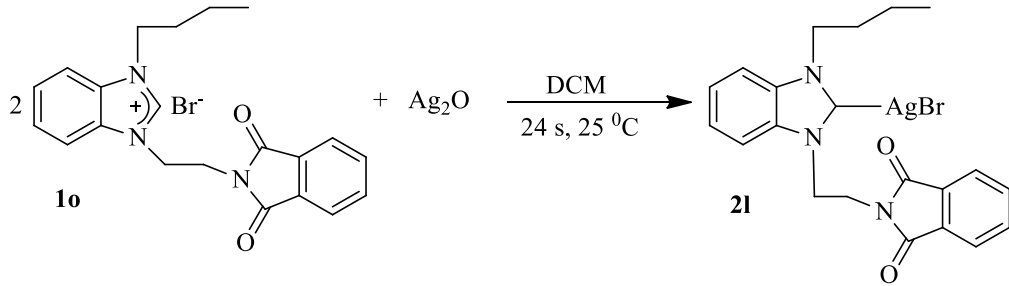
2j Kompleksi 1-(Metilsikloheksil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür (0,75 g, 1.6 mmol), Ag_2O (0.185 g, 0.8 mmol)'den **2a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 79 (0.74 g); e.n:134 $^\circ\text{C}$ 'de bozundu; $\nu_{\text{CN}} = 1339.58 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan $\text{C}_{24}\text{H}_{26}\text{AgBrN}_3\text{O}_2$: C: 50.02 H: 4.55; N: 7.29. Bulunan: C: 50.00; H: 4.57; N: 7.30.

**2.3.11. Bromo[1-(metoksietil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I),
2k sentezi**



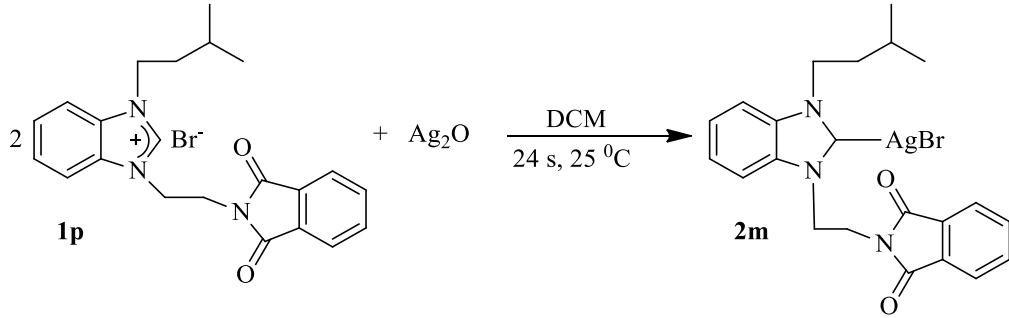
2k Kompleksi 1-(Metoksietil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür (0,69 g, 1.6 mmol), Ag₂O (0.185 g, 0.8 mmol)'den **2a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 80 (0.70 g); e.n:168-169 °C; $\nu_{\text{CN}}=1375.15\text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan C₂₀H₂₀AgBrN₃O₃: C: 44.64 H: 3.75; N: 7.81. Bulunan: C: 44.63; H: 4.65; N: 7.82.

**2.3.12.Bromo[1-(*n*-bütil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I),
2l sentezi**



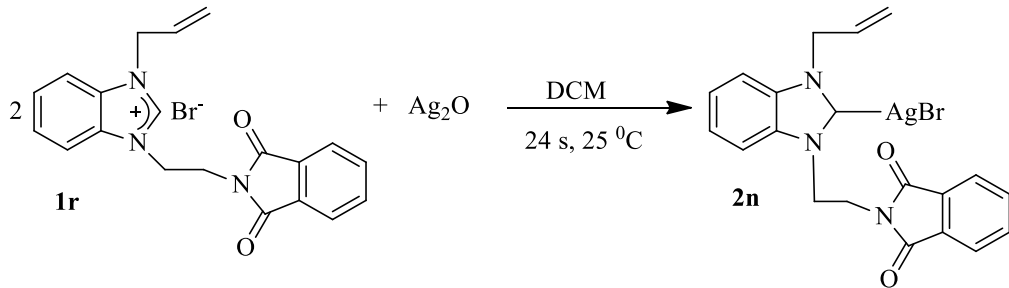
2l Kompleksi 1-(*n*-Bütil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür (0,69 g, 1.6 mmol), Ag₂O (0.185 g, 0.8 mmol)'den **2a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 77 (0.67 g); e.n: 275-276 °C; $\nu_{\text{CN}}=1389.56\text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan C₂₁H₂₂AgBrN₃O₂: C: 47.04 H: 4.14; N: 7.84. Bulunan: C: 47.02; H: 4.13; N: 7.83.

2.3.13.Bromo[1-(3-metilbütan)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2m sentezi



2m Kompleksi 1-(3-Metilbütan)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür (0,71 g, 1.6 mmol), Ag_2O (0.185 g, 0.8 mmol)'den **2a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 74 (0.66 g); e.n:178-179 $^\circ\text{C}$; $\nu_{\text{CN}}=1394.73\text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan $\text{C}_{22}\text{H}_{24}\text{AgBrN}_3\text{O}_2$: C: 48.02 H: 4.40; N: 7.64. Bulunan: C: 48.03; H: 4.41; N: 7.65.

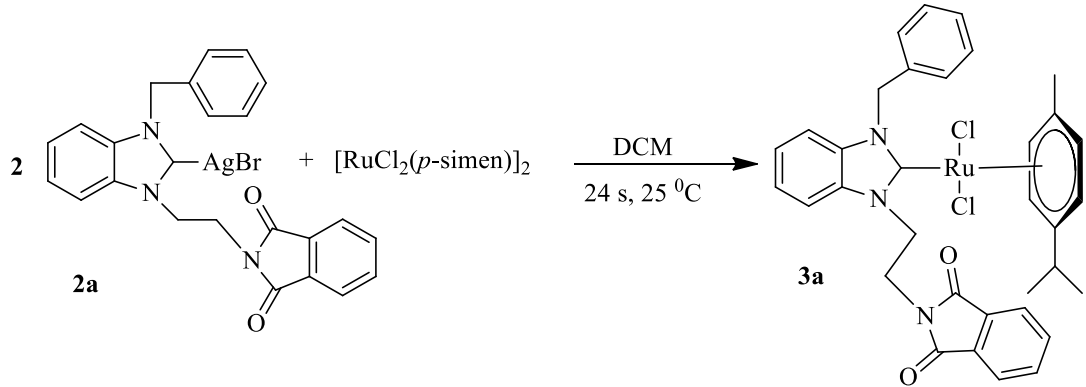
2.3.14.Bromo[1-(allil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I), 2n sentezi



2n Kompleksi 1-(Allil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazolyum bromür (0,66 g, 1.6 mmol), Ag_2O (0.185 g, 0.8 mmol)'den **2a** bileşiğine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 77 (0.65 g); e.n:219 $^\circ\text{C}$; $\nu_{\text{CN}}=1389.50\text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan $\text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{AgBrN}_3\text{O}_2$: C: 46.18 H: 3.49; N: 8.08. Bulunan: C: 46.17; H: 3.48; N: 8.07.

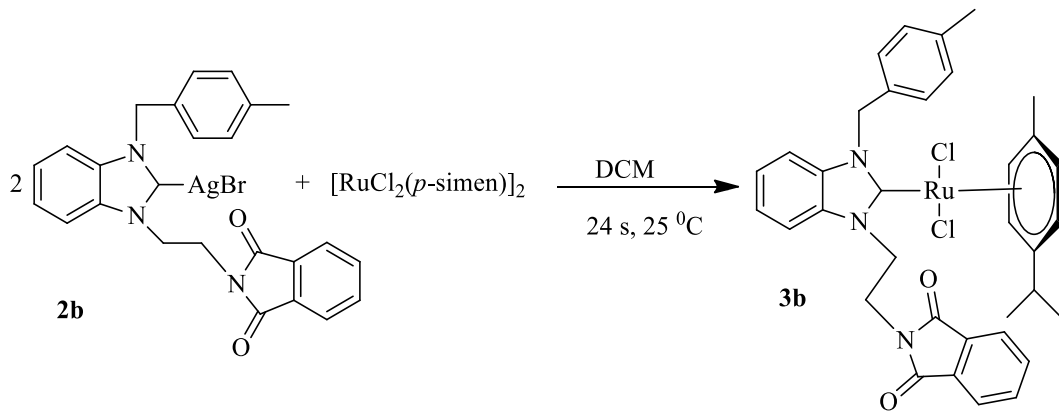
2.4. Ru-NHC Komplekslerinin Sentezi

2.4.1. Dikloro[1-(benzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](*p*-simen) rutenyum (II), 3a sentezi



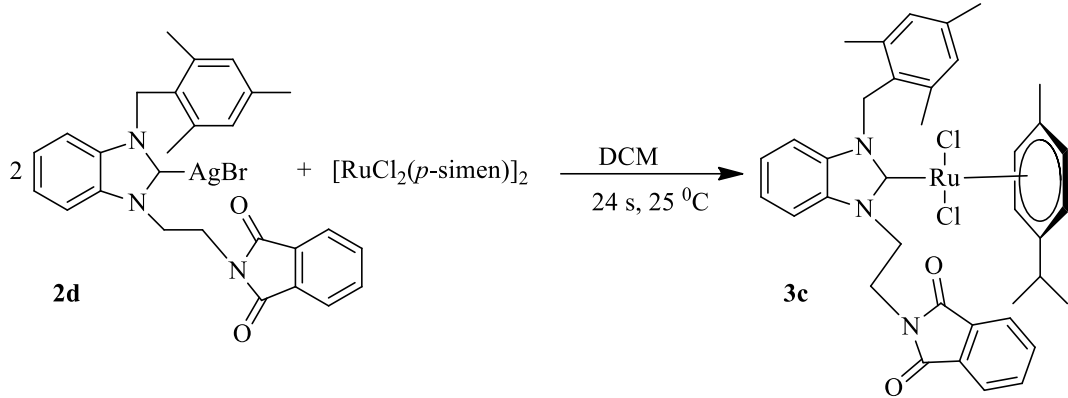
3a Kompleksi Bromo[1-(benzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I) bileşiği (0.19 g, 0.33 mmol) ve $[\text{RuCl}_2(p\text{-simen})]_2$ (0.1 g, 0.16 mmol) kuru DCM çözeltisinde 1 gün 25 °C'de (oda sıcaklığında) karanlık şartlarda karıştırıldı. Argon gazı altında selitli filtreden süzüldü. Çözgen vakumda uzaklaştırıldı. Ürün DCM/eter karışımında kristallendirildi. Verim: % 82 (0.180 g); e.n: 200-201 °C; $\nu_{\text{CN}} = 1390.58 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan: $\text{RuC}_{34}\text{H}_{34}\text{Cl}_2\text{N}_3\text{O}_2$: C: 59.30; H: 4.98; N: 6.10. Bulunan: C: 59.40; H: 4.83; N: 6.10.

2.4.2. Dikloro[1-(4-metilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](*p*-simen) rutenyum (II), 3b sentezi



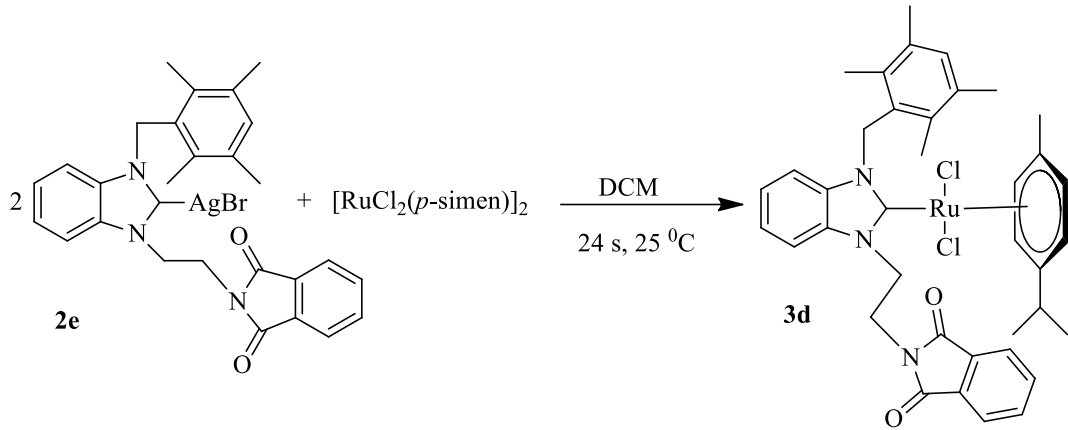
3b Kompleksi Bromo[1-(4-metilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I) bileşiği (0.19 g, 0.33 mmol) ve $[\text{RuCl}_2(p\text{-simen})]_2$ (0.1 g, 0.16 mmol)'den **3a** kompleksine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 75 (0.168 g); e.n: 217-218 °C; $\nu_{\text{CN}} = 1384.80 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan: $\text{RuC}_{35}\text{H}_{36}\text{Cl}_2\text{N}_3\text{O}_2$: C: 59.83; H: 5.16; N: 5.98. Bulunan: C: 59.90; H: 5.12; N: 6.00.

2.4.3. Dikloro[1-(2,4,6-trimetilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](*p*-simen) rutenyum (II), 3c sentezi



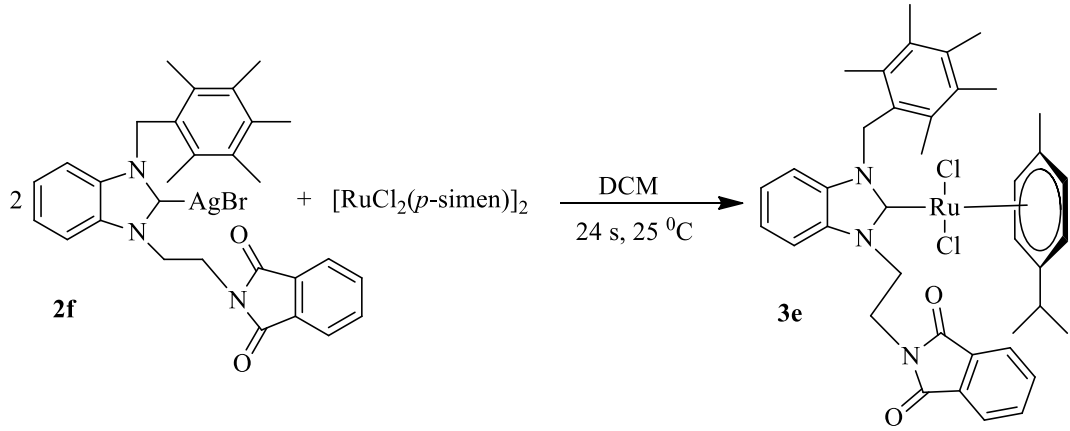
3c Kompleksi Bromo[1-(2,4,6-trimetilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden] gümüş(I) bileşiği (0.20 g, 0.33 mmol) ve $[\text{RuCl}_2(p\text{-simen})]_2$ (0.1 g, 0.16 mmol)'den **3a** kompleksine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 76 (0.177 g); e.n: 228-229 °C; $\nu_{\text{CN}} = 1384.80 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan: $\text{RuC}_{37}\text{H}_{40}\text{Cl}_2\text{N}_3\text{O}_2$: C: 60.82; H: 5.52; N: 5.75. Bulunan: C: 60.85; H: 5.49; N: 5.77.

2.4.4. Dikloro[1-(2,3,5,6-tetrametilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](*p*-simen) rutenyum (II), 3d sentezi



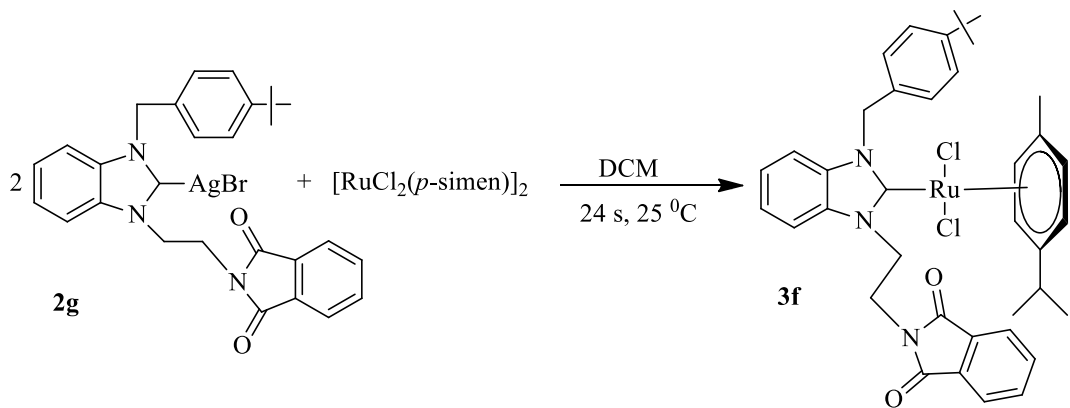
3d Kompleksi Bromo[1-(2,3,5,6-tetrametilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden] gümüş(I) bileşiği (0.20 g, 0.33 mmol) ve $[\text{RuCl}_2(p\text{-simen})]_2$ (0.1 g, 0.16 mmol)'den **3a** kompleksine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 80 (0.190 g); e.n: 205-206 °C; $\nu_{\text{CN}} = 1380.94 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan: $\text{RuC}_{38}\text{H}_{42}\text{Cl}_2\text{N}_3\text{O}_2$: C: 61.28; H: 5.68; N: 5.64. Bulunan: C: 61.30; H: 5.59; N: 5.66.

2.4.5.Dikloro[1-(2,3,4,5,6-pentametilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](*p*-simen) rutenyum (II), 3e sentezi



3e Kompleksi Bromo[1-(2,3,4,5,6-pentametilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I) bileşiği (0.21 g, 0.33 mmol) ve $[\text{RuCl}_2(p\text{-simen})]_2$ (0.1 g, 0.16 mmol)'den **3a** kompleksine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 80 (0.194 g); e.n: 244 °C'de bozundu; $\nu_{\text{CN}} = 1378.44 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan: $\text{RuC}_{39}\text{H}_{44}\text{Cl}_2\text{N}_3\text{O}_2$: C: 61.73; H: 5.84; N: 5.54. Bulunan: C: 61.70; H: 5.80; N: 5.54.

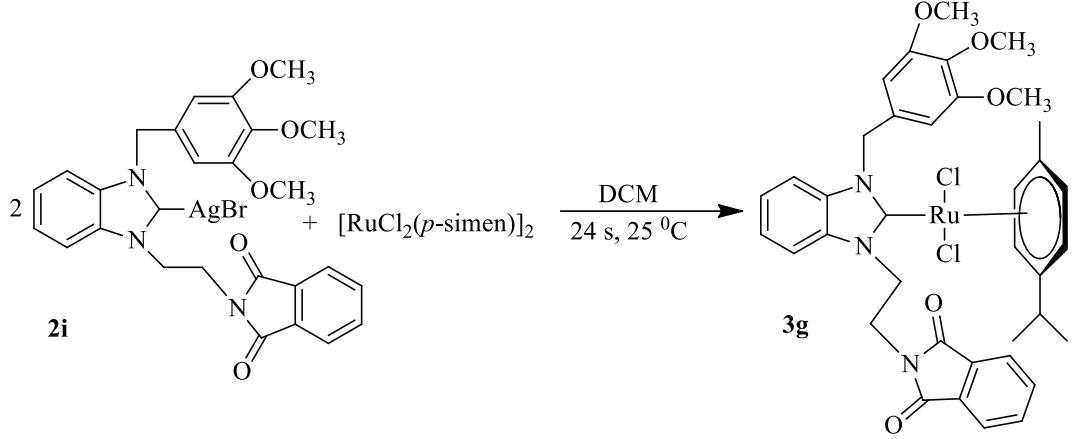
2.4.6.Dikloro[1-(4-*tert*bütilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](*p*-simen) rutenyum (II), 3f sentezi



3f Kompleksi Bromo[1-(4-*tert*bütilbenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I) bileşiği (0.21 g, 0.33 mmol) ve $[\text{RuCl}_2(p\text{-simen})]_2$ (0.1 g, 0.16 mmol)'den **3a** kompleksine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 73 (0.173 g); e.n:

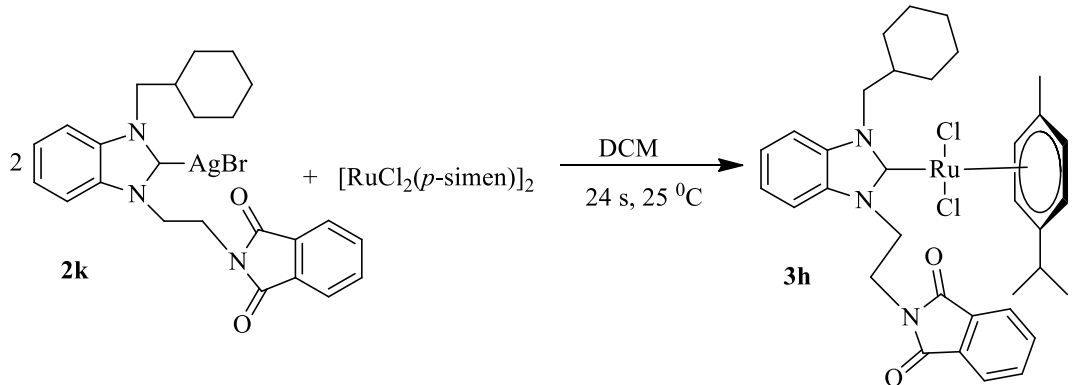
202 °C'de bozundu; $\nu_{\text{CN}} = 1400.21 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan: $\text{RuC}_{38}\text{H}_{42}\text{Cl}_2\text{N}_3\text{O}_2$: C: 61.28; H: 5.68; N: 5.64. Bulunan: C: 61.29; H: 5.69; N: 5.63.

2.4.7. Dikloro[1-(3,4,5-trimetoksibenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](*p*-simen) rutenyum (II), 3g sentezi



3g Kompleksi Bromo[1-(3,4,5-trimetoksibenzil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden] gümüş(I) bileşiği (0.22 g, 0.33 mmol) ve $[\text{RuCl}_2(\textit{p}\text{-simen})]_2$ (0.1 g, 0.16 mmol)'den **3a** kompleksine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 88 (0.220 g); e.n: 189-190 °C; $\nu_{\text{CN}} = 1378.61 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan: $\text{RuC}_{37}\text{H}_{40}\text{Cl}_2\text{N}_3\text{O}_5$: C: 57.07; H: 5.18; N: 5.40. Bulunan: C: 57.08; H: 5.17; N: 5.41.

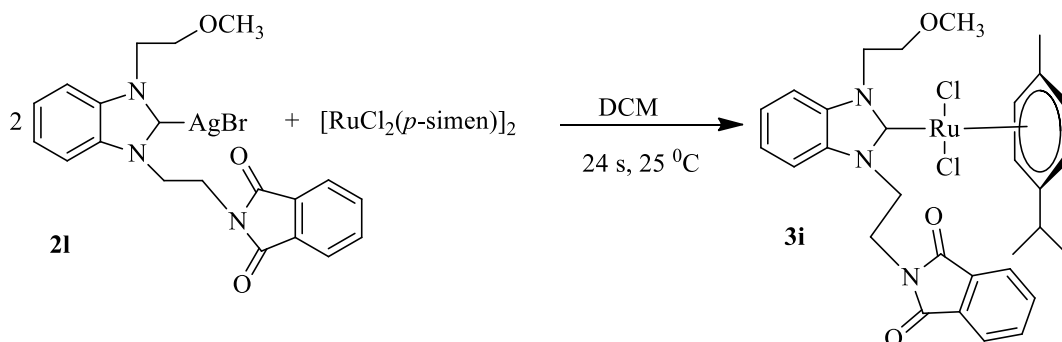
2.4.8. Dikloro[1-(metilsikloheksil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](*p*-simen) rutenyum (II), 3h sentezi



3h Kompleksi Bromo[1-(metilsikloheksil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I) bileşiği (0.19 g, 0.33 mmol) ve $[\text{RuCl}_2(\textit{p}\text{-simen})]_2$ (0.1 g, 0.16 mmol)'den **3a** kompleksine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 70 (0.155 g); e.n:

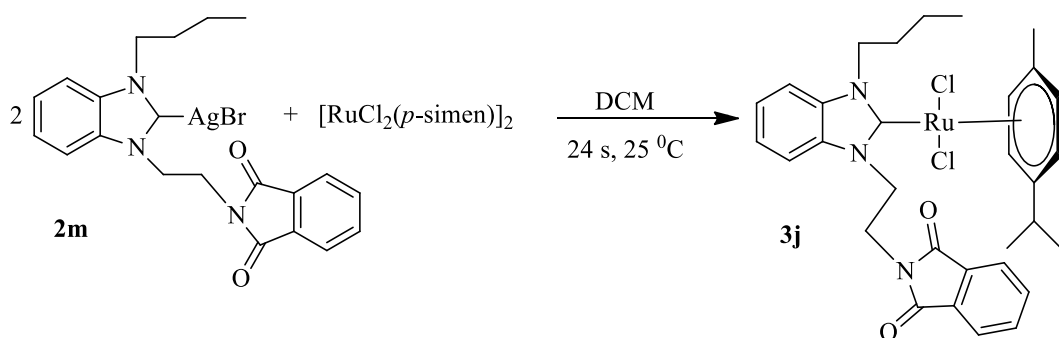
126-127 °C; $\nu_{\text{CN}} = 1394.43 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan: $\text{RuC}_{34}\text{H}_{40}\text{Cl}_2\text{N}_3\text{O}_2$: C: 58.78; H: 5.80; N: 6.05. Bulunan: C: 58.79; H: 5.81; N: 6.04.

2.4.9. Dikloro[1-(metoksietil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](*p*-simen) rutenyum (II), **3i** sentezi



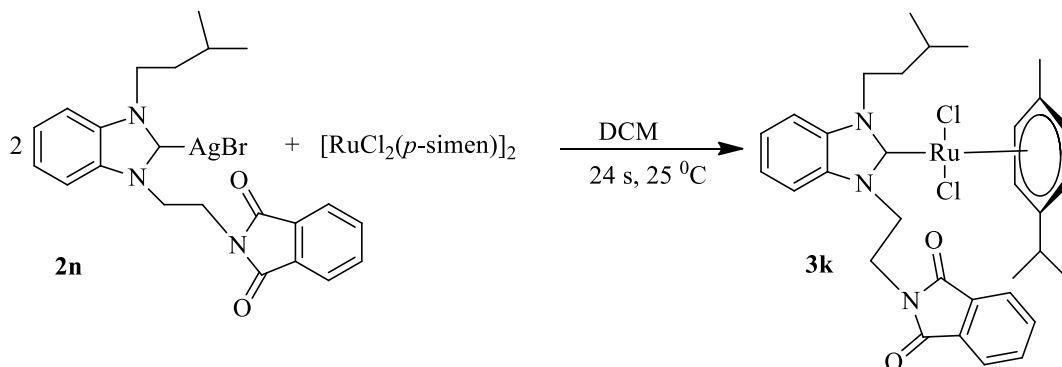
3i Kompleksi Bromo[1-(metoksietil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden] gümüş(I) bileşiği (0.18 g, 0.33 mmol) ve $[\text{RuCl}_2(\textit{p}\text{-simen})]_2$ (0.1 g, 0.16 mmol)'den **3a** kompleksine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 76 (0.160 g); e.n: 190-191 °C; $\nu_{\text{CN}} = 1394.43 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan: $\text{RuC}_{30}\text{H}_{34}\text{Cl}_2\text{N}_3\text{O}_3$: C: 54.88; H: 5.22; N: 6.40. Bulunan: C: 54.89; H: 5.21; N: 6.41.

2.4.10. Dikloro[1-(*n*-bütil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](*p*-simen) rutenyum (II), **3j** sentezi



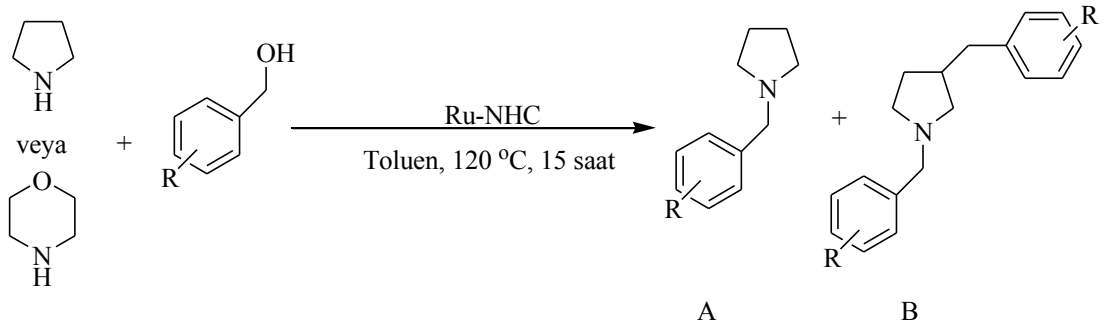
3j Kompleksi Bromo[1-(*n*-bütil)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden] gümüş(I) bileşiği (0.18 g, 0.33 mmol) ve $[\text{RuCl}_2(\textit{p}\text{-simen})]_2$ (0.1 g, 0.16 mmol)'den **3a** kompleksine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 80 (0.167 g); e.n: 200 °C'de bozundu; $\nu_{\text{CN}} = 1390.58 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan: $\text{RuC}_{31}\text{H}_{36}\text{Cl}_2\text{N}_3\text{O}_2$: C: 56.88; H: 5.54; N: 6.42. Bulunan: C: 56.89; H: 5.55; N: 6.41.

2.4.11.Dikloro[1-(3-metilbütan)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden](*p*-simen) rutenyum (II), 3k sentezi



3k Kompleksi Bromo[1-(3-metilbütan)-3-(*N*-etilfitalimit)benzimidazol-2-iliden]gümüş(I) bileşiği (0.18 g, 0.33 mmol) ve $[\text{RuCl}_2(p\text{-simen})]_2$ (0.1 g, 0.16 mmol)'den **3a** kompleksine benzer şekilde sentezlendi. Verim: % 88 (0.188 g); e.n:205-206 °C; $\nu_{\text{CN}} = 1363.60 \text{ cm}^{-1}$. % Element Analizi: Hesaplanan: $\text{RuC}_{32}\text{H}_{38}\text{Cl}_2\text{N}_3\text{O}_2$: C: 57.48; H: 5.73; N: 6.28. Bulunan: C: 57.49; H: 5.74; N: 6.29.

2.5. Ru-NHC Katalizörlüğünde Pirolidin ve Morfolinin Alkilasyonu



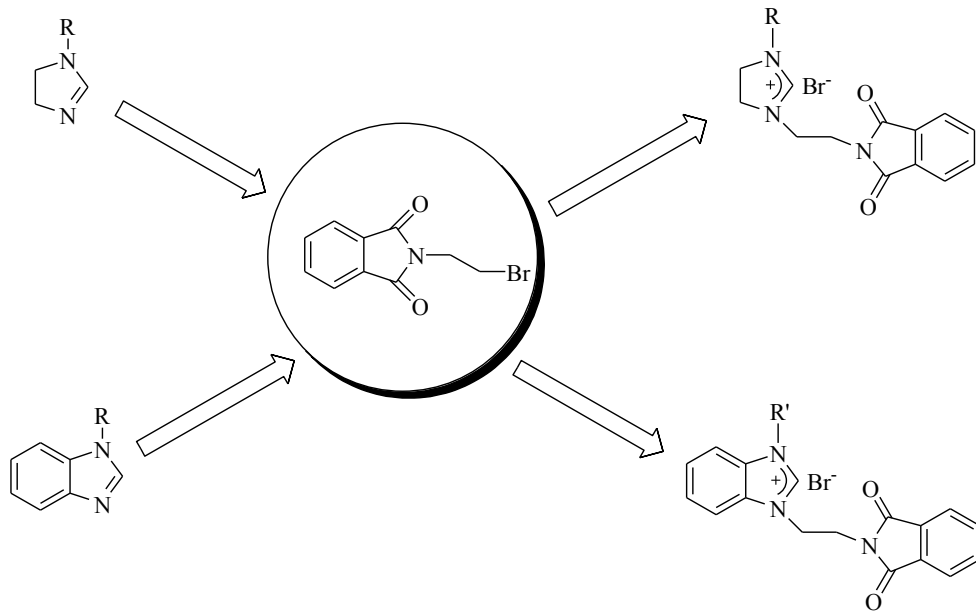
Kuru Schlenk tüpüne pirolidin veya morfolin (1 mmol), Ru-NHC (% 1 mol), alkol (2.5 mmol), toluen (1 mL) ve CSA (40 mmol %) eklendi. 120 °C de 15 saat ısıtıldı. Karışım oda sıcaklığına soğutuldu. Ürün silica jel üzerinde saflaştırıldı. Ürünlerin analizi GC ve GC-MS ile yapıldı.

2.6. Antimikrobiyal Aktivite Çalışmaları

Sentezlenen gümüş kompleksleri 2 mL DMSO'da çözüldü. Sulandırılma distile su ile yapıldı. Bu bileşiklerin derişimleri 800, 400, 200, 100, 50, 25, 12.5 ve 6.25µg/mL'e kadar seyreltildi. Bakteri ve mantarların (10⁶ CFUs/mL) standart inoculumları (ekim yapılan miktar) steril plastik halka uçlu öze ile (0.01 mL) agar plaklarına ekim yapıldı. Ekim yapılan tüm plaklar 35 °C'de etüvde bakteriler için 16-20 saat, mantarlar için 48 saat bekletildikten sonra değerlendirildi. Bakteri ve mantarların çoğalmasını önleyen en düşük derişimleri minimal inhibitör konsantrasyonu (MİK) olarak belirlendi.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Birinci bölümde karbenler, *N*-heterosiklik karbenler, metal komplekslerinin sentezinde kullanılan yöntemler ve metal komplekslerinin ve karben öncüllerinin uygulama alanları belirtildi. Bu çalışmada tez konusuna uygun olarak ftalimit grubu içeren karben öncülleri (Şema 3.1) ve bu karben öncüllerinin gümüş ve rutenyum kompleksleri (Şema 3.2) sentezlenmiştir.



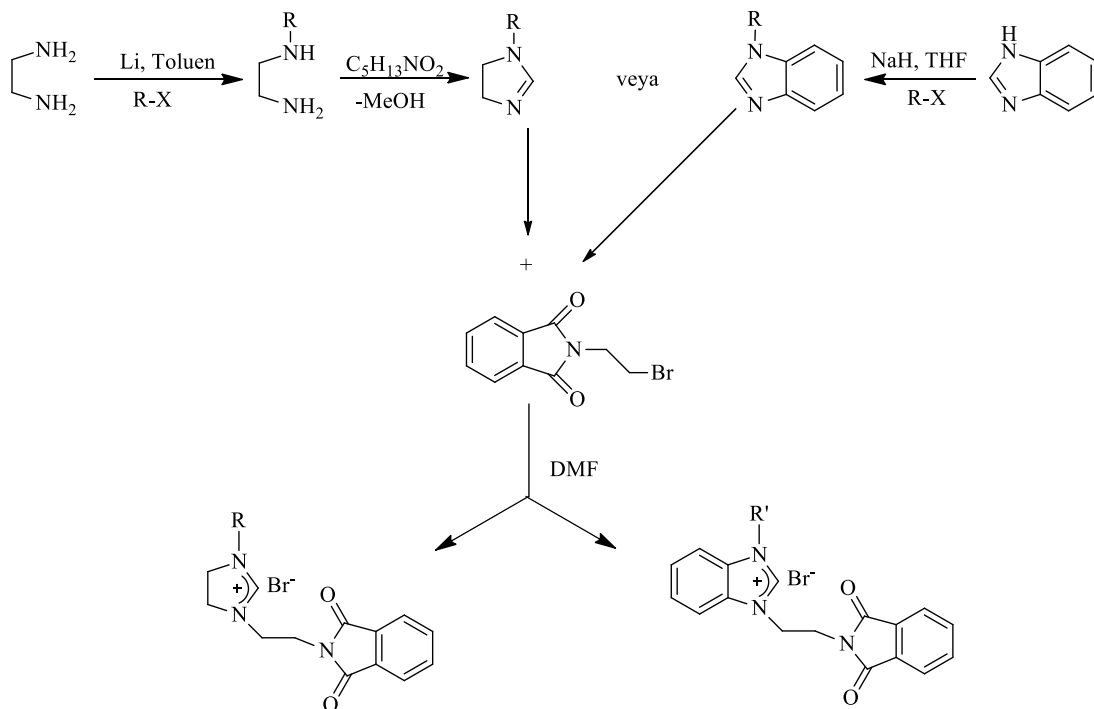
Şema 3.1. Sentezlenen karben öncüllerinin genel gösterimi

Bulunan sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- i) Ftalimit grubu içeren karben öncüllerinin sentezi
- ii) Karben öncüllerinden Ag-NHC ve Ru-NHC komplekslerinin sentezi
- iii) Sentezlenen Ru-NHC komplekslerinin N-alkilasyon tepkimesindeki katalitik aktivitelerinin incelenmesi
- iv) Sentezlenen Ag-NHC komplekslerinin antimikrobiyal aktivitelerinin incelenmesi
- v)

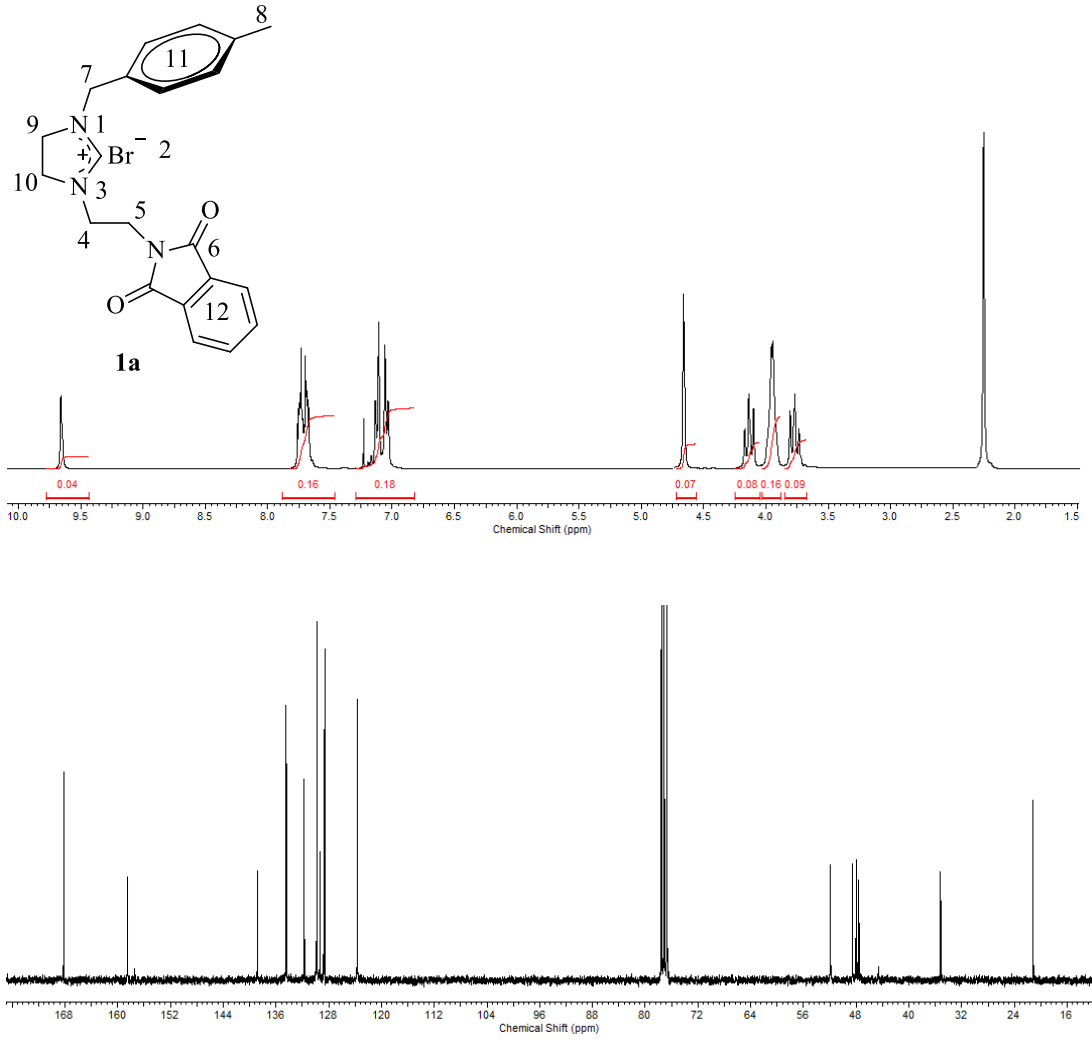
3.1. Fitalimit Grubu İçeren Karben Öncüllerinin Sentezi

Fitalimit grubu içeren imidazol ve benzimidazol çekirdeklerinden yararlanarak (**1a-ö**) tuzları sentezlendi (Şema 3.3). Sentezlenen bu tuzlar Ag ve Ru komplekslerinin sentezi için kullanıldı.



Şema 3.2. Sentezlenen karben öncülleri

Sentezlenen NHC tuzlarına ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumaları Şekil 3.1.-3.17.'de verilmiştir. Bu spektrumlardan elde edilen bilgilere göre bileşiklerin NMR verileri Çizelge 3.1.-3.17.' de sunulmuştur.



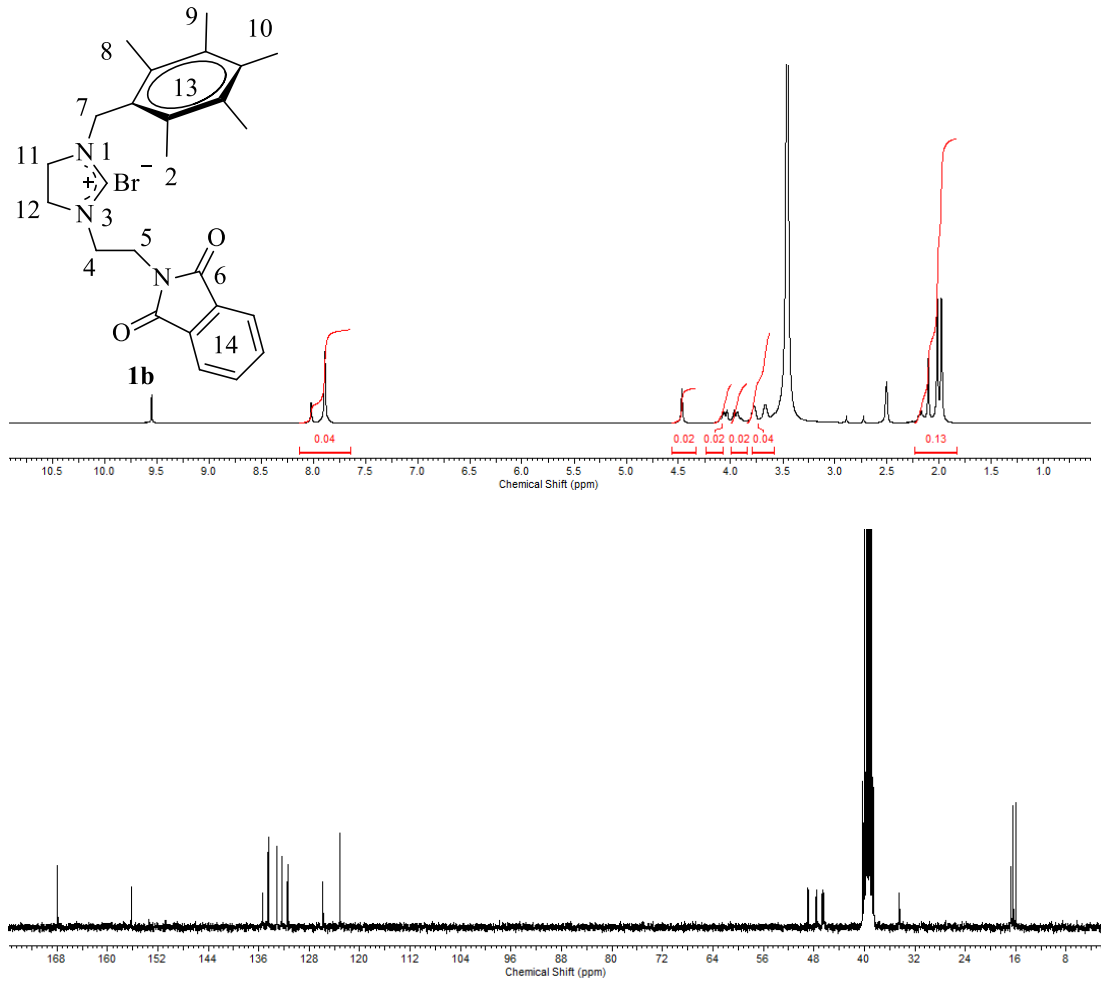
Şekil 3.1. **1a** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.1. **1a** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	9.66 (s, H)	158.5	-
4	3.77 (t, 2H)	47.6	12.0
5	4.14 (t, 2H)	35.2	12.0
6	-	168.2	-
7	4.66 (s, 2H)	51.9	-
8	2.25 (s, 3H)	21.2	-
9	3.95 (s, 2H)	48.0	-
10	3.95 (s, 2H)	48.5	-
11	7.03-7.23 (m, 4H)	123.3, 128.6, 129.3, 129.8	-
12	7.03-7.23 (m, 4H)	131.7, 134.5, 138.8	-

1a Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.1) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(CH}_3\text{)-4}$ hidrojenleri $\delta = 2.25$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.77$ ppm'de triplet ($J = 12.0$ Hz) olarak sinyal vermektedir. imidazol $\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}$ hidrojenleri $\delta = 3.95$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.14$ ppm'de triplet ($J = 12.0$ Hz), $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(CH}_3\text{)-4}$ hidrojenleri $\delta = 4.66$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(CH}_3\text{)-4}$ hidrojenleri $\delta = 7.03\text{-}7.23$ ppm'de multiplet, C2H asidik hidrojeni $\delta = 9.66$ ppm'de singlet sinyal vermektedir.

1a Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.1) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(CH}_3\text{)-4}$ karbonu $\delta = 21.2$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 35.2$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.6$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(CH}_3\text{)-4}$ karbonu $\delta = 51.9$ ppm'de gözlenmektedir. İmidazol $\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}$ karbonları $\delta = 48$ ve 48.5 ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(CH}_3\text{)-4}$ karbonları $\delta = 123.3, 128.6, 129.3$ ve 129.8 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 131.7, 134.5$ ve 138.8 ppm'de gözlemlenmektedir. C2H karbonu $\delta = 158.5$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 168.2$ ppm'de sinyal vermektedir. Sentezlenen bileşiklerin C2 karbon ve hidrojen değerleri literatürde sentezlenen bileşikler ile benzer yerlerde gelmektedir [80, 82].



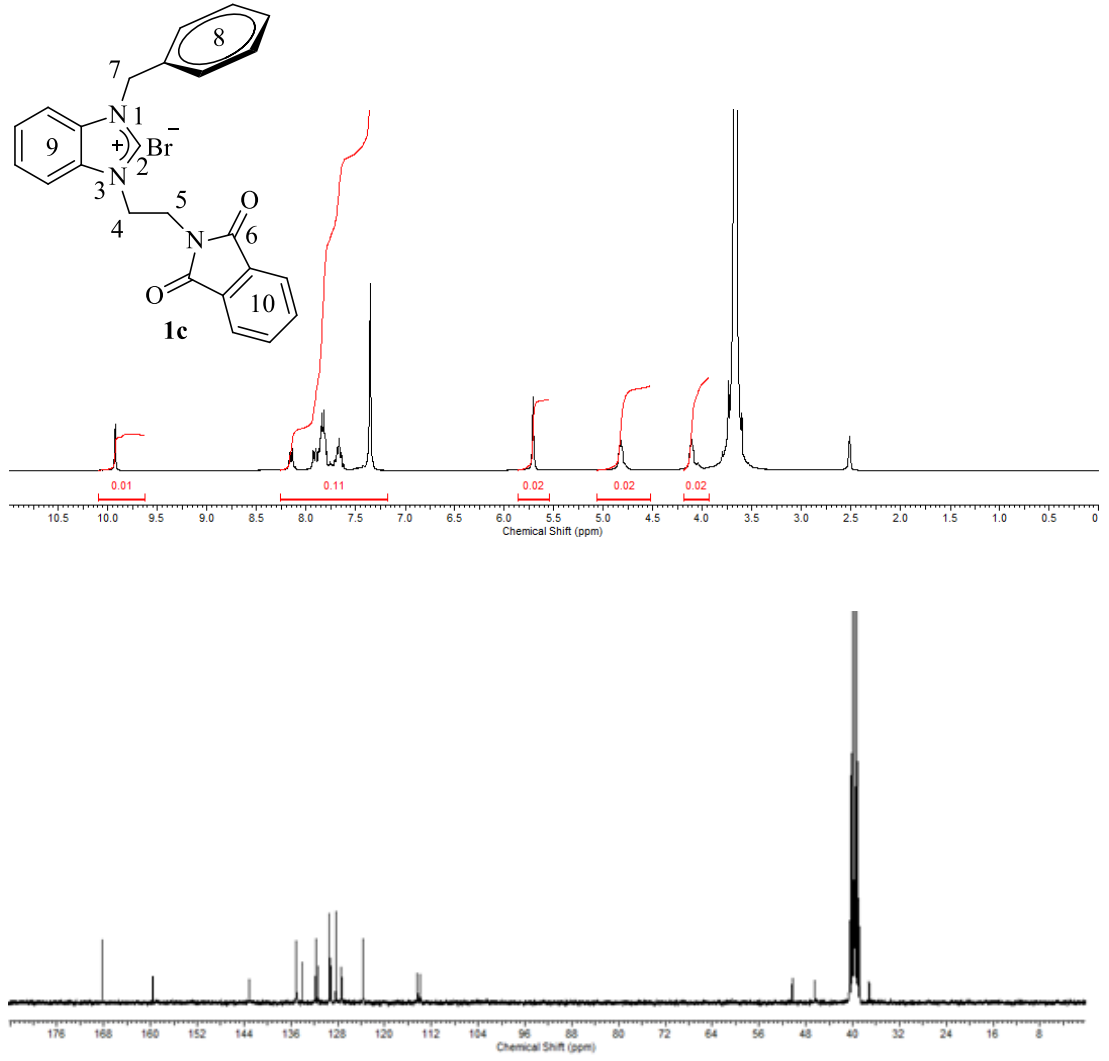
Şekil 3.2. **1b** bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.2. **1b** bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	9.70 (s, H)	156.2	-
4	3.90-3.97 (m, 2H)	47.6	-
5	4.03-4.10 (m, 2H)	34.4	-
6	-	167.9	-
7	4.47 (s, 2H)	48.9	-
8	2.02 (s, 6H)	16.0	-
9	1.97 (s, 6H)	16.4	-
10	2.10 (s, 3H)	16.7	-
11	3.67, 3.78 (s, 2H)	46.4	-
12	3.67, 3.78 (s, 2H)	46.7	-
13	-	123.2, 125.9, 131.4	-
14	7.89, 8.02 (s, 4H)	132.3, 133.1, 134.5, 135.4	-

1b Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.2) $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)$ -4 hidrojenleri $\delta = 2.10$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)$ -2,3,5 hidrojenleri $\delta = 1.97$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)$ -2,6 hidrojenleri $\delta = 2.02$ ppm'de singlet gözlenmektedir. imidazol $\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}$ hidrojenleri $\delta = 3.67$ ve 3.78 ppm'lerde singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.90$ - 3.97 ppm'de multipler, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.03$ - 4.10 ppm'de multipler, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)$ -2,3,4,5,6 hidrojenleri $\delta = 4.47$ ppm'de singlet, benzilik $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 7.89$ ve 8.02 ppm'lerde singlet, C2H asidik hidrojeni $\delta = 9.70$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir.

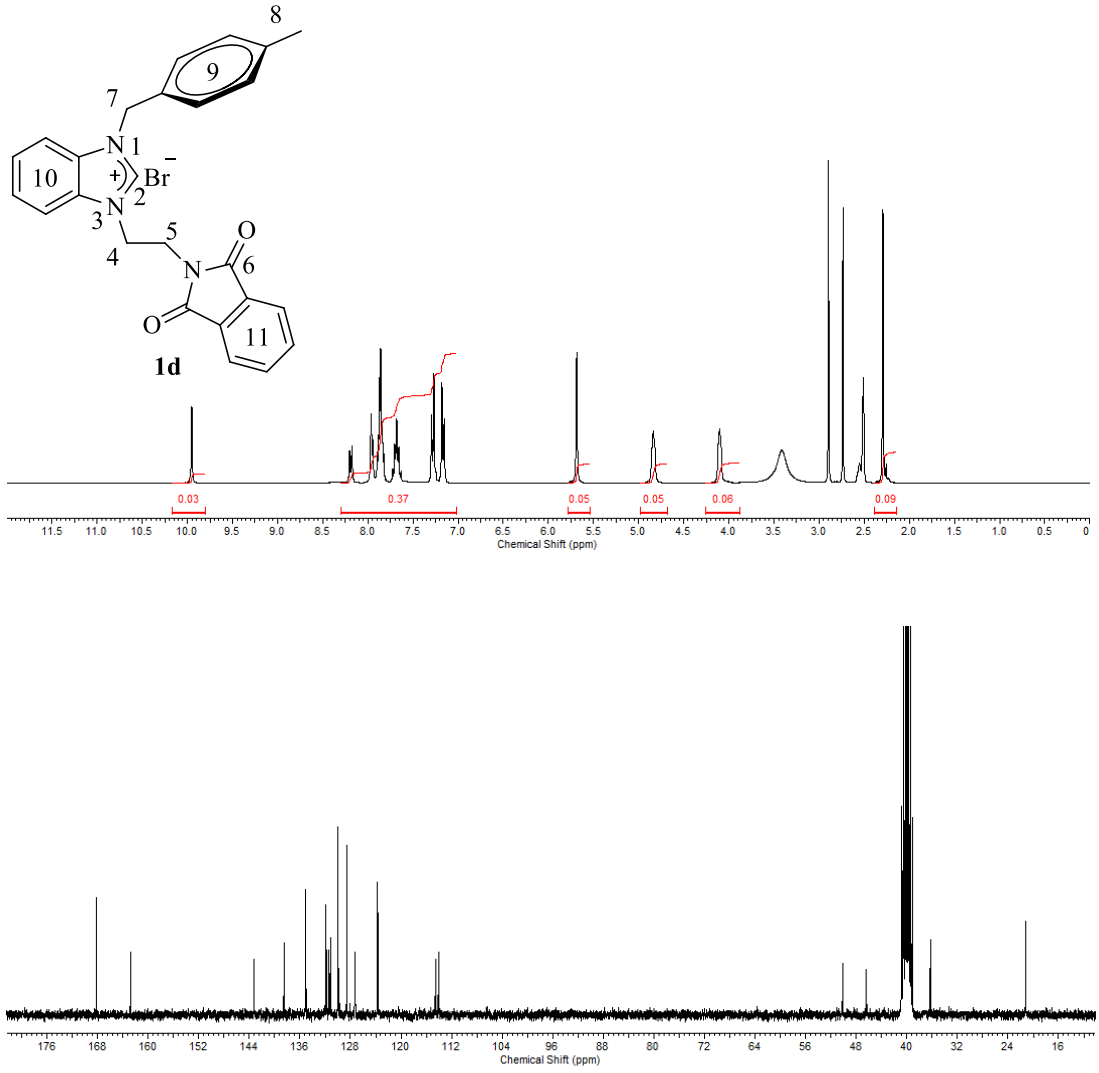
1b Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.2) $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)$ -4 karbonu $\delta = 16.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)$ -2,3,5 karbonları $\delta = 16.0$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)$ -2,6 karbonları $\delta = 16.4$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 34.4$ ppm'de gözlenmektedir. İmidazole $\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}$ karbonları $\delta = 46.4$ ve 46.7 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.6$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)$ -2,3,4,5,6 karbonu $\delta = 48.9$ ppm'de gözlenmektedir. Benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)$ -2,3,4,5,6 karbonları $\delta = 123.2$, 125.9 ve 131.4 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 132.3$, 133.1 , 134.5 ve 135.4 ppm'de, C2H karbonu $\delta = 156.2$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 167.9$ ppm'de sinyal vermektedir. Sentezlenen bileşiklerin C2 karbon ve hidrojen değerleri literatürde sentezlenen bileşikler ile benzer yerlerde gelmektedir [80, 82].



Şekil 3.3. 1c Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.3. 1c Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	11.58 (s, H)	162.0	-
4	4.41 (t, 2H)	46.5	5.7
5	5.11 (t, 2H)	37.2	5.7
6	-	168.3	-
7	5.85 (s, 2H)	50.3	-
8	7.16-7.77 (m, 5H)	127.3, 127.4, 128.3, 129.2, 129.4, 131.4	-
9	7.16-7.77 (m, 4H)	114.0, 114.4, 123.7, 143.2,	-
10	7.16-7.77 (m, 4H)	131.7, 131.8, 131.9, 134.0, 135.1	-



Şekil 3.4. 1d Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.4. 1d Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

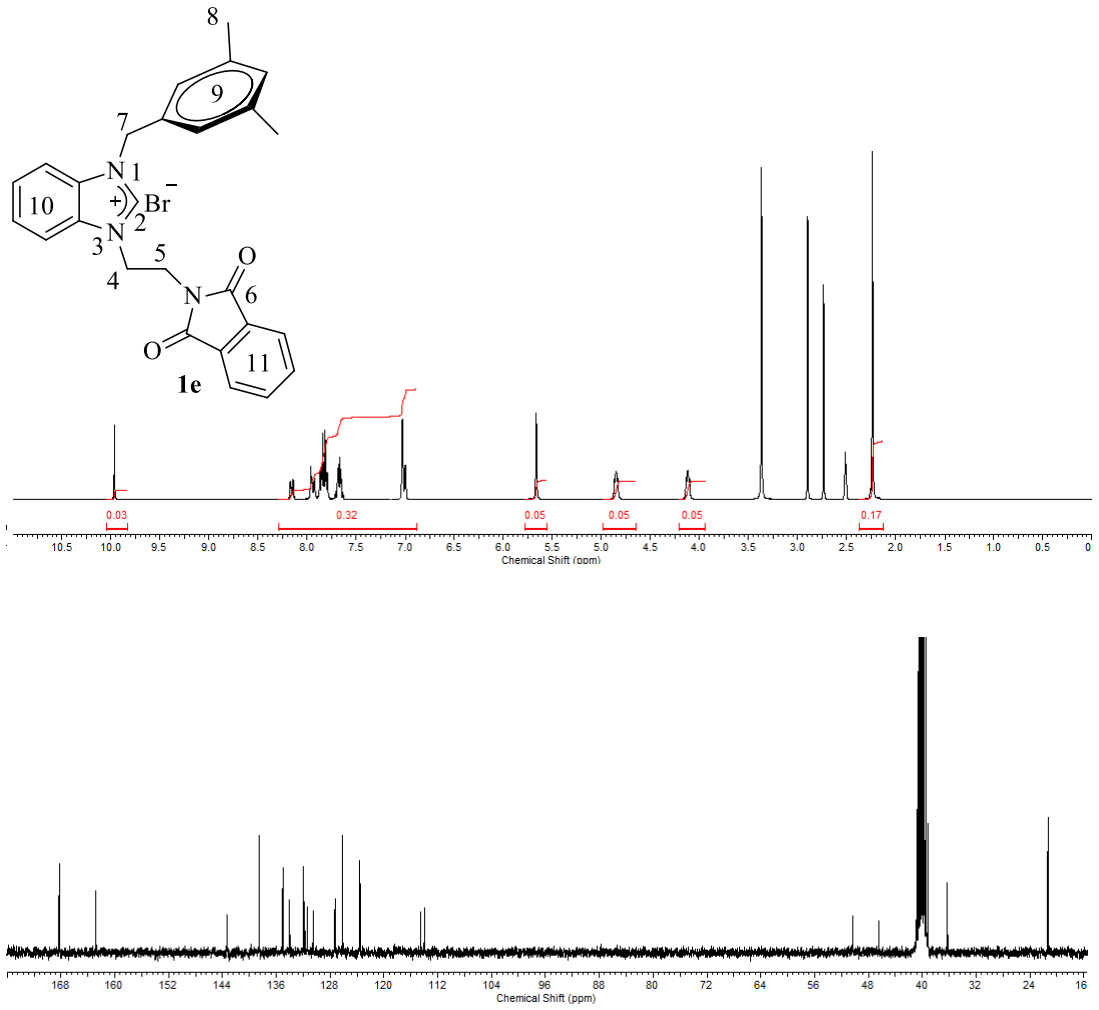
Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	9.95 (s, H)	162.8	-
4	4.1 (t, 2H)	46.4	4.8
5	4.84 (t, 2H)	37.3	4.8
6	-	168.2	-
7	5.69 (s, 2H)	50.2	-
8	2.29 (s, 3H)	21.2	-
9	7.15-8.02 (m, 4H)	127.2, 128.1, 128.6, 129.7, 129.9	-
10	7.15-8.02 (m, 4H)	114.1, 114.5, 123.7, 143.2	-
11	7.15-8.02 (m, 4H)	131.1, 131.4, 131.7, 131.9, 135.1, 138.5	-

1c Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.3) ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.41$ ppm'de triplet ($J = 5.7$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 5.11$ ppm'de triplet ($J = 5.7$ Hz), $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$, hidrojenleri $\delta = 5.85$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir. $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$, C_6H_4 ve $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$, hidrojenleri $\delta = 7.16$ - 7.77 ppm'de multiplet, C2H asidik hidrojeni $\delta = 11.58$ ppm'de singlet olarak gelmektedir.

1c Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.3) ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ karbonu $\delta = 50.3$ ppm'de gözlenmektedir. Benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 114$, 114.4 , 123.7 , 127.3 ve 143.2 ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ karbonları $\delta = 127.4$, 128.3 , 129.2 ve 129.4 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 131.4$, 131.7 , 131.8 , 131.9 , 134 ve 135.1 ppm'de, C2H karbonu $\delta = 162.0$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 168.3$ ppm'de sinyal vermektedir.

1d Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.4) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$ -(CH₃)-4 hidrojenleri $\delta = 2.29$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.1$ ppm'de triplet ($J = 4.8$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.48$ ppm'de triplet ($J = 4.8$ Hz), $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$ -(CH₃)-4 hidrojenleri $\delta = 5.69$ ppm'de single olarak gözlenmektedir. $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$ -(CH₃)-4, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.15$ - 8.02 ppm'de multiplet, C2H asidik hidrojeni $\delta = 9.95$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir.

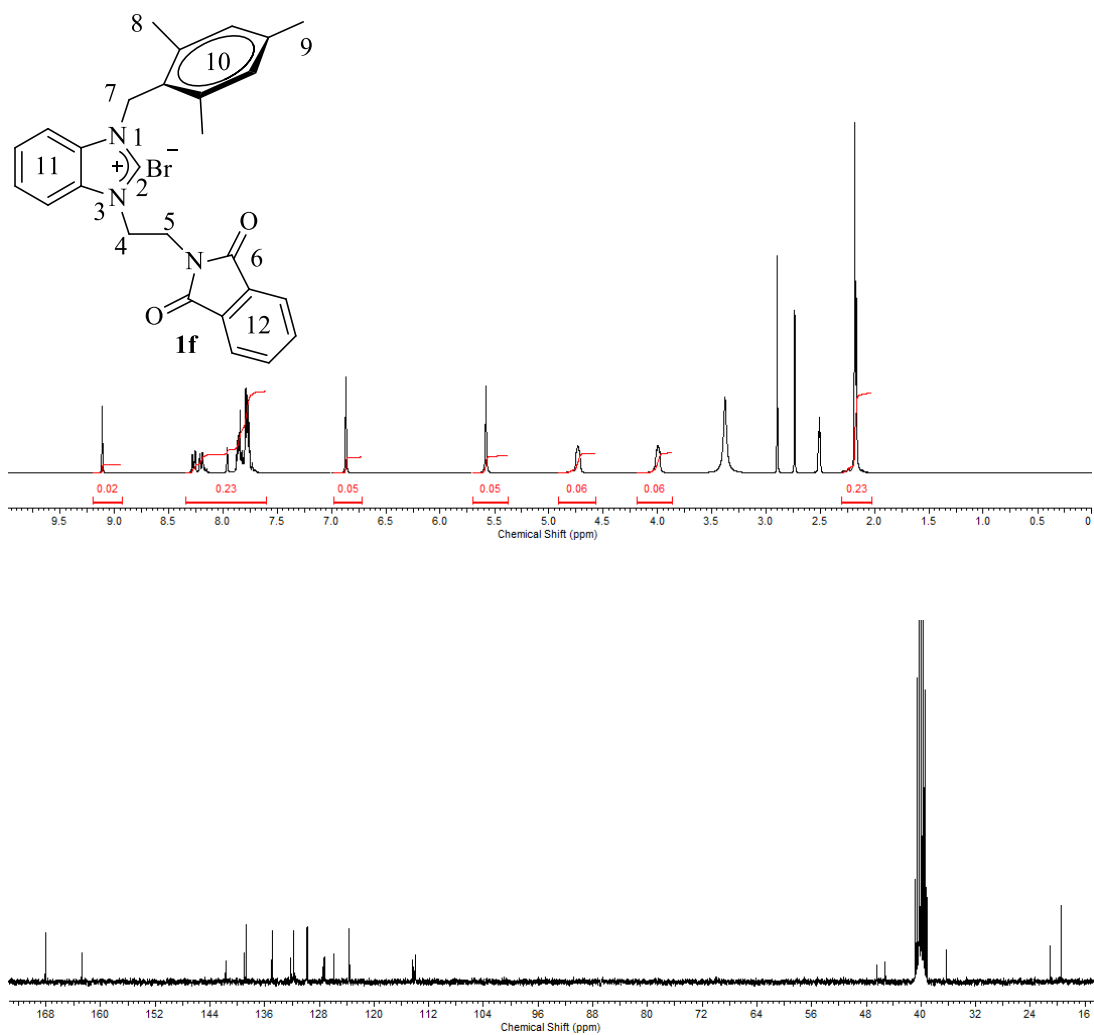
1d Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.4) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$ -(CH₃)-4 karbonu $\delta = 21.2$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.3$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.4$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$ -(CH₃)-4 karbonu $\delta = 50.2$ ppm'de gözlenmektedir. Benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 114.1$, 114.5 , 123.7 , 127.2 , 128.1 ve 143.2 ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$ -(CH₃)-4 karbonları $\delta = 128.6$, 129.7 , 129.9 ve 131.1 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 131.4$, 131.7 , 131.9 , 135.1 , 138.5 ve 143.2 ppm'de, C2H karbonu $\delta = 162.8$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 168.2$ ppm'de sinyal vermektedir. Sentezlenen bileşiklerin C2 karbon ve hidrojen değerleri literatürde sentezlenen bileşikler ile benzer yerlerde gelmektedir [80].



Şekil 3.5. 1e Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.5. 1e Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	9.97 (s, H)	162.8	-
4	4.17 (t, 2H)	46.4	5.1
5	4.85 (t, 2H)	36.3	5.1
6	-	168.3	-
7	5.66 (s, 2H)	50.3	-
8	2.24 (s, 6H)	21.3	-
9	7.00, 7.03 (s, H, 2H)	126.1, 127.3, 130.5, 131.4	-
10	7.63-8.17 (m, 4H)	114.0, 114.5, 123.6, 143.3	-
11	7.63-8.17 (m, 4H)	131.8, 132.0, 134.0, 135.0, 138.6	-



Şekil 3.6. **1f** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.6. **1f** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

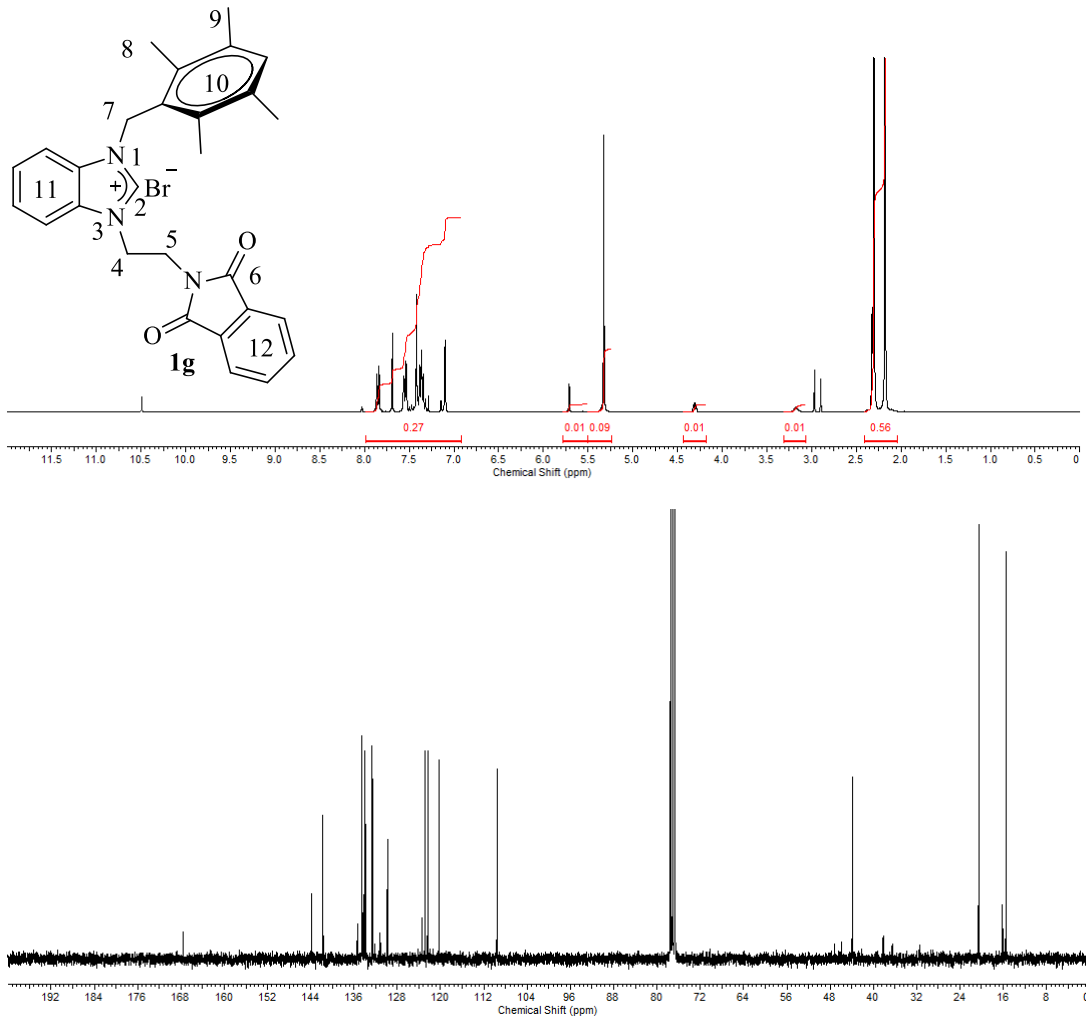
Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	9.11 (s, H)	162.8	-
4	4.00 (t, 2H)	45.2	2.4
5	4.72 (t, 2H)	36.3	2.4
6	-	168.2	-
7	5.58 (s, 2H)	46.5	-
8	2.18 (s, 6H)	19.5	-
9	2.16 (s, 3H)	20.1	-
10	6.87 (s, 2H)	127.3, 127.4, 129.0, 131.7, 131.8, 132.0	-
11	7.73-8.29 (m, 4H)	114.0, 114.3, 123.6, 125.9,	-
12	7.73-8.29 (m, 4H)	132.2, 134.9, 135.0, 138.7, 139.0, 141.7	-

1e Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.5) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_3-(\text{CH}_3)_2$ -3,5 hidrojenleri $\delta = 2.24$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.17$ ppm'de triplet ($J = 5.1$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.85$ ppm'de triplet ($J = 5.1$ Hz) gözlenmektedir. $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}_3)_2$ -3,5 hidrojenleri $\delta = 5.66$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_3-(\text{CH}_3)_2$ -3,5 hidrojenleri $\delta = 7.00$ ve 7.03 ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_3-(\text{CH}_3)_2$ -3,5, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.63$ - 8.17 ppm'de multiplet, C_2H asidik hidrojeni $\delta = 9.97$ ppm'de singlet gelmektedir.

1e Bileşiği ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.5) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_3-(\text{CH}_3)_2$ -3,5 karbonları $\delta = 21.0$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 36.3$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.4$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_3-(\text{CH}_3)_2$ -3,5 karbonu $\delta = 50.3$ ppm'de gözlenmektedir. Benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 114.0, 114.5, 123.6$ ve 143.3 ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_3-(\text{CH}_3)_2$ -3,5 karbonları $\delta = 126.1, 127.3, 130.5, 131.4$ ve 131.8 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 132.0, 134.0, 135.0, 138.6$ ve 143.3 ppm'de, C_2H karbonu $\delta = 162.8$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 168.3$ ppm'de sinyal vermektedir.

1f Bileşiği ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.6) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_4$ hidrojenleri $\delta = 2.16$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_2$ -2,6 hidrojenleri $\delta = 2.18$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.00$ ppm'de triplet ($J = 2.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.72$ ppm'de triplet ($J = 2.4$ Hz) olarak gözlenmektedir. $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_3$ -2,4,6 hidrojenleri $\delta = 5.58$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_3$ -2,4,6 hidrojenleri $\delta = 7.87$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_3$ -2,4,6, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.73$ - 8.29 ppm'de multiplet, C_2H asidik hidrojeni $\delta = 9.11$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir.

1f Bileşiği ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.6) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_4$ karbonu $\delta = 21$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_2$ -2,6 karbonları $\delta = 19.5$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 36.3$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 45.2$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_3$ -2,4,6 karbonu $\delta = 46.5$ ppm'de gözlemlenmektedir. Benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 114.0, 114.3, 123.6, 125.9$ ve 141.7 ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_3$ -2,4,6 karbonları $\delta = 127.3, 127.4, 129.0, 131.7$ ve 131.8 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 132.0, 132.2, 134.9, 135.0, 138.7$ ve 139.0 ppm'de, C_2H karbonu $\delta = 162.8$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 168.2$ ppm'de sinyal vermektedir.



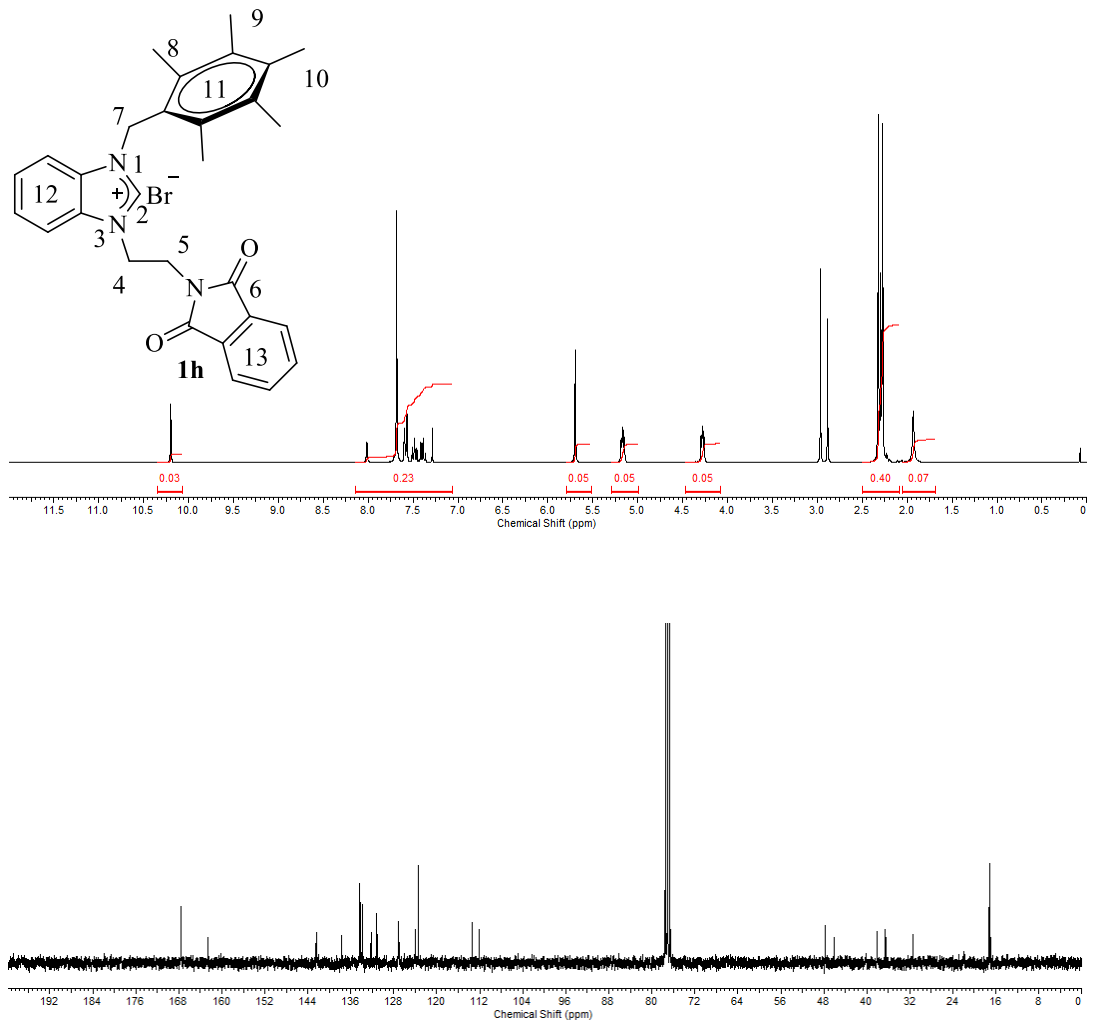
Şekil 3.7. **1g** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.7. **1g** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	10.49 (s, H)	143.9	-
4	4.62 (s, 2H)	36.5	-
5	5.37(s, 2H)	38.2	-
6	-	167.6	-
7	5.33 (s, 2H)	43.9	-
8	2.31 (s, 6H)	15.5	-
9	2.18 (s, 6H)	20.5	-
10	7.10 (s, H)	127.1, 129.8, 131.1, 131.3, 131.2	-
11	7.28-7.86(m, 4H)	120.2, 124.4, 122.9, 123.4, 141.8	-
12	7.28-7.86(m, 4H)	132.6, 133.9, 134.1, 134.4, 134.7, 135.4	-

1g Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.7) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{2-3,5}$ hidrojenleri $\delta = 2.18$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{2-2,6}$ hidrojenleri $\delta = 2.31$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 2.90$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 2.97$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{4-2,3,5,6}$ hidrojenleri $\delta = 5.33$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{4-2,3,5,6}$ hidrojeni $\delta = 7.10$ ppm'de singlet olarak sinyal vermektedir. $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.28-7.86$ ppm'de multiplet, C_2H asidik hidrojeni $\delta = 10.49$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir.

1g Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.7) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{2-2,6}$ karbonları $\delta = 15.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{2-3,5}$ karbonları $\delta = 20.5$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 36.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 38.2$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{4-2,3,5,6}$ karbonu $\delta = 43.9$ ppm'de gözlemlenmektedir. Benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 120.2, 124.4, 122.9, 123.4$ ve 141.8 ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{4-2,3,5,6}$ karbonları $\delta = 127.7, 129.8, 131.1, 131.3$ ve 131.2 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ait karbonları $\delta = 132.6, 133.9, 134.1, 134.4, 134.7$ ve 135.4 ppm'de gözlemlenmektedir. C_2H karbonu $\delta = 143.9$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 167.6$ ppm'de sinyal vermektedir. Sentezlenen bileşiklerin C_2 karbon ve hidrojen değerleri literatürde sentezlenen bileşikler ile benzer yerlerde gelmektedir [80].



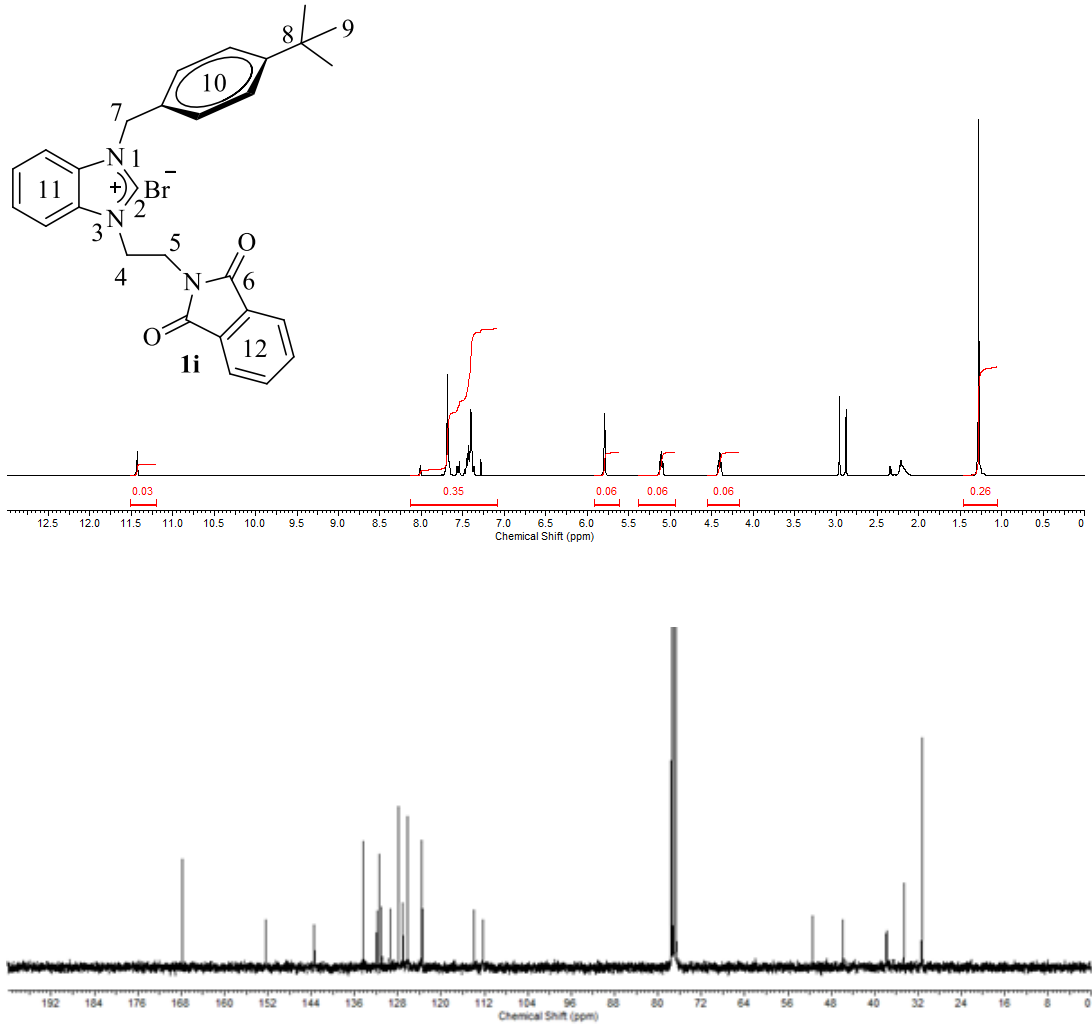
Şekil 3.8. **1h** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.8. **1h** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	9.95(s, H)	162.6	-
4	4.10 (t, 2H)	46.4	4.8
5	4.84 (t, 2H)	37.3	4.8
6	-	168.2	-
7	5.69 (s, 2H)	50.2	-
8	2.90 (s, 6H)	34.7	-
9	2.74 (s, 6H)	31.2	-
10	2.29 (s, 3H)	21.2	-
11	-	128.5, 128.6, 129.7, 130.0, 131.1	-
12	7.63-8.20 (m, 4H)	114.1 114.5, 123.7, 127.2, 127.3,142.5	-
13	7.63-8.20 (m, 4H)	131.4, 131.8, 131.9, 135, 138.5	-

1h Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.8) $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_4$ hidrojenleri $\delta = 2.29$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{2-3,5}$ hidrojenleri $\delta = 2.74$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{2-2,6}$ hidrojenleri $\delta = 2.90$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.10$ ppm'de triplet ($J = 4.8$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.84$ ppm'de triplet ($J = 4.8$ Hz), $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{4-2,3,4,5,6}$ hidrojenler $\delta = 5.69$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir. $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.63$ - 8.20 ppm'de multiplet, C_2H asidik hidrojeni $\delta = 9.95$ ppm'de singlet olarak sinyal vermektedir.

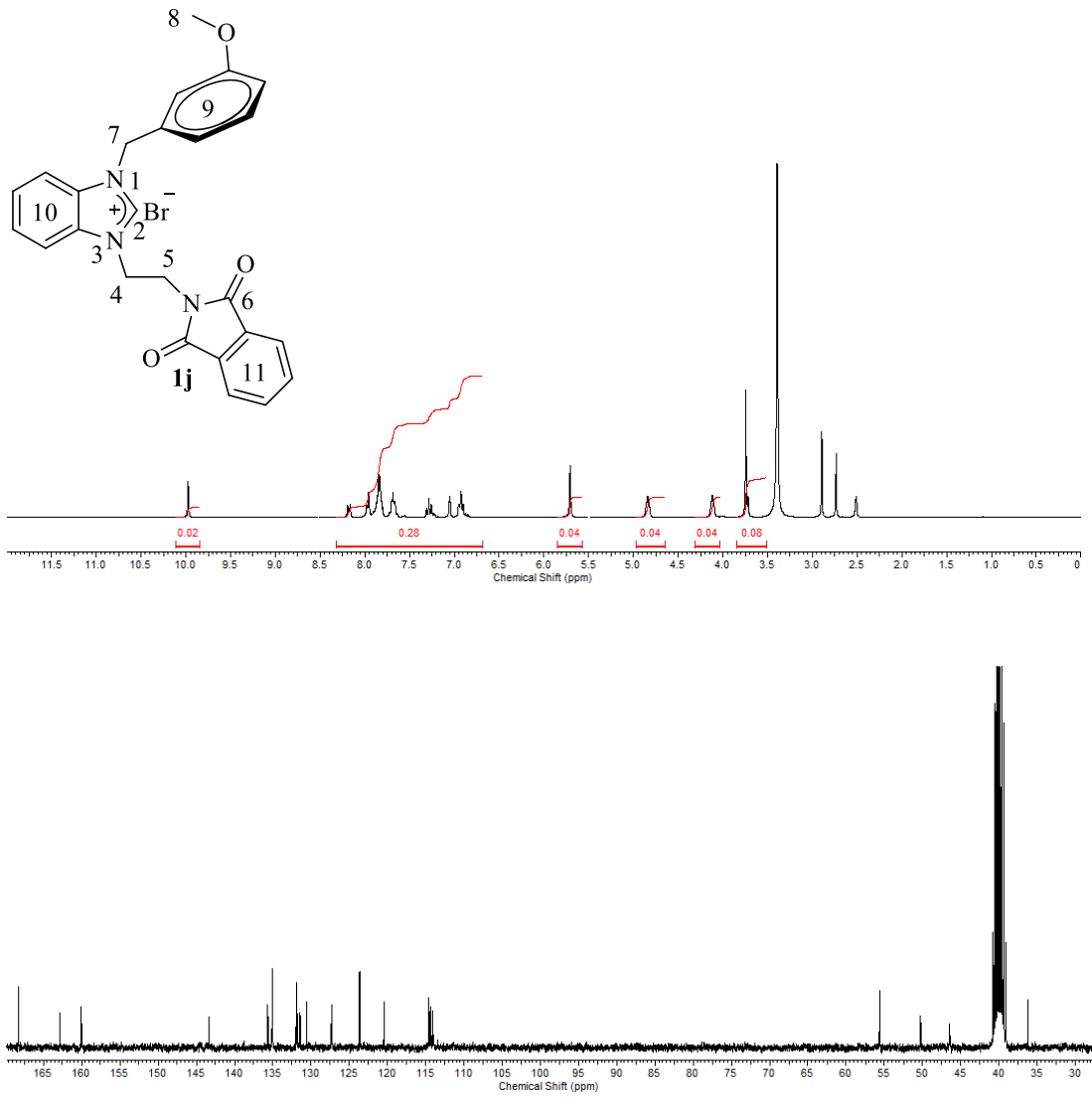
1h Bileşiği ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.8) $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_4$ karbonu $\delta = 21.2$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{2-3,5}$ karbonları $\delta = 31.2$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{2-2,6}$ karbonları $\delta = 34.7$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.3$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.4$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{5-2,3,4,5,6}$ karbonu $\delta = 50.2$ ppm'de gözlemlenmektedir. Benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 114.1$ 114.5 , 123.7 ve 143.2 ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{5-2,3,4,5,6}$ karbonları $\delta = 127.2$, 127.3 , 128.5 , 128.6 , 129.7 ve 130.0 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 131.1$, 131.4 , 131.8 , 131.9 , 135 ve 138.5 ppm'de, C_2H karbonu $\delta = 162.6$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 168.2$ ppm'de sinyal vermektedir. Sentezlenen bileşiklerin C_2 karbon ve hidrojen değerleri literatürde sentezlenen bileşikler ile benzer yerlerde gelmektedir [80].



Şekil 3.9. **1i** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.9. **1i** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	11.43 (s, H)	152.3	-
4	4.40 (t, 2H)	45.8	5.7
5	5.11 (t, 2H)	37.8	5.7
6	-	167.8	-
7	5.79 (s, 2H)	51.5	-
8	-	34.7	-
9	1.28 (s, 9H)	31.2	-
10	7.28-8.01 (m, 4H)	126.3, 127.1, 127.2, 127.9	-
11	7.28-8.01 (m, 4H)	112.3, 114.0, 123.6, 143.4	-
12	7.28-8.01 (m, 4H)	129.4, 131.0, 131.4, 134.4	-



Şekil 3.10. 1j Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.10. 1j Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

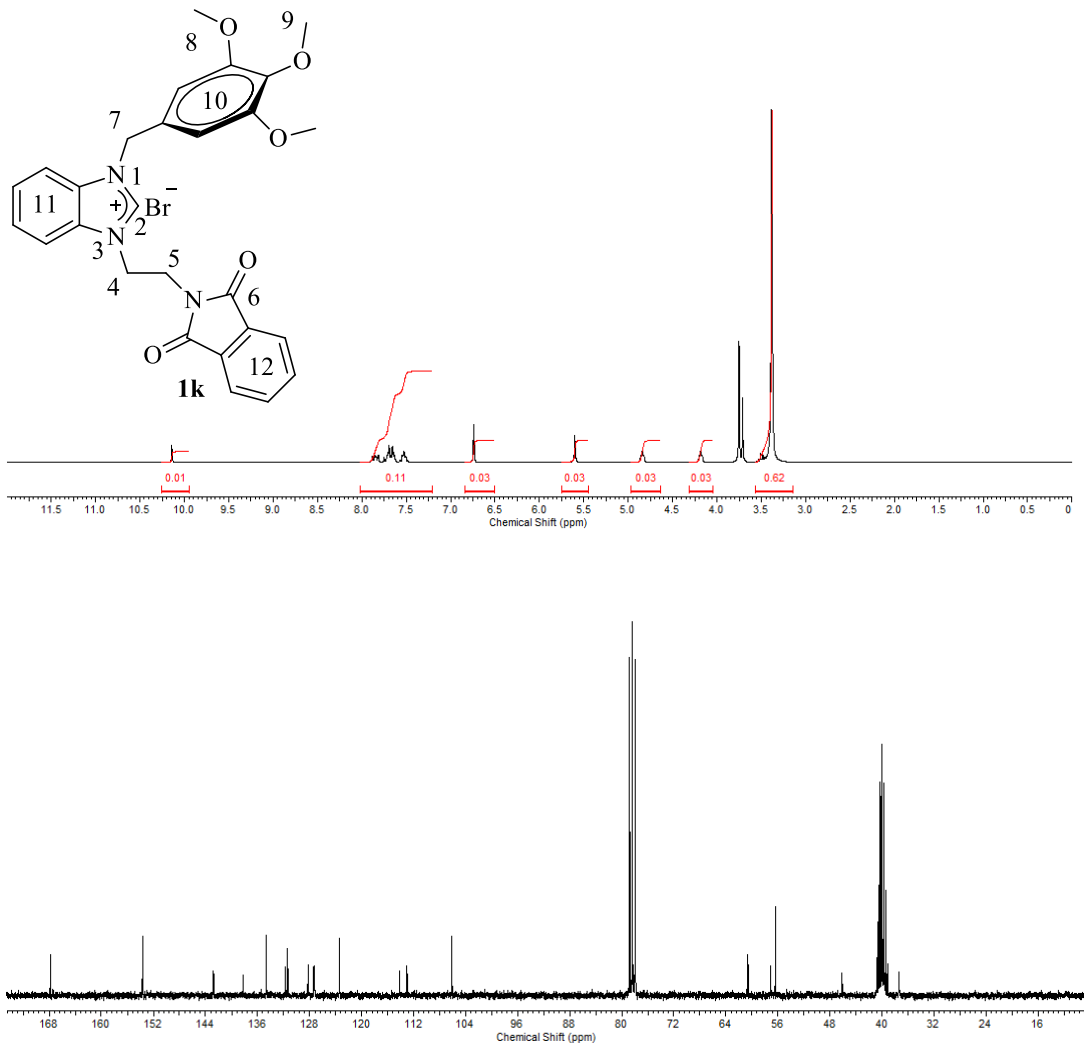
Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	9.97(s, H)	162.8	-
4	4.12 (t, 2H)	46.5	5.4
5	4.84 (t, 2H)	37.3	5.4
6	-	168.2	-
7	5.71 (s, 2H)	50.3	-
8	3.94 (s, 3H)	55.6	-
9	6.90-8.19 (m, 4H)	120.4, 123.7, 127.2, 130.6, 131.4, 160.0	-
10	6.90-8.19 (m, 4H)	111.4, 114.0, 114.3, 114.5, 143.4	-
11	6.90-8.19 (m, 4H)	131.8, 131.9, 135.0, 135.2, 135.6	-

1i Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.9) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}(\text{CH}_3)_3\text{-4}$ hidrojenleri $\delta = 1.28$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.40$ ppm'de triplet ($J = 5.7$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 5.11$ ppm'de triplet ($J = 5.7$ Hz), $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}(\text{CH}_3)_3\text{-4}$ hidrojenleri $\delta = 5.79$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}(\text{CH}_3)_3\text{-4}$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.28\text{-}8.01$ ppm'de multipler, C_2H asidik hidrojeni $\delta = 11.43$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir.

1i Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.9) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}(\text{CH}_3)_3\text{-4}$ karbonları $\delta = 31.2$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}(\text{CH}_3)_3\text{-4}$ karbonu $\delta = 34.7$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.8$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 45.8$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}(\text{CH}_3)_3\text{-4}$ karbonu $\delta = 51.5$ ppm'de gözlenmektedir. Benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 112.3, 114, 123.6$ ve 143.4 ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}(\text{CH}_3)_3\text{-4}$ karbonları $\delta = 126.3, 127.1, 127.2$ ve 127.9 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 129.4, 131, 131.4$ ve 134.4 ppm'de gözlenmektedir. C_2H karbonu $\delta = 152.3$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 167.8$ ppm'de sinyal vermektedir.

1j Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.10) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(OCH}_3)_3\text{-3}$ hidrojenleri $\delta = 3.94$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.12$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.84$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(OCH}_3)_3\text{-3}$ hidrojenler $\delta = 5.71$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(OCH}_3)_3\text{-3}$, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.28\text{-}8.01$ ppm'de multipler, C_2H asidik hidrojeni $\delta = 9.97$ ppm'de singlet gözlenmektedir.

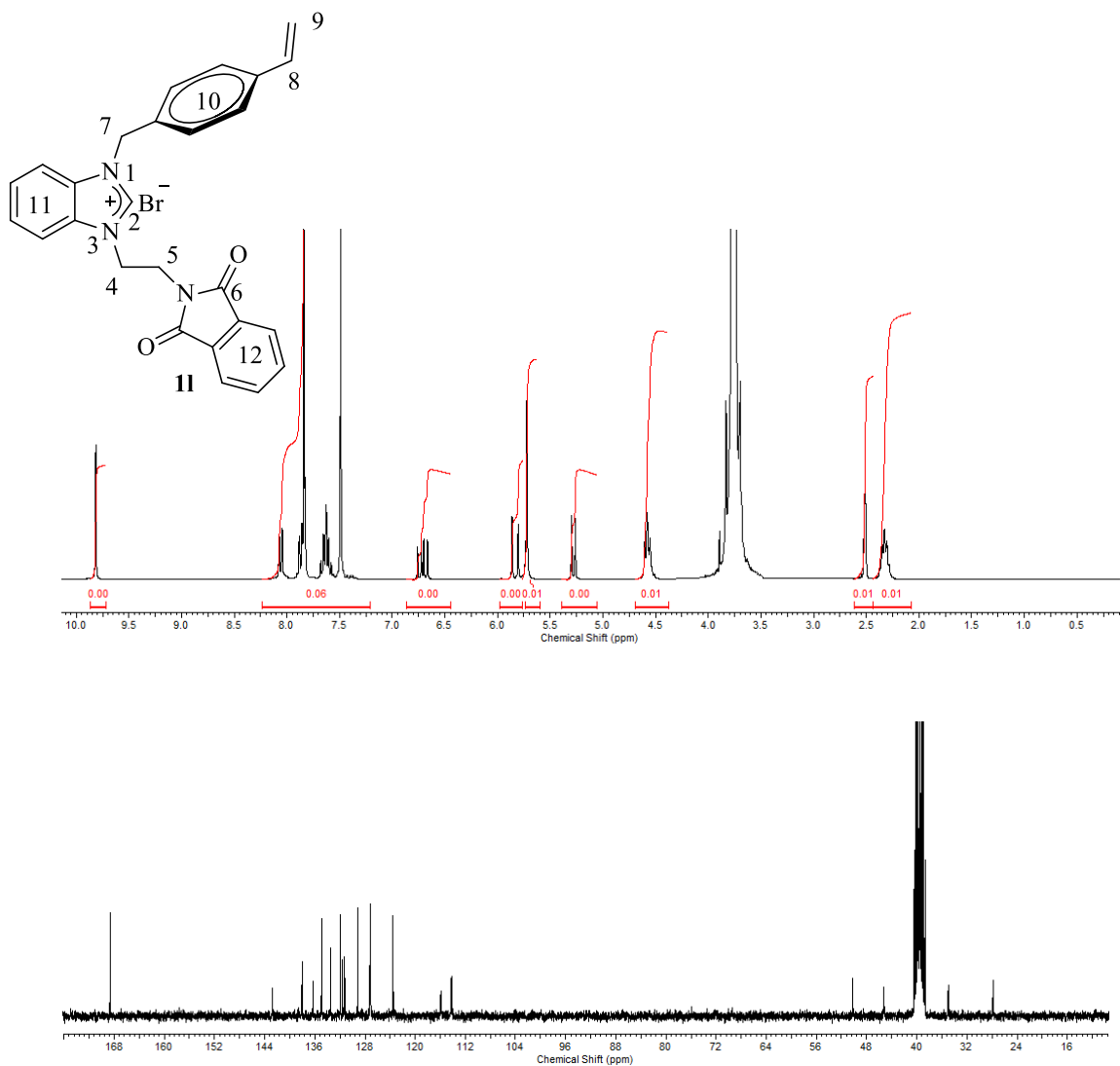
1j Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.10) ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.3$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(OCH}_3)_3\text{-3}$ karbonu $\delta = 50.3$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(OCH}_3)_3\text{-3}$ karbonu $\delta = 55.6$ ppm'de gözlenmektedir. Benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 111.4, 114, 114.3, 114.5$ ve 143.4 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 120.4, 123.7, 127.2, 130.6$ ve 131.4 ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(OCH}_3)_3\text{-3}$ karbonları $\delta = 131.8, 131.9, 135, 135.2, 135.6$ ve 160 ppm'de gözlenmektedir. C_2H karbonu $\delta = 162.8$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 168.2$ ppm'de sinyal vermektedir. Sentezlenen bileşiklerin C_2 karbon ve hidrojen değerleri literatürde sentezlenen bileşikler ile benzer yerlerde gelmektedir [80].



Şekil 3.11. 1k Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.11. 1k Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	10.1 (s, H)	153.7	-
4	4.18 (t, 2H)	46.1	5.4
5	4.84 (t, 2H)	37.4	5.4
6	-	167.9	-
7	5.60 (s, 2H)	60.6	-
8	3.75 (s, 6H)	56.4	-
9	3.71 (s, 3H)	57.0	-
10	6.74 (s, 2H)	123.4, 127.3, 128.2, 131.3	-
11	7.50-7.88 (m, 4H)	106.1, 113, 114.2, 142.8	-
12	7.50-7.88 (m, 4H)	131.5, 131.7, 134.6, 138.3	-



Şekil 3.12. 11 Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.12. 11 Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

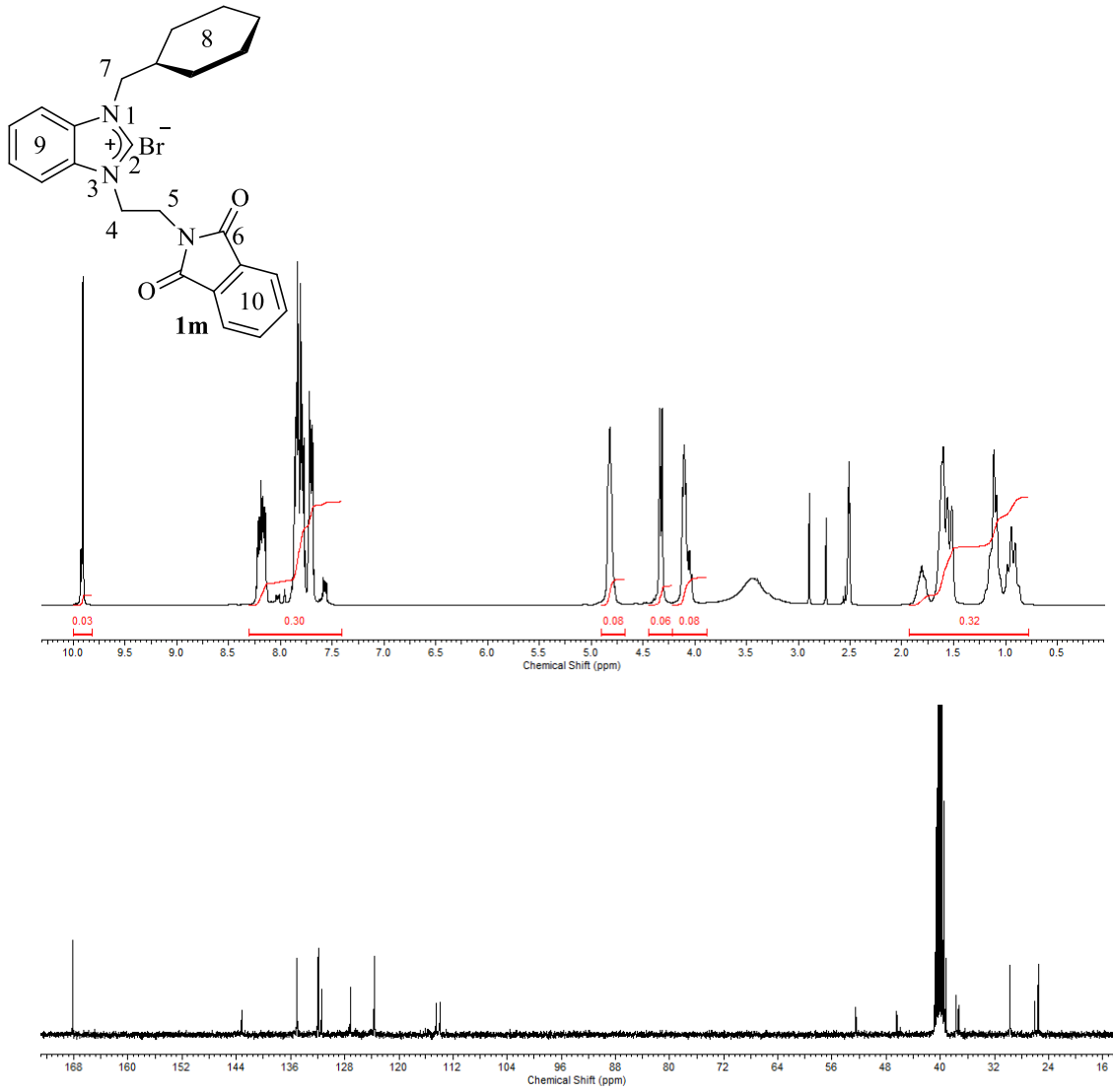
Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	9.82 (s, H)	136.3	-
4	2.33 (t, 2H)	45.3	6.8
5	4.58 (t, 2H)	35.0	7.2
6	-	168.7	-
7	5.72 (s, 2H)	50.2	-
8	6.68, 6.74 (dd, H)	138.1	5.5
9	5.28, 5.84 (dd, 2H)	27.8	5.7
10	6.64-8.11 (m, 4H)	127.1, 127.3, 129.2, 131.3	-
11	6.64-8.11 (m, 4H)	114.2, 114.4, 115.9, 123.5, 142.7	-
12	6.64-8.11 (m, 4H)	131.7, 132.0, 133.5, 134.9	-

1k Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.11) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(OCH}_3\text{)}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.71$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(OCH}_3\text{)}_2\text{-3,5}$ hidrojenleri $\delta = 3.75$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.18$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.84$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(OCH}_3\text{)}_3\text{-3,4,5}$ hidrojenleri $\delta = 5.60$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(OCH}_3\text{)}_3\text{-3,4,5}$ hidrojenleri $\delta = 6.74$ singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.50\text{-}7.88$ ppm'de multiplet, C_2H asidik hidrojeni $\delta = 10.1$ ppm'de singlet gözlenmektedir.

1k Bileşiğini ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.11) ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.4$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(OCH}_3\text{)}_2\text{-3,5}$ karbonları $\delta = 56.4$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(OCH}_3\text{)}_4$ karbonu $\delta = 57.0$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(OCH}_3\text{)}_3\text{-3,4,5}$ karbonu $\delta = 60.6$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 106.1, 113.0, 114.2$ ve 142.8 ppm'de $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(OCH}_3\text{)}_3\text{-3,4,5}$ karbonları $\delta = 123.4, 127.3, 128.2$ ve 131.3 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 131.5, 131.7, 134.6$ ve 138.3 ppm'de, C_2H karbonu $\delta = 153.7$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 167.9$ ppm'de sinyal vermektedir.

1l Bileşiği ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.12) ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 2.33$ ppm'de triplet ($J = 6.75$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.58$ ppm'de triplet ($J = 7.2$ Hz), $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(CHCH}_2\text{)}_4$ hidrojenleri $\delta = 5.28, 5.84$ ppm'de dubletin dubleti ($J = 5.5$ Hz), $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(CHCH}_2\text{)}_4$ hidrojenleri $\delta = 6.68$ ve 6.74 ppm'de dubletin dubleti ($J = 5.7$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$, C_6H_4 ve $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(CHCH}_2\text{)}_4$ hidrojenleri $\delta = 6.64\text{-}8.11$ ppm'de multiplet, C_2H asidik hidrojeni $\delta = 10.1$ ppm'de singlet gözlenmektedir.

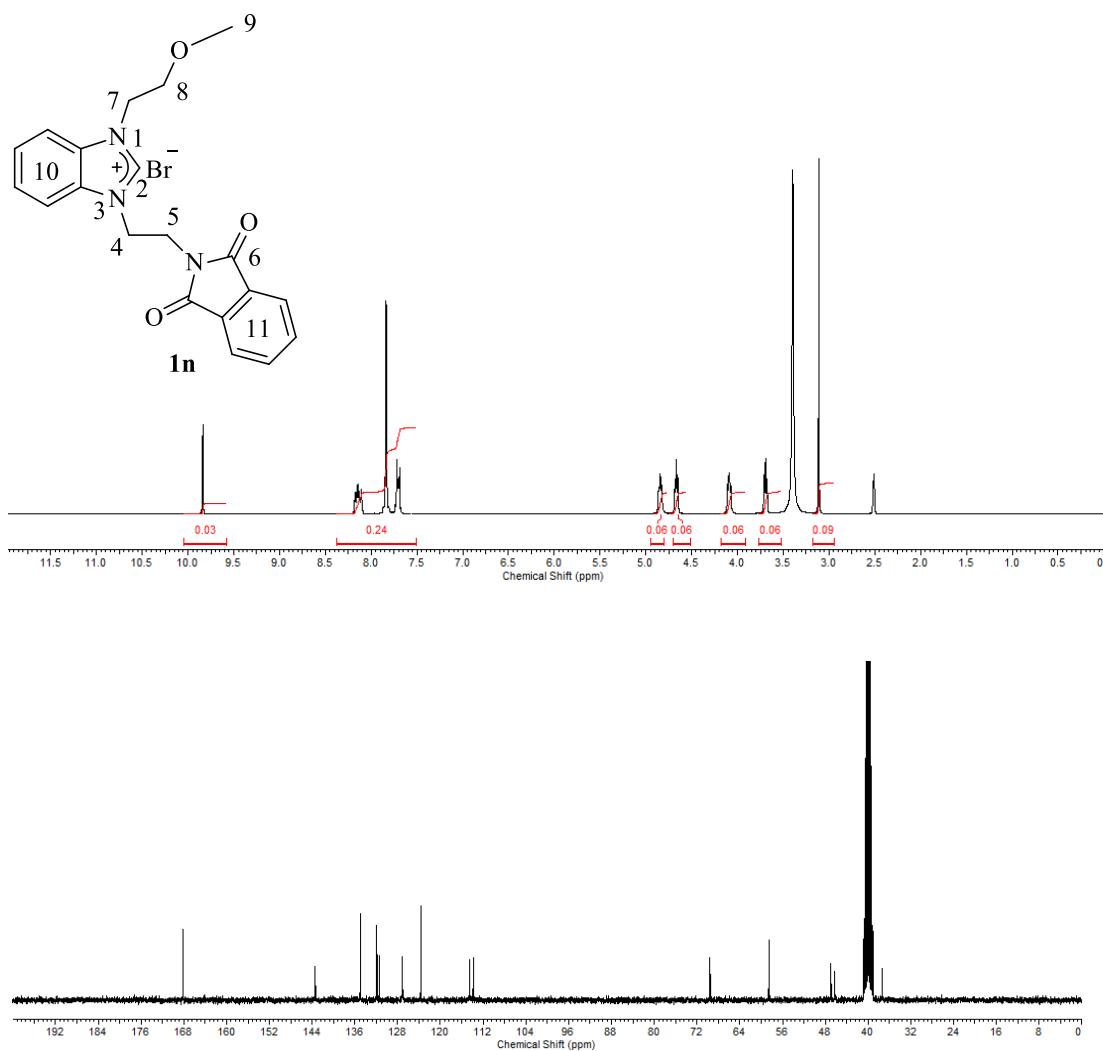
1l Bileşiği ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.12) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(CHCH}_2\text{)}_4$ karbonu $\delta = 27.8$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 35.0$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 45.3$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(CHCH}_2\text{)}_4$ karbonu $\delta = 50.2$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 114.2, 114.4, 115.9, 123.5$ ve 142.7 ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(CHCH}_2\text{)}_4$ karbonları $\delta = 123.4, 127.3, 128.2$ ve 131.3 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 131.7, 132.0, 133.5$ ve 134.9 ppm'de, C_2H karbonu $\delta = 136.3$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 168.7$ ppm'de sinyal vermektedir.



Şekil 3.13. **1m** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.13. **1m** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	9.91 (s, H)	135.0	-
4	4.10 (t, 2H)	46.5	5.2
5	4.80 (t, 2H)	44.7	5.2
6	-	168.2	-
7	4.33 (d, 2H)	52.5	3.6
8	0.87-1.83 (m, 11H)	25.5, 26.0, 29.8, 37.3, 37.7	-
9	7.74-8.23 (m, 4H)	113.9, 114.0, 114.5, 123.6, 123.7, 143.2	-
10	7.74-8.23 (m, 4H)	131.4, 131.5, 131.9, 132.0	-



Şekil 3.14. 1n Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.14. 1n Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

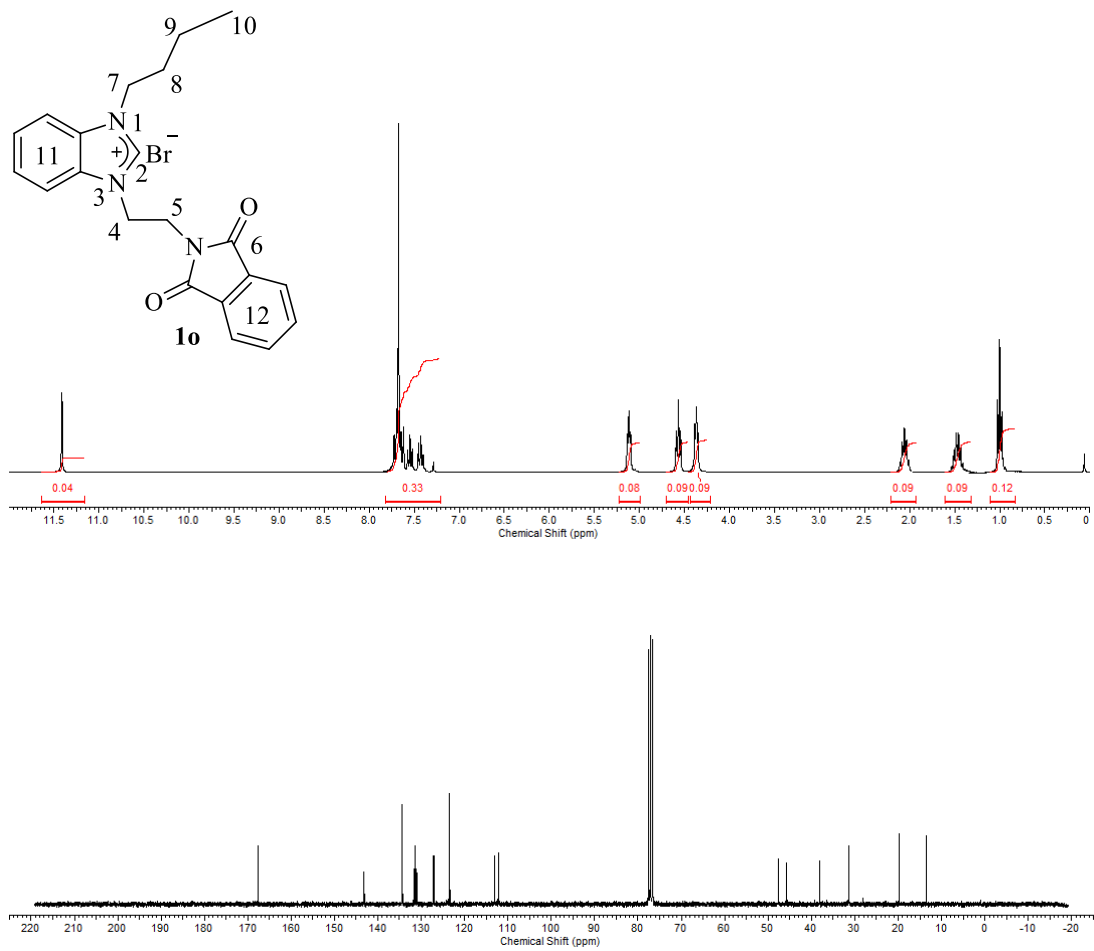
Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	9.84 (s, H)	135.0	-
4	4.67 (t, 2H)	46.2	5.4
5	4.85 (t, 2H)	37.3	5.4
6	-	168.1	-
7	3.69 (t, 2H)	58.6	4.8
8	4.09 (t, 2H)	69.6	4.8
9	3.11 (s, 3H)	46.9	-
10	7.69-8.18 (m, 4H)	113.8, 114.5, 123.7, 143.4	-
11	7.69-8.18 (m, 4H)	127.1, 127.2, 131.4, 131.8, 131.9, 135.1	-

1m Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.13) sikloheksil halkası $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_{11}$ hidrojenleri $\delta = 0.87\text{-}1.83$ ppm arasında multiplet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.10$ ppm'de triplet ($J = 5.2$ Hz), $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_{11}$ hidrojenleri $\delta = 4.33$ ppm'de dublet ($J = 3.6$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.80$ ppm'de triplet ($J = 5.2$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.74\text{-}8.23$ ppm'de multiplet, C_2H asidik hidrojeni $\delta = 9.91$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir.

1m Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.13) sikloheksil $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_{11}$ karbonları $\delta = 25.5, 26.0, 29.8, 37.3, 37.7$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 44.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_{11}$ karbonu $\delta = 52.5$ ppm'de, C_6H_4 karbonları $\delta = 113.9, 114.0, 114.5, 123.6, 123.7$ ve 143.2 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 131.4, 131.5, 131.9$ ve 132.0 ppm'de, C_2H karbonu $\delta = 135.0$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 168.2$ ppm'de sinyal vermektedir.

1n Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.14) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ hidrojenleri $\delta = 3.11$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ hidrojenleri $\delta = 3.69$ ppm'de triplet ($J = 4.8$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ hidrojenleri $\delta = 4.09$ ppm'de triplet ($J = 4.8$ Hz), ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.67$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.85$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.69\text{-}8.18$ ppm arasında multiplet, C_2H asidik hidrojeni $\delta = 9.84$ ppm'de singlet olarak gelmektedir.

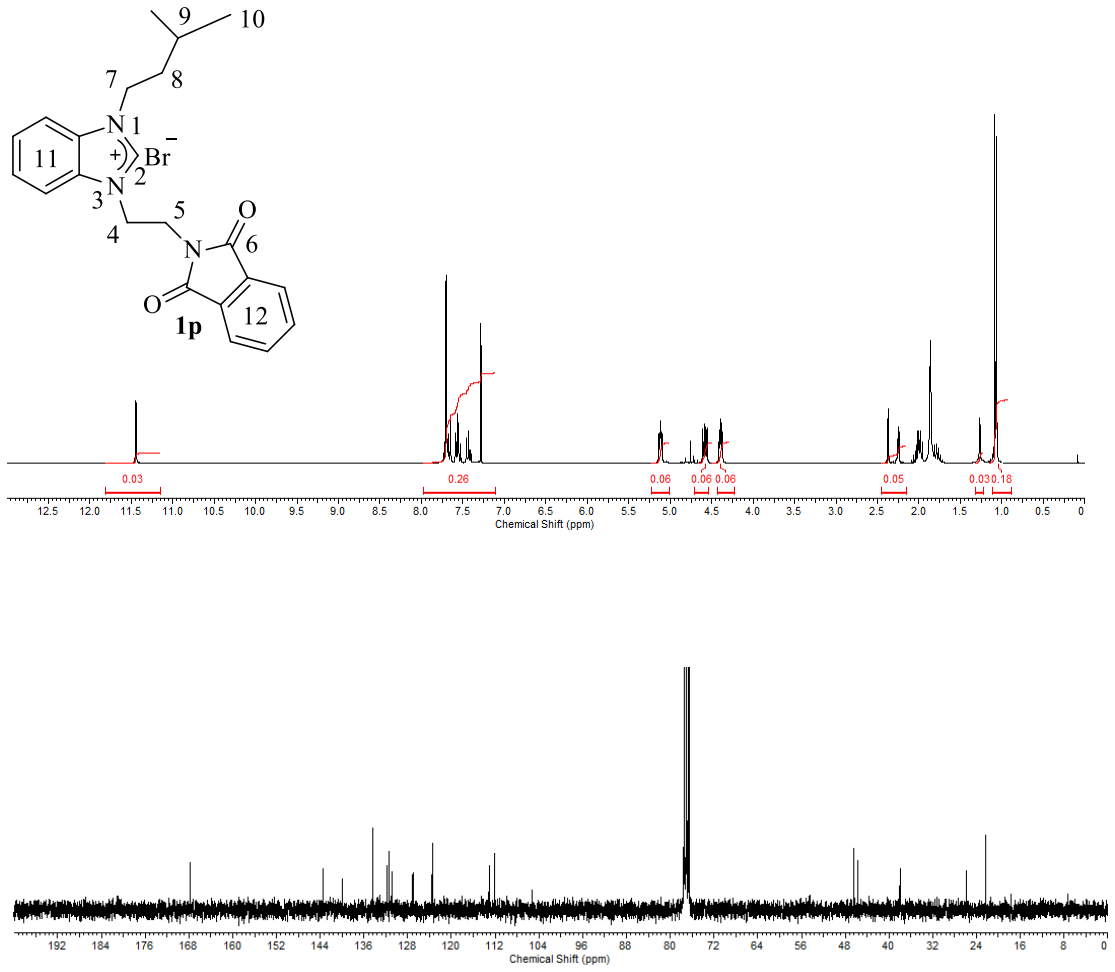
1n Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.14) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.3$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.2$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ karbonu $\delta = 46.9$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ karbonu $\delta = 58.6$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ karbonu $\delta = 69.6$ ppm'de gözlemlenmektedir. benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 113.8, 114.5, 123.7$ ve 143.4 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 127.1, 127.2, 131.4, 131.8, 131.9$ ve 135.1 ppm'de, C_2H karbonu $\delta = 135.1$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 168.1$ ppm'de sinyal vermektedir. Sentezlenen bileşiklerin C_2 karbon ve hidrojen değerleri literatürde sentezlenen bileşikler ile benzer yerlerde gelmektedir [80].



Şekil 3.15. **1o** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.15. **1o** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	11.4 (s, H)	134.4	-
4	4.37 (t, 2H)	45.7	5.4
5	5.12 (t, 2H)	38.1	5.4
6	-	167.7	-
7	4.57 (t, 2H)	47.7	7.4
8	2.06 (t, 2H)	31.3	7.4
9	1.46 (q, 2H)	19.8	7.4
10	1.00 (t, 3H)	13.6	7.4
11	7.29-7.93 (m, 4H)	112.2, 113.1, 123.5, 143.2	-
12	7.29-7.93 (m, 4H)	127.1, 127.2, 131.3, 131.7, 134.2	-



Şekil 3.16. **1p** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.16. **1p** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

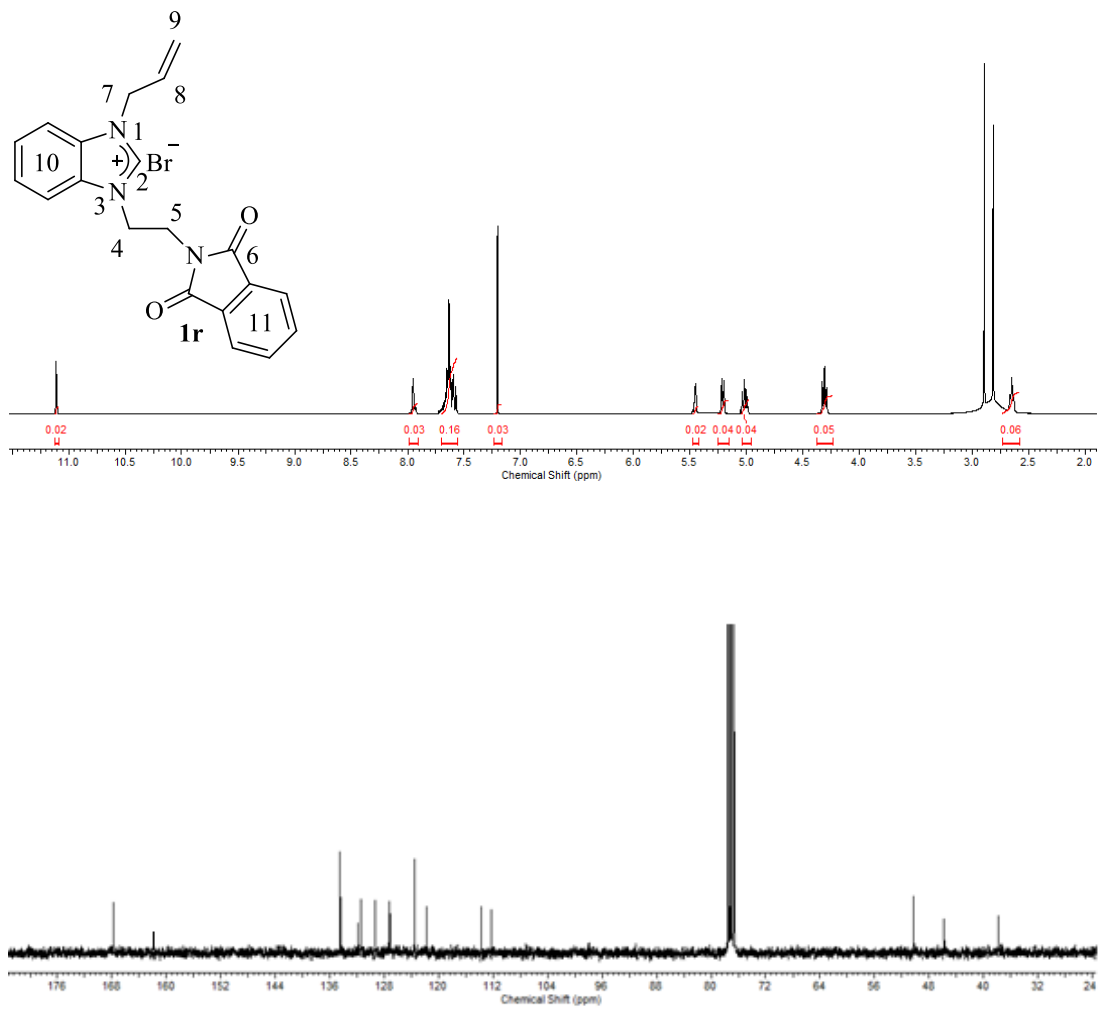
Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	11.44 (s, H)	134.4	-
4	4.39 (t, 2H)	46.4	5.4
5	4.58 (t, 2H)	38.1	5.4
6	-	167.7	-
7	2.36 (s, 2H)	45.7	-
8	5.12 (t, 2H)	38.0	5.4
9	1.27 (s, H)	25.8	-
10	1.07 (d, 6H)	22.3	3.3
11	7.28-7.73 (m, 4H)	112.1, 113.0, 123.5, 143.5	-
12	7.28-7.73 (m, 4H)	127.0, 127.1, 131.4, 134.4	-

1o Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.15) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ hidrojenleri $\delta = 1.00$ ppm'de triplet ($J = 7.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ hidrojenleri $\delta = 1.46$ ppm'de quartet ($J = 7.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ hidrojenleri $\delta = 2.06$ ppm'de triplet ($J = 7.4$ Hz), ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.37$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ hidrojenleri $\delta = 4.57$ ppm'de triplet ($J = 7.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 5.12$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.29$ - 7.93 ppm'de multiplet, C_2H asidik hidrojeni $\delta = 11.4$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir.

1o Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.15) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ karbonu $\delta = 13.6$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ karbonu $\delta = 19.8$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ karbonu $\delta = 31.3$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 38.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 45.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ karbonu $\delta = 47.7$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 112.2$, 113.1 , 123.5 ve 143.2 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 127.1$, 127.2 , 131.3 , 131.7 ve 134.2 , ppm'de, C_2H karbonu $\delta = 134.4$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 167.7$ ppm'de sinyal vermektedir.

1p Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.16) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ hidrojenleri $\delta = 1.07$ ppm'de dublet ($J = 3.3$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ hidrojeni $\delta = 1.99$ ppm'de quartet ($J = 9.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ hidrojenleri $\delta = 2.36$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ hidrojenleri $\delta = 4.39$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.58$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 5.12$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.28$ - 7.73 ppm'de multiplet, C_2H asidik hidrojeni $\delta = 11.44$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir.

1p Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.16) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ karbonu $\delta = 22.3$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ karbonu $\delta = 25.8$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ karbonu $\delta = 38.0$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 38.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ karbonu $\delta = 45.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.4$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 112.1$, 113.0 , 123.5 ve 143.5 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 127.0$, 127.1 , 131.4 ve 134.4 ppm'de, C_2H karbonu $\delta = 134.4$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 167.7$ ppm'de sinyal vermektedir.



Şekil 3.17. **1r** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.17. **1r** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

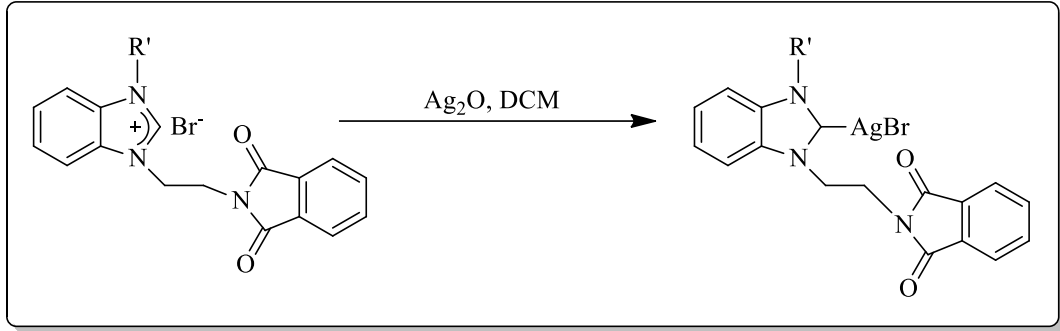
Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	11.11 (s, H)	162.6	-
4	2.65 (t, 2H)	45.8	6.0
5	4.31 (t, 2H)	37.8	6.0
6	-	167.8	-
7	5.02 (t, 2H)	50.2	6.0
8	5.45 (d, H)	131.4	5.4
9	5.21 (d, 2H)	112.2	5.4
10	7.20-7.95 (s, 4H)	113.7, 121.7, 123.6, 134.5	-
11	7.20-7.95 (s, 4H)	127.1, 127.3, 129.3, 131.8	-

1r Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.17) ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 2.65$ ppm'de triplet ($J = 6.0$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.31$ ppm'de triplet ($J = 6.0$ Hz), vinilik CH_2CHCH_2 hidrojenleri $\delta = 5.02$ ppm'de triplet ($J = 6.0$ Hz), CH_2CHCH_2 hidrojenleri $\delta = 5.21$ ppm'de dublet ($J = 5.4$ Hz), CH_2CHCH_2 hidrojeni $\delta = 5.45$ ppm'de dublet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.20$ - 7.95 ppm'de multipler, C_2H asidik hidrojeni $\delta = 11.11$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir.

1r Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.17) ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.8$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 45.8$ ppm'de, vinilik CH_2CHCH_2 karbonu $\delta = 50.2$ ppm'de, CH_2CHCH_2 karbonu $\delta = 112.2$ ppm'de, CH_2CHCH_2 karbonu $\delta = 131.4$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 113.7, 121.7, 123.6$ ve 134.5 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 127.1, 127.3, 129.3$ ve 131.8 ppm'de, C_2H karbonu $\delta = 162.6$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonları $\delta = 167.8$ ppm'de sinyal vermektedir. Sentezlenen bileşiklerin C_2 karbon ve hidrojen değerleri literatürde sentezlenen bileşikler ile benzer yerlerde gelmektedir [80].

3.2. Gümüş-NHC Komplekslerinin Sentezi

Ag-NHC kompleksleri (**2a-m**) karben öncüllerini Ag₂O varlığında oda sıcaklığında karanlık ortamda shclenk tekniği kullanılarak sentezlendi.



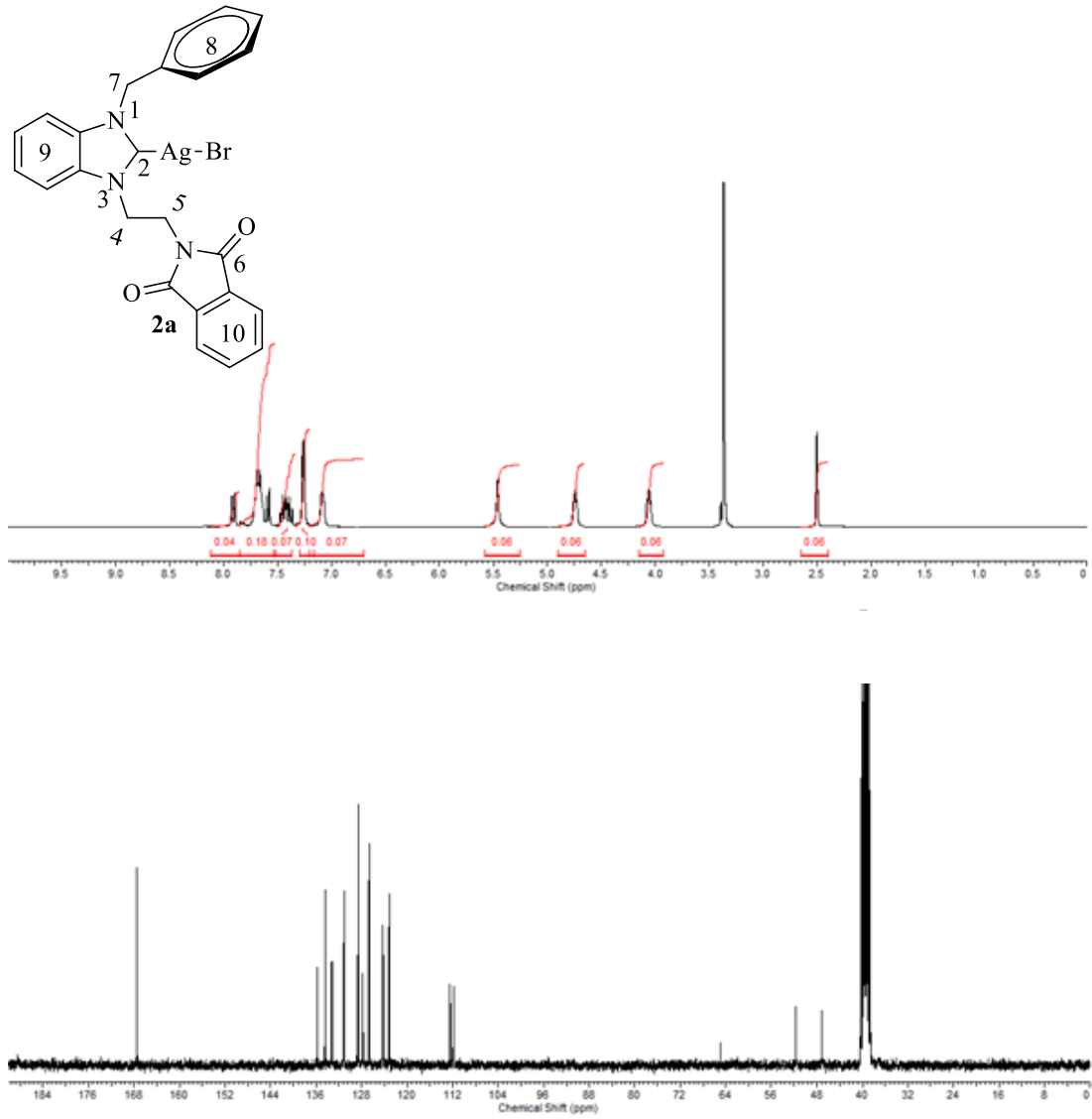
Şema 3.3. Sentezlenen gümüş komplekslerin genel gösterimi

Sentezlenen Ag-NHC komplekslerinin;

- i. *Staphylococcus aureus* bakterileri (ATCC® 29213™)
- ii. *Enterekok* bakterileri (ATCC® 29212™)
- iii. *Escherichia coli* bakterileri (ATCC® 25922™)
- iv. *Pseudomonas aeruginosa* bakterileri (ATCC® 27853™)
- v. *Candida tropicalis* mantarları
- vi. *Candida albicans* mantarları

Üzerindeki antimikrobiyal aktiviteleri incelendi.

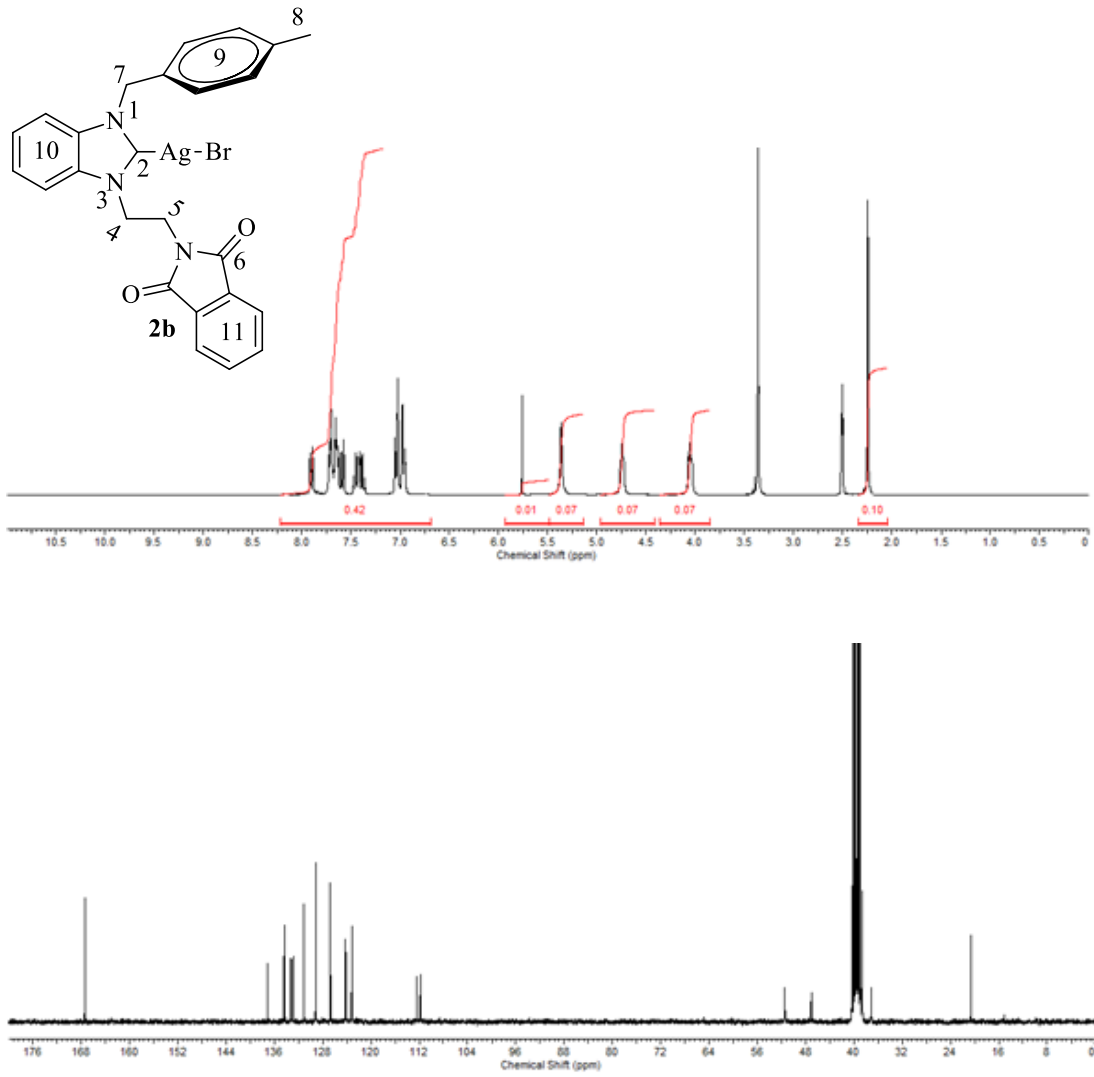
Sentezlenen Ag-NHC komplekslerine ait ¹H ve ¹³C NMR spektrumaları Şekil 3.18-3.31’de sunulmuştur. Bu spektrumlardan elde edilen bilgilere göre bileşiklerin NMR verileri Çizelge 3.18-3.31’ de sunulmuştur.



Şekil 3.18. 2a Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.18. 2a Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	-	-
4	4.06 (t, 2H)	51.6	5.1
5	4.75 (t, 2H)	47.1	5.1
6	-	167.4	-
7	5.46 (s, 2H)	64.9	-
8	7.09-7.92 (m, 4H)	124.2, 126.7, 127.8, 128.6	-
9	7.09-7.92 (m, 5H)	111.9, 112.5, 123.2, 135.9	-
10	7.09-7.92 (m, 4H)	131.1, 133.2, 133.4, 134.4	-



Şekil 3.19. **2b** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.19. **2b** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

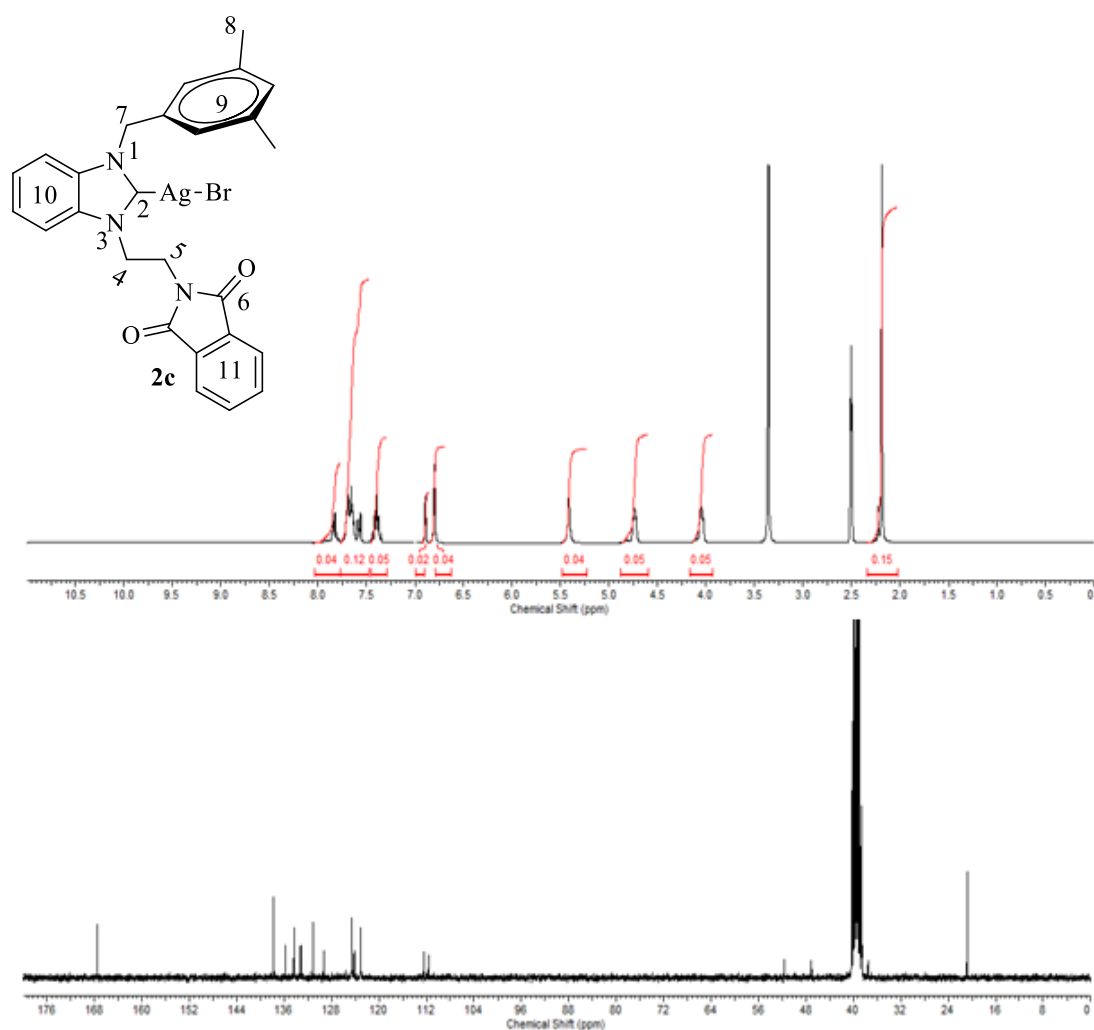
Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	-	-
4	4.05 (t, 2H)	51.6	5.4
5	4.74 (t, 2H)	47.1	5.4
6	-	167.4	-
7	5.36 (s, 2H)	51.5	-
8	2.25 (s, 3H)	20.6	-
9	6.95-7.91 (m, 4H)	124.2, 126.8, 129.1, 133.8	-
10	6.95-7.91 (m, 4H)	111.8, 112.5, 123.2, 137.1	-
11	6.95-7.91 (m, 4H)	133.2, 133.3, 134.4	-

2a Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.18) ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.06$ ppm'de triplet ($J = 5.1$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.75$ ppm'de triplet ($J = 5.1$ Hz) olarak gözlenmektedir. Benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ hidrojenleri $\delta = 5.46$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$, C_6H_4 , $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ hidrojenleri $\delta = 7.09$ - 7.92 ppm'de multiplet olarak sinyal vermektedir.

2a Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.18) ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 51.6$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ karbonu $\delta = 64.9$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 111.9$, 112.5 , 123.2 ve 135.9 ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ karbonları $\delta = 124.2$, 126.7 , 127.8 ve 128.6 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 131.1$, 133.2 , 133.4 ve 134.4 ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonu $\delta = 167.4$ ppm'de sinyal vermektedir.

2b Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.19) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)$ -4 hidrojenleri $\delta = 2.25$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.05$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.74$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)$ -4 hidrojenleri $\delta = 5.36$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)$ -4 ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 6.95$ - 7.91 ppm'de multiplet olarak gözlenmektedir.

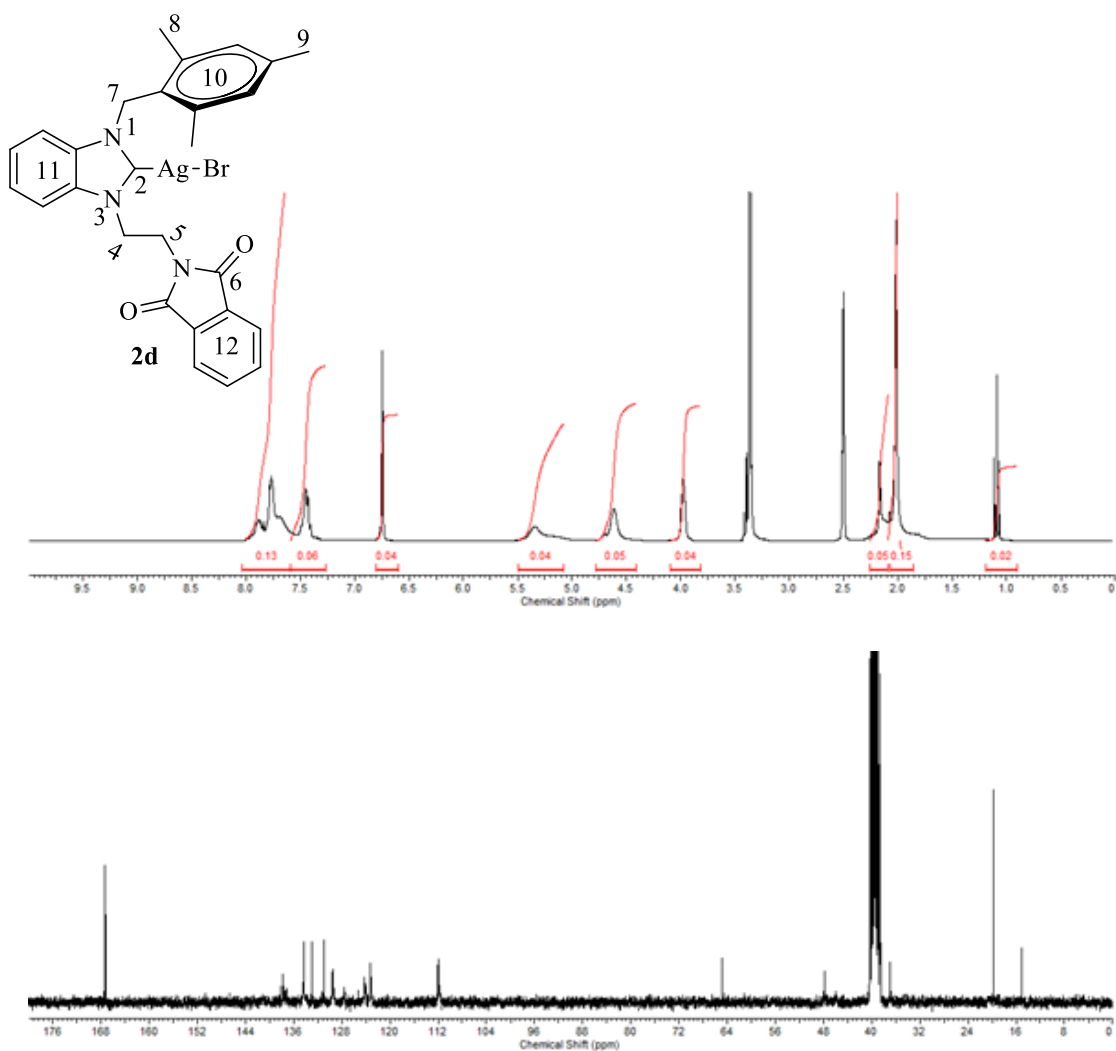
2b Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.19) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)$ -4 karbonu $\delta = 20.6$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.2$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)$ -4 karbonu $\delta = 51.5$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 111.8$, 112.5 , 123.2 ve 137.1 ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)$ -4 karbonları $\delta = 124.2$, 126.8 , 129.1 ve 133.8 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 133.2$, 133.3 ve 134.4 ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonu $\delta = 167.4$ ppm'de sinyal vermektedir.



Şekil 3.20. 2c Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.20. 2c Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	-	-
4	4.05 (t, 2H)	47.1	5.4
5	4.74 (t, 2H)	37.6	5.4
6	-	167.5	-
7	5.41 (s, 2H)	51.7	-
8	2.19 (s, 6H)	20.8	-
9	6.80, 6.89 (s, 3H)	124.2, 124.6, 129.3, 131.1	-
10	7.37-7.68 (m, 4H)	111.6, 112.5, 123.1, 137.8	-
11	7.37-7.68 (m, 4H)	132.2, 133.4, 134.4, 135.8	-



Şekil 3.21. 2d Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.21. 2d Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

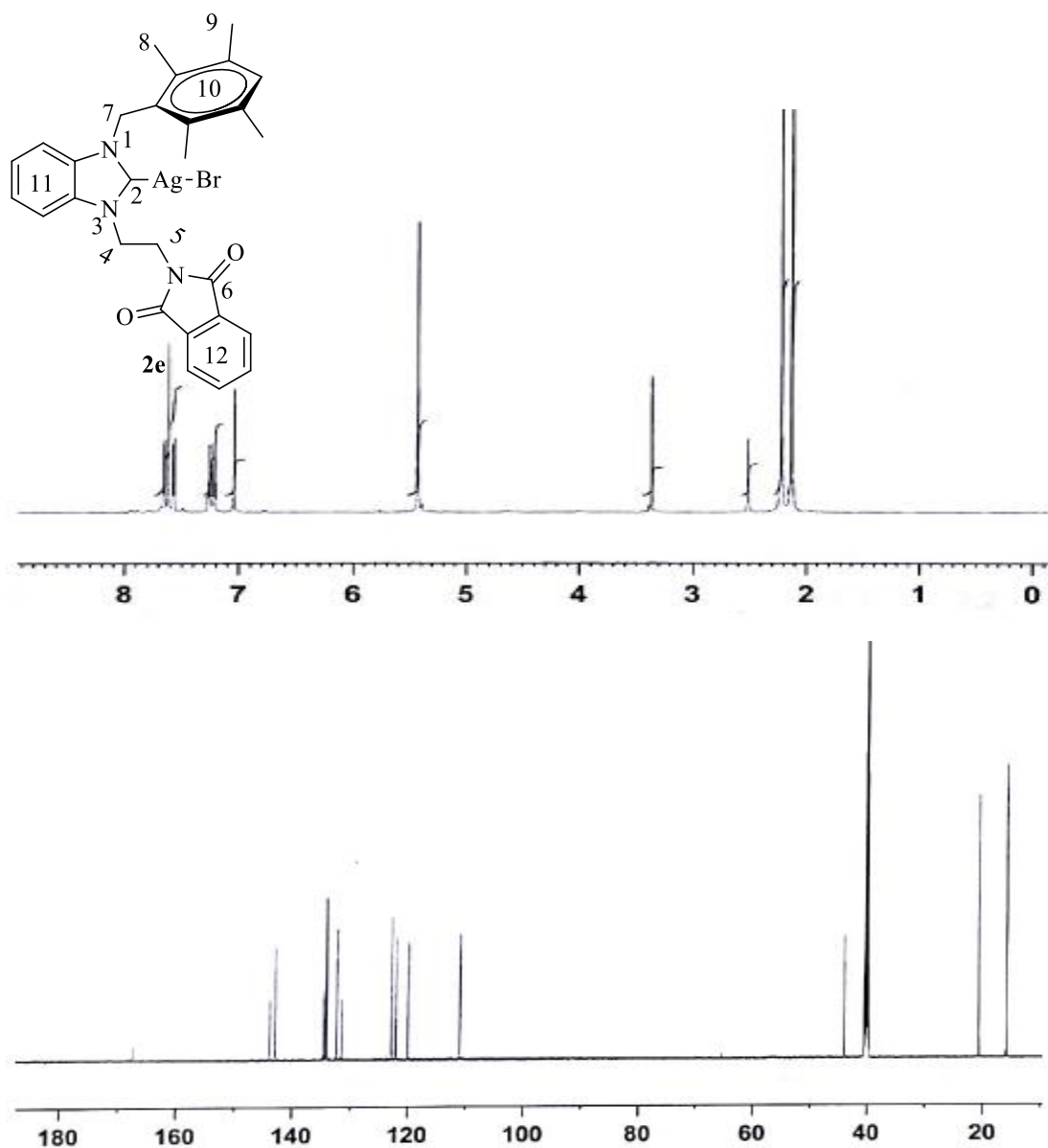
Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	-	-
4	3.98 (s, 2H)	47.9	-
5	4.62 (s, 2H)	36.9	-
6	-	167.3	-
7	5.34 (s, 2H)	64.9	-
8	2.20 (s, 6H)	19.8	-
9	2.17 (s, 3H)	15.2	-
10	6.75 (s, 2H)	127.6, 129.5, 131.0	-
11	6.85-7.88 (m, 4H)	112.0, 123.3, 124.3, 138.2	-
12	6.85-7.88 (m, 4H)	133.0, 134.3, 137.2, 137.7	-

2c Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.20) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_3\text{-(CH}_3\text{)}_{2-3,5}$ hidrojenleri $\delta = 2.19$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.05$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenler $\delta = 4.74$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz) olarak gözlenmektedir. $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{-(CH}_3\text{)}_{2-3,5}$ hidrojenleri $\delta = 5.41$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_3\text{-(CH}_3\text{)}_{2-3,5}$ hidrojenleri $\delta = 6.80$ ve 6.89 ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_3\text{-(CH}_3\text{)}_{2-3,5}$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.37\text{-}7.68$ ppm'de multiplet olarak gözlenmektedir.

2c Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.20) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_3\text{-(CH}_3\text{)}_{2-3,5}$ karbonları $\delta = 20.8$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.6$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_3\text{-(CH}_3\text{)}_{2-3,5}$ karbonu $\delta = 51.7$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 111.6, 112.5, 123.1$ ve 137.8 ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_3\text{-(CH}_3\text{)}_{2-3,5}$ karbonları $\delta = 124.2, 124.6, 129.3$ ve 131.1 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 132.2, 133.4, 134.4$ ve 135.8 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonu $\delta = 167.5$ ppm'de sinyal vermektedir.

2d Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.21) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(CH}_3\text{)}_{2,6}$ hidrojenleri $\delta = 2.02$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(CH}_3\text{)}_{2-4}$ hidrojenleri $\delta = 2.17$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.98$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.62$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(CH}_3\text{)}_{3-2,4,6}$ hidrojenleri $\delta = 5.34$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(CH}_3\text{)}_{3-2,4,6}$ hidrojenleri $\delta = 6.75$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(CH}_3\text{)}_{3-2,4,6}$, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 6.85\text{-}7.88$ ppm'de multiplet olarak gözlenmektedir.

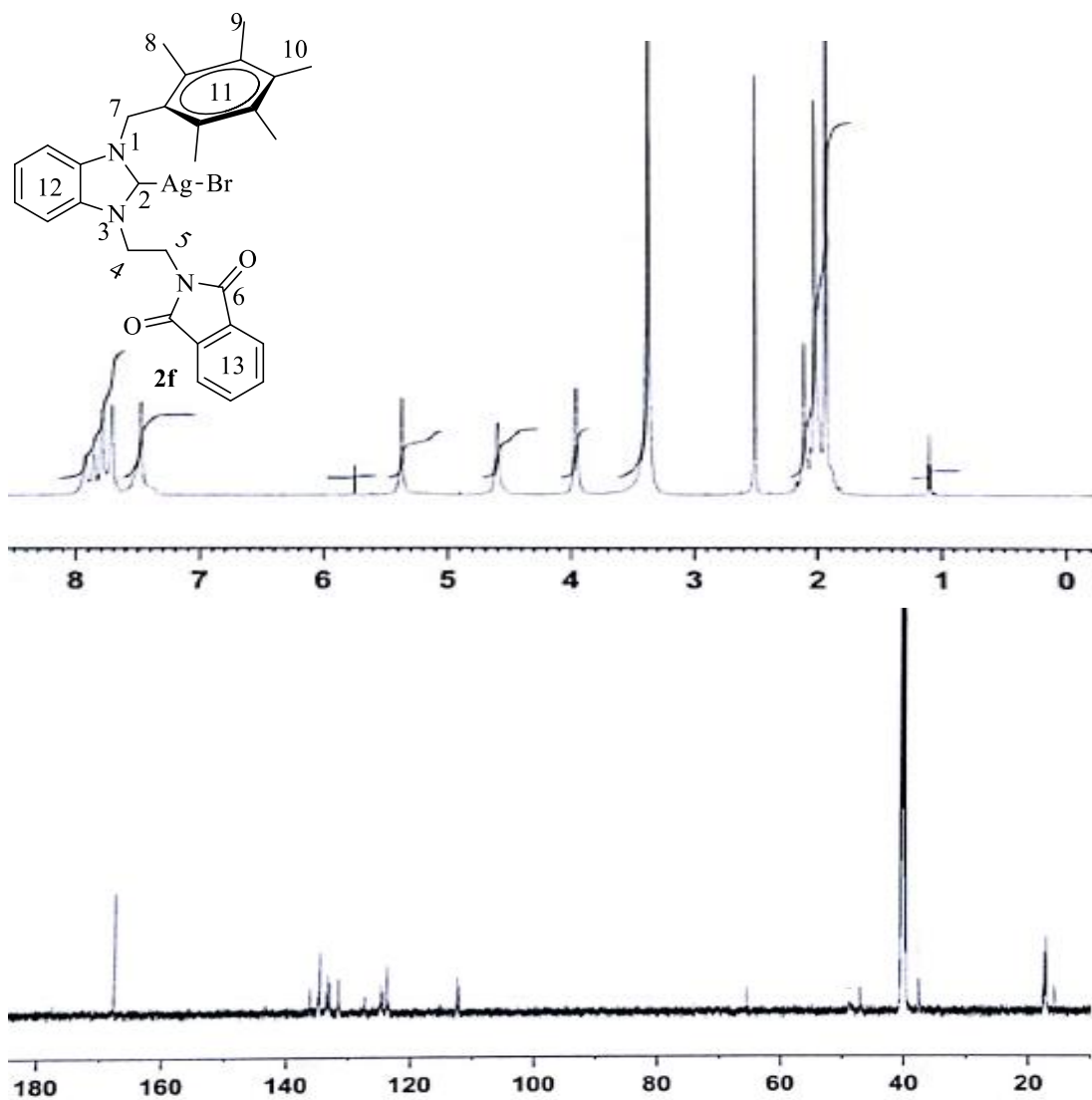
2d Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.21) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(CH}_3\text{)}_{2-4}$ karbonları $\delta = 15.2$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(CH}_3\text{)}_{2-2,6}$ karbonları $\delta = 19.8$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 36.9$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.9$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(CH}_3\text{)}_{3-2,4,6}$ karbonu $\delta = 64.9$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 112.0, 123.3, 124.3$ ve 138.2 ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{-(CH}_3\text{)}_{3-2,4,6}$ karbonları $\delta = 127.6, 129.5, 131.0$ ve 133.0 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonlar $\delta = 134.3, 137.2$ ve 137.7 ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N(CO)}_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonu $\delta = 167.3$ ppm'de sinyal vermektedir.



Şekil 3.22. 2e Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.22. 2e Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	-	-
4	2.51 (s, 2H)	46.7	-
5	3.36 (s, 2H)	43.9	-
6	-	167.7	-
7	5.49 (s, 2H)	64.9	-
8	2.13 (s, 6H)	20.6	-
9	2.22 (s, 6H)	15.7	-
10	7.05 (s, H)	131.5, 132.3, 134.1	-
11	7.20-7.66 (m, 4H)	110.9, 119.9, 122.1, 143.9	-
12	7.20-7.66 (m, 4H)	134.3, 134.6, 143.0	-



Şekil 3.23. 2f Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.23. 2f Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

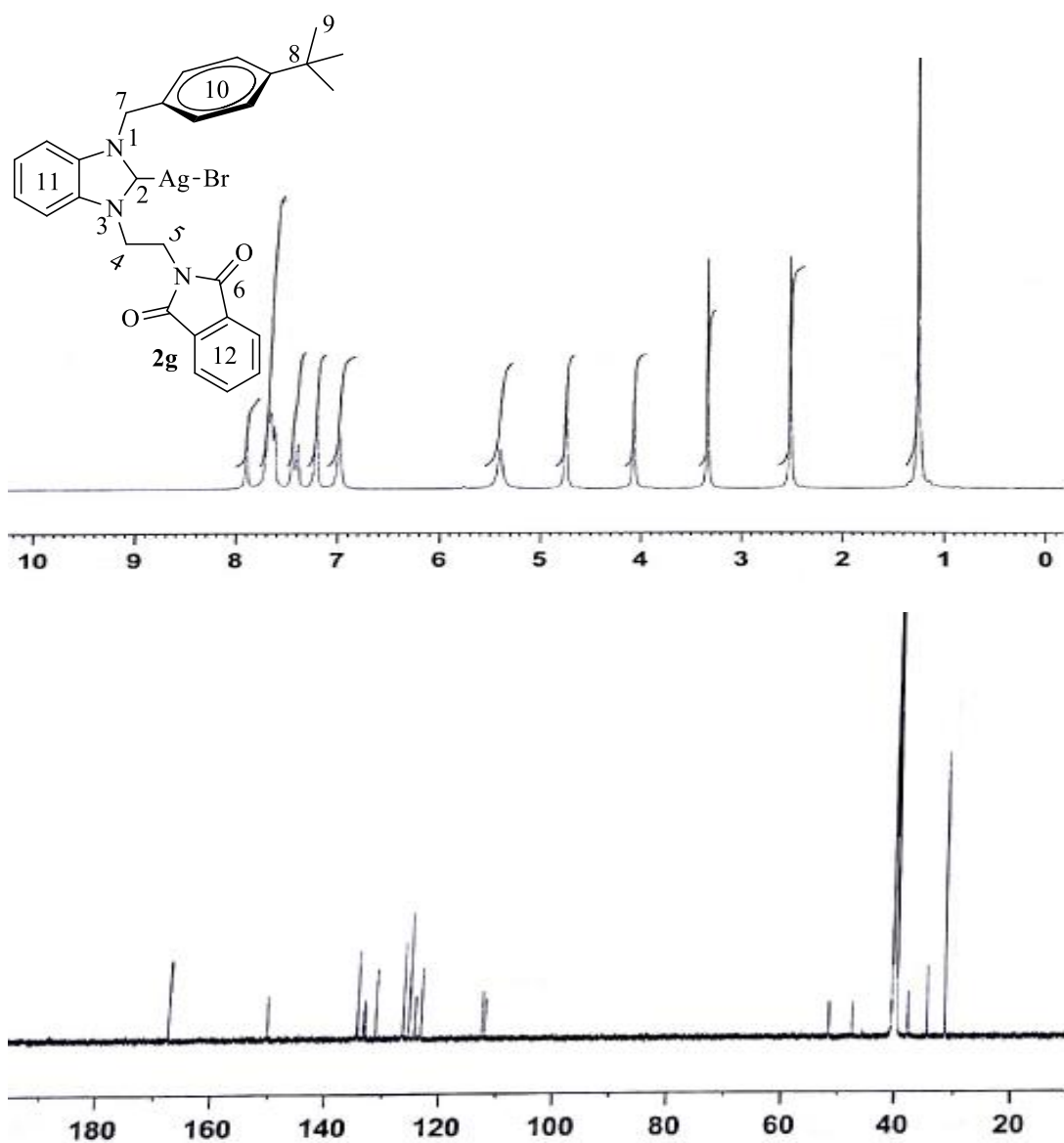
Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	-	-
4	3.96 (s, 2H)	46.9	-
5	4.60 (s, 2H)	37.5	-
6	-	167.7	-
7	5.38 (s, 2H)	65.8	-
8	1.93 (s, 6H)	17.3	-
9	2.12 (s, 6H)	17.0	-
10	2.51 (s, 3H)	15.6	-
11	-	124.4, 124.8, 127.4, 131.7	-
12	7.49-7.93 (m, 4H)	112.2, 112.5, 123.8, 136.2	-
13	7.49-7.93 (m, 4H)	133.0, 133.4, 133.7, 134.7, 136.2	-

2e Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.22) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{2-3,5}$ hidrojenleri $\delta = 2.13$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{2-2,6}$ hidrojenleri $\delta = 2.22$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 2.51$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.36$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{4-2,3,5,6}$ hidrojenleri $\delta = 5.43$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{4-2,3,5,6}$ hidrojeni $\delta = 7.05$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.20-7.66$ ppm'de multiplet olarak gözlenmektedir.

2e Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.22) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{2-2,6}$ karbonları $\delta = 15.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{2-3,5}$ karbonları $\delta = 20.6$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.9$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{3-2,3,5,6}$ karbonu $\delta = 65.1$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 110.9, 119.9, 122.1$ ve 143.9 ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}-(\text{CH}_3)_{3-2,3,5,6}$ karbonları $\delta = 131.5, 132.3$ ve 134.1 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 134.3, 134.6$ ve 143.0 ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonu $\delta = 167.7$ ppm'de sinyal vermektedir.

2f Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.23) $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{2-2,6}$ hidrojenleri $\delta = 1.93$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{2-3,5}$ hidrojenleri $\delta = 2.12$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{-4}$ hidrojenleri $\delta = 2.51$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.96$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.60$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{4-2,3,4,5,6}$ hidrojenleri $\delta = 5.38$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.49-7.93$ ppm'de multiplet olarak gözlenmektedir.

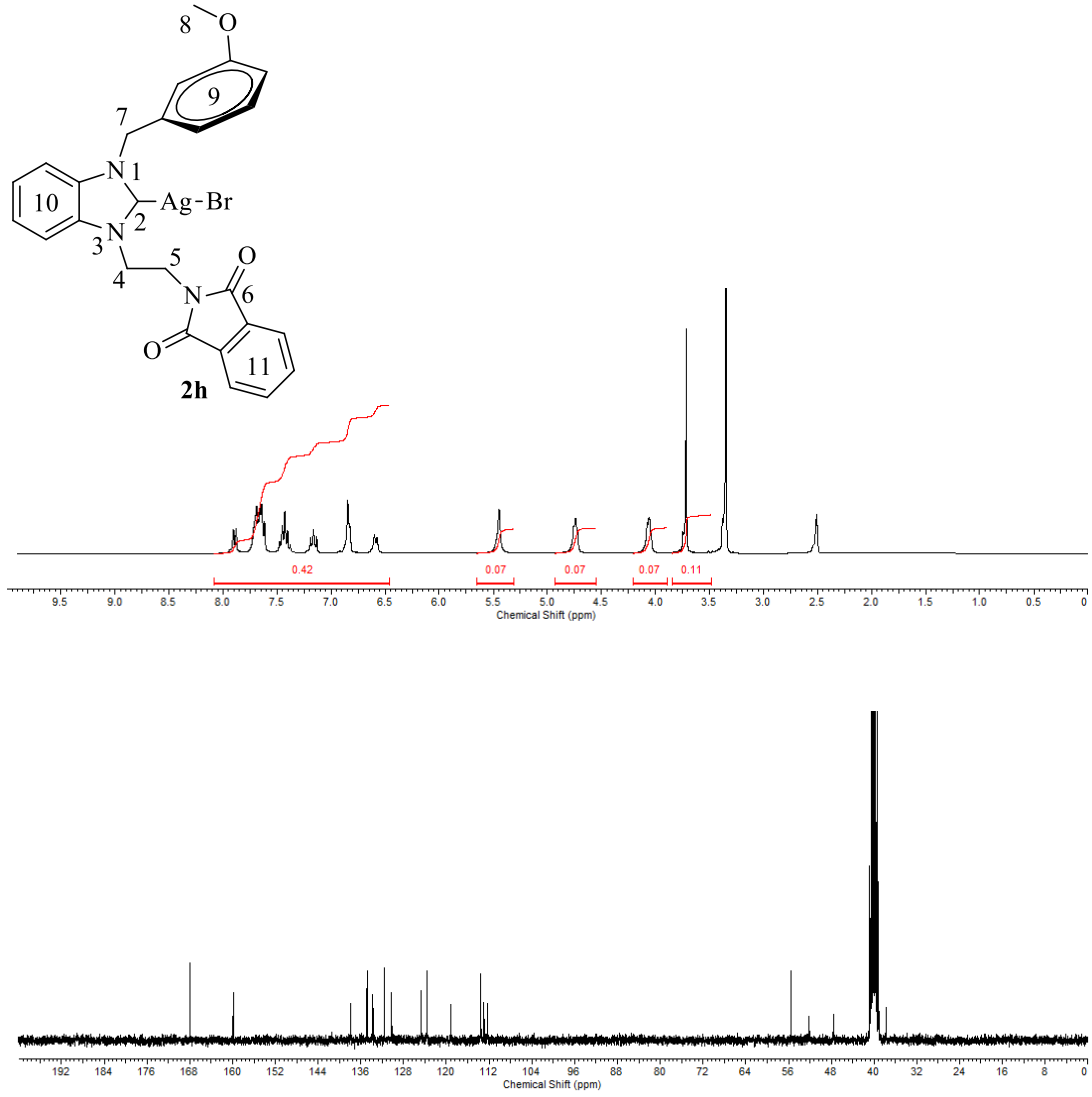
2f Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.23) $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{-4}$ karbonu $\delta = 15.6$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{2-3,5}$ karbonları $\delta = 17.0$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{2-2,6}$ karbonları $\delta = 17.3$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.9$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 48.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{5-2,3,4,5,6}$ karbonu $\delta = 65.4$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 112.2, 112.5, 123.8, 136.2$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_{5-2,3,4,5,6}$ karbonları $\delta = 124.4, 124.8, 127.4, 131.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 133.0, 133.4, 133.7, 134.7$ ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonu $\delta = 167.7$ ppm'de sinyal vermektedir.



Şekil 3.1-24. 2g Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.24. 2g Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	-	-
4	4.07 (s, 2H)	47.5	-
5	4.75 (s, 2H)	38.0	-
6	-	168.0	-
7	5.40 (s, 2H)	51.7	-
8	-	34.7	-
9	1.24 (s, 9H)	31.5	-
10	7.00-7.92 (m, 4H)	124.8, 125.8, 126.9, 131.7	-
11	7.00-7.92 (m, 4H)	112.4, 113, 123.7, 150.7	-
12	7.00-7.92 (m, 4H)	133.7, 133.8, 134.9	-



Şekil 3.25. 2h Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları

Çizelge 3.25. 2h Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri

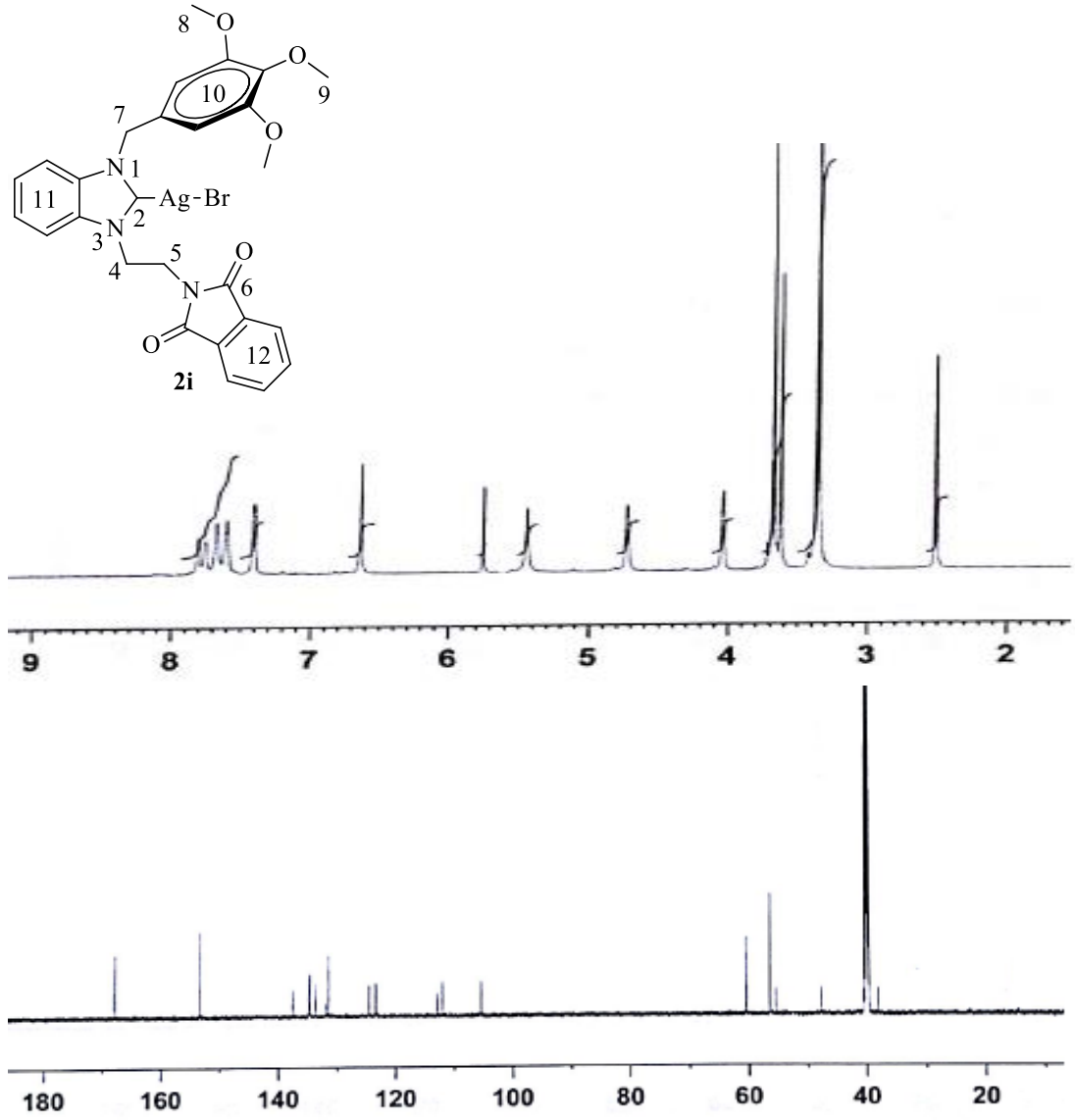
Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	-	-
4	4.06 (t, 2H)	47.6	4.8
5	4.74 (t, 2H)	37.7	4.8
6	-	167.9	-
7	5.45 (s, 2H)	55.5	-
8	3.74 (s, 3H)	52.1	-
9	6.57-7.91 (m, 4H)	123.6, 124.7, 131.6, 159.9	-
10	6.57-7.91 (m, 4H)	112.3, 113.0, 113.5, 119.2, 137.9	-
11	6.57-7.91 (m, 4H)	133.8, 133.9, 134.9	-

2g Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.24) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}(\text{CH}_3)_3\text{-4}$ hidrojenleri $\delta = 1.24$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.07$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.75$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}(\text{CH}_3)_3\text{-4}$ hidrojenleri $\delta = 5.40$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}(\text{CH}_3)_3\text{-4}$ C_6H_4 , hidrojenleri $\delta = 7.00\text{-}7.92$ ppm'de multipler olarak gözlenmektedir.

2g Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.24) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}(\text{CH}_3)_3\text{-4}$ karbonları $\delta = 31.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}(\text{CH}_3)_3\text{-4}$ karbonu $\delta = 34.7$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 38$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}(\text{CH}_3)_3\text{-4}$ karbonu $\delta = 51.7$ ppm'de, benzimidazole C_6H_4 karbonları $\delta = 112.4, 113.0, 123.7$ ve 150.7 ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}(\text{CH}_3)_3\text{-4}$ karbonları $\delta = 124.8, 125.8$ ve 126.9 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 131.7, 133.7, 133.8$ ve 134.9 ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonu $\delta = 168.0$ ppm'de sinyal vermektedir.

2h Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.25) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(OCH}_3)_3$ hidrojenleri $\delta = 3.74$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.06$ ppm'de triplet ($J = 4.8$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.74$ ppm'de triplet ($J = 4.8$ Hz), $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(OCH}_3)_3$ hidrojenleri $\delta = 5.45$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(OCH}_3)_3$, ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 6.57\text{-}7.91$ ppm'de multipler olarak gözlenmektedir.

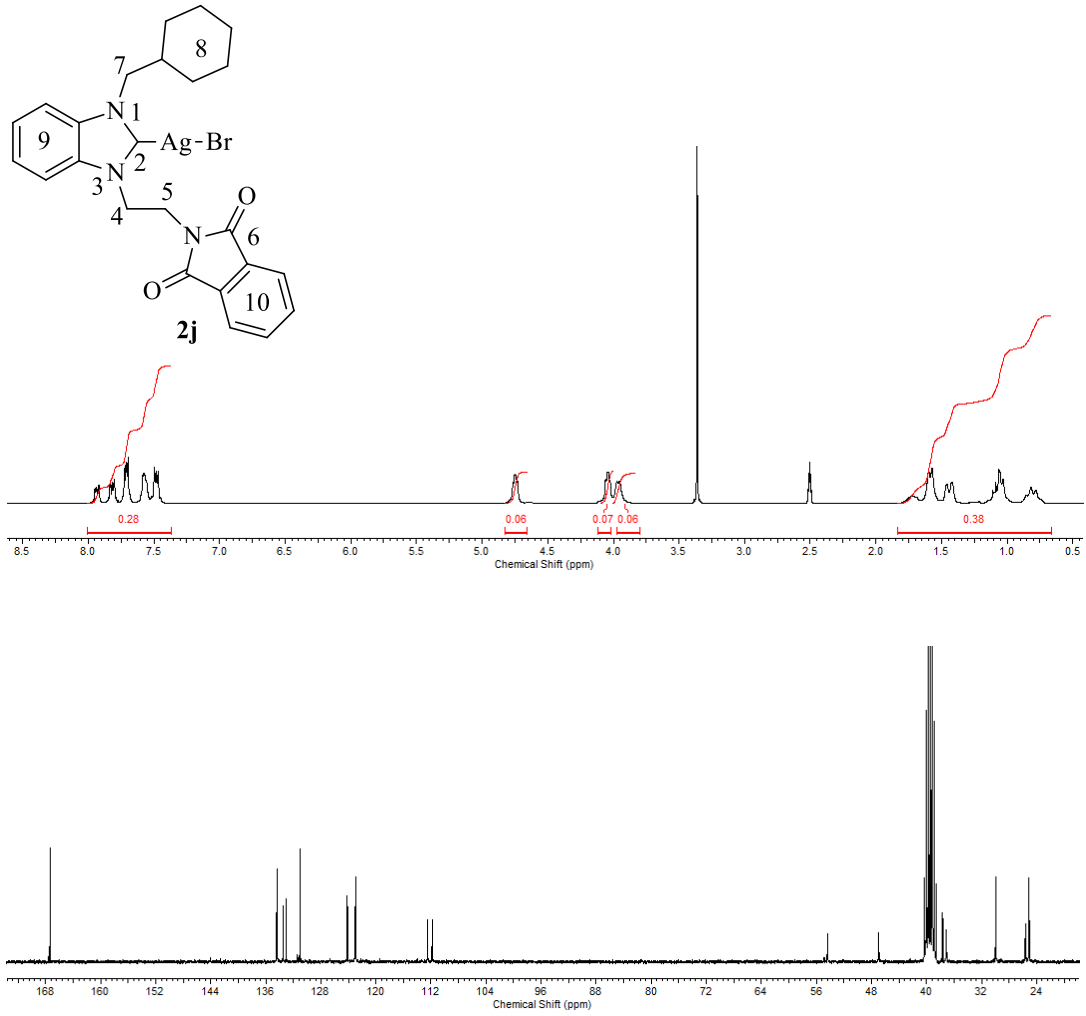
2h Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.25) ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.6$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(OCH}_3)_3$ karbonu $\delta = 52.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(OCH}_3)_3$ karbonu $\delta = 55.5$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 112.3, 113.0, 113.5$ ve 137.9 ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-(OCH}_3)_3$ karbonları $\delta = 119.2, 123.6, 124.7$ ve 159.9 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 131.6, 133.8, 133.9$ ve 134.9 ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonu $\delta = 167.9$ ppm'de sinyal vermektedir.



Şekil 3.26. 2i Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.26. 2i Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	-	-
4	4.04 (s, 2H)	47.7	-
5	4.74 (s, 2H)	38.7	-
6	-	168	-
7	5.45 (s, 2H)	60.5	-
8	3.68 (s, 6H)	56.5	-
9	3.63 (s, 3H)	55.4	-
10	6.64 (s, 2H)	123.5, 124.6, 124.7, 153.5	-
11	7.40-7.81 (m, 4H)	105.5, 112.1, 112.9, 137.7	-
12	7.40-7.81 (m, 4H)	131.6, 132.0, 133.8, 134.8	-



Şekil 3.27. 2j Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.27. 2j Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

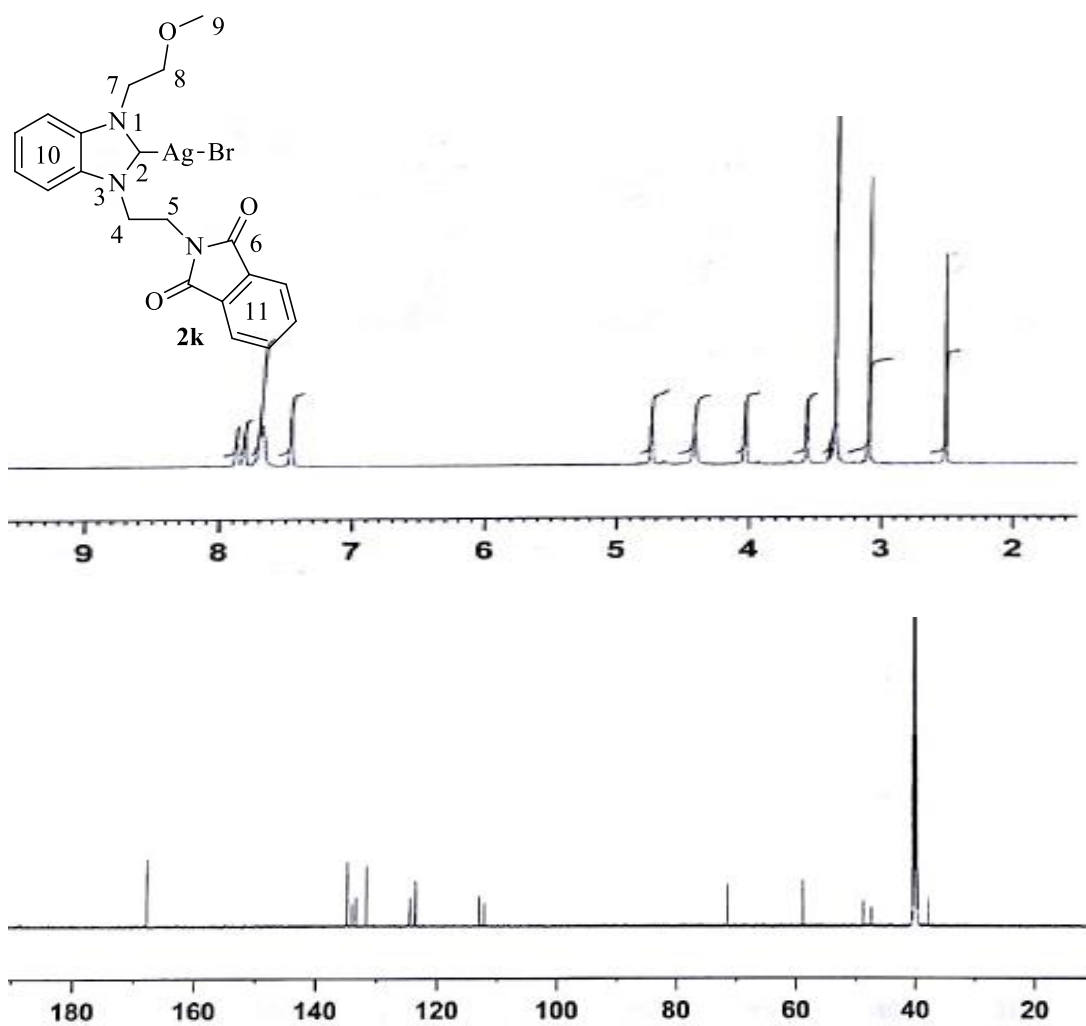
Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	187.4	-
4	4.04 (t, 2H)	47.0	5.1
5	4.75 (s, 2H)	37.7	4.8
6	-	167.4	-
7	3.96 (d, 2H)	54.4	3.2
8	0.78-1.60 (m, 11H)	15.1, 25.1, 25.7, 29.3, 30.0, 37.1	-
9	7.47-7.94 (m, 4H)	111.8, 112.5, 122.3, 134.4	-
10	7.47-7.94 (m, 4H)	123.0, 124.2, 131.1, 133.5	-

2i Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.26) $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)_4$ hidrojenleri $\delta = 3.63$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)_2$ -3,5 hidrojenler $\delta = 3.68$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.04$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.74$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)_3$ -3,4,5 hidrojenler $\delta = 5.45$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)_3$ -3,4,5 hidrojenleri $\delta = 6.64$ singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$, ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.40$ -7.81 ppm'de multiplet olarak gözlenmektedir.

2i Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.26) ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 38.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)_2$ -3,5 karbonları $\delta = 56.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)_4$ karbonu $\delta = 56.4$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)_3$ -3,4,5 karbonu $\delta = 60.5$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 105.5, 112.1, 112.9, 123.5$ ve 137.7 ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)_3$ -3,4,5 karbonları $\delta = 124.6, 124.7, 131.6$ ve 153.5 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 132.0, 133.8$ ve 134.8 , ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonu $\delta = 168.0$ ppm'de sinyal vermektedir.

2j Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.27) sikloheksil halkası $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_{11}$ hidrojenleri $\delta = 0.78$ -1.60 ppm'de multiplet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_{11}$ hidrojenleri $\delta = 3.96$ ppm'de dublet ($J = 3.2$ Hz), ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.04$ ppm'de triplet ($J = 5.1$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.75$ ppm'de triplet ($J = 4.8$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.47$ -7.94 ppm'de multiplet olarak gözlenmektedir.

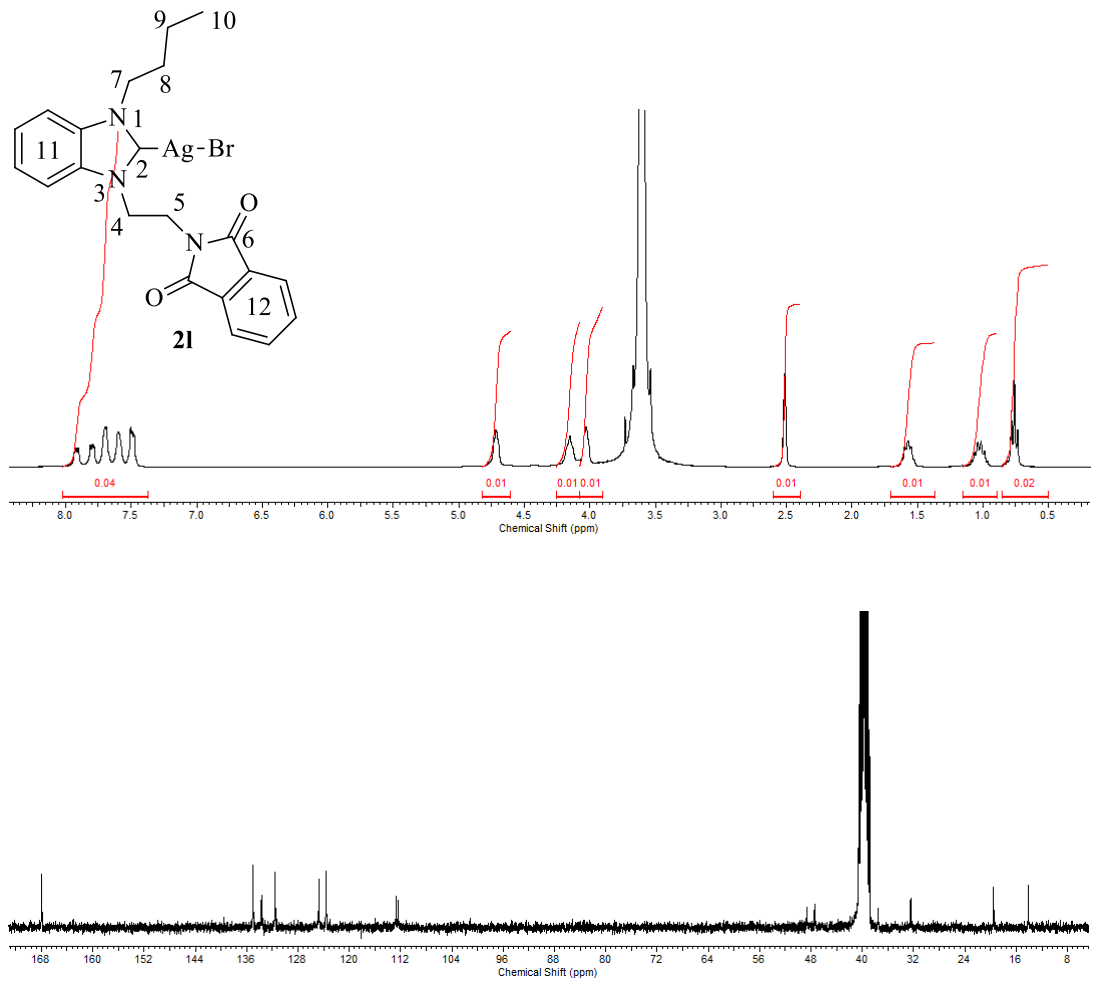
2j Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.27) sikloheksil $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_{11}$ karbonları $\delta = 15.1, 25.1, 25.7, 29.3, 30.0$ ve 37.1 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.0$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_{11}$ karbonu $\delta = 54.4$ ppm'de, benzimidazole C_6H_4 karbonları $\delta = 111.8, 112.5, 122.3$ ve 134.4 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 123.0, 124.2, 131.1, 133.1$ ve 133.5 ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonu $\delta = 167.4$ ppm'de sinyal vermektedir.



Şekil 3.28. 2k Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.28. 2k Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	-	-
4	4.41 (t, 2H)	47.3	5.4
5	4.74 (t, 2H)	37.7	5.4
6	-	167.9	-
7	3.57 (t, 2H)	48.8	5.1
8	4.03 (t, 3H)	71.4	5.1
9	3.09 (s, 3H)	48.7	-
10	7.45-7.88 (m, 4H)	112.1, 112.9, 123.6, 134.9	-
11	7.45-7.88 (m, 4H)	124.6, 131.7, 133.5, 134.1	-



Şekil 3.29. 2I Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.29. 2I Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

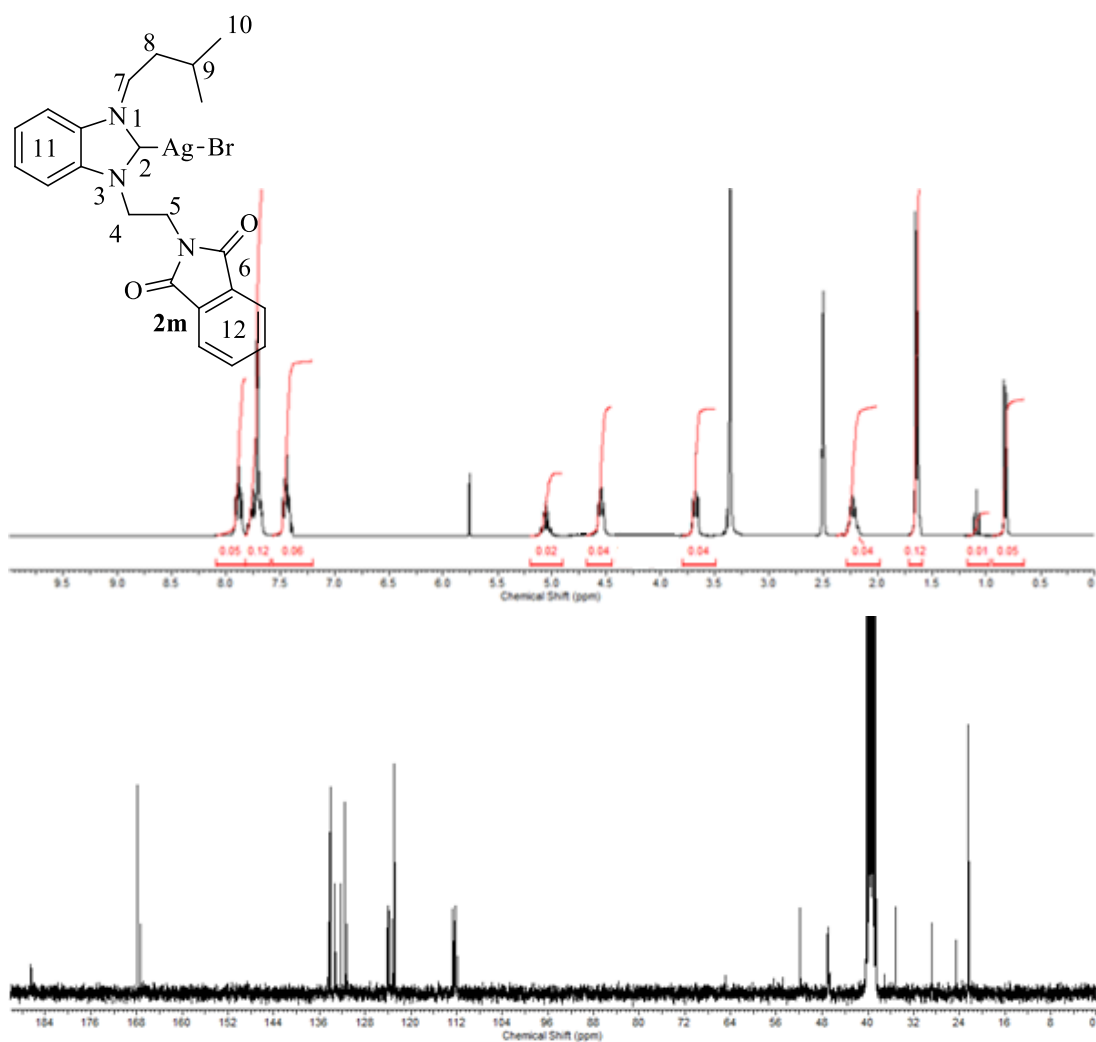
Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	-	-
4	4.03 (t, 2H)	47.4	7.4
5	4.72 (t, 2H)	37.5	7.4
6	-	167.9	-
7	2.51 (s, 2H)	48.6	-
8	1.57 (t, 3H)	32.5	7.2
9	0.99 (q, 2H)	19.5	12.0
10	0.76 (t, 3H)	14.1	7.5
11	7.48-7.93 (m, 4H)	112.3, 112.7, 123.6, 134.9	-
12	7.48-7.93 (m, 4H)	124.7, 131.5, 133.5, 133.8	-

2k Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.28) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ hidrojenleri $\delta = 3.09$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ hidrojenleri $\delta = 3.57$ ppm'de triplet ($J = 5.1$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ hidrojenleri $\delta = 4.03$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.41$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.74$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.67$ - 7.88 ppm'de multipler olarak gözlenmektedir.

2k Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.28) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.3$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ karbonu $\delta = 48.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ karbonu $\delta = 58.8$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ karbonu $\delta = 71.4$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 112.1, 112.9, 123.6$ ve 134.9 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 124.6, 131.7, 133.5$ ve 134.1 ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonu $\delta = 167.9$ ppm'de sinyal vermektedir.

2l Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.29) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ hidrojenleri $\delta = 0.76$ ppm'de triplet ($J = 7.5$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ hidrojenleri $\delta = 0.99$ ppm'de quartet ($J = 12.0$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ hidrojenleri $\delta = 1.57$ ppm'de triplet ($J = 7.2$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ hidrojenleri $\delta = 2.51$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.03$ ppm'de triplet ($J = 7.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.72$ ppm'de triplet ($J = 5.4$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.48$ - 7.93 ppm'de multipler olarak gözlenmektedir.

2l Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.29) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ karbonu $\delta = 14.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ karbonu $\delta = 19.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ karbonu $\delta = 32.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.4$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ karbonu $\delta = 48.6$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 112.3, 112.7, 123.6$ ve 134.9 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 124.7, 131.5, 133.5$ ve 133.8 ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonu $\delta = 167.9$ ppm'de sinyal vermektedir.



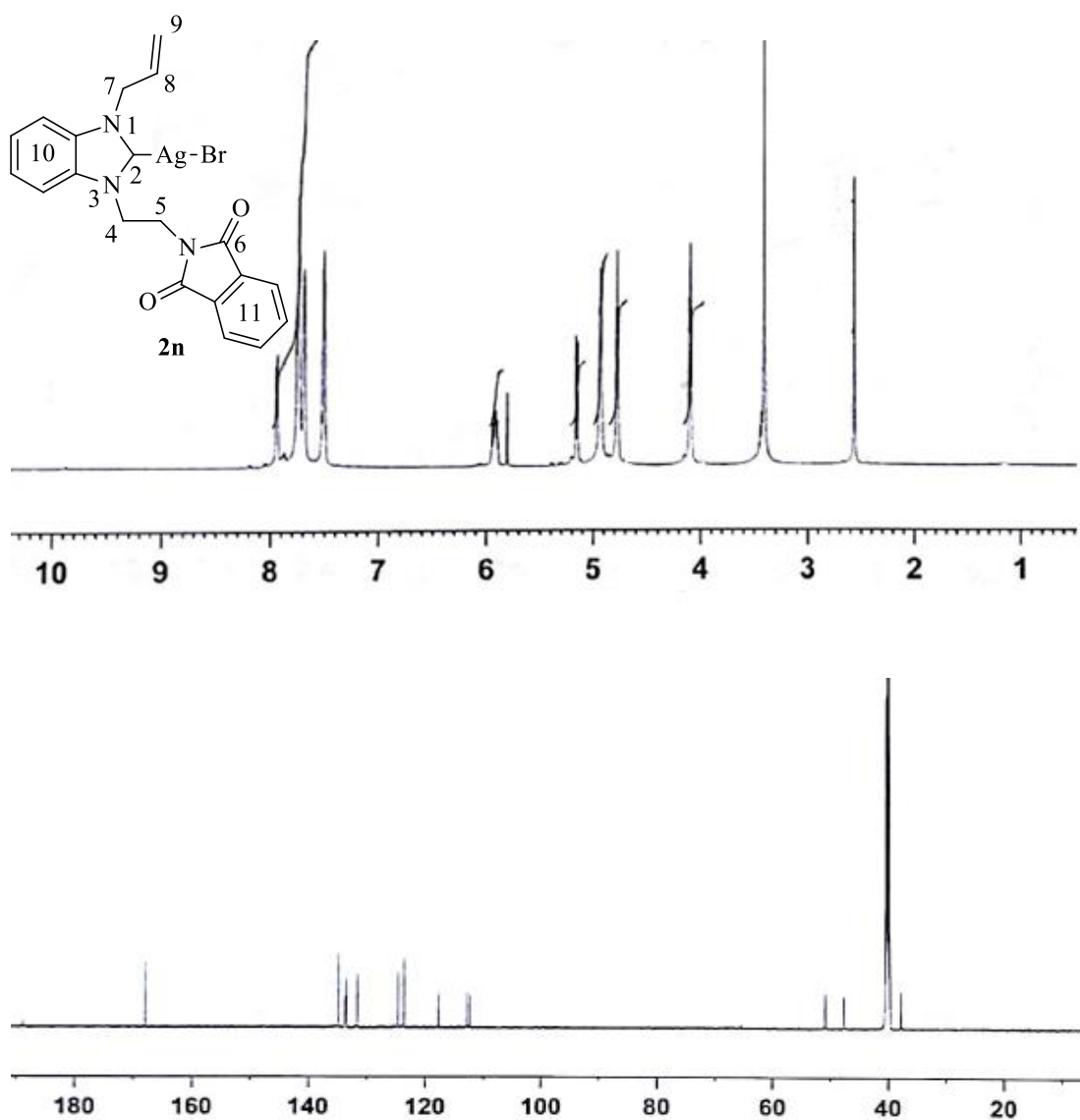
Şekil 3.30. 2m Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.30. 2m Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	186.5	-
4	3.68 (t, 2H)	47.0	6.8
5	4.55 (t, 2H)	35.0	7.5
6	-	167.3, 167.8	-
7	5.06 (t, 2H)	51.8	6.9
8	0.82 (d, 2H)	28.8	3.2
9	2.23 (t, H)	24.5	7.2
10	1.64 (d, 6H)	22.5	7.2
11	7.41-7.89 (m, 4H)	112.1, 112.6, 122.8, 123.2, 123.8, 134.5	-
12	7.41-7.89 (m, 4H)	124.0, 131.1, 131.5, 132.3, 133.3, 134.1	-

2m Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.30) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ hidrojenleri $\delta = 0.82$ ppm'de dublet ($J = 3.2$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ hidrojenleri $\delta = 1.64$ ppm'de dublet ($J = 7.2$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ hidrojenleri $\delta = 2.23$ ppm'de triplet ($J = 7.2$ Hz) olarak gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.68$ ppm'de triplet ($J = 6.8$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.55$ ppm'de triplet ($J = 7.5$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ hidrojenler $\delta = 5.06$ ppm'de triplet ($J = 6.9$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.41$ - 7.89 ppm'de multipler olarak gözlenmektedir.

2m Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.30) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ karbonları $\delta = 22.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ karbonu $\delta = 24.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ karbonu $\delta = 28.0$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 35.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.0$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ karbonu $\delta = 51.8$ ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 112.1$, 112.6 , 122.8 , 123.2 , 123.8 ve 134.5 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 124.0$, 131.1 , 131.5 , 132.3 , 133.3 ve 134.1 ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonu $\delta = 167.3$ ppm'de, Ag- C_{karben} karbonu $\delta = 186.5$ ppm'de sinyal vermektedir. Sentezlenen bileşiklerin C2 karbon değerleri literatürde sentezlenen bileşikler ile benzer yerlerde gelmektedir.



Şekil 3.31. **2n** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.31. **2n** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

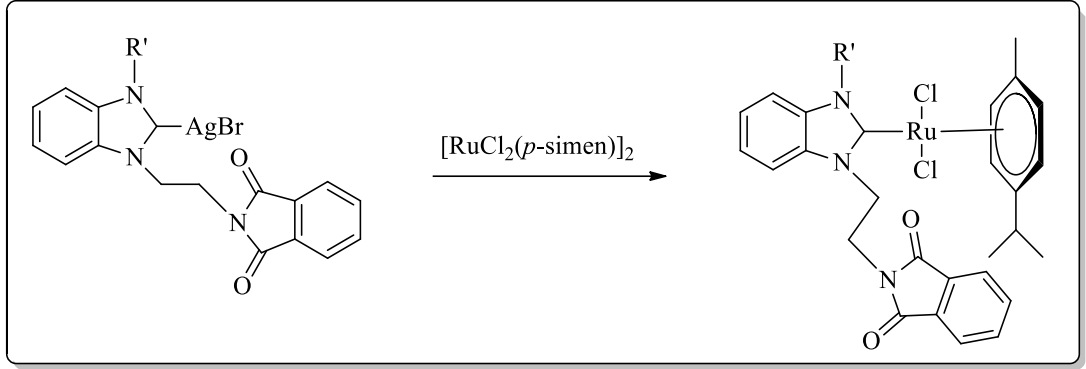
Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	188.8	-
4	4.09 (t, 2H)	47.6	2.7
5	4.78 (t, 2H)	37.7	2.7
6	-	167.9	-
7	5.15 (d, 2H)	50.7	2.7
8	4.93 (t, H)	112.3	3.6
9	5.90-5.94 (m, 2H)	112.8	-
10	7.50-7.95 (m, 4H)	117.7, 123.7, 124.7, 134.9	-
11	7.50-7.95 (m, 4H)	131.6, 133.5, 133.6, 133.8	-

2n Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.31) ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.09$ ppm'de triplet ($J = 2.7$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.78$ ppm'de triplet ($J = 2.7$ Hz), vinilik CH_2CHCH_2 hidrojenleri $\delta = 4.93$ ppm'de triplet ($J = 3.6$ Hz), CH_2CHCH_2 hidrojenleri $\delta = 5.15$ ppm'de dublet ($J = 2.7$ Hz), CH_2CHCH_2 $\delta = 5.90$ - 5.94 ppm'de multiplet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 7.50$ - 7.95 ppm'de multiplet olarak gözlemlenmektedir.

2n Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.31) ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.6$ ppm'de, vinilik CH_2CHCH_2 karbonu $\delta = 50.7$ ppm'de, CH_2CHCH_2 karbonu $\delta = 112.3$ ppm'de, CH_2CHCH_2 karbonu $\delta = 112.8$ ppm'de, C_6H_4 karbonları $\delta = 117.7$, 123.7 , 124.7 ve 1134.9 ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 131.6$, 133.5 , 133.6 ve 133.8 ppm'de, ftalimitin $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karakteristik karbonil karbonu $\delta = 167.9$ ppm'de, Ag- C_{karben} karbonu $\delta = 188.8$ ppm'de sinyal vermektedir. Sentezlenen bileşiklerin C2 karbon değerleri literatürde sentezlenen bileşikler ile benzer yerlerde gelmektedir.

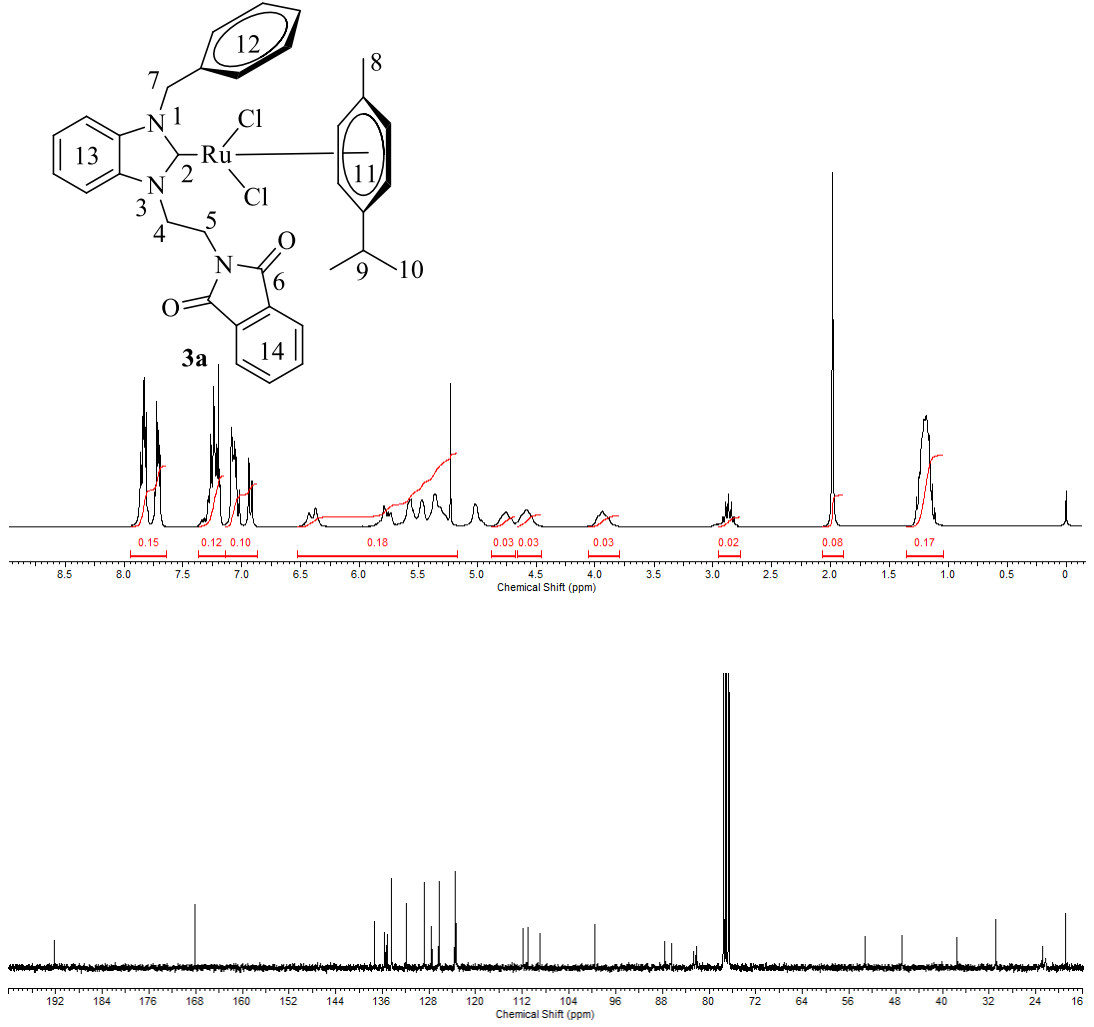
3.3. Rutenyum-NHC Komplekslerinin Sentezi.

Transmetalasyon yöntemi kullanılarak daha önce sentezlenip karakterizasyonu yapılan Ag-NHC kompleksleri oda sıcaklığında karanlık ortamda $[\text{RuCl}_2(p\text{-simen})]_2$ ile etkileştirilerek Ru-NHC kompleksleri (**3a-j**) sentezlendi. Sentezlenen bu Ru-NHC katalizörlerinin pirolidin ve morfolinin alkilasyonu tepkimesinde katalizör olarak kullanıldı.



Sema 3.4. Sentezlenen rutenyum komplekslerinin genel gösterimi

Ru-NHC komplekslerine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları Şekil 3.32-3.42’te verilmiştir. Bu spektrumlardan elde edilen bilgilere göre bileşiklerin NMR verileri Çizelge 3.32-3.42’ te sunulmuştur.



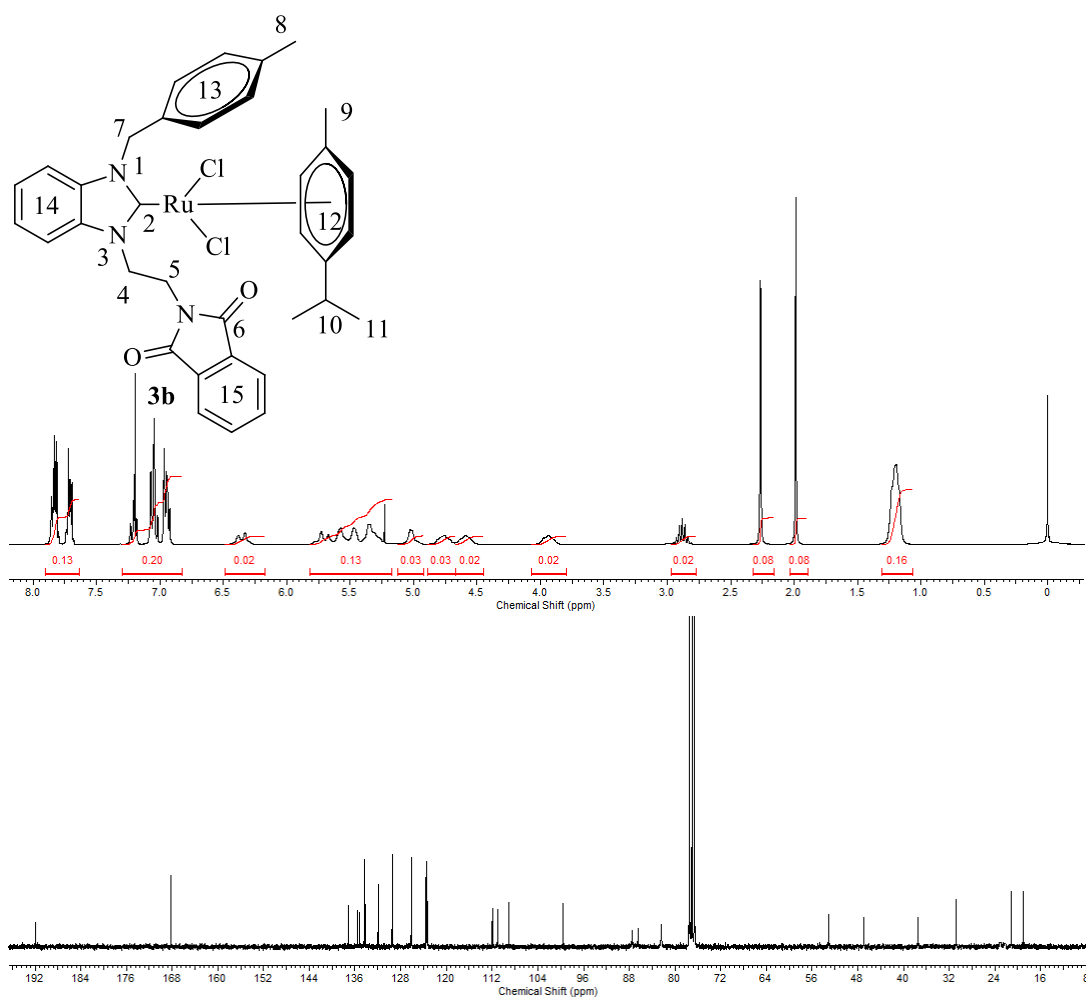
Şekil 3.32. 3a Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.32. 3a Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	192.1	-
4	3.94 (s, 2H)	47.0	-
5	4.75 (s, 2H)	37.5	-
6	-	168.2	-
7	5.23 (s, 2H)	53.3	-
8	1.98 (s, 3H)	19.0	-
9	2.87 (p, 1H)	22.9	6.9
10	1.14-1.27 (m, 6H)	30.8	-
11	5.02-5.80 (m, 4H)	82.3, 82.7, 86.6, 87.6	-
12	5.80-7.86 (m, 5H)	123.3, 123.5, 123.6, 126.3	-
13	5.80-7.86 (m, 4H)	99.6, 109, 111.1, 111.9, 137.3	-
14	5.80-7.86 (m, 4H)	127.5, 128.8, 131.9, 134.4, 135.2, 135.6	-

3a Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.32) *p*-simene ait $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ hidrojenleri $\delta = 1.14\text{-}1.27$ ppm arasında multiplet, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ hidrojeni $\delta = 1.98$ ppm'de singlet, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ hidrojeni $\delta = 2.87$ ppm'de pentet ($J = 6.9$ Hz) olarak gözlenmektedir. Ftalimit grubuna ait $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.94$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenler $\delta = 4.75$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir. Benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ hidrojenleri $\delta = 5.23$ ppm'de singlet, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ hidrojenleri $\delta = 5.02\text{-}5.80$ ppm'de multiplet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$, benzil $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ ve benzimidazol C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 5.80\text{-}7.86$ ppm'de multiplet olarak gözlenmektedir.

3a Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.32) *p*-simene ait $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ karbonu $\delta = 19.0$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ karbonu $\delta = 22.9$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ karbonu $\delta = 30.8$ ppm'de gözlemlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.0$ ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ karbonu $\delta = 53.3$ ppm'de gözlemlenmektedir. *p*-simene $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ karbonları $\delta = 82.3, 82.7, 86.6$ ve 87.6 ppm'de, benzimidazole C_6H_4 karbonları $\delta = 99.6, 109.0, 111.1, 111.9$ ve 137.3 ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ karbonları $\delta = 123.3, 123.5, 123.6$ ve 126.3 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 127.5, 128.8, 131.9, 134.4, 135.2$ ve 135.6 ppm'de gözlemlenmektedir. Ftalimitin karbonil karbonları $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ $\delta = 168.2$ ppm'de sinyal verirken, rutenyum $\text{C}_{2\text{karben}}$ karbonu $\delta = 192.1$ ppm'de sinyal vermektedir.



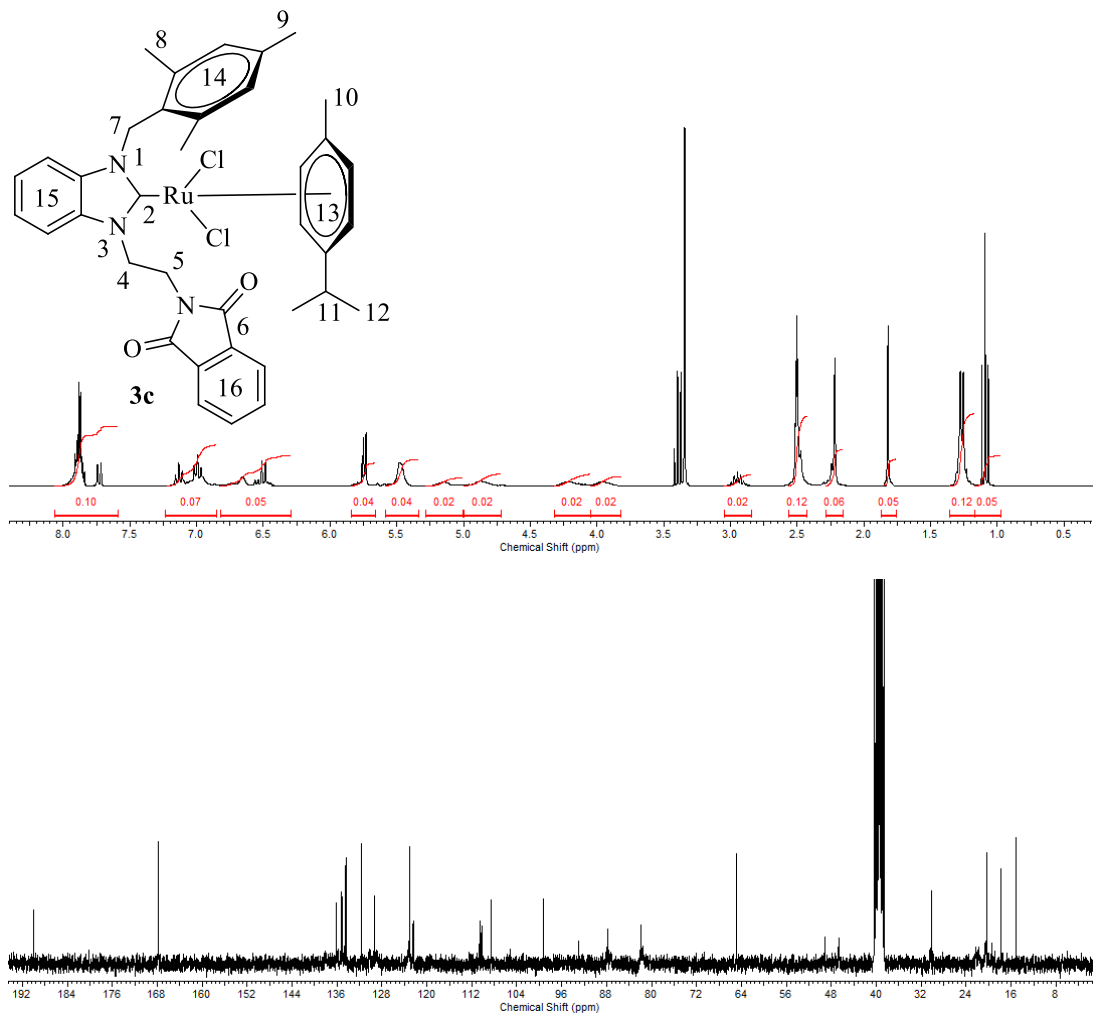
Şekil 3.33. **3b** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.33. **3b** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	192.0	-
4	3.95 (s, 2H)	47.0	-
5	4.76 (s, 2H)	37.5	-
6	-	168.2	-
7	5.23 (s, 2H)	53.1	-
8	2.26 (s, 2H)	21.1	-
9	1.99 (s, 2H)	21.1	-
10	2.88 (p, H)	30.8	13.6
11	1.18 (s, 6H)	19.0	-
12	5.03-5.72 (m, 4H)	82.5, 86.6, 87.6	-
13	5.72-7.85 (m, 4H)	123.3, 123.4, 123.5, 126.2, 129.5	-
14	5.72-7.85 (m, 4H)	99.5, 109.1, 111.0, 112, 137.2	-
15	5.72-7.85 (m, 4H)	132.0, 134.2, 134.4, 135.2, 135.6	-

3b Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.33) *p*-simene ait $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 1.18$ ppm'de singlet, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 1.99$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}_3)$ -4 hidrojenleri $\delta = 2.26$ ppm'de singlet, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 2.88$ ppm'de pentet ($J = 13.6$ Hz) olarak gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.95$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.76$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}_3)$ -4 hidrojenleri $\delta = 5.23$ ppm'de singlet gözlenmektedir. *p*-Simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 5.03$ - 5.72 ppm'de multiplet, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}_3)$ -4, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve benzimidazol C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 5.20$ - 7.85 ppm'de multiplet olarak gözlenmektedir.

3b Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.33) *p*-simene ait $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 19.0$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}_3)$ -4 karbonu $\delta = 21.1$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 22.9$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonları $\delta = 30.8$ ppm'de gözlemlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.0$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 53.1$ ppm'de gözlenmektedir. *p*-simene $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonları $\delta = 82.5$, 86.6 ve 87.6 ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 99.5$, 109.1 , 111.0 , 112 ve 137.2 ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}_3)$ -4 karbonları $\delta = 123.3$, 123.4 , 123.5 , 126.2 ve 129.5 ppm'de ve ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonlar $\delta = 132.0$, 134.2 , 134.4 , 135.2 ve 135.6 ppm'de gözlenmektedir. Ftalimitin karbonil karbonları $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ $\delta = 168.2$ ppm'de gözlenmektedir. Rutenyum $\text{C}_{2\text{karben}}$ karbonu $\delta = 192$ ppm'de sinyal vermektedir. Sentezlenen bileşiklerin C_2 karbon değerleri literatürde sentezlenen bileşikler ile benzer yerlerde gelmektedir.



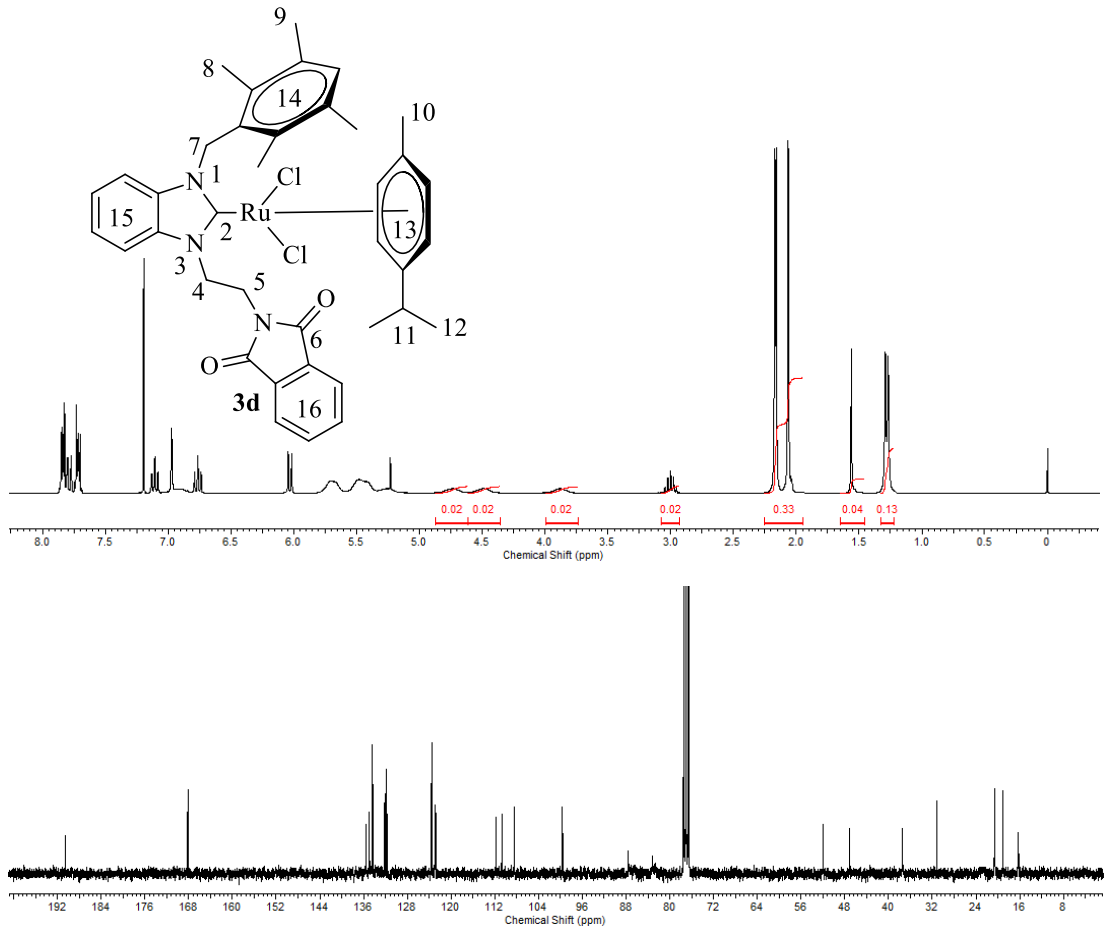
Şekil 3.34. 3c Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.34. 3c Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	190.0	-
4	3.96, 4.22(s, 2H)	49.2	-
5	4.88, 5.15 (s, 2H)	46.7	-
6	-	167.8	-
7	5.48 (s, 2H)	64.9	-
8	2.50 (p, 6H)	15.1	4.5
9	2.22 (s, 3H)	19.5	-
10	1.09 (t, 3H)	17.8	7.0
11	2.95(p, H)	20.4	15.0
12	1.26 (d, 6H)	30.2	3.5
13	5.47-5.76 (m, 4H)	81.8, 93.1, 99.3	-
14	5.76-7.92 (m, 2H)	122.4, 122.5, 123.1, 129.4	-
15	5.76-7.92 (m, 4H)	108.6, 110.2, 110.6, 136.1	-
16	5.76-7.92 (m, 4H)	131.7, 134.2, 135.0, 135.2	-

3c Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.34) *p*-simene ait $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 1.09$ ppm'de triplet ($J = 7.0$ Hz), $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 1.26$ ppm 'de dublet ($J = 3.5$ Hz), $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)$ -4 hidrojenleri $\delta = 2.22$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir. Benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_2$ -2,6 hidrojenleri $\delta = 2.50$ ppm'de pentet ($J = 4.5$ Hz), $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojeni $\delta = 2.95$ ppm'de pentet ($J = 15.0$ Hz) olarak gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.96$ ve 4.22 ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.88$ ve 5.15 ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_3$ -2,4,6 hidrojenleri $\delta = 5.48$ ppm'de singlet gözlenmektedir. *p*-Simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 5.47$ - 5.76 ppm'de multipler, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_3$ -2,4,6, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve benzimidazol C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 5.76$ - 7.92 , ppm'de multipler olarak gözlenmektedir.

3c Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.34) *p*-simene ait $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonun sinyali $\delta = 17.8$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_2$ -2,6 karbonu $\delta = 15.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)$ -4 karbonu $\delta = 19.5$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 20.4$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 30.2$ ppm'de gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 49.2$ ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_3$ -2,4,6 karbonu $\delta = 64.9$ ppm'de gözlenmektedir. *p*-simene $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonları $\delta = 81.8$, 93.1 ve 99.3 ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 108.6$, 110.2 , 110.6 ve 136.1 ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{CH}_3)_3$ -2,4,6 karbonları $\delta = 122.4$, 122.5 , 123.1 ve 129.4 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 131.7$, 134.2 , 135.0 , 135.2 ve 136.1 ppm'de gözlenmektedir. Ftalimitin karbonil karbonları $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ $\delta = 167.8$ ppm'de, rutenyum $\text{C}2_{\text{karben}}$ karbonu $\delta = 190$ ppm'de sinyal vermektedir.



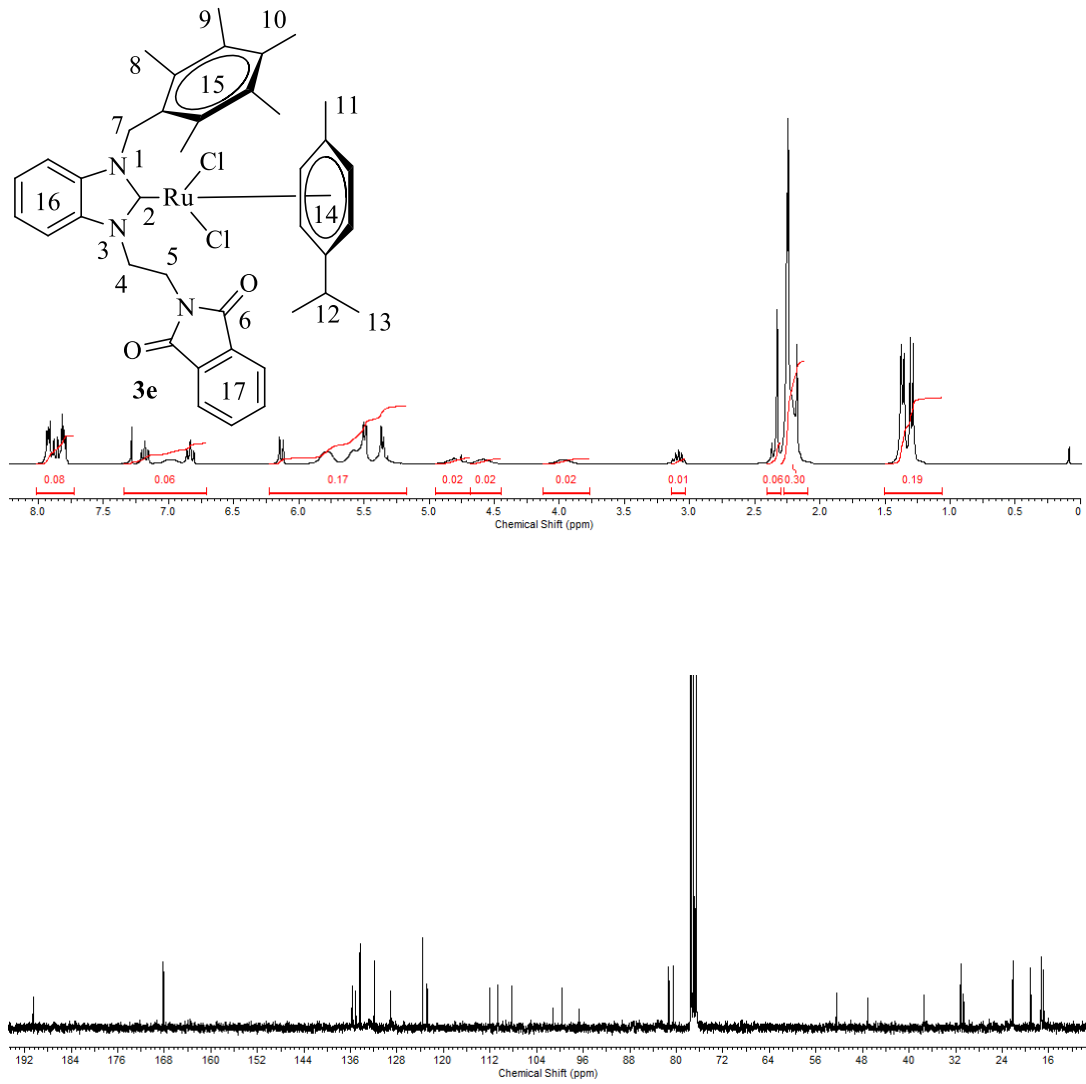
Şekil 3.35. 3d Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.35. 3d Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	190.6	-
4	3.95 (s, 2H)	47.1	-
5	4.75 (s, 2H)	37.5	-
6	-	168.2	-
7	5.23 (s, 2H)	51.9	-
8,9	2.16 (d, 12H)	19.1	-
10	1.56 (s, 3H)	16.2	-
11	3.00 (p, H)	31.1	12.5
12	1.28 (d, 6H)	22.5	4.5
13	5.25-5.85 (m, 4H)	83.3, 87.5, 99.6	-
14	5.85-7.85 (m, 4H)	122.8, 123, 123.6, 131.6	-
15	5.85-7.85 (m, 4H)	108.5, 110.7, 111.9, 135.6	-
16	5.85-7.85 (m, 4H)	132.0, 132.1, 134.4, 135.1	-

3d Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.35) *p*-simene ait $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-4}$ hidrojenleri $\delta = 1.15$ ppm'de pentet ($J = 7.2$ Hz), $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-4}$ hidrojenleri $\delta = 1.28$ ppm 'de dublet ($J = 3.4$ Hz), $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-4}$ hidrojenin $\delta = 1.56$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir. $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}(\text{CH}_3)_4\text{-2,3,5,6}$ hidrojenleri $\delta = 2.07$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.95$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.75$ ppm'de singlet, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}(\text{CH}_3)_4\text{-2,3,5,6}$ hidrojenleri $\delta = 5.23$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir. *p*-Simene $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-4}$ hidrojenleri $\delta = 5.25\text{-}5.85$ ppm'de multiplet, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}(\text{CH}_3)_2\text{-2,3,5,6}$, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve benzimidazol C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 5.85\text{-}7.85$, ppm'de multiplet olarak gözlenmektedir

3d Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.35) benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}(\text{CH}_3)_2\text{-3,5}$ karbonları $\delta = 19.1$ ppm'de, *p*-simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-4}$ karbonu $\delta = 22.5$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-4}$ karbonu $\delta = 20.6$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}(\text{CH}_3)_2\text{-2,6}$ karbonu $\delta = 16.2$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-4}$ karbonu $\delta = 31.1$ ppm'de gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 47.1$ ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}(\text{CH}_3)_4\text{-2,3,5,6}$ karbonu $\delta = 51.9$ ppm'de gözlenmektedir. *p*-simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-4}$ karbonları $\delta = 83.3, 87.5$ ve 99.6 ppm'de, benzimidazol C_6H_4 ait karbonlar $\delta = 108.5, 110.7, 111.9$ ve 135.6 ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}(\text{CH}_3)_4\text{-2,3,5,6}$ karbonları $\delta = 122.8, 123, 123.6$ ve 131.6 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 132.0, 132.1, 134.4$ ve 135.1 ppm'de gözlenmektedir. Ftalimitin karbonil karbonları $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ $\delta = 168.2$ ppm'de, rutenyum $\text{C}_{2\text{karben}}$ karbonu $\delta = 190.6$ ppm'de sinyal vermektedir. Bulunan sonuçlar literatür ile uyumludur [80].



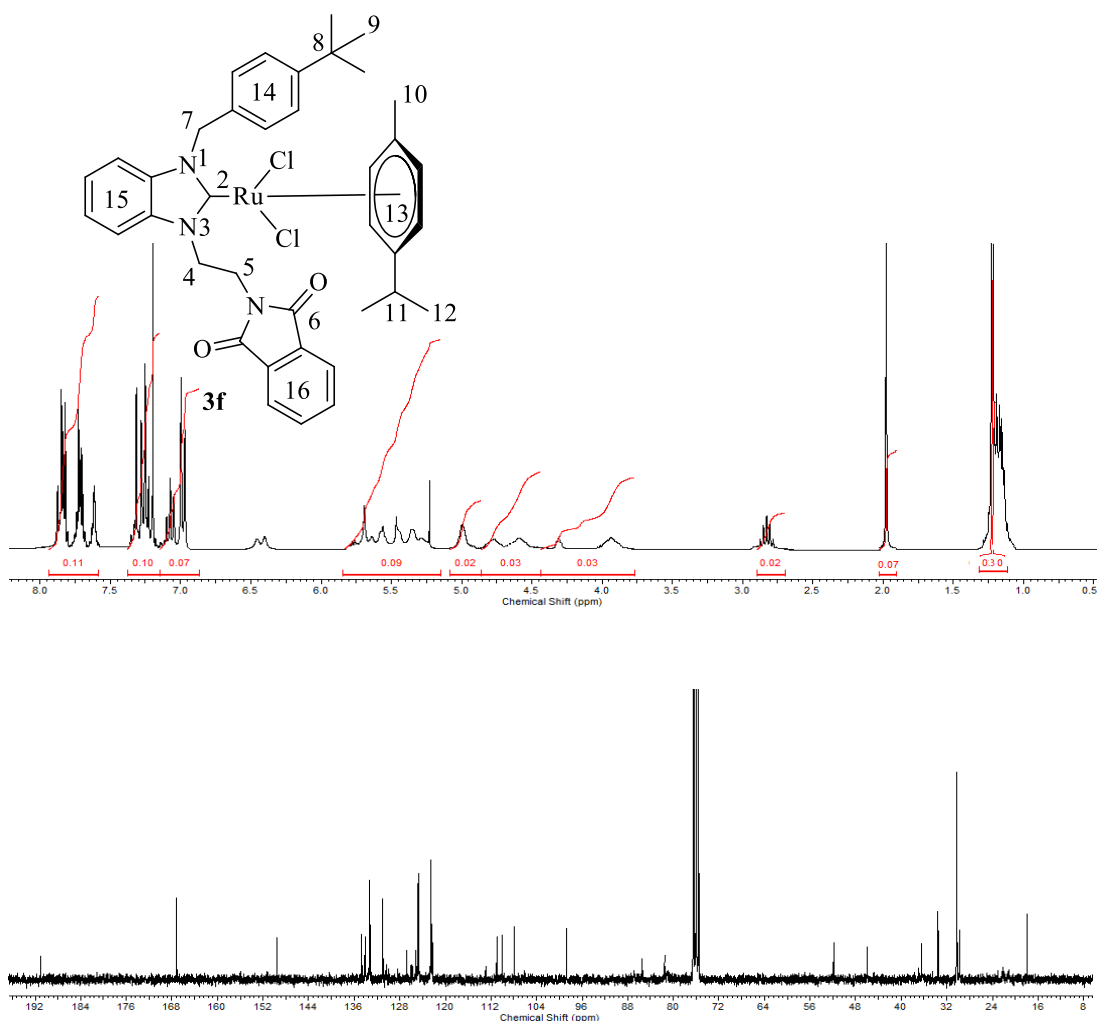
Şekil 3.36. **3e** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.36. **3e** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	190.6	-
4	3.98 (s, 2H)	47.1	-
5	4.58 (s, 2H)	37.5	-
6	-	168.2	-
7	4.72 (s, 2H)	51.9	-
8,9,10,11	2.09-2.37 (m, 18H)	16.9 (8); 17.3 (9); 19 (10); 19.2 (11)	-
12	3.08 (p, H)	37.4	6.9
13	1.30, 1.37 (d,d, 6H)	30.6	4.5
14	5.31-6.17 (m, 4H)	80.5, 81.3, 96.8, 99.6, 101.2	-
15	-	122.7, 122.9, 123.6, 129.1	-
16	6.17-7.93 (m, 4H)	108.3, 110.7, 112.7, 135.7	-
17	6.17-7.93 (m, 4H)	132.0, 134.4, 135.1, 135.6	-

3e Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.36) *p*-simene ait $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 1.23, 1.36$ ppm 'de dubletin dubleti ($J = 3.3$ Hz), $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 2.33$ ppm'de singlet, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_5$ -2,3,4,5,6 hidrojenleri 2.37-2.70 ppm'de multiplet, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojeni $\delta = 3.08$ ppm'de pentet ($J = 6.9$ Hz) olarak gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.98$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.58$ ppm'de singlet, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_4$ -2,3,4,5,6 hidrojenleri $\delta = 4.72$ ppm'de singlet, *p*-Simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 5.31$ -6.17 ppm'de multiplet, benzimidazol C_6H_4 ve ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 6.17$ -7.93 ppm arasında multiplet olarak gözlenmektedir.

3e Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.36) benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_2$ -3,5 karbonları $\delta = 16.9$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_2$ -2,6 karbonları $\delta = 17.3$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)$ -4 karbonu $\delta = 18.9$, *p*-simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 19.2$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 22.2$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 30.6$ ppm'de gözlemlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 31.2$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.4$ ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_5$ -2,3,4,5,6 karbonu $\delta = 52.5$ ppm'de gözlenmektedir. *p*-simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonları $\delta = 80.5, 81.3, 96.8, 99.6$ ve 101.2 ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 108.3, 110.7, 112.7$ ve 135.7 ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6-(\text{CH}_3)_5$ -2,3,4,5,6 karbonları $\delta = 122.7, 122.9, 123.6$ ve 129.1 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 132.0, 134.4, 135.1$ ve 135.6 ppm'de gözlenmektedir. Ftalimitin karbonil karbonları $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ $\delta = 168.2$ ppm'de, rutenyum $\text{C}_{2\text{karben}}$ karbonu $\delta = 190.6$ ppm'de sinyal vermektedir



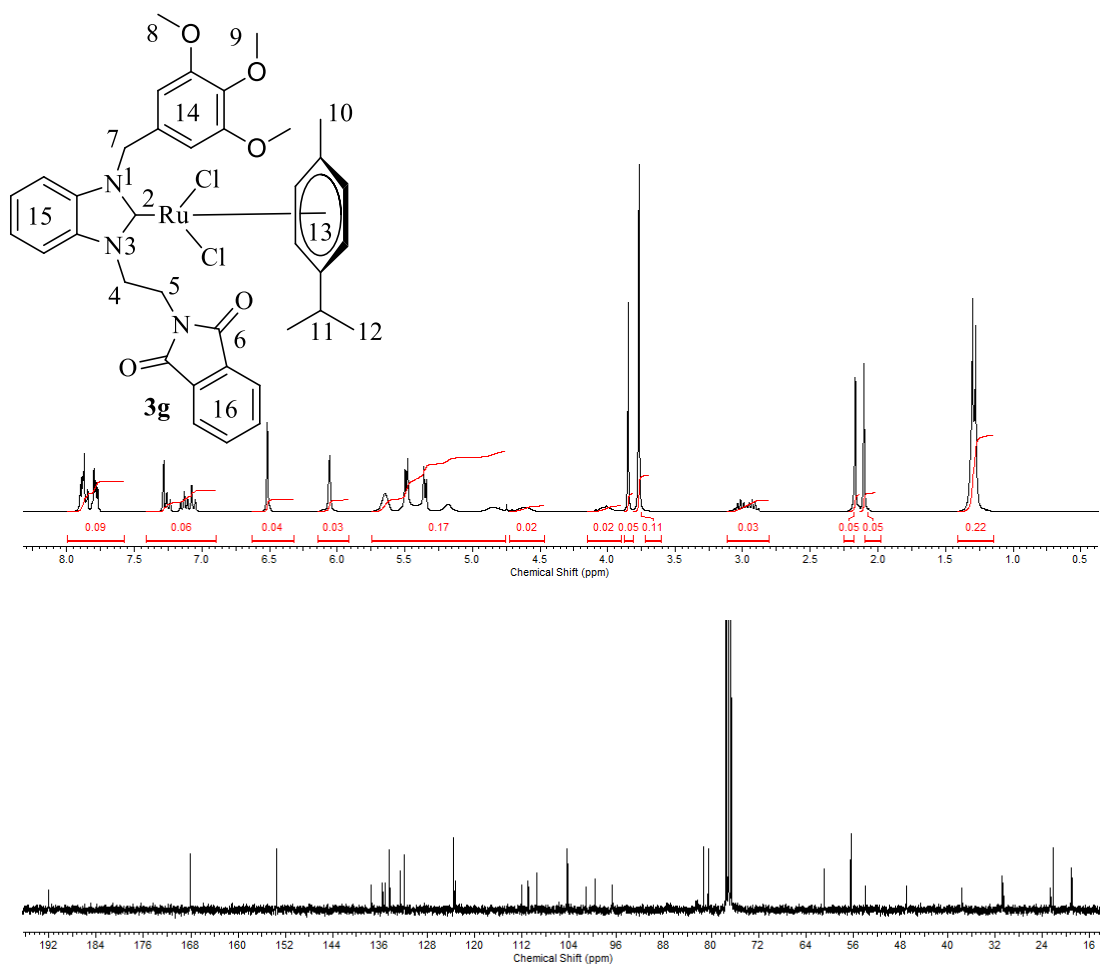
Şekil 4.37. 3f Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 4.37. 3f Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	191.0	-
4	3.94, 4.30 (s, 2H)	46.0	-
5	4.60, 4.77 (s, 2H)	36.4	-
6	-	167.1	-
7	5.00 (s, 2H)	51.9	-
8	-	33.5	-
9	1.23 (s, 9H)	30.3	-
10	1.98 (s, 3H)	17.9	-
11	2.83 (p, H)	30.2	12.0
12	1.22 (s, 6H)	29.7	-
13	5.23-5.70 (m, 4H)	81.6, 85.5 98.8	-
14	5.70-7.89 (m, 4H)	122.4, 122.5, 124.6, 124.8, 149.5	-
15	5.70-7.89 (m, 4H)	107.9, 110.0, 111.0, 134.7	-
16	5.70-7.89 (m, 4H)	125.3, 126.8, 131.0, 133.4	-

3f Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.37) *p*-simene ait $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojeni $\delta = 1.22$ ppm'de singlet, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$ -($\text{C}(\text{CH}_3)_3$)-4 hidrojenleri $\delta = 1.23$ ppm'de singlet, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 1.98$ ppm'de singlet, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojeni $\delta = 2.83$ ppm'de pentet ($J = 12.0$ Hz) olarak gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.94$ ve 4.30 ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.60$ ve 4.77 ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$ -($\text{C}(\text{CH}_3)_3$)-4 hidrojenleri $\delta = 5.00$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir. *p*-Simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 5.23$ - 5.70 ppm'de multiplet, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$ -($\text{C}(\text{CH}_3)_3$)-4, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve benzimidazol C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 5.70$ - 7.89 ppm arasında multiplet olarak gözlenmektedir.

3f Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.37) *p*-simene ait $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonun sinyali $\delta = 17.9$ ppm, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 29.7$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 30.2$ ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$ -($\text{C}(\text{CH}_3)_3$)-4 karbonları $\delta = 30.3$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$ -($\text{C}(\text{CH}_3)_3$)-4 karbonların $\delta = 33.5$ ppm'de gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 36.4$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46$ ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$ -($\text{C}(\text{CH}_3)_3$)-4 karbonu $\delta = 51.9$ ppm'de gözlenmektedir. *p*-simene $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonları $\delta = 81.6$, 85.5 ve 98.8 ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 107.9$, 110.0 , 111.0 ve 134.7 ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$ -($\text{C}(\text{CH}_3)_3$)-4 karbonları $\delta = 122.4$, 122.5 , 124.6 , 124.8 ve 149.5 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 125.3$, 126.8 , 131.0 ve 133.4 ppm'lerde gözlenmektedir. Ftalimitin karbonil karbonları $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ $\delta = 167.1$ ppm'de, rutenyum C_2 karbonu $\delta = 191.0$ ppm'de sinyal vermektedir. Sentezlenen bileşiklerin C_2 karbon değerleri literatürde sentezlenen bileşikler ile benzer yerlerde gelmektedir.



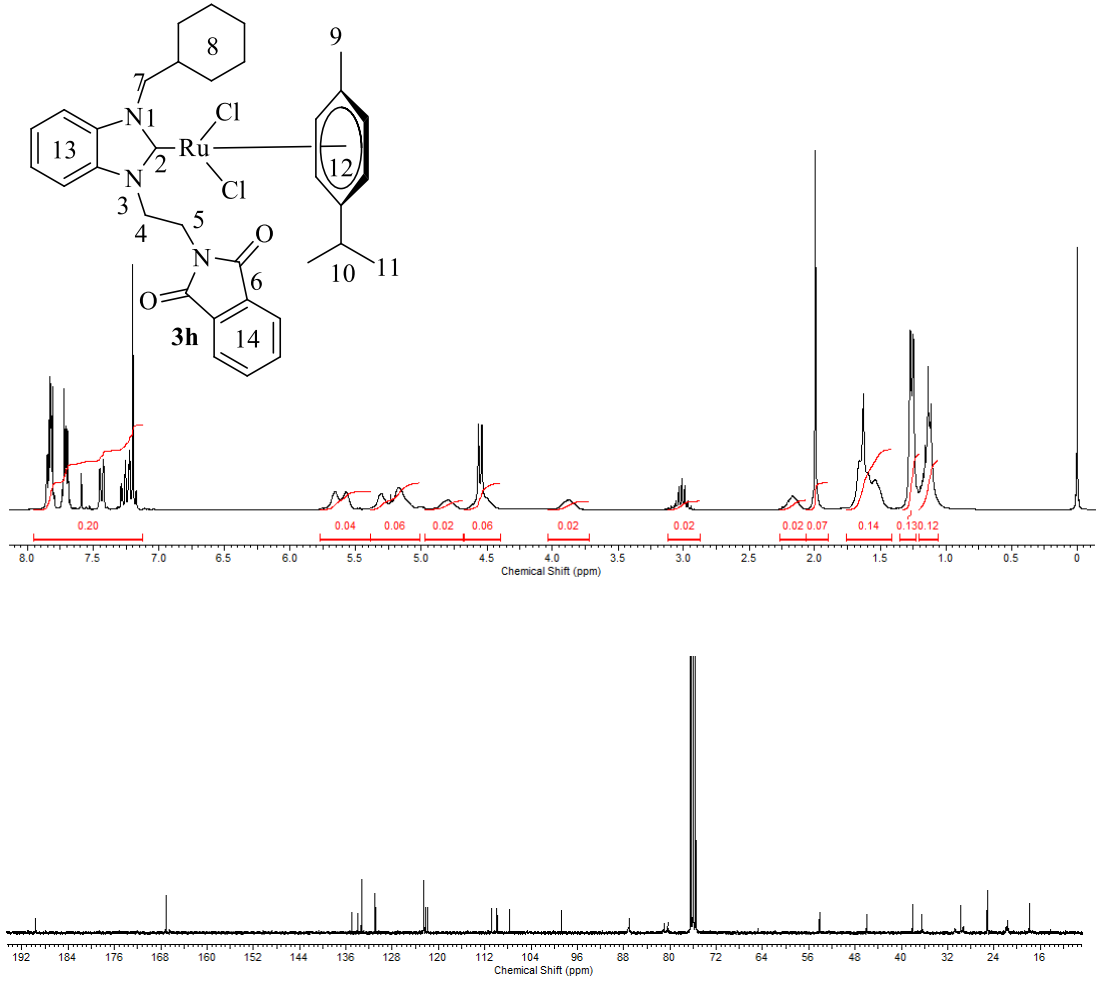
Şekil 3.38. 3g Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.38. 3g Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	192.0	-
4	4.06 (s, 2H)	46.9	-
5	4.74 (s, 2H)	37.6	-
6	-	168.1	-
7	6.06 (s, 2H)	60.9	-
8	3.77 (s, 6H)	56.4	-
9	3.85 (s, 3H)	53.9	-
10	2.10 (s, 3H)	19.1	-
11	2.98 (p, H)	30.8	5.7
12	1.25 (d, 6H)	22.2	5.7
13	5.33-5.72 (m, 4H)	80.5, 81.3, 96.8, 99.7, 101.2	-
14	6.52 (s, 2H)	123.3, 123.5, 131.9, 153.5	-
15	5.72-7.90 (m, 4H)	104.3, 109.5, 110.9, 112.1, 137.4	-
16	5.72-7.90 (m, 4H)	132.5, 134.4, 135.5, 135.6	-

3g Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.38) *p*-simene ait $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 1.25$ ppm 'de dublet ($J = 5.7$ Hz), $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 2.10$ ppm'de singlet, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojeni $\delta = 2.98$ ppm'de pentet ($J = 5.7$ Hz) olarak gözlenmektedir. Benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)_2$ -3,5 hidrojenleri $\delta = 3.77$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)$ -4 hidrojenleri $\delta = 3.85$ ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.06$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.74$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)_3$ -3,4,5 hidrojenleri $\delta = 6.06$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir. *p*-Simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 5.33$ - 5.72 ppm'de multipler, benzimidazol C_6H_4 ve ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 5.72$ - 7.90 ppm arasında multipler olarak gözlenmektedir.

3g Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.39) *p*-simene ait $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 19.1$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 22.2$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 30.8$ ppm'de gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 37.6$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.9$ ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)$ -4 karbonu $\delta = 53.9$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)_2$ -3,5 karbonu $\delta = 56.4$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)_3$ -3,4,5 karbonu $\delta = 60.9$ ppm'de gözlenmektedir. *p*-simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonları $\delta = 80.5$, 81.3 , 96.8 , 99.7 ve 101.2 ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 104.3$, 109.5 , 110.9 , 112.1 ve 137.4 ppm'de, benzilik $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_2-(\text{OCH}_3)_3$ -3,4,5 karbonları $\delta = 123.3$, 123.5 , 131.9 ve 153.5 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 132.5$, 134.4 , 135.5 ve 135.6 ppm'de gözlenmektedir. Ftalimitin karbonil karbonları $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ $\delta = 168.1$ ppm'de. rutenyum $\text{C}_{2\text{karbon}}$ karbonu $\delta = 192.0$ ppm'de sinyal vermektedir.



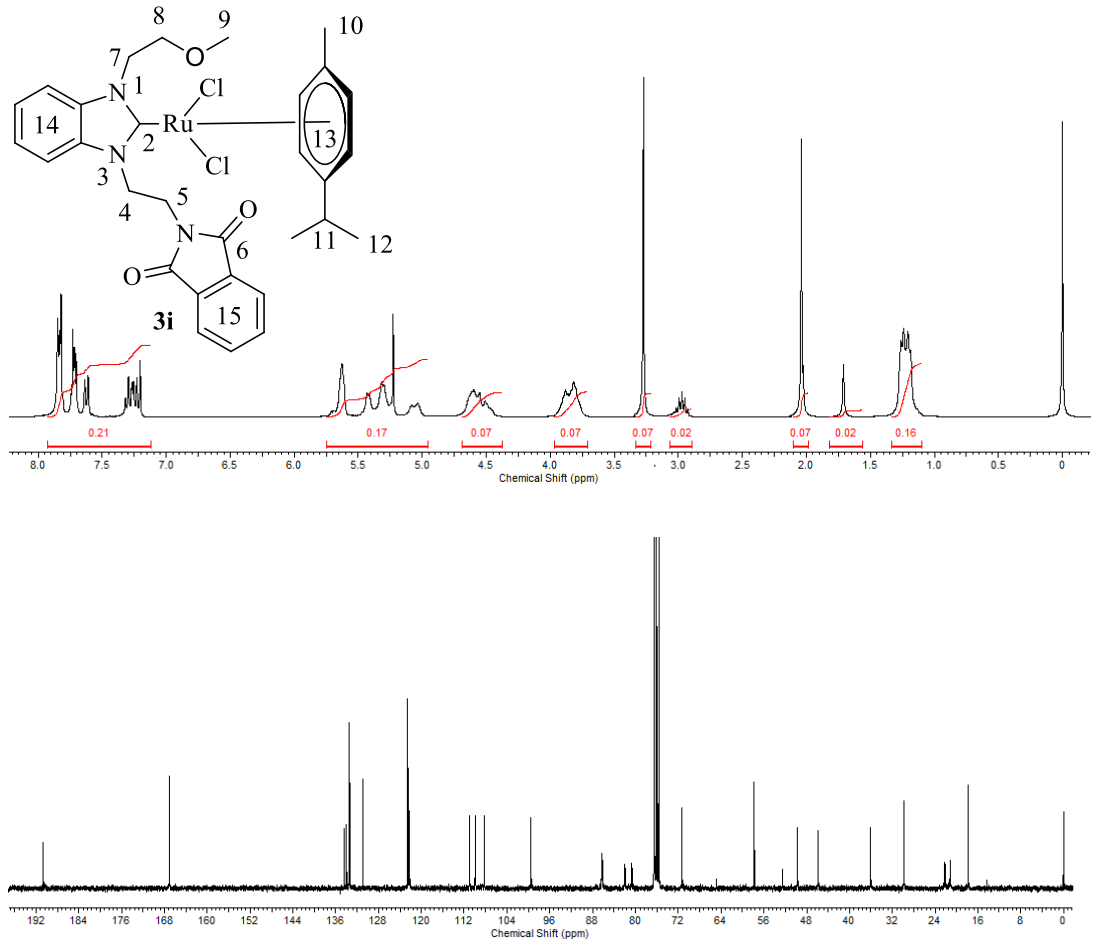
Şekil 3.39. **3h** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.39. **3h** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	189.7	-
4	3.87 (s, 2H)	46.0	-
5	4.79 (s, 2H)	38.1	-
6	-	167.1	-
7	4.55 (d, 2H)	54.2	3.9
8	1.11-1.66 (m, 11H)	21.7, 25.1, 25.3, 36.4	-
9	1.98 (s, 3H)	17.9	-
10	3.01 (p, H)	30.1	10.2
11	1.26 (d, 6H)	29.7	3.3
12	5.07-5.72 (m, 4H)	80.4, 81.0, 87.0, 98.8	-
13	5.72-7.85 (m, 4H)	107.7, 109.9, 110.9, 135.0	-
14	5.72-7.85 (m, 4H)	121.8, 122.2, 122.5, 131.0, 133.3, 134.0	-

3h Bileşiğinin $^1\text{H-NMR}$ spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.39) metilsikloheksil yapısına ait $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_{11}$ hidrojenleri $\delta = 1.11\text{-}1.66$ ppm'arasında multipler, *p*-simene $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-}4$ hidrojenleri $\delta = 1.26$ ppm'de dublet ($J = 3.3$ Hz), $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-}4$ hidrojeni $\delta = 1.98$ ppm'de singlet, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-}4$ hidrojeni $\delta = 3.01$ ppm'de pentet ($J = 10.2$ Hz) olarak gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.87$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_{11}$ hidrojenler $\delta = 4.55$ ppm'de dublet ($J = 3.9$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.79$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir. *p*-Simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-}4$ hidrojenleri $\delta = 5.07\text{-}5.72$ ppm'de multipler, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$, ve benzimidazol C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 5.72\text{-}7.85$ ppm arasında multipler olarak gözlenmektedir.

3h Bileşiğinin $^{13}\text{C-NMR}$ spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.39) *p*-simene ait $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-}4$ karbonu $\delta = 17.9$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-}4$ karbonu $\delta = 29.7$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-}4$ karbonu $\delta = 30.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_{11}$ karbonları $\delta = 21.7, 25.1, 25.3$ ve 36.4 ppm'de gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 38.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 46.0$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_{11}$ karbonu $\delta = 54.2$ ppm'de gözlenmektedir. *p*-simene $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{-}4$ karbonları $\delta = 80.4, 81.0, 87.0$ ve 98.8 ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 107.7, 109.9, 110.9$ ve 135.0 ppm'de, benzilik, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 121.8, 122.2, 122.5, 131.0, 133.3$ ve 134.0 ppm'lerde gözlenmektedir. Ftalimitin karbonil karbonları $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ $\delta = 167.1$ ppm'de, rutenyum $\text{C}_{2\text{karben}}$ karbonu $\delta = 189.7$ ppm'de sinyal vermektedir.



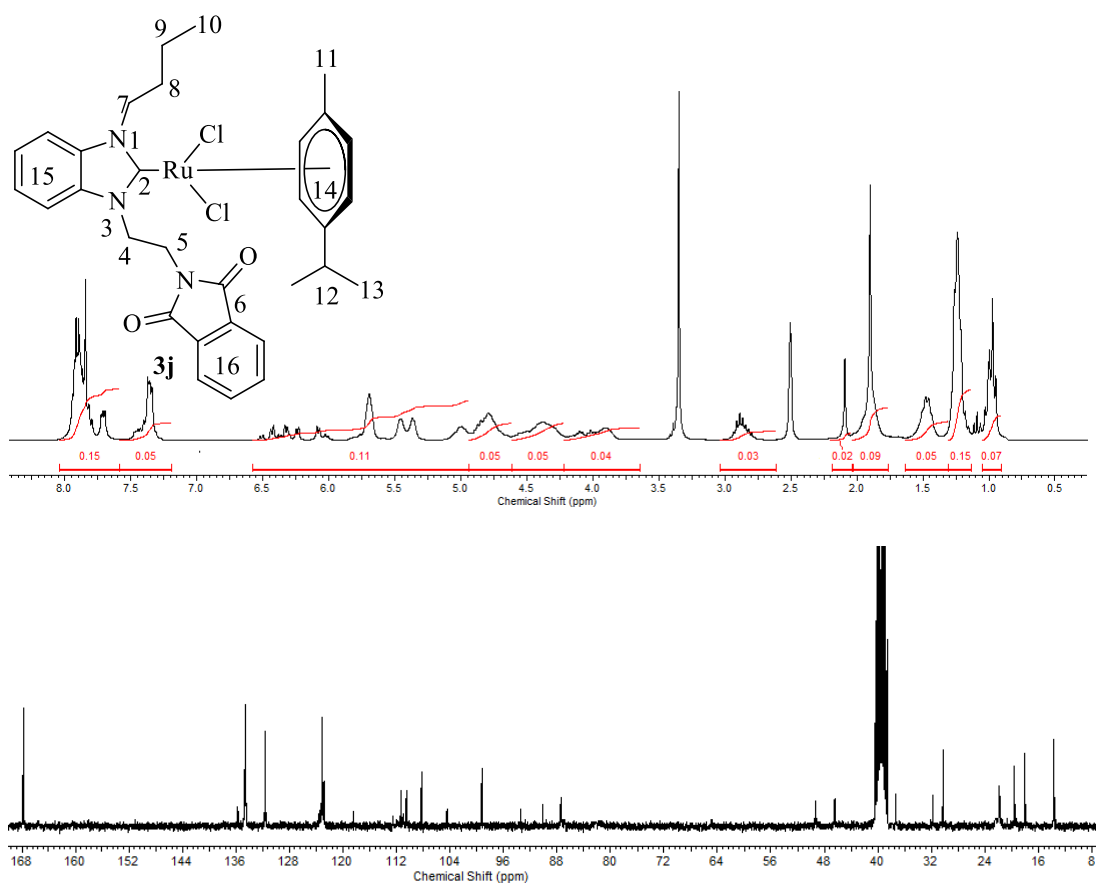
Şekil 3.40. 3i Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.40. 3i Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	190.6	-
4	3.71-3.97 (m, 2H)	45.8	-
5	4.72-4.87 (m, 2H)	36.0	-
6	-	167.1	-
7	2.04 (s, 2H)	49.7	-
8	5.06 (s, 2H)	57.8	-
9	3.27 (s, 3H)	22.2	-
10	1.71 (s, 3H)	17.8	-
11	2.97 (p, H)	29.8	2.4
12	1.23 (d, 6H)	21.1	4.5
13	5.03-5.63 (m, 4H)	71.3, 80.7, 81.2, 86.2, 99.6	-
14	5.63-7.85 (m, 4H)	108.3, 109.9, 111.0, 134.4	-
15	5.63-7.85 (m, 4H)	122.2, 122.6, 130.9, 133.4, 134.	-

3i Bileşiğnin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.40) *p*-simene $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 1.23$ ppm'de dublet ($J = 4.5$ Hz), $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 1.71$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ hidrojenleri $\delta = 2.04$ ppm'de singlet, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojeni $\delta = 2.97$ ppm'de pentet ($J = 2.4$ Hz) olarak gözlemlenmektedir. $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ hidrojenleri $\delta = 3.27$ ppm'de singlet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 3.71$ - 3.97 ppm'de multiplet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.72$ - 4.87 ppm'de multiplet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ hidrojenleri $\delta = 5.06$ ppm'de singlet olarak gözlemlenmektedir. *p*-Simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 5.03$ - 5.63 ppm'de multiplet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve benzimidazol C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 5.63$ - 7.85 ppm arasında multiplet olarak gözlenmektedir.

3i Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.40) *p*-simene $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 17.8$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 21.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ karbonu $\delta = 22.2$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 29.8$ ppm'de gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 36.0$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 45.8$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ karbonu $\delta = 49.7$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ karbonu $\delta = 57.8$ ppm'de gözlenmektedir. *p*-simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonları $\delta = 71.3, 80.7, 81.2, 86.2$ ve 99.6 ppm'de, benzimidazole C_6H_4 karbonları $\delta = 108.3, 109.9, 111.0$ ve 134.4 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 122.2, 122.6, 130.9, 133.4$ ve 134 ppm'de gözlenmektedir. Ftalimitin karbonil karbonları $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ $\delta = 167.1$ ppm'de, rutenyum $\text{C}2_{\text{karben}}$ karbonu $\delta = 190.6$ ppm'de sinyal vermektedir. Sentezlenen bileşiklerin C2 karbon değerleri literatürde sentezlenen bileşikler ile benzer yerlerde gelmektedir.



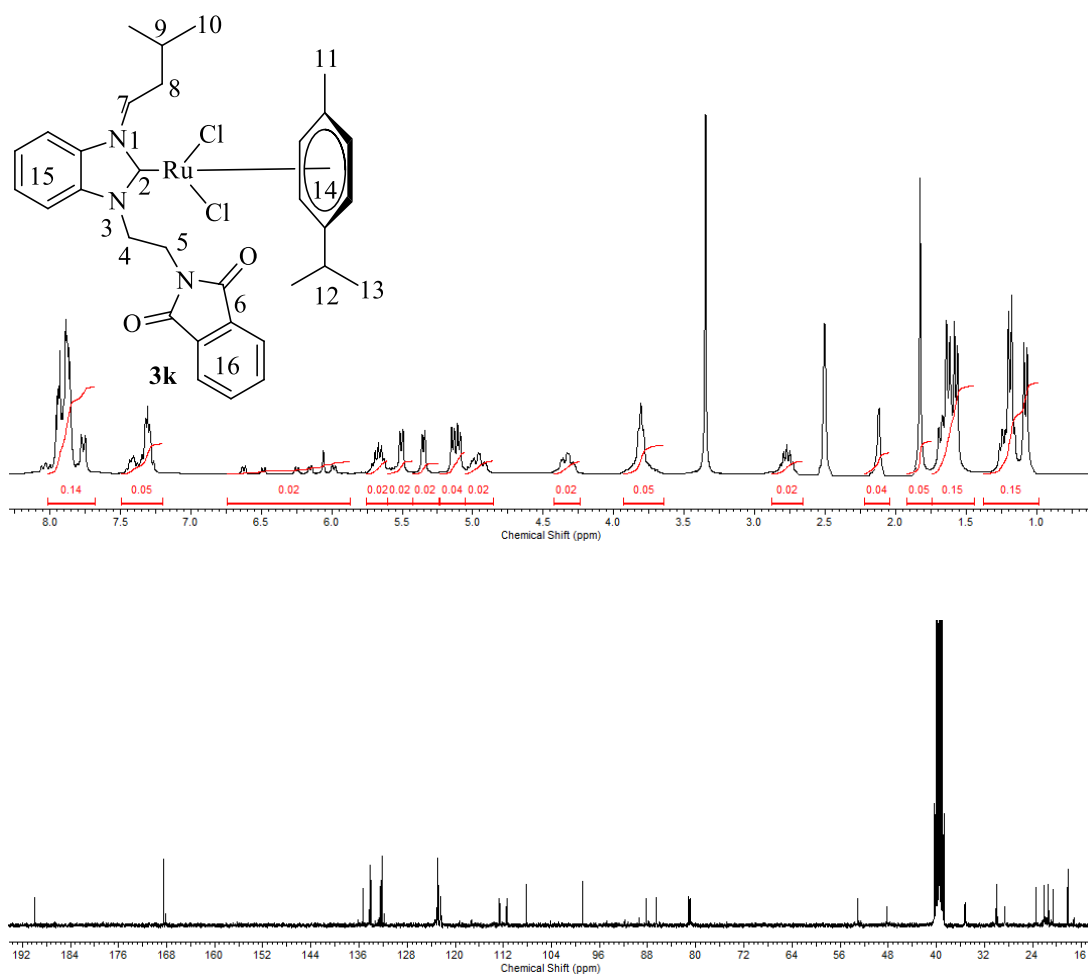
Şekil 3.41. 3j Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.41. 3j Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	191.1	-
4	4.36 (s, 2H)	49.4	-
5	4.80 (s, 2H)	37.4	-
6	-	167.8	-
7	3.90-4.14 (m, 2H)	46.5	-
8	2.09 (s, 2H)	22.0	-
9	2.24 (s, 2H)	18.0	-
10	1.90 (s, 3H)	13.8	-
11	0.93-1.03 (m, 3H)	19.6	-
12	2.87 (p, H)	31.8	6.7
13	1.24 (s, 6H)	30.3	-
14	5.36-5.80 (m, 4H)	87.6, 91.2, 93.4, 99.2, 104.4	-
15	5.80-7.96 (m, 4H)	108.3, 110.5, 111.1, 111.4, 135.7	-
16	5.80-7.96 (m, 4H)	118.5, 122.8, 123.2, 131.7, 134.5	-

3j Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.41) *p*-simene $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 0.93\text{-}1.03$ ppm'de multiplet, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 1.24$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ hidrojenleri $\delta = 1.90$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ hidrojenleri $\delta = 2.09$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ hidrojenleri $\delta = 2.24$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir. $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojeni $\delta = 2.87$ ppm'de pentet ($J = 6.7$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ hidrojenleri $\delta = 3.90\text{-}4.14$ ppm'de multiplet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.36$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.80$ ppm'de singlet olarak gözlenmektedir. *p*-Simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 hidrojenleri $\delta = 5.36\text{-}5.80$ ppm'de multiplet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve benzimidazol C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 5.80\text{-}7.96$ ppm'de multiplet olarak gözlenmektedir.

3j Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.41) alifatik $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ karbonu $\delta = 13.8$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ karbon $\delta = 18.0$ ppm'de, *p*-simene $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 19.6$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ karbonu $\delta = 22.0$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonu $\delta = 30.3$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbon $\delta = 31.8$ ppm'de gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 36$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbon $\delta = 45.8$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ karbonu $\delta = 46.5$ ppm'de gözlenmektedir. *p*-simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)$ -4 karbonları $\delta = 87.6, 91.2, 93.4, 99.2$ ve 104.4 ppm'de, benzimidazol C_6H_4 karbonları $\delta = 108.3, 110.5, 111.1, 111.4$ ve 135.7 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 118.5, 122.8, 123.2, 131.7$ ve 134.5 ppm'de gözlenmektedir. Ftalimitin karbonil karbonları $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ $\delta = 167.8$ ppm'de, rutenyum C2_{karben} karbonu $\delta = 191.1$ ppm'de sinyal vermektedir. Sentezlenen bileşiklerin C2 karbon değerleri literatürde sentezlenen bileşikler ile benzer yerlerde gelmektedir.



Şekil 3.42. **3k** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR spektrumları (300 MHz)

Çizelge 3.42. **3k** Bileşiğine ait ^1H ve ^{13}C NMR verileri (300 MHz)

Konum	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	J (Hz)
2	-	190.0	-
4	4.32 (t, 2H)	48.2	10.2
5	4.95 (t, 2H)	35.2	10.2
6	-	168.5	-
7	3.81 (t, 2H)	50.0	5.4
8	2.11 (s, 2H)	28.6	-
9	2.77 (p, H)	22.1	6.7
10	1.56-1.69 (m, 6H)	20.6	-
11	1.83 (s, 3H)	18.1	-
12,13	1.06-1.26 (m, 7H)	23.5 (12); 21.4 (13)	-
14	5.10-7.96 (m, 4H)	80.8, 81.1, 87.8, 88.2, 98.8 108.1,	-
15	5.10-7.96 (m, 4H)	111.5, 112.7, 122.4, 122.8, 135.4	-
16	5.10-7.96 (m, 4H)	131.9, 132.2, 132.5, 132.8, 134.3	-

3k Bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.42) *p*-simene $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ hidrojenleri $\delta = 1.06\text{-}1.26$ ppm'de multiplet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ hidrojenleri $\delta = 1.56\text{-}1.69$ ppm'de multiplet, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ hidrojenleri $\delta = 1.83$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ hidrojenleri $\delta = 2.11$ ppm'de singlet, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ hidrojeni $\delta = 2.77$ ppm'de pentet ($J = 6.7$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ hidrojenleri $\delta = 3.81$ triplet ($J = 5.4$ Hz) gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.32$ ppm'de triplet ($J = 10.2$ Hz), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ hidrojenleri $\delta = 4.95$ ppm'de triplet ($J = 10.2$ Hz) olarak gözlenmektedir. *p*-Simen $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ hidrojenleri $\delta = 5.06\text{-}5.74$ ppm'de multiplet, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ ve benzimidazol C_6H_4 hidrojenleri $\delta = 5.74\text{-}7.96$ ppm arasında multiplet olarak gözlenmektedir.

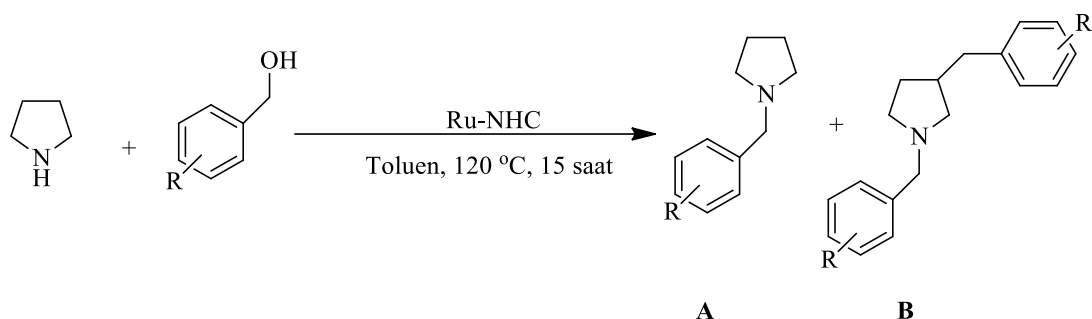
3k Bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu incelendiğinde (Şekil 3.42) *p*-simene $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ karbonu sinyali $\delta = 18.1$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ karbonlar $\delta = 20.6$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ karbonu $\delta = 21.4$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ karbonu $\delta = 22.1$ ppm'de, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ karbonun $\delta = 23.5$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ karbonu $\delta = 28.6$ ppm'de gözlenmektedir. Ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 36$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonu $\delta = 45.8$ ppm'de, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ karbonu $\delta = 50.0$ ppm'de gözlenmektedir. $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_4$ karbonları $\delta = 80.8, 81.1, 87.8, 88.2$ ve 98.8 ppm'de, benzimidazol C_6H_4 ait karbonlar $\delta = 108.1, 111.5, 112.7, 122.4, 122.8$ ve 135.4 ppm'de, ftalimit $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ karbonları $\delta = 131.9, 132.2, 132.5, 132.8$ ve 134.3 ppm'lerde gelmekte, ftalimitin karbonil karbonları $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_4$ $\delta = 168.5$ ppm'de, rutenyum $\text{C}_{2\text{karben}}$ karbonu $\delta = 190.0$ ppm'de sinyal vermektedir.

3.4. Ru-NHC Katalizörlüğünde Pirolidin ve Morfolinin Alkilasyonu

3.4.1. Pirolidin alkilasyonu

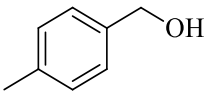
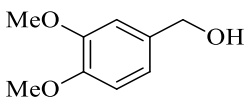
Sentezlenen rutenyum karben kompleksleri pirolidinin alkol türevleri ile alkillenmesinde katalizör olarak kullanıldı. Kuru Schlenk tüpüne pirolidin (1 mmol), Ru-NHC (% 1 mol), alkol (2.5 mmol), toluen (1 mL) ve CSA (% 40 mmol) eklendi. 120 °C de 15 saat ısıtıldı. Karışım oda sıcaklığına soğutuldu. Ürün silika jel üzerinde saflaştırıldı. Ürünlerin kontrolü GC ve GC-MS ile yapıldı.

Çizelge 3.43.'te tepkimeye ait şartlar ve pirolidine göre belirlenen verimler (%) görülmektedir.



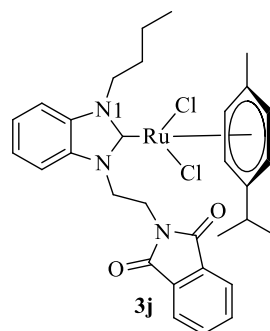
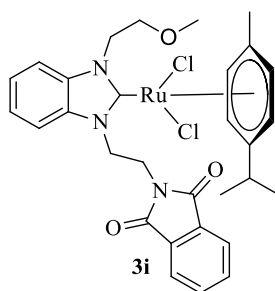
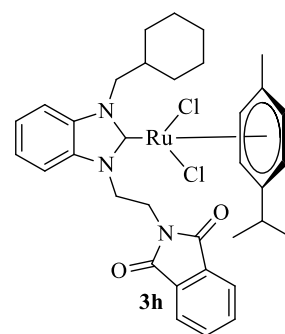
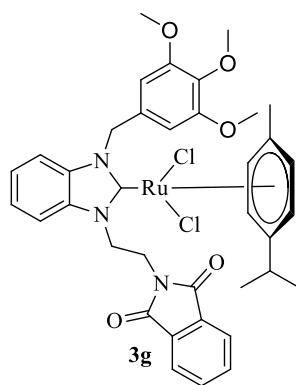
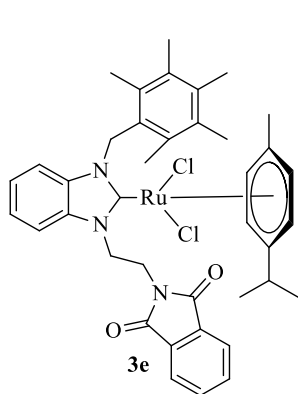
Çizelge 3.43. Ru-NHC katalizörlüğünde pirolidinin alkilasyonu

Deney No	Ru-NHC	Alkol	% Dönüşüm	% Verim A	% Verim B
1	4a		85	85	-
2	4b		84	76	24
3	4c		93	65	35
4	4d		100	10	90
5	4e		98	70	30
6	4f		94	81	19
7	4g		98	90	10
8	4h		100	100	-
9	4i		72	65	35
10	4i		100	90	10
11	4j		100	95	5

12	4a		50	-	100
13	4b		88	45	65
14	4c		77	65	35
15	4d		98	80	20
16	4e		100	75	25
17	4f		83	76	24
18	4g		100	87	13
19	4h		100	100	-
20	4i		77	26	74
21	4i		100	86	14
22	4j		100	100	0
23	4a		96	88	12
24	4b		89	60	40
25	4c		78	54	46
26	4d		70	100	-
27	4e		100	50	50
28	4f		90	88	12
29	4g		100	22	78
30	4h		100	91	9
31	4i		100	20	80
32	4i		100	30	70
33	4j		100	0	100

(1 mmol), Ru-NHC (% 1 mol), alkol (2.5 mmol), toluen (1 mL) ve CSA (% 40 mmol) eklendi. 120 °C de 15 saat ısıtıldı.

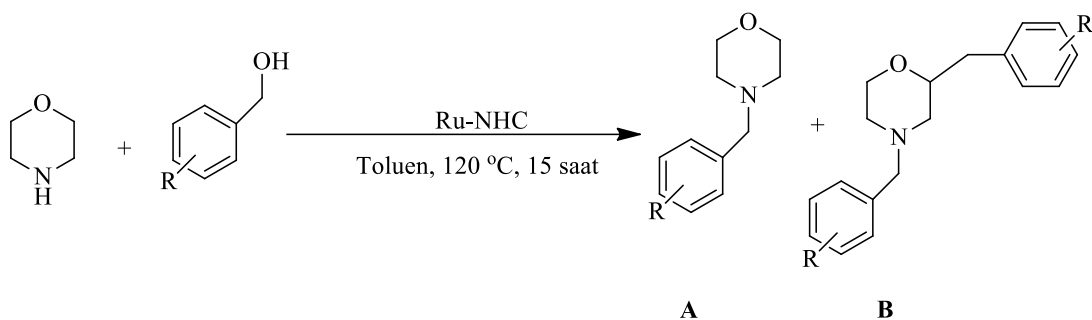
Çizelge 3.43'e bakıldığında pirolidinin üç farklı substurat ile 120 °C'de 15 saat katalitik tepkimesi sonucunda oluşan ürünler silika kolondan saflaştırılarak GC ve GC-MS'de ürünlerin kontrolü yapıldı. Ru-NHC komplekslerinin pirolidin alkilasyonunda aktif oldukları görülmektedir. Yapıda heteroatom bulunduran ve elektronca zengin olan katalizörlerin diğerlerinden daha aktif olduğunu görmekteyiz. En aktif katalizörlerin **3e**, **3g**, **3h**, **3i**, **3j** katalizörleri olduğunu görmekteyiz.



3.4.2. Morfolinin alkilasyonu

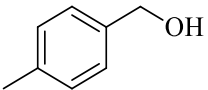
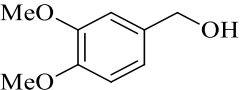
Sentezlenen rutenyum karben kompleksleri morfolinin alkol türevleri ile alkillenmesinde katalizör olarak kullanıldı. Kuru Schlenk tüpüne pirolidin (1 mmol), Ru-NHC (% 1 mol), alkol (2.5 mmol), toluen (1 mL) ve CSA (% 40 mmol) eklendi. 120 °C de 15 saat ısıtıldı. Karışım oda sıcaklığına soğutuldu. Ürün silika jel üzerinde saflaştırıldı. Ürünlerin kontrolü GC ve GC-MS ile yapıldı.

Çizelge 3.43.'te tepkimeye ait şartlar ve morfoline göre belirlenen verimler (%) görülmektedir.



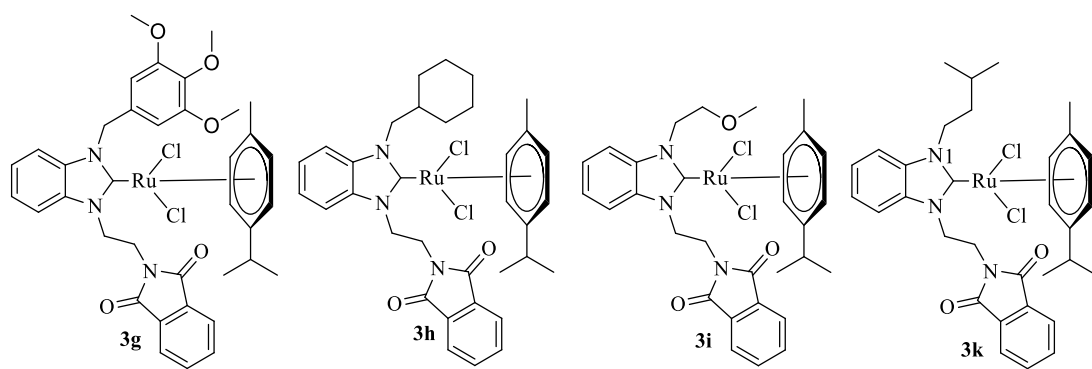
Çizelge 3.44. Ru-NHC katalizörlüğünde morfolinin alkilasyonu

Deney No	Ru-NHC	Alkol	% Dönüşüm	% Verim A	% Verim B
1	4a		75	100	-
2	4b		70	100	-
3	4c		100	62	38
4	4d		92	80	20
5	4e		90	85	15
6	4f		94	80	20
7	4g		100	100	-
8	4h		75	100	-
9	4ı		64	100	-
10	4i		100	10	90
11	4j		100	100	-

12	4a		83	100	-
13	4b		80	83	17
14	4c		100	79	21
15	4d		95	77	23
16	4e		90	86	14
17	4f		97	85	15
18	4g		100	100	-
19	4h		75	100	-
20	4i		68	100	-
21	4i		80	21	79
22	4j		91	97	3
23	4a		100	100	-
24	4b		100	88	12
25	4c		100	48	52
26	4d		96	82	18
27	4e		100	80	20
28	4f		90	100	-
29	4g		100	100	-
30	4h		75	100	-
31	4i		62	95	5
32	4i		100	-	100
33	4j		100	100	-

(1 mmol), Ru-NHC (% 1 mol), alkol (2.5 mmol), toluen (1 mL) ve CSA (% 40 mmol) eklendi. 120 °C de 15 saat ısıtıldı.

Çizelge 3.44'ya bakıldığında morfolinin üç farklı substurat ile 120 °C'de 15 saat katalitik tepkimesi sonucunda Ru-NHC komplekslerinin morfolinin alkilasyonunda katalizör olarak aktif olduğu görülmektedir. Yapıda heteroatom bulunduran ve elektronca zengin olan katalizörlerin diğerlerinden daha aktif olduklarını görmekteyiz. Aynı zamanda alifatik yapılardan da elektronca zengin olanlarının katalitik tepkimelerde başarı gösterdiğinide görmekteyiz. **3h**, **3g**, **3i**, **3k** katalizörlerinin en başarılı katalizlemeyi yaptığını görmekteyiz.



3.5. Antimikrobiyal Aktivite Çalışmaları

Sentezlenen ve yapıları aydınlatılan Ag(I)-N-Heterosiklik karben komplekslerinin antimikrobiyal aktivite tayinleri Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) tarafından tavsiye edilen agar dilüsyon yöntemi kullanılarak elde edilmiştir [167,168]. Her bileşik için minimal inhibitör konsantrasyonları (MİK) standart bakteri ve mantar suşlarına karşı test edilmiştir. Bakteri suşları; *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 American Type Culture Collection (ATCC) Rockville, MD tarafından elde edilmiştir.

Mantar suşları; *Candida albicans* ve *Candida tropicalis* ise Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı tarafından tanımlanan suşlar kullanılmıştır. Bakteri suşları Muller Hinton Broth (HiMedia Laboratories Pvt. Ltd. Mumbai-India) besiyerine, mantar suşları ise RPMI 1640 Broth (Sigma-Aldrich Chemie GmbH Taufkirchen, Germany) besiyerinde üretilmişlerdir. Standart inoculum elde etmek için bakteri ve mantarların bulanıklığı Mcfarland no. 0.5 eşeline göre hazırlanmıştır [169]. Bütün bileşiklerin çözeltileri DMSO'de hazırlanmıştır. Sulandırılmaların hepsi distile su ile yapılmıştır. Test bileşiklerinin derişimleri 800, 400, 200, 100, 50, 25, 12.5 ve 6.25 ag/mL değerlerindedir.

Flukonazole mantarlar için Ampicillin ve Ciprofloxacın bakteriler için standart ilaç olarak kullanıldı. Bakteri ve mantarların (106 CFUs/mL) standart inoculumları (ekim yapılan miktar) steril plastik halka uçlu öze ile (0.01 mL) agar plaklarına ekim yapıldı. Ekim yapılan tüm plaklar 35 °C'de etüvde bakteriler için 16-20 saat, mantarlar için 48 saat bekletildikten sonra değerlendirildi. Bakteri ve mantarların çoğalmasını önleyen en düşük derişimleri minimal inhibitör konsantrasyonu (MİK) olarak belirlendi. Çizelge 3.45'de bulunan sonuçlar verilmiştir.

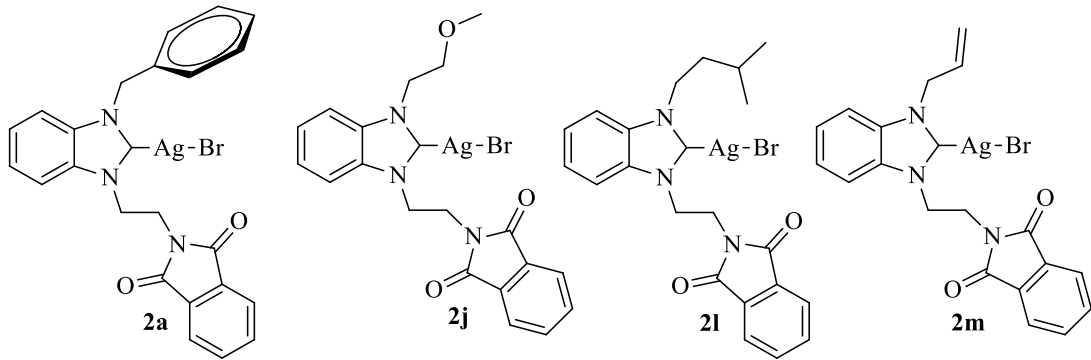
Çizelge 3.45. Ag-NHC'lerin antimikrobiyal aktiviteleri

Kompleksler	Stap	Entero	E. Coli	Pseudo	C.albc	C.tropic
2a	12.2	12.5	12.5	12.5	6.25	6.25
2b	25	12.5	12.5	12.5	6.25	6.25
2c	25	12.5	25	25	6.25	6.25
2d	25	6.25	12.5	12.5	6.25	6.25
2e	100	100	100	100	50	50

2f	25	12.5	25	25	6.25	6.25
2g	25	12.5	12.5	12.5	6.25	6.25
2h	25	12.5	12.5	25	6.25	6.25
2i	25	12.5	12.5	25	6.25	6.25
2j	12.5	12.5	12.5	12.5	6.25	6.25
2k	25	12.5	12.5	12.5	6.25	6.25
2l	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
2m	12.5	6.25	12.5	12.5	6.25	6.25
Ampicillin	3.12	1.56	3.12	-	-	-
Ciprofloxacin	0.39	0.78	1.56	3.12	-	-
Fluconazole	-	-	-	-	3.12	3.12

Bulunan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Ag-NHC kompleksleri 6.25-100 µg/mL aralığında MİK değerine sahiptir.
- **2e** kompleksinin hem bakterilere hem de mantarlara karşı en az aktivite gösterdiği görülmüştür.
- **2l** kompleksi dışındaki bütün komplekslerin mantarlara karşı aynı etkiyi gösterdiği görülmüştür.
- **2a, 2l, 2j ve 2m** komplekslerinin bakterilere karşı en etkili kompleksler olduğu görülmüştür.
- **2e** dışındaki bütün komplekslerin bakterilere ve mantarlara karşı yaklaşık olarak aynı etkiyi gösterdiği görülmüştür.



4. SONUÇ VE TARTIŞMALAR

Yaşadığımız yüzyılda enerji kaynakları hızla tükenmekte, ekolojik denge her geçen gün biraz daha bozulmaktadır. Bu ve buna benzer sebeplerden ötürü kimya endüstrisi artık klasik yöntemler yerine kabul edilebilir çevreci yöntemleri tercih etme yönünde ilerlemektedir. Bu kavramları biraz açmak gerekir ise; kimyasal verimliliğin ve seçiciliğin arttırılması, çevreye zarar vermeyen ürünlerin sentezlenmesi, ürün sentezi sırasında kullanılan malzemelerin zararlı ve toksik yapıya sahip olmamaları, atom ekonomisi (yan ürünün tepkime sonunda neredeyse oluşmaması), oluşan ürünlerin yenilenebilmesi, kısa tepkime basamakları, oluşan ürünlerin çevrede bozunabilmesi, kirliliğin önlenmesi için analitik yöntemler, doğası gereği daha güvenli prosesler ve tasarım ile enerji verimliliği sağlanması esas alınmaktadır.

Bu çalışmada;

- *N*-Süstitüye İmidazol (**1a**, **1b**) ve benzimidazolyum tuzları (**1c-1ö**) sentezlenerek yapıları spektroskopik yöntemler ile aydınlatıldı.
- Ag-NHC kompleksleri (**2a-2m**) sentezlendi ve spektroskopik yöntemler ile karakterizasyonu yapıldı.
- Ag-NHC komplekslerinden transmetalasyon yöntemi ile Ru-NHC kompleksleri (**3a-3j**) sentezlendi.
- Ru-NHC katalizörlüğünde pirolidin ve morfolinin alkilasyonundaki katalitik aktiviteleri incelendi.
- Sentezlenen Ag-NHC komplekslerinin antimikrobiyal özellikleri incelendi.

Ru-NHC katalizörlerinin aktivitesine bakıldığında bütün katalizörlerin aktif olduğu görülmektedir. Bu katalizörlerin içerisinde öne çıkanlar iki grup halinde incelenirse; benzilik süstitüye olanlar karşılaştırdığında aktivitelerin **3g>3e>3f** sırasında olduğu görülmektedir. 3,4,5-Trimetoksibenzil grubuna sahip olan kompleksin katalitik sistemde yapısında heteroatom bulundurmasından dolayı çözünürlüğün ekstradan artmasına ve katalitik sistemde daha aktif olmasına neden olduğunu söyleyebiliriz. Bunun yanısıra hacimli bir grup olmasından dolayı yapıya sterik etki sağladığı görülmektedir. *terbütil* ve pentametilbenzil yapılarının aktivitesi ise yapıda aromatik halkaya elektron sağlayıcı grupların etkisi ile yapının elektronca zenginleşmesini sağlamaktadır. Metal yapısında elektron yoğunluğunun artması

katalitik aktivitenin artmasına neden olmaktadır. Alifatik gruplar kendi arasında karşılaştırıldığında birbirine benzer ve yüksek verimler görülmektedir. Metilsikloheksil grubunun aktivitede öne çıktığı da görülmektedir.

Sentezlenen katalizörlerin yapısında *p*-simen gruplarının bulunması da yapıya seçicilik ve aktivite kazandırmaktadır. Çünkü; *p*-simen yapıya zayıf π -bağları ile bağlı olmasından dolayı katalitik çevrim sırasında yapıdan kolaylıkla ayrılıp geri bağlanabilmekte ve metalin boşalan yüzeyinde tepkime daha aktif ve seçici bir şekilde gerçekleşebilmektedir.

Ag-NHC komplekslerinin antimikrobiyal aktiviteleri incelendiğinde 6.25-100 $\mu\text{g/ml}$ aralığında MİK değerlerine sahip olduğu görülmektedir. **2a**, **2e** ve **2m** dışındaki bütün komplekslerin bakterilere ve mantarlara karşı yaklaşık olarak aynı etkiyi gösterdiği görülmüştür.

Ayrıca;

- Katalitik aktivitelerine bakılamayan komplekslerin katalitik aktivite çalışmaları yapılacaktır.
- Karben öncüllerinin sentezlenmeyen Ag, Pd ve Ru kompleksleri sentezlenecektir.
- Sentezlenecek yeni palladyum ve rutenyum komplekslerinin katalitik uygulamalardaki aktiviteleri incelenecektir.
- Elde edilen sonuçlar ışığında farklı Ag-karben kompleksleri dizayn edilerek antimikrobiyal aktiviteleri incelenecektir.

KAYNAKLAR

- [1] M. Hermann, *The simple β -carboline alkaloids*, **Justus Liebigs Ann. Chem.**, 95 (1855) 211–255.
- [2] A. Geuther, *Identification of acetylcholine and related esters of biological origin*, **Justus Liebigs Ann. Chem.**, 123 (1862) 121–122.
- [3] M.F. Lappert, R.S. Rowe, *The role of group 14 element carbene analogues in transition metal chemistry*, **Coord. Chem. Rev.**, 100 (1990) 267.
- [4] R. Hoffmann, G. D. Zeiss and G. W. Van Dine, *Benzynes, Dehydroconjugated Molecules and the Interaction of Orbitals Separated by a Number of Intervening Sigma Bonds*, **J. Am. Chem. Soc.**, 90 (1968) 1485–1499.
- [5] C. W. Bauschlicher Jr, H. F. Schaefer III and P. S. Bagus, *Structure and energetics of simple carbenes methylene, fluoromethylene, chloromethylene, bromomethylene, difluoromethylene, and dichloromethylene*, **J. Am. Chem. Soc.**, 99 (1977) 7106–7110.
- [6] T. W. Hanks, R.A. Ekeland, K. Emerson, R.D. Larsen, P.W. Jennings, *Reactions of diazomethane derivatives with platinum(II) : a facile method for platinum ylide preparation*, **Organometallics**, 6 (1987) 28-32.
- [7] T.W. Hanks, P.W. Jennings, *Platinacyclobutanes on the route to cyclopropanation*, **J. Am. Chem. Soc.**, 109 (1987) 5023-5025.
- [8] Taylor, T. E.; Hall, M. B., *Theoretical comparison between nucleophilic and electrophilic transition metal carbenes using generalized molecular orbital and configuration interaction methods*, **J. Am. Chem. Soc.**, 106 (1984) 1576-1584.
- [9] Lappert, M. F., *The coordination chemistry of electron-rich alkenes (enetetramines)*, **J. Organomet. Chem.**, 358 (1988) 185-214.
- [10] G. Frenking, M. Sola, S. F. Vyboishchikov, *Chemical Bonding In Transition Metal Carbene Complexes*, **J. Organomet. Chem.**, 690 (2005) 6178-6204.
- [11] S. F. Vyboishchikov, G. Frenking, *Structure and Bonding of Low-Valent (Fischer-Type) and High-Valent (Schrock-Type) Transition Metal Carbene Complexes*, **G. Chem. Eur. J.**, 4 (1998) 1428-1438.
- [12] Y. Canac, M. Soleilhavoup, S. Conejero, G. Bertrand, *Stable non-N-heterocyclic carbenes (non-NHC): recent progress*, **J. Organomet. Chem.**, 689 (2004) 3857-3865.
- [13] L. Tschugajeff, M. Skanawy-Grigorjewa, A. Posnjak, *Über Die Hydrazin-Carbylamin-Komplexe des Platins*, **Z. Anorg. Allg. Chem.**, 148 (1925) 37–42.
- [14] E.O. Fischer, *On the Existence of a Tungsten Carbonyl Carbene Complex*, **A. Maasböl, Angew. Chem., Int. Ed. Engl.**, 3 (1964) 580.
- [15] R.R. Schrock, *An Alkylcarbene Complex of Tantalum by Intramolecular α -Hydrogen Abstraction*, **J. Am. Chem. Soc.**, 96 (1974) 6796.
- [16] H.-W. Wanzlick and E. Schikora, *Imidazolyliidenes, imidazolinyliidenes and imidazolidines*, **Angew. Chem.**, 72 (1960) 494.
- [17] A. J. Arduengo III, J. R. Goerlich, R. Krafczyk and W. J. Marshall, *1,3,4,5-Tetraphenylimidazol-2-ylidene: The Realization of Wanzlick's Dream*, **Angew. Chem., Int. Ed.**, 37 (1998) 1963–1965.
- [18] H.W. Wanzlick, H. J. Schönherr, *Direct Synthesis of a Mercury Salt-Carbene Complex*, **Angew. Chem., Int. Ed. Engl.**, 7 (1968) 141–142.
- [19] K. Öfele, *1, 3-Dimethyl-4-imidazolinyliiden-(2)-pentacarbonylchrom ein neuer bergangsmetall-carben-komplex*, **J. Organomet. Chem.**, 12 (1968) 42–43.
- [20] C. C. Scarborough, M. J. W. Grady, I. A. Guzei, B. A. Gandhi, E. E. Bunel, S. S. Stahl, *Pd II Complexes Possessing a Seven-Membered N-Heterocyclic Carbene Ligand*, **Angew. Chem., Int. Ed.**, 44 (2005) 5269–5272.
- [21] M. F. Lappert, *Contributions to the chemistry of carbenemetal chemistry*, **J. Organomet. Chem.**, 690 (2005) 5467–5473.

- [22] A. Igau, H. Grützmacher, A. Baceiredo and G. Bertrand, *Analogous a,a'-bis-carbenoid triply bonded species: synthesis of a stable λ^3 -phosphinocarbene- λ^5 -phosphaacetylene*, **J. Am. Chem. Soc.**, 110 (1988) 6463–6466.
- [23] A. J. Arduengo III, R. L. Harlow and M. Kline, *A stable crystalline carbene*, **J. Am. Chem. Soc.**, 113 (1991) 361–363.
- [24] H-W. Wanzlick, F. Esser and H.-J. Kleiner, *Nucleophile Carben-Chemie, III. Neue Verbindungen vom Typ des Bis-[1.3-diphenyl-imidazolidinylidens-(2)]*, **Chem. Ber.**, 96 (1963) 1208-1212.
- [25] H. W. Wanzlick, B. Lachmann, E Schikora, *Chemie nucleophiler Carbene, VIII. Zur Bildung und Reaktivität des Bis-[1.3-diphenyl-imidazolidinylidens-(2)]*, **E. Chem. Ber.**, 98 (1965) 3170-3177.
- [26] H. W. Wanzlick, H. J. Schoenherr, *Direct synthesis of a mercury salt-carbene complex*, **Angew. Chem., Int. Ed. Engl.**, 7 (1968) 141-142.
- [27] A. J. Arduengo III, R. L. Harlow, M. Kline, *A stable crystalline carbene*, *J. Am. Chem. Soc.*, 113 (1991) 361-363.
- [28] E. Despagne-Ayoub, R.H. Grubbs, *A stable four-membered N-heterocyclic carbene*, **J. Am. Chem. Soc.**, 126 (2004) 10198.
- [29] E.C. Taylor, W.A. Ehrhart, *A Convenient Synthesis of N, N'-Disubstituted Formamidines and Acetamidines*, **J. Org. Chem.**, 28 (1963) 1108.
- [30] W. A. Herrmann, L. J. Goosen, M. Spiegler, *Functionalized imidazoline-2-ylidene complexes of rhodium and palladium*, **J. Organomet.Chem.**, 547 (1997) 357-366.
- [31] W. A. Herrmann, C. K. Kcher, L. J. Goosen, G. R. J. Artus, *A High-Yielding Synthesis of Novel Functionalized N-Heterocyclic Carbenes in Liquid Ammonia*, **Chem. Eur. J.**, 2 (1996) 1627–1636.
- [32] A. A. Gridnev, I. M. Mihaltseva, *Synthesis of 1-Alkylimidazoles*, **Synth. Commun.**, 24 (1994) 1547–1555.
- [33] A. F. Rrstner, M. Alcarazo, C. W. Lehmann, *Convenient, scalable and flexible method for the preparation of imidazolium salts with previously inaccessible substitution patterns*, **Chem.Commun.**, (2006) 2176–2178.
- [34] R. W. Alder, M. E. Blake, C. Bortolotti, S. Bufali, C. P. Butts, E. Linehan, J. M. Oliva, A. G. Orpen, M. J. Quayle, *Complexation of stable carbenes with alkali metals*, **Chem. Commun.**, (1999) 241–242.
- [35] M. Iglesias, D. J. Beetstra, B. Kariuki, K. J. Cavell, A. Dervisi and I. A. Fallis, *Synthesis and Structural Features of Rhodium Complexes of Expanded Ring N-Heterocyclic Carbenes*, **Eur. J. Inorg. Chem.**, (2009) 1913–1919,
- [36] M. K. Denk, A. Thadani, K. Hatano, A. J. Lough, *Steric Stabilization of Nucleophilic Carbenes*, **Angew. Chem., Int. Ed. Engl.**, 36 (1997) 2607–2609.
- [37] D. Méry, J. Ruiz Aranzaes, D. Astruc, *Use of an Electron-reservoir Complex together with Air to Generate N-Heterocyclic Carbenes*, **J. Am. Chem. Soc.**, 128 (2006) 5602-5603.
- [38] B. Gorodetsky, T. Ramnial, N.R. Branda, J.A.C. Clyburne, *Electrochemical reduction of an imidazolium cation: a convenient preparation of imidazol-2-ylidenes and their observation in an ionic liquid*, **Chem. Commun.**, (2004) 1972.
- [39] N. Kuhn, T. Kratz, *Synthesis of imidazol-2-ylidenes by reduction of imidazole-2-(3H)-thione*, **Synthesis**, (1993) 561-562.

- [40] R.H. Holm, J. P. Donahue, *A thermodynamic scale for oxygen atom transfer reactions*, **Polyhedron**, 12 (1993) 571-589.
- [41] M.K. Denk, J.M. Rodezno, S. Gupta, A.J. Lough, *Synthesis and reactivity of subvalent compounds: part 11. Oxidation, hydrogenation and hydrolysis of stable diamino carbenes*, **J. Organomet. Chem.**, (2001) 242-253.
- [42] R. W.Alder, P. R.Allen, S.J. Williams, *Carceplexes and hemicarceplexes: Molecular encapsulation—From hours to forever*, **J. Chem. Soc., Chem. Commun.**, (1995) 1267-1268.
- [43] R. Schwesinger, M. Missfeldt, K Peters, H.G. von Schnering, *Novel, Very Strongly Basic, Pentacyclic “Proton Sponges” with Vinamidine Structure*, **Angew. Chem., Int. Ed. Engl.**, 26 (1987) 1165-1167.
- [44] D.J. Cardin, B. Cetinkaya, M.F. Lappert, *Transition metal-carbene complexes*, **Chem. Rev.**, 72 (1972) 545-574.
- [45] M.-T. Lee, C. -H. Hu, *Density functional study of N-heterocyclic and diamino carbene complexes: Comparison with phosphines*, **Organometallics**, 23 (2004) 976-983.
- [46] W. A. Herrmann, A. Köcher, *N-Heterocyclic carbenes*, **C. Angew. Chem., Int. Ed. Engl.**, 36 (1997) 2162-2187.
- [47] A. T. Termaten, M. Schakel, A. W. Ehlers, M. Lutz, A. L Spek, K. Lammertsma, *N-Heterocyclic Carbene Functionalized Iridium Phosphinidene Complex [Cp*(NHC)Ir=PMes*]: Comparison of Phosphinidene, Imido, and Carbene Complexes*, **Chem. Eur. J.**, 9 (2003) 3577-3582.
- [48] R. H. Crabtree, *NHC ligands versus cyclopentadienyls and phosphines as spectator ligands in organometallic catalysis*, **J. Organomet. Chem.**, 690 (2005) 5451-5457.
- [49] R. Dorta, E. D. Stevens, N. M Scott, C. Costabile, L. Cavallo, C.D. Hoff, S. P. Nolan, *Steric and electronic properties of N-heterocyclic carbenes (NHC): a detailed study on their interaction with Ni(CO)₄*, **J. Am. Chem. Soc.**, 127 (2005) 2485-2495.
- [50] S. Díez-González, S. P. Nolan, *Stereoelectronic parameters associated with N-heterocyclic carbene (NHC) ligands: A quest for understanding*, **Coord. Chem. Rev.**, 251 (2007) 874-883.
- [51] D. S. McGuinness, K. J. Cavell, B. F. Yates, *Unprecedented C–H bond oxidative addition of the imidazolium cation to Pt⁰: a combined density functional analysis and experimental study*, **Chem. Comm.**, (2001) 355–356.
- [52] H. M. J. Wang, I. J. B. Lin, *Facile synthesis of silver (I)-carbene complexes. Useful carbene transfer agents*, **Organometal.**, 17 (1998) 972-975.
- [53] A. Kascatan-Nebioglu, M. J. Panzner, J. C. Garrison, C. A. Tessier, W. J. Youngs, *Synthesis and structural characterization of N-heterocyclic carbene complexes of silver (I) and rhodium (I) from caffeine*, **Organometal.**, 23 (2004) 1928.
- [54] Ö. Doğan, N. Kaloğlu, S. Demir, İ. Özdemir, S. Günal, İ. Özdemir, *Synthesis and antimicrobial activity of novel gold (I) N-heterocyclic carbene complexes*, **Monatsh Chem.**, 144 (2013) 313–319.
- [55] A. A. D. Tulloch, A. A. Danopoulos, S. Winston, S. Kleinhenz, G. Eastham, *N-Functionalised heterocyclic carbene complexes of silver*, **J. Chem. Soc., Dalton Trans.**, (2000) 4499.
- [56] C. Köcher, W. A. Herrmann, *Heterocyclic carbenes. One-pot synthesis of rhodium and iridium carbene complexes*, **J. Organomet. Chem.**, 532 (1997) 261.
- [57] A. J. Arduengo III, R. L. Harlow and M. Kline, *A stable crystalline carbene*, **J. Am. Chem. Soc.**, 113 (1991) 361–363.

- [58] K. Öfele, W. A. Herrmann, D. Mihalios, M. Elison, E. Herdtweck, W. Scherer and J. Mink, *Multiple Bonds Between Main-Group Elements And Transition-Metals*, **J. Organomet. Chem.**, 459 (1993) 177–184.
- [59] B. Cetinkaya, G. H. King, S. S. Krishnamurthy, M. F. Lappert, J. B. Pedley, *Photoelectron spectra of electron-rich olefins and an isostructural boron compound; olefins of exceptionally low first ionisation potential*, **J. Chem. Soc.Chem. Commun.**, (1971) 1370-1371.
- [60] H. E. Winberg, J. E. Carnahan, D. D. Coffman, M. Brown, M. trans-2-Cycloheptenone, **J. Am. Chem. Soc.**, 87 (1965) 2055-2056.
- [61] M. F. Lappert, *The coordination chemistry of bivalent group IV donors Nucleophilic-carbene and dialkylstannylene complexes*, **J. Organomet. Chem.** 100 (1975) 139-159.
- [62] J. Hocker, R. Merten, **Angew. Chem., Int. Ed. Engl.** 11 (1972) 964-973.
- [63] H. Küçükbay, “*Tetraaminoalkenler (elektronca zengin olefinler)*”, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 1993.
- [64] İ. Özdemir, “*Azot Üzerinde İşlevsel Grup Taşıyan tetraaminoalkenler ve Bunlardan Türeyen Karben Kompleksleri*”, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 1995.
- [65] B. Alıcı, “*Pirimidin Çekirdeği İçeren tetraaminoalkenlerin Sentezi ve Özellikleri*”, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 1995.
- [66] N. Gürbüz, “*Geçiş Metal Karben Komplekslerinin Sentezi ve Katalitik Özelliklerinin İncelenmesi*”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 1995.
- [67] B. Binbaşıoğlu, “*p-süstitüye Benzil Grubu İçeren tetraaminoalkenler ve Bunlardan Türeyen Karben Kompleksleri*”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 1998.
- [68] Y. Gök, “*İşlevsel tetraaminoalkenlerin Sentezi ve Özellikleri*”, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 1999.
- [69] M. Yiğit, “*Kiral Merkezli entetraaminlerin Sentezi ve Özellikleri*”, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2002.
- [70] N. Gürbüz, “*Polimer Destekli Karben Kompleksleri ve Özellikleri*”, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2002.
- [71] S. Demir, “*Hacimli Benzil Grubu İçeren diaminokarben Komplekslerinin Sentezi ve Özellikleri*”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2001.
- [72] S. Yaşar, “*İşlevsel Grup İçeren diaminokarben Kompleksleri ve Özellikleri*”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2004.
- [73] K. Karaaslan, “*1-süstitüye ve 1,3-disüstitüye Perimidinlerin Sentezi ve Tepkimeleri*”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2003.
- [74] Y. Arıkan, “*İyonik Sıvı Katalizörlüğünde Bazı Organik Tepkimeler ve Özellikleri*”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2005.
- [75] B. Yiğit, “*Bazik Fonksiyonlu N-heterosiklik Karben Kompleksleri*”, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2005.
- [76] E. Orhan, “*Benzimidazolidin Çekirdeği İçeren Elektronca Zengin Olefinlerin Sentezi ve Özellikleri*”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2001.
- [77] M. Güven, “*Benzimidazol Türevlerinin Sentezi ve Özelliklerinin İncelenmesi*”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2000.
- [78] S. Çelik, “*Heterosiklik Süstitüye bisbenzimidazolidin Türevlerinin Sentezi ve Özelliklerinin İncelenmesi*”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2006.
- [79] S. Demir, “*Kelat Yapılı N-heterosiklik Karben Öncüllerinin Sentezi ve Katalitik Özellikleri*”, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2007.

- [80] S. Yaşar, “Karbon-halojenür Bağlarının N-heterosiklik Karben Katalizörleri ile Aktivasyonu”, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2008.
- [81] Ö. Doğan, “N-Heterosiklik Karben Katalizli C-H Aktivasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2008.
- [82] E. Özge Özcan, “Karben Katalizörlüğünde Ketonların İndirgenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2009.
- [83] Ö. Özeroğlu, “İyonik Sıvıda Amin ve Ester Oluşumu”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2009.
- [84] M. Akkoç, “N-Heterosiklik Karben Katalizörlüğünde Eterifikasyon”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2009.
- [85] N. Temelli, “Gümüş ve Altın N-heterosiklik Karben Komplekslerinin Sentezi ve Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, 2010.
- [86] M. Kaloğlu, “N-Heterosiklik Karben Katalizli Aminasyon”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2011.
- [87] R. Zengin, “Siklobütan Grubu İçeren NHC ve Metal Komplekslerinin Sentezi İle Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, 2013.
- [88] Ö. Doğan, “Polidentat Karben Öncüllerinin Sentezi ve Özellikleri”, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2014.
- [89] K. Buldurun “Benzimidazol Çekirdeği İçeren Azol Komplekslerinin Sentezi ve Katalitik Özellikleri”, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2015.
- [90] S. Diez-Gonzalez, N. Marion and S. P. Nolan, *N-Heterocyclic carbenes in late transition metal catalysis*, **Chem. Rev.**, 109 (2009) 3612–3676.
- [91] N. Marion and S. P. Nolan, **Acc. Chem. Res.**, 41 (2008) 1440–1449.
- [92] A. T. Normand and K. J. Cavell, *Donor-Functionalised N-Heterocyclic Carbene Complexes of Group 9 and 10 Metals in Catalysis: Trends and Directions*, **Eur. J. Inorg. Chem.**, (2008) 2781–2800.
- [93] F. Izquierdo, M. Corpet, and S. P. Nolan, *The Suzuki–Miyaura Reaction Performed Using a Palladium–N-Heterocyclic Carbene Catalyst and a Weak Inorganic Base*, **Eur. J. Org. Chem.**, 2015.
- [94] S. Yaşar, Ç. Şahin, M. Arslan, İ. Özdemir, *Synthesis, characterization and the Suzuki–Miyaura coupling reactions of N-heterocyclic carbene Pd(II)pyridine (PEPPSI) complexes*, **J. Organometallic Chem.**, 776 (2015) 107–112.
- [95] I. Young et al. **Inorganic Chemistry Commun.**, 22 (2012) 33–36.
- [96] F.T. Luo, H.K. Lo, *Short synthesis of bis-NHC-Pd catalyst derived from caffeine and its applications to Suzuki, Heck, and Sonogashira reactions in aqueous solution*, **J. Organometallic Chem.**, 696 (2011) 1262–1265.
- [97] T.V. Magdesieva, O.M. Nikitin, A.V. Yakimansky, M.Y. Goikhman, I.V. Podeshvo, *New heterobimetallic Cu(I)-Pd(II)-containing polymer complexes, Electrochemical synthesis and application in catalysis*, 56 (2011) 3666–3672.
- [98] J. R. Naber, B. P. Fors, X. Wu, J. T. Gunn, S. L. Buchwald, *Stille Cross-Coupling Reactions Of Aryl Mesylates And Tosylates Using A Biarylphosphine Based Catalyst System*, **Heteroc.**, 80 (2010) 2.
- [99] M. G. Organ, M. Abdel-Hadi, S. Avola, N. Hadei, J. Nasielski, C. J. O. Brien, C. Valente, *Biaryls made easy: PEPPSI and the Kumada–Tamao–Corriu reaction*, **Chem. Eur. J.**, 13 (2007) 150–157.
- [100] G. Manolikakes, M. A. Schade, C. M. Hernandez, H. Mayr, P. Knochel, *Negishi Cross-Couplings of Unsaturated Halides Bearing Relatively Acidic Hydrogen Atoms with Organozinc Reagents*, **Org. Lett.**, 10 (2008) 13.

- [101] C. Qi, *Palladium-catalyzed Hiyama-type cross-coupling reactions of arenesulfinates with organosilanes*, **J.Org.Chem.**, 78 (2013) 5022–5025.
- [102] I. P. Beletskaya, A. D. Averin, *Palladium-catalyzed arylation of linear and cyclic polyamines*, **Pure Appl. Chem.**, 76 (2004) 1605-1619.
- [103] Z. Jin, S. -X. Guo, X. -P. Gu, L. -L. Qiu, H. -B. Song, J. -X Fang, *Highly Active, Well-Defined (Cyclopentadiene)(N-heterocyclic carbene)palladium Chloride Complexes for Room-Temperature Suzuki–Miyaura and Buchwald–Hartwig Cross-Coupling Reactions of Aryl Chlorides*, **Adv. Synth. Catal.**, 351(2009) 1575-1585.
- [104] N. Marion, O. Navarro, J. -G Mei, E.D. Stevens, N.M. Scott, S. P. Nolan, *Modified (NHC) Pd (allyl) Cl (NHC= N-heterocyclic carbene) complexes for room-temperature Suzuki-Miyaura and Buchwald-Hartwig reactions*, **J. Am. Chem. Soc.** 128 (2006) 4101-4111.
- [105] L. Zhu, Y. M. Ye, L. X. Shao, *Well-defined NHC-Pd(II) (NHC: N-heterocyclic carbene; Im: 1-methylimidazole) complex catalyzed C-N coupling of primary amines with aryl chlorides*, **Tetrahedron**, 68 (2012) 2414-2420.
- [106] S. Demir, İ. Özdemir, B. Çetinkaya, H. Arslan, D. V. Derveer, *Synthesis and characterization of bidentate NHC–Pd complexes and their role in amination reactions*, **Polyhedron**, 30 (2011) 195–200.
- [107] L. Delaude, A. Demonceau, A.F. Noels, *Synthesis and application of new N-heterocyclic carbene ruthenium complexes in catalysis: a case study*, **Curr. Org. Chem.**, 10 (2006) 203-2015.
- [108] A. Prieto, M. R. Fructos, M. M. Dí'az-Requejo, P. J. Pe' rez, P. P.-Gala'n, N. Delpont, Antonio M. Echavarren, *Gold-catalyzed olefin cyclopropanation*, **Tetrahedron**, 65 (2009) 1790–1793.
- [109] A. Tudose, A. Demonceau, L. Delaude, *Imidazol(Īn)Īum-2-Carboxylates As N-Heterocyclic Carbene Precursors in Ruthenium–Arene Catalysts For Olefin Metathesis and Cyclopropanation*, **J. Organometallic Chem.**, 691 (2006) 5356–5536.
- [110] B. Çetinkaya, İ. Özdemir, C. Bruneau, *Ruthenium-carbene catalysts for the synthesis of 2,3-dimethylfuran*, **J. Mol. Catal. A-Chem.**, 118 (1997) L1-L4.
- [111] G. Berthon-Gelloz, O. Buisine, JF. Briere, G. Michaud, S. Sterin, G. Mignani, B. Tinant, JP. Declercq, D. Chapon, IE. Marko, *Synthetic and structural studies of NHC-Pt(dvtms) complexes and their application as alkene hydrosilylation catalysts (NHC=N-heterocyclic carbene, dvtms=divinyltetramethylsiloxane)*, **J Organomet Chem.**, 690 (2005) 6156–6168.
- [112] S. Demir, Y. Gökçe, N. Kaloğlu, J. Sortais, C. Darcel, İ. Özdemir, *Synthesis of new iron–NHC complexes as catalysts for hydrosilylation reactions*, **Appl. Organometal. Chem.** 27 (2013) 459–464.
- [113] D. Kumar, A.P. Prakasham, L. P. Bheeter, S. Jean-Baptiste, M. Gangwar, T. Roisnel, A. Ch Kalita, C. Darcel, P. Ghosh, *Cationic Iron(II) Complexes Of The Mixed Cyclopentadienyl (Cp) And The N-Heterocyclic Carbene (NHC) Ligands As Effective Precatalysts For The Hydrosilylation Of Carbonyl Compounds*, **J. Organometallic Chem.**, 762 (2014) 81-87.
- [114] T. M. Trnka, R. H. Grubbs, *The Development of L₂X₂RuCHR Olefin Metathesis Catalysts: An Organometallic Success Story*, **Acc Chem Res.**, 34 (2001) 18–29.
- [115] R. Stragies, M. Schuster, S. Blechert, *A Crossed Yne–Ene Metathesis Showing Atom Economy*, **Angew. Chem. Int. Ed.** 36 (1997) 2518.
- [116] S. Huang, H. Bilel, F. Zagrouba, N. Hamdi, C. Bruneau, C. Fischmeister, *Olefin Metathesis Transformations In Thermomorphic Multicomponent Solvent Systems*, **Catalysis Commun.**, 63 (2015) 31–34.

- [117] É. B. Sá, J. M. E. Matos, *Ring closing metathesis by Hoveyda–Grubbs catalysts: A theoretical approach of some aspects of the initiation mechanism and the influence of solvent*, **Inorganica Chimica Acta**, 426 (2015) 20–28.
- [118] R. D. Savka, H. Plenio, *A hexahydro-s-indacene based NHC ligand for olefin metathesis catalysts*, **J. Organometallic Chem.**, 710 (2012) 68–74.
- [119] G. C. Vougioukalakis and R. H. Grubbs, *Ruthenium-Based Heterocyclic Carbene-Coordinated Olefin Metathesis Catalysts*, **American Chemical Society Review**, 110 (2010) 1746–1787.
- [120] K. B. Wagenerl. J. M. Boncella, and J. G. Ne1, *Acyclic Diene Metathesis (ADMET) Polymerization*, **Macromolecules**, 24 (1991) 10.
- [121] Morrell, D. C.; Kochi, J. K., *Mechanistic studies of nickel catalysis in the cross coupling of aryl halides with alkylmetals. Role of arylalkynickel (II) species as intermediates*, **J. Am.Chem. Soc.**, 97 (1975) 7262.
- [122] T. Ishiyama, S. Abe, N. Miyaara, A.Suzuki, *Palladium-Catalyzed Alkyl-Alkyl Cross-Coupling Reaction of 9-Alkyl-9-BBN Derivatives with Iodoalkanes Possessing. BETA.-Hydrogens*, **Chem. Lett.**, 21 (1992) 691.
- [123] M. R. Netherton, G. C. Fu, *For reviews on transition metal-catalyzed cross-coupling reactions of unactivated alkyl halides and pseudohalides with organometallic compounds*, **Adv. Synth. Catal.** 36 (2004) 1525.
- [124] F. Diederich, A. de Meijere (Eds.), *Metal-catalyzed Cross-Coupling Reactions*, 2nd ed., **Wiley-VCH, Weinheim**, 2004.
- [125] E.-I. Negishi, A. de Meijere (Eds.), *Handbook of Organopalladium Chemistry for Organic Synthesis*, vols. 1, 2, **Wiley-Interscience**, New York, 2002.
- [126] J.-P. Corbet, G. Mignani, *Selected patented cross-coupling reaction technologies*, **Chem. Rev.**, 106 (2006) 2651.
- [127] B. Cornils, W.A. Herrmann (Eds.), *Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds*, 2nd ed., **Wiley-VCH, Weinheim**, 2002.
- [128] İ. Özdemir, S. Demir, B. Çetinkaya, C. Gourlaouen, F. Maseras, C. Bruneau, P.H. Dixneuf, *Direct arylation of arene C-H bonds by cooperative action of NHCarbene-ruthenium(II) catalyst and carbonate via proton abstraction mechanism*, **J. Am. Chem. Soc.**, 130 (2008) 1156.
- [129] L.-L. Zhou, H. Sun, H. -P. Li, H. Wang, X.-H. Zhang, S.-K. Wu, S.-T. Lee, *A Novel Colorimetric and Fluorescent Anion Chemosensor Based on the Flavone Quasi-crown Ether–Metal Complex*, **Org. Lett.**, 7 (2004) 1071–1074.
- [130] İ. Özdemir, N. Gürbüz, N. Kaloğlu, Ö. Doğan, M. Kaloğlu, C. Bruneau, H. Doucet, *N-Heterocyclic carbene–palladium catalysts for the direct arylation of pyrrole derivatives with aryl chlorides*, **Beilstein J. Org. Chem.**, 9 (2013) 303–312.
- [131] V. Dragutan, I. Dragutan, L. Delaude, A. Demonceau, *NHC-Ru complexes-Friendly catalytic tools for manifold chemical transformations*, **Coord. Chem. Reviews**, 251 (2007) 765–794.
- [132] M. Kitamura, R. Noyori, S.-I. Murahashi (Ed.), *Ruthenium in Organic Synthesis*, **Wiley-VCH Verlag, Weinheim**, Germany, 3 (2004).
- [133] H.-U. Blaser, D. Malan, B. Pugin, F. Spindler, H. Steiner, M. Studer, *Selective Hydrogenation for Fine Chemicals: Recent Trends and New Developments*, **Adv. Synth. Catal.**, 345 (2003) 103–151.
- [134] F. Zeng, Z. Yu, *Ruthenium(II) Complexes Bearing a Pyridyl-Supported Pyrazolyl-N-Heterocyclic Carbene (NNC) Ligand and Their Catalytic Activity in the Transfer Hydrogenation of Ketones*, **Organometallics**, 27 (2008) 6025–6028.
- [135] N. Gürbüz, E. Ö. Özcan, İ. Özdemir, B. Çetinkaya, O. Şahin, O. Büyükgüngör, *Preparation of a series of Ru(II) complexes with N-heterocyclic carbeneligands for*

- the catalytic transfer hydrogenation of aromatic ketones*, **Dalton Trans.**, 41 (2012) 2330-2339.
- [136] E. Alessio, *Bioinorganic Medicinal Chemistry*, **Weinheim, Wiley-VCh**, 46 (2011) 10765-10767.
- [137] M. Gielen, E. R. T. Tiekink, *Metallotherapeutic Drugs & Metal-based Diagnostic Agents*, John Wiley & Sons, Ltd., **Chichester**, 2005.
- [138] G. Jaouen, P. J. Dyson, *Medicinal organometallic chemistry*, In: *Comprehensive Organometallic Chemistry III, From Fundamentals to Applications*, ed. R. H. Crabtree and D. M. P. Mingos, **Elsevier**, 12 (2007) 2445-2464.
- [139] G. Jaouen, N. Metzler-Nolte, *Medicinal organometallic chemistry. Topics in Organometallic chemistry*, **Springer- Verlag**, 2010.
- [140] G. Jaouen, ed. *Bioorganometallics: Biomolecules, Labeling, Medicine*, 2006.
- [141] C. G. Hartinger and P. J. Dyson, *Bioorganometallic chemistry—from teaching paradigms to medicinal applications*, **Chem. Soc. Rev.**, 38 (2009) 391-401.
- [142] I. Ott and R. Gust, *Preclinical and clinical studies on the use of platinum complexes for breast cancer treatment*, **Anti-Cancer Agents Med. Chem.**, 7 (2007) 95-110.
- [143] E. Wong, C. M. Giandomenico, *Current status of platinum-based antitumor drugs*, **Chem. Rev.**, 99 (1999) 2451-2466.
- [144] K. M. Hindi, M. J. Panzner, C. A. Tessier, C. L. Cannon, W. J. Youngs, *The medicinal applications of imidazolium carbene-metal complexes*, **Chem. Rev.**, 109 (2009) 3859-3884.
- [145] B. Thati, A. Noble, B. S. Creaven, M. Walsh, M. McCann, K. Kavanagh, M. Devereux, D. A. Egan, *In vitro anti-tumour and cyto-selective effects of coumarin-3-carboxylic acid and three of its hydroxylated derivatives, along with their silver-based complexes, using human epithelial carcinoma cell lines*, **Cancer Lett.**, 248 (2007) 321-331.
- [146] D. Etaiw Sel, A. S. Sultan, A. S. Badr El-Din, *A novel hydrogen bonded bimetallic supramolecular coordination polymer {[SnMe₃(bpe)][Ag(CN)₂] 2H₂O} as anticancer drug*, **Eur. J. Med. Chem.**, 46 (2011) 5370-5378.
- [147] A. Hospital, C. Gibard, C. Gaulier, L. Nauton, V. Thery, M. El-Ghozzi, D. Avignant, F. Cisnetti and A. Gautier, *Access to functionalised silver(I) and gold(I) N-heterocyclic carbenes by [2+3] dipolar cycloadditions*, **Dalton Trans.**, 41 (2012) 6803-6812.
- [148] D. A. Medvetz, K. M. Hindi, M. J. Panzner, A. J. Ditto, Y. H. Yun, W. J. Youngs, *Anticancer Activity of Ag(I) N-Heterocyclic Carbene Complexes Derived from 4,5-Dichloro-1H-Imidazole*, **Met.-Based Drugs**, (2008) 384010.
- [149] S. Ray, R. Mohan, J. K. Singh, M. K. Samantaray, M. M. Shaikh, D. Panda, P. Ghosh, *Anticancer and antimicrobial metallopharmaceutical agents based on palladium, gold, and silver N-heterocyclic carbene complexes*, **J. Am. Chem. Soc.**, 129 (2007) 15042-15053.
- [150] S. Roland, C. Jolival, T. Cresteil, L. Eloy, P. Bouhours, A. Hequet, V. Mansuy, C. Vanucci, J. M. Paris, *Investigation of a Series of Silver-N-Heterocyclic Carbenes as Antibacterial Agents: Activity, Synergistic Effects, and Cytotoxicity*, **Chem-Eur. J.**, 17 (2011) 1442-1446.
- [151] A. Bindoli, M. P. Rigobello, G. Scutari, C. Gabbiani, A. Casini and L. Messori, *Thioredoxin reductase: a target for gold compounds acting as potential anticancer drugs*, **Coord. Chem. Rev.**, 253 (2009) 1692-1707.
- [152] I. Ott, *On the medicinal chemistry of gold complexes as anticancer drugs*, **Coord. Chem. Rev.**, 253 (2009) 1670-1681.

- [153] C. Gabbiani, F. Magherini, A. Modesti, L. Messori, *Proteomic and metallomic strategies for understanding the mode of action of anticancer metallodrugs*, **Anti-Cancer Agents Med. Chem.**, 10 (2010) 324–337.
- [154] D. Krishnamurthy, M. R. Karver, E. Fiorillo, V. Orru, S. M. Stanford, N. Bottini and A. M. Barrios, *Gold(I)-Mediated Inhibition of Protein Tyrosine Phosphatases*, **J. Med. Chem.**, 51 (2008) 4790–4795.
- [155] E. I. Montero, J. Zhang, J. J. Moniodis, S. J. Berners-Price and N. P. Farrell, **Chem.–Eur. J.**, 16 (2010) 9175–9185.
- [156] L. Kelland, *The resurgence of platinum-based cancer chemotherapy*, **Nat. Rev. Cancer**, 7 (2007) 573–584.
- [157] N. J. Farrer, J. A. Woods, L. Salassa, Y. Zhao, K. S. Robinson, G. Clarkson, F. S. Mackay, P. J. Sadler, *A Potent Trans-Diimine Platinum Anticancer Complex Photoactivated by Visible Light*, **Angew. Chem., Int. Ed.**, 49 (2010) 8905–8908.
- [158] M. Skander, P. Retailleau, B. Bourrie, L. Schio, P. Mailliet, A. Marinetti, *N-Heterocyclic Carbene-Amine Pt(II) Complexes, a New Chemical Space for the Development of Platinum-Based Anticancer Drugs*, **J. Med. Chem.**, 53 (2010) 2146–2154.
- [159] O. Çiftçi, İ. Özdemir, N. Vardi, N. Gürbüz, *Novel platinum-N-heterocyclic carbene complex is more cardiotoxic than cis-platin in rats*, **Hum. Exp. Toxicol.**, 30 (2011) 1342–1349.
- [160] S. Ray, R. Mohan, J. K. Singh, M. K. Samantaray, M. M. Shaikh, D. Panda, P. Ghosh, *Anticancer and antimicrobial metallopharmaceutical agents based on palladium, gold, and silver N-heterocyclic carbene complexes*, **J. Am. Chem. Soc.**, 129 (2007) 15042–15053.
- [161] C. Gaulier, A. Hospital, B. Legeret, A. F. Delmas, V. Aucagne, F. Cisnetti and A. Gautier, *A water soluble Cu^I–NHC for Cu AAC ligation of unprotected peptides under open air conditions*, **Chem. Commun.**, 48 (2012) 4005–4007.
- [162] M. L. Teyssot, A. S. Jarrousse, A. Chevy, A. De Haze, C. Beaudoin, M. Manin, S. P. Nolan, S. Diez-Gonzalez, L. Morel, *Toxicity of Copper (I)–NHC Complexes Against Human Tumor Cells: Induction of Cell Cycle Arrest, Apoptosis, and DNA Cleavage*, **A. Gautier, Chem.–Eur. J.**, 15 (2009) 314–318.
- [163] A. S. Abu-Surrah and M. Kettunen, *Platinum Group Antitumor Chemistry: Design and development of New Anticancer Drugs Complementary to Cisplatin*, **Curr. Med. Chem.**, 13 (2006) 1337–1357.
- [164] N. P. Barry and P. J. Sadler, *Dicarba-closo-dodecarborane-containing half-sandwich complexes of ruthenium, osmium, rhodium and iridium: biological relevance and synthetic strategies*, **Chem. Soc. Rev.**, 41 (2012) 3264–3279.
- [165] O. Çiftçi, İ. Özdemir, O. Çakır, S. Demir, *The determination of oxidative damage in heart tissue of rats caused by ruthenium(II) and gold(I) N-heterocyclic carbene complexes*, **Toxicol. Ind. Health**, 27 (2011) 735–741.
- [166] D.D. Perin, W.F.F. Armerago, D.R. Perrin, *Purification of laboratory chemicals*, **Pergamon Pres Ltd, Sec. Ed.** (1980).
- [167] National Clinical and Laboratory Standards Institute. *Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically: Approved Standard*, 7 ed. CLSI Document M7-A7; **National Clinical and Laboratory Standards Institute: Wayne, PA, USA**, 2003.
- [168] Clinical and Laboratory Standards Institute. *Reference Method for Broth Dilution*

Antifungal Susceptibility Testing of Yeasts: Approved Standard, 2nd ed. NCCLS document M27-A2; **National Clinical and Laboratory Standards Institute: Wayne, PA, USA**, 2002.

[169] J. Hindler, L. Hochstein, A. Howell, *Preparation of routine media and reagents used in antimicrobial susceptibility testing*. Part 1. McFarland standards. In *Clinical Microbiology Procedures Handbook*; Isenberg, H.D., Ed.; **American Society for Microbiology: Washington, D.C., USA**, 1 (1992) 5.19.1–5.19.6.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı.....: Mitat AKKOÇ

Doğum Yeri ve Tarihi.....: Malatya-1983

Adres..... : Malatya Halk Sağlığı Laboratuvarı Battalgazi-MALATYA

E-Posta..... : mitatakkoc@hotmail.com

Lisans: İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü

Yüksek Lisans.....: İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

Anestezi Teknisyeni (2005-2007) Adıyaman Devlet Hastahanesi

Kimyager (2007-2010) Adıyaman Halk Sağlığı Laboratuvarı

Kimyager (2010-) Malatya Halk Sağlığı Laboratuvarı

Yayın Listesi:

[1] M. Akkoç, N. Gürbüz, E. Çetinkaya, İ. Özdemir, “*Palladium N-heterocyclic carbene catalysts for synthesis of diaryl synthesis,*” **Synlett**, 12 (2008) 1781-1784.

Uluslararası Bildiriler

1. M. Akkoç, N. Gürbüz, E. Çetinkaya, İ. Özdemir, “Palladium Carbene Catalysts for Synthesis of Diaryl Ethers,” *23rd International Conference on Organometallic Chemistry (ICOMC2008)*, P94, Rennes-France, 2008.
2. İ. Özdemir, M. Akkoç, N. Gürbüz, B. Çetinkaya, P. H. Dixneuf, C. Bruneau, “Ruthenium Carbene Catalyzed Direct C-H Bond Arylation,” *International Green Catalysis Symposium*, P15, Rennes-Fransa, 2012.
3. Mitat Akkoç, Nevin Gürbüz, İsmail Özdemir, Mathieu Achard, Christian Bruneau, N and C-Aklylation of Pyrrolidine with Benzyl Alcohol by Ruthenium Carbene complexes, *2nd International Symposium on C-H Activation*, P127, Rennes, Fransa, 2014

Ulusal Bildiriler

1. Mitat Akkoç, İsmail Özdemir, Bekir Çetinkaya, Palladyum-N-Heterosiklik Karben Katalizli Heck Ve Suzuki Eşleşmeleri, *XX. Ulusal Kimya Kongresi*, ANP86, Kayseri, 2006

2. Mitat Akkoç, İsmail Özdemir, Bekir Çetinkaya, Aril Halojenürlerin Eterifikasyonu, *I. Ulusal Anorganik Kimya Günleri*, 78, Adana, 2007.
3. Mitat Akkoç, Palladyum Katalizli Eter Oluşumu, *XXI. Ulusal Kimya Kongresi*, ANO128P, Malatya, 2007.
4. Mitat Akkoç, Serpil Demir, İsmail Özdemir, Bekir Çetinkaya, “Kelat H⁶-Aren- H¹-Benzimidazol-2-İliden Rutenyum Komplekslerinin Sentezi,” *II. Ulusal Anorganik Kimya Kongresi*, P155, Elazığ, 2009.
5. Mitat Akkoç, İsmail Özdemir, Bekir Çetinkaya, Ag –NHC Komplekslerinin Sentezi ve Karakterizasyonu, *Organometalik Kimya ve Kataliz Çalıştayı*, P32, Malatya, 2010.
6. Mitat Akkoç, İlknur Özdemir, Selami Günel, İsmail Özdemir, Ag-NHC Komplekslerinin Antimikrobiyal Aktivitesi, *IV. Ulusal Anorganik Kimya Kongresi*, P142, Tokat, 2013.
7. Mitat Akkoç, İsmail Özdemir, Bekir Çetinkaya, Palladyum-NHC Katalizli Mizoroki-Heck Eşleşme Tepkimesi, *IV. Ulusal Anorganik Kimya Kongresi*, P143, Tokat, 2013.
8. Mitat Akkoç, İsmail Özdemir, Pd-NHC Catalyzed Arylation, *V. Ulusal Anorganik Kimya Kongresi*, P126, Adana, 2014.