

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE’DE YETİŞEN BAZI *Hebeloma* (Fr.) P. Kumm. (Basidiomycota)
TÜRLERİNİN MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER SİSTEMATİĞİ**

DOKTORA TEZİ

Ayşenur KALMER
Danışman: Prof. Dr. Ayten DİZKIRICI TEKPINAR
İkinci Danışman: Doç. Dr. İsmail ACAR

VAN – 2023

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE’DE YETİŞEN BAZI *Hebeloma* (Fr.) P. Kumm. (Basidiomycota)
TÜRLERİNİN MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER SİSTEMATİĞİ**

DOKTORA TEZİ

Ayşenur KALMER

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından
FBA-2017-6132 No’lu proje olarak desteklenmiştir.

VAN – 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Ayten DİZKIRICI TEKPINAR danışmanlığında, Ayşenur KALMER tarafından sunulan “**Türkiye’de Yetişen Bazı *Hebeloma* (Fr.) P. Kumm. (Basidiomycota) Türlerinin Morfolojik ve Moleküler Sistematigi**” başlıklı bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili hükümleri gereğince 16/11/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Yusuf UZUN

İmza:

Üye: Prof. Dr. Ayten DİZKIRICI TEKPINAR

İmza:

Üye: Prof. Dr. Mehmet Emre EREZ

İmza:

Üye: Doç. Dr. Aslı YILMAZ

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Asiye ULUĞ

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 12/12/2023 tarih ve 2023/48-1 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ayşenur KALMER



ÖZET

TÜRKİYE'DE YETİŞEN BAZI *Hebeloma* (Fr.) P. Kumm. (Basidiomycota) TÜRLERİNİN MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER SİSTEMATİĞİ

KALMER, Ayşenur

Doktora Tezi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayten DİZKIRICI TEKPINAR

İkinci Danışman: Doç. Dr. İsmail ACAR

Kasım 2023, 201 sayfa

Hebeloma cinsi *Hymenogastraceae* familyası içerisinde yer alır ve dünya ılıman iklim kuşağında yetişir. Ülkemizde bu cinse ait kapsamlı moleküler bir çalışma bulunmamaktadır. Bu amaçla tez çalışmasında 2017-2021 yıllarında ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde toplanan ve farklı fungaryumlardan temin edilen *Hebeloma* cinsine ait örnekler hem morfolojik hem de moleküler teknikler kullanılarak analiz edilmiş, tür teşhisleri yapılmış ve filogenetik ilişkileri belirlenmiştir.

Arazi çalışmaları ile toplanan örneklerin ön teşhisleri morfolojik karakterleri kullanılarak yapılmış, daha sonra moleküler seviyedeki teşhis çalışmaları yapılarak tür teşhisleri tamamlanmıştır. Morfolojik çalışmalar için örneklerin makroskobik ve mikroskobik karakterleri analiz edilmiş ve ölçümleri yapılmıştır. Morfolojik veriler skorlanmış ve aralarındaki ilişki PCA analizi ile belirlenmiştir. Filogenetik çalışmalar için üç farklı DNA bölgesi [Transkribe edilen aralayıcı bölgeler (ITS), Büyük alt ünite (LSU) ve uzama faktörü 1-alfa (TEF1- α)] kullanılmıştır. Bölgelerden elde edilen DNA dizileri biyoinformatik programlar yardımıyla analiz edilmiş ve filogenetik ağaçlar çizdirilerek türlerin birbirleriyle olan akrabalık ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Filogenetik ağaçlar için maksimum parsimoni (MP), maximum likelihood (ML) ve bayes (BI) metodları uygulanmıştır. Cins içerisinde bulunan kriptik türlerden dolayı network analizleri de kullanılmıştır. Bu sayede, morfolojik karakterler ve moleküler seviyede elde edilen veriler göz önüne alınarak tür sınırları belirlenmiş ve taksonomik ilişkiler çözülmüştür.

Sonuç olarak *Hebeloma* cinsi üzerine yapılan bu taksonomik çalışmada 430 örnek analiz edilmiş ve 24 tür tanımlanmıştır. Türlerin *Hebeloma* cinsi içerisinde *Hebeloma*, *Denudata*, *Velutipes*, *Sinapizantia*, *Scabrispora*, *Sacchariolentia* ve *Theobromina* seksiyonlarında yer aldıkları belirlenmiştir. *Hebeloma* seksiyonuna ait *H. subtortum* olarak tanımlanan örneklerin türleşme süreci devam eden kriptik tür olduğu önerilmiştir. *Denudata* seksiyonuna ait *H. cinnamomeum*, *H. lutense*, *H. minus*, *H. rostratum* ve *H. vaccinum* olarak tanımlanan türlerin ülkemiz mikotası için yeni kayıt türler oldukları belirlenmiştir. *Hebeloma* türlerine ait betimlemeler genişletilmiş ve cins için yeni bir teşhis anahtarı oluşturulmuştur.

Anahtar kelimeler: Filogeni, *Hebeloma*, ITS, LSU, Mantar, TEF-1 α , Yeni kayıt

ABSTRACT

MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR SYSTEMATICS OF SOME *Hebeloma* (Fr.) P. Kumm. (Basidiomycota) SPECIES NATIVE TO TÜRKİYE

KALMER, Ayşenur

Ph.D. Thesis, Department of Molecular Biology and Genetics

Supervisor: Prof. Dr. Ayten DİZKIRICI TEKPINAR

Second Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İsmail ACAR

November 2023, 201 pages

Hebeloma genus is a fungus that belongs to the family of *Hymenogastraceae* and grows in the temperate climate zone of the world. There is no comprehensive molecular study of this genus in our country. For this purpose, samples of the *Hebeloma* genus collected in the spring and autumn periods of 2017-2021 and obtained from different fungarium collections were analyzed using both morphological and molecular techniques, species were identified and their phylogenetic relationships were determined.

The samples collected through field studies were pre-diagnosed using morphological characters, then identification studies were completed by carrying out diagnostic studies at the molecular level. For morphological studies, the macroscopic and microscopic characters of the samples were analyzed and measured. Network analyzes were used due to the presence of cryptic species within the genus. Morphological data were scored and the relationship between them was determined by PCA analysis. Three different DNA regions [Transcribed spacer regions (ITS), Large subunit (LSU) and translation elongation factor 1-alpha (TEF1- α)] were used for phylogenetic studies. The DNA sequences obtained from the regions were analyzed with the help of bioinformatic programs and phylogenetic trees were construct to determine the relationships of the species. Maximum parsimony (MP), maximum likelihood (ML) and bayes (BI) methods were performed for phylogenetic trees. In this way, species boundaries were determined and taxonomic relationships were resolved by considering the morphological characters and the data obtained at the molecular level.

As a result of the study, in this taxonomic study on the genus *Hebeloma*, 430 samples were analyzed and 24 species were identified. It was determined that the studied samples were included in the *Hebeloma*, *Denudata*, *Velutipes*, *Sinapizantia*, *Scabrispora*, *Sacchariolentia* and *Theobromina* sections within the genus. It has been suggested that the specimens identified as *H. subtortum* belonging to the *Hebeloma* section are cryptic species whose speciation process continues. Species identified as *H. cinnamomeum*, *H. lutense*, *H. minus*, *H. rostratum*, and *H. vaccinum* belonging to the *Denudata* section were determined to be new recorded species for the Turkish mycota. Insufficient descriptions of *Hebeloma* species have been expanded and a new identification key has been established for the genus.

Keywords: *Hebeloma*, ITS, LSU, Fungus, New record, Phylogeny, TEF-1 α



TEŞEKKÜR

Akademik kariyerimin daha başlarından itibaren büyük bir hevesle bu yolda koşmaya çalıştım. Heyecanımı ve azmimi hiçbir zaman kaybetmek istemedim ve bu süreçte her daim ilerlemeye gayret ettim. Yol uzundu ve ben mücadele etmeyi hiç bırakmadım. Hayatla olan mücadelem hiç bitmeyecekti ama kariyerim için verdiğim mücadelenin karşılığını başarı olarak alacaktım. Bu doğrultuda hedefimden hiç ödün vermedim ve kendimi geliştirmek için her daim dik durmaya çalıştım.

Büyük bir ilgi ve merakla ilerlediğim bu yolda elimden tutan ve bana yol gösteren çok değerli danışman hocalarım sayesinde bu zorlu akademik yolda yolumu kaybetmeden ilerleyebildim. Bu süreçte benim heveslerime destek olan, her daim fikirlerimi geliştirmemi sağlayan, beni bu yolda hiç yalnız bırakmayan ve bana ışık tutan değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Ayten DİZKIRICI TEKPINAR'a teşekkürlerimi sunarım. Kariyerimin şekillenmesinde ve fikirlerimin olgunlaşması sürecinde her zaman desteğini gördüğüm, beni her daim değerli fikirleriyle yönlendiren, yolumu açan ve desteklerini eksik etmeyen değerli ikinci danışmanım Sayın Doç. Dr. İsmail ACAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam için eksik kalan örneklerin teminini sağlayan ve ayrıca tez çalışmam süresince ilgi ve desteğini gördüğüm Sayın Prof. Dr. Yusuf Uzun'a teşekkürlerimi sunarım. Diğer fungaryumlardan temin edilen mantar örnekleri için Prof. Dr. Ertuğrul SESLİ, Prof. Dr. Gıyasettin KAŞIK, Prof. Dr. Abdullah KAYA ve Doç. Dr. Hakan ALLI hocalarıma çok teşekkür ederim. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fungaryumu'nda bulunan örnekler için Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Emre AKÇAY, Dr. Öğt. Üyesi Cemil SADULLAHOĞLU, Doç. Dr. Ali KELEŞ ve Öğretim görevlisi Sedat KESİCİ'ye teşekkür ederim. Doktora tez izleme komitesinde yer alan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi öğretim üyelerinden Prof. Dr. Mehmet Emre EREZ'e değerli katkılarından ve ilgisinden dolayı teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarında yardımlarını gördüğüm, beni her daim kollayan ve her an yanımda olan değerli dostum Şuheda Sümeyye TERMAN'a teşekkür ederim. Akademik hayatımın daha başlarında benimle bu yolda yürüyen, iyi günümde kötü günümde hep yanımda olan, en zorlu dönemlerimde bile hep arkamda gördüğüm kıymetli dostum Nurhan Didem

KIZILKAN'a ayrıca teŖekkür ederim. Bu alıŖmayı FBA-2017-6132 No'lu proje olarak destekleyen Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel AraŖtırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teŖekkür ederim. Ayrıca bu alıŖmanın resmi olarak yürütölmesi için gerekli tüm süreçleri yöneten Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü müdürlüğüne ve personellerine teŖekkür ederim.

Son olarak her anımda yanımda olan, beni bugünlere getiren, her zorluğa göğüs geren ve daima dik durarak bana da dik durmayı öğreten canım anneme ve bu zorlu sürecin her anımda yanımda olan canım aileme sonsuz teŖekkürlerimi sunarım.

2023

AyŖenur KALMER

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvii
EKLER DİZİNİ	xxi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Mantarlara Genel Bakış	1
1.2 Moleküler Yaklaşımlarla Mantarların Tanımlanması.....	3
1.3 Mantar Türlerinin Tanımlanmasına İlişkin Zorluklar.....	6
1.4 <i>Hebeloma</i> Cinsi.....	9
1.4.1 <i>Hebeloma</i> Cinsine Ait Morfolojik Özellikler.....	14
1.4.2 <i>Hebeloma</i> Cinsine Ait Taksonomik Problemler.....	17
1.5 Tezin Amacı.....	21
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	23
2.1 Morfolojik Çalışmalar.....	23
2.2 Moleküler Çalışmalar.....	25
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	41
3.1 Materyal	42
3.2 Yöntem.....	44
3.2.1 Mantarların Toplanması	44
3.2.2 Morfolojik Karakterlere Dayalı Çalışmalar / Klasik Taksonomi	45
3.2.3 Moleküler Verilere Dayalı Çalışmalar / Moleküler Taksonomi.....	48
4. BULGULAR	63
4.1 <i>Hebeloma</i> Cinsine Ait Morfolojik ve Taksonomik Değerlendirmeler	63
4.1.1 Morfolojik Analizlerin İstatistiksel Değerlendirilmesi	68
4.2 <i>Hebeloma</i> Cinsine Ait Türlerin Moleküler Karakterizasyonu.....	72

4.2.1	<i>Hebeloma</i> Cinsinin Moleküler Verilerle Değerlendirilmesi	74
4.2.2	<i>Hebeloma</i> Seksiyonunun Moleküler Verilerle Değerlendirilmesi	74
4.2.3	<i>Denudata</i> Seksiyonunun Moleküler Verilerle Değerlendirilmesi.....	77
4.2.4	<i>Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes</i> Seksiyonlarının Moleküler Verilerle Değerlendirilmesi.....	80
4.2.5	<i>Sacchariolentia/Theobromina</i> Seksiyonlarının Moleküler Verilerle Değerlendirilmesi.....	82
4.3	Filogenetik Değerlendirme	84
4.3.1	<i>Hebeloma</i> Cinsinin Filogenetik Değerlendirilmesi.....	85
4.3.2	<i>Hebeloma</i> Seksiyonunun Filogenetik Değerlendirilmesi.....	90
4.3.3	<i>Denudata</i> Seksiyonunun Filogenetik Değerlendirilmesi.....	94
4.3.4	<i>Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes</i> Seksiyonlarının Filogenetik Değerlendirilmesi.....	100
4.3.5	<i>Sacchariolentia/Theobromina</i> Seksiyonlarının Filogenetik Değerlendirilmesi.....	104
4.4	Türlerin Betimlemeleri.....	107
4.4.1	<i>Hebeloma alpinum</i> (J. Favre) Bruchet.....	107
4.4.2	<i>Hebeloma bingolense</i> I. Acar, Dizkirici, Kalmer & Uzun.....	108
4.4.3	<i>Hebeloma cavipes</i> Huijsman.....	110
4.4.4	<i>Hebeloma celatum</i> Grilli, U. Eberh. & Beker.....	112
4.4.5	<i>Hebeloma cinnamomeum</i> Beker & U. Eberh.....	114
4.4.6	<i>Hebeloma crustuliniforme</i> (Bull.) Quél.	116
4.4.7	<i>Hebeloma cylindrosporum</i> Romagn	118
4.4.8	<i>Hebeloma dunense</i> L. Corb. & R. Heim.....	120
4.4.9	<i>Hebeloma eburneum</i> Malençon.....	123
4.4.10	<i>Hebeloma excedens</i> (Peck) Sacc	126
4.4.11	<i>Hebeloma geminatum</i> Beker, Vesterh. & U.Eberh.	129
4.4.12	<i>Hebeloma lutense</i> Romagn.....	131
4.4.13	<i>Hebeloma mesophaeum</i> (Pers.) Quél.	133
4.4.14	<i>Hebeloma minus</i> Bruchet	138
4.4.15	<i>Hebeloma nauseosum</i> Sacc.	139

4.4.16 <i>Hebeloma pusillum</i> J.E. Lange.....	141
4.4.17 <i>Hebeloma rostratum</i> Beker, Vesterh. & U. Eberh.	143
4.4.18 <i>Hebeloma sacchariolens</i> Quél.....	145
4.4.19 <i>Hebeloma salicicola</i> Beker, Vesterh. & U. Eberh.....	147
4.4.20 <i>Hebeloma sinapizans</i> (Paulet) Gillet.....	149
4.4.21 <i>Hebeloma subtortum</i> P. Karst.....	151
4.4.22 <i>Hebeloma theobrominum</i> Quadr.	155
4.4.23 <i>Hebeloma vaccinum</i> Romagn.....	157
4.4.24 <i>Hebeloma velutipes</i> Bruchet nom. cons. prop.....	159
4.5 Teşhis Anahtarı.....	163
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	167
KAYNAKLAR.....	181
EKLER.....	191
ÖZ GEÇMİŞ.....	199

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1.1	<i>Hebeloma</i> cinsi içerisinde bulunan tür kompleksleri.....	20
Çizelge 3.1	Tez çalışmasının ana aşamaları.....	41
Çizelge 3.2	Tez çalışması kapsamında çalışılan <i>Hebeloma</i> örneklerine ait bilgiler.....	43
Çizelge 3.3	Morfolojik veri matrisinde kullanılan karakterler ve kodları.....	47
Çizelge 3.4	DNA izolasyonu sırasında kullanılan tampon ve solüsyonlar.....	50
Çizelge 3.5	Çalışmada kullanılan primer çiftleri ve DNA dizileri.....	52
Çizelge 3.6	Kullanılan her DNA bölgesi için optimum PZR miktar koşulları	53
Çizelge 3.7	Çalışılan gen bölgeleri için belirlenmiş optimum PZR sıcaklık koşulları.....	54
Çizelge 3.8	Network analizleri ile çözümlenen türler ve yer aldıkları tür kompleksleri.....	61
Çizelge 4.1	Tez çalışması kapsamında tanımlanan 24 türe ait morfolojik parametreler	65
Çizelge 4.2	Spor karakterlerine ait ölçümlerin istatistiksel analiz sonuçları	69
Çizelge 4.3	Keilosistit karakterlerine ait ölçümlerin istatistiksel analiz sonuçları	69
Çizelge 4.4	<i>Hebeloma</i> cinsi ve seksiyonları bazında çalışılan DNA bölgelerine ait tanımlayıcı istatistiksel veriler	73
Çizelge 4.5	Çalışmada kullanılan 430 <i>Hebeloma</i> örneğinin filogenetik analizler sonucunda yer aldığı türler.....	106



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1	Mantarların multidisipliner yaklaşımlarla tanımlanmasına ilişkin iş akışı	4
Şekil 1.2	Türleşme tiplerini gösteren şematik görüntü.....	9
Şekil 1.3	<i>Hebeloma</i> cinsine ait yaşam döngüsü	11
Şekil 1.4	<i>Hebeloma</i> cinsinin klasik sınıflandırılması	12
Şekil 3.1	<i>Hebeloma</i> örneklerinin toplandığı lokasyonların Türkiye haritası üzerinde görünümü.....	42
Şekil 3.2	Doğada <i>Hebeloma</i> cinsine ait örneklerin görünümü	44
Şekil 3.3	DNA izolasyonu için kurutulmuş mantarların CTAB eklenerek ezilmesi.....	49
Şekil 3.4	ITS bölgesinin şematik gösterimi.....	51
Şekil 3.5	LSU gen bölgesinin şematik gösterimi	51
Şekil 3.6	Bazı <i>Hebeloma</i> örneklerinden PZR işlemi ile çoğaltılan ITS bölgesine ait agaroz jel elektrovez görüntüsü	55
Şekil 4.1	<i>Hebeloma</i> cinsine ait temel bileşenler analizinin dağılım grafiği.....	70
Şekil 4.2	Temel bileşenler analizi ve karakter 1-16 arasındaki verilere bağlı korelasyonu gösteren sütun grafiği	71
Şekil 4.3	Temel bileşenler analizi ve karakter 17-37 arasındaki verilere bağlı korelasyonu gösteren sütun grafiği	72
Şekil 4.4	<i>Hebeloma</i> seksiyonuna ait çalışılan ITS sekanslarının logosu.....	76
Şekil 4.5	<i>Hebeloma</i> seksiyonuna ait çalışılan LSU sekanslarının logosu	76
Şekil 4.6	<i>Hebeloma</i> seksiyonuna ait çalışılan TEF1- α sekanslarının logosu.....	77
Şekil 4.7	<i>Denudata</i> seksiyonuna ait çalışılan ITS sekanslarının logosu	79
Şekil 4.8	<i>Denudata</i> seksiyonuna ait çalışılan LSU sekanslarının logosu.....	79
Şekil 4.9	<i>Denudata</i> seksiyonuna ait çalışılan TEF1- α sekanslarının logosu.....	80
Şekil 4.10	<i>Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes</i> seksiyonuna ait çalışılan ITS sekanslarının logosu	81
Şekil 4.11	<i>Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes</i> seksiyonuna ait çalışılan LSU sekanslarının logosu	82

Şekil 4.12	<i>Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes</i> seksiyonuna ait çalışılan TEF1- α sekanslarının logosu	82
Şekil 4.13	<i>Sacchariolentia/Theobromina</i> seksiyonuna ait çalışılan ITS sekanslarının logosu	83
Şekil 4.14	<i>Sacchariolentia/Theobromina</i> seksiyonuna ait çalışılan LSU sekanslarının logosu	84
Şekil 4.15	<i>Sacchariolentia/Theobromina</i> seksiyonuna ait çalışılan TEF1- α sekanslarının logosu	84
Şekil 4.16	<i>Hebeloma</i> cinsine ait çalışılan örneklerin ITS bölgesine ait konsensus filogenisi.	87
Şekil 4.17	<i>Hebeloma</i> cinsine ait çalışılan örneklerin LSU bölgesine ait konsensus filogenisi.	88
Şekil 4.18	<i>Hebeloma</i> cinsine ait çalışılan örneklerin TEF1- α bölgesine ait konsensus filogenisi.	89
Şekil 4.19	<i>Hebeloma</i> seksiyonuna ait çalışılan örneklerin ITS bölgesine ait konsensus filogenisi.	91
Şekil 4.20	<i>Hebeloma</i> seksiyonuna ait çalışılan örneklerin LSU bölgesine ait konsensus filogenisi.	92
Şekil 4.21	<i>Hebeloma</i> seksiyonuna ait çalışılan örneklerin TEF1- α bölgesine ait konsensus filogenisi	93
Şekil 4.22	<i>Hebeloma</i> seksiyonunda yer alan <i>H. mesophaeum</i> kompleksine ait multilokus Medyan Network grafiği.	94
Şekil 4.23	<i>Denudata</i> seksiyonuna ait çalışılan örneklerin ITS bölgesine ait konsensus filogenisi.	96
Şekil 4.24	<i>Denudata</i> seksiyonuna ait çalışılan örneklerin LSU bölgesine ait konsensus filogenisi.	97
Şekil 4.25	<i>Denudata</i> seksiyonuna ait çalışılan örneklerin TEF1- α bölgesine ait konsensus filogenisi.	98
Şekil 4.26	<i>Denudata</i> seksiyonunda yer alan tür komplekslerine ait multilokus Medyan Network grafiği	99

Şekil 4.27	<i>Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes</i> seksiyonlarına ait çalışılan örneklerin ITS bölgesine ait konsensus filogenisi.....	101
Şekil 4.28	<i>Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes</i> seksiyonlarına ait çalışılan örneklerin LSU bölgesine ait konsensus filogenisi.	102
Şekil 4.29	<i>Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes</i> seksiyonlarına ait çalışılan örneklerin TEF1- α bölgesine ait konsensus filogenisi.....	103
Şekil 4.30	<i>Sacchariolentia/Theobromina</i> seksiyonlarına ait çalışılan örneklerin ITS bölgesine ait konsensus filogenisi.....	104
Şekil 4.31	<i>Sacchariolentia/Theobromina</i> seksiyonlarına ait çalışılan örneklerin LSU bölgesine ait konsensus filogenisi	105
Şekil 4.32	<i>Sacchariolentia/Theobromina</i> seksiyonlarına ait çalışılan örneklerin TEF1- α bölgesine ait konsensus filogenisi	105
Şekil 4.33	<i>Hebeloma alpinum</i> : a-b-c: bazidyokarp, d: bazidya e: spor (H ₂ O), f: spor (Melzer), g-h: keilosistit.....	108
Şekil 4.34	<i>Hebeloma bingolense</i> : a: bazidyokarp, b: spor (H ₂ O), c: spor (Melzer), d: bazidya e-f: keilosistit.....	110
Şekil 4.35	<i>Hebeloma cavipes</i> : a-b: bazidyokarp, c: bazidya d: spor (H ₂ O), e: spor (Melzer), f: keilosistit.....	112
Şekil 4.36	<i>Hebeloma celatum</i> : a: bazidyokarp, b: bazidya, c: spor (H ₂ O), d: spor (Melzer), e-f: keilosistit.....	114
Şekil 4.37	<i>Hebeloma cinnamomeum</i> : a-b-c: bazidyokarp, d: bazidya e: spor (H ₂ O), f: spor (Melzer), g-h: keilosistit.....	116
Şekil 4.38	<i>Hebeloma crustuliniforme</i> : a-b-c: bazidyokarp, d: bazidya, e: spor (H ₂ O), f: spor (Melzer), g-h: Keilosistit.....	118
Şekil 4.39	<i>Hebeloma cylindrosporum</i> : a: bazidyokarp, b: bazidya, c: spor (H ₂ O), d: spor (Melzer), e-f: keilosistit.....	120
Şekil 4.40	<i>Hebeloma dunense</i> : a-b: bazidyokarp, c: bazidya, d: spor (H ₂ O), e: spor (Melzer), f: keilosistit.....	123
Şekil 4.41	<i>Hebeloma eburneum</i> : a-b: bazidyokarp, c: bazidya d: spor (H ₂ O), e: spor (Melzer), f: keilosistit.....	126

Şekil 4.42	<i>Hebeloma excedens</i> : a-b-c: bazidyokarp, d: bazidya, e: spor (H ₂ O), f: spor (Melzer), g: keilosistit	129
Şekil 4.43	<i>Hebeloma geminatum</i> : a-b: bazidyokarp, c: bazidya, d: spor (H ₂ O), e: spor (Melzer), f: keilosistit	131
Şekil 4.44	<i>Hebeloma lutense</i> : a-b: bazidyokarp, c: bazidya d: spor (H ₂ O), e: spor (Melzer), f: keilosistit	133
Şekil 4.45	<i>Hebeloma mesophaeum</i> : a-b: bazidyokarp, c: bazidya d: spor (H ₂ O), e: spor (Melzer), f: keilosistit	137
Şekil 4.46	<i>Hebeloma minus</i> : a-b-c: bazidyokarp, d: bazidya e: spor (H ₂ O), f: spor (Melzer), g-h: keilosistit	139
Şekil 4.47	<i>Hebeloma nauseosum</i> : a-b: bazidyokarp, c: bazidya, d: spor (H ₂ O), e: spor (Melzer), f: keilosistit	141
Şekil 4.48	<i>Hebeloma pusillum</i> : a-b: bazidyokarp, c: bazidya, d: spor (H ₂ O), e: spor (Melzer), f: keilosistit	143
Şekil 4.49	<i>Hebeloma rostratum</i> : a-b: bazidyokarp, c: bazidya d: spor (H ₂ O), e: spor (Melzer), f: keilosistit	145
Şekil 4.50	<i>Hebeloma sacchariolens</i> : a-b: bazidyokarp, c: bazidya, d: spor (H ₂ O), e: spor (Melzer), f: keilosistit	147
Şekil 4.51	<i>Hebeloma salicicola</i> : a: bazidyokarp, b: bazidya, c: spor (H ₂ O), d: spor (Melzer), e: keilosistit	149
Şekil 4.52	<i>Hebeloma sinapizans</i> : a-b: bazidyokarp, c: bazidya, d: spor (H ₂ O), e: spor (Melzer), f: keilosistit	151
Şekil 4.53	<i>Hebeloma subtortum</i> : a-b-c: bazidyokarp, d: bazidya, e: spor (H ₂ O), f: spor (Melzer), g-h: keilosistit	155
Şekil 4.54	<i>Hebeloma theobrominum</i> : a: bazidyokarp, b: bazidya, c: spor (H ₂ O), d: spor (Melzer), e-f: keilosistit	157
Şekil 4.55	<i>Hebeloma vaccinum</i> : a: bazidyokarp, b: bazidya, c: spor (H ₂ O), d: spor (Melzer), e: keilosistit	159
Şekil 4.56	<i>Hebeloma velutipes</i> : a-b: bazidyokarp, c: bazidya, d: spor (H ₂ O), e: spor (Melzer), f: keilosistit	162

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamalarıyla birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

%	Yüzde
'	Dakika
''	Saniye
μl	Mikrolitre
gr	Gram
H ₂ O	Su
MgCl ₂	Magnezyum Klorür
ml	Mililitre
mM	Milimolar
°C	Santigrad derece
pmol	Pikomol
rpm	Dakikadaki devir sayısı
V	Hacim (Volume)
V	Volt

Kısaltmalar

Açıklama

AICc	Akaike Information Criteria
bç	Baz Çifti
BI	Bayesian Yaklaşımı
BIC	Bayesian Information Criterion
BLAST	Basic Local Alignment Search Tool
bs	Bootstrap

Kısaltmalar**Açıklama**

CTAB	Cetil Trimetil Ammonio Bromuro
dk	Dakika
DNA	Deoksiribonükleik Asit
dNTP	Deoksinükleotit Trifosfat
EDTA	Ethylenediaminetetraacetic Acid
ESS	Etkin Örneklem Büyüklüğü
FASTA	Sekansların Diziminde Kullanılan Biyoinformatik Format
gDNA	Genomik Deoksiribonükleik Asit
ITS	Internal Transcribed Spacer
LSU	Large Subunit
MEGA	Molecular Evolutionary Genetics Analysis
ML	Maksimum Likelihood
MP	Maksimum Parsimony
Mr Bayes	Bayesian Analysis
mtSSU	Mitokondriyal Small Subunit
Mycobank	Mikolojik Veri Tabanı
NCBI	National Center of Biotechnology Information
nDNA	Nükleer Deoksiribonükleik Asit
Nexus	Sekansların Diziminde Kullanılan Biyoinformatik Format
PAUP	Phylogenetic Analysis Using Parsimony
PCA	Principal Component Analysis
pH	Hidrojen Gücü
PP	Posterior Probability
PVP	Polyvinylpyrrolidone
PZR	Polimeraz Zincir Reaksiyonları
RAxML	Randomized Axelerated Maximum Likelihood
rDNA	Ribozomal Deoksiribo Nükleik Asit
RNA	Ribonükleik Asit
RPB2	RNA Polymerase Second Largest Subunit

Kısaltmalar**Açıklama****rRNA**

Ribozomal Ribo Nükleik Asit

TAE

Tris Asetat EDTA

Taq*Thermus aquaticus***TBE**

Tris Borat EDTA

TE

Tris EDTA

TEF1- α Translation Elongation Factor 1- α **VANF**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Fungaryumu





EKLER DİZİNİ

Ek 1 Kullanılan taksonlar ve karakterlerin veri matrisi	191
Ek 2 NCBI veri tabanından alınan taksonlar ve erişim numaraları	194





1. GİRİŞ

1.1 Mantarlara Genel Bakış

Mantarlar hif denilen hücresel yapılara sahip, kitinden oluşan hücre duvarları olan ve spor yapıları ile üreyen ökaryotik heterotrof organizmalardır. Besinleri hücre dışı enzimler salgılayarak bileşenlerine ayırıp hücre içine alırlar ve ekosistemdeki enerji döngülerinin genel düzenleyicisi olarak görev yaparlar. Mantarlar, dünya üzerindeki en büyük ikinci ökaryotik organizma grubudur ve yalnızca yaklaşık %6'sı tanımlanabilmiştir (Dulla vd., 2016). Mikroskopik tek hücreli mayalardan filamentli ve çok hücreli mantarlara ve küflere kadar çok çeşitli boyut, şekil ve renkler sergilerler (Badotti vd., 2018). Besin döngüsü, organik ayrışma, çevrenin korunması ile bitkiler, algler ve siyanobakterilerle zorunlu simbiyotik yaşamlarda hayati rollere sahiptirler (Grossart vd., 2016). Mantarlar alemi, farklı habitatlar, işlevler ve yaşam stratejileri gösteren çok çeşitli organizmalardan oluşur. Bu şekilde oluşan heterojenlik, tanımlamayı karmaşık ve zor bir süreç haline getirmektedir (Raja vd., 2017). Bu nedenle mantarların tür düzeyinde hızlı ve güvenilir şekilde tanımlanması taksonomi, biyoçeşitlilik, ekoloji, koruma ve sağlık gibi birçok araştırma alanı için kritik öneme sahiptir.

Makromantarlar gözle görülebilen üreme yapılarına sahip olup (Kaşık, 2010) çeşitli simbiyotik yaşam biçimlerine sahiptirler. Bazı makromantarlar bitki kökleriyle mikorizal ortaklık kurarken bazıları da alglerle ortak bir yaşam kurup likenleri oluştururlar. Saprofit mantarlar ise ölü bitkisel ve hayvansal yapıların parçalanmasında rol oynarlar. Bakır, cıva, gümüş, kurşun, mangan, nikel, sezyum, uranyum gibi ağır metalleri bünyelerinde biriktiren mantarlar kirlilik indikatörü olarak kullanılırlar (Kaşık, 2010). Mantarlar genel olarak Ascomycota, Basidiomycota, Opisthosporidia, Chytridiomycota, Neocallimastigomycota, Blastocladiomycota, Zoopagomycota, Mucoromycota ve Glomeromycota olmak üzere dokuz filumda sınıflandırılmaktadır (Naranjo-Ortiz ve Gabaldo, 2019). Dikarya alt alemini oluşturan Ascomycota ve Basidiomycota başlıca gruplardır (Hibbett vd., 2007). Ascomycota hem tek hücreli hem de çok hücreli mantar türlerinin çoğunu kapsayan en büyük filumdur (Timling vd., 2014). Bu filumda likenler ve mikorizalar gibi ekolojik açıdan önemli yaşam formları

bulunmaktadır. Çoğu, eğseysiz üreme göstermektedir ve bu durum yalnızca morfolojik kriterlere göre filogenetik ayrımlarını zorlaştırmaktadır (Schoch vd., 2009). Basidiomycota, morfolojik olarak en karmaşık makromantar grubunu içeren ikinci en büyük filumdur (Nagy ve Szöllösi, 2017). Karbon döngüsünde ve simbiyotik birlikteliklerde önemli rolleri vardır. Basidiomycota bölümünü tanımlamak için kullanılan taksonomik karakterler sık sık yakınsak evrim göstermektedir (Porras-Alfaro vd., 2014; Badotti vd., 2017).

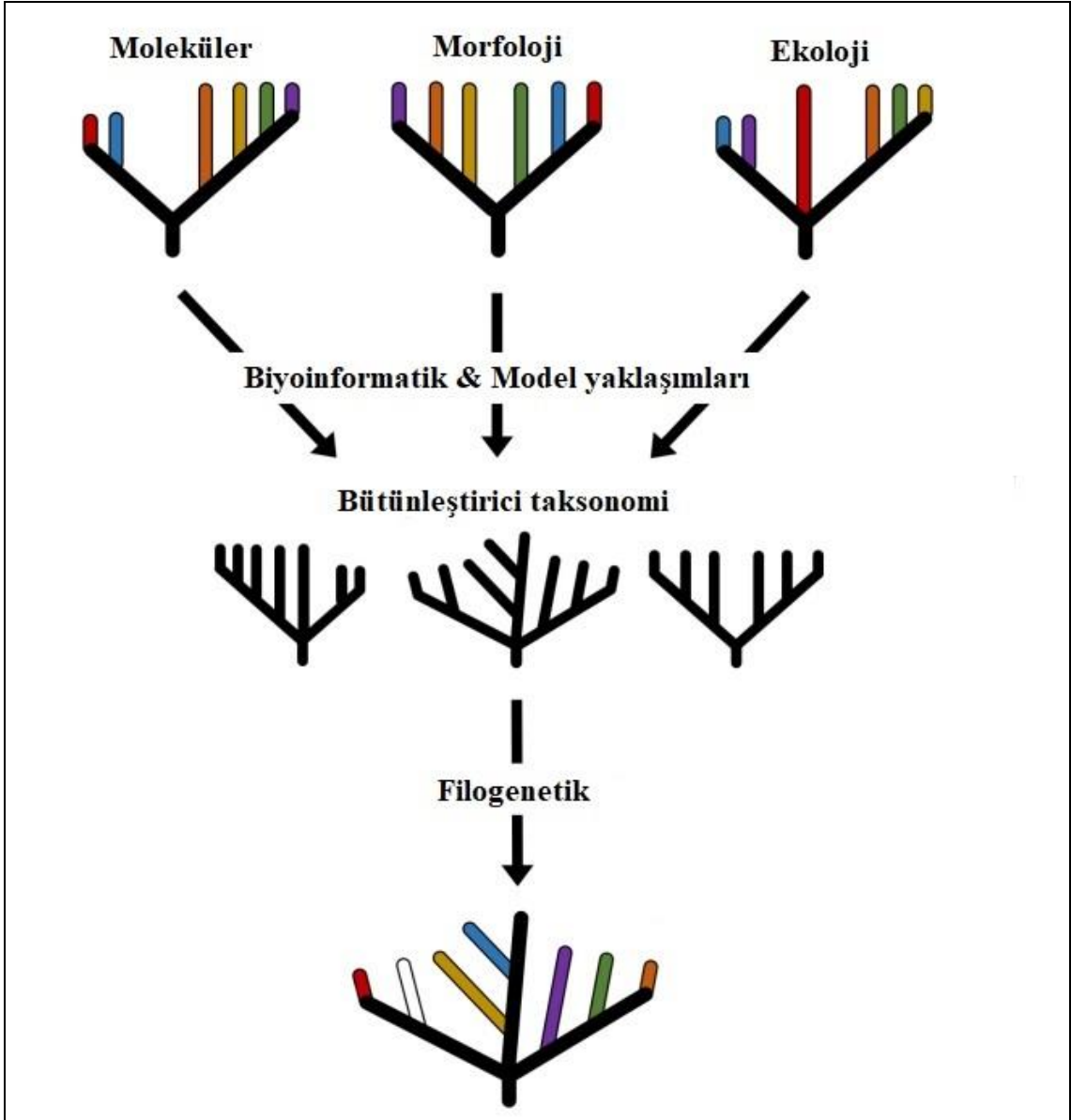
Mantarlar ekosistemdeki işlevleri ve beslenme tarzlarına göre de sınıflandırılabilir. Parazit, simbiyotik ve çürükçül beslenme formları mantarların ekosistemdeki rollerini tanımlamak için kullanılan üç ana grubu oluşturur. Parazit mantarlar, üzerinde asalak olarak yaşadıkları bitkileri sömürerek çoğunlukla onları ölüme kadar götürebilirler. Bu birlikteliği ağırlıklı olarak çeşitli etkilerle zayıf kalmış bitkilere uygularlar ve böylece doğal seleksiyona katkıda bulunurlar (Lindahl vd., 2007). İkinci grup mantarlar, simbiyotik olarak bitkilerle ortak yaşam modunu seçerler. Mikorizal beslenme formuna sahip mantarların, bitkilerin yaklaşık %96'sıyla etkileşim halinde oldukları görölmektedir (Erzurumlu ve Kara, 2014). Bu iş birliği besin elementleri ve suyun paylaşımı açısından her iki organizma için de bir zorunluluktur (Erzurumlu ve Kara, 2014). Mikoriza, ototrof olan konukçu bitki ile heterotrofik mantar arasında besin alışverişini sağlayarak doğal dengenin korunmasına katkıda bulunur ve bu yönü ile ekosistemdeki besin döngüsü ve bitki canlılığının devamında büyük bir öneme sahiptir (Kibar ve Pekşen, 2007). Son gruptaki çürükçül mantarlar ise ekosistemdeki ölü organik maddenin ayrışma sürecini kolaylaştırıp hızlandıran mantarlardır. Bu mantarlar orman çöplerinin en aktif ayrıştırıcılarından biridir ve bu nedenle karbon, nitrojen ve diğer toprak besin maddelerinin döngüsünde önemli bir rol oynarlar (Hou vd., 2012).

Mantarlar sağlık sektöründe ve ilaç geliştirilmesi çalışmalarında da sıklıkla kullanılmaktadır. Mantarlardan elde edilen ve antifungal bir ajan olan mikafungin, doku reddini önlemek için kullanılan mikofenolat ile kolesterolü düşüren rosuvastatin önemli etken maddelerdir (Mezger vd., 2008; Wiederhold vd., 2008; Qasım, 2022). Küf mantarından elde edilen penisilin maddesinin keşfedilmesiyle tıp dünyasında devrim yaratan antibiyotikler ilk kez bakterilerin neden olduğu enfeksiyonu tedavi etmek için

başarıyla kullanılmıştır. Bundan sonra, bakterilerin neden olduğu daha önce ölümcül olan birçok hastalık tedavi edilebilir hale gelmiştir (Laich, 2002).

1.2 Moleküler Yaklaşımlarla Mantarların Tanımlanması

Klasik taksonomiye dayalı tanımlama, yanlış yorumlara yol açabilecek fenotipik plastisite ve genetik değişkenlikten etkilenmektedir. Bu nedenle, morfolojik verileri destekleyen moleküler veriler, türlerin sınırlandırılması ve tanımlanması, taksonomik sınıflandırma ve filogenetik çıkarım için çok daha güvenilir olmaktadır (Şekil 1.1). Moleküler veriler, yakından ilişkili türlerin DNA dizilerindeki değişkenliğe dayanmaktadır ve 1990'ların başında Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) yöntemi ile amplifiye edilmiş ribozomal RNA (rRNA) genlerinin analizi ile mantar taksonomisinde yeni bir sayfa açılmıştır (Hibbett vd., 2007). Ribozomal gen bölgeleri tüm canlılarda bulunan ve korunan genlerdir. Bu genler yatay gen transferi (birbiriyle ilişkisiz organizmalar arasında genlerin geçmesi) göstermeden veya çok az göstererek tüm canlı soylarında bulunurlar. Bu sebepten taksonomik çalışmalarda ve teşhis çalışmalarında rRNA gen bölgeleri yaygın biçimde kullanılmaktadır (Schoch vd., 2012).



Şekil 1.1 Mantarların multidisipliner yaklaşımlarla tanımlanmasına ilişkin iş akışı (Stengel vd., 2022)

Günümüzde mantarlarla ilgili filogenetik çalışmalarda yaygın olarak ribozomal küçük alt birim (SSU, 18S), ribozomal büyük alt birim (LSU; 28S) ve nükleer dahili kopyalanmış aralayıcı (ITS) gibi çekirdek ve mitokondriyal rDNA bölgeleri ile RNA polimeraz II'nin en büyük alt birimi (RPB1), RNA polimeraz II'nin ikinci en büyük alt birimi (RPB2), translasyonel uzama faktörü 1- α (TEF1- α) gibi protein kodlayan genler kullanılmaktadır (Tekpınar ve Kalmer, 2019). Hem kodlayan hem de kodlamayan bölgeler DNA barkodları olarak kullanılabilir ve potansiyel bölgelerin barkod olarak belirlenmesi, belirli bir örneği tanımlamanın en önemli adımlarından biridir. Mantarlar

için önerilen ortak DNA barkodları, ITS, LSU, SSU, sitokrom oksidaz alt birimi 1 (COX1, COI), RPB1, RPB2, β -tubulin, minikromozom koruma kompleksi bileşen 7 (MCM7), TEF1- α , γ -Actin, ATP sentazın altıncı alt birimi (atp6) ve kalmomodulin (CaM) şeklindedir. Bu barkod bölgelerinin her biri, tür ve filogenetik ilişkileri belirlemek için tek başına veya farklı kombinasyonlarla kullanılabilir (Tekpinar ve Kalmer, 2019).

Protein sentezinin tüm organizmalarda ortak bir özellik olması nedeniyle organizmalar arasındaki akrabalık ilişkisini ortaya koyabilmek için rRNA'ların üretiminden sorumlu gen bölgeleri kullanılmaktadır. Mantarlarda çekirdek rDNA, ardışık tekrarlanan rDNA birimleri olarak organize olmuştur. ITS bölgesi tüm canlı formlarında bulunur ve korunur (Nilsson vd., 2008). Bu bölgenin rRNA işlemede önemli biyolojik anlamı vardır. Ribozomal RNA, özel ribozomal bölgelerin doğru tanınması için gerekli olan ve ribozom olgunlaşması sırasında ribozomal proteinler için bağlanma bölgeleri sağlayan spesifik ikincil yapılar oluşturur. Mantarlarda, rRNA'ları kodlayan genler, SSU, 5.8S ve LSU ile ITS1 ve ITS2 adı verilen tekrarlayan transkripsiyonel birimlerden oluşmaktadır. DNA barkodlarının belirli bir takson için yararlılığını gösteren çok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen, potansiyel DNA barkodlarının türden türe değişiklik gösterdiği gözlemlenmiştir (Nilsson vd., 2008). 2007 yılında, Tüm Mantarları Barkodlama toplantısında nükleer rRNA geninin ITS bölgesinin mantar alemini barkodlamak için en uygun aday olduğunu kabul edilmiştir (Rossman, 2007). Ek olarak, Yaşam Barkodu Konsorsiyumu'nun (CBOL) Mantar Çalışma Grubu (FWG) üyeleri, nükleer ribozomal DNA'nın üç bölgesini (ITS, LSU, SSU) ve bir protein kodlayan geni (RPB1) karşılaştırdıklarında birincil fungal barkod olarak ITS bölgesini önermişlerdir. Bölge, tür tanımlaması, tür düzeyinde filogeniler (Harrower vd., 2011) ve DNA barkodlama çalışmaları (Schoch vd., 2012) için yaygın olarak günümüz çalışmalarında kullanılmaktadır. Çalışmaların çoğu, mantarlar için standart barkod belirteci olarak ITS bölgesini belirtmiş olsa da Uluslararası Nükleotid Dizisi Veri tabanındaki (INSD: GenBank, EMBL ve DDBJ) ITS verileri, bu bölgenin tüm mantar gruplarında eşit derecede değişken ve bilgi verici olmadığını ortaya koymuştur (Nilsson vd., 2008).

ITS bölgesi, filogenetik çalışmalar için mikolojik araştırmalarda çok sık kullanılan bir bölgedir (Horton ve Bruns, 2001). Bu bölgede görülen varyasyonun yüksek olması, korunan primer bölgeleri ve genomdaki çoklu kopya nedeniyle birçok

mantar için potansiyel barkod olarak belirlenmiştir (Tekpınar ve Kalmer, 2019). Mantarlarda SSU bölgesi yavaş bir şekilde evrim geçirdiği için uzak akraba organizmaların kıyaslanmasında kullanılırken, kodlanmayan bölge (ITS) daha hızlı evrim geçirmekte ve tür içi ya da bir cins içindeki türlerin karşılaştırılması için yararlı olmaktadır (Tekpınar ve Kalmer, 2019).

Mantarların moleküler sistematik çalışmalarında rRNA genleri en sık kullanılan lokuslar olmasına rağmen nükleer SSU ve LSU'nun sınırlı çözme gücü gözlemlenebilir (Matheny vd., 2002). LSU bölgesi iki yüksek değişken bölge (D1- D2 bölgeleri) içerir. Özellikle çoğu mantarda nispeten korunmuş bölgelerle çevrili D1 ve D2 hiperdeğişken bölgeleri bazı mantar filumları için yaygın olarak tercih edilir (Raja vd., 2017). LSU bölgesi, kendi başına veya genellikle ITS ve SSU gibi diğer bölgelerle birlikte mantar türlerinin tanımlanması için kullanılmaktadır (Schoch vd., 2012). Protein kodlayan genlerin kullanılması derin filogenetik ilişkileri belirlemek için oldukça önemlidir (Matheny vd., 2002; Mirhendi vd., 2015). Protein kodlayan gen kullanmanın temel avantajı, mantar genomunda tek bir kopyanın bulunması ve paralogların tuzaklarından kaçınmasıdır. TEF1- α gen bölgesi, ökaryotik hücrelerde amino açıl tRNA'ların ribozoma taşınma ve bağlanma reaksiyonundan sorumlu olan yüksek ekspresyonlu translasyon uzatma faktörü EF1- α proteinini kodlar. Filogenetik olarak yüksek kullanışlılığa sahiptir çünkü ortolog olmayan kopyalar barındırmaz ve evrensel primer çiftleriyle çoğaltılabilmektedir (Geiser vd., 2004). Ayrıca, birçok araştırmacı tarafından rDNA'ya bir alternatif olarak kabul edilmiştir, çünkü genomda tek kopyanın varlığı ve ilgili türler arasında yüksek seviyede sekans polimorfizmi gibi birçok avantaja sahiptir (Mirhendi vd., 2015).

1.3 Mantar Türlerinin Tanımlanmasına İlişkin Zorluklar

Mantar türlerinin tanımlanmasında morfolojinin kullanılması, morfolojik karakterlerin evrimini anlamak için çok önemlidir. Ancak hibritleşme, kriptik türleşme ve yakınsak evrim nedeniyle morfolojik karakterler genellikle yanıltıcı olabilmektedir. Mantarlar tarafından sergilenen yaşam döngülerindeki karmaşıklık ve çeşitlilik, araştırmacıların türleri yanlış tanımlamasına yol açmaktadır. Türleri karmaşık yaşam evreleri ile tespit etmek, mantar soyları arasındaki biyoçeşitliliği yakalamak ve

popölasyonlar arasındaki doğal çeşitliliği yönlendiren evrimsel olayları anlamak, türleri tanımlamak adına önemlidir (Taylor, 2011).

Mantar türlerinin sınırlarının belirlenmesinin önündeki en büyük engellerden biri morfolojideki çeşitliliiktir. Morfolojik karakterler, mantar türlerinin tanımlanması ve sınırlandırılmasında klasik bir yöntem olarak kullanılmıştır. Bu karakterlere dayalı yapılan tanımlamalar ile morfolojik tür kavramı gelişmiştir. Bu kavrama göre iki koleksiyon birçok morfolojik karakteri paylaştığında, aynı tür olarak kabul edilmektedir. Bu tür kavramı, çok sayıda yakınsak evrim olayı nedeniyle zamanla diğer tür kavramları ile değiştirilmiştir (Stengel vd., 2022).

İkinci zorluk, iki örneğin aynı morfolojiler ve/veya benzer fenotipik özellikler sergileyip, farklı genetik profiller göstermesi durumunda mantar türlerinin yanlış tanımlanabilmesidir. Bu durumdaki bireyler genellikle "kriptik türler" olarak adlandırılan tür komplekslerini oluştururlar (Bickford vd., 2007). Geleneksel olarak mantar türleri, fruktifikasyon denilen toprak üstü yapıların morfolojilerine göre ayrılmaktadır. Ayrıca birçok fruktifikasyon sınırlı sayıda karakter içermekte ve bu durum, kriptik türlerin, yani taksonomik türler içinde bulunan morfolojik olarak ayırt edilemeyen türlerin oldukça yaygın görünmesinin önemli bir nedeni olabilmektedir (Stengel vd., 2022). Kriptik tür kavramı sistematikte karşılaşılan en büyük zorluklardan biridir. Kriptik türler, tür komplekslerini oluşturmakta ve bu kompleksler içerisinde sınırları belirlenememiş ancak geçerliliği kabul edilen birden fazla takson olabilmektedir. Genellikle türleşme süreçleri devam eden taksonlardan oluşan bu komplekslerin daha iyi anlaşılabilmesi için türleşme süreçlerine de değinilmiştir.

Türleşme: Yeni biyolojik türlerin oluştuğu evrimsel bir süreçtir. Türleşmenin gerçekleşmesi için genetik izolasyon ve genetik farklılaşma mekanizmalarının etkin olması gerekir. Türleşme genel olarak üç evreli bir süreç olarak analiz edilebilir: i) popölasyonun izole olma süreci (genetik izolasyon), ii) çiftleşme yöntemleri ve habitat kullanımı gibi özelliklerin değişime uğramasıyla sonuçlanan süreç ve iii) üreme izolasyonu oluşturan süreç.

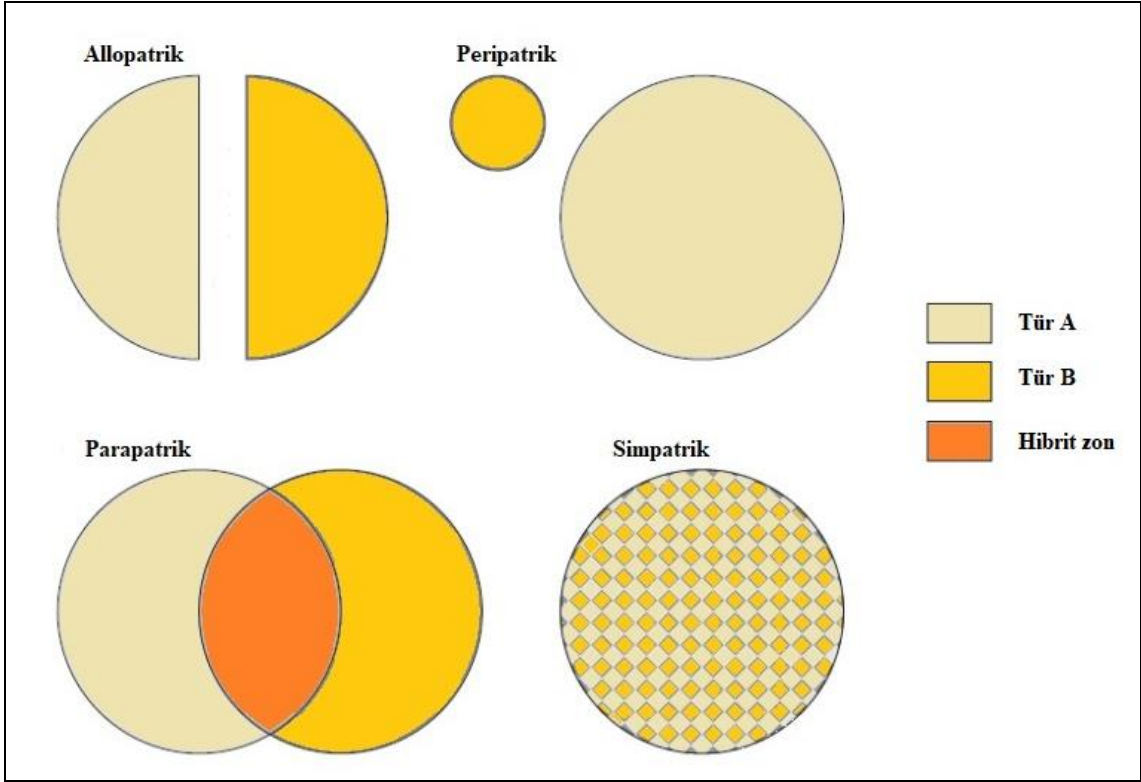
Doğal türleşmenin dört tipi vardır (allopatrik, peripatrik, parapatrik ve simpatrik) ve bu türleşme mekanizmaları türleşen toplulukların coğrafi olarak birbirlerinden ne kadar izole olduklarına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Şekil 1.2).

Allopatrik türleşme; popülasyonun coğrafik engellerden dolayı birbirinden ayrılmasıyla farklı topluluklar oluşturarak değişik coğrafyalarda yaşamak zorunda kalmaları ve üremeyi engelleyecek izolasyonun gerçekleşmesi sonucu oluşur. Allopatrik türleşme de etkili olan temel mekanizma coğrafik izolasyondur. Diğer türleşme mekanizmalarıyla kıyaslandığında popülasyonlar arası kalıtsal farklılıklar daha kısa sürede ortaya çıkmaktadır. Çünkü, iki farklı coğrafyaya adaptasyon sağlamak farklı genetik özelliklerin başarılı olmasına ve bunların sürekli olarak kendi aralarında çiftleşmeleriyle daha kısa sürede varyasyonların ortaya çıkmasına neden olur (Singh, 2021).

Peripatrik türleşme; bu türleşme modeli allopatrik türleşmenin içinde yer almakta ve bir türün yayılım alanlarının kenarlarında gerçekleşmektedir. İzole olan popülasyonlar burada yeni türleri oluştururlar. Yani bir ana topluluğun çevresinde oluşan küçük izole toplulukların ana toplulukla gen alışverişi engellenir. Çünkü küçük topluluklar çoğu zaman genetik daralmalardan geçerek oluşurlar ve bu nedenle peripatrik türleşmede genetik sürüklenme önemli bir rol oynar (Butlin vd., 2008).

Parapatrik türleşme; birbirine yakın akraba popülasyonların yayılım alanlarının kesiştiği noktalarda her iki popülasyondan gelen eşeylerin çiftleşip hibrit formları oluşturmasıyla gerçekleşir. Oluşan hibrit formlar çeşitli nedenlerle esas popülasyonlarla birleşememekte ve uzun süreçte türleşme meydana gelmektedir (Butlin vd., 2008).

Simpatrik türleşme; allopatrik türleşmeden farklı olarak popülasyonun farklılaşmasında temel etken coğrafik faktörler değil, aynı alan içindeki ekolojik koşullardaki farklılıklardır. Organizmaların değişen ortam koşullarına göre farklı performans, morfolojik, fizyolojik ve davranışsal uyum gösterebilme yetenekleri fenotipik plastisite olarak ifade edilmektedir. Bu mekanizma simpatrik türleşmede üreme izolasyonuna yol açarak etki etmektedir. Simpatrik türleşme diğer türleşme mekanizmalarına göre daha uzun sürede oluşmaktadır (Singh, 2021).



Şekil 1.2 Türleşme tiplerini gösteren şematik görüntü

1.4 *Hebeloma* Cinsi

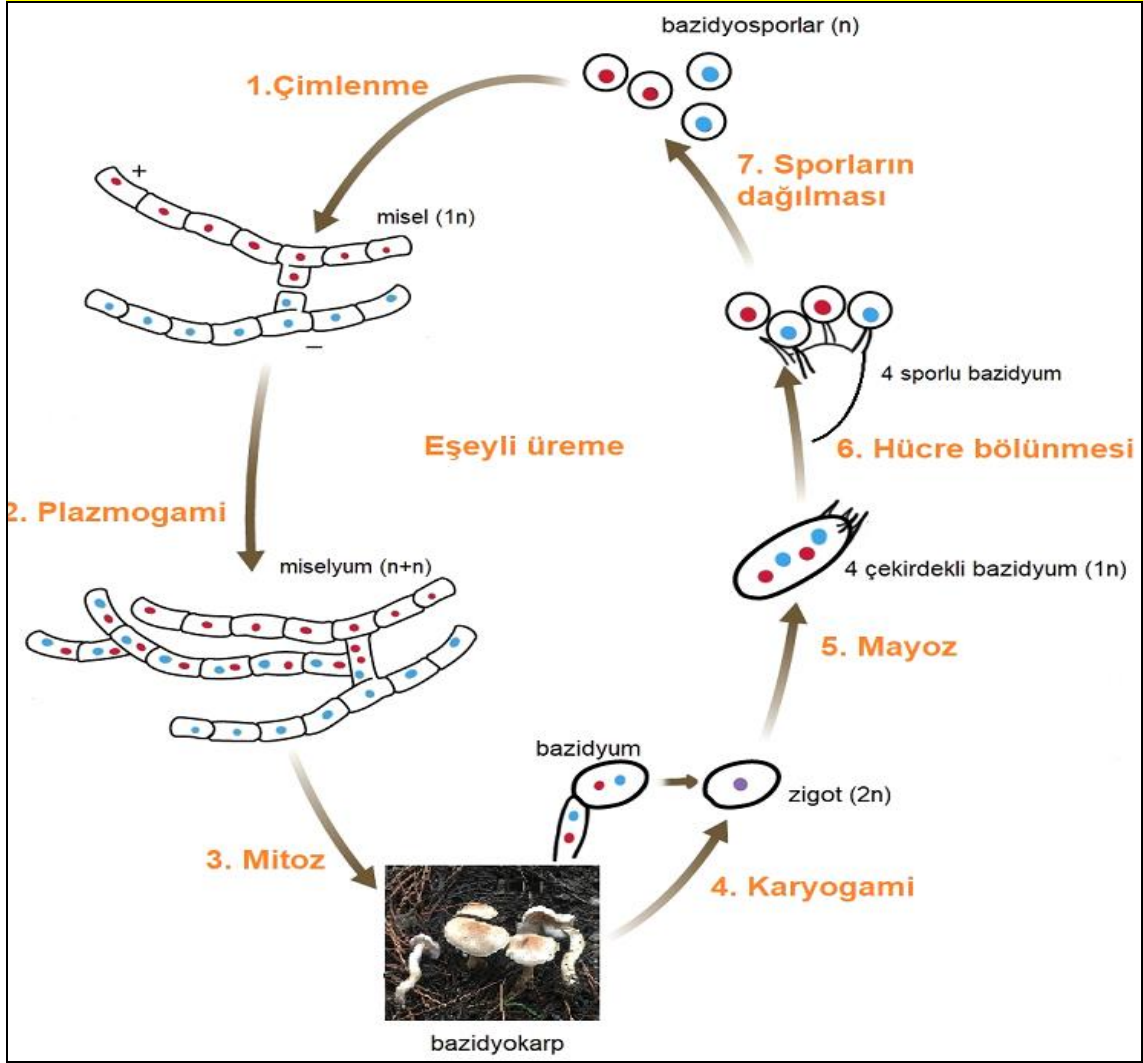
Hebeloma cinsi *Agaricales* ordosunun *Hymenogastreae* familyasında sınıflandırılan ve dünyada yaklaşık 530 türle (indexfungorum.org) ülkemizde 43 türle (Sesli vd., 2020; Acar vd., 2021; Acar vd., 2022; Dizkirici vd., 2022; Solak ve Türkoğlu, 2022) temsil edilen makromantarlardır. Özellikle ılıman iklim kuşağında geniş bir yayılıma sahip oldukları bildirilmiştir (Beker vd., 2016).

Hebeloma cinsine ait örnekler genellikle çeşitli bitki kökleriyle ektomikorizal ilişki içerisinde olmasına rağmen bazıları hayvansal atıkların ayrıştırılmasında da rol oynamaktadır. Mikorizal ilişki bakımından spesifik bir ilişki sergilemezler. Hayvansal atıkların ayrıştırılmasıyla ilişkili olan türler genelde *Myxocybe* ve *Scabrispora* seksiyonlarına ait türlerdir. Bu seksiyona ait türler diğer türlere göre miselyal kord yapısı bulundurulur (Fukiharu vd., 2000). *Hebeloma* örnekleri küçük ve orta boyutta bazidyokarp oluştururlar. Türlerin çoğu, yarımküre şeklinde genişleyen, pürüzsüz şapka yüzeyi ve genç lamelleri koruyan bir veil yapısına sahiptirler. Karakteristik olarak keskin ve hoş olmayan turp benzeri bir kokuya sahiptirler ve sadece bazı türler

sabunumsu veya şekerimsi kokuyla istisna oluşturmaktadır. Bol miktarda ve farklı şekillerde sistitlere sahip olan bu mantarlar kahverengi süslü spor yapısıyla ayırt edilebilirler (Beker vd., 2016).

Agaricales ordosunda yer alan bu mantarlar genellikle eşeyli yaşam döngüsüne sahiptirler. Birçok mantar, yaşam döngülerinin büyük bir kısmında haploiddir, ancak Basidiomycetes sınıfında dikaryotik faz baskın olmak üzere hem haploid hem de dikaryotik misel üretilmektedir. Üreme döngüsünde çimlenen sporlardan oluşan monokaryotik hifler birleşerek dikaryotik hifleri meydana getirir ve dikaryotik hücrelerde nükleer bölünme gerçekleşerek kardeş hücrelere çekirdekler aktarılır. Bu şekilde dikaryotik misellerden meyve oluşumu gerçekleştiği için *Hebeloma* cinsi alt alem olarak Dikarya grubu içerisinde yer almaktadırlar. (Meyselle vd., 1991). Eşeyli sporlar bazidyum üzerinde oluşur ve bazidyospor olarak adlandırılır. Bazidyumda iki farklı çiftleşme suşunun çekirdekleri kaynaşır (karyogami), daha sonra mayoz bölünmeye uğrayan diploid bir zigot oluşur. Haploid çekirdekler, bazidyumda oluşan dört farklı oda şeklindeki yapılara göç eder ve daha sonra bazidyospor haline gelir (Şekil 1.3).

Her bir bazidyospor çimlenerek monokaryotik haploid hifler üretir. Ortaya çıkan miselyuma primer miselyum denir. Farklı çiftleşme türlerinin miselleri, iki farklı çiftleşme soyunun haploid çekirdeklerini içeren sekonder bir miselyumu birleştirebilir ve üretebilir. Bu, bazidyomiset yaşam döngüsünün baskın dikaryotik aşamasıdır. Böylece, bu miselyumdaki her hücre, bazidyum oluşana kadar kaynaşmayacak olan iki haploid çekirdeğe sahiptir. Sonunda, sekonder miselyumdan primordium ve bundan da bazidyokarp üretilir (Pringle ve Taylor, 2002).



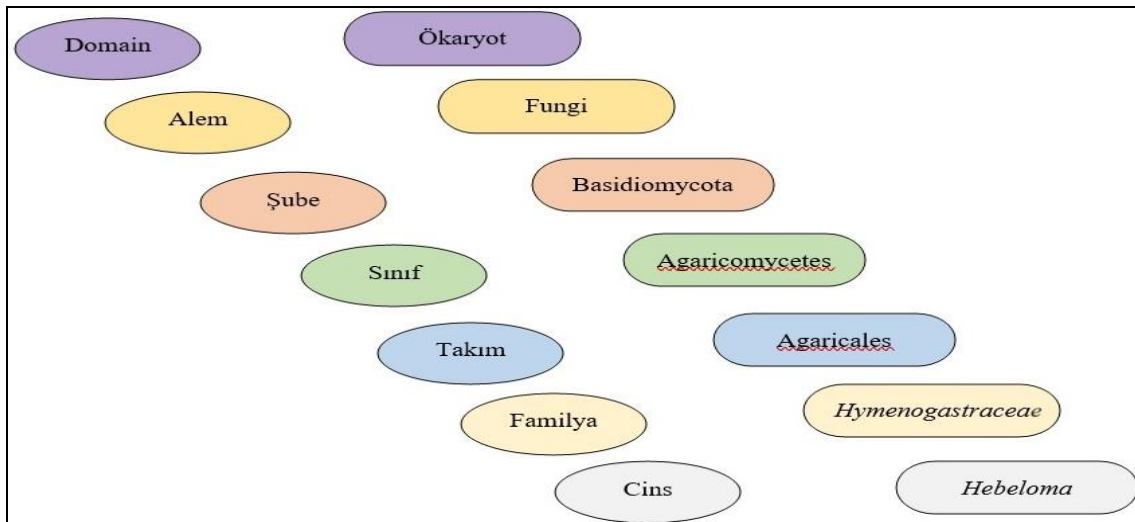
Şekil 1.3 *Hebeloma* cinsine ait yaşam döngüsü (Anonim, 2023)

Cins içerisindeki türlerin çoğu zehirlidir. Özellikle bazı türlerin ihtiva ettiği bileşikler nörotoksik etkilere sahiptir. Ayrıca sitotoksik etkileri olan *H. versipelle* (Fr.) Gillet (Shao vd., 2005), antitümör ve antilökopenik aktivitesi olduğu belirlenen *H. crustuliniforme* (Bull.) Quél. çoklu doymamış yağ asitleri ve askorbik asit içeren *H. sinapizans* (Paulet) Gillet (Roger, 2010) türlerinin sağlık alanında kullanımı yapılan çalışmalarla bildirilmiştir. Çoğunlukla zehirli oldukları için Avrupa’da yöresel ismi ‘poison pie’ olarak geçmekte (Beker vd., 2016), Türkçe isimlendirilmesi ise gençlik şapkası (Sesli vd., 2018) ve turpkokan (Sesli vd., 2020) olarak verilmiştir.

Toksik olarak bilinen cinsin, yenilebilen sadece birkaç türü literatürde verilmiştir. *Hebeloma alpinum* (J. Favre) Bruchet, *H. mesophaeum* (Pers.) Quél. ve *H. leucosarx* P.D. Orton türleri Carrasco-Hernández vd. (2015) tarafından Meksika’da

yerel marketlerde satılan ve tüketilen mantarlar olarak bildirilmiştir. *Hebeloma ambustiterratum* A. Kong & Beker türüne ait örnekler Eberhardt vd. (2022b) tarafından Meksika’da yapılan *Hebeloma* cinsine ait revizyon çalışmasında yeni bir tür olarak belirlenmiş ve bu türe ait örneklerin yerel marketlerde satıldığı ve yöre halkı tarafından tüketildiği bildirilmiştir. Meksika’da, yerel halkın *Hebeloma* cinsine olan ilgisi hem yenilebilirlik açısından hem de ormanlık ağaçların bu mantarlarla aşılması açısından dikkat çekmektedir. Ayrıca, Eberhardt vd. (2020) tarafından bir Güneydoğu Asya ülkesi olan Laos’ta yapılan çalışmada, yöre halkı tarafından çok sevilerek tüketilen *Hebeloma* cinsine ait bazı mantar örnekleri incelenmiş ve bu örneklerin daha önce tanımlanmayan bir tür olduğu belirlenerek literatüre *Hebeloma parvisporum* Sparre Pedersen, Læssøe, Beker & U. Eberh. adıyla yeni bir tür olarak eklenmiştir.

Hebeloma ismi cins seviyesinde ilk olarak Kummer (1871) tarafından kullanılmıştır. Taksonomik konum olarak *Hebeloma* cinsi önceleri *Agaricaceae* (Ainsworth ve Bisby, 1943), *Cortinariaceae* (Hawksworth vd., 1995), *Bolbitiaceae* ve *Strophariaceae* familyasında (Kirk vd., 2001) gösterilmiştir. Son olarak *Hymenogastraceae* familyasında yer aldığı belirtilmiş (Knudsen ve Vesterholt, 2012) ve 2006 yılında bu familyada olduğu filogenetik olarak desteklenmiştir (Matheny vd., 2006). Klasik sistematikte Şekil 1.4’te gösterildiği gibi sınıflandırılmaktadırlar.



Şekil 1.4 *Hebeloma* cinsinin klasik sınıflandırılması

Hebeloma'nın cins içi sınıflandırılmasına dair morfolojik temelli çalışmalarda Konrad ve Maublanc (1949) *Myxocybe*, *Indusiata*, *Denudata* ve *Porphyrospora* olarak dört seksiyona ayırmıştır. Singer (1962) *Myxocybe*, *Porphyrospora* ve *Hebeloma* olarak üç alt cins ile *Hebeloma* ve *Denudata* olarak ayırmıştır. Boekhout (1982), *Myxocybe* altcinsi ve *Hebeloma*, *Denudata*, *Anthracophila* ve *Porphyrospora* seksiyonları olarak ayırmıştır. 2005 yılında Jan Vesterholt yayınladığı kitabında *Hebeloma* cinsi için 7 taksonomik seksiyon ve dokuz alt seksiyon önermiştir (Vesterholt, 2005):

1. Seksiyon *Hebeloma*
 - 1.1. Altseksiyon *Hebeloma*
 - 1.2. Altseksiyon *Amygdalina* Vesterh.
2. Seksiyon *Sinapizantia* (Quad.) Vesterh.
3. Seksiyon *Theobromina* Beker, U. Eberh. & Vesterh.
4. Seksiyon *Velutipes* Vesterh.
 - 4.1. Altseksiyon *Velutipes*
 - 4.2. Altseksiyon *Aestivale* Beker, U. Eberh. & Vesterh.
5. Seksiyon *Denudata* (Fr.) Sacc.
 - 5.1. Altseksiyon *Denudata*
 - 5.2. Altseksiyon *Hebelomina* (Maire) Beker, U. Eberh. & Vesterh.
6. Seksiyon *Myxocybe* (Fayod) Konr. & Maubl.
 - 6.1. Altseksiyon *Myxocybe*
 - 6.2. Altseksiyon *Scabrispora* Romagn.
 - 6.3. Altseksiyon *Sacchariolentia* J. E. Lange ex M. Bon
7. Seksiyon *Porphyrospora* Konr. & Maubl. ex Vesterh.

Son olarak Beker vd. tarafından 2016 yılında yapılan moleküler destekli çalışmalarda cinsin taksonomik sınırları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir. Monedero ve Alvarado (2020) tarafından yeni bir seksiyon daha tanımlanmış ve seksiyon sayısı 17 olarak revize edilmiştir.

1. Seksiyon *Adherentia* Monedero & Alvarado
2. Seksiyon *Australe* Murrill
3. Seksiyon *Hebeloma*
4. Seksiyon *Denudata* (Fr.) Sacc.
 - 4.1. Altsek. *Crustuliniforma* Quadr.

- 4.2. Altsek. *Clepsydroidea* Beker & U. Eberh.
- 4.3. Altsek. *Echinospira* Beker & U. Eberh.
- 4.4. Altsek. *Hiemalia* Quadr.
5. Seksiyon *Duracinus* Beker & U. Eberh.
6. Seksiyon *Islandica* Beker & U. Eberh.
7. Seksiyon *Mediorufa* Soop
8. Seksiyon *Myxocybe* (Fayod) Konr. & Maubl.
9. Seksiyon *Naviculospira* Beker & U. Eberh.
10. Seksiyon *Sacchariolentia* (J.E. Lange ex Bon) H. Boyle
11. Seksiyon *Scabrispora* (Romagn) Beker & U. Eberh.
12. Seksiyon *Sinapizantia* (Quadr.) Vesterh.
13. Seksiyon *Syrjense* Beker & U. Eberh.
14. Seksiyon *Porphyrospora* Konr. & Maubl. Ex Vesterh.
15. Seksiyon *Pseudoamarens* Beker & U. Eberh.
16. Seksiyon *Theobromina* Beker, U. Eberh. & Vesterh.
17. Seksiyon *Velutipes* Vesterh.

1.4.1 *Hebeloma* Cinsine Ait Morfolojik Özellikler

Hebeloma cinsine ait örnekler arazide ilk olarak turp benzeri koku ile tespit edilmektedir. Halk arasında turpkokan olarak bilinen bu mantarların en karakterize özelliği kokularıdır. *Hebeloma* cinsine ait örneklerin genel olarak sahip oldukları morfolojik özellikler aşağıda detaylandırılmıştır.

Bazidyokarp: *Hebeloma* cinsine ait örnekler genellikle küçük ve orta büyüklükte gövde yapısına sahip olup monovelangiocarpus denen anatomik bir yapıdan gelişirler (Beker vd., 2016). Gelişmekte olan tallus yapısında meyveyi koruyan anatomik yapı meyve gelişimi tamamlanınca kalıntı şeklinde meyve üzerinde kalabilmektedir. Veil kalıntıları olarak adlandırılan bu kalıntılar, kuru ve ağ şeklinde bir form alırsa kortina yapısı oluşmaktadır. Veil kalıntıları şapka kenarına bağlı olabilirler veya sapın üst kısmında olabilirler (Vesterholt, 2005).

Şapka: Şapka şekli neredeyse tüm bireylerde yarım küre şeklinde ve yüzeyleri genellikle düzdür. *Sacchariolentia* seksiyonuna ait bireylerin bazılarında şapka

yüzeyinde velum kalıntısı bulunmaktadır. *Hebeloma* seksiyonunda bulunan *Hebeloma pubescens* Beker & U. Eberh. türüne ait örneklerde ise şapka yüzeyinde tüy benzeri yapılara rastlanmaktadır. Şapka renkleri genellikle beyazımsı, krem, kahverengi, sarımsı ve turuncu tonlarında olmaktadır. Bazı türler belirgin bir şekilde iki renkli, bazıları ise tek renkli olabilmektedir. İki renkli şapka formlarında şapkanın merkezi rengi taksonomik olarak önemlidir. Örneğin; *Hebeloma mesophaeum* (Pers.) Quél. türünde şapkanın merkezi rengi kırmızımsı kahverengidir ve tür epiteti bu karakterden esinlenilerek isimlendirilmiştir.

Lamel: Lamellerin bağlanma şekli taksonomik olarak önemlidir. *Hebeloma* cinsinde genellikle emarjinat (çentikli), adneks (sapa doğru daralan), adnat (sapa doğrudan bağlanan) ve decurrent (sapa genişçe bağlanan) şeklinde bağlanma formları görülmektedir. Lamel rengi beyaz, krem ve krem kahverengi tonlarında olmaktadır. Bazı türlerde lamel rengi ayırt edici karakter olabilmektedir. Örneğin; *Hebeloma porphyrosporum* Maire türünde lameller kırmızımsı pembe renktedir. Bazı türlerde lameller üzerinde görülen damla benzeri yapılar da taksonomik olarak önemlidir. Örneğin; *Hebeloma crustuliniforme* (Bull.) Quél. türünde lameller üzerinde kahverengimsi damla yapıları görülmektedir. Tam uzunluktaki lamel sayısı ayırt edici bir diğer önemli taksonomik karakterdir (Vesterholt, 2005).

Sap: Çoğu türde sap silindirik veya tabana doğru şişkindir. *Sacchariolentia* ve *Velutipes* seksiyonlarında tipik şişkin sap yapısı bulunmaktadır. *Myxocybe* ve *Scabrispora* seksiyonlarında köklü sap yapısına rastlanmaktadır (Eberhardt vd., 2020). Sapın pudralı, velumlu veya yünlü bir görüntüye sahip olması taksonomik olarak önemlidir. Örneğin; *Hebeloma sinapizans* (Paulet) Gillet türünde yünlü bir sap yapısı görülürken *H. velutipes* türü velumlu bir sap yapısı ile karakterizedir.

Koku ve tat: Yukarıda da bahsedildiği gibi *Hebeloma* türlerinin çoğunda turp benzeri koku belirlenmiştir. Bazen kakao veya çikolata benzeri koku da olmaktadır. Tadları genellikle acıdır.

Spor: *Hebeloma* cinsi için spor boyutları ve şekli önemli taksonomik karakterlerdir. Küçük spor boyutu genelde *Hebeloma*, *Scabrispora* ve *Theobromina* seksiyonlarında gözlenir. Büyük sporlar ise *Sacchariolentia* ve *Sinapizantia* seksiyonlarında belirlenmiştir. Spor uzunluğu ve genişliğinin bir oranı olan Q değeri önemli bir taksonomik karakterdir (Beker vd., 2016). Spor şekli genellikle elips, oval

veya badem şeklinde olabilmektedir. Özellikle seksiyon tanımlamalarında spor şekilleri ayırt edici olmaktadır. Örneğin *Hebeloma* seksiyonuna ait türlerde elips şeklinde sporlar bulunurken *Denudata* seksiyonunda badem şeklinde sporlar bulunmaktadır. Bunun dışında *Scabrispora* seksiyonuna ait türlerde ise silindirik sporlar belirlenmiştir. Sporların çoğunda belirgin bir apikulus (çıkıntı) yapısı bulunur. Cinse ait sporlar ışık mikroskopu altında sarımsı veya sarımsı kahverengi görünürler. Sporlar üç önemli karakter ile tanımlanmaktadırlar; Süs yapısı, dekstrinoid reaksiyon ve perispor gevşekliği. Olgun sporlar için kullanılan süs özelliği dört kategoriye ayrılmıştır (Beker vd., 2016).

O1: spor yüzeyi düz

O2: spor yüzeyi çok zayıf bir şekilde süslü

O3: spor yüzeyi belirgin bir şekilde süslü

O4: spor yüzeyi güçlü bir şekilde süslü

Dekstrinoid reaksiyon endosporun Melzer ayıracıyla verdiği reaksiyondur (Vesterholt, 2005). Bazı türlerde herhangi bir reaksiyon gözlenmezken bazı türlerde de yoğun renklenme görülmektedir. Örneğin *Hebeloma* seksiyonuna ait türler genellikle az reaksiyon verirken *Denudata* seksiyonu güçlü renklenme göstermektedir (Eberhardt vd., 2015). Melzer ayıracı ile dekstrinoid reaksiyonu çok önemli bir karakterdir, ancak genellikle orta dereceli reaksiyonlar meydana gelir, bu nedenle beş puanlık bir ölçek geliştirilmiştir (Beker vd., 2016).

D0: sporlar dekstrinoid olmayan, renklenme yok

D1: sporlar çok az dekstrinoid, renklenme belli belirsiz bir şekilde

D2: sporlar ayırt edilebilir biçimde dekstrinoid, renklenme sarımsı kahverengi

D3: sporlar oldukça dekstrinoid, renklenme kahverengi

D4: sporlar güçlü bir şekilde dekstrinoid, renklenme kırmızı-kahverengi

Perisporun (dekstrinoid olmayan olan) gevşemesi, ışık mikroskopu altında hiyalin bir kese veya kabarcık olarak görünür. Bu durum Melzer reaktifinde daha belirgin bir şekilde görülebilmektedir. Bu karakter için dört kategori belirlenmiştir (Beker vd., 2016).

P0: perispor gevşek değil

P1: perispor biraz gevşek (birkaç sporda veya tüm sporlarda)

P2: perispor belirgin bir şekilde gevşek

P3: perispor güçlü bir şekilde gevşek

Bazidyum: Genellikle silindirik ya da klavat (çomak) şeklinde olan mikroskobik karakterlerdir. Sporların gelişim gösterdiği ve olgun sporları taşıyan yapılardır. Dört sterigma (çıkıntı) gözlenir ancak nadiren bazı türlerde iki sterigma görülebilmektedir.

Sistit: Sıklıkla lamel kenarında gözlemlenen bu yapılar bulundukları yere göre isimlendirilirler. Lamel kenarında bulunan sistit yapıları keilosistit, lamel yüzeyinde bulunanlar pleurosistit ve sapta bulunanlar kaulosistit olarak adlandırılmaktadır. Keilosistit şekli *Hebeloma* cinsi için önemli bir taksonomik karakterdir (Eberhardt vd., 2022). Bir tür için çeşitli şekillerde sistit yapısı gözlenebilir bu durumda baskın olan şekil önce belirlenmelidir. Örneğin; *Hebeloma* seksiyonu lageniform (şişe şeklinde olan)-ventrikoz (yassı şişe şeklinde) şeklinde keilosistit ile karakterizedir. *Velutipes* seksiyonu klavat-ventrikoz ile karakterize iken *Denudata* seksiyonu klavat-stipitat (eğri çomak) ile karakterizedir (Beker vd. 2016). Sapta bulunan kaulosistit yapısı genellikle keilosistit yapısına benzemektedir. Ancak daha uzun ve daha değişken boyutlara sahiptir.

Pellis: Şapkanın üst kısmından alınan ince kesit pellis olarak adlandırılmaktadır ve buradaki hiflerin dağılımı ve şekli önemli bir taksonomik karakterdir. *Hebeloma* cinsinde hif yapıları genellikle dar, hyalin, düz bazen de kabuklu bir yapı ile sarımsı renktedir (Beker vd., 2016).

Ekoloji ve habitat: Neredeyse tüm türler ektomikorizal ilişki gösterirler ve genel olarak her ağaç türüyle simbiyont olabilirler.

Yenilebilirlik: Genellikle zehirlidirler.

1.4.2 *Hebeloma* Cinsine Ait Taksonomik Problemler

Mantar tanımlanmasında genel olarak rastlanan problemler *Hebeloma* cinsinde de görülmektedir. Örneğin makroskobik karakterlerin farklı türlerde benzerlik göstermesi tür seviyesinde tanımlamaları zorlaştırmaktadır. Cinsine ait türlerin fenotipik plastisite göstermesi bunun nedenlerinden biridir. Özellikle tür tanımlamaları yapılırken farklı araştırmacılar tarafından tanımlanan türlerin benzerlik göstermemesi en büyük problemlerden biridir. Bu durumda orijinal materyallerin ve protokollerin tekrar incelenmesi gerekmektedir. Türkiye’de tanımlanan *Hebeloma* cinsine ait türlerin

orijinal materyallerine tez çalışması kapsamında erişim sağlanmaya çalışılmış ancak bazı örnekler erişilememiştir. Bunun sebeplerinden biri uzun yıllar önce tanımlanan örneklerin iyi muhafaza edilememesi ya da zaman içerisinde materyalin kaybıdır. Erişilen örneklerin birçoğu da deformasyona uğramıştır. Deforme olan örneklerden DNA materyali elde edilmeye çalışılmış ve analizleri yapılmıştır. Ancak morfolojik ve moleküler verilerde sıkıntı olduğu için tür teşhisleri yapılamamıştır. Bunun dışında *Hebeloma* cinsi için önemli taksonomik problemlerden biri de tür kompleksleridir. Yani sadece morfolojik analizlerle teşhis edilemeyen kriptik türlerin varlığından dolayı tür kompleksleri oluşmaktadır. Tür komplekslerinin ayrımı için moleküler analizlere özellikle ihtiyaç duyulmaktadır. Hatta bu türler için tek bir gen bölgesi bile yeterli olmamaktadır. Bu nedenle alternatif gen bölgeleri de çalışılmaktadır. Bahsi geçen tür kompleksleri aşağıda detaylandırılmıştır.

Hebeloma crustuliniforme kompleksi: *Hebeloma crustuliniforme* olarak tanımlanan örneklerin monofiletik bir grup oluşturmadıkları belirlenmiştir. Bunun nedeni tür içi morfolojik ve moleküler verilerde varyasyonun yüksek olmasıdır. Örneğin bazı tanımlanan örneklerde sistit yapıları klavat-stipitat olarak tasvir edilirken bazılarında klavat-lageniform olarak tanımlanmaktadır. Aanen vd. (2000) tarafından bu kompleks ele alınmış ve ITS bölgesi kullanılarak çözümlenmeye çalışılmıştır. Ancak ITS bölgesinin yetersiz olduğu ve bu komplekse ait türlerin parafiletik oldukları savunularak 2004 yılında Aanen ve Kuyper tarafından morfolojik ve moleküler yaklaşımların yanında biyolojik tür konsepti yaklaşımı önerilmiştir. Bu yaklaşımda çiftleşme testleri uygulanarak iki türün üreme izolasyonunu belirlemek için eşey uyumlulukları analiz edilmiştir. Tanımlanan örneklerde eşey uyumlulukları tespit edilmiş ve uyumlu olanların aynı türe ait olabilecekleri bildirilmiştir. Ancak Eberhardt vd. (2015b) bu kompleksi yeniden değerlendirmiş ve aslında bu kompleks içinde iki farklı grubun yer aldığı iddia edilmiştir. Moleküler destekli bu çalışmada birden fazla gen bölgesinin analiziyle gruplardan birinin *Denudata* seksiyonuna ait türleri içerdiği diğerinin ise *Velutipes* seksiyonuna ait türleri kapsadığı belirlenmiş ve bu türler tanımlanarak literatüre eklenmiştir. Ayrıca Beker vd. (2016) eşey uyumluluk testinin sınırlamaları olduğu ve in vitro koşullarda spor ve misel oluşumu ve yetiştirilmesinin zor olduğu dolayısıyla bu yöntemin kullanışlı olmadığını savunmuştur. Bunun yerine tür komplekslerinin çözümlenmesi için morfolojik ve moleküler destekli verilerle

ilerlemenin daha güvenilir olduğu ancak moleküler veriler kullanılırken tek bir gen bölgesi yerine multilokus analizlerinin yapılması gerektiğini savunmuşlardır.

Hebeloma mesophaeum kompleksi: Yapılan çalışmalarda *Hebeloma mesophaeum* türünün moleküler anlamda monofiletik olmadığı belirlenmiştir. Hem tek lokus analizlerinde hem de multilokus analizlerinde *H. dunense*, *H. psammophilum*, *H. pubescens* ve *H. subtortum* türleri içerisinde yer aldığı ve bu sınıfın bir parçası olduğu görülmüştür (Beker vd., 2016). *Hebeloma mesophaeum*, tür içi ITS varyasyonu açısından en varyatif türlerden biridir ve tür içinde gizlenmiş başka türlerin de olması mümkündür (Cripps vd., 2019; Eberhardt vd., 2022b). Ekolojik farklılıklar ve geniş popülasyon dağılımı türün genetik süreçlerini yavaşlatmış olabilir, bu nedenle tür tanımlaması bu sınıf içinde problemli olmaktadır. Bu durumun getirdiği sonuçlardan biri türe ait birçok sinonimin varlığıdır.

Hebeloma vaccinum Romagn. ve *H. cavipes* Huijsman: *Denudata* seksiyonunda yer alan bu iki tür moleküler olarak çok benzer olmakla birlikte morfolojik ayrımları detaylı incelendiğinde yapılabilmektedir. Moleküler olarak tek lokus analizlerinde monofiletik sonuçlar vermemekte ve birden fazla DNA bölgesinin analizine ihtiyaç duyulmaktadır. İki tür çeşitli mikroskopik karakterlere göre ayrılabilir.

Hebeloma velutipes Bruchet ve *H. incarnatum* A.H. Sm.: *Velutipes* seksiyonunda yer alan bu iki türün morfolojik ayrımları belirgin olmakla birlikte sadece ITS bölgesi kullanılarak filogenetik seviyede ayrımları yapılamamaktadır. Diğer tür komplekslerinde de benzer durum söz konusudur. Tek bir gen bölgesi ile ayrımları yapılamamakta ve bu nedenle alternatif gen bölgelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Cins içinde yer alan tür kompleksleri ve bu komplekslere ait türler Çizelge 1.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 1.1 *Hebeloma* cinsi içerisinde bulunan tür kompleksleri

Seksiyon	Tür kompleksi	Türler
<i>Hebeloma</i>	<i>Hebeloma mesophaeum</i> kompleksi	<i>H. alpinicola</i> <i>H. dunense</i> <i>H. excedens</i> <i>H. marginatulum</i> <i>H. mesophaeum</i> <i>H. psammophilum</i> <i>H. pubescens</i> <i>H. subtortum</i>
	<i>Hebeloma nigellum</i> kompleksi	<i>H. clavulipes</i> <i>H. fuscatum</i> <i>H. hygrophilum</i> <i>H. monticola</i> <i>H. nigellum</i> <i>H. oreophilum</i> <i>H. spetsbergense</i>
<i>Denudata</i>	<i>Hebeloma crustuliniforme</i> kompleksi	<i>H. alpinum</i> <i>H. aanenii</i> <i>H. crustuliniforme</i> <i>H. eburneum</i> <i>H. geminatum</i> <i>H. minus</i> <i>H. pallidolabiatum</i> <i>H. salicicola</i>
	<i>Hebeloma aurantiumbrinum</i> kompleksi	<i>H. aurantiumbrinum</i> <i>H. cavipes</i> <i>H. helodes</i> <i>H. vaccinum</i>
<i>Velutipes</i>	<i>Hebeloma velutipes</i> kompleksi	<i>H. incarnatulum</i> <i>H. leucosarx</i> <i>H. subconcolor</i> <i>H. velutipes</i>

Ülkemizde araştırmacılar tarafından farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda *Hebeloma* cinsinin yayılış gösterdiği bölgeler tespit edilmiştir (Sesli vd., 2020). Fakat tür tanımlamaları ya hiç yapılmamış ya da morfolojik bazı özelliklere bakılarak sadece belirli alanlarda yetişen türler belirlenmiştir. Fakat *Hebeloma* cinsine ait mantarlarda morfolojik özellikler açısından tür içinde ve türler arasında çok fazla polimorfizm bulunmakta ve bu özellikler çevre koşullarından oldukça fazla etkilenmektedir. Ülkemizde var olan türlere ait bir koleksiyon oluşturulmamış ve genetik kaynak olarak kayıt altına alınmamıştır. Oysa Avrupa ülkelerinde ve Amerika’da *Hebeloma* cinsine ait örneklerin moleküler karakterizasyonu çalışmalarına başlanmıştır. Bu sayede hem morfolojik hem de moleküler veriler derlenerek cinsin revizyonu yapılmaktadır.

1.5 Tezin Amacı

Tez çalışmasında, Türkiye’de yetişen *Hebeloma* cinsine ait örneklerin morfolojik ve moleküler karakterizasyonu yapılarak filogenetik ilişkileri belirlenmiş ve cinsin taksonomik yapısı revize edilmiştir. Filogenetik ilişkileri belirlemek için çekirdek genomunda yer alan üç farklı bölge (ITS, LSU ve TEF1- α) PZR metodu ile uygun primer çiftleri kullanılarak çoğaltılmıştır. Elde edilen DNA dizileri farklı istatistiksel metodlarla analiz edilip varyasyon açısından değerlendirilerek türler arası filogenetik ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır.

Tez çalışmasında amaç;

- I. çalışılan taksonları morfolojik ve moleküler yöntemlerle tanımlamak,
- II. klasik ve moleküler yöntemlerle elde edilecek sonuçlar sonrasında türlerin akrabalık ilişkilerinde farklılık çıkarsa bu türlerin revizyonuna gitmek,
- III. cinse ait türlerin Türkiye’deki dağılımı ve sistematik durumlarını ortaya çıkararak tür sınırlarını belirlemek,
- IV. kullanılacak gen bölgelerinin hedef cinsin filogenetik ve revizyon çalışmaları için kullanışlı olup olmadığını göstermek,
- V. Türkiye adına bir *Hebeloma* koleksiyonu oluşturmak ve kayıt altına alarak ülke mikobiyotasına katkıda bulunmaktır.



2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Hebeloma cinsi üzerine ülkemizde yapılan çalışmalar oldukça azdır. Ülkemizde bu cinse ait örnekleri tanımlamak için çoğunlukla morfolojik özellikler kullanılarak çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğu türlerin kaydını içermektedir (Yağız ve Afyon, 2005; Yağız vd., 2006; Allı vd., 2008; Kaya, 2009; Uzun vd., 2009; Güler vd., 2011; Türkoğlu vd., 2012). Son yıllarda ülkemizde yapılan çalışmalarda *Hebeloma* cinsinin karakterizasyonu için moleküler tekniklerin kullanıldığı görülmektedir (Dizkirici vd., 2019; Acar vd., 2021; Acar vd., 2022; Dizkirici vd., 2022). Literatür taraması esnasında karşımıza çıkan önemli çalışmalar hakkında aşağıda bilgi verilmiştir.

2.1 Morfolojik Çalışmalar

Ülkemizde *Hebeloma* cinsi için yapılan morfolojik çalışmalardan biri Yağız ve Afyon (2005) tarafından Karabük ilinde 1998-2000 yılları arasında toplanan makromantar türleri üzerine yapılan çalışmadır. Bu çalışmada 121 taksona ait 33 familya tanımlanmıştır. *Hebeloma* cinsine ait mantarlar *Cortinariaceae* familyası içinde gösterilmiş ve 4 adet tür belirlenmiştir. Bu türler *Hebeloma eburneum* Malençon, *H. edurum* Métrod, *H. fragilipes* Romagn. ve *H. sinapizans* olarak tanımlanmışlardır.

Yağız vd. (2006) tarafından Kastamonu ilinde yapılan saha çalışmasında 34 familyaya ait 197 takson tanımlanmıştır. Ancak *Hebeloma* türleri bu çalışmada *Bolbitiaceae* familyası içerisinde tanımlanmışlardır. *Hebeloma* cinsine ait örnekler *Hebeloma album* Peck, *H. cistophilum* Maire, *H. crustuliniforme*, *H. edurum* Métrod, *H. mesophaeum*, *H. pusillum* J.E. Lange ve *H. senescens* Berk. & Broome olarak tanımlanmıştır.

Allı vd. (2008) tarafından Denizli yöresinden 2006 yılında toplanan makromantarlar üzerindeki çalışmalar sonucunda Türkiye için üç yeni kayıt tür bildirilmiştir. Bunlardan biri *Hebeloma cavipes* türüdür. Bu mantar türünün çam ormanlarında *Cistus* L. cinsinin altında yetiştiği belirtilmiştir. Morfolojik karakterleri tanımlanırken, şapka; 3-5 cm boyutlarında ve renginin krem renginden sarıya doğru değiştiği, lamel; renginin krem renginden pembe-kahverengiye doğru değiştiği ve lamellerin genişleyen bir yapısının olduğu, sap; 4-6 × 0.5-0.7 cm boyutlarında ve

silindirik bir biçimde olduğu, basidiospor; $10-12 \times 6-7.5 \mu\text{m}$ boyutlarında ve spor baskılarının kahverengi olduğu bildirilmiştir. Turp benzeri kokusundan dolayı tanımlanmasının kolay olduğu belirtilmiştir.

Kaya (2009) tarafından Kahramanmaraş yöresine ait 1999-2007 arasında toplanan 312 makromantar örneği çalışılmış ve taksonomik analizleri yapılmıştır. Çalışmada *Hebeloma* cinsine ait *Hebeloma clavulipes* Romagn., *H. crustuliniforme*, *H. populinum* Romagn. ve *H. sinapizans* türlerine ait örnekler toplanmış ve tür tanımlamaları yapılmıştır.

Uzun vd. (2009) tarafından Bingöl yöresine ait 2006-2009 yılları arasında toplanan makromantarlar çalışılmıştır. Çalışmada 23 familyaya ait 78 takson tanımlanmıştır. Toplanan örnekler fungaryum materyali haline getirildikten sonra tür teşhisleri yapılmıştır. Çalışmada *Hebeloma* cinsine ait *Hebeloma birrus* (Fr.) Gillet ve *H. longicaudum* (Pers.) P. Kumm. türleri tanımlanmış ve yeni kayıt oldukları bildirilmiştir. Çalışma sonunda örnekler Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Fungaryumu'nda (VANF) muhafaza edilmiştir.

Güler vd. (2011) tarafından *Hebeloma eburneum* türünün morfolojik yapısını yakından incelenmiştir. Çalışmada Antalya, Karabük, Kayseri, Konya ve Denizli'de yayılış gösteren *Hebeloma eburneum* türünün bahar ve yaz aylarında, tek veya gruplar halinde yaşadığı ve özellikle çam ağaçlarında yetiştiği belirlenmiştir. Morfolojik analizlerde, şapka; 4-7 cm boyutlarında, renginin krem renginden kahverengiye doğru değiştiği, sap; $5-7 \times 0.5-1.5 \text{ cm}$ boyutlarında, lameller; geniş yapılı ve kahverengi olduğu belirtilmiştir. Sporların analizi SEM (Scanning electron mikroskop) ile yapılmıştır. Spor boyutlarının $5.29 \times 10.5 \mu\text{m}$ olduğu ve yüzey yapısının düz olmadığı bildirilmiştir.

Türkoğlu vd. (2012) tarafından 2006-2009 yılları arasında Uşak yöresinden toplanan makromantar türlerinin laboratuvar çalışmaları sonucunda 30 familyaya ait 100 takson tanımlanmıştır. Çalışmada, *Hebeloma* cinsine ait *Hebeloma fragilipes*, *H. sinapizans* ve *H. stenocystis* J. Favre türleri tanımlanmıştır.

Akata ve Sesli (2017) tarafından 2013-2015 yılları arasında Trabzon ve İstanbul illerinde yapılan arazi çalışmalarında Türkiye için yeni kayıt olan *Hebeloma sacchariolum* Quél. türü literatüre eklenmiştir. Bu tür Trabzon Karadeniz Teknik Üniversitesi kampüs alanından toplanmıştır. Türün morfolojik analizleri yapılmış ve

detaylı deskripsiyonu verilmiştir. Bu türün *H. pallidoluctuosum* Gröger & Zschiesch. türüyle morfolojik ve ekolojik benzerlik gösterdiği ancak *H. pallidoluctuosum* türünün daha kısa sistit ve daha küçük spor yapısına sahip olduğu bildirilmiştir.

Sesli vd. (2018) tarafından 2016 yılında yapılan arazi çalışmalarında Trabzon ilinden *Hebeloma avellaneum* Kauffman türü toplanmış ve literatüre yeni kayıt olarak eklenmiştir. Çalışmada toplanan örneklerin DNA analizleri de yapılmış ve izolatlardan elde edilen gen dizilerinin GenBank'ta bulunan taksonlara ait sekanslarla yüksek oranda benzerlik gösterdiği (%99-%100) saptanmıştır.

Sesli vd. (2023) tarafından *Hebeloma limbatum* Beker, Vesterh. & U. Eberh. türüne ait örnekler Karadeniz Teknik Üniversitesi park alanında 2018 yılında toplanmış ve yeni kayıt olarak literatüre eklenmiştir. Örneklerin teşhisi araziden elde edilen veriler ve mikroskopik inceleme sonuçlarına göre yapılmıştır. Morfolojik verilere dayalı bu çalışmada türe ait örneklerin küçük, yapışkan, turuncumsu kahverengi şapka; krem rengi veya açık kahverengi lameller; beyazımsı sap; badem şeklinde, süslü, soluk sarı, $10-14 \times 5-7.5 \mu\text{m}$ boyutlarında bazidiyosporlar; çomak veya şişe şeklinde, ve $30-100 \times 5-14 \mu\text{m}$ büyüklüğünde sistityumlara sahip olduğu belirtilmiştir.

2.2 Moleküler Çalışmalar

Cinse ait moleküler çalışmalar ilk olarak Aanen ve Kuyper tarafından 1999-2004 yılları arasında yapılmıştır. Bu çalışmalarda özellikle *Denudata* seksiyonuna ait veriler ile *Hebeloma crustuliniforme* türüne ait örneklerin biyolojik ve morfolojik olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. *Hebeloma* cinsinin kapsamlı olarak ele alınması ilk olarak 2004 yılında Dr. Henry J. Beker ve ekip arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir. Cinse ait çalışmalar 2016 yılına kadar sürdürülmüş ve en kapsamlı çalışma Beker vd. tarafından 2016 yılında oluşturulmuştur. Bu çalışmada Avrupa örnekleri hem morfolojik hem de moleküler yöntemler kullanılarak revize edilmiştir. Çalışmada cins içi sınıflandırma ve türlerin teşhislerinin yapılması hedeflenmiştir. 4500 örneği kapsayan bir koleksiyon oluşturularak her örneğin DNA sekansı elde edilmiş ve NCBI veri tabanına yüklenerek cinse ait genetik bir kaynak oluşturulmuştur. İlk etapta tüm örneklerin ITS bölgesi analiz edilmiş daha sonra alternatif gen bölgeleri kullanılmıştır.

Eberhardt vd. (2015) tarafından Orta Avrupa’da yer alan ve Karpatlar olarak bilinen sıra dağlarda yapılan çalışma önemli çalışmalarından biridir. Bu çalışma için 2002-2012 yılları arasında düzenli olarak bu alana ziyaretler yapılmış ve Alplerden *Hebeloma* türleri toplanmıştır. Toplamda 11 türe ait 44 örnek üzerinde çalışılmış ve bunlardan iki tanesi (*Hebeloma grandisporum* Beker, U. Eberh. & A. Ronikier ve *H. oreophilum* Beker & U. Eberh.) bu çalışma sayesinde literatüre yeni tür olarak tanıtılmıştır. Moleküler analizler esnasında, DNA barkodlama için ITS (ITS1-5.8S-ITS2), RPB2 ve TEF1- α gen bölgeleri kullanılmıştır. Analiz sonucunda çalışılan 11 türün *Denudata*, *Hebeloma*, *Myxocybe* ve *Velutipes* seksiyonlarında yer aldığı ifade edilmiştir. Her üç gen bölgesinden elde edilen ağaç topolojileri arasında benzer filogenetik ilişkiler görülmüştür. Çalışma sonunda 11 örneğin, sürekli taksonomik yapısı değişen *Hebeloma* cinsi için yeterli olmayacağı ve daha fazla örneklemenin yapılması gerektiği de ifade edilmiştir.

Aanen vd. (2000) tarafından *Hebeloma* türleri arasındaki filogenetik ilişkiler, nükleer ribozomal ITS sekansı ile kladistik metodlar kullanarak belirlenmeye çalışılmıştır. Örneklem olarak *H. crustuliniforme* kompleksinde yer alan türlere yer verilmiştir. Toplamda 39 takson ve 51 koleksiyonu temsil eden 52 dizi analiz edilmiştir. Çalışma sonunda *Hebeloma* cinsinin monofiletik, *H. crustuliniforme* kompleksinin ise iki grupta temsil edilerek parafiletik olduğu gösterilmiştir.

Aanen vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada iki biyolojik türden (BSP 16 ve 17 suşları) oluşan *Hebeloma velutipes* türüne ait ITS dizisi çalışılmıştır. Dikaryon BSP 17 içinde iki farklı ribozomal ITS tipi belirlenmiştir. Bu iki tip ITS dizisinin dikaryotik ve monokaryotik soyların ayrımını yaptığı ve iki nükleus içinde homolog rDNA lokuslarındaki farklı alelleri temsil ettiği iddia edilmiştir. BSP 17 suşunun RFLP analizleri, Avrupa’da yaygın polimorfizm olduğunu göstermiştir. İki ITS sekansının kladistik metodlarla analizi yapılmış ve kardeş grup olmadıkları tespit edilmiştir. ITS tiplerinden biri BSP 16 ile monofiletik grup oluştururken diğerinin ise *H. incarnatum* ile bir klad oluşturduğu belirlenmiştir. *Hebeloma velutipes* içindeki bu polimorfizm ortolog ITS dizilerinden oluşmuştur. Yapılan filogenetik analizler BSP 17 soylarının tek bir atadan gelmediğini göstermiştir. Analiz sonucunda birçok BSP 17 soyu, BSP 18 ile grup oluştururken, geri kalan kısmının BSP 16 ile grup oluşturduğu belirlenmiştir. Bu sonuç ile BSP’nin parafiletik ya da polifiletik olabileceği, biyolojik ve filogenetik tür

kavramlarının bu cins için birbirine uymadığı gösterilmiştir. Ancak bu durumun başka diziler çalışılarak desteklenmesi gerektiği de ifade edilmiştir. Bu dizi farklılığının PZR sırasında ITS sekanslarında eşit olmayan kopyalama sonucunda da açığa çıkabileceği savunulmuştur.

Aanen ve Kuyper (2004) tarafından *H. crustuliniforme* kompleksinin çözümlenmesi için morfolojik ve moleküler verilerin yanında biyolojik tür konsepti önerilmiştir. 110 örnek için eşey uyumlulukları test edilmiş ve 20 uyumlu grup belirlenmiştir. Moleküler analizler için ITS bölgesi analiz edilmiş ve filogenetik çözümler yapılmaya çalışılmıştır. Ancak birçok uyumlu grubun filogenetik sonuçlarının parafletik olduğu belirlenmiştir. Sadece *H. incarnatum* ve *H. pusillum* türlerinin *H. crustuliniforme* kompleksinden ayrılarak monofiletik grup oluşturduğu belirlenmiştir.

Boyle vd. (2006) tarafından Avrupa'da bulunan *Hebeloma* türlerinin filogenetik ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaç için nükleer DNA'da yer alan ITS bölgesi tercih edilmiş ve 53 yeni DNA sekansı literatüre eklenmiştir. Bu sekanslar NCBI (National Center of Biotechnology Information) veritabanından alınan diğer sekanslarla kombine edilerek analiz yapılmıştır. Method olarak Bayesian, Strict consensus ve Neighbour joining yöntemleri kullanılırken, *Gymnopilus penetrans* (Fr.) Murrill ve *Galerina* Earle cinsine ait iki tür dış grup taksonlar olarak tercih edilmiştir. *Anamika* K.A. Thomas, Peintner, M.M. Moser & Manim., *Hymenogaster* Vittad. ve *Naucoria* (Fr.) P. Kumm. cinslerine ait bazı örnek türler de çalışmaya dahil edilerek *Hebeloma* cinsi ile monofiletik olup olmadıklarına da bakılmıştır. Çalışma sonunda bu cinslerin *Hebeloma* cinsi ile monofiletik olduğu ve yüksek bootstrap değeri ile *Hebeloma* grubu içinde yer aldığı gösterilmiştir. Çalışmada, *Hebeloma* cinsi içindeki akrabalık durumu da incelenmiş ve filogenetik ağaçta oluşan monofiletik gruplar da gösterilmiştir. *Hebeloma crustuliniforme*, *H. sacchariolens*, *H. sinapizans*, *H. radicosum* (Bull.) Ricken ve *H. velutipes* türleri ayrı ayrı gruplar oluştururken, *H. sarcophyllum* türünün uzak olarak konumlandığı gösterilmiştir. *Hebeloma* cinsi içinde yer alan *Denudata* ve *Velutipes* kladları içinde birkaç nükleotit farklılığı saptanmış ve 5.8S bölgesinde hemen hemen hiç nükleotid varyasyonu görülmemiştir. Çalışma sonunda, *Hebeloma* cinsi içinde son zamanlarda gerçekleşen türleşmenin anlaşılması, filogenetik ilişkilerin belirlenmesi ve türler arasındaki morfolojik değişimlerin gösterilmesi için ITS

bölgesinin her ne kadar varyasyonu çok fazla olan bölgelerden biri olsa da zayıf kalabildiği iddia edilmiştir.

Eberhardt vd. (2009) tarafından *Cistus* cinsi ile ektomikorizal olarak yaşayan *Hebeloma* türleri çalışılmıştır. ITS DNA sekans verisi kullanılarak moleküler analizler yapılmış ve NCBI veri tabanına yüklenmiştir. Araştırmacılar kendi saha deneyimlerini takip ederek Fransa, İtalya, Portekiz ve İspanya’da *Cistus* ile ektomikorizal olan 11 *Hebeloma* türü tanımlamışlardır. Kladistik metodlar (Maximum Likelihood) kullanılarak filogenetik ağaçlar oluşturulmuştur. Çalışma sonunda çalışılan türlerden 4 tanesinin (*Hebeloma cavipes*, *H. cistophilum*, *H. erumpens* Contu, *H. plesiocistum* Beker, U. Eberh. & Vila) *Cistus* cinsine özgü olduğu kalan bireyler ise yeni takson olarak kabul edilmiş ve *Hebeloma plesiocistum* olarak isimlendirilmiştir. Başka bir çalışmada ise 5 *Hebeloma* türü (*H. cavipes*, *H. cistophilum*, *H. erumpens*, *H. album*, *H. hiemale* Bres.) *Cistus*’a özgü olarak tanımlanmıştır (Comandini vd. 2006). ITS temelli filogenetik analizlerin taksonlar arasındaki ilişkileri net bir şekilde çözemediği ve bu nedenle farklı analizlerle desteklenmesi gerektiği de savunulmuştur.

Eberhardt ve Beker (2010) tarafından *Theobromina* seksiyonuna ait *Hebeloma vesterholtii* Beker & U. Eberh. yeni bir tür tanımlanmıştır. Bu türe ait örnekler 2004-2008 yılları arasında yapılan arazi çalışmalarıyla 13 koleksiyon halinde 6 farklı Avrupa ülkesinden (Belçika, İtalya, İspanya, Danimarka, Bulgaristan ve İngiltere) toplanmıştır. Türe ait morfolojik ve moleküler özellikler değerlendirilmiş ve yeni türün aynı seksiyonda bulunan *H. theobrominum* Quadr. ile yakından ilişkili olduğu belirlenmiştir. Moleküler analizler için ITS bölgesi kullanılmıştır.

Eberhardt vd. (2013) tarafından *Hebeloma* cinsinin *Theobromina* seksiyonu çalışılmıştır. Bu seksiyon, ilk olarak *H. theobrominum* türünün filogenetik olarak *H. sinapizans* (*Sinapizantia* seksiyonu) türünden ayrılmasıyla literatüre tanımlanmıştır (Vesterholt, 2005). Eberhardt vd. tarafından Avrupa’da bu seksiyona ait yedi tür (üç tanesi yeni; *Hebeloma alboerumpens* Vila, Beker & U. Eberh., *H. griseopruinatum* Vesterh., Beker & U. Eberh. ve *H. parvicystidiatum* Beker, Vesterh. & U. Eberh.) tanımlanmıştır. Çalışma sonunda bu seksiyona ait Avrupa türlerini kapsayan yeni bir anahtar da oluşturulmuştur. Moleküler çalışmalar (ITS, MCM7, RPB2, LSU) türler arasında görülen morfolojik farklılıkları desteklemiş ve yeni teşhis edilen bazı türler arasında uzak akrabalık ilişkileri de ispatlanmıştır. Çalışılan bölgelerden ITS, seksiyona

ait olan her bir türün diğerinden ayrılmasını sağlayacak varyasyonu göstermiştir. LSU, RPB2 ve MCM7 bölgelerinin bazı araştırmacılar (Schoch vd. 2012) tarafından ITS bölgesine göre daha iyi sonuçlar verebileceği iddia edilse de bu bölgeler *H. erumpens* ve *H. griseopruinatum* türlerini ayırmak için yeterli olmamış fakat *Theobromina* seksiyonunun monofiletik olduğunu ispatlamıştır.

Eberhardt vd. (2015) tarafından *Denudata* seksiyonunda yer alan türler ile bu seksiyonda bulunan *H. crustuliniforme* kompleksi çözümlenmeye çalışılmıştır. Toplamda seksiyona ait 50 tür değerlendirilmiş ve 8 yeni tür (*H. aanenii*, *H. aurantioumbrinum* Beker, Vesterh. & U. Eberh., *H. geminatum* Beker, Vesterh. & U. Eberh., *H. luteicystidiatum* Beker, Vesterh. & U. Eberh., *H. louiseae* Beker, Vesterh. & U. Eberh., *H. pallidolabiatum* Beker & U. Eberh., *H. perexiguum* Beker, Vesterh. & U. Eberh. ve *H. salicicola* Beker, Vesterh. & U. Eberh.) eklenmiştir. Seksiyona ait teşhis anahtarı da oluşturulmuştur. *Hebeloma crustuliniforme* kompleksinin çözümlemesi için ITS, RPB2, MCM7, mtSSU ve mitokondriyal V6 ve V9 değişken bölgeleri kullanılmıştır. Ayrıca bu kompleks içerisindeki türlerin çözümlenmesinde detaylı morfolojik analizlerin de yararlı olduğu bildirilmiştir. Daha önce bu kompleksin çözümlenmesi için biyolojik tür konseptini öneren Aanen ve Kuyper (2004) çalışmasında sadece spor ölçüleri ile morfolojik analiz yapıldığı ve bu nedenle detaylı

bir sonuç elde edilemediği ifade edilmiştir. Özellikle *Hebeloma* cinsi için keilosistit ölçülerinin ve oranlarının tür teşhislerinde bilgilendirici olduğu belirtilmiştir.

Eberhardt vd. (2016a) tarafından Orta Avrupa’da yer alan ve Karpatlar olarak bilinen sıra dağlarda yapılan çalışma önemli çalışmalarından biridir. Bu çalışma için 2002-2012 yılları arasında düzenli olarak bu alana ziyaretler yapılmış ve Alplerden *Hebeloma* türleri toplanmıştır. Toplamda 11 türe ait 44 örnek üzerinde çalışılmış ve bunlardan iki tanesi (*Hebeloma grandisporum* ve *H. oreophilum* Beker & U. Eberh.) literatüre yeni tür olarak tanıtılmıştır. Moleküler analizler esnasında, DNA barkodlama için ITS, RPB2 ve TEF1- α gen bölgeleri kullanılmıştır. Analiz sonucunda çalışılan 11 türün *Denudata*, *Hebeloma*, *Myxocybe* ve *Velutipes* seksiyonlarında yer aldığı çizdirilen filogenetik ağaçta gösterilmiştir. Her üç gen bölgesinden elde edilen ağaç topolojileri arasında benzer filogenetik ilişkiler görülmüştür. Çalışma sonunda 11 örneğin, sürekli taksonomik yapısı değişen *Hebeloma* cinsi için yeterli olmayacağı ve daha fazla örnekleme yapılması gerektiği de ifade edilmiştir.

Eberhardt vd. (2016b) tarafından *Denutada* seksiyonunda yer alan *Hebeloma* türleri ve bu seksiyonda tanımlanan 15 Avrupa türü morfolojik ve moleküler metodlar kullanarak tanımlanmaya çalışılmıştır. Moleküler çalışmalar sırasında ITS, MCM7, RPB2, TEF1- α ve mtSSU gen bölgeleri analiz edilmiştir. ITS sekansı, Avrupa koleksiyonundaki bazı eski türler için iyi sonuçlar vermemiştir. Maximum Likelihood metoduna göre çizdirilen filogenetik ağaçta, seksiyonlar şu şekilde belirlenmiştir; *Denutada* seksiyonunda bulunan *Hebeloma* türleri çoğunlukla *H. crustuliniforme* olarak tanımlanmıştır (Vesterholt, 2005). *Hiemela* alt seksiyonunda sadece *H. hiemela* türü belirlenmiştir. Avrupa türlerinden 9 tanesi (*Hebeloma ammophilum*, *H. cavipes*, *H. fragilipes*, *H. ingratum* Bruchet, *H. laetitiae* Quadr., *H. limbatum*, *H. matritense* Beker, Vesterh. & U. Eberh., *H. pseudofragilipes* Beker, Vesterh. & U. Eberh. ve *H. vaccinum*) *Clepsydroidea* alt seksiyonunda verilmiştir. Son olarak 3 tür (*Hebeloma echinosporum* Beker & U. Eberh., *H. populinum* ve *H. rostratum* Beker, Vesterh. & U. Eberh.) *Echinospora* alt seksiyonunda belirlenmiştir.

Grilli vd. (2016) tarafından *Hebeloma* cinsine ait *Velutipes* ve *Sinapizantia* seksiyonları üzerinde detaylı filogenetik çalışmalar yapılmıştır. Moleküler analizler için ITS, RPB2 ve mtSSU bölgeleri kullanılmıştır. Elde edilen çoklu lokus analizleri sonucunda *Velutipes* seksiyonu filogenetik olarak desteklenirken *Sinapizantia* seksiyonu

için belirsiz sonuçlar elde edilmiştir. Daha önce *Denudata* seksiyonunda yer alan *H. subconcolor* Bruchet türünün *Sinapizantia* seksiyonunda yer aldığı gözlenmiştir. Ayrıca şimdiye kadar sistematik açıdan ele alınmayan *H. bulbiferum* Maire türünün de bu seksiyonda yer aldığı belirlenmiştir. Yapılan analizler doğrultusunda daha önceden sinonim olduğu düşünülen *H. velutipes* ve *H. leucosarx* P.D. Orton türlerinin moleküler olarak ayrı türler olduğu sonucuna varılmıştır. Daha önceden tek bir tür olarak *H. quercetorum* Quadr. adı altında toplanan *H. quercetorum*, *H. celatum* Grilli, U. Eberh. & Beker ve *H. erebium* (Huijsman) Beker & U. Eberh. türlerinin de moleküler olarak ayrı türler olduğu ancak morfolojik benzerlikleri olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, moleküler karakterlerin tür ayırımında morfolojik karakterler ile beraber kullanılması gerektiğini bir kez daha ortaya koymuştur.

Cripps vd. (2019) tarafından Alplerde bulunan Rocky Dağları'nda yapılan arazi çalışmaları ile 16 *Hebeloma* türü toplanmış ve çalışılmıştır. Bu türlerden 12 tanesinin (*Hebeloma alpinum*, *H. aurantioumbrinum*, *H. dunense* L. Corb. & R. Heim, *H. hiemale*, *H. marginatulum* (J. Favre) Bruchet, *H. mesophaeum*, *H. nigellum* Bruchet, *H. oreophilum*, *H. subconcolor*, *H. spetsbergense* Beker & U. Eberh., *H. vaccinum* ve *H. velutipes*) daha önceden Avrupa ve Danimarka'dan bildirildiği ancak bu çalışma ile moleküler olarak onaylandığı belirtilmiştir. Moleküler analizler için ITS bölgesi kullanılmıştır. Tanımlanan *H. alpinicola* A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, *H. avellaneum* ve *H. excedens* (Peck) Sacc. türlerinin daha önce Avrupa'da tanımlanmadığı ve ilk defa Rocky dağlarında tanımlandığı belirtilmiştir. *Hebeloma hygrophilum* Poumarat & Corriol türünün ise Avrupa'ya özgü bir tür olduğu ve daha önce Alplerde bu türe rastlanmadığı bildirilmiştir. Belirtilen 16 türün detaylı deskripsiyonları verilerek tartışılmıştır.

Dizkirici vd. (2019) tarafından Türkiye'den *Hebeloma* cinsine ait *Hebeloma subtortum* P. Karst. türü tanımlanmıştır. Bu türün tanımlanmasında hem morfolojik hem de moleküler veriler kullanılmıştır. Moleküler çalışmalar için iki farklı DNA bölgesi (ITS ve LSU) kullanılmış ve yapılan analizler neticesinde çalışılan örneğin *Hebeloma subtortum* türü olduğu ve *Hebeloma* seksiyonunda yer aldığı belirlenmiştir. Tanımlanan türün ülkemizde daha önceden *H. mesophaeum* var. *lacteum* Vesterh. (Yılmaz Ersel, 2005a) ve *H. sordidum* Maire (Doğan ve Kurt, 2016) adı altında tanımlandıkları ancak bu tanımlamaların sadece makro/mikro karakterlerin analiziyle yapıldığı belirtilmiştir.

Bu protologlar dikkatli incelendiğinde her iki tanımlama için *Hebeloma pumilum* J.E. Lange olabileceği belirlenmiştir. Geçerli ismi *Hebeloma subtortum* olarak verilen türe ait örnekler Bingöl ilinden toplanmış ve detaylı moleküler ve filogenetik analizler ile tam bir deskripsiyon ortaya konulmuştur. Bahsi geçen tür, tez çalışması kapsamında araştırmacılardan temin edilmiş ve analizleri yapılmıştır. Ayrıca arazi çalışmalarında bu türe ait birçok örnek toplanmış ve tez çalışması kapsamında çalışılmıştır.

Eberhardt vd. (2020) tarafından *Porphyrospora* seksiyonuna ait yeni bir tür olan *H. parvisporum* türü ITS ve MCM7 bölgesi kullanılarak tanımlanmıştır. Türe ait örnekler Güneydoğu Asya ülkesi olan Laos'tan 2015 yılında toplanmıştır ve örneklerin Laos'taki halk pazarlarında satıldığı ve yenilebilir olduğu bildirilmiştir. *Porphyrospora* seksiyonuna ait türlerin, tazeyken kırmızı-kahverengi basidiomata yapısına sahip olduğu, cinsin diğer seksiyonlarından farklı olarak lamellerin kırmızı-kahverengi olduğu bildirilmiştir. Yeni türün bu seksiyona ait *H. victoriense* A.A. Holland & Pegler ile benzerlik gösterdiği ancak detaylı incelemeler ve analizler sonucunda farklılıkları olduğu belirtilmiştir.

Eberhardt vd. (2021a) tarafından Malay yarımadasından 2009-2010 yıllarında yedi farklı *Hebeloma* koleksiyonu toplanmıştır. Toplanan örnekler analiz edilmiş ve üç koleksiyonun *H. lactariolens* türüne ait örnekler olduğu, bir koleksiyonun *H. parvisporum*, iki koleksiyonun *H. flavidifolium* (Corner) Beker & U. Eberh. ve bir koleksiyonun ise yeni bir tür olarak tanımlanan *H. radicans* örneklerine ait oldukları belirlenmiştir. Daha önce Malay yarımadasından toplanan birtakım örneklerin 1994 yılında Corner tarafından *Psathyrella* (Fr.) Quél. cinsine ait türler olarak teşhis edildiği belirlenmiş ve bu örneklerin aslında *Hebeloma* cinsine ait oldukları saptanmıştır. Bu örnekler Edinburgh'ta bulunan Royal Botanical Garden Herbaryumu'ndan temin edilip analizleri yapılmıştır. Toplanan koleksiyona ait türler ile Herbaryumdan temin edilen türlerin *Porphyrospora* seksiyonuna ait türler oldukları belirlenmiştir. Çalışma sonunda daha önce Corner tarafından *P. splendens* Corner ve *P. verrucispora* Corner olarak teşhis edilen türlerin *H. parvisporum* ve *H. lactariolens* türleri oldukları da belirlenmiştir.

Eberhardt vd. (2021b) tarafından Grönland'da yetişen *Hebeloma* cinsi revize edilmiştir. Toplamda 400 koleksiyon analiz edilmiştir. Bu koleksiyonların büyük çoğunluğu yaklaşık 40 yıllık süreçte diğer araştırmacılar tarafından toplanan ve

Kopenhag Doğa Tarihi Müzesinde muhafaza edilen örneklerdir. Örnekler morfolojik ve moleküler analizlerle (ITS, RPB2 ve TEF1- α) tanımlanmaya çalışılmıştır. Çalışma neticesinde 28 tür tanımlanmış ve bu türlerden biri de (*H. arcticum* Beker & U. Eberh.) yeni tür olarak verilmiştir. Tanımlanan türler için teşhis anahtarları oluşturulmuştur. Daha önceden farklı lokalitelerden bildirilen *H. grandisporum*, *H. louiseae*, *H. islandicum* Beker & U. Eberh. ve *H. colvinii* (Peck) Sacc. türleri için yeniden deskripsiyonlar oluşturulmuştur.

Eberhardt vd. (2022a) tarafından Japonya'daki *Hebeloma* koleksiyonları revize edilmiştir. Japonya'dan tanımlanan bazı türlerin holotiplerinin de dahil olduğu toplam 106 adet koleksiyon incelenmiştir. Japonya mikobiyotasına ait tanımlanan 15 türden *H. crustuliniforme* f. *microspermum* Hongo türünün *H. nanum* Velen. ile sinonim olduğu tespit edilmiştir. *Hebeloma cavipes*, *H. eburneum*, *H. hygrophilum*, *H. subtortum* ve *H. velutipes* türlerinin deskripsiyonları incelenmiş ve onaylanmıştır. Çalışma sonunda *Hebeloma asperosporum* Beker & U. Eberh., *H. cinnamomeum* Beker & U. Eberh. ve *H. citrisporum* Beker & U. Eberh. türleri yeni türler olarak Japonya'dan tanımlanmıştır.

Eberhardt vd. (2022b) tarafından Meksika'da bulunan *Hebeloma* cinsi revize edilmiştir. *Hebeloma* türlerinin Meksika'da çok az çalışıldığı, ancak yenilebilir mantarların üretimini ve fidelerin ektomikorizal mantarlarla aşılması yoluyla ağaç büyümesini arttırmaya yönelik denemelerde yenilebilirliklerine dikkat çekilmiştir. Bu çalışmada Meksika'dan 3 yeni tür (*H. ambustiterratum*, *H. cohaerens* A. Montoya & Beker ve *H. magnicystidiatum* A. Kong & Beker) ile 9 yeni kayıt tür (*H. aanenii*, *H. eburneum*, *H. excedens*, *H. ingratum*, *H. neurophyllum* G.F. Atk., *H. sordidulum* Sacc., *H. subaustrale* Murrill ve *H. velutipes*) bildirilmiştir. Moleküler analizler için tüm koleksiyonların önce ITS bölgeleri sekanslanmıştır. Ardından MCM7, RPB2, TEF1- α ve mtSSU bölgeleri analiz edilmiştir. Teşhisleri yapılan türlerden *H. neurophyllum* ve *H. subaustrale* türlerinin daha önceden reddedildiği ve herhangi bir deskripsiyon bilgilerinin olmadığı ancak Meksika'da bu türlerin yeniden keşfedildiği bildirilmiş ve detaylı deskripsiyonları oluşturulmuştur. Meksika'da özellikle *Hebeloma* cinsine ait örneklerin ticari amaçlı kullanıldığı ve bu çalışmada yeni tür olarak bildirilen *H. ambustiterratum* türünün marketlerde satıldığı bildirilmiştir.

Eberhardt vd. (2022c) tarafından Kuzey Amerika'da bir mikolog olan Charles Horton Peck tarafından 19. yüzyıl sonu ile 20. yüzyıl başlarında toplanan ve tanımlanan

2700 tür içerisinde bulunan 31 *Hebeloma* türü revize edilmiştir. Bu türlerden 6 tanesi için lektotip dizayn edilmiştir. 12 tür için ITS sekansı elde edilebilmiştir. Bazı türlerin sinonim oldukları, kalan örneklerin ise farklı cinslere ait oldukları belirlenmiştir.

Acar vd. (2021) tarafından Kars ilinde toplanan *Hebeloma* cinsine ait *Hebeloma cylindrosporum* Romagn. türü yeni kayıt olarak verilmiştir. Türün tanımlanmasında morfolojik verileri destekleyen moleküler veriler de kullanılmıştır. Mantar sistematğinde barkod bölge olarak kullanılan ITS bölgesi ile yapılan filogenetik analizlerle tanımlanan türün *Hebeloma* cinsine ait *Scabrispora* seksiyonunda yer aldığı gösterilmiştir. Bu türün in vitro ortamda ektomikorizal ilişkisinin kolayca belirlenebilmesinden ötürü dünya genelinde çok fazla çalışılan bir tür olduğu ancak ülkemizde ilk defa bu çalışma ile literatüre eklendiği belirtilmiştir.

Acar vd. (2022) tarafından Türkiye’den *Hebeloma* cinsine ait yeni bir tür tanımlanmıştır. Türe ait koleksiyonlar Bingöl ilinden 2008 ve 2018 yılında toplanmış ve toplandığı Bingöl iline ithafen *Hebeloma bingolense* I. Acar, Dizkirici, Kalmer & Y. Uzun ismi verilmiştir. Türe ait örnekler detaylı bir şekilde analiz edilmiş ve morfolojik/moleküler veriler kullanılarak türün tanımlaması yapılmıştır. Moleküler analizler için ITS ve LSU bölgeleri kullanılmış ve yapılan analizler sonucunda türün *Hebeloma* cinsi içerisinde *Hebeloma* seksiyonunda konumlandığı belirlenmiştir. Bu türün morfolojik ve moleküler olarak *Hebeloma* seksiyonunda bulunan *H. dunense* ve *H. alpinicola* türleri ile akrabalık gösterdiği vurgulanmıştır.

Dizkirici vd. (2022) tarafından Türkiye’den *Hebeloma* cinsine ait üç türün morfolojik ve moleküler analizler ile tanımlamaları yapılmıştır. *Hebeloma excedens* ve *H. geminatum* türleri daha önce Türkiye’de kaydedilmemiş türler olduğu için bu çalışma ile yeni kayıt türler olarak literatüre eklenmiştir. *Hebeloma celatum* türüne ait taksonomik bir kaydın daha önce Grilli vd. (2015) tarafından verildiği ancak Türkiye mikobiyotasına ait detaylı bir deskripsiyon ve tip örneği bulunamadığı belirtilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada *Hebeloma celatum* türüne ait detaylı bir kimlik tanımlaması yapılarak türün kaydı onaylanmıştır.

Filogenetik çalışmalarda elde edilen DNA sekansları bilim dünyasıyla paylaşılabilmesi için bazı diğer bilgilerle beraber (tür isimleri, çalışma yeri, çalışan bilim adamları isimleri vb.) NCBI veri tabanına yüklenmektedir. NCBI veri sisteminde bulunan türlerle ilgili bazı araştırmalar aşağıda özetlenmiş şekilde verilmiştir.

- 1- ***Hebeloma aanenii***: Eberhardt vd. (2016) tarafından SSU rRNA, ITS, MCM7 ve RPB2, Eberhardt vd. (2016) tarafından TEF1- α bölgesi çalışılmıştır. Çalışmalarda türün *Denudata* seksiyonunda yer aldığı belirlenmiştir.
- 2- ***Hebeloma aestivale***: Grilli vd. (2016) tarafından *Velutipes* seksiyonunda yer alan türün SSU rRNA, ITS, TEF1- α ve RPB2 gen bölgeleri çalışılmıştır.
- 3- ***Hebeloma alboerumpens***: Eberhardt vd. (2012) tarafından *Theobromina* seksiyonunda yer alan türün ITS, 28S rRNA, MCM7 ve RPB2 gen bölgeleri çalışılmıştır.
- 4- ***Hebeloma alpinum***: Eberhardt vd. (2015b) tarafından MCM7, RPB2 ve SSU bölgelerini çalışılmıştır.
- 5- ***Hebeloma ammophilum***: Eberhardt vd. (2016) türün *Denudata* seksiyonunda yer aldığını göstermiş ve ITS, SSU rRNA, MCM7 ve TEF1- α gen bölgelerini çalışmışlardır. Eberhardt vd. (2022) Japonya florasında yetişen türleri revize etmiş ve bu türe ait ITS, TEF1- α , RPB2, mtSSU ve SSU bölgeleri çalışılarak sisteme yüklenmiştir.
- 6- ***Hebeloma birrus***: Beker vd. (2016) tarafından ITS bölgesi çalışılmıştır ve türün *Scabrispora* seksiyonunda yer aldığı belirlenmiştir.
- 7- ***Hebeloma bulbiferum***: Grilli vd. (2016) tarafından *Sinapizantia* seksiyonunda yer aldığı gösterilmiş ve ITS, TEF1- α , SSU rRNA ve RPB2 gen bölgeleri çalışılmıştır.
- 8- ***Hebeloma catalaunicum***: Beker vd. (2016) ve Cripps vd. (2019) tarafından *Naviculospora* seksiyonunda yer aldığı ITS bölgesinin desteklemesiyle gösterilmiştir. ***Hebeloma avellaneum*** türünün de aynı seksiyonda olduğunu belirlemişlerdir.
- 9- ***Hebeloma cavipes***: Eberhardt vd. (2016) tarafından *Denudata* seksiyonunda yer aldığı moleküler olarak desteklenmiş ve SSU rRNA, RPB2 ve MCM7 bölgeleri çalışılmıştır. Ayrıca Eberhardt vd. (2022) Japonya florasına ait türler revize ederek bu türe ait ITS, TEF1- α , mtSSU rRNA ve RPB2 bölgelerinin sekans verileri sisteme yüklemişlerdir.
- 10- ***Hebeloma celatum***: Grilli vd. (2016) tarafından *Velutipes* seksiyonunda yer aldığı TEF1- α , SSU rRNA ve RPB2 bölgeleri ile gösterilmiştir.

- 11- ***Hebeloma circinans***: Beker vd. (2016) tarafından *Scabrispora* seksiyonunda yer aldığı ITS bölgesinin desteklemesiyle gösterilmiştir.
- 12- ***Hebeloma cistophilum***: Eberhardt vd. (2009) tarafından *Cistus* cinsi ile ektomikorizal olarak yaşayan *Hebeloma* türleri çalışılmıştır. Bu türlerden biri *Hebeloma cistophilum* türüdür. Bu türün sadece *Cistus* cinsine özgü olduğu bildirilmiştir. ITS DNA sekans verisi kullanılarak moleküler analizler yapılmış ve NCBI veri tabanına yüklenmiştir.
- 13- ***Hebeloma clavulipes***: Beker vd. (2016) tarafından *Hebeloma* seksiyonunda yer aldığı ITS bölgesinin desteklemesiyle gösterilmiştir. Aynı seksiyonda yer alan *H. sordescens*, *H. spetsbergense* ve *H. subtortum* türleri de bu çalışmada ele alınmış ve ITS DNA dizisi sisteme eklenmiştir.
- 14- ***Hebeloma crustuliniforme***: Eberhardt vd. (2016) tarafından ITS, MCM7, RPB2, TEF1- α ve mtSSU rRNA gen bölgeleri çalışılmıştır. *Denutada* seksiyonunda bulunan ve daha önceden tanımlanan birçok tür *Hebeloma crustuliniforme* kompleksi olarak tanımlanmıştır. Aynı çalışmada, *H. populinum* ve *H. rostratum* türleri *Echinosporea* seksiyonunda, *H. hiemale* türü *Hiemalia* seksiyonunda, *H. cavipes*, *H. pseudofragilipes* ve *H. fragilipes* ise *Clepsydroidea* seksiyonunda tanımlanmış ve sekans verileri sisteme yüklenmiştir.
- 15- ***Hebeloma cylindrosporum***: Cins içerisinde ektomikorizal ilişkisinin in vitro koşullarda çalışılması için kullanılan model organizmadır. Misel oluşumu kolay olduğu için sıklıkla kullanılmakta ve veri tabanında bu türe ait çok sayıda sekans verisi bulunmaktadır. Beker vd. (2016) tarafından *Scabrispora* seksiyonunda yer aldığı ITS ve çoklu lokus (RPB2, MCM7, mtSSU ve TEF1- α) bölgelerinin desteklemesiyle gösterilmiştir.
- 16- ***Hebeloma danicum***: Beker vd. (2016) tarafından *Scabrispora* seksiyonunda yer aldığı ITS bölgesinin desteklemesiyle gösterilmiştir. Ayrıca Eberhardt vd. (2022) tarafından Japonya'dan bildirilmiştir.
- 17- ***Hebeloma dunense***: Beker vd. (2016) tarafından *Hebeloma* seksiyonunda yer aldığı ITS, RPB2 ve TEF1- α bölgelerinin analizleriyle gösterilmiştir.

- 18- ***Hebeloma duracinoides***: Beker vd. (2016) tarafından *Duracinus* seksiyonunda yer aldığı ITS bölgesinin analiziyle gösterilmiştir. Veri tabanında türe ait sadece bir sekans verisi mevcuttur.
- 19- ***Hebeloma eburneum***: Eberhardt vd. (2016b) tarafından *Denutada* alt seksiyonunda yer alan türler çalışılmıştır. ITS, RPB2, MCM7 ve mtSSU gen bölgeleri analiz edilmiştir.
- 20- ***Hebeloma echinosporum***: Veri tabanında türe ait ITS, RPB2, MCM7, TEF1- α ve SSU sekans verileri mevcuttur. Bu veriler Eberhardt vd. (2016b) tarafından çalışılmış ve türün *Denudata* seksiyonunda yer aldığı gösterilmiştir.
- 21- ***Hebeloma erebium***: Beker vd. (2016) tarafından *Velutipes* seksiyonunda yer aldığı ITS bölgesinin analiziyle gösterilmiştir. Grilli vd. (2016) tarafından RPB2 ve TEF1- α bölgeleri analiz edilerek sekans verileri sisteme yüklenmiştir.
- 22- ***Hebeloma erumpens***: Eberhardt vd. (2012) tarafından *Theobromina* seksiyonunda yer aldığı ITS, LSU, mtSSU ve MCM7 bölgelerinin analizleriyle gösterilmiştir.
- 23- ***Hebeloma fuscatum***: Beker vd. (2016) tarafından *Hebeloma* seksiyonunda yer aldığı ITS bölgesinin analiziyle gösterilmiştir.
- 24- ***Hebeloma fusisporum***: Beker vd. (2016) tarafından *Sacchariolentia* seksiyonunda yer aldığı ITS bölgesinin analiziyle gösterilmiştir. Veri tabanında türe ait sadece bir sekans verisi mevcuttur.
- 25- ***Hebeloma geminatum***: Eberhardt vd. (2016a) tarafından mtSSU bölgesi ve Eberhardt vd. (2016b) tarafından ITS, RPB2, MCM7 ve TEF1- α bölgeleri analiz edilmiş ve *Denudata* seksiyonunda yer aldığı gösterilmiştir. Bu çalışmada ayrıca *Denudata* seksiyonuna ait diğer türlerde (***H. helodes***, ***H. limbatum***, ***H. louiseae***, ***H. luteicystidium***, ***H. lutense***, ***H. matritense***, ***H. minus***, ***H. pallidolabiatum***, ***H. perexiguum***, ***H. pusillum*** ve ***H. salicicola***) çalışılmış ve sekans verileri sisteme yüklenmiştir.
- 26- ***Hebeloma grandisporum***: Eberhardt vd. (2016a) tarafından ITS, RPB2 ve TEF1- α kullanılarak bu tür literatüre eklenmiş ve *Hebeloma* seksiyonunda yer aldığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada ***H. laterinum***, ***H. naviculosporum***,

H. vaccinum, *H. velutipes*, *H. marginatulum* ve *H. oreophilum* türlerinin de sekans verileri sisteme eklenmiştir.

- 27- ***Hebeloma hygrophilum***: Cripps vd. (2019) tarafından *Denudata* seksiyonu içerisinde bulunan ve *H. nigellum* kompleksine ait olan bu tür, ITS bölgesi ve network analizleri kullanılarak çözümlenmiştir. Türe ait sadece ITS sekans verisi veri tabanında mevcuttur. Aynı şekilde bu çalışmada network analizleriyle *H. alpinum*, *H. alpinicola*, *H. aurantioumbrinum*, *H. avellaneum*, *H. dunense*, *H. excedens*, *H. hiemale*, *H. marginatulum*, *H. mesophaeum*, *H. nigellum*, *H. oreophilum*, *H. subconcolor*, *H. spetsbergense*, *H. vaccinum* ve *H. velutipes* türleri de çözümlenmiş, moleküler olarak yeniden değerlendirilmiş ve detaylı deskripsiyonları verilmiştir.
- 28- ***Hebeloma incarnatulum***: Grilli vd. (2016) tarafından ITS, RPB2 ve TEF1- α bölgeleri çalışılmış ve *Velutipes* seksiyonunda yer aldığı belirtilmiştir.
- 29- ***Hebeloma ingratum***: Beker vd. (2016) tarafından *Denudata* seksiyonunda yer aldığı ITS, RPB2, MCM7, mtSSU ve TEF1- α bölgesinin analiziyle gösterilmiştir.
- 30- ***Hebeloma ischnostylum***: Beker vd. (2016) tarafından *Sacchariolentia* seksiyonunda yer aldığı ITS bölgesinin analizleriyle gösterilmiştir. Türe ait ITS sekans verisi dışında bir LSU verisi de veri tabanında mevcuttur. Bu sekans verisi Varga vd. (2019) tarafından yapılan megafilogeni çalışmasından elde edilmiştir.
- 31- ***Hebeloma islandicum***: Türe ait sadece 2 ITS sekans verisi mevcuttur. Bunlardan biri Beker vd. (2016) tarafından eklenen veridir ve bu çalışmada türün *Naviculospora* seksiyonunda yer aldığı belirlenmiştir. Diğer ise Eberhardt vd. (2021b) tarafından eklenen ve Grönland habitatına ait olan türün sekans verisidir.
- 32- ***Hebeloma laetitiae***: Eberhardt vd. (2016b) tarafından ITS bölgesi analiz edilmiş ve *Denudata* seksiyonunda yer aldığı bildirilmiştir. Ayrıca Eberhardt vd. (2018) tarafından *Hebelomina* cinsinin reddedildiği çalışmada bu türe ait RPB2, MCM7 ve TEF1- α bölgeleri çalışılarak veri tabanına eklenmiştir.

- 33- ***Hebeloma leucosarx***: Beker vd. (2016) tarafından ITS, RPB2 ve TEF1- α bölgeleri çalışılmış ve *Velutipes* seksiyonunda yer aldığı gösterilmiştir. Ayrıca Grilli vd. (2016) tarafından *Velutipes* seksiyonu revize edilmiş ve ***H. leucosarx*** türü ile birlikte ***H. subconcolor***, ***H. velutipes***, ***H. erebium***, ***H. quercetorum*** ve ***H. celatum*** türlerinin ITS, RPB2, mtSSU ve TEF1- α sekansları da sisteme eklenmiştir.
- 34- ***Hebeloma lindae***: Beker vd. (2016) tarafından türün *Scabrispora* seksiyonunda olduğu belirlenmiştir. ***Hebeloma melleum***, ***H. nauseosum*** ve ***H. pumilum*** türlerinin de bu seksiyonda yer aldığı belirtilmiştir.
- 35- ***Hebeloma monticola***: Beker vd. (2016) tarafından türün *Hebeloma* seksiyonunda olduğu belirlenmiştir.
- 36- ***Hebeloma nanum***: Beker vd. (2016), Cripps vd. (2018) ve Eberhardt vd. (2021) tarafından türün *Naviculospora* seksiyonunda yer aldığı belirlenmiştir.
- 37- ***Hebeloma naviculosporum***: Eberhardt vd. (2016a) tarafından ITS sekansı, Grilli vd. (2016) tarafından RPB2 ve TEF1- α sekansları veri tabanına eklenmiştir. Çalışmalarda türün *Naviculospora* seksiyonunda yer aldığı belirlenmiştir.
- 38- ***Hebeloma odoratissimum***: Beker vd. (2016) tarafından türün *Sacchariolentia* seksiyonunda yer aldığı belirlenmiştir.
- 39- ***Hebeloma parvicystidiatum***: Eberhardt vd. (2012) tarafından *Theobromina* seksiyonuna ait türler revize edilmiş ve bu türün de analizleri yapılarak ITS, MCM7, RPB2, TEF1- α , LSU gen bölgeleri çalışılmıştır. Aynı çalışmada ***H. alboerumpens***, ***H. erumpens***, ***griseopruinatum***, ***H. theobrominum***, ***H. plesiocistum***, ***H. vesterholtii*** ve ***H. syrjense*** türleri de çalışılmış ve sekans verileri sisteme eklenmiştir.
- 40- ***Hebeloma porphyrosporum***: Eberhardt vd. (2020) tarafından *Porphyrospra* seksiyonuna ait türler analiz edilmiş ve bu türe ait ITS ve MCM7 sekansları veri tabanına eklenmiştir. Aynı çalışmada bu seksiyona ait ***H. parvisporum***, ***H. victoriense***, ***H. vinosophyllum***, ***H. sarcophyllum*** ve ***H. lactariolens*** türleri de çalışılmış ve sekans verileri sisteme eklenmiştir.

- 41- ***Hebeloma psammophilum***: Eberhardt vd. (2022c) tarafından çalışılan türün *Hebeloma* seksiyonunda yer aldığı belirlenmiştir.
- 42- ***Hebeloma pubescens***: Beker vd. (2016), Beker vd. (2017), Cripps vd. (2018) ve Eberhardt vd. (2021) tarafından ITS sekansı sisteme eklenmiştir. Yaygın bir tür olduğu ve *Hebeloma* seksiyonunda yer aldığı belirlenmiştir.
- 43- ***Hebeloma radicosum***: Eberhardt vd. (2020) tarafından ITS ve MCM7 bölgeleri çalışılmış ve türün *Myxocybe* seksiyonunda olduğu belirlenmiştir.
- 44- ***Hebeloma sacchariolens***: Beker vd. (2016) tarafından *Sacchariolentia* seksiyonunda yer aldığı gösterilmiştir. Grilli vd. (2016) tarafından ITS, RPB2, TEF1- α ve mtSSU sekansları veri tabanına eklenmiştir.
- 45- ***Hebeloma sinapizans***: Eberhardt vd. (2013) tarafından *Sinapizantia* seksiyonunda yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca Grilli vd. (2016) tarafından ITS, RPB2, mtSSU ve TEF1- α bölgeleri çalışılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

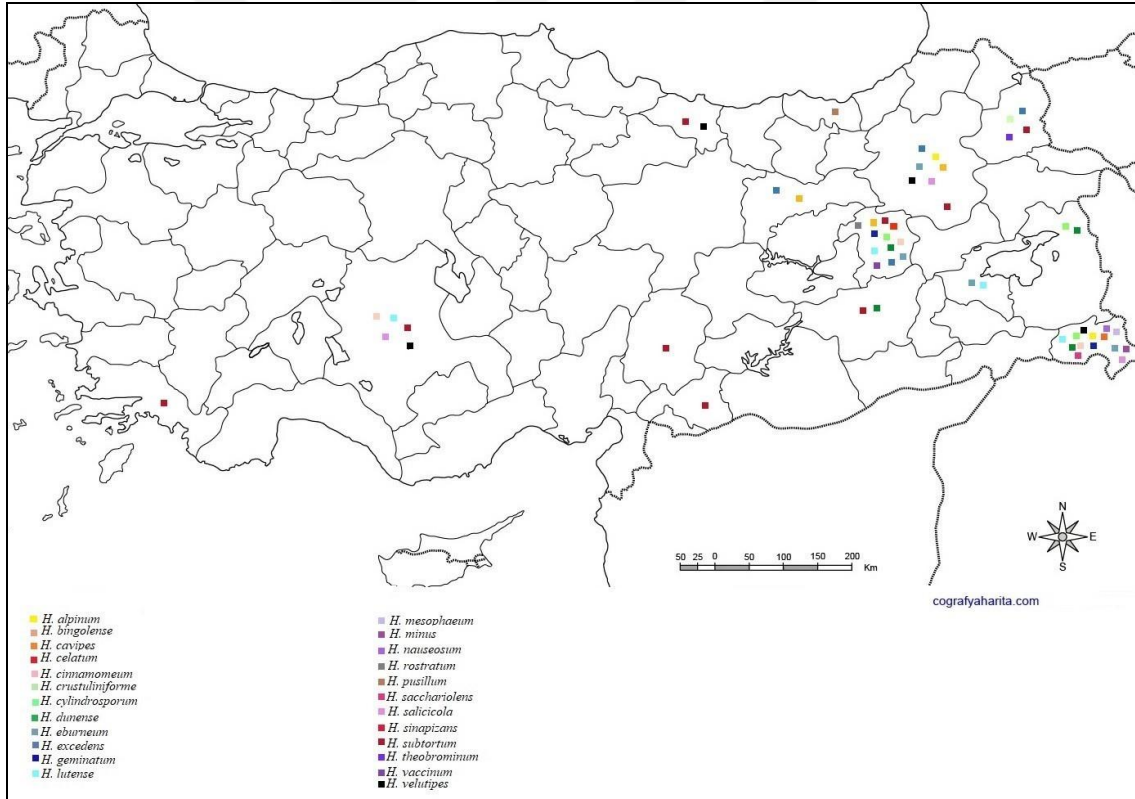
Tez çalışması dört iş paketinden oluşmaktadır. İlk olarak araştırmaya konu olan *Hebeloma* cinsine ait örnekleri toplamak için belirlenen bölgelere arazi çalışmaları yapılmıştır. İkinci iş paketinde makro ve mikro karakterlerin morfolojik analizleri ile örneklerin ön teşhisleri yapılmıştır. Üçüncü iş paketi olan moleküler çalışmalar için gerekli olan analizler gerçekleştirilmiş ve son iş paketinde ise elde edilen morfolojik ve moleküler veriler derlenerek teşhis çalışmaları tamamlanmış ve taksonların filogenetik analizleri yapılarak akrabalık ilişkileri belirlenmiştir. Araştırma çalışmaları, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji bölümü Mikoloji laboratuvarı ve Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü Araştırma laboratuvarında yürütülmüştür. Bu doğrultuda yapılan analizler aşağıda detaylandırılmış ve tez çalışmasına ait iş paketleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Tez çalışmasının ana aşamaları

İş paketi	Çalışmanın ayrıntıları	
1	Örneklerin araziden toplanması, doğal habitatlarında fotoğraflanması ve arazi notlarının oluşturulması	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fungaryumu’nda bulunan örnekler ile tez çalışması için araziden toplanan <i>Hebeloma</i> örnekleri kullanılmıştır.
2	Fungaryuma getirilen örneklerin kurutularak etiketlenmesi ve fungarium materyali haline getirilmesi	Örneklere ait makroskopik, mikroskopik karakterler ile ekolojik, coğrafik ve fenotipik özellikler analiz edilmiş, istatistiksel olarak veriler değerlendirilmiştir.
3	DNA izolasyonu	CTAB metodu kullanılarak tüm bireylerden total DNA izolasyonu yapılmıştır.
	Primer sentezlenmesi, PZR optimizasyonu ve agaroz jel ile görüntüleme	ITS, LSU ve TEF1- α genomik bölgelerine ait olan primerler sentezlenmiş, her primer çiftinin optimizasyon koşulları sağlanarak bölgeler amplifiye edilmiş ve agaroz jelde bant profilleri belirlenmiştir.
	Sekansların alınması, kontrol edilmesi ve elektronik ortama aktarılması	Bahsi geçen bölgelerden farklı sayıda bireylerden sekanslar alınmıştır. Bölgelerin sekansı temiz bir şekilde elde edilmiştir.
4	Morfolojik ve moleküler teşhislerin beraber değerlendirilmesi	Çalışılan her bir örnek morfolojik ve moleküler karakterler kullanılarak değerlendirilmiş ve kimlik tanımlamaları yapılmaya çalışılmış ve teşhis anahtarı
	Filogenetik analizler	Teşhis edilen ve edilemeyen tüm örneklerin filogenetik analizleri yapılarak akrabalık ilişkileri, cins içerisindeki taksonomik pozisyonları çeşitli biyoinformatik programlar ile belirlenmiştir.

3.1 Materyal

Doktora tez çalışmasının temel materyalini Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fungaryumu'nda muhafaza edilen mantar örnekleri ile 2017-2021 yılları arasında Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanmış olan mantarlar oluşturmaktadır. Trabzon Üniversitesi'nden Sayın Prof. Dr. Ertuğrul Sesli, Konya Selçuk Üniversitesi'nden Sayın Prof. Dr. Gıyasettin Kaşık, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi'nden Sayın Doç. Dr. Hakan Allı, Ankara Gazi Üniversitesi'nden Sayın Prof. Dr. Abdullah Kaya tarafından koruma altına alınmış ve fungaryum materyali haline getirilmiş olan bazı *Hebeloma* örnekleri tarafımıza gönderilmiştir. Çalışmamızda kullanılan *Hebeloma* cinsine ait 430 örneğin lokasyonları haritada verilmiştir (Şekil 3.1). Bu örneklerle ait fungaryum kodları ile toplayan kişiler ve lokasyon bilgileri Çizelge 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1 *Hebeloma* örneklerinin toplandığı lokasyonların Türkiye haritası üzerinde görünümü

Çizelge 3.2 Tez çalışması kapsamında çalışılan *Hebeloma* örneklerine ait bilgiler

Örnek kodları	Koleksiyon sahibi	Lokasyon
H20, H312, H376, H379, H380, H381, H629, H630, H655, H662, H664, H700, H708, H779, H780, H788, H941, H943, H986, H1015, H1031, H1086, H1091, H1102, H1105, H1125, H1151, H1169, H1176	İsmail Acar	Bingöl
H663, H1009, H1056, H1057, H1058, H1064, H1072, H1077, H1133, H1135	İsmail Acar	Bingöl-Genç
H1051, H1052, H1153	İsmail Acar	Bitlis
H18, H32, H141, H146, H194	Yusuf Uzun	Diyarbakır
H31C, H47C, H99C, H131C, H176C, H263C, H324C, H392C, H393C, H403C, H407C	Cemil Sadullahoğlu	Erzurum
H529, H672, H1101, H6861	Ali Keleş	Erzincan
H1080, H1085, H1100, H1101, H1109	İsmail Acar	Gaziantep
H2S, H4S, H23S,	Sedat Kesici	Hakkâri-köyü Adaklı
H177S, H252S	Sedat Kesici	Hakkâri-köyü Gürdere
H5S, H16S, H32S, H50S, H145S, H152S, H178S, H197S, H225S, H237S, H269S, H286S, H291S, H330S, H340S, H368S, H474, H476, H483, H705, H778	Sedat Kesici İsmail Acar	Hakkâri
H1094, H3682, H4578	İsmail Acar	Kahramanmaraş
H31, H45, H635A, H680A, H694A, H794A, H823A, H859A, H1092	Yusuf Uzun Mustafa Emre Akçay	Kars
H913K, H942K, H947K, H2749K, H2888K, H2892K, H2896K, H4182	Gıyasettin Kaşık	Konya
H1357M, H2661M	Hakan Allı	Muğla
H35, H46, H342	Yusuf Uzun	Ordu
H3655T	Ertuğrul Sesli	Trabzon
H1041, H1045	İsmail Acar	Van-Muradiye
H781, H1039	İsmail Acar	Van

3.2 Yöntem

3.2.1 Mantarların Toplanması

Hebeloma cinsine ait örneklerin doğal yaşam alanlarından toplanabilmesi için öncelikle mantarın bulunduğu bölgeler literatür taraması yapılarak belirlenmiştir. Arazi çalışmaları esnasında tespit edilen mantarların fotoğrafları çekilmiş (Şekil 3.2) ve bölgenin koordinatları küresel konumlama sistemi (GPS) ile belirlenmiştir. Mantarın yetiştiği alanın özellikleri (ağaç türleri, ormanlık alan, mera ya da çayır vejetasyonu vb.) ile mantarın renk koku vb. özellikleri kaydedilmiş ve arazi defterinde numaralandırılarak kayıt altına alınmıştır. Mantar örnekleri bulunduğu yerden alınarak hava alabilen özel kutular içerisine konulmuştur. Laboratuvara getirilen örnekler en kısa sürede kurutulularak numarası ile birlikte kilitli plastik torbalar içerisine alınmıştır. Kurutulmuş örnekler morfolojik analizlerinin tamamlanmasının ardından etiketlenerek (tür adı, toplayıcı adı, nereden toplandığı, GPS koordinatları ve yüksekliği, örnek numarası ve fungaryum numarası) fungaryum materyali haline getirilmiş ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fungaryumu'nda muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.2 Doğada *Hebeloma* cinsine ait örneklerin görünümü (Fotoğraf: İsmail Acar)

3.2.2 Morfolojik Karakterlere Dayalı Çalışmalar / Klasik Taksonomi

Hebeloma örneklerinin doğal ortamlarında fotoğrafları çekilerek, tat ve kokusal özellikleri belirlenmiş, meyve kısmı kesilip olası renk değişimlerine bakılmış, ekolojik özellikleri ve toplandığı yerler arazi defterine not edilmiştir. Fungaryum materyali haline getirilen 430 örneğin morfolojik karakterleri makroskobik ve mikroskobik olarak incelenmiş ve literatür bulguları ışığında taksonomik konumları belirlenmiştir.

Makroskobik karakterlerden; şapka rengi, şekli, yapısı, çapı, yeri ve üzerindeki kalıntılar, kesildiğinde renk değişimi gözlenip gözlenmediği, sap uzunluğu, çapı, şekli, tabanı, koku ve ekolojisi teşhis için kriter alınan özelliklerdir. Cins için önemli mikroskobik karakterler ise spor şekli ve ölçüleri, keilosistit ve kaulosistit şekli ve boyutları, bazidyum şekli ve sterigma sayısıdır. Seçilen morfolojik karakterlerin cinse ait türlerin tanımlanması ve teşhisinde yaygın olarak kullanılan ve türe ait popülasyonun varyasyonunu tanımlama potansiyeline sahip karakterler olmasına dikkat edilmiştir. Karakter ve karakter durumları belirlenirken en az iki durum bakımından varyasyon gösteren karakterler seçilmiştir. Kullanılan karakterler Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Türlere ait betimlemeler yapılmış ve teşhis anahtarı oluşturulmuştur. Türlerin betimlemeleri yapılırken aşağıda verilen özelliklere göre ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

- Latince adı, yazar adı, basım yılı ve basıldığı kaynak,
- Sinonimleri
- Betimi: Mantarın yaşam şekli, şapka, sap, lamel, özellikleri vs. ayrıntılı bir şekilde betimlenmiştir. Betimleme esnasında kullanılan terminolojide eğer kullanılan terime ait yaygın bir şekilde kabul edilmiş Türkçe karşılık varsa Türkçesi kullanılmış, yoksa da Latince terim Türkçe okunuşu ile yazılmak suretiyle Türkçeleştirilmiştir.
- Tip bilgileri (holo, izo ya da sintipler)
- Lokalite bilgileri: Bu bölümde incelenen örneklerin toplandığı il, lokalite, habitat, yükseklik, GPS kaydı, toplama tarihi, toplayıcı bilgileri, bulunduğu herbaryum ve örneğin tarafımızca görülüp görülmediğini belirten ünlem (!) işareti verilmiştir.
- Habitat özellikleri, coğrafik bölge, yetiştirme yüksekliği

3.2.2.1 Mikroskobik Analizler

Mikroskobik analizler için örnekler seçilirken aynı tür grubunda bulunan farklı lokalite, farklı habitat ve farklı fruktifikasyon zamanına ait olmasına dikkat edilmiştir. Mikroskobik ölçümlerde bazidyospor eni (μm), bazidyospor boyu (μm), bazidya eni (μm) ve bazidya boyu (μm), keilosistit eni (μm) ve boyu (μm) ile kaulosistit boyu (μm) ölçümleri yapılmıştır. Bazidyospor ölçümlerinde her örnekten 30 ölçüm, diğer karakterler için ise her örnekten 20 ölçüm yapılmıştır. Her karakter için ölçümlerin ortalama değerleri ile maksimum ve minimum değerleri de belirlenmiştir. Spor ölçümlerinde önemli bir değer olan Q değeri her tür için belirlenmiştir. Q değeri sporların ortalama boyu ile ortalama eninin oranlanmasıyla bulunan bir değerdir. İncelemeler ve ölçümler Leica Application Suite (sürüm 3.4.0) programı ile Leica DM500 mikroskobu altında yapılmıştır. Analizler esnasında H_2O ve Melzer ayıracı kullanılarak makro ve mikro karakterler ile olan reaksiyonları da belirlenmiştir. *Hebeloma* örneklerinin karakter durumları ve taksonomik tanımlamaları için Vesterholt (2005) ve Beker vd. (2016) terminolojilerinden yararlanılmıştır.

3.2.2.2 Morfolojik Karakterlerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Örneklerin taksonomik karakterleri, ilgili literatürler (Vesterholt, 2005; Beker vd., 2016) yardımıyla belirlenmiş ve karakter durumları dijital ortama aktarılabilmek için skorlanmıştır (Çizelge 3.3). Morfolojik veri matrisi Mesquite v.3.7.0 (Maddison ve Maddison, 2021) paket programı ile oluşturulmuştur. *Hebeloma* türlerinin morfolojik karakter durumlarının istatistiksel değerlendirilmesi Temel bileşenler analizi (PCA) kullanılarak yapılmıştır (Jolliffe ve Cadima, 2016). Bu analizi gerçekleştirmek için PAST v.4.3 (Hammer vd., 2001) programı kullanılmıştır. İstatistiksel bir algoritma olan PCA, yüksek boyutlardaki verileri daha küçük boyutlara indirgemek amacıyla kullanılmaktadır (Mahmoudi vd., 2021). PCA çok değişkenli veri matrisinde değişkenler arası ilişkinin yönünü tanımlamaya ve bir grafik üzerinde bulguları sunmaya yarayan analiz yöntemidir. İncelenen çok sayıdaki değişkeni, boyut indirgeyerek anlamlı ve daha kolay açıklanabilir daha az sayıdaki değişkenle ifade etmektedir (Asante-Okyere vd., 2020). PCA temelli metotlar, verilen bir örnek sistemi

üzerinde çok sayıda değişken değerinden yola çıkarak söz konusu örnekleri çeşitli gruplara kümeleyerek sınıflandırılabilmektedir. Bu yazılım aracılığıyla 24 farklı *Hebeloma* türüne ait 40 değişkene karşı çok değişkenli veri analizi yapılmıştır.

Çizelge 3.3 Morfolojik veri matrisinde kullanılan karakterler ve kodları

No	Karakter durumu	Karakter kodu
1	Büyük bazidyokarp >60	Yok (0), var (1)
2	Küçük bazidyokarp <60	Yok (0), var (1)
3	Şapkada veil	Yok (0), var (1)
4	Şapkada umbo	Yok (0), var (1)
5	20-50 lamel sayısı	Yok (0), var (1)
6	50-80 lamel sayısı	Yok (0), var (1)
7	80-120 lamel sayısı	Yok (0), var (1)
8	Lamelde kalıntı	Yok (0), var (1)
9	Silindirik sap	Yok (0), var (1)
10	Tabanı şişkin sap	Yok (0), var (1)
11	Klavat sap	Yok (0), var (1)
12	Köklü sap	Yok (0), var (1)
13	Kortina varlığı	Yok (0), var (1)
14	Sapta tüy/yün	Yok (0), var (1)
15	Sapta fibril	Yok (0), var (1)
16	Sapta velum	Yok (0), var (1)
17	Elips spor	Yok (0), var (1)
18	Oval spor	Yok (0), var (1)
19	Badem spor	Yok (0), var (1)
20	Silindirik spor	Yok (0), var (1)
21	Fusoid spor	Yok (0), var (1)
22	Az süslü spor	Yok (0), var (1)
23	Çok süslü spor	Yok (0), var (1)
24	Perispor	Yok (0), var (1)
25	Hafif dekstrinoid spor	Yok (0), var (1)
26	Orta dekstrinoid spor	Yok (0), var (1)
27	Güçlü dekstrinoid spor	Yok (0), var (1)
28	Silindirik keilosistit	Yok (0), var (1)
29	Lageniform/ventrikoz keilosistit	Yok (0), var (1)
30	Klavat keilosistit	Yok (0), var (1)
31	Kapitat keilosistit	Yok (0), var (1)
32	Spatulat keilosistit	Yok (0), var (1)
33	Çatallı keilosistit	Yok (0), var (1)
34	Genikulat keilosistit	Yok (0), var (1)
35	Kıvrımlı keilosistit	Yok (0), var (1)
36	Rostrat keilosistit	Yok (0), var (1)
37	Septatlı keilosistit	Yok (0), var (1)
38	Turp kokusu	Yok (0), var (1)
39	Sabun kokusu	Yok (0), var (1)
40	Şeker kokusu	Yok (0), var (1)

3.2.3 Moleküler Verilere Dayalı Çalışmalar / Moleküler Taksonomi

Moleküler taksonomi çalışmalarına başlamak için ilk olarak her bir örneğin şapka kısmından küçük bir kesit alınarak total DNA izolasyonu yapılmıştır. İzolasyon işlemi kit (Qiagen DNeasy Plant Mini Kit) kullanılarak ve/veya CTAB metodu (Doyle ve Doyle, 1987) modifiye edilerek manuel olarak yapılmıştır.

3.2.3.1 Total DNA izolasyonu

Modifiye CTAB metodu (Doyle ve Doyle, 1987) kullanılarak *Hebeloma* cinsine ait kurutulmuş örneklerin şapka kısmından genomik DNA izole edilmiştir. Her türü temsilen en az iki örnekten DNA izolasyonu aşağıdaki prosedür izlenerek yapılmıştır.

1. İlk olarak her örneğin şapka kısmından yaklaşık 0.1 gr doku alınarak steril edilmiş havanlarda 1000 µl özütleme tamponu (CTAB) ile ezilmiştir (Şekil 3.3). Tampon, işlemde önce yaklaşık yarım saat 55 °C su banyosunda PVP eklenerek bekletilmiş ve izolasyon sırasında daha yüksek verimle DNA elde edilmeye çalışılmıştır.
2. Oluşan karışım homojen bir görünüm alana kadar havanda ezildikten sonra 2.0 ml'lik steril ependorf tüplerine konularak üzerine tekrar 700 µl CTAB ve 200 µl β-merkapto-etanol ilave edilmiştir.
3. Ependorf tüpler 13000 rpm'de +4 °C 10 dk santrifüj edilip, üst faz (süpernatant) alınarak yeni tüplere aktarılmış ve üzerine 20 µl Proteinaz K eklenmiştir. Ependorf tüpler 55 °C'ye kadar ısıtılmış su banyosunda 30-50 dk bekletilmiştir. (Proteinaz K; DNase inaktivasyonu için kullanılmıştır. Tüpler belirli aralıklarla ters-düz edilerek veya kısa süreli vorteksten geçirilerek izolasyon verimliliği artırılmaya çalışılmıştır).
4. Örnekler 15000 rpm +4 °C'de 15 dk boyunca yeniden santrifüj edilmiştir.
5. Alınan süpernatant yeni steril tüplere aktararak üzerine RNA'ları parçalamak için 4 µl RNase eklenmiş ve 55°C su banyosunda 1 saat bekletilmiştir.
6. Her bir ependorf tüpüne 0.6 V Kloroform: İzooamil alkol (24:1) eklenerek 13000 rpm'de +4 °C'de 10 dk santrifüj edilmiştir.

7. Süpernatant yeni bir tüpe alınmış ve 30 µl Amonyum Asetat ile 300 µl soğuk izopropanol eklenmiş ve -20 °C’de bir gece bekletilmiştir (DNA presipitasyonu için).
8. Bir gece bekletilen örnekler 13000 rpm’de 5 dk santrifüj edildikten sonra üst faz dökülmüş ve elde edilen DNA %70’lik soğuk etanol ile görünür hale getirilmiştir.
9. Pellet, 500 µl %90’lik soğuk etanol ile yıkanmış ve süpernatant uzaklaştırılarak pellet oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır.
10. DNA’nın kuruduğundan emin olunduktan sonra her bir örnek 50-75 µl TE tamponunda (10 mM Tris, 1 mM EDTA pH 8.0) çözündürülmüş ve -20 °C’de muhafaza edilmiştir.

DNA izolasyonu için kullanılan solüsyonların içerik bilgileri Çizelge 3.4’te detaylandırılmıştır. DNA izolasyon basamağı tamamlandıktan sonra her örnekten elde edilen total DNA için saflık ve konsantrasyon değerleri belirlenmiştir.



Şekil 3.3 DNA izolasyonu için kurutulmuş mantarların CTAB eklenerek ezilmesi

Çizelge 3.4 DNA izolasyonu sırasında kullanılan tampon ve solüsyonlar

Tamponlar ve solüsyonlar	İçerikler ve konsantrasyonlar
2 x CTAB	2 gr CTAB 10 ml (pH:8.0) Tris HCl 4 ml (pH:8.0) 0.5M Ethylenediaminetetraaceticacid disodium salt (EDTA) 28 ml 5M NaCl (dH ₂ O ile 100 ml'ye tamamlanır)
Kloroform: izoamilalkol	24:1
B-merkaptoetanol	17.5 ml β-Mercaptoethanol (dH ₂ O ile 250 ml'ye tamamlanır)
Etanol	%70 ve %95
TE solüsyonu	10 M Tris HCl (pH:7), 10 mM EDTA

3.2.3.2 DNA Konsantrasyonunun Belirlenmesi

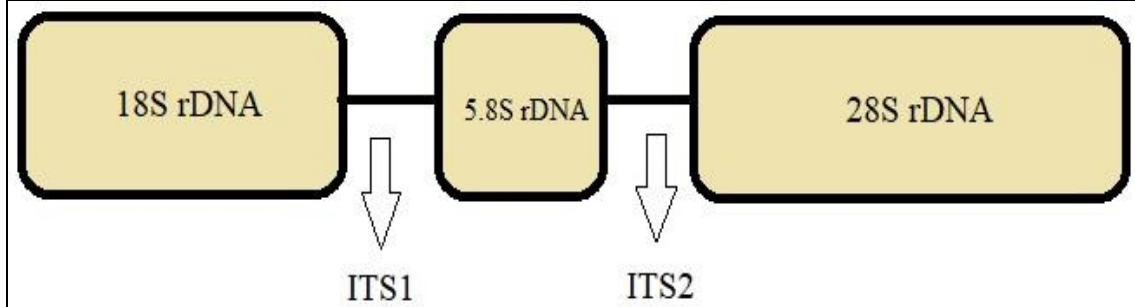
İzole edilen DNA örneklerinin saflık ve konsantrasyonlarını belirlemek amacıyla Thermo Multiskan Nanodrop™ UV-Vis Spektrofotometre cihazı kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Ardından DNA örnekleri %0.8'lik agaroz jele yüklenmiş ve 120 voltta 40 dakika yürütülmüştür. Agaroz jelde yürütülen DNA örnekleri daha sonra Gelred ile boyanmış ve UV transilluminatör yardımıyla görüntülenmiştir. Stok DNA konsantrasyonları temel alınarak, PZR analizleri için her bir DNA örneğinin konsantrasyonu 20 ng/μl olacak şekilde ayarlanmıştır.

3.2.3.3 Çalışılan DNA Bölgeleri

-Ribozomal DNA ITS bölgesi

Ökaryotlarda ribozomal RNA'ları kodlayan genler tekrarlayan transkripsiyonel bölgeler içerirler. Bu bölgeler 18S, 5.8S ve 28S rRNA bölgeleridir. 5.8S geninin her iki yanında bulunan kodlanmayan bölgeler 'Internal Transcribed Spacer' (ITS1 ve ITS2) bölgeleridir (Şekil 3.4). Transkripsiyonu yapılamayan bölgeler, nükleer ribozomal tekrar birimlerinden oluşan ve tür tanımlanması, alt cinslerin filogenetik çalışmaları için mikolojik araştırmalarda çok sık kullanılan gen bölgeleridir (Horton ve Bruns, 2001). Bu bölgenin yüksek varyasyon içermesi, korunan primer bölgelerine sahip olması ve

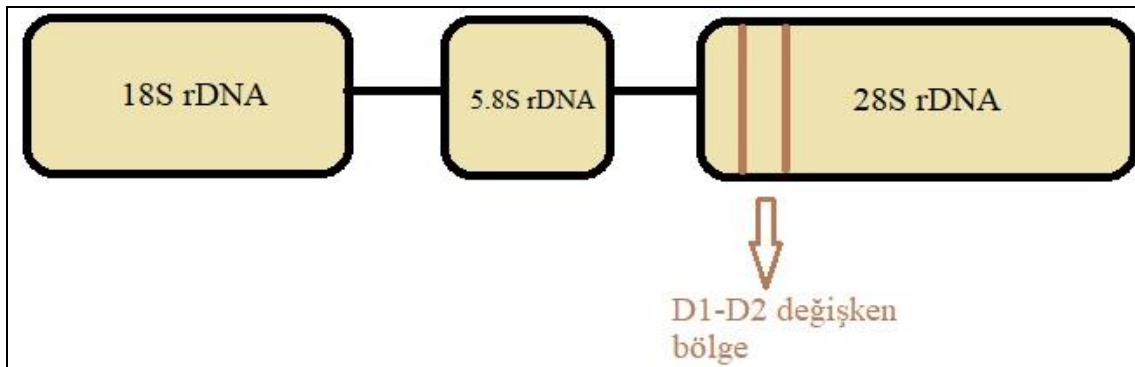
genomdaki çoklu kopya doğası nedeniyle birçok mantar için potansiyel barkod olarak kabul edilmiştir (Tekpınar ve Kalmer, 2019).



Şekil 3.4 ITS bölgesinin şematik gösterimi

-Ribozomal DNA LSU bölgesi

Ribozom iki ana alt birimden oluşan ve protein sentezinde görev alan bir organeldir. Bu alt birimler; büyük alt birim [Large subunit (LSU)] ve küçük alt birim [Small subunit (SSU)] olarak isimlendirilmiştir. Bu alt birimlerden her biri rRNA ve proteinlerden oluşur. LSU rRNA aynı zamanda 28S rRNA olarak da bilinir ve peptit bağı oluşumunu katalizleyen bir ribozimdir. rDNA genleri son derece kararlı ve korunmuş mozaik yapı sergileyen bölgelerdir (Hibbett, 1992). Ancak büyük alt birimi kodlayan gen bölgesi iki yüksek değişken bölge (D1-D2, Şekil 3.5) içerir ve mantar sistematğinde sıklıkla tercih edilmektedir. Taksonomik ve filogenetik çalışmalar için LSU ve ITS bölgeleri fungal sistematikte bütünlüyci parçalardır (Tekpınar ve Kalmer, 2019). Bu nedenle ITS bölgesini tamamlayıcı olarak LSU bölgesi de analizlerde kullanılmıştır.



Şekil 3.5 LSU gen bölgesinin şematik gösterimi

-TEF1- α Gen Bölgesi

Translasyon uzama faktörü 1- α (TEF1- α) gen bölgesi, ökaryotik hücrelerde amino açıl tRNA'ların ribozoma taşınma ve bağlanma reaksiyonundan sorumlu olan yüksek ekspresyonlu translasyon uzatma faktörü EF1- α proteinini kodlar (Triana-Alonso vd., 1995). Filogenetik olarak yüksek kullanışlılığa sahiptir çünkü ortolog olmayan kopyalar barındırmaz ve evrensel primer çiftleriyle çoğaltılabilmektedir (Geiser vd., 2004). Ayrıca türler arasında yüksek seviyede sekans polimorfizmi gösterdiğinden birçok araştırmacı tarafından rDNA gen bölgelerine alternatif olarak kabul edilmiştir (Mirhendi vd., 2015).

3.2.3.4 Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR)

PZR reaksiyonu için ilk olarak DNA örneklerin konsantrasyonu seyreltilmiştir. Seyreltmeler stok DNA konsantrasyonlarına göre yapılmış ve PZR reaksiyonu için hazırlanmıştır. Stok primerler 100 pM olacak şekilde hazırlanmıştır. Hazırlanan bu stoktan seyreltme yapılarak 10 mM olması sağlanmıştır. Kullanılan primer çiftleri ve DNA dizileri Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5 Çalışmada kullanılan primer çiftleri ve DNA dizileri

Lokus	Primer	Primer Sekans 5'-3'	Yön	Referans
ITS	ITS1	TCCGTAGGTGAACCTGCGG	Forward	White vd., 1990
	ITS1F	CTTGGTCATTTAGAGGAAGTAA	Forward	
	ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC	Reverse	
	Nnc-1810 C26A	AGGAGAAGTCGTAACAAG GTTTCTTTTCCTCCGCT	Forward Reverse	Wen ve Zimmer, 1996
LSU	LROR	ACCCGCTGAACTTAAGC	Forward	Vilgalys ve Hester, 1990
	LR5	TCCTGAGGGAACTTCG	Reverse	
TEF1- α	EF1-983F	ACHGTRCCRATACCACCRATCTT	Forward	Rehner ve Buckley, 2005
	EF1-1567R	GCYCCYGGHCAYCGTGAY	Reverse	
	ELONGF	TCACGATCGACATTGCCCTG	Forward	Kroon vd., 2004
	ELONGR	ACGGCTCGAGGATGACCATG	Reverse	

PZR reaksiyonları 25 mikrolitrelik toplam hacimde hazırlanmıştır. İlk olarak her bir DNA bölgesi için ayrı ayrı optimizasyon çalışmaları yapılmıştır. Her bir bölgenin

amplifiye olması için kullanılacak tampon, DNA ve Taq polimeraz gibi kimyasalların belirli oranda konulması gerekir. Bu miktarlar deneyin yapıldığı laboratuvar koşullarına, kullanılan kimyasalın markasına, ortam sıcaklığına, DNA kalitesine ve bölgenin yerine/uzunluğuna göre değişim göstermektedir.

PZR prosedüründe steril (aprojen) H₂O, MgCl₂, 10X Taq tampon (KCI), Taq polimeraz enzimi, primer çifti ve DNA aynı tüp içerisinde karıştırılarak reaksiyon karışımı oluşturulmuştur. Deneysel çalışmalar esnasında kullanılan kimyasalların konsantrasyonlarında değişimler yapılarak hedeflenen bölgenin amplifiye olduğu en optimum koşul saptanmaya çalışılmıştır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6 Kullanılan her DNA bölgesi için optimum PZR miktar koşulları

Bileşenler	Miktar (µl)
ITS (primer N-nc18S10/C26A)	
10x PZR tamponu	2.5
dNTP karışımı (10 mM)	0.8
MgCl ₂ (25 mM)	1
Primer (10 mM)	1+1
Taq DNA polimeraz (5 u/µl)	0.2
DNA (10 ng/µl)	2
H ₂ O	17.5
ITS (primer ITS1F/ITS1/ITS4)	
10x PZR tamponu	2.5
dNTP karışımı (10 mM)	0.8-1
MgCl ₂ (25 mM)	2-2.5
Primer (10 mM)	1+1
Taq DNA polimeraz (5 u/µl)	0.2
DNA (10 ng/µl)	2
	15.3
LSU (primer LROR/LR5)	
10x PZR tamponu	2.5
dNTP karışımı (10 mM)	0.6
MgCl ₂ (25 mM)	2.5
Primer çifti (10 mM)	1.5+1.5
Taq DNA polimeraz (5u/µl)	0.2
DNA (10 ng/µl)	1
H ₂ O	18
TEF1-α (primer EF1-983F/EF1-1567R)	
10x PZR tamponu	2.5
dNTP karışımı (10 mM)	0.6
MgCl ₂ (25 mM)	2.5
Primer çifti (10 mM)	1.5+1.5
Taq DNA polimeraz (5u/µl)	0.2
DNA (10 ng/µl)	1.5
H ₂ O	17.5

Çizelge 3.6 Kullanılan her DNA bölgesi için optimum PZR miktar koşulları (devam)

Bileşenler	Miktar (µl)
TEF1-α (primer ELONGF/ELONGR)	
10x PZR tamponu	2.5
dNTP karışımı (10 mM)	0.8
MgCl ₂ (25 mM)	2.5-3
Primer çifti (10 mM)	1+1
Taq DNA polimeraz (5u/µl)	0.2
DNA (10 ng/µl)	1.5
H ₂ O	16.7

Çalışılacak örnek sayısına göre oluşturulan PZR reaksiyonları Applied Biosystems (ABI-9700 thermocycler-ABI, Foster City CA) marka cihaza amplifikasyon işlemi için yerleştirilmiştir. Tez çalışması esnasında her bir bölge için belirlenen optimum sıcaklık koşulları Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7 Çalışılan gen bölgeleri için belirlenmiş optimum PZR sıcaklık koşulları

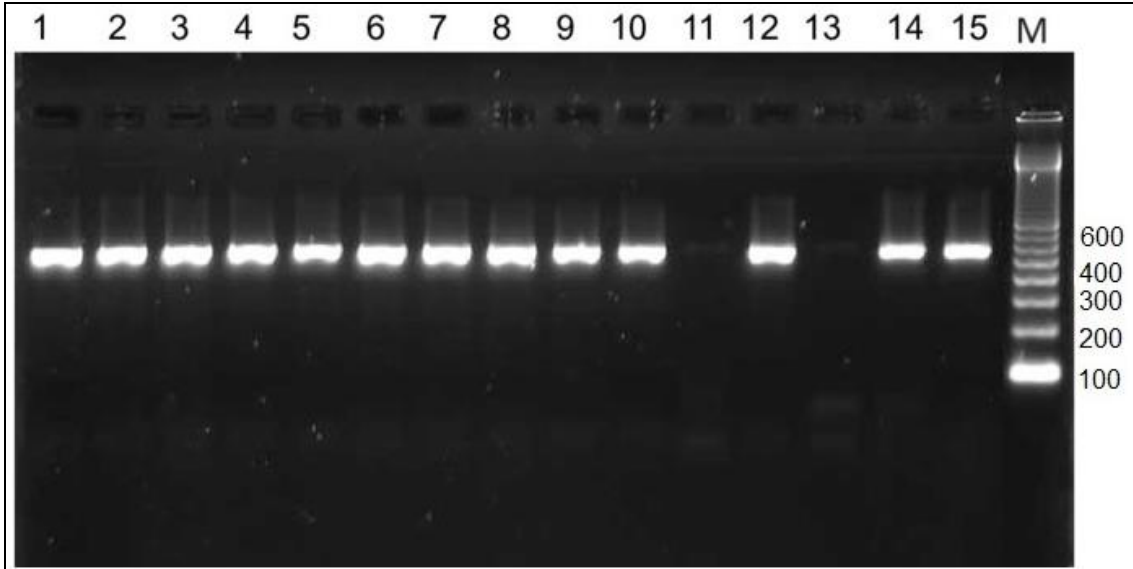
Çalışılan Bölge	Basamak	Sıcaklık	Süre	Döngü sayısı
ITS	1	95°C	2 dk	1
	2	94°C	1 dk	30
		53-54°C	1 dk	
		72°C	1 dk	
	3	72°C	5 dk	1
LSU	1	95°C	2 dk	1
	2	94°C	45 sn	30
		52°C	50 sn	
		72°C	1 dk	
	3	72°C	5 dk	1
TEF1-α	1	95°C	5 dk	1
	2	95°C	1 dk	35
		53-55°C	40 sn	
		72°C	90 sn	
	3	72°C	5 dk	1

PZR yapılırken her deney aşamasında çevresel koşullardan kaynaklanan bir kontaminasyon olup olmadığını saptayabilmek için negatif kontrol grubu da deneye eklenmiştir. PZR işlemi bittikten sonra hedeflenen bölgelerin amplifiye olup olmadığını anlamak için uygun konsantrasyondaki agaroz jelde örnekler yürütülmüş ve UV ışık altında görüntülenerek bant profilleri belirlenmiştir. Aşağıda bu prosedür hakkında detaylı bilgi verilmiştir.

3.2.3.5 Agaroz Jel Elektroforezi ve Görüntüleme

Agaroz jelin yüzde oranı amplifiye edilen bölgenin uzunluğuna göre belirlenir. ITS bölgesi yaklaşık 600 bp, LSU bölgesi 800 bp ve TEF1- α bölgesi 500 bp uzunluğunda olduğundan %1'lik agaroz jel hazırlanmıştır. Yüzde oranına göre tartılan agaroz, 1xTBE (Tris Borat EDTA) veya TAE (Tris Asetat EDTA) tampon solüsyonlarında mikrodalga yardımıyla çözündürülmüş ve bir miktar soğutulduktan sonra Gelred boyası eklenmiştir. Hazırlanan solüsyon polimerleşme işlemi için dikey tarakları olan agaroz tepsisine dökülmüştür. Jelin yürütüleceği tankın içerisine, jel hangi tampon ile hazırlanmış ise o tampondan dökülerek tank doldurulmuştur. Polimerleşme işleminden sonra taraklar jelden yavaşça çıkartılarak kuyucukların oluşması sağlanmıştır.

PZR ile amplifiye edilen örnekler 6xDNA yükleme boyası ile karıştırıldıktan sonra agaroz jel kuyucuklarına yüklenmiş ve 80-100V olacak şekilde 30-40 dakika kadar yürütülmüştür. Elektroforez tamamlandığında, DNA fragmentlerinin UV altında görüntülenerek DNA'ların dizi analizleri yaptırılmıştır. Yapılan çalışmalarda görülen bant profilleri Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6 Bazı *Hebeloma* örneklerinden PZR işlemi ile çoğaltılan ITS bölgesine ait agaroz jel elektroforez görüntüsü. M: Thermo Scientific Gene Ruler 100 bp marker

3.2.3.6 DNA Dizileme ve Veri Setlerinin Oluşturulması

PZR işlemi ile hedeflenen bölgeler çoğaltıldıktan ve DNA profilleri temiz bir şekilde jelde görüntülendikten sonra ürünler -20°C’de muhafaza edilmiş veya sekans analizine gönderilmiştir. Dizi analizi ve purifikasyon işlem basamakları ABI 3730XL (Applied Biosystems, Foster City, CA) cihazı kullanılarak BM Labosis şirketinde yaptırılmıştır. Elde edilen sekanslar ham data halinde alınarak Finch TV 1.4.0 programı (Geospiza Inc., Seattle, WA, USA) ile kromatogram şeklinde görselleştirilmiştir. Her bir örnek için iki kromatogram (Forward ve Reverse) MEGA 6.0 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) (Tamura vd., 2013) programı kullanılarak bir araya getirilmiş ve konsensus dizi elde edilmiştir.

Her bir konsensus sekans için NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) veri tabanında BLAST algoritması kullanılarak benzerlik gösterdikleri sekanslar ve homoloji skorları belirlenmiştir. Belirlenen skorlar doğrultusunda çalışılan örneklerin benzerlik gösterdiği türler not edilmiş ve cins içerisinde hangi seksiyonda bulundukları ilgili literatür yardımıyla belirlenmiştir. Seksiyon bilgileri, moleküler benzerlik skorları ve morfolojik analizlerden elde edilen veriler derlenerek örneklerin son teşhislerine karar verilmiştir. Sonrasında bu moleküler skorlar dikkate alınarak interspesifik çeşitliliği artırmak ve cins içerisindeki filogenetik ilişkileri görebilmek için skor yüzdeleri %98 ve üzerindeki sekanslar veri tabanından alınarak analizlere dahil edilmiştir (Ek 2). Tüm sekanslar CLUSTALW (Thompson vd., 1994) ve MUSCLE (Edgar, 2004) programları ile hizalanmıştır. CLUSTALW, komşu birleştirme metodu ile bir mesafe matrisi elde etmek için ikili dizi hizalaması gerçekleştirir. Bunu yaparken komşu birleştirme metodu ile oluşturduğu ön ağacı kullanmaktadır. MUSCLE, ön ağacın inşasını hızlandırmak için k-mer (iki dizinin ortak olduğu kısa alt diziler) kütüphanesini daha sonra başka bir ön ağacı hesaplamak için Kimura 2 parametre modelini kullanmaktadır.

Hebeloma cinsinin ITS rDNA, LSU rDNA ve TEF1- α bölgelerine ait veri setlerine dayalı filogeni tahminleri, *Hebeloma* seksiyonu, *Denudata* seksiyonu ve *Scabrispora/Sinapizantia/Velutipes* ile *Sacchariolentia/Theobromina* seksiyonları içerisindeki filogenetik pozisyonları ayrı ayrı ele alınarak yapılmıştır. Filogenetik analizler, ilk olarak ITS, LSU ve TEF1- α veri setleri için ayrı ayrı daha sonra ise veri

setleri birleştirilerek multilokus analizleri şeklinde yapılmıştır. Multilokus analizleri için veri birleştirilmesi Mesquite v.3.7.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

3.2.4 Filogenetik Analizler

Çoklu dizi hizalamasının uygulamalarından biri filogenetik çıkarımdır. Bir tür soyoluşunun genellikle bir kökü olsa da tüm türlerin belirli bir ortak ataya sahip olduğu varsayıldığında, sekans verilerinden türetilen bir filogenetik ağaç köklü veya köksüz olabilir. Filogenetik ağaçlar oluşturulurken Maksimum Likelihood (ML), Maksimum Parsimony (MP) ve Bayesian Inference (BI) yaklaşımları kullanılmıştır. Her analiz için Akaike Information Criteria (AICc) ve Bayesian Information Criterion (BIC) değerlerine göre en uygun ve en iyi evrimsel model, MEGA 6.0 programı ve Modelfinder algoritması (Kalyaanamoorthy vd., 2017) kullanılarak test edilmiştir. Çalışma kapsamında incelenen türlerin yanı sıra; NCBI veri tabanında bulunan *Hebeloma* cinsine ait diziler indirilmiş ve filogenetik analizlere dahil edilmiştir. Filogenetik ağaçları köklendirmek için dış grup olarak *Mediorufa* seksiyonunda yer alan *Hebeloma mediorufum* türü seçilmiştir. Bu türün seçilmesindeki sebep, *Hebeloma* cinsine ait bir tür olduğu halde tez kapsamında çalışılan diğer türlerden bariz bir şekilde ayrılmasıdır.

3.2.4.1 Maksimum Likelihood Metodu

ML analizleri CIPRES Science Gateway platformu üzerinden RAxML-NG (<https://www.phylo.org/>, Kozlov vd., 2018) ve IQ-TREE v.1.6.12 (Nguyen vd., 2015) programları kullanılarak yapılmıştır. Rasgele Dengelenmiş Maksimum Olasılık (RAxML) Blackbox programı, büyük veri setlerini ‘Maksimum Olasılık’ tabanlı analiz eden bir programdır (Stamatakis, 2008). RAxML ile ML analizleri, ITS veri seti için HKY+I+G4 modeli, LSU veri seti için TIM2+I+G4 ve TEF1- α veri seti için TrNef+I+G4 modeli kullanılarak yapılmıştır. Ağaç yapılandırması bootstrap istatistik hesaplama ile 1000 tekrar yapılarak test edilmiştir. Bootstrap analizi, olasılık hesaplamalarında ve güven aralıklarının oluşturulmasında kullanılan bir metottür. Bootstrap çalışmasıyla elde edilen filogenetik ağaçlarda istatistiksel anlamda dalların ne

oranda (%) desteklendiği analiz edilmektedir. Eğer yapılan destek %50'nin altında ise güvenilirlik açısından zayıf olarak nitelendirilmektedir (Felsenstein, 1985).

IQ-TREE, ML kriterini kullanarak filogenetik çıkarım için yaygın olarak kullanılan bir diğer programdır. IQ-TREE yazılımının yüksek performansı, ModelFinder algoritması aracılığıyla hızlı model seçimi, etkili bir ağaç arama algoritması ve hızlı bootstrap yaklaşımı ile efektif bir sonuç sağlamaktadır (Nguyen vd., 2015). Ağaç destek değerleri, SH-benzeri yaklaşık olabilirlik oranı (SH-aLRT) [%] ve ultra hızlı bootstrap yaklaşımı (UFBoot) [%] olarak verilmektedir. Bu değerler Minh vd. (2021) tavsiyelerine göre birlikte kullanılmıştır. ITS veri seti için JC+I+G modeli, LSU veri seti için TNe+G4 modeli ve TEF1- α veri seti için K2P+G4 modeli kullanılarak 1000 bootstrap ile analiz yapılmıştır. Analizler yapılırken kullanılan bilgisayarın çok çekirdekli işlemcili olması zaman tasarrufu açısından avantajlıdır. Bu durumda analize başlamadan önce kullanılan bilgisayarın işlemci kapasitesi komut olarak girilmelidir. Bu tez çalışması için kullanılan bilgisayarın 8 çekirdekli işlemcisi ntnum=8 komutu ile girilmiştir. İki farklı analizden elde edilen ağaçların uyumlulukları kontrol edilmiş ve konsensus olarak FigTree (Rambaut, 2010) ve TreeView (Zhai vd., 2002) programları ile görselleştirilmiştir.

3.2.4.2 Maksimum Parsimoni Metodu

MP analizleri Phylogenetic Analysis Using Parsimony (PAUP v.4.0; Swofford, 2002) programı ile gerçekleştirilmiştir. Parsimoni ilkesi, en fazla sayıda gözlemi en basit şekilde açıklamayı hedeflemektedir (Kannan ve Wheeler, 2012). PAUP yazılımı filogenetik ağaçların parsimoni tabanlı çıkarımı için en yaygın kullanılan yazılım paketidir. PAUP programıyla gerçekleştirilen analizlerde Majority Rule ve Consensus ağaçları oluşturulmuştur. Bu aşamada, Komşu birleştirme (NJ) analizi yapılmış ve minimum evrim kriteri kullanılarak buluşsal bir arama (heuristic search) ile karşılaştırılmıştır. Ağaç ikiye ayırma ve yeniden bağlanma (TBR) dal değiştirmeli buluşsal arama seçeneği kullanılarak ağaçlar oluşturulmuştur. Analizler ITS bölgesi için F84 modeli, LSU ve TEF1- α bölgeleri için HKY modeli kullanılarak 1000 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan filogenetik ağaçlar FigTree programı ile görselleştirilmiştir.

3.2.4.3 Bayesian Inference Metodu

Bayes analizleri, Mr Bayes v.3.2.6 (Ronquist ve Huelsenbeck, 2003) programı kullanılarak yapılmıştır. Bayes çıkarımı, gözlemlere göre şartlandırılmış bir ağacın olasılığı olan, ağaçların sonsal (posterior) olasılık dağılımı adı verilen bir niceliğe dayanır. Ağaçların sonsal olasılık dağılımını analitik olarak hesaplamak imkansızdır; bunun yerine Mr Bayes, ağaçların son olasılıklarına yaklaşmak için MCMC adı verilen bir simülasyon tekniği kullanır. Amaç tek bir filogeniyi bulmak değil, bütün muhtemel filogenilerin sonraki (posterior) olasılık dağılımlarını hesaplamaktır (Huelsenbeck ve Ronquist, 2001). Mr Bayes yazılımı kullanılarak yapılan filogenetik analizler için dört adım vardır: Nexus veri dosyasını okuma, evrimsel modeli belirleme, analizi başlatma ve örnekleri özetleme. İlk olarak veri setleri Mesquite programı ile Nexus formatına dönüştürülmüş ve uygun mutasyon modeline göre komutlar girilerek MCMC örnekleme algoritması ile filogenetik analizler yapılmıştır. Bayes çıkarımı, ITS veri seti için GTR+G modeli, LSU ve TEF1- α veri setleri için K2P+G modeli kullanılarak dört zincir altında ve her 500 nesilde bir ağaç örnekleme ile 5 milyon nesil boyunca çalıştırılmıştır. Standart sapma 0.01'in altındaki zincirlerin optimal yakınsamasını belirlemek için ortalama bölünme frekansları kontrol edilmiştir. Analiz esnasında Potansiyel ölçek küçültme faktörünün (PSRF) tüm parametreler için 1.0'a yakın olması gerekmektedir; aksi durumda analizi daha fazla nesil çalıştırmak gerekir. Ayrıca tahmini örneklem büyüklüğünün (ESS) 100 ve altında olması durumunda belirlenen parametreler altında örnekleme yapılamamaktadır. Bu nedenle analiz yapılırken optimum nesil sayısı kadar çalıştırılmalıdır. Elde edilen olasılık ve diğer parametre değerlerinin yakınsama ve ayıklama (burn-in) aşamaları, Tracer v.1.2.7 (Rambaut vd., 2018) kullanılarak niteliksel olarak belirlenmiştir. Topolojiler, posterior probability (PP) için %50 çoğunluk kuralı konsensus ağacı oluşturmak için kullanılmış ve oluşturulan ağaçlar FigTree programıyla görüntülenmiştir.

3.2.4.4 Network Analizleri

Evrimsel modeller genellikle tek bir genin evrimini temsil ettikleri için insersiyon ve delesyon işlemlerini veya daha karmaşık evrimsel olayları dikkate

almazlar. Türleşme süreçlerine, rekombinasyon, hibridizasyon veya yatay gen transferi gibi biyolojik mekanizmaların etkisi de söz konusudur (Morrison, 2005). Bu nedenle türleşme süreçleri devam ettiği düşünülen tür kompleksleri için evrimsel bir model seçilerek oluşturulan filogenetik ağaçlar yeterli çözümlemeyi yapamayabilirler. Bunun yerine network (filogenetik ağ) analizleriyle yalnızca ağaç (her biri yalnızca bir ebeveyne sahip) düğümleri yerine hibrit (iki ebeveynli) düğümlerin eklenmesi yoluyla zengin bağlantılı ağların açık modellemesi yapılmaktadır. Hiyerarşik ağaçlardan ziyade network analizleri, tür içi ilişkileri incelemek için daha uygun olduğu iddia edilmektedir (Morrison, 2014).

Filogenetik ağaçlar, filogenetik ağların bir alt kümesidir. Retiküle edilmiş ağlar, istatistiksel parsimoni, split ayrışma, medyan birleştirme ağları ve Neighbor-Net dahil olmak üzere, tür içi filogenileri incelemek için çeşitli karakter görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak Medyan ağlar (Medyan network), ağ içindeki diziler arasındaki göreceli mesafeleri korurken, dizilerin evrimsel geçmişlerindeki olayları göstermede en etkili olanıdır (Ayling ve Brown, 2008). Medyan ağ, ikili dizileri temsil eden düğümleri ve dizileri tek bir karakterle farklılık gösteren düğümleri birbirine bağlayan bir ağdır. Ağlar, olası ata dizilerini tanımlar, rekombinasyonu veya homoplaziyi gösteren olayları tasvir eder ve en tutarlı ağaçların tümünü içerir (Morrison, 2005).

Tez çalışmasında *Hebeloma* cinsine ait bazı tür kompleksleri belirlenmiştir. Morfolojik ve moleküler veriler ışığında yapılan teşhis çalışmalarında tür komplekslerine ait örneklerin tanımlamaları diğer örneklere göre daha zorlayıcı olmuştur. Çünkü bu türler görünüşleri itibarıyla çok fazla benzerlik gösterdikleri için ya da genotipleri benzer olduğu halde fenotipik olarak farklı görünümlere sahip oldukları için tür sınırları belirlenmemektedir. Bu türler birbirleriyle kolayca hibridize olduklarından hibridizasyon süreçlerini görebilmek için network analizlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Çizelge 3.8’de tez çalışmasında karşılaşılan ve network analizleri yapılan tür kompleksleri verilmiştir.

Çizelge 3.8 Network analizleri ile çözümlenen türler ve yer aldıkları tür kompleksleri

Seksiyon	Tür kompleksi	Türler
<i>Hebeloma</i>	<i>Hebeloma mesophaeum</i> kompleksi	<i>H. dunense</i>
		<i>H. excedens</i>
		<i>H. mesophaeum</i>
		<i>H. subtortum</i>
<i>Denudata</i>	<i>Hebeloma alpinum</i> kompleksi	<i>H. alpinum</i>
		<i>H. crustuliniforme</i>
		<i>H. eburneum</i>
		<i>H. geminatum</i>
		<i>H. minus</i>
		<i>H. salicicola</i>
	<i>Hebeloma aurantiumbrinum</i> kompleksi	<i>H. cavipes</i> <i>H. vaccinum</i>

Hebeloma seksiyonuna ait *H. mesophaeum*, *H. dunense*, *H. excedens* ve *H. subtortum* türleri *H. mesophaeum* tür kompleksi içinde yer alan ve bu tez çalışmasında tanımlanan türlerdir. *Hebeloma alpinum*, *H. crustuliniforme*, *H. eburneum*, *H. geminatum*, *H. minus* ve *H. salicicola* türleri ise *Denudata* seksiyonunun *H. alpinum* tür kompleksi içinde yer alan türler iken *H. cavipes* ve *H. vaccinum* ise *H. aurantiumbrinum* tür kompleksi içinde yer alan türlerdir.

Network analizleri için ilk olarak BEAST v.2.6.7 (Baele vd., 2017) paket programı içerisinde bulunan SpeciesNetwork yazılımı kullanılarak network dosyaları oluşturulmuştur. Bayesian Evolutionary Analysis Sampling Trees (BEAST) programı, moleküler verilerin Bayesian filogenetik analizi için kullanılan platformlar arası bir programdır. Ağaçların ortalamasını almak için MCMC kullanır, böylece her ağaç arka olasılığıyla orantılı olarak ağırlıklandırılır. Paket program içerisinde bulunan Bayesian Evolutionary Analysis Utility (BEAUti) yazılımıyla analiz dosyaları oluşturulmuş ve BEAST programında çalıştırılmıştır. Program XML dosya formatı ile çalışmaktadır. Network analizleri birleştirilmiş veri setleri kullanılarak yapılmıştır. Çalışılan üç DNA bölgesi (ITS+LSU+TEF1- α) birleştirilmiş ve multilokus analizleri yapılarak kompleksler çözümlenmeye çalışılmıştır. Analizler 50 milyon nesil için yapılmış ve ilk 10 milyon nesil (%20) burn-in olarak atılarak her 50.000 ağaç kaydedilmiştir. Her parametrenin etkin örneklem büyüklüğü (ESS) en az 200 olacak şekilde analizler çalıştırılmıştır. Bu nedenle analizler dört defa tekrarlanarak her analiz farklı rastgele başlangıç ağaçları ile gerçekleştirilmiştir. Bu dört analizden alınan dosyalar paket programda bulunan Log Combiner v.2.6.7 yazılımı kullanılarak birleştirilmiştir. Ağaçlar ve olasılık skorları bu birleştirilmiş dosyalar kullanılarak oluşturulmuş ve analiz sonucunda oluşan dosyalar ise Tracer v.1.2.7 programıyla görüntülenmiştir. Network

grafik oluşturma ise SplitsTree v.4.17.1 (Zhang vd., 2018) ve PopArt v.1.7 (Leigh ve Bryant, 2015) programları kullanılarak Median Joining Network yöntemi ile yapılmıştır.



4. BULGULAR

4.1 *Hebeloma* Cinsine Ait Morfolojik ve Taksonomik Değerlendirmeler

Yapılan bu çalışma ile Türkiye mikobiyotasında yetişen *Hebeloma* taksonlarına ait morfolojik karakterlerin oluşturduğu varyasyon sınırları belirlenmiş ve tür deskripsiyonları genişletilerek yeniden yazılmıştır. *Hymenogastreae* familyası içerisinde yer alan *Hebeloma* cinsinin bu çalışmayla morfolojik özellikleri kapsamlı bir şekilde ele alınmış ve sistematik problemleri giderilmeye çalışılmıştır. *Hebeloma* cinsine ait Türkiye’de tanımlanan türlerin bazılarına ait sinonimler bulunmaktadır. Bu sinonimlerden özellikle Beker vd. (2016) yayınladığı monografda söz edilmektedir. Bu monograf yaklaşık 20 yıllık bir çalışma neticesinde hazırlanmış ve hem morfolojik hem de moleküler veriler kullanılmıştır. Dolayısıyla tez çalışması kapsamında bu sinonimler dikkate alınarak türler değerlendirilmiştir.

Tez çalışması sonunda *Hebeloma* cinsine ait çalışılan 430 örneğin genel özelliklerine bakıldığında fruktifikasyon zamanlarının ilkbahar ve/veya sonbahar aylarında olduğu ve çoğunlukla farklı ağaç türleriyle simbiyotik ortaklık kurduğu görülmüştür. Özellikle *Salix* türlerinin bulunduğu dağlık alanlarda, önemli ve yaygın bir mantar grubu olduğu ortaya çıkarılmıştır. Yapılan arazi çalışmalarında bu cinse ait mantarlar genellikle dağlık alanlarda, ormanlık ve çayırılık alanlarda, *Salix* sp., *Pinus* sp., *Quercus* sp. ve *Populus* sp. ağaçları altında toplanmıştır.

Hebeloma cinsinin arazide en ayırt edici karakteri kendisine has olan turp benzeri kokusudur. Genel olarak çalışılan örneklerin büyük bir kısmında bu koku belirlenmiştir. Şapka şekli genel görünüm olarak yarım küre şeklindedir ancak şapka kenarları değişik formlarda olabilmektedir. Örneğin *H. cavipes* türüne ait örneklerde genel olarak şapka kenarlarının tırtıklı bir yapı sergilediği belirlenmiştir. Çalışılan örneklerin birçoğunda şapka kenarı aşağı dönük bir yapı olarak gözlenmiştir. Şapka yüzeyleri genelde düzdür ancak bazı türlerde (*H. crustuliniforme*, *H. eburneum*, *H. excedens*, *H. mesophaeum*, *H. salicicola* ve *H. velutipes*) velum (örtü) kalıntılarına rastlanılmıştır. Şapka renklerinin beyaz, gri, krem, kahverenginin tonları, sarımsı, turuncu, kırmızımsı tonlarda olduğu gözlenmiştir. Çalışılan örnekler içinde en belirgin şapka rengi *H. cavipes*, *H. mesophaeum*, *H. dunense* ve *H. salicicola* türlerinde

görülmüştür. Lamel rengi genellikle beyaz, krem ve kahverengi olarak belirlenmiştir. Çalışılan örnekler arasında lamel rengi açık pembemsi olan *H. sacchariolens* türüne ait örnekler dikkat çekmiştir. *Sacchariolentia* seksiyonuna ait bir özellik olan pembemsi lamel rengi bu türe ait örneklerde göze çarpmıştır. Lamel üzerinde damla varlığı önemli bir karakterdir ve *Denudata* seksiyonuna ait birçok türde rastlanılmıştır. Özellikle *H. crustuliniforme* olarak tanımlanan örneklerin neredeyse hepsinde damla varlığı ve kalıntıları gözlenmiştir. Sapta gözlenen kalıntılar bazı örneklerde teşhis için kolaylaştırıcı olmuştur. Özellikle *H. velutipes* türüne ait örneklerde sap kısmında velum kalıntıları anahtar bir taksonomik karakterdir. Bazı türlerde (*H. crustuliniforme*, *H. lutense*, *H. pusillum*, *H. sinapizans* ve *H. rostratum*) ise yünlü veya pudramsı kalıntılar gözlenmiştir. Kortina varlığı sadece *Hebeloma* seksiyonuna ait türlerde belirlenmiştir.

Mikroskopik özellikler teşhis için önemli karakterlerdir. Örneklerin tür teşhislerini yapabilmek için mikroskopik karakterlerin ayrıntılı bir biçimde analiz edilmesi gerekir. Özellikle *Hebeloma* örnekleri için spor ve keilosistit yapısı ayırt edici karakterlerdendir. Sporlar ışık mikroskobunda genellikle soluk sarı, sarımsı veya sarı-kahverengi şeklinde görülmüştür. Çalışılan örneklerin genel olarak spor boyutları en küçük $6 \times 3 \mu\text{m}$, en büyük $16 \times 9 \mu\text{m}$ olarak belirlenmiştir. Küçük spor boyutu genelde *Hebeloma*, *Scabrispora* ve *Theobromina* seksiyonlarında belirlenmiştir. Büyük sporlar ise *Sacchariolentia* ve *Sinapizantia* seksiyonlarında görülmüştür. Spordaki süs varlığı önemli bir karakterdir ve türler arasında değişkenlik göstermektedir. *Hebeloma sacchariolens* türüne ait örnekler ile *H. sinapizans* ve *H. rostratum* türlerinde güçlü spor süslerine rastlanılmıştır. Sporların Melzer ayırıcısıyla verdikleri dekstrinoid reaksiyon cins için önemli karakterlerden bir diğeridir. Endosporun verdiği reaksiyon türler arasında farklılık göstermektedir. *Hebeloma* seksiyonuna ait türlerde dekstrinoid reaksiyon gözlenmemiştir. *Denudata* ve *Sacchariolentia* seksiyonlarına ait türlerde ise güçlü bir dekstrinoid renklenme gözlenmiştir. Keilosistit varlığı genel olarak tüm örneklerde yoğun bir şekilde gözlenmiştir ancak şekil ve boyut olarak farklılık göstermiştir. Bir türe ait örnekler incelenirken birden fazla şekle sahip çeşitli sistit varlığına rastlanılmıştır. Bu durumda öncelik baskın olan şekli bulmak olmuştur. *Hebeloma* seksiyonuna ait üyelerde baskın sistit şekli lageniform veya ventriköz iken, *Denudata* için klavat veya kapitat, *Velutipes* için klavat-ventriköz olmuştur. Çalışılan örneklerin hemen hepsinde kaulosistit yapısına rastlanılmıştır ve genel görünimleri

itibariyle keilosistit şekline paralellik göstermiştir ancak daha düzensiz bir yapılanma göstermişlerdir. Bazıdy yapıları çoğu örnekte silindirik veya klavat şeklinde olup dört sterigmaya sahip olduğu belirlenmiştir. Genel anlamda bazıdy yapıları taksonomik olarak diğer karakterlere göre daha az ayırt edici bir yapı olmuştur. Tez çalışması kapsamında tanımlanan 24 tür ve ait oldukları seksiyonlara ait genel morfolojik değerlendirmelerden elde edilen veriler Çizelge 4.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1 Tez çalışması kapsamında tanımlanan 24 türe ait morfolojik parametreler

Tür	Habitat	Şapka rengi	Şapka ölçüsü	Lamel sayısı	Spor şekli	Spor kodu	Spor Q	Keilosistit			
								Şekil	Uzunluk	Tepe	Taban
Hebeloma seksiyonu											
H. bingolense	Pinus sp. ve Picea sp. altında	iki renkli; merkezde sarımsı kahverengi, bal rengi	15-50 mm	40-50	elips	O1-O2, P0, D0-D1-D2	1.60-1.70	lageniform	35-75 µm	5-5.8 µm	6.5-16 µm
H. dunense	Pinus sp., Salix sp., Populus sp. altında	iki renkli; karamel-devevitiydi, merkezde karamel	10-30 mm	25-48	elips	O1-O2, P0, D0-D1	1.6	lageniform	40-55 µm	4.5 µm	7-10 µm
H. excedens	Pinus sp., Salix sp., Populus sp. altında	iki renkli; merkezde tarçın veya turuncu-kahverengi	15-40(60) mm	32-53	elips	O1(O2), P0, D0	1.5-1.9	lageniform veya ventriköz	25-75 µm	2-7 µm	4-10 µm
H. mesophaeum	Pinus sp. altında	iki renkli, merkezde koyu kahverengi veya kırmızı-kahverengi	20-40(60) mm	32-56	elips	O1, P0, D0 (D1)	1.2-1.6	lageniform veya ventriköz	20-80 µm	2-9 µm	3-15 µm
H. subortum	Konifer omanlarında	tek renkli; merkezde krem, koyu sarı, kahverengi	25-55(80) mm	50-70	elips, genellikle oval	O1(O2), P0, D0(D1)	1.4-1.7	lageniform	26-80 µm	3-7 µm	4-15 µm
Sacchariolentia seksiyonu											
H. nauseosum	Populus sp. altında	tek renkli; bal, sarımsı kahverengi	20-40 mm	25-45	badem	O2-O3, P1-P2, D2-D3-D4	1.7-1.8	silindirik	25-65 µm	5-15 µm	2.5-10 µm

Çizelge 4.1 Tez çalışması kapsamında tanımlanan 24 türe ait morfolojik parametreler (devam)

Tür	Habitat	Şapka rengi	Şapka ölçüsü	Lamel sayısı	Spor şekli	Spor kodu	Spor Q	Keilosistit			
								Şekil	Uzunluk	Tepe	Taban
<i>H. sacchariolen</i>	<i>Quercus</i> sp. altında	renkli; iki merkezde devetiyü, koyu sarı	20-40(70) mm	31-58	amigdaloid	O3-O4, P2-P3, D3-D4	1.5-1.7	silindirik	12-70	3-15	2-8 µm
Denudata seksiyonu											
<i>H. alpinum</i>	Dağ çayrları, <i>Populus</i> sp. altında	renkli; tek merkezde krem, sarımsı kahverengi	17-57(80) mm	40-70	amigdaloid	O1-O2-O3, P0-P1, D1-D2	1.60-1.97	klavat-stipitat	36-90 µm	4-15 µm	2-9 µm
<i>H. cavipes</i>	<i>Quercus</i> sp. ve <i>Populus</i> sp. altında	renkli; iki merkezde sarımsı kahverengi, tarçın	15-50(70) mm	36-96	amigdaloid	O3, P1-P2, D2-D3	1.6-2.3	klavat-lageniform	28-90 µm	3-10 µm	2-6(8) µm
<i>H. cinnamomeum</i>	<i>Quercus</i> sp. ve <i>Pinus</i> sp. altında	renkli; tek merkezde açık kiremit	20-46(50) mm	52-64	amigdaloid	P1, P0, O2-O3, (D1) D2	1.6-1.8	klavat-lageniform	33-85 µm	4-7 µm	3-10 µm
<i>H. crustuliniforme</i>	Çimenli topraklarda	renkli; bazen iki merkezde krem, sarımsı kahverengi	35-90(135) mm	60-100	amigdaloid	O2-O3, P1(P2), (D0) D1(D2)	1.7-1.9	klavat-stipitat	30-100 µm	4-10 µm	2-7 µm
<i>H. eburneum</i>	<i>Populus</i> sp. altında	renkli; tek merkezde krem, sarımsı kahverengi	50-70(110) mm	54-105	amigdaloid	(O2) O3, P1, D1-D2	1.6-1.9	klavat-stipitat	32-95 µm	5-15 µm	2-7 µm
<i>H. geminatum</i>	<i>Betula</i> sp., <i>Salix</i> sp. ve <i>Populus</i> sp. altında	renkli; tek merkezde renk soluk krem, sarımsı	40-85(100) mm	60-100	amigdaloid	O2-O3, P1, D0-D1	1.4-1.9	klavat-stipitat	35-90 µm	6-15 µm	2-7 µm
<i>H. lutense</i>	<i>Salix</i> sp. altında	renkli; iki merkezde koyu kahverengi	20-38(50) mm	40-58	amigdaloid	O2-O3, P0-P1(P2), (D1) D2	1.4-1.9	klavat-stipitat	28-70 µm	4-10 µm	2-7 µm

Çizelge 4.1 Tez çalışması kapsamında tanımlanan 24 türe ait morfolojik parametreler (devam)

Tür	Habitat	Şapka rengi	Şapka ölçüsü	Lamel sayısı	Spor şekli	Spor kodu	Spor Q	Keilosistit			
								Şekil	Uzunluk	Tepe	Taban
<i>H. minus</i>	Salix sp. altında	iki renkli; merkezde sarımsı veya koyu kahverengi	10-25(30) mm	26-40	amigdaloid	O2-O3, P0-P1, D1-D2	1.6-1.9	klavat-stipitat	35-70 µm	6-15 µm	2-8 µm
<i>H. pusillum</i>	Quercus sp. altında	iki renkli; merkezde koyu kiremit veya tarçın	10-30(40) mm	20-40	amigdaloid fusoid	O2-O3, P1-P2, D1	1.4-1.9	kapitat-stipitat	20-90 µm	5-15 µm	2-10 µm
<i>H. rostratum</i>	Populus sp. ve Quercus sp. altında	iki renk; merkezde sarımsı veya koyu kahverengi	16-35(40) mm	28-65	amigdaloid	O3-O4, P2-P3, D3-D4	1.6-1.9	klavat-lageniform	30-60(90) µm	3-8 µm	4-12 µm
<i>H. salicicola</i>	Salix sp. ve Populus sp. altında	iki renk; merkezde sarımsı kahverengi, koyu kiremit	10-40(45) mm	28-55	amigdaloid	O2-O3, P0-P1, D2-D3	1.61-1.78	klavat-stipitat	30-80 µm	6-15 µm	2-8 µm
<i>H. vaccinum</i>	Salix sp., Pinus sp. ve Populus sp. altında	iki renkli; tarçın, sarımsı kahverengi	30-60 mm	30-70	amigdaloid	O2-O3-O4, P1-P2, D2-D3	1.78-1.9	klavat-lageniform	30-65 µm	5-8 µm	3-10 µm
Sinapizantia seksiyonu											
<i>H. sinapizans</i>	Populus sp. ve Quercus sp. altında	tek renkli; sarımsı kahverengi veya turuncu-kahverengi	50-80(100) mm	80-140	amigdaloid	O3-O4, P1-P2, D3-D4	1.4-1.7	lageniform	30-80 µm	3-10 µm	4-15 µm
Theobromina seksiyonu											
<i>H. theobrominum</i>	Pinus sp. altında	tek renkli; kızıl kahverengi, koyu kahverengi, tarçın	25-65 mm	60-100	amigdaloid	O1-O2, P0-P1, D3	1.7-1.9	klavat-lageniform	15-60 µm	3-10 µm	3-8 µm
Scabrispora seksiyonu											
<i>H. cylindrosporum</i>	Pinus sp. altında	iki renkli; merkezde sarımsı kahverengi, bazen koyu kiremit	(10)-40(60) mm	32-64	silindirik	(O1) O2, P1-P2, D3(D4)	1.8-2.0	silindirik	18-38 µm	3-6 µm	3-6 µm

Çizelge 4.1 Tez çalışması kapsamında tanımlanan 24 türe ait morfolojik parametreler (devam)

Tür	Habitat	Şapka rengi	Şapka ölçüsü	Lamel sayısı	Spor şekli	Spor kodu	Spor Q	Keilosistit			
								Şekil	Uzunluk	Tepe	Taban
Velutipes seksiyonu											
H. celatum	Quercus sp. altında	tek renkli, bazen iki renkli; merkezde koyu sarı	30-61(77) mm	56-78	amigdaloid	O3 (O4), P0-P2, D2-D4	1.4-1.9	ventriköz	30-80 µm	4-10 µm	3-10 µm
H. velutipes	Pinus sp. altında	tek renkli; merkezde krem, açık sarımsı kahverengi	20-60(80) mm	40-80	amigdaloid	O2, P1, D3	1.5-1.9	klavat-lageniform	30-80 µm	4-12 µm	2-10 µm

4.1.1 Morfolojik Analizlerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Mikroskobik ölçümlerde spor eni, spor boyu, sistit yapısının apikal eni, taban eni orta eni ve keilosistit boyu ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler için her türe ait örneklerden 20 spor ve 20 keilosistit kullanılmıştır. Tanımlanan 24 türe bakıldığında spor Q değeri en büyük *H. cavipes* (Q=2.30), *H. cylindrosporum* (Q=2.10) ve *H. pusillum* (Q=2.10) türlerinde görülürken, en küçük değerler *H. sinapizans* (Q=1.76) ve *H. subtortum* (Q=1.78) türlerinde belirlenmiştir. Keilosistit ölçümlerine bakıldığında ise boy uzunluğu en büyük *H. eburneum* (68 µm), en küçük *H. cylindropsorum* (32 µm) türünde görülmüştür. Çizelge 4.2-4.3'te spor ve keilosistit için alınan değerler verilmiştir. Ayrıca çalışılan örnekler için seçilen 15 karakterin skorlamaları yapılmış (Ek 1) ve PCA analiziyle istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.2 Spor karakterlerine ait ölçümlerin istatistiksel analiz sonuçları

Tür	Spor boyu (µm)				Spor eni (µm)				Q değeri	
	Min	Max	Ort.	SS	Min	Max	Ort.	SS	Ort.	Max.
<i>H. alpinum</i>	9.0	16.2	12.5	0.6	5.4	8.5	6.5	0.34	1.60	1.85
<i>H. bingolense</i>	7.31	15.0	10.7	0.3	4.6	9.5	6.0	0.4	1.70	1.80
<i>H. cavipes</i>	8.1	15.3	14.0	0.7	5.0	7.2	5.5	0.3	1.80	2.30
<i>H. celatum</i>	9.2	14.5	12.4	0.5	5.2	8.6	6.5	0.3	1.45	1.90
<i>H. cinnamomeum</i>	9.0	12.31	10.2	0.5	5.0	8.5	6.2	0.4	1.62	1.80
<i>H. crustuliniforme</i>	9.4	14.3	12.2	0.7	5.2	8.2	6.0	0.3	1.70	1.85
<i>H. cylindrosporum</i>	7.0	10.5	8.5	0.5	3.0	5.5	4.5	0.2	1.80	2.10
<i>H. dunense</i>	6.5	17.6	12.0	0.8	5.0	9.2	7.0	0.4	1.50	1.80
<i>H. eburneum</i>	8.0	14.6	12.8	0.7	5.0	8.6	6.4	0.3	1.60	2.00
<i>H. excedens</i>	6.0	11.3	9.4	0.7	4.0	7.6	5.5	0.3	1.54	1.90
<i>H. geminatum</i>	7.4	12.8	10.6	0.7	5.0	7.4	6.0	0.3	1.60	1.95
<i>H. lutense</i>	8.0	14.1	10.2	0.7	5.0	7.3	6.1	0.3	1.60	1.92
<i>H. mesophaeum</i>	6.2	12.5	8.3	0.6	4.2	7.5	5.8	0.3	1.42	1.80
<i>H. minus</i>	8.5	14.8	12.3	0.9	5.0	8.5	6.5	0.4	1.70	1.95
<i>H. nauseosum</i>	10.2	16.0	14.4	0.9	6.2	9.5	7.5	0.4	1.58	1.92
<i>H. pusillum</i>	8.0	15.6	12.5	0.8	4.5	8.2	6.6	0.3	1.70	2.10
<i>H. rostratum</i>	9.0	15.0	13.5	0.9	5.2	9.0	6.5	0.4	1.60	1.92
<i>H. sacchariolen</i>	8.5	14.5	12.5	0.8	5.4	8.5	6.7	0.4	1.50	1.85
<i>H. salicicola</i>	9.0	15.0	13.0	0.7	5.5	8.6	7.3	0.4	1.6	2.0
<i>H. sinapizans</i>	9.0	14.5	12.3	0.6	5.3	9.3	7.8	0.3	1.4	1.76
<i>H. subtortum</i>	7.1	12.2	10	0.6	4.5	7.0	5.5	0.3	1.45	1.78
<i>H. theobrominum</i>	7.8	1.5	9.4	0.5	4.0	6.2	5.0	0.2	1.69	1.95
<i>H. vaccinum</i>	9.0	17.2	13.3	0.8	5.2	9.0	7.6	0.4	1.48	2.0
<i>H. velutipes</i>	7.0	15.5	12.5	0.6	5.0	8.4	7.0	0.3	1.50	1.88

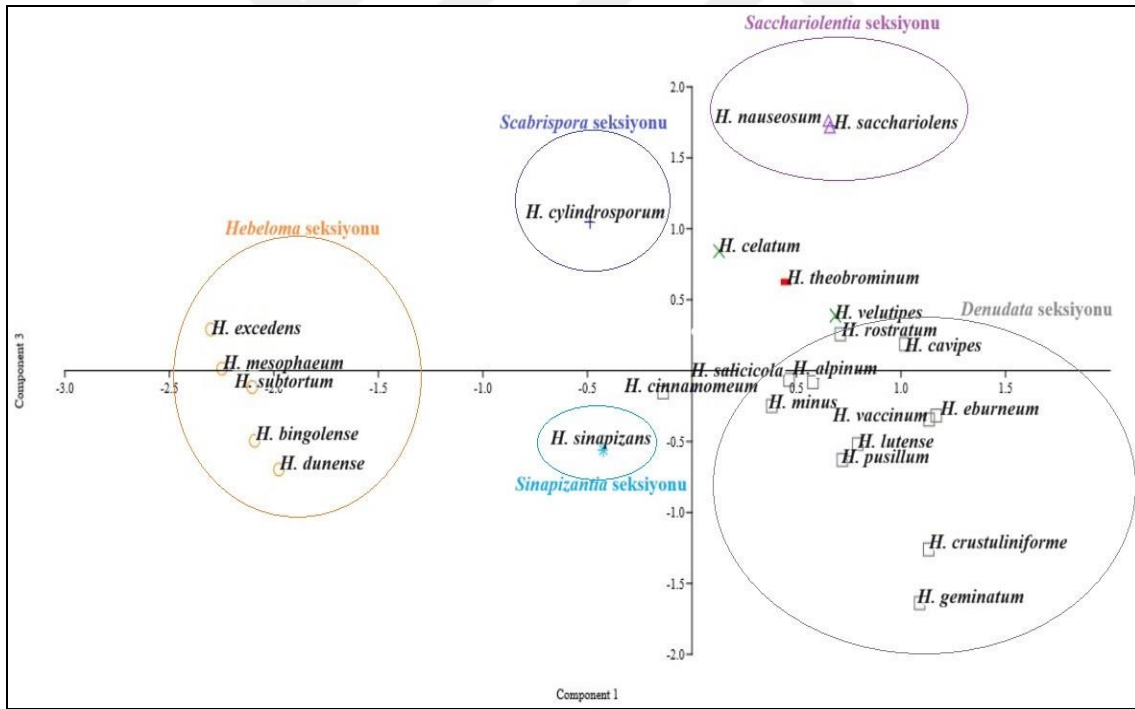
Çizelge 4.3 Keilosistit karakterlerine ait ölçümlerin istatistiksel analiz sonuçları

Tür	Apikal eni (µm)		Orta eni (µm)		Taban eni (µm)		Boy (µm)	
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS
<i>H. alpinum</i>	9.2	1.0	4.0	0.6	4.0	0.7	65.0	7.0
<i>H. bingolense</i>	8.0	0.8	5.5	0.6	10.0	0.6	65.0	6.0
<i>H. cavipes</i>	6.2	0.7	4.0	0.5	6.5	0.5	58.0	6.0
<i>H. celatum</i>	7.0	0.8	4.5	0.5	7.8	0.8	50.0	7.0
<i>H. cinnamomeum</i>	5.0	0.6	3.7	0.5	7.0	1.1	55.0	9.0
<i>H. crustuliniforme</i>	7.4	0.8	4.0	0.7	4.5	0.6	65.0	8.0
<i>H. cylindrosporum</i>	5.0	0.5	4.2	0.5	6.0	0.6	32.0	3.0
<i>H. dunense</i>	7.5	0.6	6.0	0.5	10.5	1.0	55.0	5.0
<i>H. eburneum</i>	9.5	0.5	4.0	0.6	6.4	0.9	68.0	7.0
<i>H. excedens</i>	6.0	0.6	5.3	0.6	9.0	1.0	45.0	6.0
<i>H. geminatum</i>	9.8	0.8	4.5	0.6	5.2	0.8	64.0	7.0
<i>H. lutense</i>	7.0	0.8	4.2	0.6	5.0	0.7	52.0	8.0
<i>H. mesophaeum</i>	5.1	0.6	5.0	0.6	9.0	0.8	55.0	6.0
<i>H. minus</i>	9.4	0.8	4.0	0.6	5.0	0.8	52.0	6.0
<i>H. nauseosum</i>	9.8	1.0	7.0	1.2	7.4	1.0	62.0	6.0
<i>H. rostratum</i>	8.2	1.0	5.4	1.0	7.5	0.6	45.0	7.0
<i>H. sacchariolen</i>	8.5	1.0	9.0	1.1	8.0	1.0	47.0	7.0
<i>H. salicicola</i>	10.5	1.0	5.7	0.6	8.5	0.8	54.0	6.0
<i>H. sinapizans</i>	7.0	0.7	5.0	0.5	8.5	1.0	65.0	7.0
<i>H. subtortum</i>	5.0	0.6	5.0	0.6	11.0	1.0	55.0	6.0
<i>H. theobrominum</i>	6.7	0.8	4.5	0.6	6.0	1.0	40.0	5.0
<i>H. vaccinum</i>	8.5	1.0	5.0	0.5	7.0	1.0	53.0	6.0
<i>H. velutipes</i>	8.2	1.0	5.0	0.5	5.9	0.8	62.0	7.0

Yapılan PCA analizi sonucunda 40 tane değişkenin daha az sayıda 23 tane değişkenle açıklandığı belirlenmiştir. Analizin verdiği birinci temel bileşen (PC1) maksimum varyansı açıklamaktadır. Yani birinci temel bileşen en çok miktarda toplam varyansa katkıda bulunurken, diğer bileşenler ise gittikçe azalan miktarlarda toplam varyansa katkıda bulunurlar. Bu nedenle, az sayıda bileşenle toplam varyansın büyük

bir kısmı açıklanabilmektedir. Analizin dağılım grafiğinde (Şekil 4.1) PC1 ve PC3 bileşenlerinin toplam varyansı açıklamada daha efektif oldukları belirlenmiştir. Dolayısıyla dağılım grafiği oluşturulurken bu bileşenler kullanılmıştır.

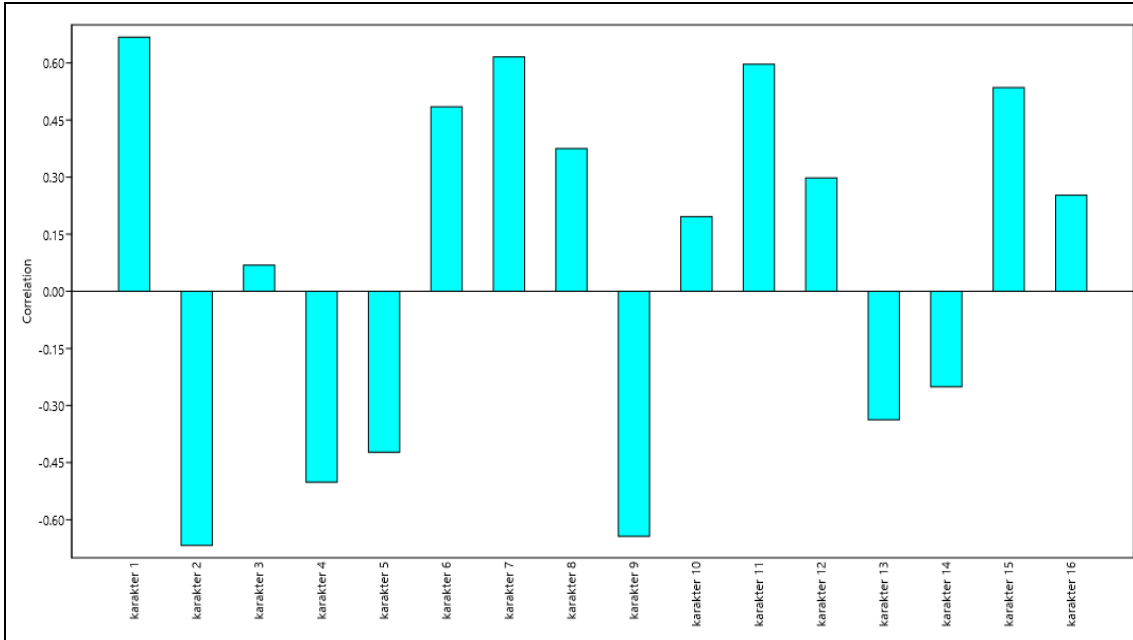
Grafiğe bakıldığında (Şekil 4.1) *Hebeloma* seksiyonuna ait *H. bingolense*, *H. dunense*, *H. excedens*, *H. mesophaeum* ve *H. subtortum* türleri diğer türlerden ayrı bir uzayda konumlanmışlardır. Bu sonuca göre bu seksiyona ait türlerin morfolojik verilerle ayırımı diğer türlere göre daha net bir şekilde yapılabilmektedir. *Sacchariolentia* seksiyonuna ait *H. sacchariolens* ve *H. nauseosum* türleri ile *Sinapizantia* seksiyonuna ait *H. sinapizans*, *Scabrispora* seksiyonuna ait *H. cylindrosporum* ve *Theobromina* seksiyonuna ait *H. theobrominum* türü de ayrı bir uzayda konumlanarak morfolojik olarak belirgin bir ayrıma gitmiştir. *Velutipes* seksiyonuna ait *H. velutipes* ve *H. celatum* türleri net bir ayrım sergilemezken *Denudata* seksiyonunda yer alan *H. cinnamomeum* hariç diğer türler ayrı bir gruplanma göstermişlerdir.



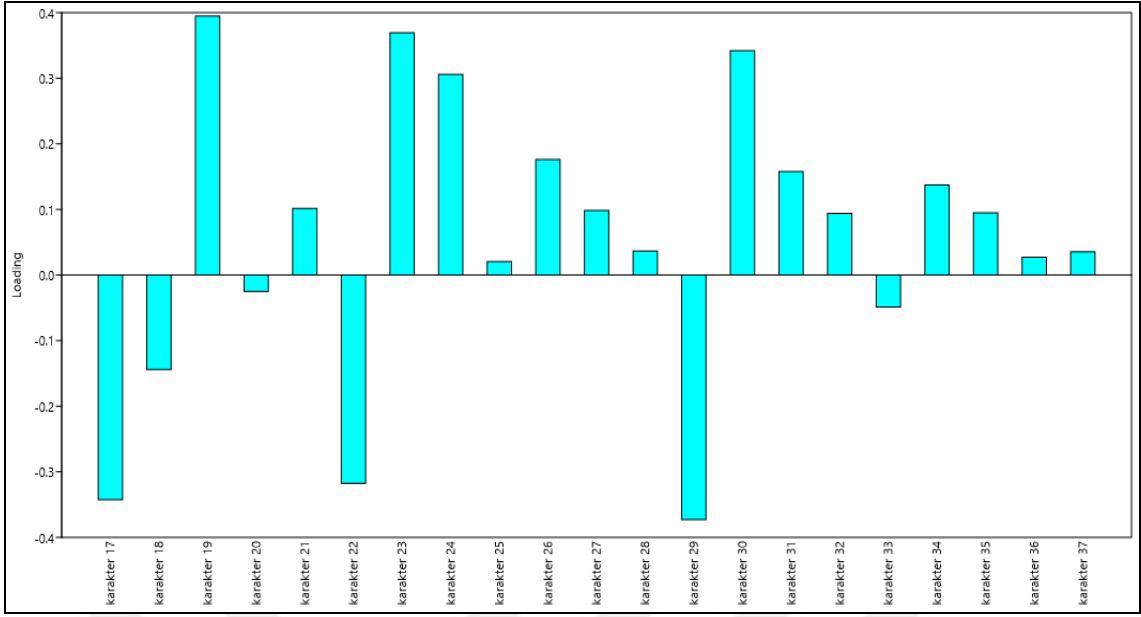
Şekil 4.1 *Hebeloma* cinsine ait temel bileşenler analizinin dağılım grafiği

Morfolojik karakterlerin korelasyon durumları sütun grafiği şeklinde Şekil 4.2 ve 4.3’de verilmiştir. Oluşturulan matris verisinde karakter 1-16 arasındaki skorlamalar makroskobik karakterlere ait iken karakter 17-37 arasındaki skorlamalar ise

mikroskobik karakterlere aittir. Şekil 4.2’de makroskobik karakterlere ait korelasyonu gösteren sütun grafiğinde karakterler arasındaki korelasyon değerlendirildiğinde ilk olarak dikkat çeken nokta bazidyokarp büyüklüğünü gösteren karakter 1 ve karakter 2 arasındaki ters korelasyondur. Ayrıca lamel sayısını gösteren karakterler ile şapkadaki umbo yapısı arasında da ters korelasyon belirlenmiştir. Yani lamel sayısı arttıkça şapkadaki umbo yapısı azalmaktadır. Bir diğer önemli korelasyon silindirik sap (karakter 9) ile lamel sayısı arasında görülmektedir. Silindirik sapa sahip türlerde lamel sayısı daha azdır. Mikroskobik verilerden elde edilen korelasyon grafiğinde (Şekil 4.3) karakter 17, 18, 22 ve 29 arasında pozitif korelasyon görülmektedir. Yani sporların elips, oval ve süslü olması ile keilosistitlerin lageniform-ventrikoz olması arasındaki ilişki pozitif yöndedir. Bunu doğrulayan veriler *Hebeloma* seksiyonuna ait türlerde görülmektedir. Bu seksiyon içerisinde tanımlanan türlerin ayırt edici morfolojik özellikleri elips-oval ve az süslü spor yapısına eşlik eden lageniform-ventrikoz keilosistitlerdir. Benzer şekilde karakter 19, 23, 24, 30 ve 31 arasında da pozitif korelasyon görülmektedir. Yani sporların badem ve çok süslü olması ile keilosistitlerin klavat veya kapitat olması arasındaki ilişki pozitif yöndedir. Bu veriler *Denudata* seksiyonuna ait türlerde doğrulanmaktadır.



Şekil 4.2 Temel bileşenler analizi ve karakter 1-16 arasındaki verilere bağlı korelasyonu gösteren sütun grafiği



Şekil 4.3 Temel bileşenler analizi ve karakter 17-37 arasındaki verilere bağlı korelasyonu gösteren sütun grafiği

4.2 *Hebeloma* Cinsine Ait Türlerin Moleküler Karakterizasyonu

Fungal moleküler sistematiğe ITS bölgesi barkod bölge olarak kabul edildiğinden (Schoch vd., 2012) *Hebeloma* cinsi için yapılan moleküler tanımlamalarda ITS bölgesi öncelikli olarak kullanılmıştır (Beker vd., 2016; Eberhardt vd., 2012; Eberhardt vd., 2015; Grilli vd., 2016). Bu nedenle ilk olarak bu bölge ile çalışmalara başlanmış ve tüm örnekler tarandıktan sonra bu ön taramadan seçilen örneklerin LSU ve TEF1- α gen bölgeleri de taranmıştır. Özellikle TEF1- α bölgesi bazı türlerin tanımlanması için kullanılmıştır. Sadece morfolojik karakterler kullanılarak teşhis edilemeyen ve kriptik olarak isimlendirilen türlerin oluşturduğu komplekslerde tür ayrımı için moleküler karakterlere ihtiyaç duyulmaktadır. Kompleks içindeki tür sınırlarını göstermek için özellikle çok lokuslu bir veri setinde gen kopyaları arasındaki birleşme sürecini modellemek önem arz etmektedir. Bu nedenle multilokus network analizleri tür komplekslerinin çözülmesinde kullanılmıştır. Analizlerden elde edilen DNA verileri kullanılarak istatistiksel hesaplamalar yapılmış ve filogenetik ağaçlar oluşturulmuştur. Ağaç çizimi esnasında bir tür için tekrar olarak kullanılan bireylerin DNA dizileri arasında varyasyon yok ise sadece iki örnek alınarak ağaç çizdirilmiştir.

Tez çalışmasında kriptik türler ihtiva eden *Hebeloma mesophaeum*, *H. alpinum* ve *H. aurantiumbrinum* komplekslerine ait taksonlar analiz edilmiş ve tür sınırlarını belirlenmeye çalışılmıştır. Moleküler teşhislerin ardından örneklerin morfolojik teşhisleri yeniden değerlendirilmiştir. Bu noktada hem moleküler veriler hem de morfolojik veriler derlenerek son teşhisler yapılmış ve akrabalık ilişkileri belirlenmiştir. *Hebeloma* cinsine ait çalışılan örneklerin cins ve seksiyon bazında moleküler değerlendirilmelerine detaylı olarak aşağıda yer verilmiştir. Moleküler değerlendirmeleri yapılan *Hebeloma* cinsi ve seksiyonlarına ait istatistiksel genetik parametreler Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 *Hebeloma* cinsi ve seksiyonları bazında çalışılan DNA bölgelerine ait tanımlayıcı istatistiksel veriler

Lokus	Uzunluk (bp)	Değişken bölge (%)	Parsimoni informatif bölge (%)	Korunmuş bölge	%GC	Ortalama uzaklık
<i>Hebeloma</i> cinsi						
ITS	633	134	132	497	45.1	0.038
LSU	847	41	41	806	50.2	0.005
TEF1- α	521	153	153	368	51.2	0.065
<i>Hebeloma</i> seksiyonu						
ITS	625	73	57	548	49.1	0.009
LSU	849	10	7	837	50.3	0.001
TEF1- α	528	82	66	445	51	0.016
<i>Denudata</i> seksiyonu						
ITS	647	81	72	561	44.2	0.014
LSU	848	13	11	834	50.2	0.002
TEF1- α	523	69	64	453	50.7	0.012
<i>Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes</i> seksiyonları						
ITS	663	104	63	548	45.8	0.035
LSU	856	17	15	830	50.1	0.005
TEF1- α	541	115	109	425	51.5	0.043
<i>Sacchariolentia/Theobromina</i> seksiyonları						
ITS	657	73	39	577	45.8	0.029
LSU	853	5	4	848	49.9	0.002
TEF1- α	597	43	43	554	51.9	0.032

4.2.1 *Hebeloma* Cinsinin Moleküler Verilerle Değerlendirilmesi

Tez çalışması kapsamında *Hebeloma* cinsi içerisinde 24 tür tanımlanmıştır. ITS veri setinde 2 dış grup ile birlikte toplamda 226 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti toplamda 633 bç uzunluğunda olup 134 değişken bölge ile 132 parsimoni informatif bölge belirlenmiştir. Ortalama nükleotit frekansları %32.1 T bazı, %23.2 C bazı, %22.8 A bazı ve %21.9 G bazı şeklindedir. LSU veri setinde 1 dışgrup ile birlikte toplamda 89 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti 847 bç uzunluğunda olup 41 değişken bölge ile 41 parsimoni informatif bölge belirlenmiştir. Ortalama nükleotit frekansları %23.8 T bazı, %19.8 C bazı, %26 A bazı ve %30.4 G bazı şeklindedir. TEF1- α veri setinde 2 dışgrup ile birlikte toplamda 142 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti 521 bç uzunluğundadır ve 153 değişken bölge ile 153 parsimoni informatif bölge belirlenmiştir. Ortalama nükleotit frekansları %24.1 T bazı, %28 C bazı, %24.7 A bazı ve %23.2 G bazı şeklindedir.

4.2.2 *Hebeloma* Seksiyonunun Moleküler Verilerle Değerlendirilmesi

Yapılan analizlerle *Hebeloma* seksiyonu içerisinde 5 tür tanımlanmıştır. ITS veri setinde 114 sekans ve veri tabanından alınan 68 sekans ile birlikte toplamda 182 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti toplamda 625 bç uzunluğunda olup 73 değişken bölge ile 57 parsimoni informatif bölge belirlenmiştir. Ortalama nükleotit frekansları %32.1 T bazı, %23.2 C bazı, %22.8 A bazı ve %21.9 G bazı şeklindedir. Çalışılan her bölgenin nükleotit kompozisyonları logo şeklinde verilmiştir (Şekil 4.4-4.6). LSU veri setinde 42 sekans ve veri tabanından alınan 14 sekans ile birlikte toplamda 56 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti 849 bç uzunluğunda olup 10 değişken bölge ile 7 parsimoni informatif bölge belirlenmiştir. Bu veriler LSU bölgesinin filogenetik sinyalinin düşük olduğunu göstermektedir. Ortalama nükleotit frekansları %23.8 T bazı, %19.8 C bazı, %26 A bazı ve %30.4 G bazı şeklindedir. TEF1- α veri setinde 66 sekans ve veri tabanından alınan 19 sekans ile birlikte toplamda 85 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti 528 bç uzunluğundadır ve 82 değişken bölge ile 66 parsimoni informatif bölge belirlenmiştir. Ortalama nükleotit frekansları %24.3 T bazı, %28.5 C bazı, %24.8 A bazı ve %22.5 G bazı şeklindedir.

Multi lokus veri setinde 114 çalışılan sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti toplamda 1996 bç uzunluğunda olup 96 değişken bölge ile 95 parsimoni informatif bölge belirlenmiştir. Ortalama nükleotit frekansları %28.1 T bazı, %23.7 C bazı, %24.1 A bazı ve %24.1 G bazı şeklindedir. Seksiyon içerisinde tanımlanan türler ve bu türlere ait örneklerden aşağıda bahsedilmiştir.

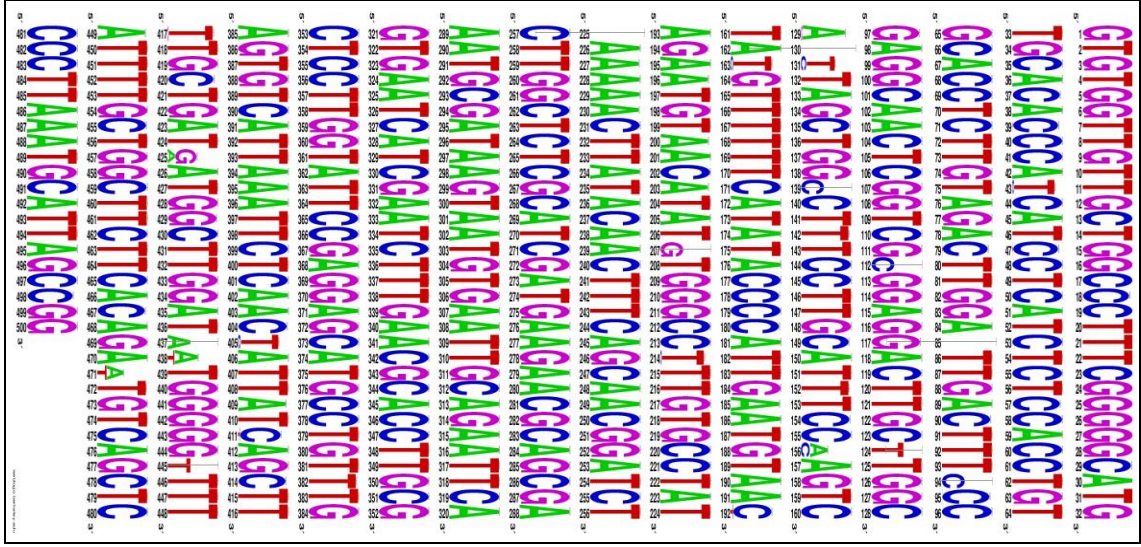
Hebeloma bingolense: Erzincan'dan toplanan H672, H1101 ve H6861 numaralı örnekler ile Bingöl'den toplanan H662 ve H943 numaralı örnekler bu tür içerisinde yer almıştır.

Hebeloma dunense: Bingöl'den toplanan H378 ve H1056 numaralı örnekler, Van-Muradiye'den toplanan H1041 numaralı örnek, Hakkari'den toplanan H197S, H225S, H237S ve H291S örnekleri ile Hakkari-Yüksekova-Adaklı köyü'nden toplanan H23S ve Hakkari-Yüksekova-Gürdere köyü'nden toplanan H252S numaralı örnekler bu tür içerisinde yer almıştır.

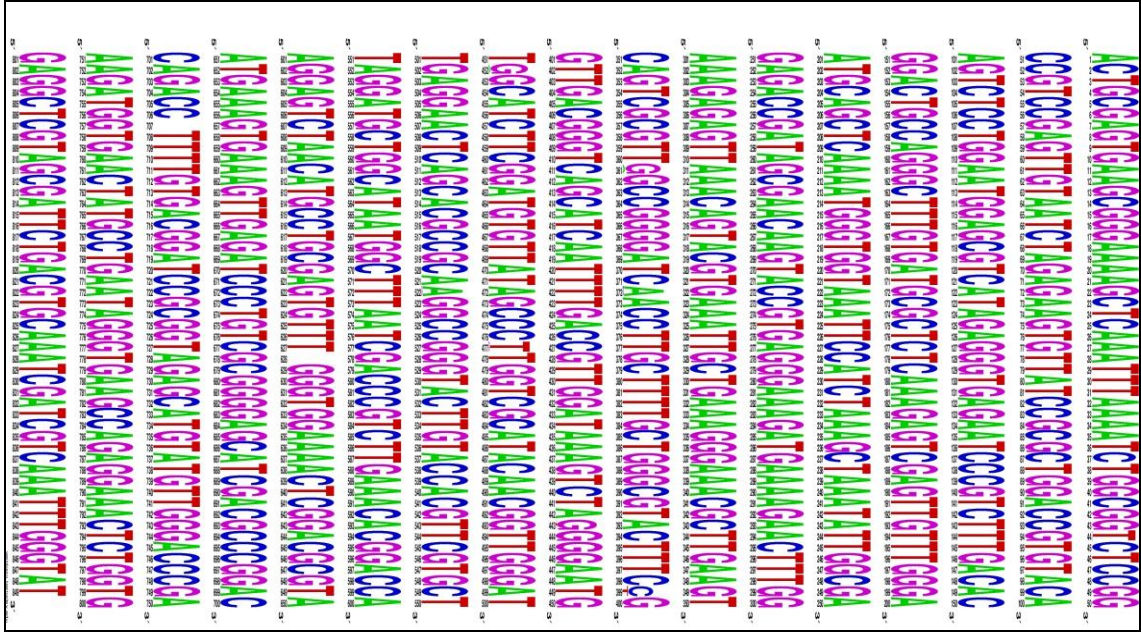
Hebeloma excedens: Bingöl'den toplanan H1009 ve H1105 numaralı örnekler ile Bitlis'ten toplanan H1051 örneği ve Hakkari'den toplanan H145S numaralı örnekler bu tür içerisinde yer almıştır.

Hebeloma mesophaeum: Bingöl'den toplanan H780, H788, H630, H664 ve H1151 numaralı örnekler, Gaziantep'ten toplanan H1101 örneği, Bitlis'ten toplanan H1153 örneği, Hakkari'den toplanan H152S, H269S, H340S ve H330S örnekleri ile Konya'dan toplanan H2888K örneği bu tür içerisinde yer almıştır.

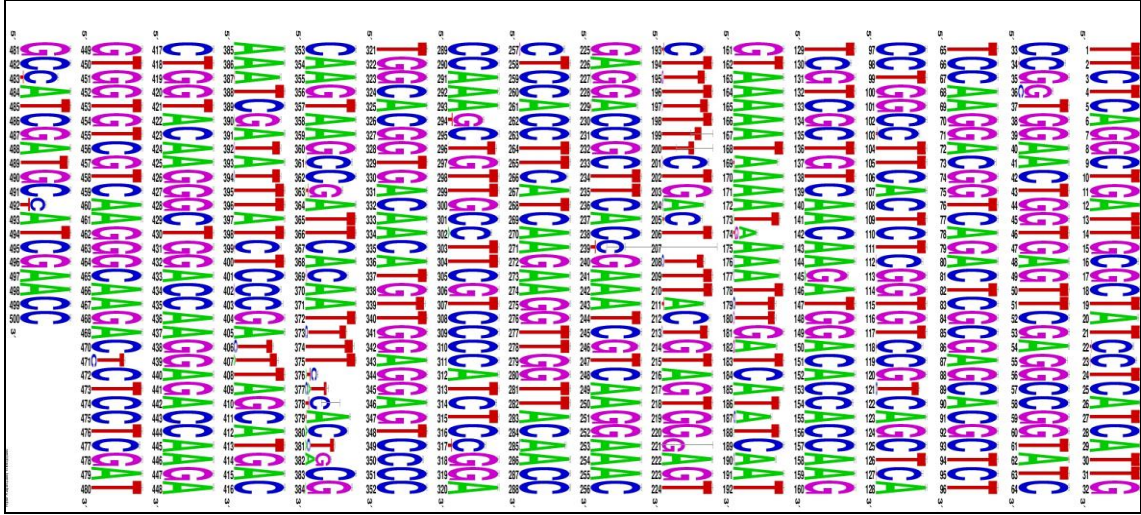
Hebeloma subtortum: Bingöl'den toplanan H20, H629, H655, H663, H708, H781, H1015, H1031, H1057, H1102, H1125 ve H1176 numaralı örnekler, Bingöl-Genç'te toplanan H1058 ve H1064 örnekleri, Erzurum'dan toplanan H31C ve H131C örnekleri, Kars-Sarıkamış'tan toplanan H794 örneği, Kahramanmaraş'tan toplanan H1092 örneği, Gaziantep'ten toplanan H1100, H1109 ve H1085 numaralı örnekler, Diyarbakır-Hani'den toplanan H146 örneği, Ordu'dan toplanan H35 örneği, Konya'dan toplanan H2892K örneği ile Muğla'dan toplanan H1357M örneği bu tür içerisinde yer almıştır.



Şekil 4.4 *Hebeloma* seksiyonuna ait çalışılan ITS sekanslarının logosu



Şekil 4.5 *Hebeloma* seksiyonuna ait çalışılan LSU sekanslarının logosu



Şekil 4.6 *Hebeloma* seksiyonuna ait çalışılan TEF1- α sekanslarının logosu

4.2.3 *Denudata* Seksiyonunun Moleküler Verilerle Değerlendirilmesi

Yapılan analizlerle *Denudata* seksiyonu içerisinde 12 tür tanımlanmıştır. ITS veri setinde 80 çalışılan ve 124 veri tabanından alınan sekans olmak üzere toplamda 204 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti toplamda 647 bç uzunluğunda ve 81 değişken bölge ile 72 parsimoni informatif bölge içermektedir. Ortalama nükleotit frekansları %32.5 T bazı, %22.6 C bazı, %23.4 A bazı ve %21.6 G bazı şeklindedir. Çalışılan her bölgenin nükleotit kompozisyonları logo şeklinde verilmiştir (Şekil 4.7-4.9). LSU veri setinde 28 sekans ve veri tabanından alınan 14 sekans ile birlikte toplamda 42 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti 848 bç uzunluğunda olup 13 değişken bölge ile 11 parsimoni informatif bölge içermektedir. Ortalama nükleotit frekansları %23.9 T bazı, %19.7 C bazı, %26 A bazı ve %30.5 G bazı şeklindedir. TEF1- α veri setinde 58 sekans ve veri tabanından alınan 60 sekans ile birlikte toplamda 118 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti 523 bç uzunluğundadır ve 69 değişken bölge ile 64 parsimoni informatif bölge belirlenmiştir. Ortalama nükleotit frekansları %24.6 T bazı, %26.9 C bazı, %24.7 A bazı ve %23.8 G bazı şeklindedir.

Multi lokus veri setinde 78 çalışılan sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti toplamda 2016 bç uzunluğunda olup 91 değişken bölge ile 91 parsimoni informatif bölge belirlenmiştir. Ortalama nükleotit frekansları %28.3 T bazı, %23.2 C bazı, %24.3 A bazı ve %24.2 G bazı şeklindedir. Seksiyon içerisinde tanımlanan türler ve bu türlere ait örneklerden aşağıda bahsedilmiştir.

Hebeloma alpinum: Bingöl'den toplanan H381 numaralı örnek, Kars-Sarıkamış'tan toplanan H823A ve H859A numaralı örnekler ile Hakkari'den toplanan H2S ve H532S numaralı örnekler bu tür içerisinde yer almıştır.

Hebeloma cavipes: Bingöl'den toplanan H312 ve H700 numaralı örnekler, Bingöl-Genç'ten toplanan H1077 örneği, Kars-Sarıkamış'tan toplanan H694A örneği ile Diyarbakır-Hani'den toplanan H141 numaralı örnekler bu tür içerisinde yer almıştır.

Hebeloma cinnamomeum: Bingöl'den toplanan H1086 numaralı örnek ile Bingöl-Genç'ten toplanan H1072 numaralı örnekler bu tür içerisinde yer almıştır.

Hebeloma crustuliniforme: Bingöl'den toplanan H1091 numaralı örnek, Hakkari'den toplanan H483 ve H778 numaralı örnekler ile Konya'dan toplanan H2896K numaralı örnek bu tür içerisinde yer almıştır.

Hebeloma eburneum: Bingöl'den toplanan H986 ve H1133 numaralı örnekler, Van-Muradiye'den toplanan H1045 numaralı örnek, Hakkari'den toplanan H286S örneği ile Diyarbakır-Hani'den toplanan H18 ve H32 numaralı örnekler bu tür içerisinde yer almıştır.

Hebeloma geminatum: Bingöl'den toplanan H779 örneği, Kars'tan toplanan H31 ve Kars-Sarıkamış'tan toplanan H680A numaralı örnekler, Erzurum'dan toplanan H176C ve H407C örnekleri ile Erzincan'dan toplanan H529 numaralı örnekler bu tür içerisinde yer almıştır.

Hebeloma lutense: Hakkari-Yüksekova'dan toplanan H177S örneği ile Bingöl'den toplanan H941 numaralı örnek bu tür içerisinde yer almıştır.

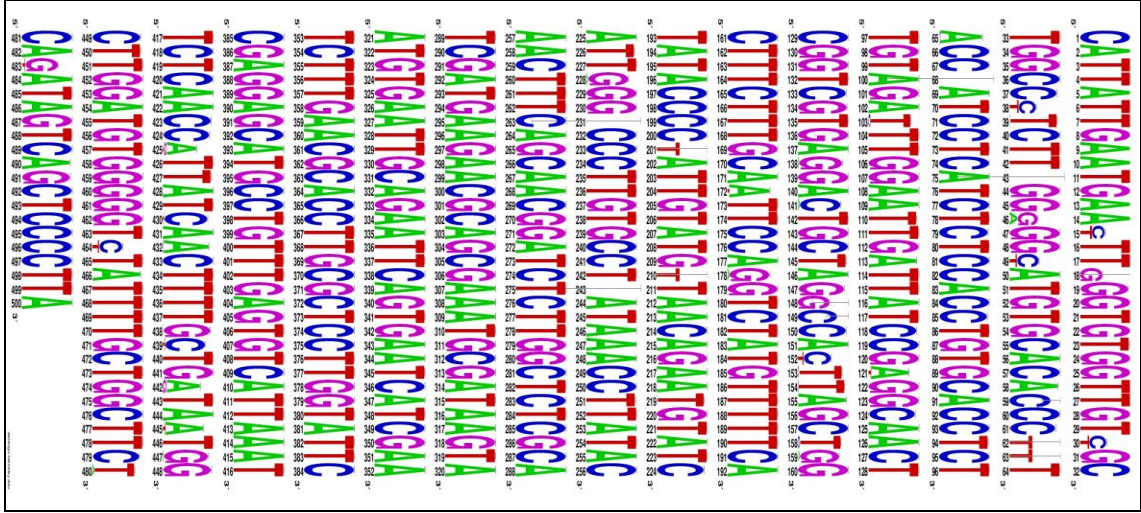
Hebeloma minus: Hakkari'den toplanan H16S ve H4S örnekleri ile Hakkari-Yüksekova-Adaklı köyü'nden toplanan H4S numaralı örnekler bu tür içerisinde yer almıştır.

Hebeloma pusillum: Bingöl'den toplanan H1135 numaralı örnek bu tür içerisinde yer almıştır.

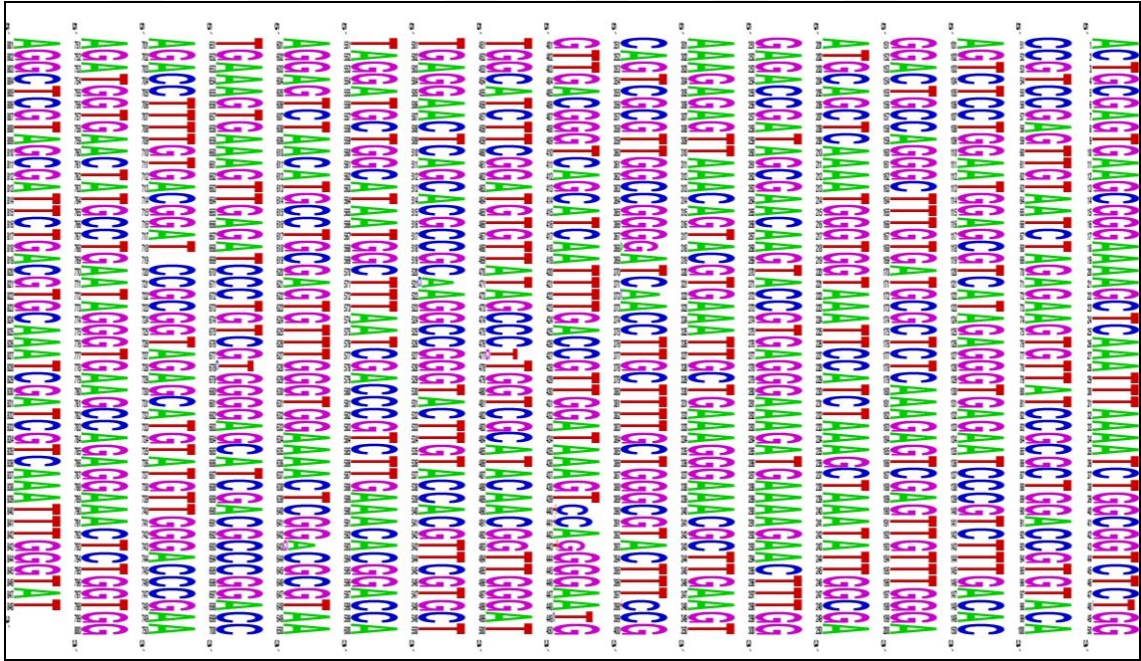
Hebeloma rostratum: Hakkari'den toplanan H50S örneği ile H178S örneği bu tür içerisinde yer almıştır.

Hebeloma salicicola: Bingöl'den toplanan H376 numaralı örnek bu tür içerisinde yer almıştır.

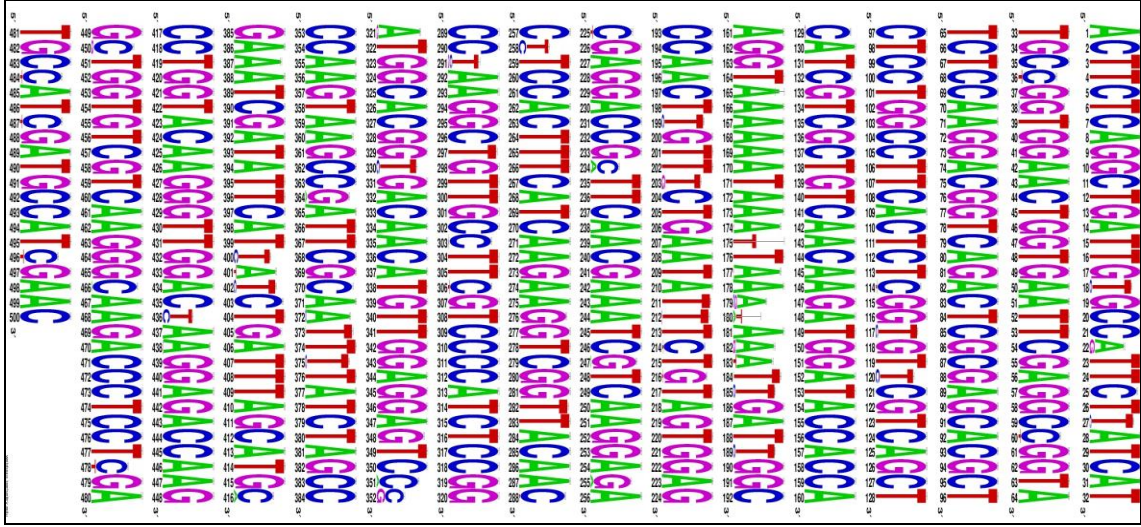
Hebeloma vaccinum: Bingöl'den toplanan H1169 numaralı örnek bu tür içerisinde yer almıştır.



Şekil 4.7 Denudata seksiyonuna ait çalışılan ITS sekanslarının logosu



Şekil 4.8 Denudata seksiyonuna ait çalışılan LSU sekanslarının logosu



Şekil 4.9 *Denudata* seksiyonuna ait çalışılan TEF1- α sekanslarının logosu

4.2.4 *Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes* Seksiyonlarının Moleküler Verilerle Değerlendirilmesi

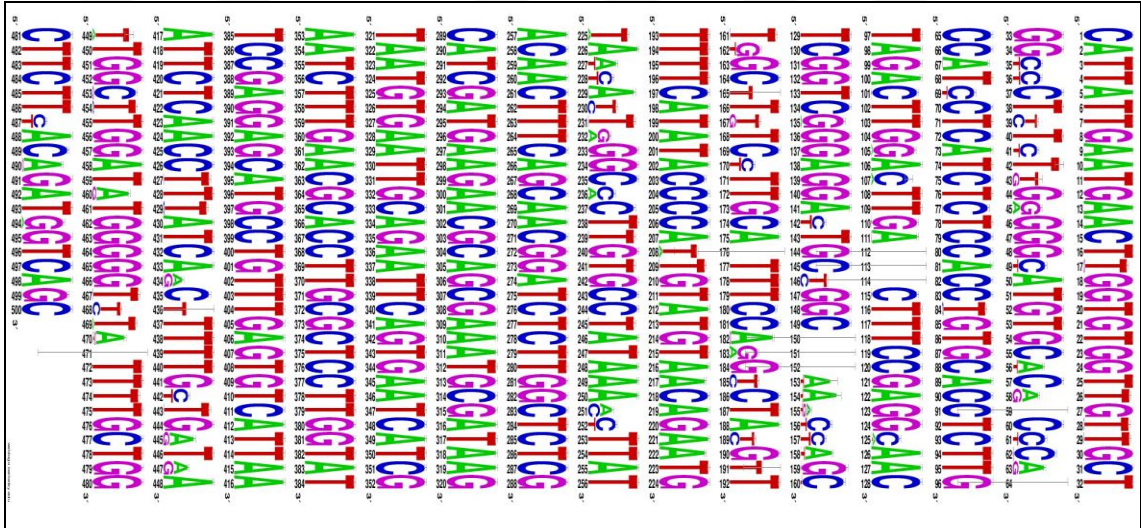
Yapılan analizlerle *Sinapizantia* seksiyonu içerisinde *Hebeloma sinapizans*, *Scabrispora* seksiyonu içerisinde *H. cylindrosporum* ve *Velutipes* seksiyonu içerisinde ise *H. velutipes* ve *H. celatum* türleri tanımlanmıştır. ITS veri setinde 22 çalışılan ve 32 veri tabanından alınan sekans olmak üzere toplamda 54 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti toplamda 663 bç uzunluğunda ve 104 değişken bölge ile 63 parsimoni informatif bölge içermektedir. Ortalama nükleotit frekansları %31.7 T bazı, %23.5 C bazı, %22.4 A bazı ve %22.3 G bazı şeklindedir. Çalışılan her bölgenin nükleotit kompozisyonları logo şeklinde verilmiştir (Şekil 4.10-4.12). LSU veri setinde 10 sekans ve veri tabanından alınan 7 sekans ile birlikte toplamda 17 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti 856 bç uzunluğunda olup 17 değişken bölge ile 15 parsimoni informatif bölge içermektedir. Ortalama nükleotit frekansları %23.9 T bazı, %19.8 C bazı, %26 A bazı ve %30.3 G bazı şeklindedir. TEF1- α veri setinde 18 çalışılan ve 30 veri tabanından alınan sekans olmak üzere toplamda 48 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti 541 bç uzunluğundadır ve 115 değişken bölge ile 109 parsimoni informatif bölge belirlenmiştir. Ortalama nükleotit frekansları %24.7 T bazı, %28.4 C bazı, %23.8 A bazı ve %23.1 G bazı şeklindedir. Seksiyon içerisinde tanımlanan türler ve bu türlere ait örneklerden aşağıda bahsedilmiştir.

Hebeloma sinapizans: Hakkari'den toplanan H476 numaralı örnek, Erzurum'dan toplanan H263C ve H324C örnekleri ile Konya'dan toplanan H2749K örneği bu tür içerisinde yer almıştır.

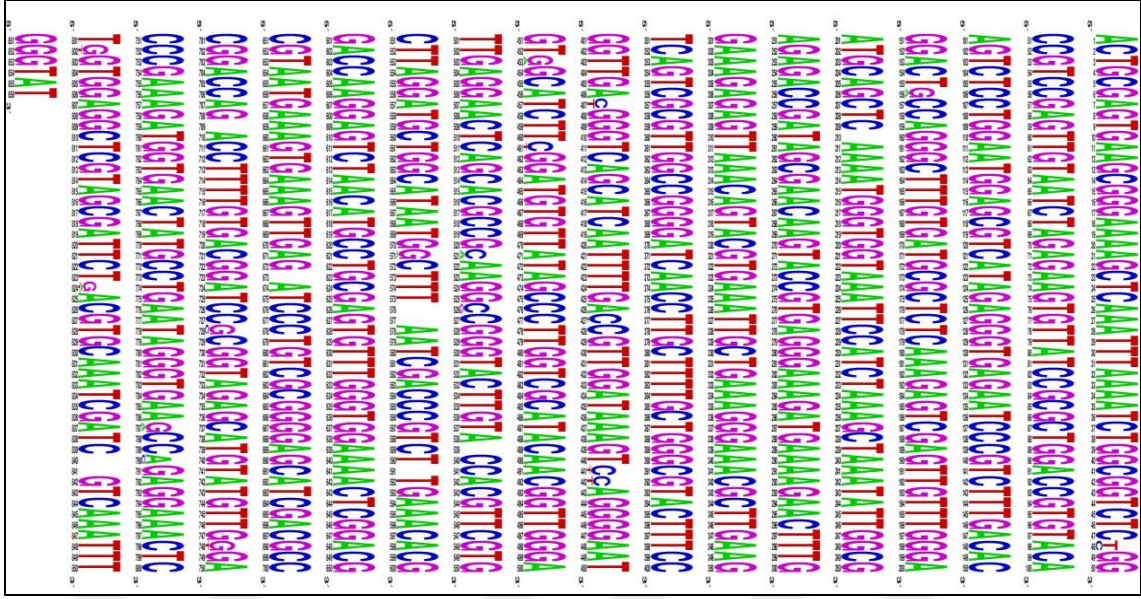
Hebeloma cylindrosporum: Kars-Selim'den toplanan H45 numaralı örnek bu tür içerisinde yer almıştır.

Hebeloma velutipes: Hakkari'den toplanan H474 numaralı örnek, Erzurum'dan toplanan H392C ve H393C örnekleri, Ordu'dan toplanan H46 numaralı örnek ile Konya'dan toplanan H4182 örneği bu tür içerisinde yer almıştır.

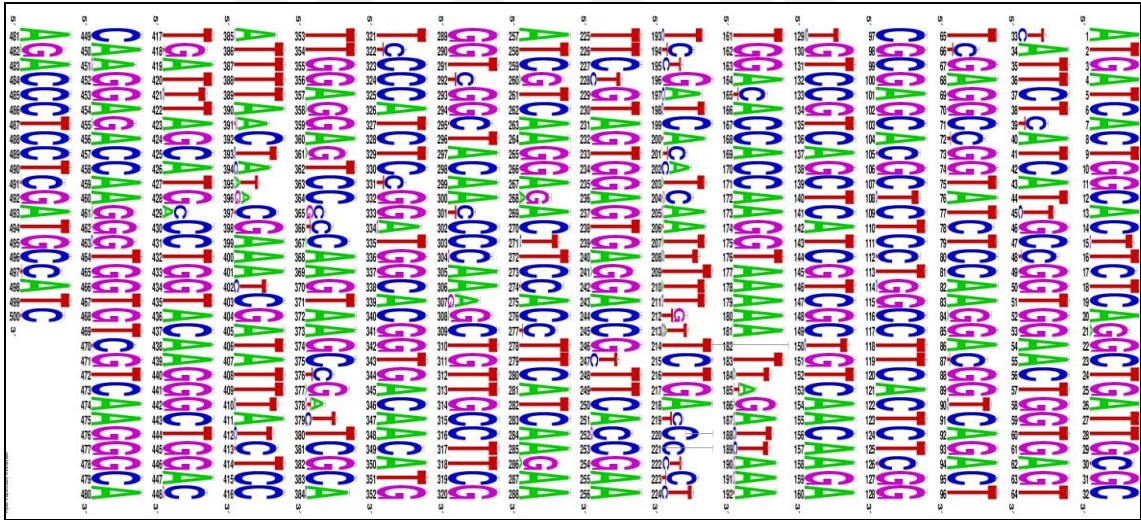
Hebeloma celatum: Hakkari'den toplanan H705 numaralı örnek bu tür içerisinde yer almıştır.



Şekil 4.10 Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes seksiyonuna ait çalışılan ITS sekanslarının logosu



Şekil 4.11 *Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes* seksiyonuna ait çalışılan LSU sekanslarının logosu



Şekil 4.12 *Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes* seksiyonuna ait çalışılan TEF1- α sekanslarının logosu

4.2.5 *Sacchariolentia/Theobromina* Seksiyonlarının Moleküler Verilerle Değerlendirilmesi

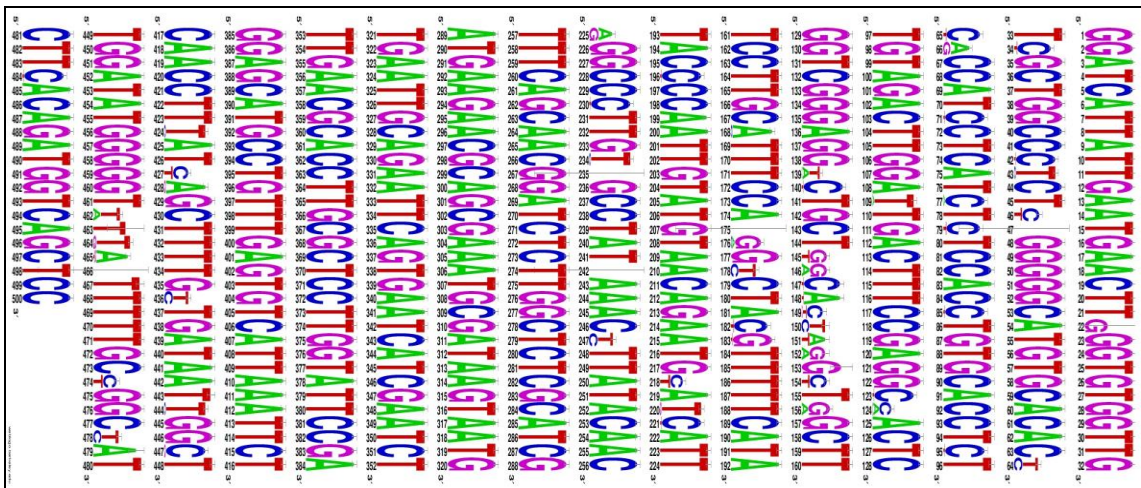
Yapılan analizlerle *Sacchariolentia* seksiyonu içerisinde *Hebeloma sacchariolens* ve *H. nauseosum*, *Theobromina* seksiyonu içerisinde *Hebeloma theobrominum* türleri tanımlanmıştır. ITS veri setinde 10 sekans ve veri tabanından

alınan 14 sekans olmak üzere toplamda 24 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti toplamda 657 bç uzunluğunda ve 73 değişken bölge ile 39 parsimoni informatif bölge içermektedir. Ortalama nükleotit frekansları %32.0 T bazı, %23.4 C bazı, %22.1 A bazı ve %22.4 G bazı şeklindedir. Çalışılan her bölgenin nükleotit kompozisyonları logo şeklinde verilmiştir (Şekil 4.13-4.15). LSU veri setinde 6 sekans ve veri tabanından alınan 11 sekans ile birlikte toplamda 17 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti 853 bç uzunluğunda olup 5 değişken bölge ile 4 parsimoni informatif bölge içermektedir. Ortalama nükleotit frekansları %23.9 T bazı, %19.5 C bazı, %26.2 A bazı ve %30.4 G bazı şeklindedir. TEF1- α veri setinde 8 sekans ve veri tabanından alınan 4 sekans ile birlikte toplamda 12 sekans analiz edilmiştir. Hizalanmış veri seti 597 bç uzunluğundadır ve 43 değişken bölge ile 43 parsimoni informatif bölge belirlenmiştir. Ortalama nükleotit frekansları %24.1 T bazı, %29.5 C bazı, %24 A bazı ve %22.4 G bazı şeklindedir. Seksiyon içerisinde tanımlanan türler ve bu türlere ait örneklerden aşağıda bahsedilmiştir.

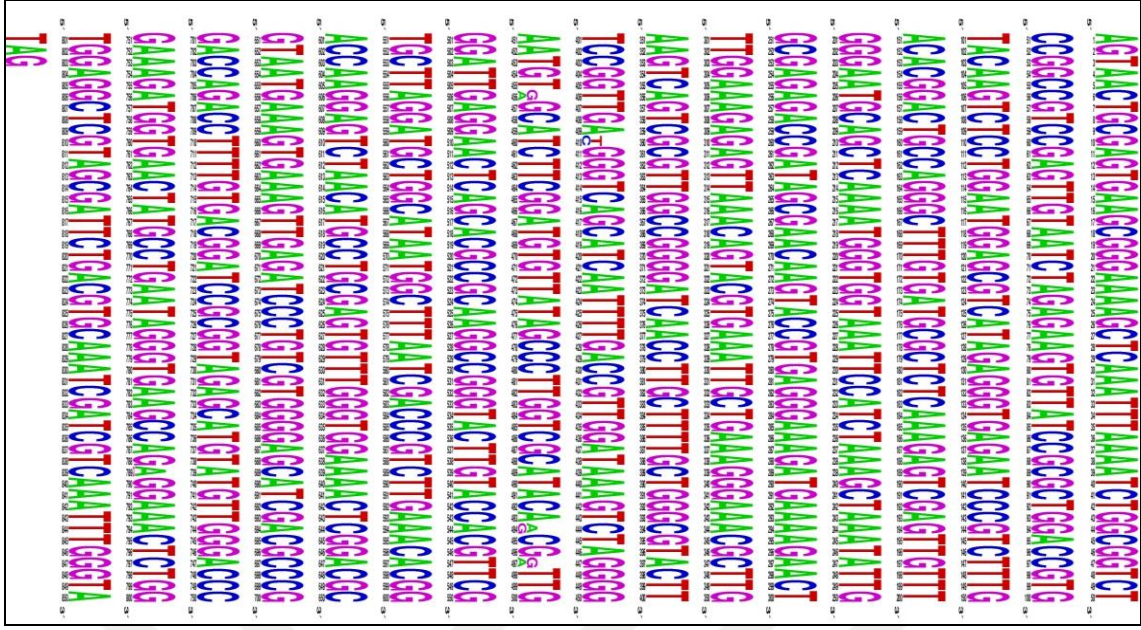
Hebeloma sacchariolens: Trabzon'dan toplanan H3655T numaralı örnek bu tür içerisinde yer almıştır.

Hebeloma nauseosum: Bingöl'den toplanan H379 ve H380 numaralı örnekler ile Hakkari'den toplanan H368S numaralı örnek bu tür içerisinde yer almıştır.

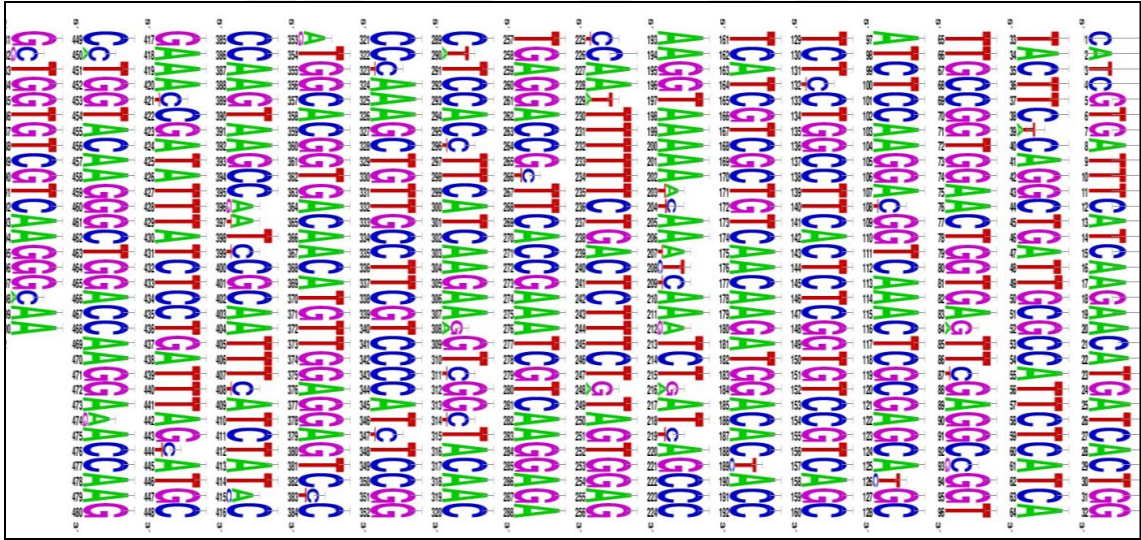
Hebeloma theobrominum: Kars-Sarıkamış'tan toplanan H635A numaralı örnek bu tür içerisinde yer almıştır.



Şekil 4.13 *Sacchariolentia/Theobromina* seksiyonuna ait çalışılan ITS sekanslarının logosu



Şekil 4.14 *Sacchariolentia/Theobromina* seksiyonuna ait çalışılan LSU sekanslarının logosu



Şekil 4.15 *Sacchariolentia/Theobromina* seksiyonuna ait çalışılan TEF1-α sekanslarının logosu

4.3 Filogenetik Değerlendirme

Bu çalışmada Türkiye’de yayılış gösteren *Hebeloma* cinsine ait üyelerin cins içerisindeki filogenetik konumları ile *Hebeloma* seksiyonu, *Denudata* seksiyonu, *Scabrispora/Sinapizantia/Velutipes* seksiyonları ile *Sacchariolentia/Theobromina* seksiyonları içerisindeki filogenetik pozisyonları ayrı ayrı ele alınarak

değerlendirilmiştir. Cinse ait toplam 24 türün hem teşhislerinin hem de türler arası ilişkilerinin moleküler düzeyde aydınlatılması için ITS rDNA, LSU rDNA ve TEF1- α bölgeleri sekanslanmış ve filogenetik analizleri yapılmıştır. ITS, LSU ve TEF1- α analizlerinden elde edilen filogenilerde ITS ve TEF1- α bölgelerinde türler arası ayrımlar başarılı bir şekilde yapılmıştır. LSU bölgesi diğer bölgelere göre daha az ayırım yapabilmektedir. Bunun sebebi LSU bölgesinin büyük bir kısmının korunmuş bölge olmasıdır. Ekzonik bir bölge olan LSU, tür içi ve türler arası ayrımları yapabilecek kadar varyasyon barındırmadığı için *Hebeloma* türlerinin moleküler identifikasyonu sadece LSU bölgesi kullanılarak yapılamamaktadır.

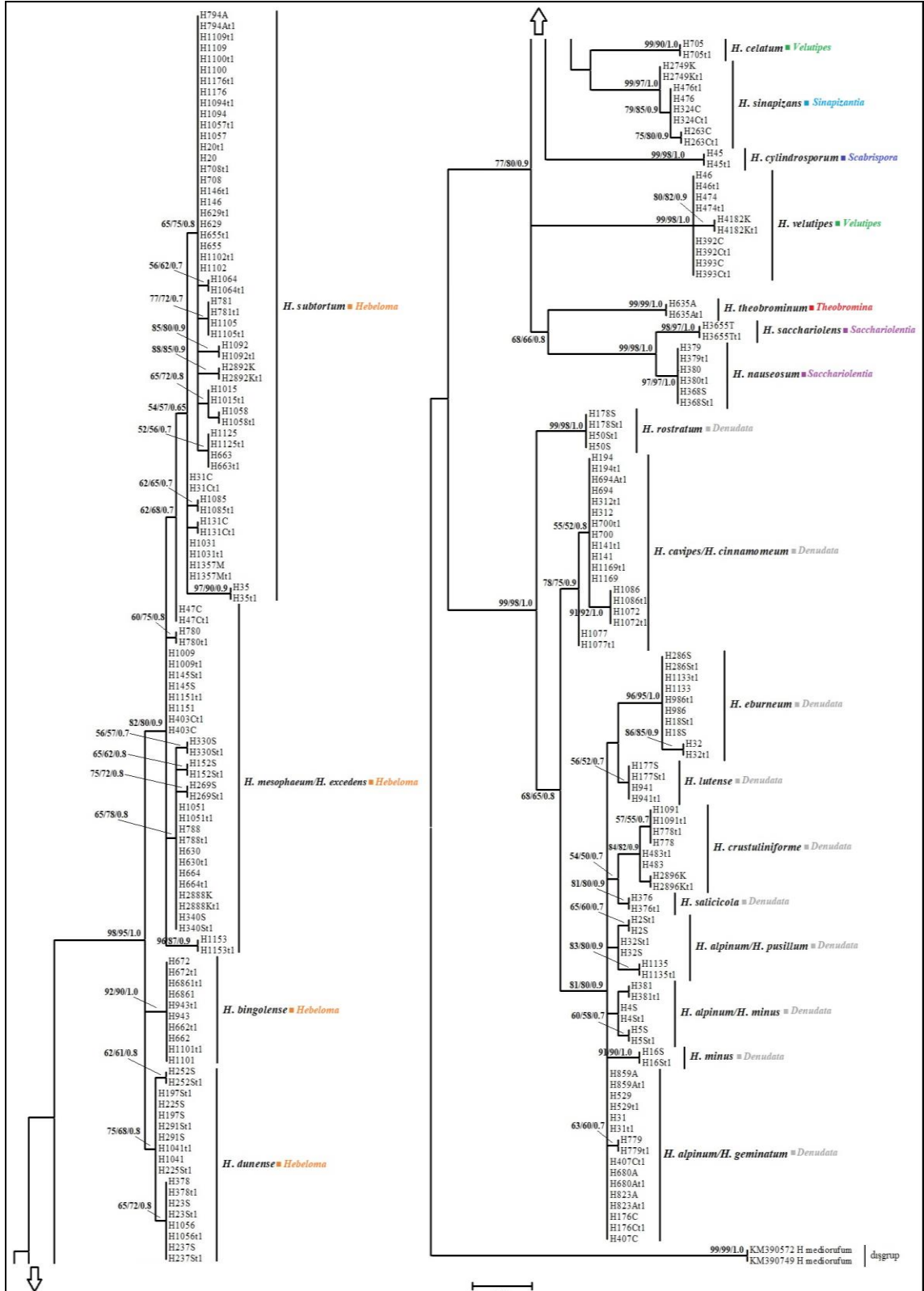
Filogenetik analizlerde ML, MP ve BI çıkarımları kullanılarak ağaçlar oluşturulmuştur. Her çıkarım için metod kısmında detaylı bilgi verilen programlar kullanılmış ve konsensus ağaçlar oluşturularak verilmiştir. Kullanılan farklı filogenetik analiz metodları ile elde edilen ağaçların birbirine çok yakın topolojilere sahip oldukları gözlenmiştir. Cins içerisinde yer alan tür kompleksleri için gen bölgeleri birleştirilmiş ve network analizleri yapılmıştır. Kullanılan 3 gen bölgesinin kombinasyonu ile 12 tanesi *Denudata* grubunda, 5 tanesi *Hebeloma* grubunda, 2 tanesi *Velutipes*, 2 tanesi *Sacchariolentia*, 1 tanesi *Scabrispora* grubunda, 1 tanesi *Sinapizantia*, 1 tanesi ise *Theobromina* olmak üzere 24 tür belirlenmiştir. Belirlenen tür grupları ile ilgili özellikler aşağıda ayrıntılı olarak sunulmuştur.

4.3.1 *Hebeloma* Cinsinin Filogenetik Değerlendirilmesi

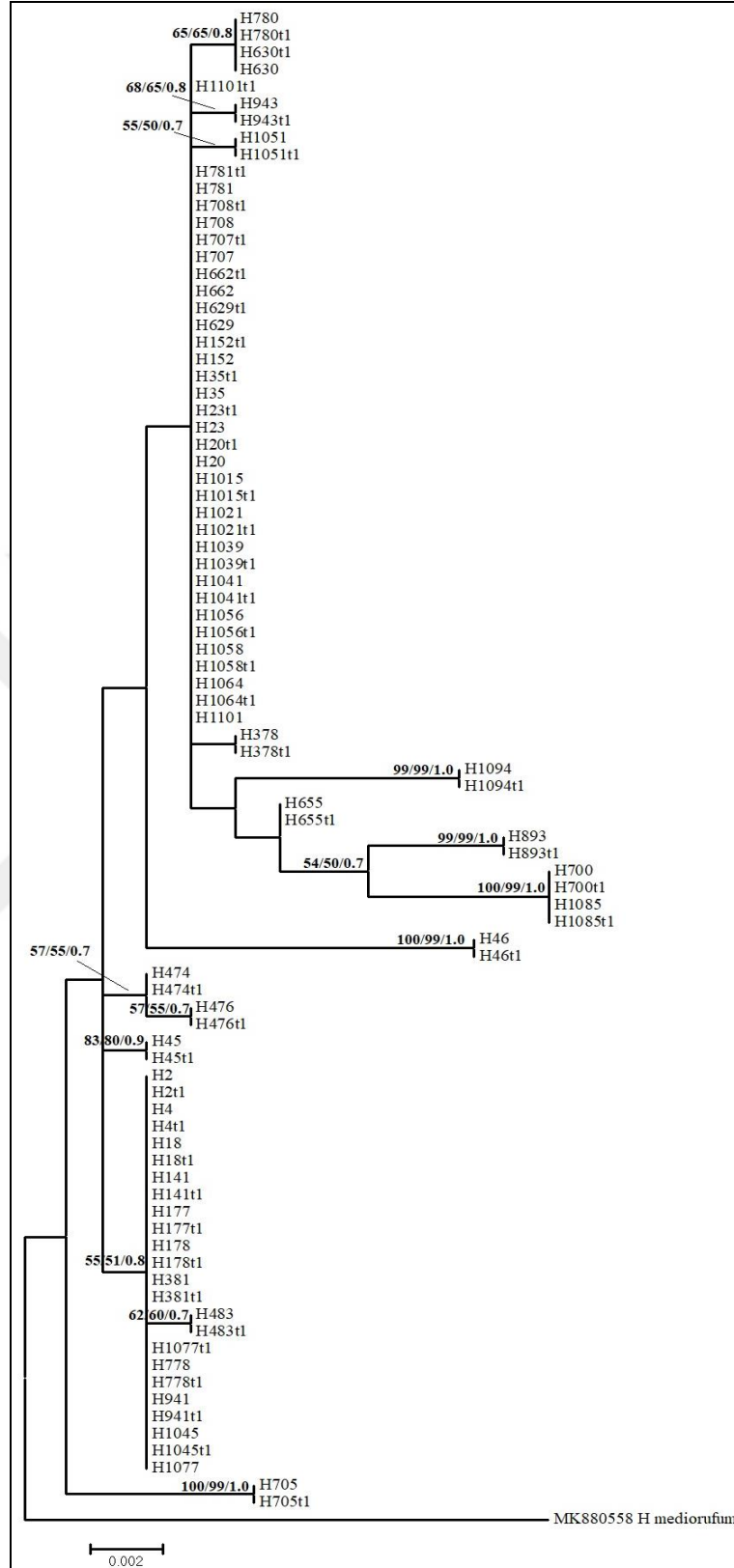
Tez kapsamında çalışılan örnekler ait filogeni çıkarımları örneklerin nasıl gruplandıklarını ve akrabalık ilişkilerini vermektedir. Çalışılan DNA bölgelerinde ITS ve TEF1- α bölgelerinin filogeni çıkarımları iyi desteklenmiştir (Şekil 4.16 ve 4.18). LSU filogenisinde ayrımlar yeteri kadar yapılamamıştır (Şekil 4.17). Üç bölgenin filogenilerine bakıldığında en başarılı ayrımların ITS bölgesinde olduğu görülmektedir. Oluşturulan filogenilerde özellikle tür komplekslerinin ayrımları net bir şekilde yapılamamıştır. Filogenetik analizlere göre bu çalışma kapsamında toplanan *Hebeloma* cinsine ait mantarların %50'si (12 tür) *Denudata* seksiyonu içerisinde yer almıştır. *Denudata* seksiyonu (ITS: 99 BS/98 BS/1.0 PP; TEF1- α : 99 BS/98/BS/1.0 PP) yüksek destek değerleri ile filogenilerde grup oluşturmuştur. *Denudata* seksiyonunda *H.*

alpinum, *H. cavipes*, *H. cinnamomeum*, *H. geminatum*, *H. minus*, *H. pusillum* ve *H. vaccinum* türlerinin ayrımları net bir şekilde yapılamamıştır. Bu türlerin ayrımları kullanılan üç DNA bölgesi birleştirilerek network analizleriyle çözümlenmiştir. Aynı şekilde *Hebeloma* seksiyonu içerisinde *H. mesophaeum* ve *H. excedens* türleri de iyi bir ayrım göstermemiştir.

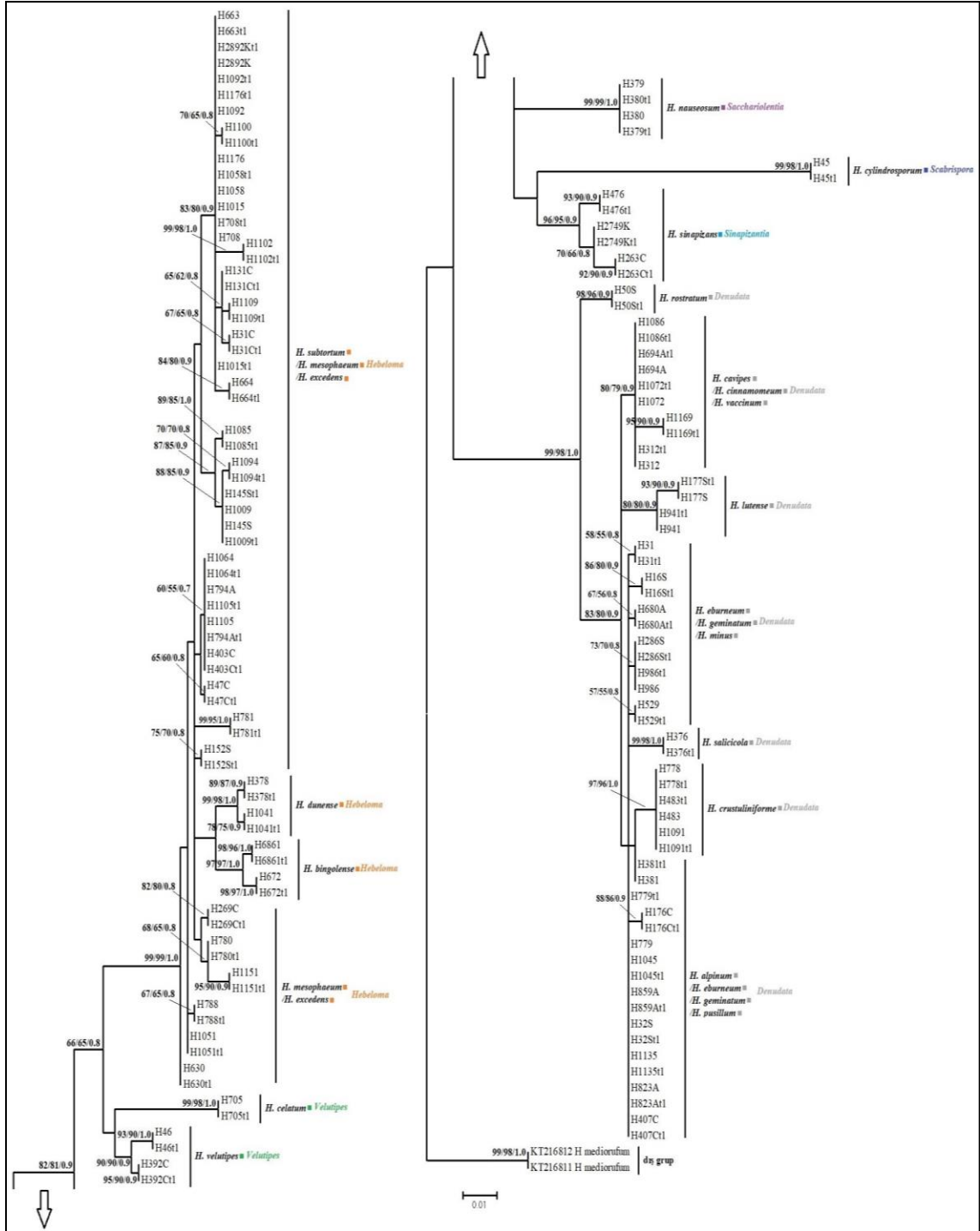
Hibridizasyon ve rekombinasyon gibi biyolojik süreçler aynı biyolojik türün temsilcilerinin filogenetik analizlerde monofiletik kladlar oluşturmasını engelleyebilecek süreçlerdir. Bu nedenle moleküler olarak ek DNA bölgeleri çalışılmış ve farklı analizler uygulanarak türlerin sınırları belirlenmeye çalışılmıştır. *Hebeloma* seksiyonu (ITS: 98 BS/95 BS/1.0 PP; TEF1- α : 99 BS/99/BS/1.0 PP) yüksek destek değerleri ile filogenilerde grup oluşturmuştur. *Hebeloma* seksiyonunda yer alan ve cins içerisinde dikkat çeken türlerden biri *H. subtortum* türüdür. Bu türün yapılan çalışmalar neticesinde coğrafi olarak geniş bir yayılım gösterdiği, morfolojik ve ekolojik olarak geniş bir aralığa sahip olduğu ve doğal seçim sürecinde diğer türlere göre daha güçlü adaptasyon gösterdiği belirlenmiştir. Türe ait örnekler çok farklı habitatlarda ve mevsimlerde birçok ilden toplanmıştır. Yapılan arazi çalışmalarında *H. subtortum* türüne benzemediği düşünülen birçok örneğin laboratuvar analizleri yapıldığında bu türe ait oldukları belirlenmiştir. Morfolojik ve moleküler olarak en varyatif türlerden biri olan *H. subtortum* türü tez çalışması süresince en zorlanılan tür olmuştur. Bu nedenle tez çalışmasında örnek sayısı en fazla olan türdür. *Hebeloma subtortum*, oluşturulan filogenilerde sadece ITS filogenisinde monofiletik bir klad oluşturmuştur ve moleküler olarak *H. mesophaeum* soyunun bir parçası gibi görünmektedir.



Şekil 4.16 *Hebeloma* cinsine ait çalışılan örneklerin ITS bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri ($\geq 50\%$) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir. Renkli yazılar seksiyonları göstermektedir.



Şekil 4.17 *Hebeloma* cinsine ait çalışılan örneklerin LSU bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri (≥ 50) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir.

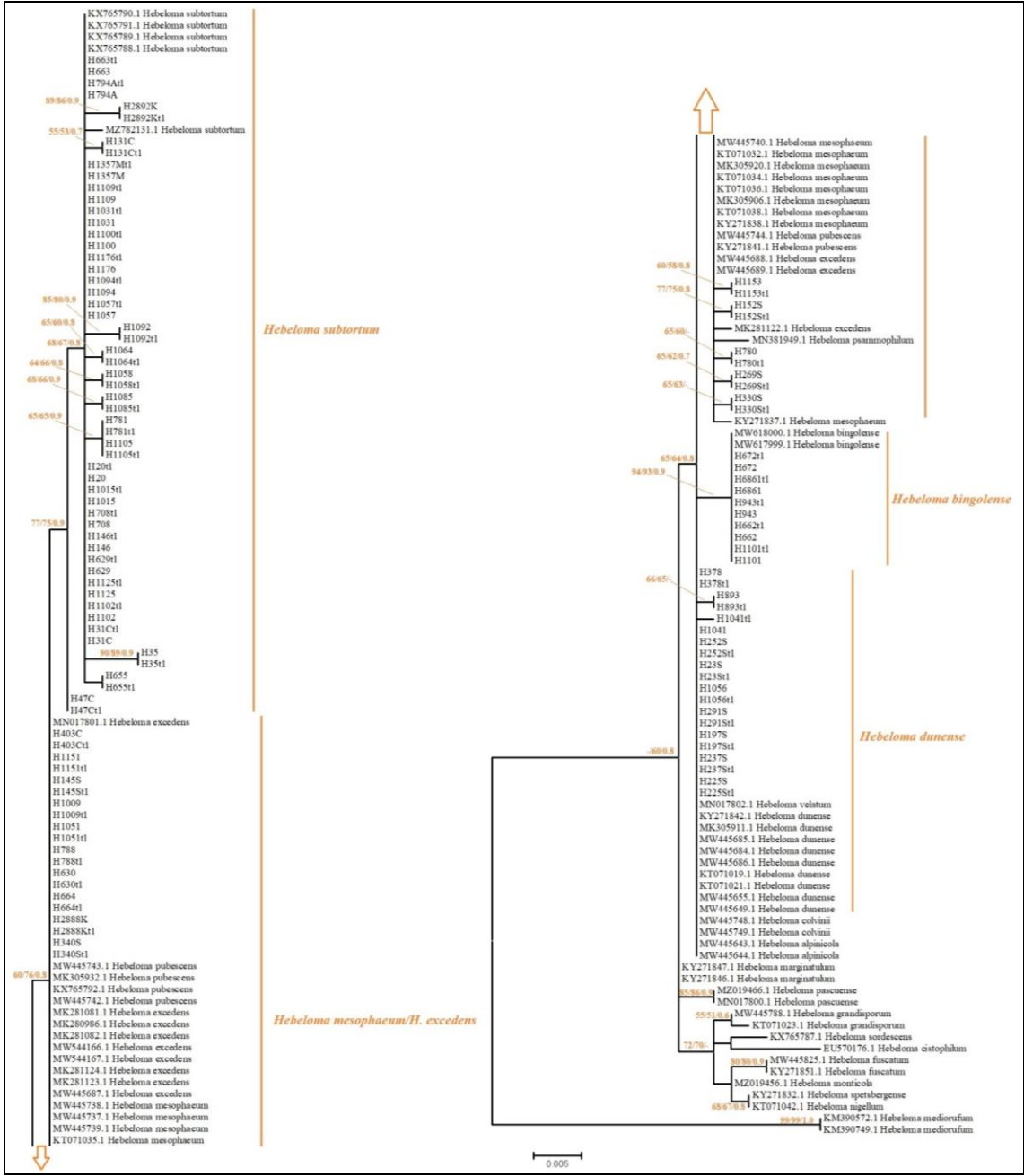


Şekil 4.18 *Hebeloma* cinsine ait çalışılan örneklerin TEF1- α bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri (≥ 50) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir. Renkli yazılar sekişyonları göstermektedir.

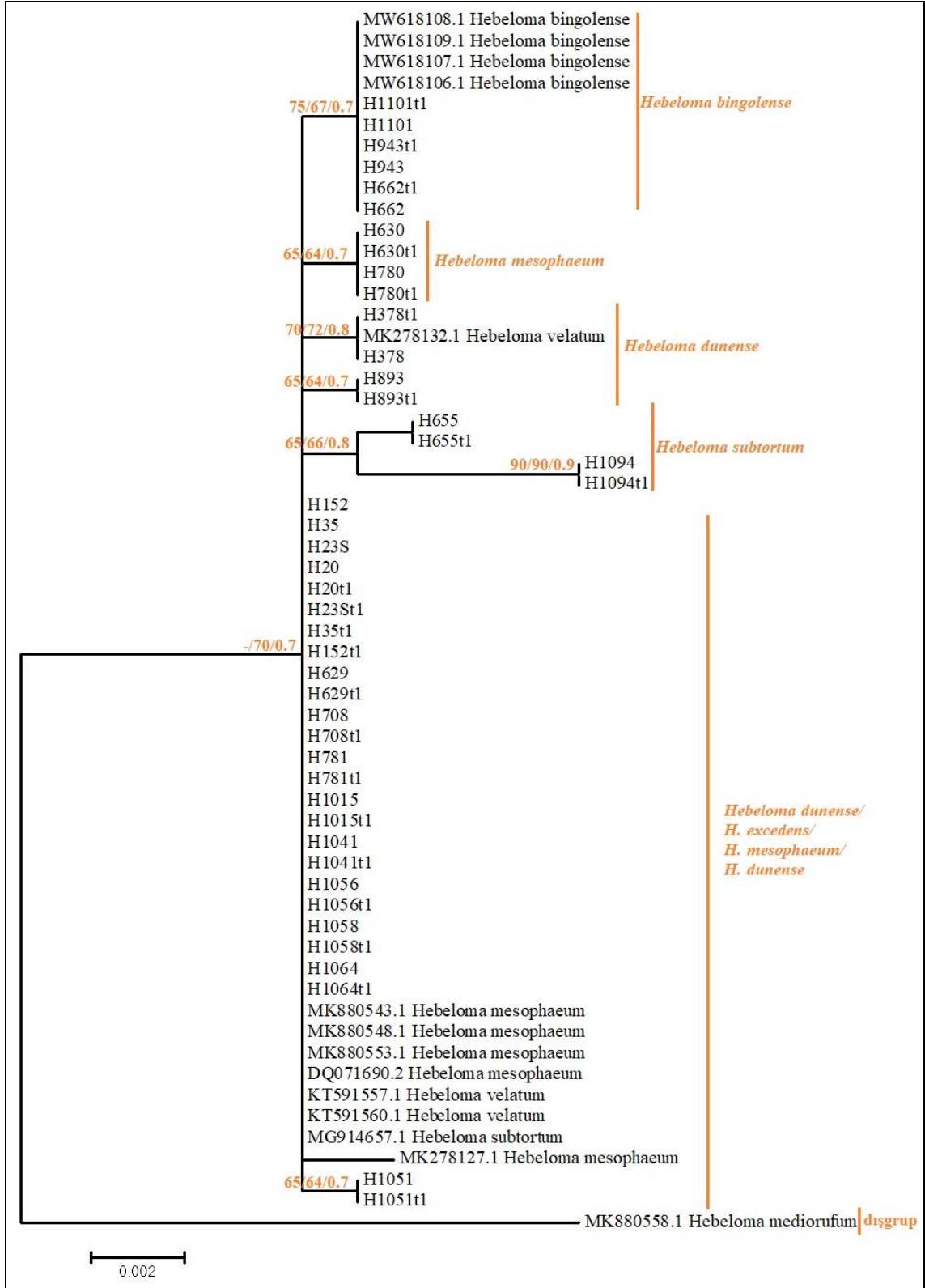
4.3.2 *Hebeloma* Seksiyonunun Filogenetik Değerlendirilmesi

Hebeloma seksiyonunda bulunan *H. mesophaeum* kompleksine ait türlerin ayrımları ML, MP ve Bayes metodları kullanılarak yapılan filogenilerde tam olarak çözülememiştir (Şekil 4.19-4.21). Bu nedenle *H. mesophaeum* kompleksine ait türlerin multilokus network analizleri yapılmış ve türler çözümlenmiştir (Şekil 4.22). Her türe ait gruplar numaralandırılmış ve bu gruplara ait tür soyları da bu numaralardan köken alınarak kodlanmıştır. Network grafiğinde iki büyük grup oluşmuştur. İlk grubu *H. mesophaeum*, *H. excedens*, *H. dunense* ve *H. bingolense* türleri oluşturmaktadır. İkinci grup ise *H. subtortum* türüne ait örneklerden oluşan ve en fazla coğrafi çeşitlilik gösteren gruptur. Morfolojik veriler de bu durumu destekler niteliktedir. *Hebeloma subtortum* türüne ait morfolojik skala diğer türlere göre daha geniş bir çeşitlilik göstermiştir. Ağ uçlarında bulunan terminal daireler yeni soyları temsil etmektedirler. Daha eski gruplar ağın iç kısmına doğru konumlanmıştır.

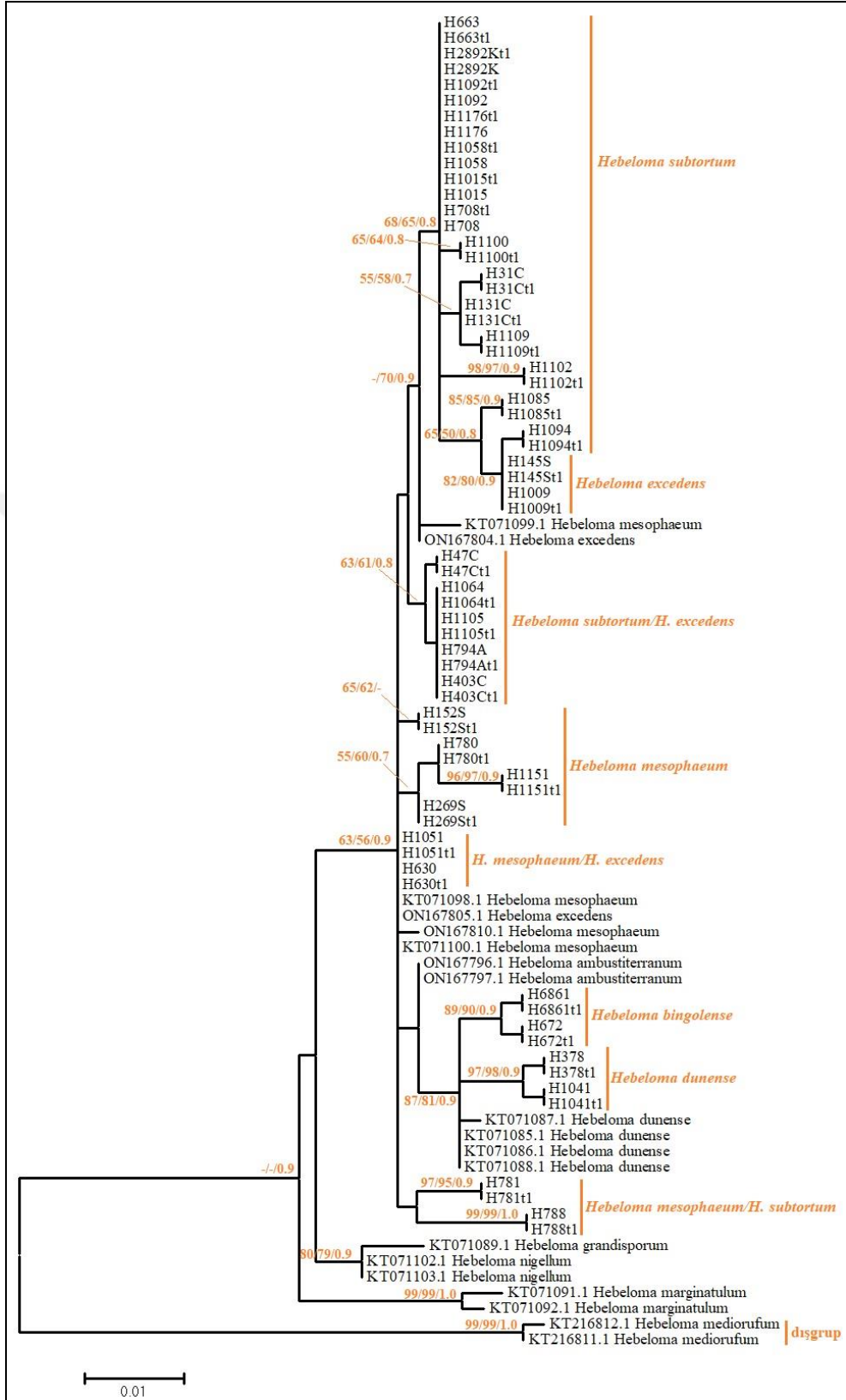
Network grafiğinde yeni soylar daha dar bir coğrafi dağılıma sahiptirler. Örneğin 5e kodlu grubu oluşturan H35 numaralı *H. subtortum* örneğinin allopatrik türleşme gösterdiği düşünülmektedir. Coğrafi olarak diğer *H. subtortum* gruplarından daha uzak ve izole bir alanda yayılım göstermiştir. Ayrıca ikinci ana *H. subtortum* grubu olan 5b grubundan beş bazlık mutasyonla evrimsel seviyede farklılaşma göstermektedir. Benzer şekilde 5d grubunun da allopatrik türleşme eğilimi gösterdiği düşünülmektedir. Network ağacında dikkat çeken gruplardan biri de 4a-2 kodlu gruptur. Bu grup hem 4a hem de 5b grubundan türemiş olabilir ancak morfolojik verilere bakılarak *H. excedens* türü ile daha yakından ilişkili olduğu belirlenmiştir. *Hebeloma excedens* türünün bu grup içerisinde bulunan en eski türlerden biri olduğu görülmektedir. İç kısımlarda konumlanan gruplar daha eski soylar oldukları için daha geniş bir coğrafi dağılım sergilemektedirler.



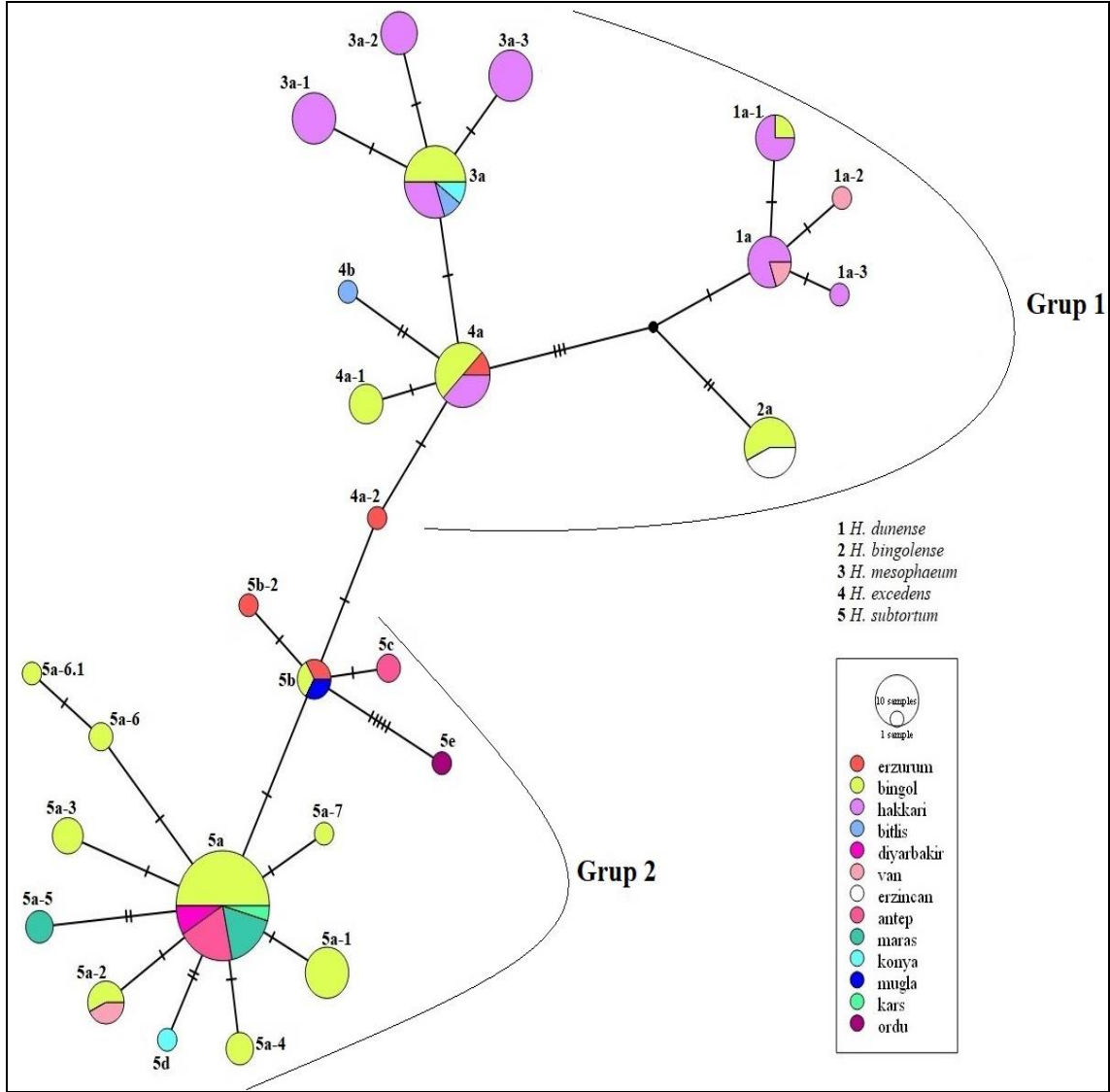
Şekil 4.19 *Hebeloma* seksiyonuna ait çalışılan örneklerin ITS bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri (≥ 50) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir.



Şekil 4.20 *Hebeloma* seksiyonuna ait çalışılan örneklerin LSU bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri ($\geq 50\%$) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir.



Şekil 4.21 *Hebeloma* seksiyonuna ait çalışılan örneklerin TEF1- α bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri ($\geq 50\%$) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir.



Şekil 4.22 *Hebeloma* seksiyonunda yer alan *H. mesophaeum* kompleksine ait multilokus Medyan Network grafiği. Baz farklılıkları çizgilerin üzerinde bulunan kısa çizgilerle gösterilmiştir (1 kısa çizgi=1 bç). Farklı renkler coğrafi dağılımı temsil etmektedir.

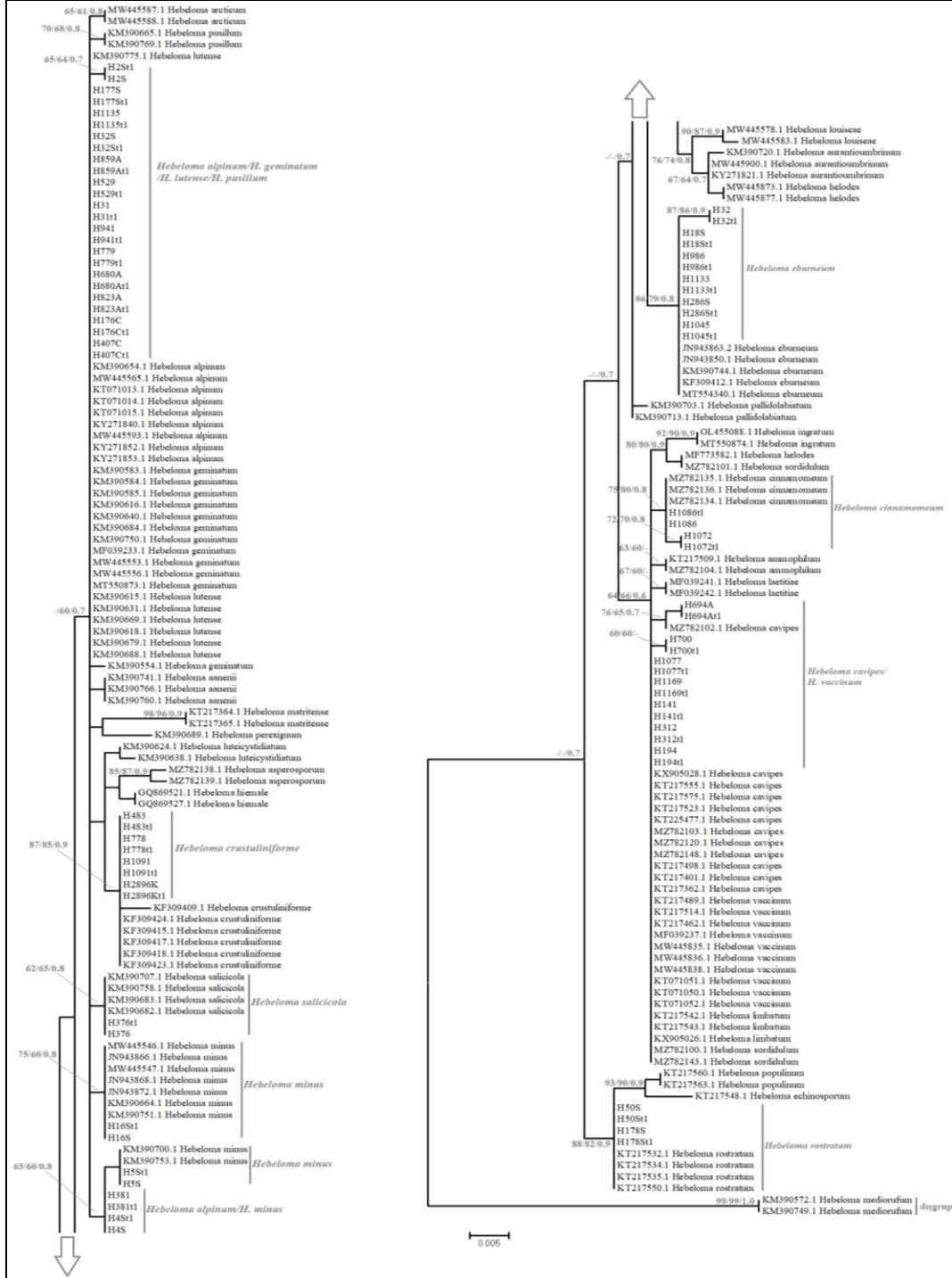
4.3.3 *Denudata* Seksiyonunun Filogenetik Değerlendirilmesi

Denudata seksiyonuna ait yapılan filogenetik değerlendirmelerde bazı tür komplekslerine ait türlerin ayrımları net yapılamamıştır (Şekil 4.23-4.25). *Hebeloma alpinum* ve *H. aurantioumbrinum* kompleksine ait türlerin multi lokus network analizleri yapılmış ve türler çözümlenmiştir (Şekil 4.26). Her türe ait gruplar numaralandırılmış ve bu gruplara ait tür soyları da bu numaralardan köken alınarak kodlanmıştır. Network grafiğinde en fazla tür çeşitliliği Hakkâri yöresinde

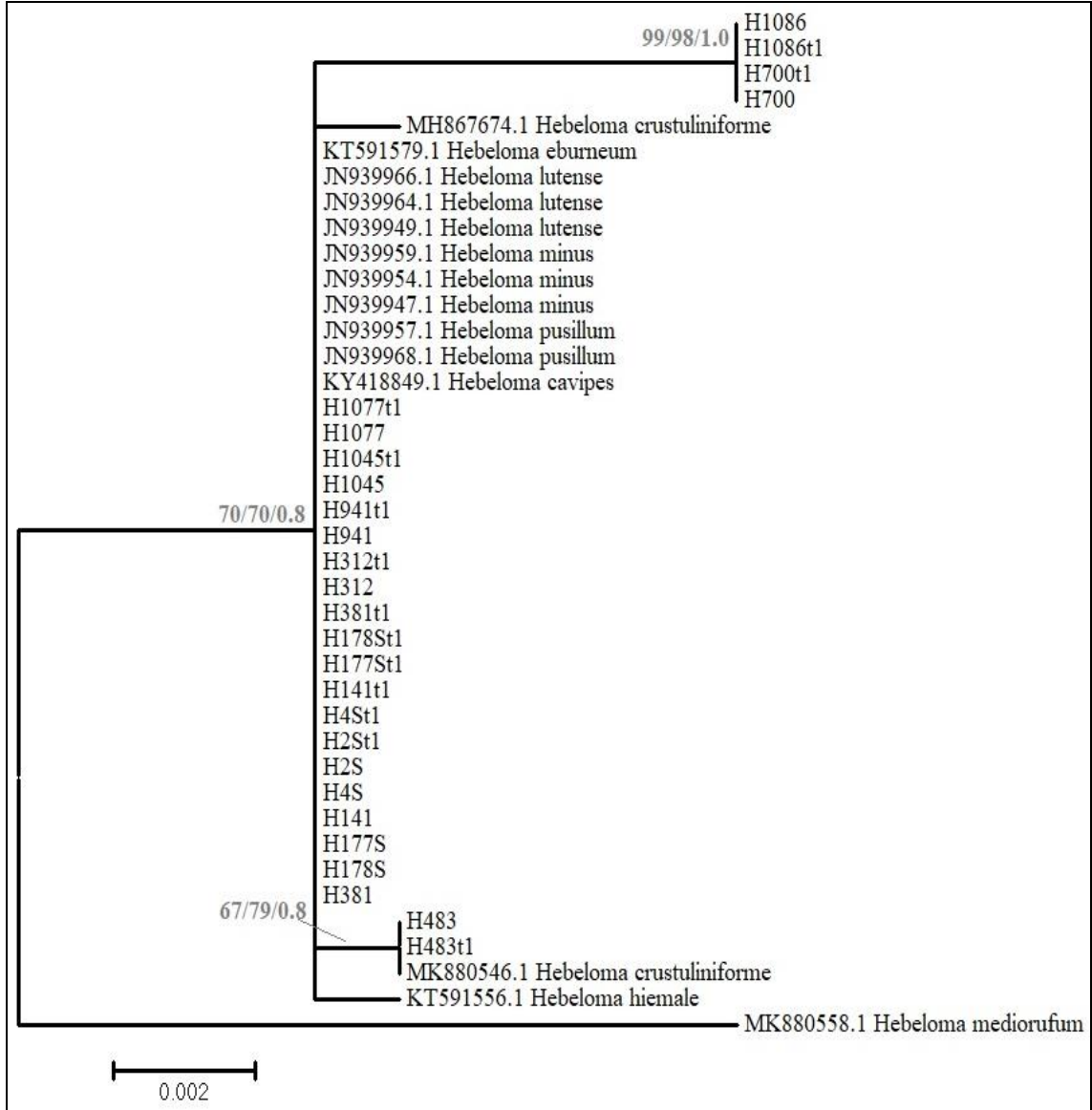
görülmektedir. Bu yöre Doğu Anadolu'nun en çok yağış alan bölgelerinden biri olmakla birlikte çayır ve mera alanlarından oluşan bir yapıya sahiptir. Bu durum türlerin çeşitlenmesinde ve türleşme süreçlerinde yeni türlerin ortaya çıkmasında etkili olmaktadır. Network grafiğinde iki ana grup oluşmuştur. İlk grupta *H. alpinum*, *H. minus*, *H. crustuliniforme*, *H. geminatum*, *H. salicicola*, *H. eburneum*, *H. lutense* ve *H. pusillum* yer almaktadır. İkinci grupta ise *H. cavipes*, *H. vaccinum*, *H. rostratum* ve *H. cinnamomeum* yer almaktadır. *Hebeloma alpinum* tür kompleksi içinde bulunan *H. alpinum*, *H. crustuliniforme*, *H. salicicola*, *H. eburneum*, *H. geminatum* ve *H. minus* türlerine ait örnekler haplogruplar oluşturmuştur. Özellikle *H. alpinum*, *H. geminatum* ve *H. minus* türleri morfolojik olarak benzerlik göstermekte ve ayrımları zor olmaktadır. Tek lokus filogenilerde *H. alpinum* türüne ait örneklerin özellikle *H. eburneum*, *H. geminatum*, *H. lutense* ve *H. pusillum* türleriyle birlikte kümелendiği ve tür seviyesinde çözömlenemediği görölmektedir. *Hebeloma alpinum* kompleksini oluşturan bu türlerin sınırları multilokus network grafiğinde eski ve yeni soylar şeklinde kümelenmişlerdir. 1 numaralı grup *H. alpinum* grubunu temsil etmekte ve *H. geminatum* ve *H. minus* türlerinden daha eski bir tür olduğu görölebilmektedir. Ayrıca *H. eburneum* grubunun *H. alpinum* grubundan üç baz varyasyon göstererek ayrıldığı ve daha yeni bir soy oluşturduğu belirlenmiştir. *Hebeloma lutense* grubunun *H. alpinum* grubundan köken aldığı ve *H. pusillum* grubuna ait popölasyonun da *H. lutense* grubundan türleştiği görölmüştür. Bu durumda *H. alpinum* türü için kompleks içerisinde en eski tür olduğu ve diğer türlerin atası olduğu sonucuna varılabilir.

Dikkat çeken diğer bir nokta ise *H. alpinum* ve *H. minus* haplogrupları arasındaki örüntüde kayıp bir grubun varlığının olmasıdır. 2 numaralı grubu oluşturan *H. minus* türüne ait popölasyonların bu kayıp soydan türleştiği ve *H. alpinum* türünden atasal olarak farklı olduğu görölebilmektedir. Grup 2 içerisinde yer alan ve 10 numaralı popölasyonu oluşturan *H. cavipes* örneklerinin bu grubun en eski soyu olduğu belirlenmiştir. 11 numaralı popölasyonu oluşturan *H. vaccinum* örneklerinin hem *H. cavipes* örneklerinden köken aldığı ve hem de kayıp bir soydan türediği görölebilmektedir. Benzer şekilde *Hebeloma rostratum* türüne ait 9 numaralı grubun da kayıp bir soydan türediği görölebilmektedir. Bu türe ait çalışılan popölasyonların Grup 2 içerisinde bulunan diğer türlere göre daha fazla baz farklılığı olduğu ve daha yeni bir tür olduğu söylenebilir. Ayrıca 12 numaralı grubu oluşturan *H. cinnamomeum* türüne ait

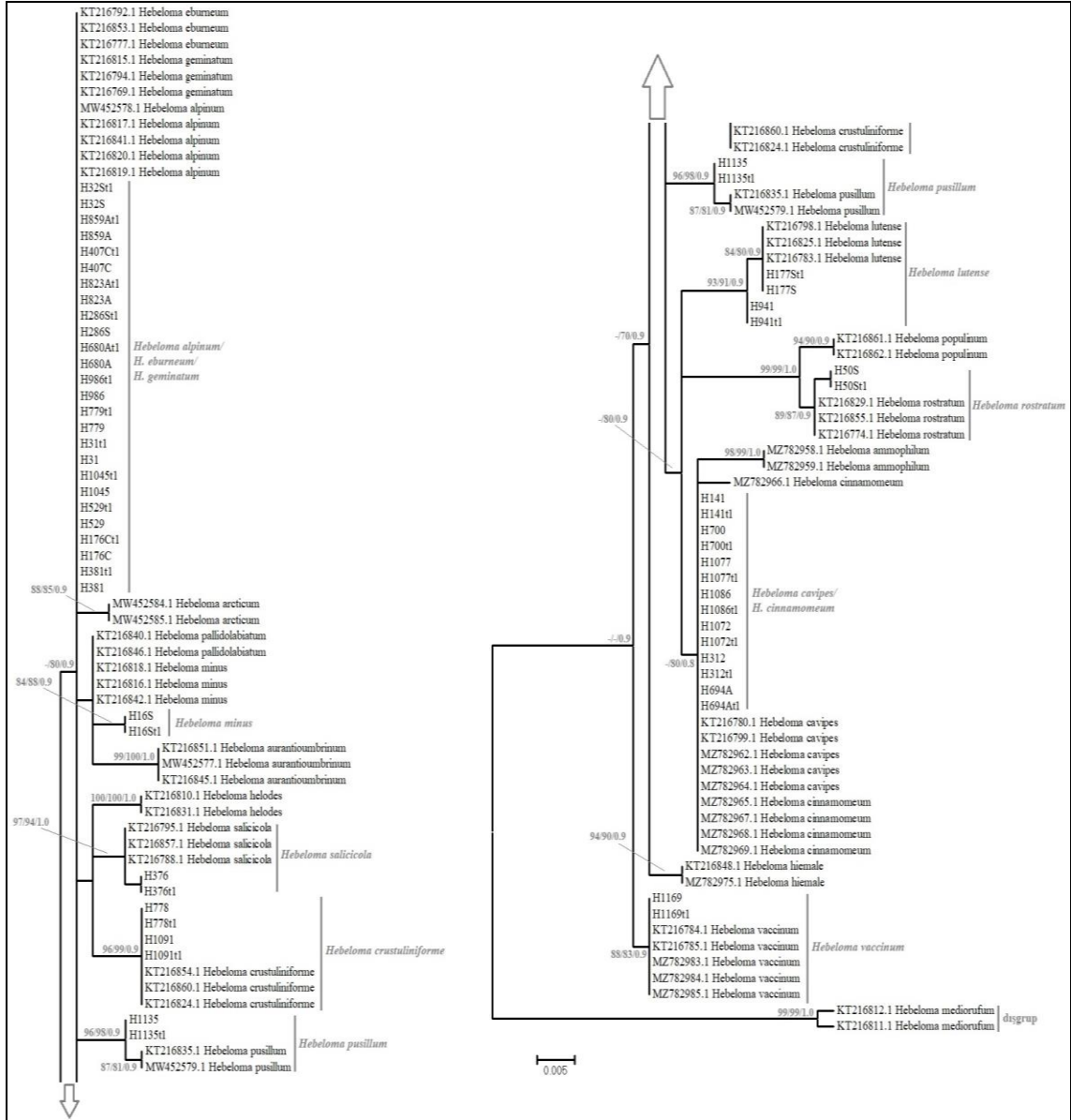
örneklerin de *H. cavipes* örneklerinden türediği ve yeni bir soy olduğu görülebilmektedir.



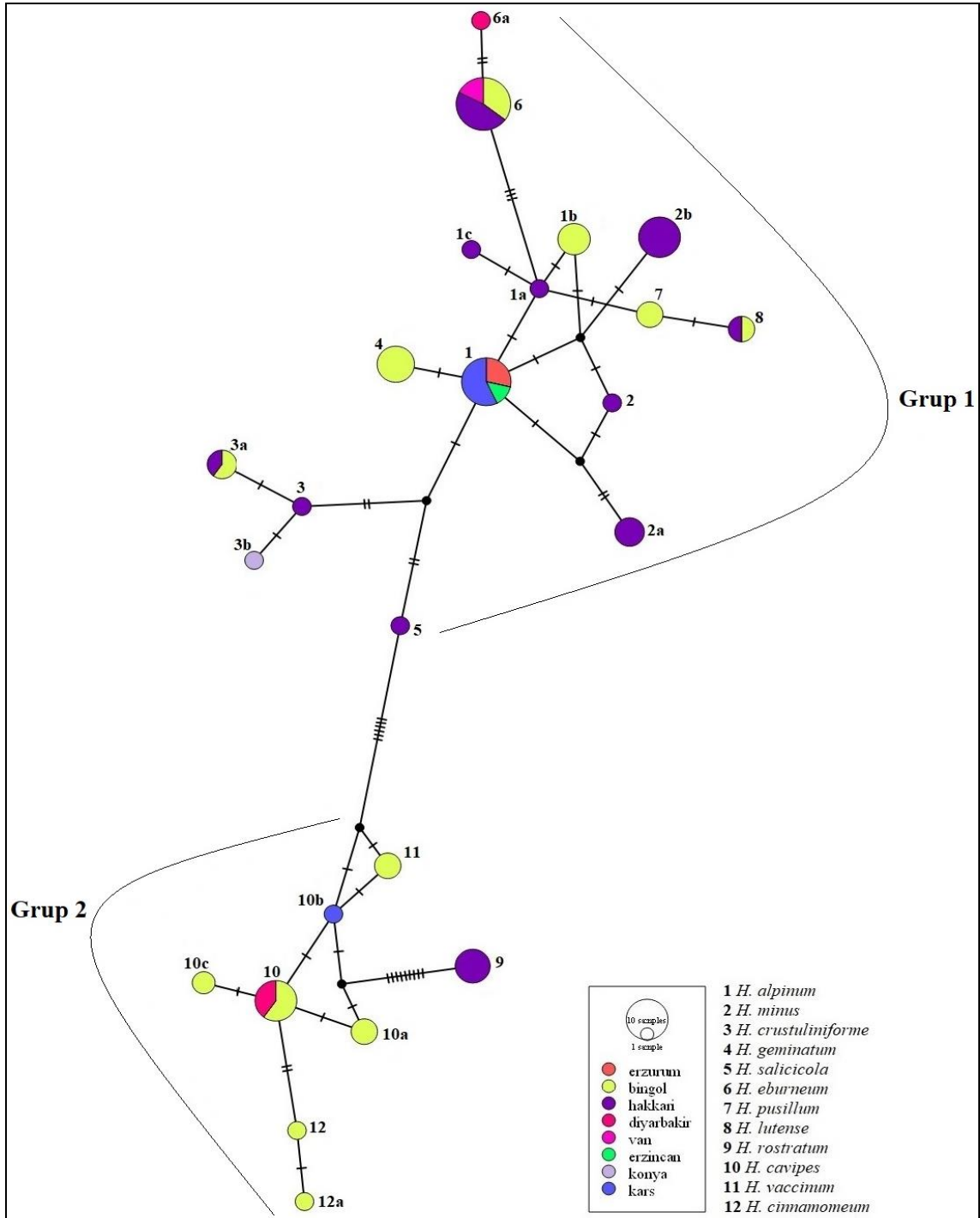
Şekil 4.23 *Denudata* seksiyonuna ait çalışılan örneklerin ITS bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri (≥ 50) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir.



Şekil 4.24 *Denudata* seksiyonuna ait çalışılan örneklerin LSU bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri ($\geq 50\%$) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir.



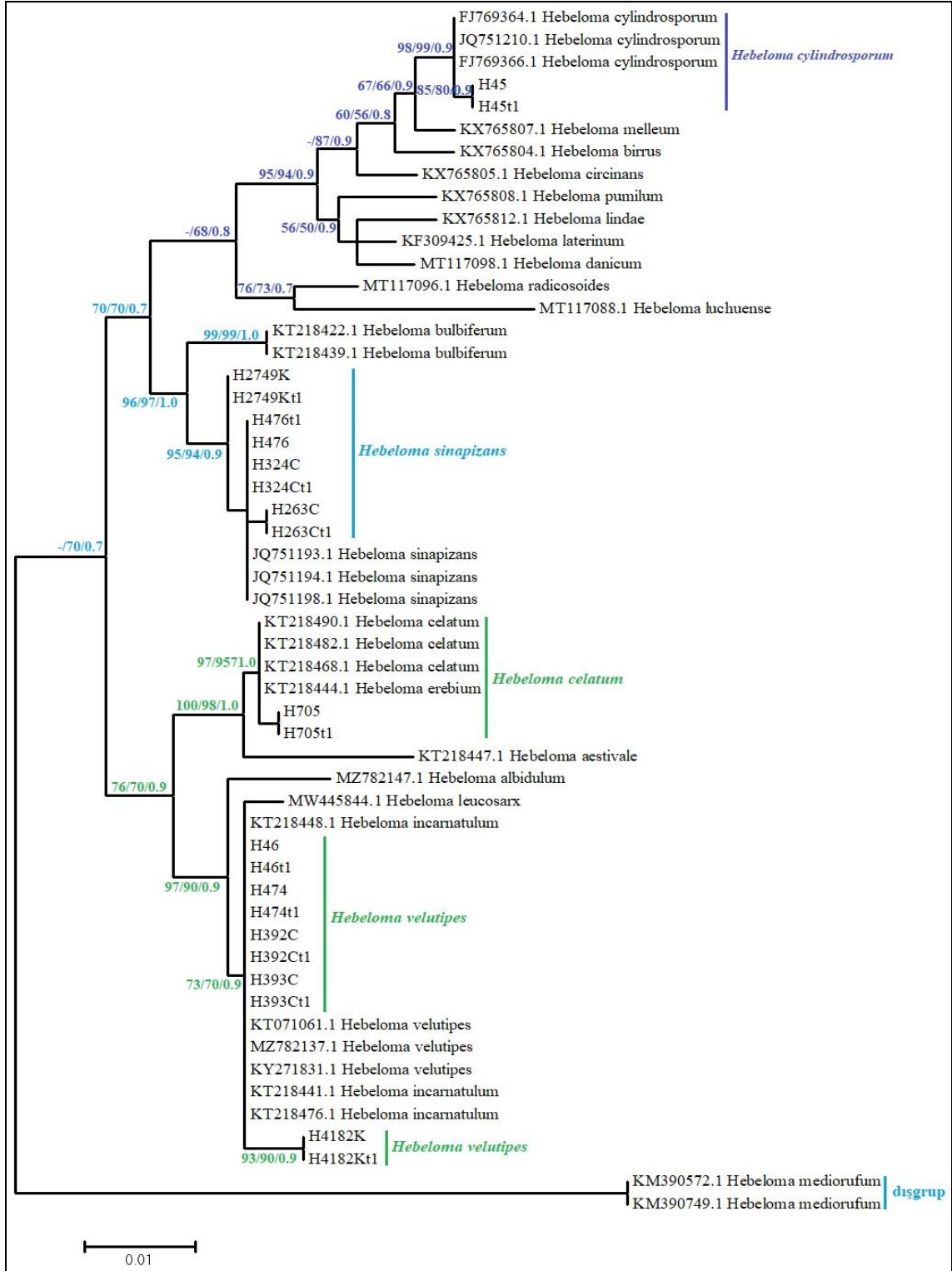
Şekil 4.25 *Denudata* seksiyonuna ait çalışılan örneklerin TEF1- α bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri ($\geq 50\%$) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir.



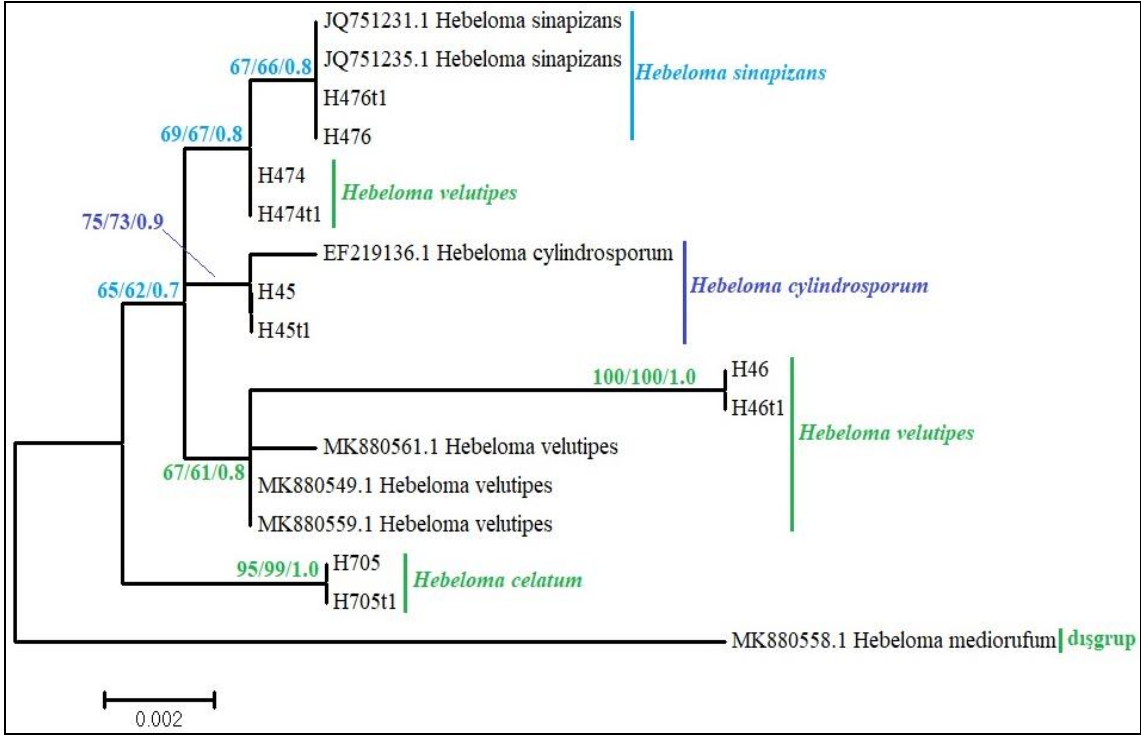
Şekil 4.26 *Denudata* seksiyonunda yer alan tür komplekslerine ait multilokus Medyan Network grafiği. Baz farklılıkları çizgilerin üzerinde bulunan kısa çizgilerle gösterilmiştir (1 kısa çizgi=1 bp). Farklı renkler coğrafi dağılımı temsil etmektedir.

4.3.4 *Sinapizantia* / *Scabrispora* / *Velutipes* Seksiyonlarının Filogenetik Değerlendirilmesi

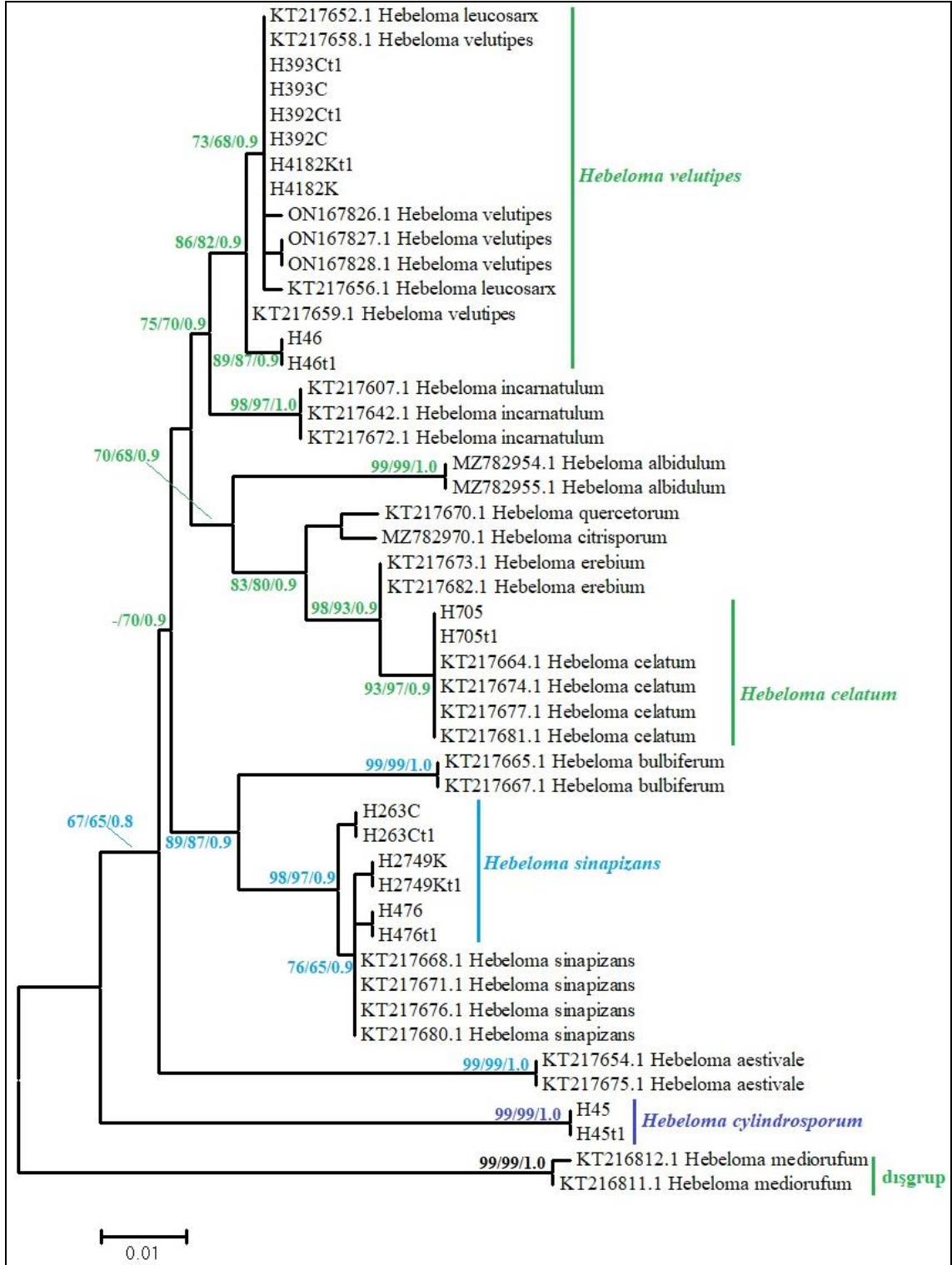
Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes seksiyonlarına ait yapılan filogenetik değerlendirmelerde en iyi çözümlemeler ITS ve TEF1- α bölgelerine ait filogenilerde yapılabilmektedir (Şekil 4.27-4.29). *Sinapizantia* seksiyonuna ait *H. sinapizans* türüne ait örnekler yüksek destek değerleri ile (ITS:95/94/0.9, TEF1- α :98/97/0.9) monofiletik bir grup oluşturmuşlardır. *Scabrispora* seksiyonuna ait *H. cylindrosporum* türüne ait örnekler de aynı şekilde yüksek destek değerleri ile monofiletik bir şekilde konumlanmışlardır. *Velutipes* seksiyonuna ait *H. celatum* üç bölgeye ait filogenilerde yüksek destek değerleri ile ayrım gösterirken *H. velutipes* türüne ait örnekler monofiletik grup oluşturmuş ancak tür içi varyasyon gösterdikleri belirlenmiştir. *Hebeloma velutipes* grubu içerisinde farklı dal uzunluklarının olması ve *H. leucosarx* ile yakın akrabalık göstermesi dikkat çekmiştir. Bu durumda türe ait örneklerin morfolojik karakter uyumlarına bakılmış ve teşhisleri yapılmıştır.



Şekil 4.27 *Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes* seksiyonlarına ait çalışılan örneklerin ITS bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri ($\geq 50\%$) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir.



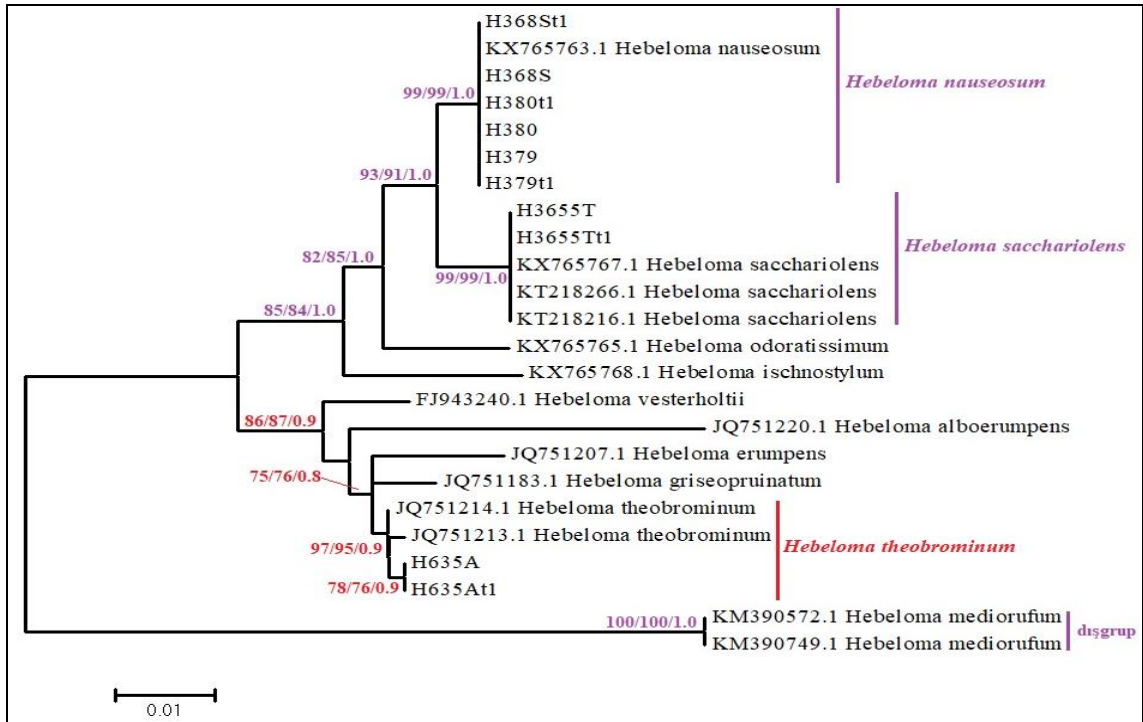
Şekil 4.28 *Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes* seksiyonlarına ait çalışılan örneklerin LSU bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri ($\geq 50\%$) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir.



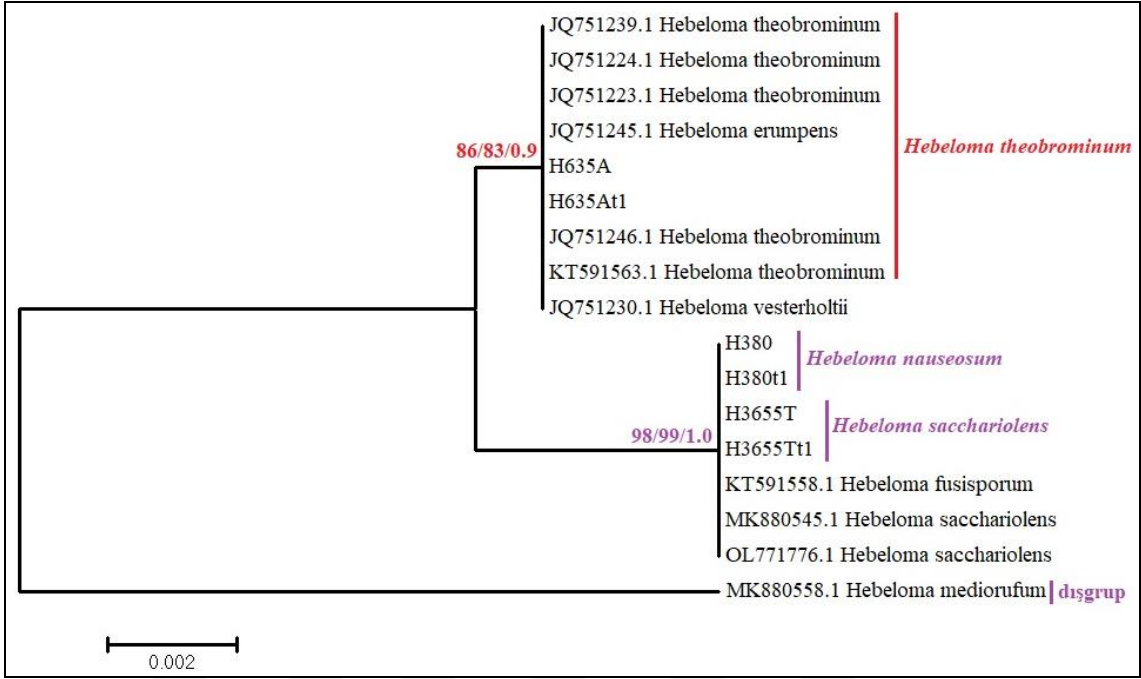
Şekil 4.29 *Sinapizantia/Scabrispora/Velutipes* sekiyonlarına ait çalışılan örneklerin TEF1- α bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri (≥ 50) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir.

4.3.5 *Sacchariolentia/Theobromina* Seksiyonlarının Filogenetik Değerlendirilmesi

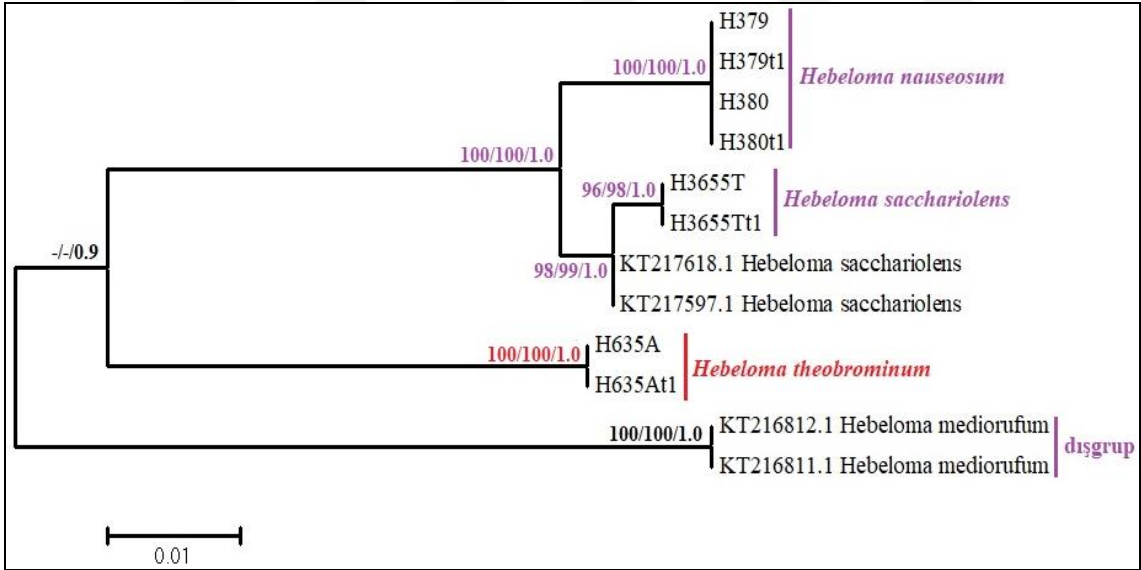
Sacchariolentia/Theobromina seksiyonlarına ait yapılan filogenetik değerlendirmelerde *Sacchariolentia* seksiyonuna ait *H. sacchariolens* ve *H. nauseosum* türleri ITS ve TEF1- α bölgelerine ait filogenilerde monofletik bir şekilde ayrım göstermiştir (Şekil 4.30-4.32). *Theobromina* seksiyonuna ait *H. theobrominum* türü ise üç bölgeye ait filogenetik ağaçlarda iyi bir şekilde ayrım göstererek gruplanmıştır.



Şekil 4.30 *Sacchariolentia/Theobromina* seksiyonlarına ait çalışılan örneklerin ITS bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri ($\geq 50\%$) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir



Şekil 4.31 *Sacchariomentia/Theobromina* seksiyonlarına ait çalışılan örneklerin LSU bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri (≥ 50) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir



Şekil 4.32 *Sacchariomentia/Theobromina* seksiyonlarına ait çalışılan örneklerin TEF1- α bölgesine ait konsensus filogenisi. Her nodun yanında maksimum olasılık ve parsimoni bootstrap değerleri (≥ 50) ile Bayes olasılıkları (≥ 0.5) gösterilmiştir

Yapılan morfolojik, moleküler ve filogenetik değerlendirmeler neticesinde *Hebeloma* cinsine ait çalışılan örnekler seksiyon ve tür seviyesinde sınıflandırılmış ve

detaylı tür betimlemeleri verilmiştir. Sınırları belirlenen türlere ait bilgiler Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Çalışmada kullanılan 430 *Hebeloma* örneğinin filogenetik analizler sonucunda yer aldığı türler

No	Örnekler	Koleksiyon sayısı	Tür
1	H2S, H32S, H381, H823A, H859A	2, 10, 2, 6, 3, 2, 2	<i>H. alpinum</i>
2	H662, H672, H943, H1101, H6861	4, 2, 4, 2, 2	<i>H. bingolense</i>
3	H141, H194, H312, H694A, H700, H1077	2, 1, 6, 2, 3, 4	<i>H. cavipes</i>
4	H705	3	<i>H. celatum</i>
5	H1072, H1086	2, 2	<i>H. cinnamomeum</i>
6	H483, H778, H1091, H2896K	2, 2, 3, 2	<i>H. crustuliniforme</i>
7	H45	8	<i>H. cylindrosporum</i>
8	H23S, H197S, H225S, H237S, H252S, H291S, H378, H1041, H1056	2, 4, 2, 2, 2, 1, 2, 5, 4	<i>H. dunense</i>
9	H18, H32, H286S, H986, H1045, H1133	2, 2, 6, 4, 3, 1	<i>H. eburneum</i>
10	H47C, H145S, H403C, H1009, H1051, H1105	2, 6, 2, 5, 2, 4	<i>H. excedens</i>
11	H31, H176C, H407C, H529, H680A, H779	2, 2, 2, 2, 2, 8	<i>H. geminatum</i>
12	H177S, H941	1, 1	<i>H. lutense</i>
13	H152S, H269S, H330S, H340S, H630, H664, H780, H788, H1151, H1153, H2888K	10, 11, 7, 6, 5, 2, 6, 3, 3, 2, 2	<i>H. mesophaeum</i>
14	H4S, H5S, H16S	1, 5	<i>H. minus</i>
15	H368S, H379, H380	1, 2, 2	<i>H. nauseosum</i>
16	H1135	4	<i>H. pusillum</i>
17	H50S, H178S	3, 4	<i>H. rostratum</i>
18	H3655T	1	<i>H. sacchariolens</i>
19	H376	2	<i>H. salicicola</i>
20	H263C, H324C, H476, H2749K	2, 2, 2, 1	<i>H. sinapizans</i>
21	H20, H31C, H35, H131C, H146, H629, H655, H663, H708, H781, H794A, H1015, H1031, H1057, H1058, H1064, H1085, H1092, H1094, H1100, H1102, H1109, H1125, H1176, H1357M, H2892K	7, 2, 2, 2, 4, 10, 5, 8, 1, 3, 8, 3, 2, 1, 1, 4, 3, 4, 8, 4, 1, 4, 2, 2, 1, 1	<i>H. subtortum</i>
22	H635A	2	<i>H. theobrominum</i>
23	H1169	4	<i>H. vaccinum</i>
24	H46, H392C, H393C, H474, H4182K	2, 2, 2, 2, 1	<i>H. velutipes</i>
-	H21S, H342, H1021, H1023, H1050, H1136, H4991	6, 2, 4, 2, 5, 2, 2	Teşhisler netleştirilemedi
-	H76S, H94S, H99C, H195S, H201S, H202S, H207, H280S, H331S, H680, H913K, H942K, H947K, H1048, H1052, H4720	3, 2, 2, 4, 4, 3, 2, 3, 5, 3, 1, 1, 1, 3, 6, 1	Farklı cinsler

4.4 Türlerin Betimlemeleri

4.4.1 *Hebeloma alpinum* (J. Favre) Bruchet, Bull. mens. Soc. linn. Lyon 39(6): 68 (1970)

Türkçe adı: Dağ turpkokanı / Şekil 4.33

Sinonimler: *Hebeloma crustuliniforme* f. *alpinum* (J. Favre) Vassilkov Pt. 1 (Leningrad): 59 (1970).

Hebeloma crustuliniforme var. *alpinum* J. Favre, Ergebn. wiss. Unters. schweiz. Natn Parks 5(no. 33): 202 (1955).

Hebelomatis alpinum (J. Favre) Locq., Fl. Mycol., 3. Cortinariales-A.: 146 (1979).

Tip: İsviçre: Alpin çayırda, *Dryas octopetala* ve *Salix herbacea* altında, kireçli toprak üzerinde, 27.08.1949, J. Favre.

Deskripsiyon: **Şapka:** 17-57(80) mm; dışbükey, genişçe umbonat; kenarları genellikle pürüzsüz, ara sıra kıvrımlı; genellikle tek renkli; merkezde krem veya sarımsı kahverengi, sepya, tarçın. **Lamel:** bağlanma genellikle emarjinat, nadiren adnat; tam lamel sayısı L=45-70; yüzeyinde damla var. Kortina: yok. **Sap:** 15-40(60) × 4-20 mm; taban şekli genellikle silindirik veya klavat; fibrilli, lifli. **Koku:** Nadiren kokusuz, kakao, zayıf turp kokusu. **Spor:** 11-13.7 × 6.1-7.7 µm; Q=1.60-1.97; badem, genellikle kahverengi; damla varlığı var; spor kodu: O1-O2-O3, P0-P1, D1-D2. **Bazidya:** 24-40 × 7-11 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 36-90 × 4-15 × 2-7 × 2-9 µm; ana şekil genellikle klavat-stipitat, sıklıkla kapitat-stipitat, bazen spatül şeklinde, nadiren septalı. **Kaulosistit:** keilosistite benzer ancak daha büyük, boyu 120 µm'ye kadar.

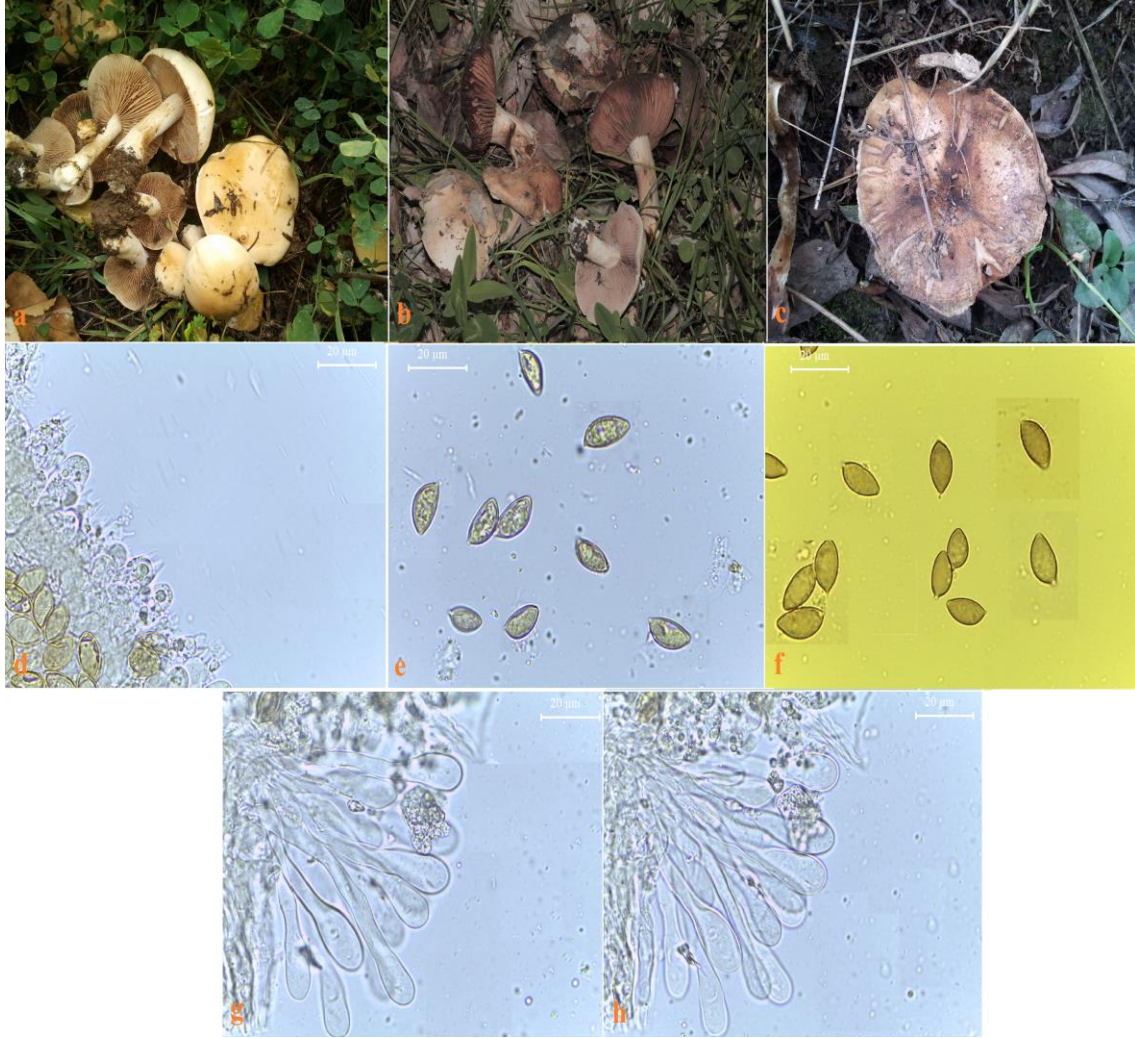
Habitat: Genellikle dağ çayırlarında bu türe rastlanılır (Eberhardt vd., 2015; Beker vd., 2016).

Araştırma alanındaki yayılışı: Erzincan, Kemaliye ilçesi, Apçağ köyü, çayırılık alan, 1128 m, 21.11.2006, Allı 2661.

Kars, Sarıkamış, Çatak-Kızılçubuk köyleri yolu, *Populus* sp. altında, 40° 23.645'K, 42° 38.208'D, 2023 m, 13.06.2014, 823, M. Emre Akçay.

Kars, Sarıkamış, Çatak-Kızılçubuk köyleri yolu, Bekirini deresi civarı, karışık ormanda, 40° 22.314'K, 42° 32.286'D, 2306 m, 21.06.2014, 859, M. Emre Akçay.

Not: Bu tür özellikle alpin veya arktik habitatlara özgü bir türdür ve diğer alpin/arktik türlerden genellikle ortalama 40 ile 60 arasında olan lamel sayısına bağlı olarak kolaylıkla ayrılabilir. *Hebeloma minus* ile çok benzerlik gösterir ancak *H. minus* daha koyu şapka rengine sahiptir.



Şekil 4.33 *Hebeloma alpinum*: a-b-c: bazidyokarp, d: bazidya e: spor (H₂O), f: spor (Melzer), g-h: keilosistit

4.4.2 *Hebeloma bingolense* I. Acar, Dizkirici, Kalmer & Uzun, Nova Hedwigia 114 (1-2): 61 (2022)

Türkçe adı: Bingöl turpkokanı / Şekil 4.34

Tip: Türkiye, Bingöl, Genç, konifer ormanı, *Pinus* ve *Picea* sp. altında, 38°44'795"N, 40°34'305"E, 1143 m, 17.05.2008, I. Acar.

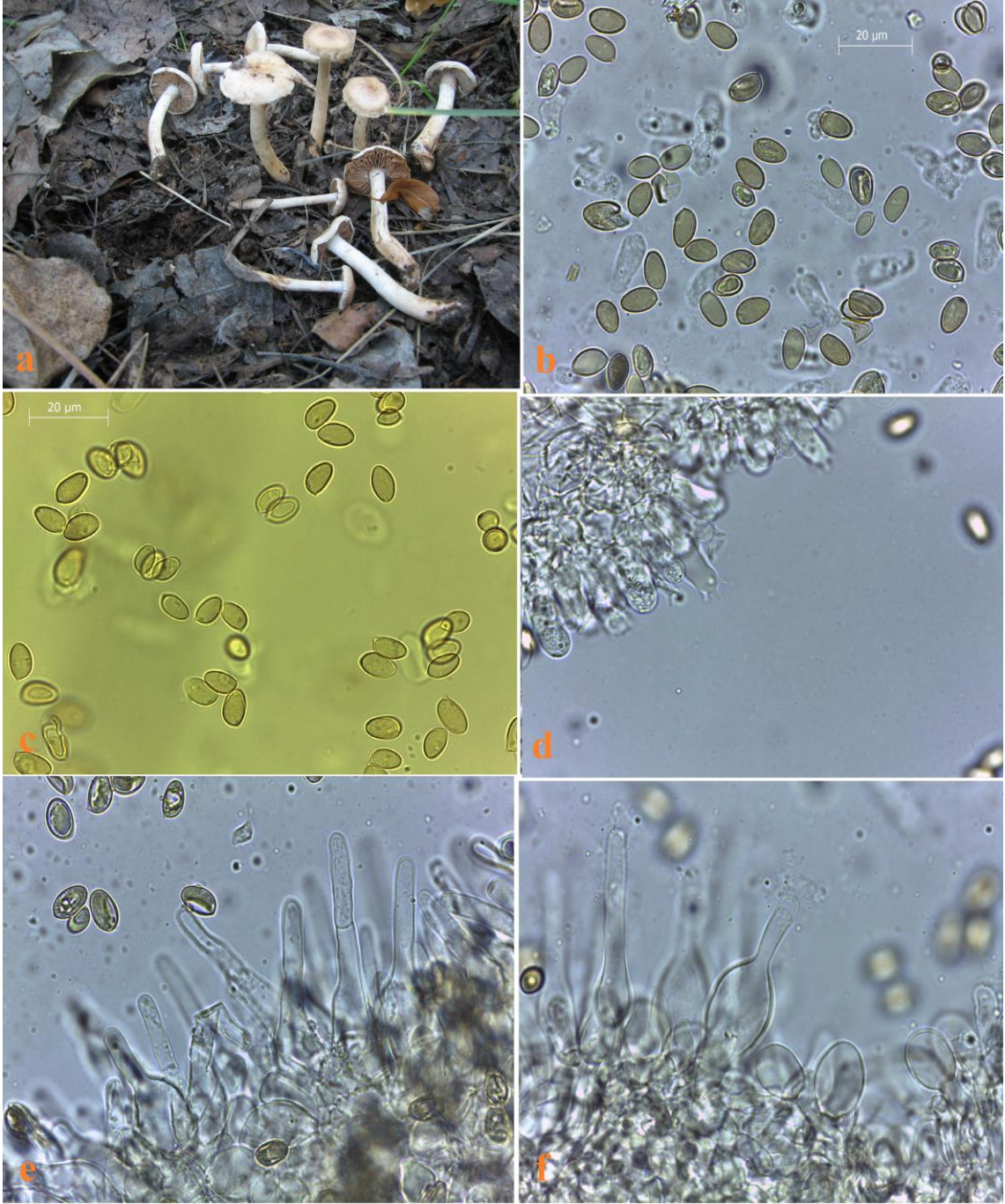
Deskripsiyon: **Şapka:** 15-50 mm; dışbükey veya konik, hafif umbonat; kenar düz; genellikle iki renkli; merkezde sarımsı kahverengi, bal rengi ve kenarları soluk krem; yüzey pürüzsüz ve soluk. **Lamel:** bağlanma genellikle adneks, bazen kıvrımlı; tam lamel sayısı L=40-50; kremi beyaz. **Koku:** Kokusu belli değil. **Sap:** 25-70 × 5-10 mm; silindirik, klavat; tabana doğru bal rengi. **Spor:** 9-12(15) × 5-6(9) µm, Q=1.60-1.70, elips, biraz oval, biraz silindirik, spor kodu: O1-O2, P0, D0-D1-D2, damla varlığı var; açık sarı. **Bazidya:** 20-36 × 7-11 µm; klavat, silindirik; 2 veya 4 sporlu. **Keilosistit:** 35-75 × 5-5.8 × 4-5.5 × 6.5-16 µm; lageniform, tabanda şişkin, bazen apekte çatallanır. **Kaulosistit:** silindirik, bölmeli, boyu 80 µm uzunluğa kadar.

Habitat: Bu tür ilk defa Bingöl ili Genç ormanında *Pinus* sp. ve *Picea* sp. türleri altında bulunmuştur (Acar vd., 2022).

Araştırma alanındaki yayılışı: Bingöl, Genç, konifer ormanı, *Pinus* sp. ve *Picea* sp. altında, 38°44'795"N, 40°34'305"E, 1143 m, 17 Mayıs 2008, VANF7896, İ. Acar.

Bingöl, Güveçli köyü, yolkenarında, *Populus-Salix* sp. altında, 38°50'950"N, 40°31'802"E, 1055 m, 18 Ekim 2018, VANF7949, İ. Acar.

Not: *Hebeloma* seksiyonunda yer alan bu tür, *H. dunense* türüyle benzerlik göstermektedir. Tek lokus DNA analiziyle (LSU bölgesi hariç) monofletik gruplaşma göstermekte ve moleküler verilerle kolaylıkla diğer türlerden ayırt edilebilmektedir.



Şekil 4.34 *Hebeloma bingolense*: a: bazidyokarp, b: spor (H₂O), c: spor (Melzer), d: bazidya e-f: keilosistit

4.4.3 *Hebeloma cavipes* Huijsman, Persoonia 2 (1): 97 (1961)

Türkçe adı: Çolak turpkokan / Şekil 4.35

Sinonimler: *Hebeloma litoreum* Quadr., Mycotaxon 49: 287 (1993).

Hebeloma vejlense Vesterh., Fungi N. Eur. 3. 3: 98 (2005).

Hebelomatis cavipes (Huijsman) Locq., Flore Mycologique Vol III - Text. Cortinariales A: 146 (1979).

Tip: Fransa: Var, Nans-les-Pins, *Cistus* sp. altında, 07.10.1960, H.S.C. Huijsman.

Deskripsiyon: **Şapka:** 15-50(70) mm; genellikle dışbükey; kenar düz; genellikle iki renkli, bazen tek renkli; renk merkezde sarımsı kahverengi, tarçın, kenarlara doğru daha açık renk. **Lamel:** genellikle emarjinat; tam lamel sayısı L=36-96; beyaz saçaklı kenar sıklıkla bulunur. Kortina: yok. **Sap:** 20-60(80) × 3-15 mm; taban şekli genellikle silindirik, bazen klavatl, lifli. **Koku:** Kokusuz veya zayıf turp kokusu. **Spor:** 9-15 × 5-8, Q=1.6-2.3; genellikle badem, ara sıra fusoid; sarı kahverengi; apikulvar; spor kodu: O3, P1-P2, D2-D3. **Bazidya:** 24-37 × 6-10 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 28-90 × 3-10 × 2-6(8) × 3-11 µm; ana şekil genellikle klavat-lageniform veya klavat-ventriköz, ara sıra spatül, septalı. **Kaulosistit:** keilosistite benzer ancak daha büyük, boyu 120 µm'ye kadar.

Habitat: Sıklıkla *Quercus* sp. türleri altında yetişen ve Avrupa'da yaygın olan bir türdür (Beker vd., 2016).

Araştırma alanındaki yayılışı: Bingöl, Bingöl il mezarlığı karşısı, *Pinus* sp. altı, 38°53'47"N, 40°29'55"E, 1169 m, 20.05.2007, 312, İ. Acar.

Bingöl, Genç, Dere kenarı, *Salix-Populus* sp. altı, 38°57.309'N, 40°59.014'E, 1273 m, 30.04.2009, 1077, İ. Acar.

Diyarbakır, Hani, *Quercus* sp. altı, 38°24'28"N, 40°23'34"E, 885 m, 16.04.2010, 141, Y. Uzun.

Kars, Sarıkamış, Gürbüzler köyü, *Populus* sp. altında, 40°27.650'N, 42°34.381'E, 2020 m, 12.06.2014, 694, M. Emre Akçay.

Not: *Denudata* seksiyonunda yer alan bu tür, *H. vaccinum* türüyle benzerlik göstermektedir. Ancak şapka merkezinin belirgin bir şekilde kahverengi oluşu ve ortalama spor genişliği (<6.5 µm) ile spor uzunluğu (>11 µm) bu türü diğer türlerden ayırmaktadır.



Şekil 4.35 *Hebeloma cavipes*: a-b: bazidyokarp, c: bazıdy d: spor (H₂O), e: spor (Melzer), f: keilosistit

4.4.4 *Hebeloma celatum* Grilli, U. Eberh. & Beker, Mycol. Prog. 15 (5) (1): 23 (2015)

Türkçe adı: - / Şekil 4.36

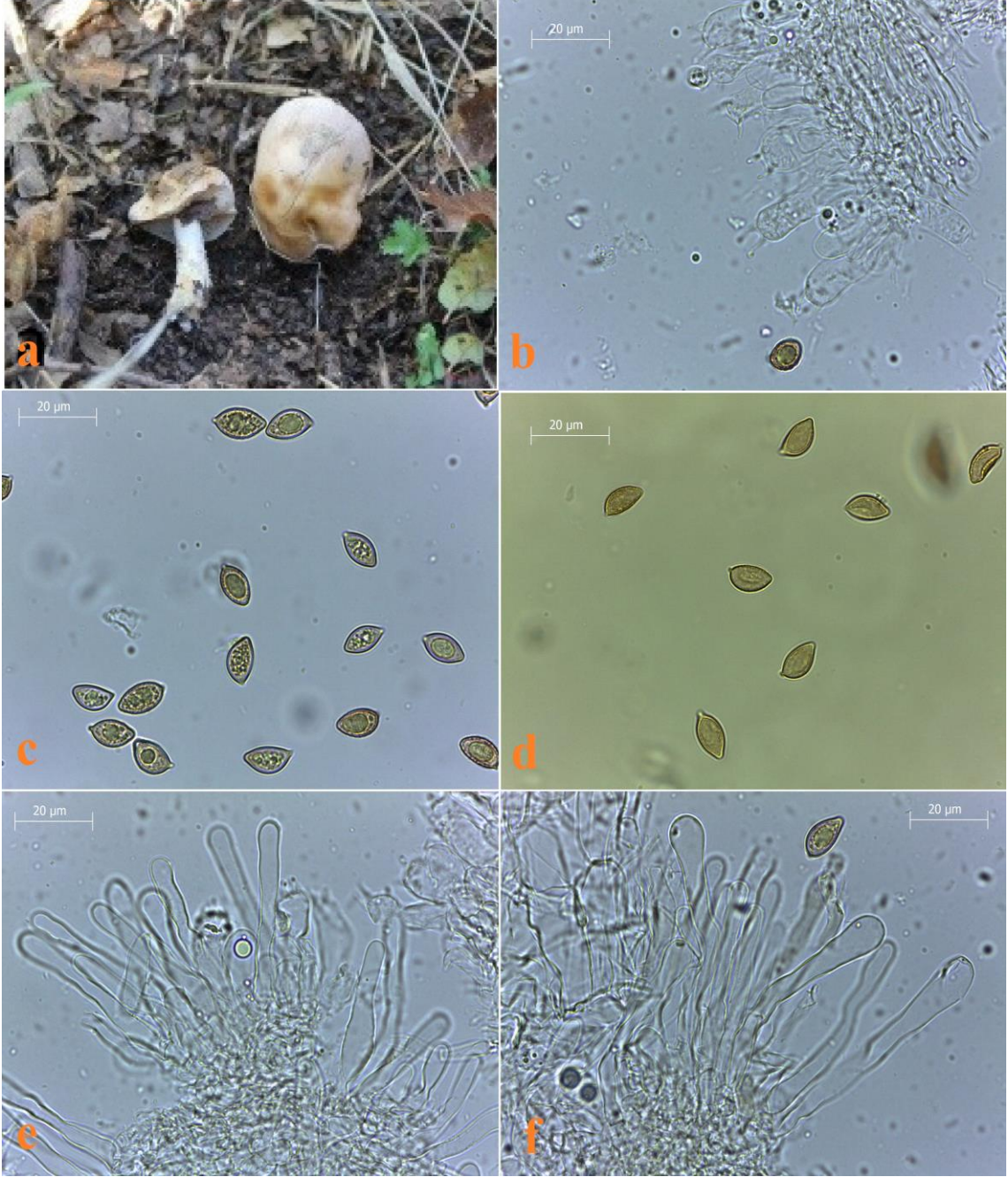
Tip: Almanya: Baden-Württemberg, kireçli topraklarda, yaprak döken ormanlıklarda, göl kenarında, yol kenarında, *Carpinus* sp. ve *Quercus* sp. altında, 190 m, 19.09.2010, H.J. Beker, L. Davies.

Deskripsiyon: **Şapka:** (23)30-61(77) mm; genellikle dışbükey; şapka yüzeyi lekeli veya nemli; kenar genellikle düz; tek renkli, bazen iki renkli; renk merkezde ara sıra koyu sarımsı, tarçın. **Lamel:** genellikle emarjinat, nadiren adneks; tam lamel sayısı L=56-78; beyaz saçaklı kenar sıklıkla bulunur. Kortina: yok. **Sap:** 30-80(110) × 8-20 mm; taban şekli genellikle klavat; apekte pudramsı. **Koku:** genellikle turp ve kakao gibi. **Spor:** 9(9.5)-14(15) × 5-8(8.5) µm, Q= 1.4-1.9; badem, genellikle limoniform, sarı kahverengi; spor kodu: O3 (O4), P0-P2, D2-D4. **Bazidya:** 25-40 × 6-10 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 30-80 × 4-10 × 3-6(9) × 3-10 µm; ana şekil ventriköz, genellikle lageniform, klavat-lageniform, silindirik genikulat, nadiren septalı. **Kaulosistit:** keilosistite benzer, ancak daha büyük, boyu 150 µm'ye kadar.

Habitat: Genellikle yaprak döken ormanlık alanlarda bu türe rastlanılır. Bu tür sıklıkla *Quercus* sp. türleri altında yetişmektedir (Grilli vd., 2015; Cripps vd., 2019; Dizkirici vd., 2022).

Araştırma alanındaki yayılışı: Hakkâri, Şemdinli, Derya köyü, *Quercus* sp. altında, 37.3383°N 44.5322°E, 1616 m, 15.10.2018, VANF1132, İ. Acar.

Not: Çok sayıda lageniform keilosistit, süslü ve güçlü dekstrinoid sporlarıyla bu tür *Velutipes* seksiyonuna aittir. *Hebeloma celatum* türü aynı seksiyonda yer alan türlerden daha büyük ve sağlam bazidyokarp yapısı ile ayırt edilebilmektedir.



Şekil 4.36 *Hebeloma celatum*: a: bazidyokarp, b: bazidya, c: spor (H₂O), d: spor (Melzer), e-f: keilosistit

4.4.5 *Hebeloma cinnamomeum* Beker & U. Eberh., Mycol. Prog. 21: 462 (2022)

Türkçe adı:- / Şekil 4.37

Tip: Japonya: Ishikawa, *Pinus densiflora*, *Quercus serrata* ve *Quercus variabilis* altında, 230 m, 16.10.2016, T. Kasuya (B3261).

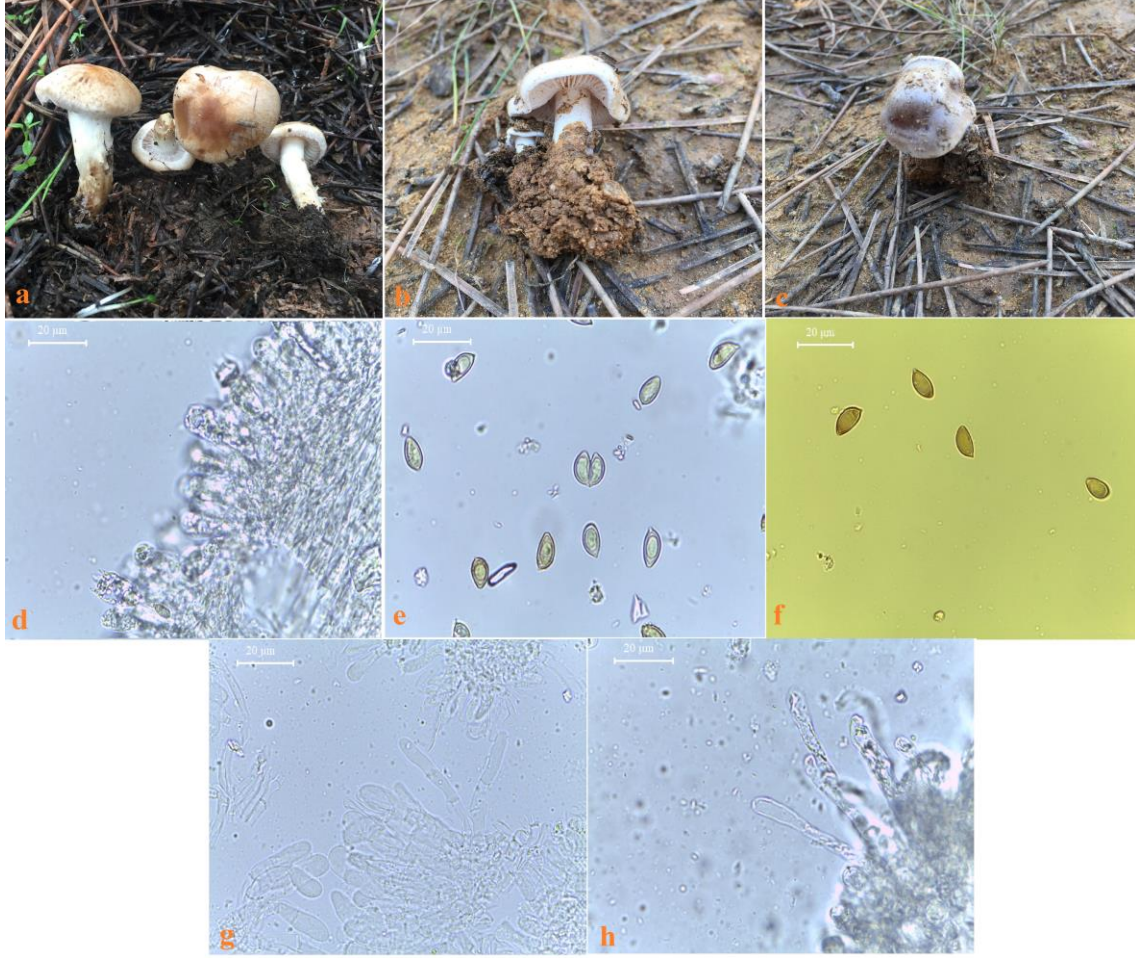
Deskripsiyon: Şapka: (20)21-46(50) mm; genellikle dışbükey, bazen umbonat; kenarları hafif kıvrımlı; genellikle tek renkli; açık kiremit. **Lamel:** emarjinat; tam lamel sayısı L=50-60; beyaz saçaklı kenar var. Kortina: yok. **Sap:** 30-60 × 5-10 mm, taban şekli genellikle klavat, bazen silindirik; apekte pudramsı. **Koku:** kaydedilmemiş. **Spor:** 9-12(14) × 5-7 µm, Q=1.6-1.8; badem; sarı-kahverengi; damla varlığı mevcut; spor kodu: O2-O3, (P0) P1, (D1) D2. **Bazidya:** 22-33 × 6-8 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 33-85 × 4-7 × 2-5 × 3-10(11) µm; klavat-lageniform, klavat-ventrikoz. **Kaulosistit:** keilosistite benzer ancak daha büyük, boyu 110 µm'ye kadar.

Habitat: Bu tür, yaprak döken ormanlık veya ağaçlık alanlarda yetişir. Genellikle *Quercus* sp. ve *Pinus* sp. altında yetişmektedir (Eberhardt vd., 2022a).

Araştırma alanındaki yayılışı: Bingöl, Solhan ilçesi, Yüzen ada mezarısı, çayırılık alan, *Quercus* sp. altında, 38°58.284'N, 40°56.667'E, 1338 m, 30.04.2009, 1085, İ. Acar.

Bingöl, Solhan ilçesi girişi, yol kenarı, *Salix* sp. altında, 38°58.284'N, 40°56.667'E, 1482 m, 30.04.2009, 1072, İ. Acar.

Not: *Denudata* seksiyonunda yer alan bu tür, ilk etapta tarçın rengi şapka yapısıyla seksiyondaki diğer türlerden farklılık göstermektedir. Mikroskopik analizlerde ortalama spor Q değerinin 1.8'den daha az olmasıyla seksiyondaki diğer türlerden ayırt edilebilmiştir.



Şekil 4.37 *Hebeloma cinnamomeum*: a-b-c: bazidyokarp, d: bazidya e: spor (H₂O), f: spor (Melzer), g-h: keilosistit

4.4.6 *Hebeloma crustuliniforme* (Bull.) Quél., Mém. Soc. Emul. Montbeliard Sér. 2, 5: 128 (1872)

Türkçe adı: Benekli turpkokan / Şekil 4.38

Sinonimler: *Agaricus crustuliniformis* Bull., Herb. Fr.: 308 (1787).

Hebeloma macrosporum Velen., Ceske Houby: 398 (1919).

Derminus crustuliniformis (Bull.) J. Schröt., Die Pilze Schlesiens 3: 583 (1889).

Hebelomatis crustuliniformis (Bull.) Locq, Flore Mycologique Vol III- Text. Cortinariales A: 146 (1979).

Hylophila crustuliniformis (Bull.) Quél., Enchiridion Fungorum in Europa Media et Praesertim in Gallia Vigentium: 99 (1886).

Hebeloma longicaudum (Pers.) P. Kumm., Führ. Pilzk. (Zerbst): 80 (1871).

Agaricus ossa J.F. Gmel., Caroli a Linné-Systema naturae per regna tria naturae: secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis 2: 1404 (1792).

Tip: Fransa: Côte-d'Or, La Combe de la Serpente, *Cedrus libanotica* ssp. *atlantica* altındaki iğne yapraklı ağaçlık alanda, kireçli toprakta ve çöpte, 435 m, 11.10.2010, H.J. Beker.

Deskripsiyon: **Şapka:** 35-90(135) mm; genellikle dışbükey, bazen umbonat; evrensel örtü veya lekelenme var; kenar kıvrımlı; tek renkli, bazen iki renkli; renk merkezde krem, sarımsı kahverengi, soluk pembemsi. **Lamel:** emarjinat, nadiren adnat; tam lamel sayısı L=60-100; genellikle çıplak gözle görülebilen damla var; beyaz saçaklı kenar sıklıkla bulunur. Kortina: yok. **Sap:** 30-90(110) × 8-25 mm; taban şekli genellikle klavat; nadiren apekte pudramsı. **Koku:** kokusuz veya zayıf turp kokusu. **Spor:** 10.7-13 × 5-7(8) µm, Q=1.7-1.9; badem; sarı kahverengi, damla var; spor kodu: O2-O3, P1(P2), (D0)D1(D2). **Bazidya:** (20)25-40 × 6-10 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** (20)30-85(100) × 4-10(13) × 2-6 × 2-7 µm; ana şekil genellikle klavat-stipitat, sıklıkla spatülat-stipitat, bazen silindirik, nadiren septalı. **Kaulosistit:** keilosistite benzer, ancak daha büyük, boyu 120 µm'ye kadar.

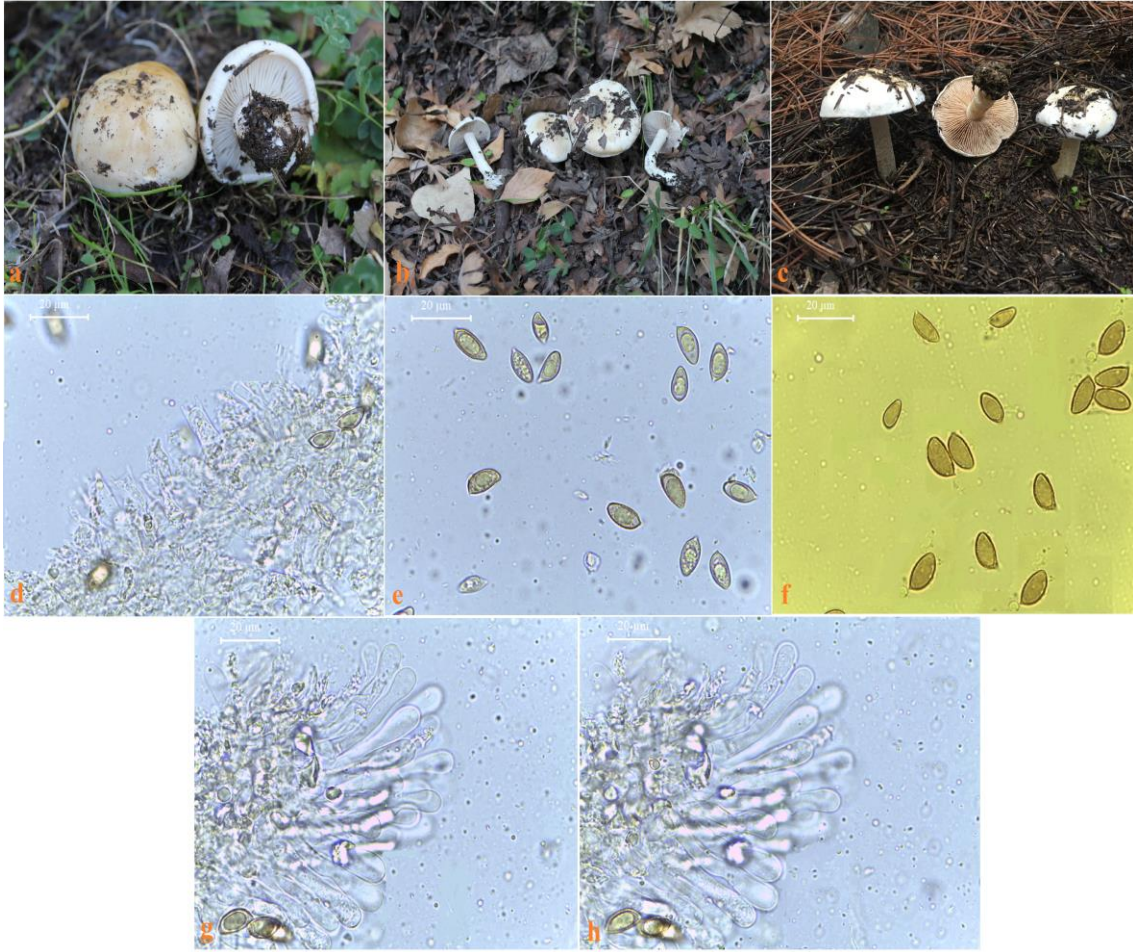
Habitat: Geniş bir yayılıma sahiptir ve genellikle çimenli topraklarda yetişir (Vesterholt, 2000; Vesterholt vd., 2014; Eberhardt vd., 2015; Beker vd., 2016).

Araştırma alanındaki yayılışı: Bingöl, Genç ormanı, konifer ağaçları altında, 38°41'52.78"N, 40°29'25.70"E, 1165 m, 29.11.2018. 1091, İ. Acar.

Populus sp. altında, 778, İ. Acar.

Hakkâri, çimenli toprak üzerinde, *Populus* sp. altında, 37°22'18.63"N, 44°28'34.16"E, 1484 m, 15.05.2014. 29.11.2018. 483, İ. Acar.

Not: *Denudata* seksiyonunda yer alan bu tür, genellikle 60'tan fazla tam lamel sayısı ile diğer türlerden ayırt edilebilir. Lamelleri üzerinde bulunan ve çıplak gözle görülebilen damla varlığı ile karakterizedir.



Şekil 4.38 *Hebeloma crustuliniforme*: a-b-c: bazidyokarp, d: bazidya, e: spor (H₂O), f: spor (Melzer), g-h: Keilosistit

4.4.7 *Hebeloma cylindrosporum* Romagn., Bull. trimest. Soc. Mycol. France 81 (3): 328 (1965)

Türkçe adı:- / Şekil 4.39

Sinonimler: *Hebeloma angustispermum* A. Pearson nom. rej., Transactions of the British Mycological Society 33 (3-4): 301 (1951).

Hebeloma cylindrosporum f. *pseudoradicatum* (Bon) Migl. & Bon, Bollettino della Associazione Micologia ed Ecologica Romana 4 (10): 29 (1987).

Hebeloma cylindrosporum var. *pseudoradicatum* Bon, Fungorum Rariorum Icones Coloratae: 27 (1979).

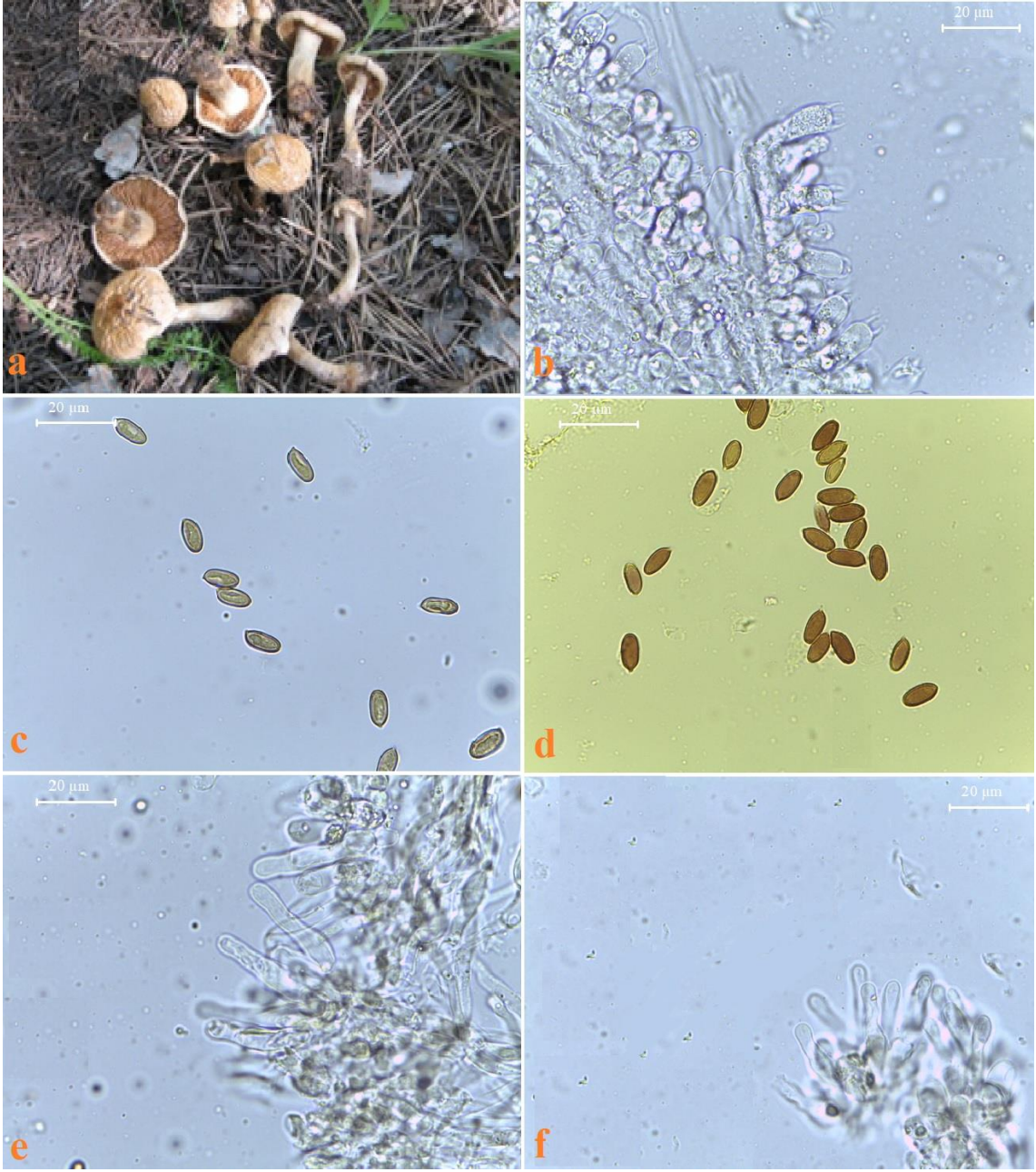
Tip: Fransa: Oise, Foret d'Ermenonville, Bosquet du Prince yakınlarında, iğne yapraklı kumul ormanlık alanlarında, *Pinus pinaster* ve *Pinus sylvestris* altında, asidik, yosunlu toprak ve çöp üzerinde, 110 m, 27.10.1961, H. Romagnesi (61.262).

Deskripsiyon: **Şapka:** (10)-40(60) mm; dışbükey; kenar genellikle düz, bazen kıvrımlı veya dalgalı; genellikle iki renkli; merkezde sarımsı kahverengi, bazen koyu kiremit. **Lamel:** emarjinat, adnat; tam lamel sayısı L=32-64. Kortina: yok. **Sap:** 28-60(90) × 3-15 mm; taban şekli genellikle silindirik ve tipik olarak köklü; fibrilli, apekte pruinoz. **Koku:** genellikle kokusuz, bazen topraksı koku. **Spor:** 7-10 × 4-5.5 µm, Q=1.8-2.0; silindirik; kahverengi; damla var; spor kodu: (O1)O2, P1-P2, D3(D4). **Bazidya:** 17-25 × 5-7 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 18-38 × 3-6 × 2.5-5 × 3-6 µm; ana şekil silindirik, bazen ventrikoz. **Kaulosistit:** keilosistite benzer ancak daha büyük, boyu 100 µm'ye kadar.

Habitat: Genellikle kumlu topraklarda yetişir. *Pinus* sp. türleri altında yetişir (Vesterholt, 2005; Beker vd., 2016; Acar vd., 2021).

Araştırma alanındaki yayılışı: Kars, Selim, *Pinus* sp. altında, 40°27'15.76"N, 42°33'13.94"E, 2137 m, 10.06.2007, VANF7881, Y. Uzun.

Not: *Scabrispora* seksiyonunda yer alan bu tür, tek lokus DNA analizleriyle (LSU bölgesi hariç) monofletik grup oluşturmuş ve diğer türlerden kolayca ayrılmıştır. *Hebeloma* cinsine özgü elips veya badem şeklinde spor şeklinden farklı olarak silindirik sporlara sahip olmasıyla kolayca teşhis edilebilmektedir.



Şekil 4.39 *Hebeloma cylindrosporum*: a: bazidyokarp, b: bazidya, c: spor (H₂O), d: spor (Melzer), e-f: keilosistit

4.4.8 *Hebeloma dunense* L. Corb. & R. Heim, Mém. Soc. Natn. Sci. Nat. Math. Cherbourg 40: 16 (1929)

Türkçe adı: Kumlu turpkokan / Şekil 4.40

Sinonimler: *Hebeloma aprile* Romagn., Sydowia 36: 255 (1947) ["1983"].

Hebeloma claviceps f. *nigrescens* Killerm., Denkschriften der Bayerischen Botanischen Gesellschaft in Regensburg 16: 97 (1925).

Hebeloma collariatum Bruchet, Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon 39, supplement 6: 125 (1970).

Hebeloma collariatum f. *aprile* (Romagn.) Esteve-Rav., Boletín de la Sociedad Micología de Madrid 20: 143 (1995).

Hebeloma collariatum f. *psammicola* (Bohus) Bohus, Documents mycologiques 25 (98-100): 86 (1995).

Hebeloma psammicola Bohus, Ann. Hist.-Nat. Mus. Natl. Hung. 70: 103 (1978).

Hebeloma remyi Bruchet ex Quadr., Mycol. Helv. 3 (2): 193 (1989) ["1988"].

Hebeloma subcaespitosum Bon, Documents mycologiques 8 (29): 35 (1978).

Hebeloma subcaespitosum var. *psammicola* (Bohus) Bohus, Studia Botanica Hungarica 16: 42 (1983).

Hebeloma xerophilum Rudn.-Jez., Acta Mycol. 3: 183 (1967).

Hebeloma bicoloratum var. *coloradense* A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 64 (1983).

Hebeloma naucorioides A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 171 (1983).

Hebeloma pitkinense A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 156 (1983).

Hebeloma subfastigiatum A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 180 (1983).

Hebeloma wellsiae A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 34 (1983).

Tip: Fransa: Manche, Dunes de Vasteville, kumlu toprakta, *Salix repens* altında, 22.05.1926, R. Corbiere.

Deskripsiyon: **Şapka:** 10-30 mm; dışbükey, hafif konik, hafif umbonat; şapka yüzeyi pürüzsüz; kenarları içe veya aşağı dönük; iki renkli; karamel-devetüyü, merkezde karamel. **Lamel:** emarjinat, subdekurrent, L = 25-48, kremi kahve; kenarlar beyaz saçaklı. **Sap:** 20-50 × 2-6 mm, eşit veya tabanda biraz daralan; üst kısım sarımsı; bazen yünlü ve alt kısımda lifler var. Kortina: var. **Koku:** kokusuz veya turp kokusu. **Spor:** 9(10)-11 × 5.5-7.0 µm, Q=1.6; çoğunlukla ellipsoid, bazen badem; spor kodu:

O1-O2, P0, D0-D1. **Bazıdy:** 20-30 × 8-9 µm, klavat, 4 sporlu. **Keilosistit:** 40-55 × 4.5 × 4-6 × 7-10 µm; lageniform, ventrikoz, bazen silindirik. **Kaulosistit:** keilosistite benzer ancak daha düzensiz ve septatlı.

Habitat: Genellikle kumlu alanlarda veya ormanlık alanlarda bulunan yaygın bir tür olup çoğunlukla *Salix* sp. veya *Populus* sp. altında yetişmektedir (Beker vd., 2016; Cripps vd., 2019; Eberhardt vd., 2021b).

Araştırma alanındaki yayılışı: Bingöl, Genç, Genç ormanı, *Pinus* sp. altında, 38°44'519"N, 40°33'424"E, 1059 m, 16.05.2018, 1056, İ. Acar.

Hakkari, Yüksekova-Hakkari yolu, *Populus tremula* altında, 37°42'173"N, 44°03'028"E, 1593 m, 15.10.2017, 1041, İ. Acar.

Hakkari, Yüksekova, Adaklı köyü, *Salix* sp. altında, 37°31'34"N, 44°10'12"E, 1872 m, 06.05.2012, 23, S. Kesici.

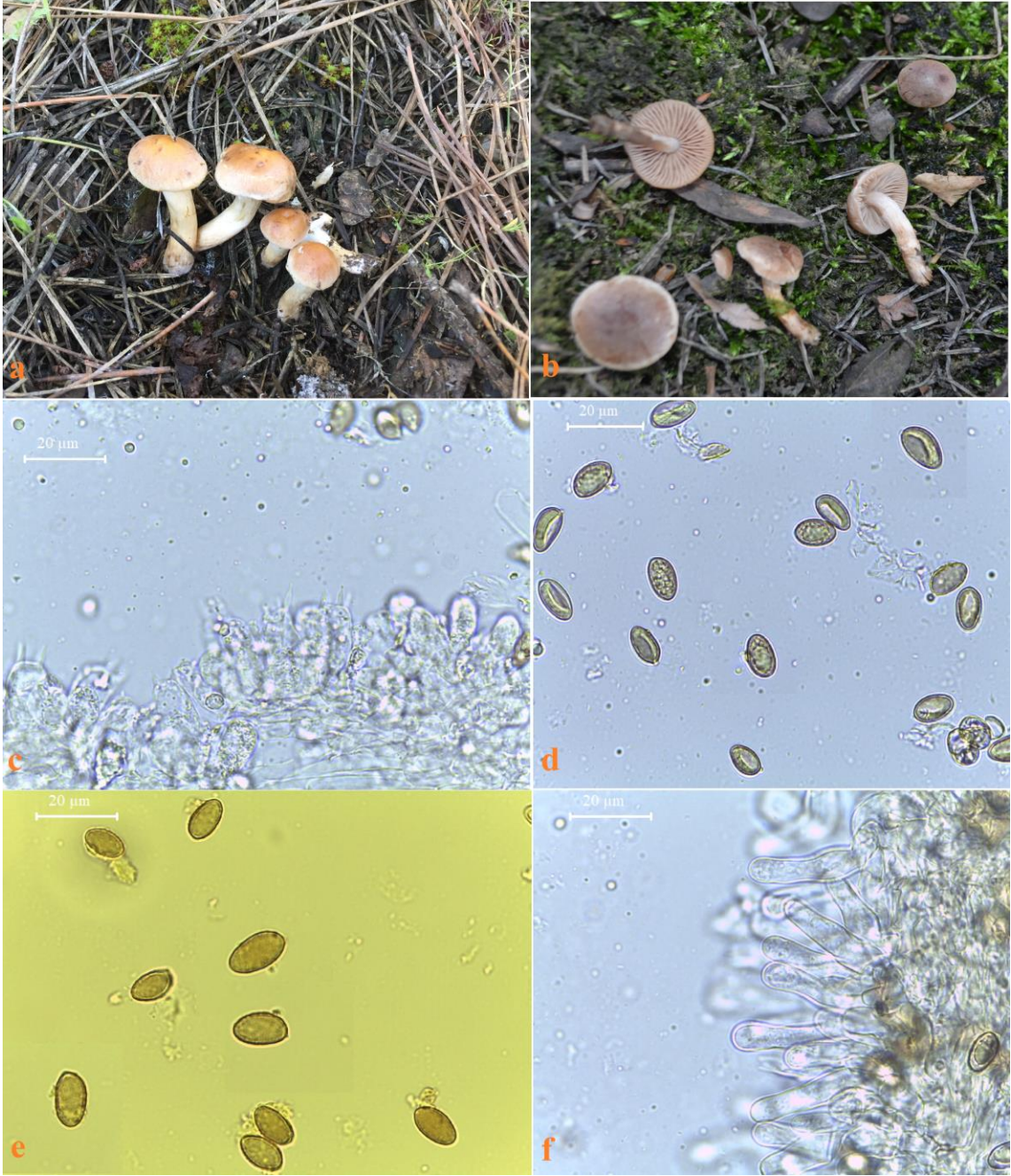
Hakkari, Yüksekova, Adaklı köyü, *Salix* sp. altında, 37°31'40"N, 44°10'04"E, 1873 m, 06.11.2013, 237, S. Kesici.

Hakkari, Yüksekova, Bataklik köyü, *Salix* sp. altında, 37°30'57"N, 44°12'33"E, 1866 m, 26.11.2013, 291, S. Kesici.

Hakkari, Yüksekova, Bulaklı köyü, ormanlık alan, çimenlik üzerinde, 37°31'09"N, 44°11'07"E, 1872 m, 04.11.2013, 225, S. Kesici.

Hakkari, Yüksekova, Gurdere köyü, dere kenarı, *Populus* sp. altında, 37°29'48"N, 44°12'53"E, 1938 m, 24.11.2013, 252, S. Kesici.

Not: *Hebeloma* seksiyonunda yer alan bu tür, *H. mesophaeum* ve *H. excedens* ile benzerlik göstermektedir. Ancak *H. dunense* daha büyük spor boyutlarına sahiptir.



Şekil 4.40 *Hebeloma dunense*: a-b: bazidyokarp, c: bazidya, d: spor (H₂O), e: spor (Melzer), f: keilosistit

4.4.9 *Hebeloma eburneum* Malençon, Champ. Sup. Maroc I. Institut Scientifique Chérifien, Rabat 1: 445 (1970)

Türkçe adı: Boz turpkokan / Şekil 4.41

Sinonimler: *Hebeloma albocolossum* M.M. Moser, Sydowia 38: 174 (1986).

Hebeloma crustuliniforme var. *tiliae* Bresinsky, Z. Mykol. 53 (2): 294 (1987).

Hebeloma ochroalbidum Bohus, Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici 64: 71 (1972).

Hebeloma perpallidum M.M. Moser, Zeitschrift fuer Pilzkunde 36 (1-2): 72 (1970).

Hebeloma coniferarum A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 111 (1983).

Hebelomatis perpallidum (M.M. Moser) Locq. 1979, Flore Mycologique Vol III - Text. Cortinariales A: 146 (1979) ["1977"].

Hebelomatis eburneum (Malençon) Locq. 1979, Flore Mycologique Vol III - Text. Cortinariales A: 146 (1979).

Tip: Morocco: Azrou, *Cedrus libanotica* ssp. *atlantica* altında, 1500 m, 8.11.1941, G. Malençon (1122).

Deskripsiyon: **Şapka:** 50-70(110) mm; genellikle dışbükey, bazen geniş umbonat; evrensel örtü kalıntıları var; kenarları genellikle pürüzsüz, bazen kıvrımlı; genellikle tek renkli, bazen iki renkli; merkezde krem, sarı, sarımsı kahverengi veya sepya. **Lamel:** genellikle emarjinat; tam lamel sayısı L=54-105; genellikle çıplak gözle görülebilen damla var. Kortina: yok. **Sap:** 40-70(100) × 6-40 mm; taban şekli genellikle silindirik, ara sıra klavatlı, bazen apekte yünlü veya fibrilli. **Koku:** genellikle turp veya topraksı. **Spor:** 8(10)-15 × 5-7 µm; Q=1.6-1.9; badem; sarı kahverengi; spor kodu: (O2) O3, P1, D1-D2. **Bazidy:** 20-40 × 6-11 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 32-95 × 5-15 × 2-7 × 2-7 µm; ana şekil genellikle klavat-stipitat, bazen kapitat-stipitat, genikulat, ara sıra septalı. **Kaulosistit:** keilosistite benzer ancak daha büyük, boyu 120 µm'ye kadar.

Habitat: Sıklıkla *Populus* türleri altında yetişir (Eberhardt vd., 2015; Beker vd., 2016).

Araştırma alanındaki yayılışı: Bingöl, Sanayi sitesi, bahçelik alan, *Populus* sp. altında, 38°54'15"N, 40°32'00"E, 1046 m, 01.11.2008, 986, İ. Acar.

Bingöl, il mezarlığı karşısı, *Pinus* sp. altında, 38°53'47"N, 40°29'55"E, 1184 m, 01.05.2009, 1133, İ. Acar.

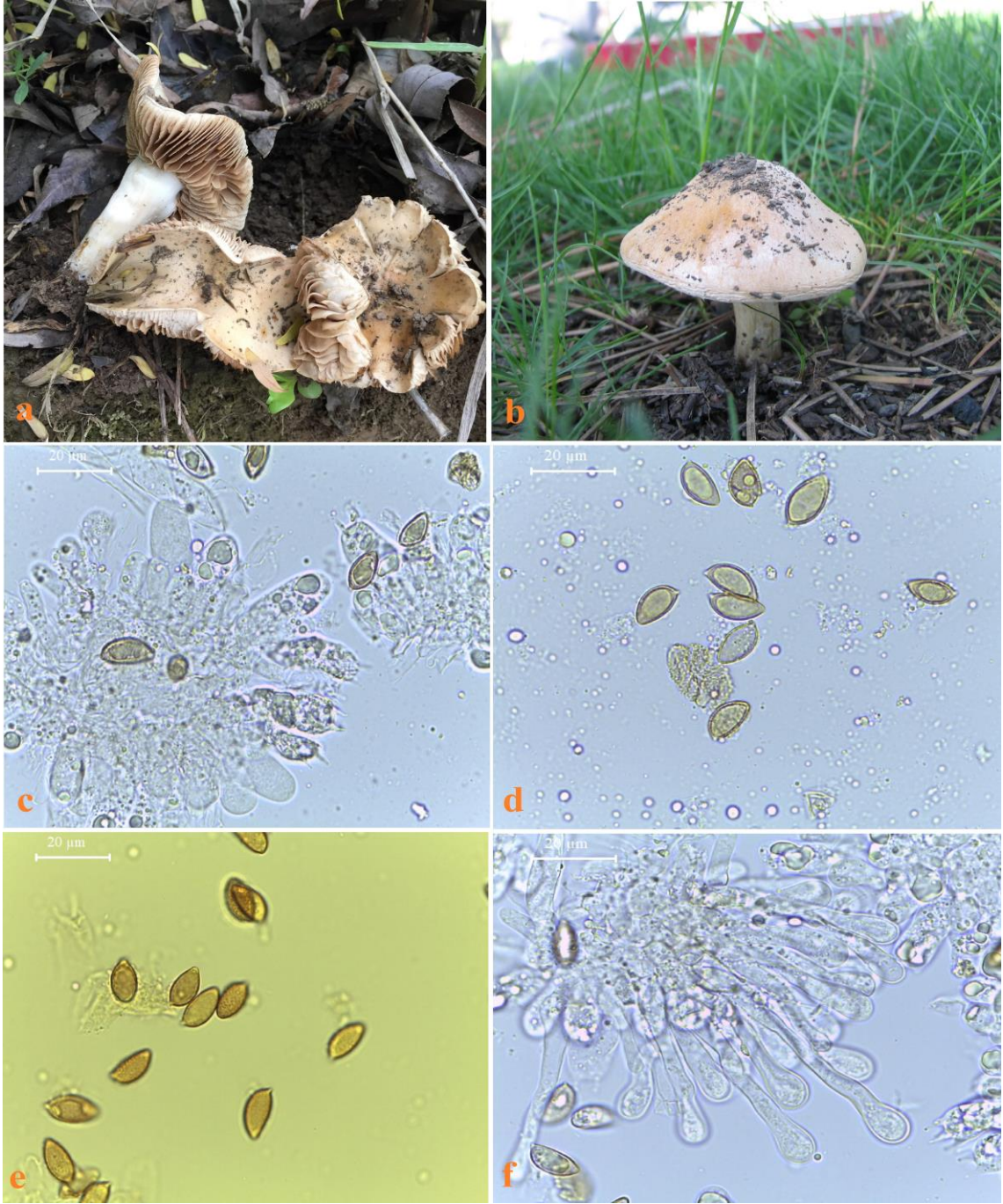
Diyarbakır, Hani, *Salix-Populus* sp. altında, 38°24'28"N, 40°23'31"E, 886 m, 17.10.2009, 18, Y. Uzun.

Diyarbakır, Hani, *Salix-Populus* sp. altında, 38°24'33"N, 40°23'30"E, 889 m, 18.10.2009, 32, Y. Uzun.

Van, Muradiye, Muradiye şelalesi civarı, *Salix* sp. altında, 39°03'24"N, 43°45'23"E, 1804 m, 11.05.2018, 1045, İ. Acar.

Not: *Denudata* seksiyonunda yer alan bu tür, morfolojik olarak *H. geminatum*'a yakındır ancak genellikle daha büyük sporlara sahiptir. Ayrıca, *H. crustuliniforme* türü ile benzerlik göstermekte ancak ortalama olarak daha büyük bir apekse sahip olan keilosistit ile ayırt edilebilir.





Şekil 4.41 *Hebeloma eburneum*: a-b: bazidyokarp, c: bazidya d: spor (H₂O), e: spor (Melzer), f: keilosistit

4.4.10 *Hebeloma excedens* (Peck) Sacc., Syll. Fung. (Abellini) 5: 806 (1887)

Türkçe adı: - / Şekil 4.42

Sinonimler: *Agaricus excedens* Peck, Ann. Rep. N.Y. St. Mus. nat. Hist.: 68 (1872).

Hebeloma agglutinatum A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 163 (1983).

Hebeloma bicoloratum A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 166 (1983).

Hebeloma brunneomaculatum A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 52 (1983).

Hebeloma ellipsoideosporium Hesler, Kew Bulletin 31 (3): 476 (1977).

Hebeloma evensoniae A.H. Sm. & Mitchel, in Smith, Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 36 (1983).

Hebeloma kauffmanii A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 56 (1983).

Hebeloma luteobrunneum A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 42 (1983).

Hebeloma mesophaeum var. *bifurcatum* A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 78 (1983).

Hebeloma proximum A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 173 (1983).

Hebeloma pumiloides A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 176 (1983).

Hebeloma pseudomesophaeum A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 174 (1983).

Hebeloma pumiloides var. *sylvestre* A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 177 (1983).

Inocybe sterlingii Peck, Bull. Torrey bot. Club 33 (4): 217 (1906).

Hebeloma sterlingii (Peck) Murrill, N. Amer. Fl. 10 (3): 217 (1917).

Hebeloma urbanicola A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 181 (1983).

Hebeloma vatricosoides (Peck) Murrill, N. Amer. Fl. 10 (3): 219 (1917).
Inocybe vatricosoides Peck, Bull. N.Y. St. Mus.: 67 (1910).

Tip: New York: Saratoga, Saratoga county, ormanlık alanda kumlu toprakta, *Pinus* sp. altında, 100 m, Ekim 1870, C.H. Peck.

Deskripsiyon: Şapka: 15-40(60) mm; genellikle dışbükey, bazen umbonat; evrensel örtü kalıntısı var, lekeli veya tüylü; kenar kıvrımlı, sarkan tüylü veya fibrilli; genellikle iki renk; renk merkezde tarçın veya sarımsı kahverengi, turuncu-kahverengi. **Lamel:** emarjinat, ara sıra adnat veya adneks; tam lamel sayısı L=32-53. Kortina varlığı: var. **Sap:** 20-65(90) × 2-10 mm; taban şekli silindirik, fibrilli. **Koku:** kokusuz veya zayıf turp, topraklı koku. **Spor:** 6-11 × 4-7 × µm, Q=1.5-1.9; elips, oval; sarı veya sarı kahverengi, spor kodu: O1(O2), P0, D0. **Bazidy:** 20-30 × 5-9 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 25-75 × 2-7 × 2-7 × 4-10 µm; ana şekil lageniform veya ventriköz, bazen silindirik. **Kaulosistit:** keilosistite benzer, ancak daha büyük, boyu 95 µm'ye kadar.

Habitat: Sıklıkla *Pinus* sp., *Salix* sp. ve *Populus* sp. altında yetişmektedir (Cripps vd., 2019; Eberhardt vd., 2021b; Dizkirici vd., 2022).

Araştırma alanındaki yayılışı: Bingöl, Sarıçiçek köyü, *Salix-Populus* sp. altında, 38°53'15"N, 40°35'51"E, 1077 m, 01.05.2009, 1105, İ. Acar.

Bingöl, Genç, Genç ormanı, *Pinus* sp. altında, 38°44'56"N, 40°34'07"E, 1078 m, 08.11.2008, 1009, İ. Acar.

Bitlis, Bitlis-Van yolu, *Populus* sp. altında, 38°22'16"N, 42°47'58"E, 1952 m, 15.05.2018, 1051, İ. Acar.

Erzurum, Oltu, İnciköy geçidi tepe noktası, Konifer alan, 40°35'29"N, 41°49'41"E, 2173 m, 05.06.2018, 47, C. Sadullahoğlu.

Erzurum, Narman, Telli köyü civarı, Konifer alan, 40°12'39"N, 41°47'48"E, 2045 m, 01.07.2018, 403, C. Sadullahoğlu.

Not: *Hebeloma* seksiyonunda yer alan bu tür, *H. mesophaeum* türüyle benzerlik göstermektedir. *Hebeloma excedens* ve *H. mesophaeum* türleri yakın morfolojik ve ekolojik benzerlikleri nedeniyle birbirlerinden kolaylıkla ayrılamazlar. Ancak şapka morfolojisindeki farklılıklar türlerin ayırt edilmesinde yararlı olabilmektedir. *Hebeloma excedens*'in şapkası genel olarak daha az sarı kahverengidir ve şapka kenarı lamellerin üzerine uzanır. Ayrıca *H. excedens*'in sap yüzeyinde *H. mesophaeum*'da görülmeyen fibrilleri vardır.



Şekil 4.42 *Hebeloma excedens*: a-b-c: bazidyokarp, d: bazidya, e: spor (H₂O), f: spor (Melzer), g: keilosistit

4.4.11 *Hebeloma geminatum* Beker, Vesterh. & U.Eberh., Persoonia 35: 122 (2015)

Türkçe adı: - / Şekil 4.43

Tip: Danimarka: NWJ, Nystrup Klitplantage, ormanlık plantasyonda, kireçli topraklarda, *Abies* sp. altında, 20.10.1996, J. Vesterholt.

Deskripsiyon: **Şapka:** 40-85(100) mm; genellikle dışbükey; kenar kıvrımlı veya düz; genellikle tek renkli; merkezde renk soluk krem, sarımsı. **Lamel:** emarjinat, adnat; tam lamel sayısı L=60-100; genellikle çıplak gözle görülebilen damla var; beyaz saçaklı kenar sıklıkla bulunur. Kortina: yok. **Sap:** 35-80(110) × 6-20 mm; taban şekli genellikle klavat veya silindirik, fibrilli. **Koku:** sıklıkla turp kokusu. **Spor:** 8-10(12) × 5-6(8) µm, Q=1.4-1.9; badem; renk genellikle sarı kahverengi; spor kodu: O2-O3, P1, D0-D1. **Bazidya:** 20-40 × 6-9 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 35-90(95) × 6-15 × 2-5(7) × 2-7 µm;

ana şekil klavat-stipitat, bazen kapit-at-stipitat, nadiren septalı. **Kaulosistit:** keilosistite benzer ancak daha büyüktür, boyu 70 µm'ye kadar.

Habitat: Avrupa'da yaygın bir türdür. Sıklıkla *Salix* sp. ve *Populus* sp. altında yetişir (Eberhardt vd., 2015; Eberhardt vd., 2021b; Dizkirici vd., 2022).

Araştırma alanındaki yayılışı: Bingöl, Elmalı köyü, *Populus* sp. altında, 39°22'54"N, 40°38'32"E, 1634 m, 20.05.2017, VANF1116, İ. Acar.

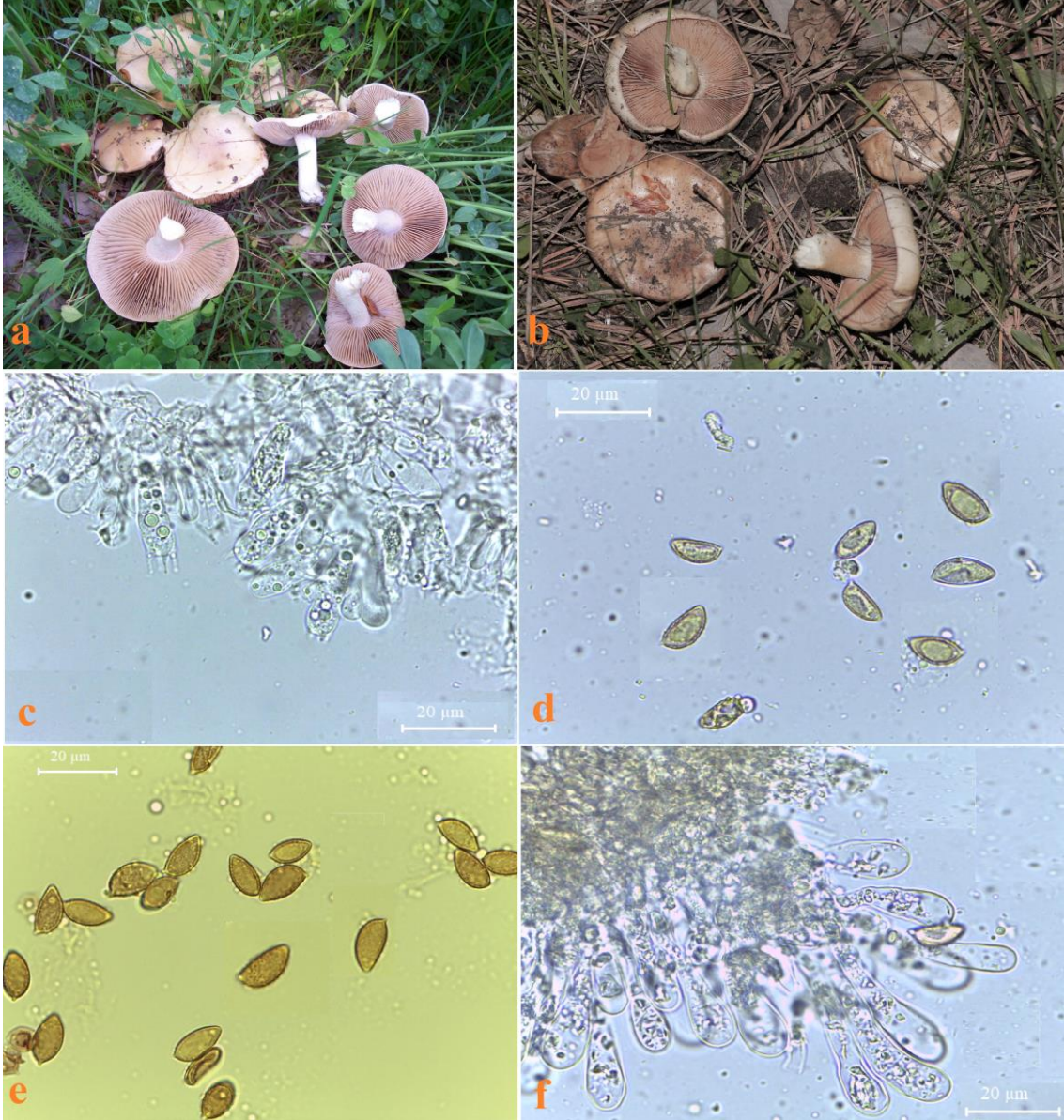
Erzincan, Refahiye, Çam ormanı, *Pinus* sp. altında, 39°53'56"N, 38°46'00"E, 1590 m, 05.06.2006, 529, A. Keleş.

Erzurum, Narman, Göllü köyü karşısı, Karışık ağaçlık alan, 39°13'54"N, 41°52'04"E, 1937 m, 07.06.2018, 176, C. Sadullahoğlu.

Erzurum, Narman, Telli köyü civarı, Konifer alan, 40°12'37"N, 41°47'45"E, 2045 m, 01.07.2018, 407, C. Sadullahoğlu.

Kars, Sarıkamış, Kızılçubuk köyü, Divik yaylası civarı, *Pinus* sp. altı, 40°21'57"N, 42°30'51"E, 2388 m, 11.06.2014, 680, M. Emre Akçay.

Not: *Denudata* seksiyonunda bulunan bu tür, *H. crustuliniforme* kompleksi içerisindeki türlerle benzerlik gösterir. Özellikle *H. crustuliniforme* olarak birçok araştırmacı tarafından tanımlanabilmektedir. Ancak *H. geminatum* türünün sporları, ortalama olarak 11 µm'den daha kısa ve 6 µm'den daha kısa genişliktedir. Ayrıca, her zaman en az 60 olan tam lamel sayısı ile seksiyonun diğer üyelerinden ayırt edilebilir.



Şekil 4.43 *Hebeloma geminatum*: a-b: bazidyokarp, c: bazidya, d: spor (H₂O), e: spor (Melzer), f: keilosistit

4.4.12 *Hebeloma lutense* Romagn., Bull. trimest. Soc. Mycol. France 81 (3): 342 (1965)

Türkçe adı: - / Şekil 4.44

Tip: Fransa: Yvelines, Foret de Rambouillet (S.-et-O.), ormanlık göl kenarında siltli toprakta, *Betula* sp. ve *Salix* sp. altında, 135 m, 11.10.1959, H. Romagnesi (R59.232).

Deskripsiyon: **Şapka:** 20-38(50) mm; genellikle dışbükey, kenar düz, bazen kıvrımlı; genellikle iki renk; merkezde sarımsı kahverengi, koyu kahverengi, turuncu-kahverengi. **Lamel:** emarjinat; tam lamel sayısı L=40-58; genellikle çıplak gözle görülebilen, damla var; beyaz saçaklı kenar sıklıkla bulunur. Kortina: yok. **Sap:** 30-50 × 5-10 mm; taban şekli genellikle klavat veya silindirik; genellikle yünlü. **Koku:** genellikle turp kokusu veya kokusuz. **Spor:** 8-11(14) × 5-7 µm, Q=1.4-1.9; badem, elips; sarı kahverengi; spor kodu: O2-O3, P0-P1(P2), (D1)D2. **Bazidya:** 26-40 × 5-10 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 28-70(80) × 4-10 × 2-7 × 2-7 µm; ana şekil genellikle klavat-stipitat, ara sıra klavat-lageniform ve kıvrımlı. **Kaulosistit:** keilosistite benzer ancak daha büyük, boyu 95 µm'ye kadar.

Habitat: Yaprak döken ormanlar bu türün yayılış alanlarıdır. Çoğunlukla *Salix* sp. türleri altında yetişir (Eberhardt vd., 2015; Beker vd., 2016).

Araştırma alanındaki yayılışı: Bingöl, Güveçli köyü, dere kenarı, *Salix-Populus* sp. altında, 38°50'49"N, 40°31'29"E, 1095 m, 18.10.2008, 941, İ. Acar.

Hakkari, Yüksekova, Gürdere köyü, *Populus* sp. altında, 37°29'48"N, 44°12'53"E, 1962 m, 03.11.2013, 177, S. Kesici.

Not: *Denudata* seksiyonunda yer alan bu tür, kıvrımlı keilosistit yapısı ve uzun ince bazidya yapısı ile seksiyondaki diğer üyelerden ayrılır.



Şekil 4.44 *Hebeloma lutense*: a-b: bazidyokarp, c: bazidya d: spor (H₂O), e: spor (Melzer), f: keilosistit

4.4.13 *Hebeloma mesophaeum* (Pers.) Quél., Mém. Soc. Emul. Montbeliard Sér.2, 5: 128 (1872)

Türkçe isim: Ala turpkokan / Şekil 4.45

Sinonimler: *Agaricus fastibilis* var. *mesophaeus* Pers., Mycologia Europaea: 173 (1828).

Hebeloma bruchetii Bon, Bulletin trimestriel de la Fédération Mycologique Dauphiné-Savoie 102: 23 (1986).

Hebeloma caespitosum Velen., Ceske Houby: 389 (1919) ["1920"].

Hebeloma cinereum Velen., Ceske Houby: 396 (1919) ["1920"].

Hebeloma mammillatum Velen., Nov. Mycol. L. Soucek, Prague: 118 (1939).

Hebeloma mesophaeum var. *crassipes* Vesterh., Nord. J. Bot. 9 (3): 298 (1989).

Hebeloma mesophaeum var. *cremeovelatum* Bon & Quadr., Documents mycologiques 14 (56): 31 (1985) ["1984"].

Hebeloma mesophaeum var. *minus* (Cooke) Masee, British Fungus-Flora. A Classified Text-Book of Mycology 2: 176 (1893).

Hebeloma petrakii Hruby ex. Singer, The Agaricales in Modern Taxonomy 22: 538 (1951) ["1949"].

Hebeloma repandum Bruchet, Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon 39, supplement 6: 126 (1970).

Hebeloma strophosum (Fr.) Sacc., Syll. Fung. 5: 808 (1887).

Hebeloma subcollariatum (Berk. & Broome) Sacc., Syll. Fung. 5: 798 (1887).

Inocybe velenovskyi Hruby, Hedwigia 70 (3-4): 281 (1930).

Hebeloma gregarium Peck, Ann. Rep. N.Y. St. Mus. 49: 32 (1897) ["1896"].

Hebeloma lateritium Murrill, N. Amer. Fl. 10 (3): 224 (1917).

Hebeloma maritimum A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 99 (1983).

Hebeloma mesophaeum var. *imitatum* A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 75 (1983).

Hebeloma mesophaeum var. *lateritium* (Murrill) A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 72 (1983).

Hebeloma mesophaeum var. *longipes* A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 170 (1983).

Hebeloma mesophaeum var. *subobscureum* A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 74 (1983).

Hebeloma mesophaeum var. *velovinaceum* A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 73 (1983).

Hebeloma vinaceogriseum A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 28 (1983).

Hebeloma moseri Singer, Beihefte zur Nova Hedwigia 29: 287 (1969).

Agaricus mesophaeus var. *minor* (Cooke) Cooke, Handbook of British Fungi Edn. 2: 163 (1886).

Hebelomatis repandum Locq., Flore Mycologique Vol III - Text. Cortinariales A: 146 (1979).

Inocybe victoriae (Cooke & Massee) Sacc., Syll. Fung. 9.: 101 (1891).

Hebeloma victoriae (Cooke & Massee) Pegler, Aust. J. Bot. 13: 347 (1965).

Tip: Danimarka: Kirkemilen, Skagen Klitplantage, iğne yapraklı ormanlık plantasyonda, kumlu toprakta, *Pinus sylvestris* ve *Salix repens* altında, 26.09.2003, A. Eriksen, J. Vesterholt (JV-03-547).

Deskripsiyon: **Şapka:** 20-40(60) mm; dışbükey, umbonat; evrensel bir örtü var; kenar genellikle düz, sarkan tüylü, kıvrımlı; genellikle iki renk, bazen tek renkli; merkezde koyu kahverengi, sarımsı kahverengi veya kızıl-kahverengi. **Lamel:** emarjinat, adnat, adneks; tam lamel sayısı L=32-56; beyaz saçaklı kenar sıklıkla bulunur. Kortina varlığı: var. **Sap:** 15-75(100) × 2-10 mm; taban şekli genellikle silindirik, apekte pruinöz, lifli. **Koku:** genellikle turp. **Spor:** 6-13 × 4-7 µm, Q=1.2-1.6; elips şeklinde, bazen oval, silindirik; sarı, kahverengi, spor kodu: O1, P0, D0 (D1). **Bazıdy:** 20-40 × 5-10 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 20-80 × 2-9 × 2-7 × 3-15 µm; ana şekil genellikle lageniform veya ventriköz, ara sıra silindirik. **Kaulosistit:** keilosistite benzer, ancak daha büyük, boyu 130 µm'ye kadar.

Habitat: Sıklıkla *Pinaceae* familyasına ait türler altında yetişir (Beker vd., 2016; Eberhardt vd., 2016a; Cripps vd., 2019; Eberhardt vd., 2021b).

Araştırma alanındaki yayılışı: Bingöl, Genç ormanı, *Pinus* sp. altında, 38°44'56"N, 40°34'07"E, 1078 m, 13.05.2008, 630, İ. Acar.

Bingöl, Genç ormanı, *Pinus* sp. altında, 38°45'01"N, 40°34'03"E, 1047 m, 17.05.2008, 664, İ. Acar.

Bingöl, Karlıova yolu, çayırılık alanda, 39°18'01"N, 41°01'24"E, 1780 m, 20.05.2008, 780, İ. Acar.

Bingöl, Karlıova yolu, çayırılık alanda, *Populus* sp. altında, 39°18'03"N, 41°00'51"E, 1820 m, 24.05.2008, 788, İ. Acar.

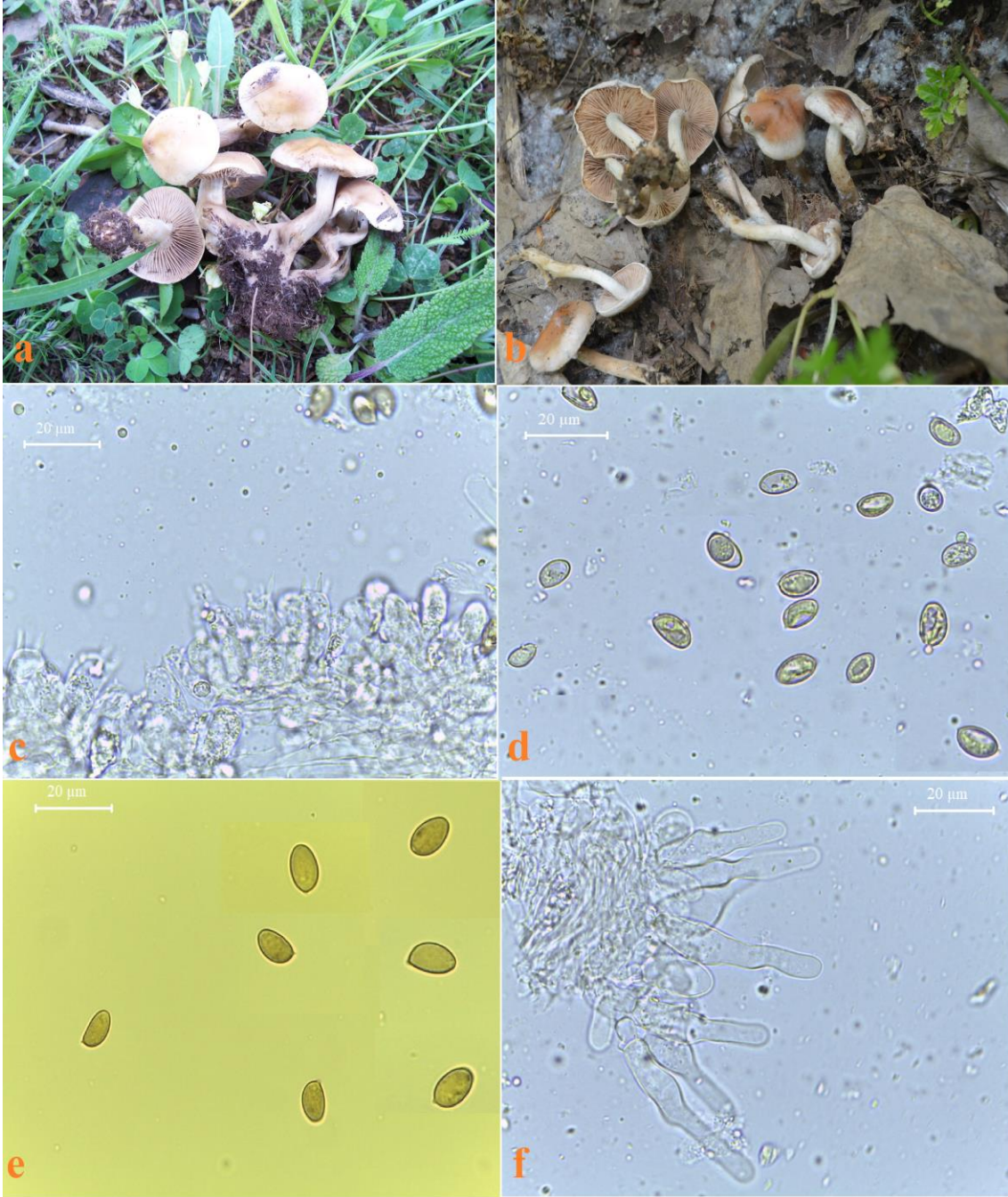
Bingöl, Güveçli köyü, dere kenarı, *Prunus* sp. altında, 38°50'49"N, 40°31'36"E, 1093 m, 02.05.2009, 1151, İ. Acar.

Hakkari, Yüksekova, Gurdere köyü, *Populus* sp. altında, 37°29'48"N, 44°12'53"E, 1938 m, 24.11.2013, 269, S. Kesici.

Hakkari, Yüksekova, Gurdere köyü, *Populus* sp. altında, 37°29'50"N, 44°12'53"E, 1931 m, 14.05.2014, 330, S. Kesici.

Hakkari, Yüksekova, Gurdere köyü, *Populus* sp. altında, 37°29'47"N, 44°12'54"E, 1945 m, 14.05.2014, 340, S. Kesici.

Not: *Hebeloma* seksiyonunda yer alan bu tür, *H. subtortum* ile benzerlik göstermektedir. Ancak, *H. subtortum* daha sağlam basidiomlara, daha fazla sayıda lamellere (L en az 50) ve daha oval sporlara sahiptir.



Şekil 4.45 *Hebeloma mesophaeum*: a-b: bazidyokarp, c: bazidya d: spor (H₂O), e: spor (Melzer), f: keilosistit

4.4.14 *Hebeloma minus* Bruchet, Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon 39, (suppl. 6): 126 (1970)

Türkçe adı: - / Şekil 4.46

Sinonimler: *Hebelomatis minus* (Bruchet) Locq., Flore Mycologique Vol III - Text. Cortinariales A: 146 (1979).

Tip: Fransa: Savoie, Lac des Assiettes, Col de la Vanoise, alp çayırlarında asitli topraklarda, *Salix herbacea* altında, 2500 m, 11.09.1969, G. Bruchet

Deskripsiyon: **Şapka:** 10-25(30) mm; dışbükey, umbonat; kenar genellikle düz, bazen kıvrımlı; genellikle iki renk, bazen tek renkli; renk merkezde sarımsı kahverengi veya koyu kahverengi. **Lamel:** emarjinat, nadiren adnat; tam lamel sayısı L=26-40; beyaz saçaklı kenar sıklıkla bulunur. Kortina: yok. **Sap:** 10-30(40) × 2-8 mm; genellikle silindirik, bazen klavatlı; pudramsı. **Koku:** kokusuz veya hafif turp kokusu. **Spor:** 9-15 × 5-7 µm, Q=1.6-1.9; badem, bazen limoniform; kahverengi veya sarı kahverengi, spor kodu: O2-O3, P0-P1, D1-D2. **Bazidya:** 27-40 × 7-15 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 35-70(80) × 8-15 × 3-7 × 2-8 µm; ana şekil genellikle klavat-stipitat, sıklıkla kapitat-stipitat, apikal kalınlaşma görülebilir. **Kaulosistit:** keilosistite benzer, ancak daha büyük, boyu 100 µm'ye kadar.

Habitat: Genelde arktik tundra alanlarda yosunlu toprakları tercih eder. Sıklıkla *Salix* sp. altında yetişmektedir (Eberhardt vd., 2015; Beker vd., 2016; Eberhardt vd., 2021b).

Araştırma alanındaki yayılışı: Hakkâri, Yüksekova, Adaklı köyü, çayırılık alan, 37°31'34"N, 44°10'12"E, 1870 m, 03.11.2012, 4, S. Kesici.

Hakkari, Yüksekova, Adaklı köyü, çayırılık alan, 37°31'39"N, 44°10'04"E, 1872 m, 03.11.2012, 5, S. Kesici.

Hakkari, Yüksekova, Adaklı köyü, çayırılık alan, 37°31'35"N, 44°10'11"E, 1868 m, 03.11.2012, 16, S. Kesici.

Not: *Hebeloma minus* türü klavat keilosistit yapısıyla *Denudata* seksiyonu içerisinde yer almaktadır. Morfolojik olarak *H. alpinum* türüyle benzerlik göstermektedir ancak daha küçük ve koyu renkli şapka yapısı ve daha az sayıda tam lamel sayısı ile ayrılmaktadır.



Şekil 4.46 *Hebeloma minus*: a-b-c: bazidyokarp, d: bazidya e: spor (H₂O), f: spor (Melzer), g-h: keilosistit

4.4.15 *Hebeloma nauseosum* Sacc., Syll. Fung. 9.: 102 (1891)

Türkçe adı: - / Şekil 4.47

Sinonimler: *Hebeloma fusipes* Bres., Bollettino della Società Botanica Italiana 1: 196 (1892).

Hebeloma gigaspermum Gröger & Zschiesch., Z. Mykol. 47 (2): 201 (1981).

Hebeloma groegeri Bon, Documents Mycologiques 31 (123): 27 (2002).

Hebelomatis fusipes (Bres.) Locq., Flore Mycologique Vol III- Text. Cortinariales A: 146 (1979).

Agaricus nauseosus Cooke, Grevillea 16 (78): 43 (1887).

Hebelomatis nauseosum (Sacc.) Locq., Flore Mycologique Vol III- Text. Cortinariales A: 133 (1979).

Tip: İtalya: Marches, Carpegna, yaprak döken ormanlık alanda, çıplak toprakta, *Quercus* sp. altında, 730 m, 16.10.2004, H.J. Beker.

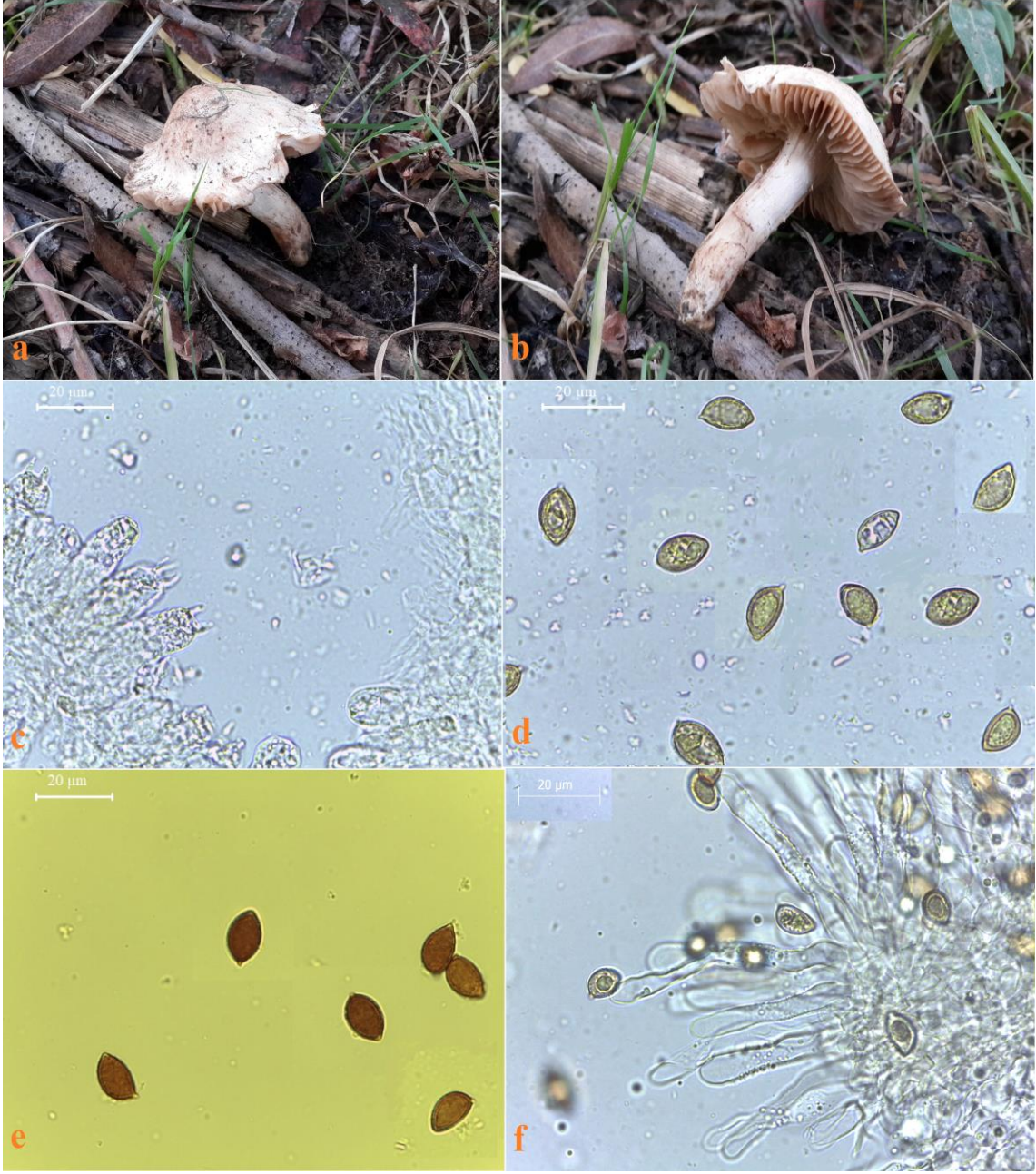
Deskripsiyon: **Şapka:** 20-40 mm; genellikle dışbükey, genellikle düz bazen geniş şekilde umbonat; kenar genellikle düz, ara sıra kıvrımlı; genellikle tek renkli; krem, bal, tarçın, sarımsı kahverengi, koyu sarı. **Lamel:** emarjinat, bazen adnat; tam lamel sayısı L=25-45. Kortina: yok. **Sap:** 25-55 × 4-10 mm; taban şekli genellikle silindirik, ara sıra klavatl; fibrilli, apekte pudramsı. **Koku:** genellikle tatlı, şekerimsi. **Spor:** 11-16 × 6-9.2 µm; Q=1.7-1.8; badem, limoniform, nadiren fusoid; belirgin bir apikulus, kahverengi; spor kodu: O2-O3, P1-P2, D2-D3-D4. **Bazıdy:** 30-44 × 7.3-11.5 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 25-65 × 5.5-15.8 × 3-11 × 2.5-10.5 µm; silindirik, klavat, nadiren kapitat, nadiren çatallı. **Kaulosistit:** keilosistite benzer, ancak daha büyük, boyu 50 µm'ye kadar.

Habitat: Genellikle yaprak döken ormanlık alanlarda, sonbahar aylarında tek veya gruplar halinde yetişir (Beker vd., 2016).

Araştırma alanındaki yayılışı: Hakkâri, Hakkâri-Yüksekova yol ayrımı, *Populus* sp. altında, 37°42'173"N, 44°03'028"E, 1593 m, 23.10.2018, 379-380, İ. Acar.

Hakkari, Yüksekova, Gurdere köyü, *Salix* sp. altında, 37°29'48"N, 44°12'53"E, 1962 m, 05.10.2014, 368, S. Kesici.

Not: Bu tür tek lokus DNA analizlerinde (LSU bölgesi hariç) monofletik grup oluşturur ve diğer türlerden kolayca ayrılır. Tatlı kokusu ile *Sacchariolentia* seksiyonunda yer almaktadır.



Şekil 4.47 *Hebeloma nauseosum*: a-b: bazidyokarp, c: bazidya, d: spor (H₂O), e: spor (Melzer), f: keilosistit

4.4.16 *Hebeloma pusillum* J.E. Lange, Fl. Agaric. Danic. V. 5(Taxon. Consp.): IV (1940)

Türkçe adı: Benli turpkokan / Şekil 4.48

Sinonimler: *Hebeloma pusillum* var. *longisporum* Bruchet, Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon 39, supplement 6: 126 (1970).

Hebeloma vaccinum var. *cephalotum* Enderle & Vesterh., Die Pilzflora des Ulmer Raumes: 379 (2004).

Hebeloma pusillum J.E. Lange, Dansk Botanisk Arkiv 9 (6): 6 (1938).
Hebelomatis pusillum (J.E. Lange) Locq. ;, Flore Mycologique Vol III - Text. Cortinariales A: 146 (1979).

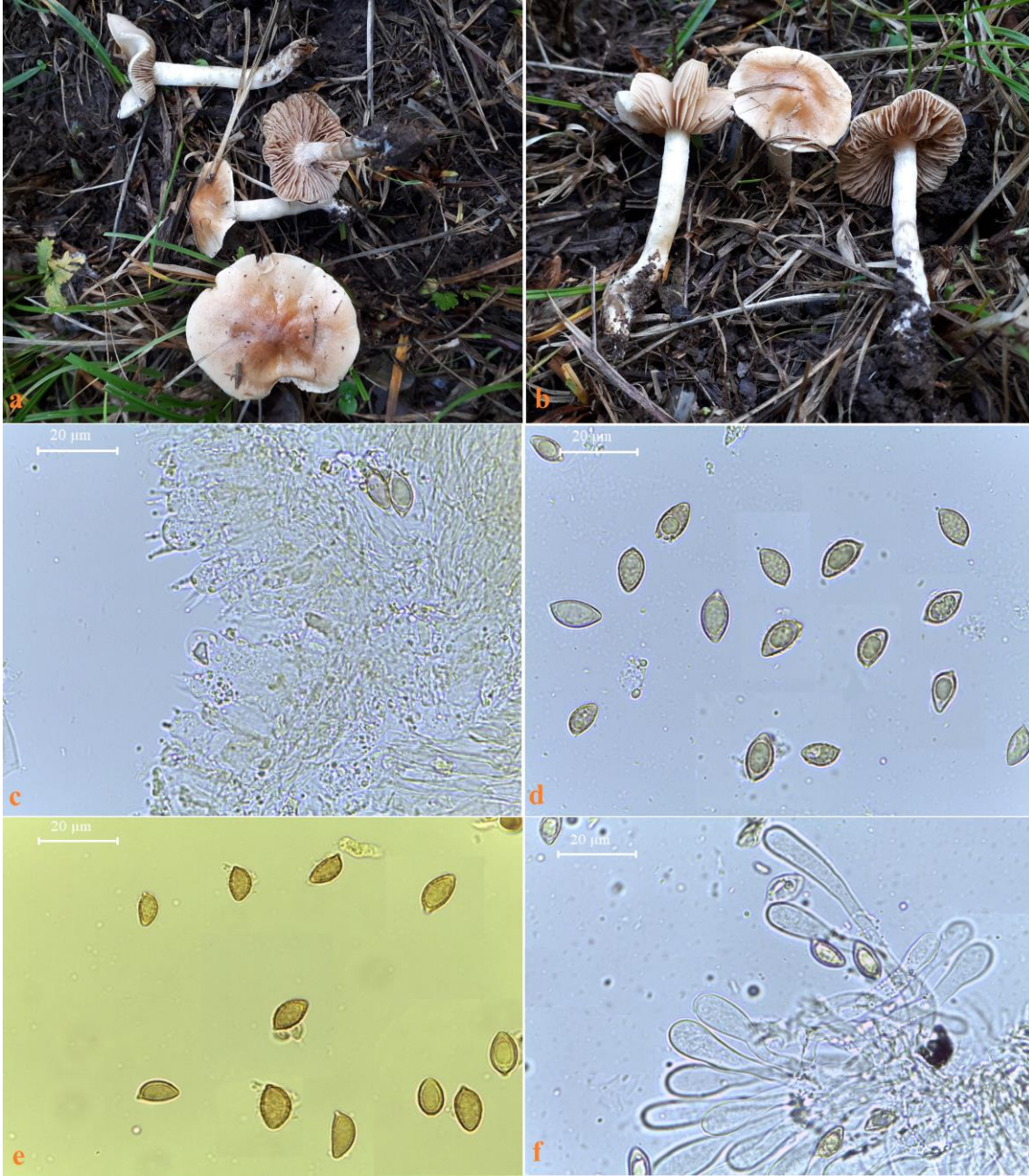
Tip: Danimarka: F, Langesoskovene s of Morud UTM NG7444 TBU 29, bataklık toprakta, *Salix* sp. altında, 16.10.1991, J. Vesterholt (91-685).

Deskripsiyon: **Şapka:** 10-30(40) mm; genellikle dışbükey, ara sıra umbonat; kenar genellikle düz, ara sıra kıvrımlı; genellikle iki renk; merkezde renk koyu kiremit veya tarçın. **Lamel:** emarjinat, nadiren adnat veya decurrent; tam lamel sayısı L=20-40; genellikle çıplak gözle görülebilen damla var; beyaz saçaklı kenar genellikle bulunur. Kortina: yok. **Sap:** 18-50 × 2-4 mm; taban şekli silindirik; genellikle yünlü, apekte pudramsı. **Koku:** genellikle turp kokusu. **Spor:** 9-15 × 5-8 µm, Q=1.4-1.9; badem, genellikle fusoid, nadiren limoniform; kahverengi; damla var. Spor kodu: O2-O3, P1-P2, D1(D2). **Bazidya:** 24-35 × 6-10 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 20-90(100) × 5-15 × 2-6 × 2-10 µm; ana şekil genellikle kapitat-stipitat veya klavat-stipitat. **Kaulosistit:** keilosistite benzer ancak daha büyüktür, boyu 75 µm'ye kadar.

Habitat: Genellikle bataklık topraklarda, ovalarda ve söğüt çalılığında yetişir (Eberhardt vd., 2015; Beker vd., 2016).

Araştırma alanındaki yayılışı: Bingöl, Genç ormanı, Çapakçur deresi, *Populus* sp. altında, 38°44'56"N, 40°34'07"E, 1134 m, 01.05.2009, 1135, İ. Acar.

Not: *Denudata* seksiyonunda yer alan bu tür, belirgin bir biçimde iki renkli olan şapka morfolojisi, 20-40 arasında olan tam lamel sayısı ile diğer türlerden ayırt edilebilir. *Hebeloma salicicola* ile benzerlik göstermektedir fakat *H. salicicola* daha fazla dekstrinoid reaksiyon göstermektedir.



Şekil 4.48 *Hebeloma pusillum*: a-b: bazidyokarp, c: bazidya, d: spor (H₂O), e: spor (Melzer), f: keilosistit

4.4.17 *Hebeloma rostratum* Beker, Vesterh. & U. Eberh., Fungal Biol. 120: 96 (2015)

Türkçe adı: -/ Şekil 4.49

Tip: İtalya: Friuli-Venezia Giulia, Pordenone, Sacile, Topaligo, *Populus* sp. altında, 10.12.2006, E. Campo TURA 177056.

Deskripsiyon: **Şapka:** 16-35(40) mm; genellikle dışbükey, bazen umbonat; kenar genellikle kıvrımlı, bazen düz; genellikle iki renk, bazen tek renkli; merkezde renk genellikle sarımsı kahverengi, bazen kiremit rengi veya koyu kahverengi. **Lamel:** genellikle emarjinat, bazen adnat veya adneks; tam lamel sayısı L=30-65. Kortina: yok. **Sap:** 20-45(50) × 2-6 mm; taban şekli genellikle silindirik, bazen klavat; apekte yünlü. **Koku:** kokusuz veya hafif turp kokusu. **Spor:** 6-13 × 6-8 µm, Q=1.6-1.9; badem veya limoniform; sarı kahverengi; spor kodu: O3-O4, P2-P3, D3-D4. **Bazidya:** 24-45 × 6-10 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 30-60(90) × 3-8 × 3-6(8) × 4-12 µm; ana şekil klavat-lageniform veya klavat-ventriköz, ara sıra klavat-stipitat, sıklıkla rostrat veya septa gözlenir. **Kaulosistit:** keilosistite benzer ancak daha büyük, boyu 120 µm'ye kadar.

Habitat: Genellikle çimenli topraklarda ve yaprak döken alanlarda yetişir. *Populus* sp. ve *Quercus* sp. altında yetişir (Beker vd., 2016; Eberhardt vd. 2016b).

Araştırma alanındaki yayılışı: Hakkari, Yüksekova, Gürdere köyü, *Populus* sp., altında, 37°29'48"N, 44°12'53"E, 1962 m, 06.11.2012, 50, S. Kesici.

Hakkari, Yüksekova, Gürdere köyü, *Populus* sp., altında, 37°30'08"N, 44°12'50"E, 1894 m, 03.11.2013, 178, S. Kesici.

Not: *Denudata* seksiyonunda yer alan bu tür, rostrat şeklindeki keilosistit yapıları ve keilosistit apeks boyutunun 8 µm'den az olması ile diğer seksiyon üyelerinden ayırt edilir.



Şekil 4.49 *Hebeloma rostratum*: a-b: bazidyokarp, c: bazidya d: spor (H₂O), e: spor (Melzer), f: keilosistit

4.4.18 *Hebeloma sacchariolens* Quél., Bull. Soc. Amis Sci. Nat. Rouen Sér. II, 15: 158 (1880)

Türkçe adı: - / Şekil 4.50

Sinonimler: *Hebeloma latifolium* Gröger & Zschiesch., Z. Mykol. 47 (2): 198 (1981)

Hebeloma odoratum Velen., Ceske Houby: 394 (1919).

Hebeloma pallidoluctuosum Gröger & Zschiesch., Wissenschaftliche Zeitschrift der Friedrich–Schiller, Universität Jena/Thüringen. Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe 33 (6): 815 (1984).

Hebeloma sacchariolens var. *pallidoluctuosum* (Gröger & Zschiesch.) Quadr., Mycotaxon 30: 309 (1987).

Hylophila sacchariolens (Quél.) Quél., Enchiridion Fungorum in Europa Media et Praesertim in Gallia Vigentium: 100 (1886).

Tip: İngiltere: Surrey, La Baraka, Gorse Hill Road, Virginia Water, çimenli toprakta, *Betula pendula* altında, 18.11.2002, H.J. Beker.

Deskripsiyon: **Şapka:** 20-40(70) mm; genellikle dışbükey, bazen umbonat; şapka yüzeyi nemli, nadiren tüylü; kenar düz, nadiren kıvrımlı; genellikle iki renk, bazen tek renkli; renk merkezde devetüyü, koyu sarı, sarımsı kahverengi, krem veya bal. **Lamel:** genellikle emarjinat, nadiren adnat; tam lamel sayısı L=31-58. Kortina: yok. **Sap:** 20-70(90) × 3-7 mm; taban şekli genellikle silindirik, ara sıra sivri, nadiren klavat. **Koku:** genellikle tatlı, şeker kokusu, meyve kokusu. **Spor:** 8-15 × 5-8 µm, Q=1.5-1.7; badem, genellikle limoniform; kahverengi; spor kodu: O3-O4, P2-P3, D3-D4. **Bazidya:** 26-45 × 7-9 µm; 4 sporlu veya değişken. **Keilosistit:** 12-70 × 3-15 × 2-10 × 2-8 µm; ana şekil genellikle klavat veya silindirik, ara sıra genikulat veya septalı. **Kaulosistit:** keilosistite benzer ancak daha büyük, boyu 120 µm'ye kadar.

Habitat: Genellikle çimenli toprak veya kireçli toprak ile yaprak döken ormanlıklarda yetişir. Sıklıkla *Quercus* sp. altında yetişir (Beker vd., 2016).

Araştırma alanındaki yayılışı: Trabzon, Karadeniz Teknik Üniversitesi, kampüs içerisinde, 40°59'38.13"N, 39°46'17.82"E, 109 m, 05.11.2015, 3655, E. Sesli.

Not: Tek lokus DNA analizleriyle (LSU bölgesi hariç) monofletik gruplar oluşturur ve diğer türlerden ayrılır. Bu tür ilk olarak *Sacchariolentia* seksiyonuna has şekerli kokusuyla ayırt edilebilir.



Şekil 4.50 *Hebeloma sacchariolens*: a-b: bazidyokarp, c: bazidya, d: spor (H₂O), e: spor (Melzer), f: keilosistit

4.4.19 *Hebeloma salicicola* Beker, Vesterh. & U. Eberh., Persoonia 35: 143 (2015)

Türkçe adı: - / Şekil 4.51

Tip: Belçika: West Flanders, De Panne, kumlu toprakta, *Salix repens* altında, 12.10.2009, H.J. Beker, L. Davies.

Deskripsiyon: **Şapka:** 10-40(45) mm; genellikle dışbükey, bazen umbonat; kenar genellikle düz, bazen kıvrımlı; genellikle iki renk, bazen tek renkli; merkezde sarımsı kahverengi veya koyu sarı, koyu kiremit. **Lamel:** genellikle emarjinat, nadiren adnat; tam lamel sayısı 28-55. Kortina: yok. **Sap:** 30-50 × 3-6 mm; taban şekli genellikle silindirik, ara sıra klavath. **Koku:** genellikle turp. **Spor:** 11-15 × 6-9 µm, Q=1.61-1.78; badem, bazen limoniform; kahverengi; spor kodu: O2-O3, P0-P1, D2-D3. **Bazidya:** 25-40 × 7.2-10.9 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 30-80 × 6.3-15 × 3-5 × 2-8.6 µm; ana şekil klavat-stipitat, genellikle klavat-lageniform veya spatulat, bazen septalı. **Kaulosistit:** keilosistite benzer, ancak daha büyük, boyu 80 µm'ye kadar.

Habitat: Genellikle kalkerli topraklarda ve *Salix* sp. ve *Populus* sp. altında yetişmektedir (Eberhardt vd., 2015; Beker vd., 2016).

Araştırma alanındaki yayılışı: Hakkâri, Hakkâri-Van yolu, *Populus* sp. altında, 37°43'51"N, 44°05'16"E, 1748 m, 01.10.2018. VANF1079, İ. Acar.

Not: *Denudata* seksiyonunda yer alan bu tür, seksiyonun diğer üyelerinden daha fazla süslü ve dekstrinoid spor yapısıyla ayırt edilebilir.



Şekil 4.51 *Hebeloma salicicola*: a: bazidyokarp, b: bazidya, c: spor (H₂O), d: spor (Melzer), e: keilosistit

4.4.20 *Hebeloma sinapizans* (Paulet) Gillet, Hymén. Fr. Ch. Thomas, Alençon: 527 (1876)

Türkçe adı: Tozlu turpkokan / Şekil 4.52

Sinonimler: *Hypophyllum sinapizans* Paulet [“1793-1808”], *Traité des champignons* 2: 82 (1793).

Derminus sinapizans (Paulet) Henn., *Hymenomycetinae*: 243 (1898).

Agaricus sinapizans (Paulet) Fr. [“1836-1838”], *Epicrisis Systematis Mycologici seu Synopsis Hymenomycetum*: 180 (1838) [“1836-1838”].

Hylophila sinapizans (Paulet) Quél., *Ench. Fung.*: 99, *Enchiridion Fungorum in Europa Media et Praesertim in Gallia Vigentium*: 99 (1886).

Tip: Fransa: Pas de Calais, Forêt Domaniale de Boulogne, kireçli toprakta, yaprak döken ormanlık alanlarda, yol kenarında, *Carpinus* sp., *Corylus* sp. ve *Quercus* sp. altında, 10.10.2010, H.J. Beker.

Deskripsiyon: **Şapka:** 50-80(100) mm; genellikle dışbükey; kenar kıvrımlı veya dalgalı; tek renkli; sarımsı kahverengi veya koyu sarı, krem veya turuncu-kahverengi. **Lamel:** genellikle emarjinat, adnat, adneks; tam lamel sayısı L=80-140. Kortina: yok. **Sap:** 30-100(140) × 10-30(60) mm; taban şekli genellikle soğanlı, bazen klavatlı veya silindirik, yünlü. **Koku:** sıklıkla turp kokusu. **Spor:** 8-15 × 5-10 µm, Q=1.4-1.7; badem, genellikle limoniform; kahverengi; spor kodu: O3-O4, P1-P2, D3-D4. **Bazidya:** 27-40 × 7-10 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 30-80 × 3-10 × 3-10 × 4-15 µm; ana şekil genellikle lageniform veya ventriköz, bazen klavat-lageniform veya silindirik, bazıları kum saati şeklinde de görülebilir. **Kaulosistit:** keilosistite benzer, ancak daha büyük, boyu 150 µm'ye kadar.

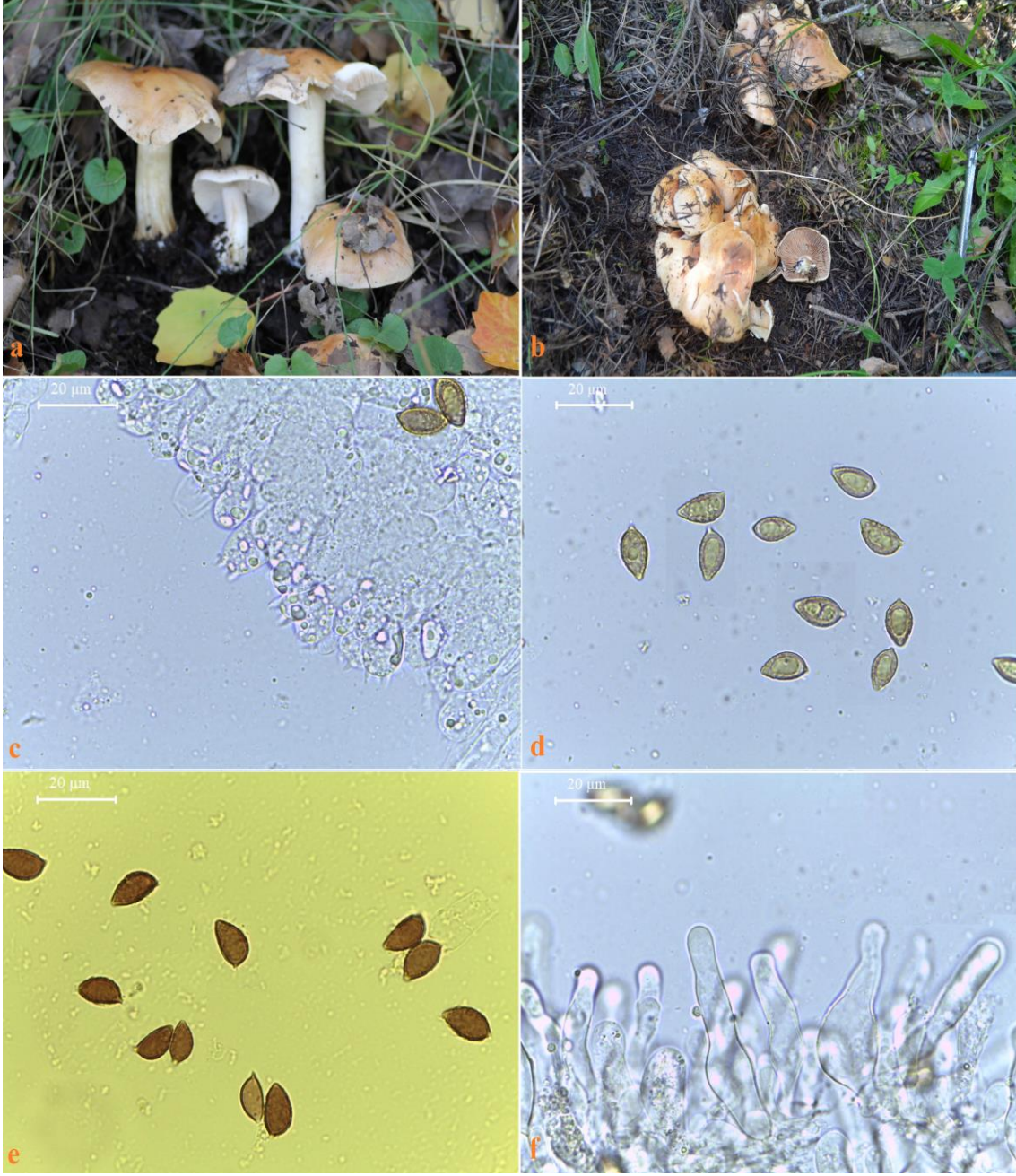
Habitat: Genellikle yaprak döken ormanlık veya kireçli topraklarda yetişir. Çoğunlukla *Quercus* sp. altında yetişmektedir (Vesterholt, 2000; Beker vd., 2016; Grilli vd., 2016).

Araştırma alanındaki yayılışı: Hakkâri, Şemdinli, Derya Köyü, *Populus-Quercus* sp. altında, 37°15'56"N, 44°36'46"E, 1532 m, 24.10.2014, 476, İ. Acar.

Erzurum, Oltu, Obayayla köyü, Mesire alanı civarı, Konifer alan, 40°29'58"N, 42°04'10"E, 1941 m, 30.06.2018, 263, C. Sadullahoğlu.

Erzurum, Oltu, Obayayla köyü, Mesire alanı civarı, Konifer alan, 40°29'56"N, 42°04'13"E, 1946 m, 30.06.2018, 324, C. Sadullahoğlu.

Not: *Sinapizantia* seksiyonunda yer alan bu tür, büyük ve güçlü bazidyokarp yapısı, çok sayıda tam lamel sayısı ve lamelleri üzerinde bulunan damlalar ile ayırt edilebilir.



Şekil 4.52 *Hebeloma sinapizans*: a-b: bazidyokarp, c: bazidya, d: spor (H₂O), e: spor (Melzer), f: keilosistit

4.4.21 *Hebeloma subtortum* P. Karst., Bidr. Känn. Finl. Nat. Folk 48: 466 (1889)

Türkçe adı: - / Şekil 4.53

Sinonimler: *Agaricus exalbidus* f. *vernalis* Britzelm., Botanisches Centralblatt 54 (15-17): 279 (1893).

Agaricus fastibilis β *subumbonatus* Schulzer, Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 20: 192 (1870).

Hebeloma flammuloides Romagn., Sydowia 36: 268 (1947).

Hebeloma malenconii Bellú & Lanzoni, Alcune specie mediterranee poco note ritrovate in territorio Italiano 1: 5 (1989).

Hebeloma mesophaeum var. *lacteum* Vesterh., Nord. J. Bot. 9 (3): 299 (1989).

Hebeloma mesophaeum var. *ochraceum* Bohus, Documents mycologiques 25 (98-100): 87 (1995).

Hebeloma pallidum Malençon, Champ. Sup. Maroc I. Institut Scientifique Chérifien, Rabat 1: 452 (1970).

Hebeloma pyrophilum G. Moreno & M.M. Moser, Boletín de la Sociedad Micología Castellana 8: 79 (1984).

Hebeloma pyrophilum var. *longiventriosopilis* (Quadr.) Quadr., Mycol. Helv. 3 (2): 200 (1989) ["1988"].

Hebeloma sordidum Maire, Bulletin trimestriel de la Société Mycologique de France 30 (2): 212 (1914). *Hebeloma velatum* Velen., Ceske Houby: 390 (1919).

Tip: Finlandiya: Tavastia australis, Tammela Municipality, Mustiala, Runkomaki, ormanlık yol kenarında, 09.08.1889, P.A. Karsten.

Deskripsiyon: **Şapka:** 25-55(80) mm; genellikle dışbükey, bazen umbonat; bazen leke var; kenar genellikle düz; genellikle tek renkli, bazen iki renkli; merkezde renk genellikle krem, soluk krem, koyu sarı, koyu kahverengi. **Lamel:** emarjinat, bazen adnate; tam lamel sayısı L=50-70. Kortina: var. **Sap:** 20-80(130) × 5-10(20) mm; taban şekli genellikle silindirik, bazen sivrilen; fibrilli, apekte yünlü. **Koku:** turp veya topraksı. **Spor:** 7-12 × 4-7 µm, Q=1.4-1.7; elips, genellikle oval; sarı, sarı kahverengi; spor kodu: O1(O2), P0, D0(D1). **Bazıdy:** 20-35 × 5-10 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 26-80(90) × 3-7(10) × 3-7 × 4-15 µm; ana şekil genellikle lageniform veya ventriköz, bazen silindirik, nadiren çatallı; apikal kalınlaşma görülebilir. **Kaulosistit:** keilosistite benzer ancak daha büyük, boyu 120 µm'ye kadar.

Habitat: Genellikle kireçli topraklarda ve konifer ormanlarında yetişir (Beker vd., 2016; Dizkirici vd., 2019; Eberhardt vd., 2022b).

Araştırma alanındaki yayılışı: Bingöl, Genç, Genç ormanı, *Pinus* sp. altında, 38°44'54"N, 40°34'10"E, 1070 m, 18.05.2017, VANF1242, Y. Uzun.

Bingöl, Genç, Genç ormanı, *Pinus* sp. altında, 38°44'59"N, 40°34'05"E, 1059 m, 16.05.2018, 1057, İ. Acar.

Bingöl, Genç, Genç ormanı, *Pinus* sp. altında, 38°44'56"N, 40°34'05"E, 1074 m, 17.05.2008, 663, İ. Acar.

Bingöl, Genç, Genç ormanı, *Pinus* sp. altında, 38°44'55"N, 40°34'01"E, 1066 m, 13.05.2008, 629, İ. Acar.

Bingöl, Genç, Genç ormanı, *Pinus* sp. altında, 38°44'56"N, 40°34'06"E, 1075 m, 17.05.2008, 655, İ. Acar.

Bingöl, Genç, Genç ormanı, *Pinus* sp. altında, 38°44'53"N, 40°34'02"E, 1078 m, 08.11.2018, 1015, İ. Acar.

Bingöl, Genç, Genç ormanı, *Pinus* sp. altında, 38°44'53"N, 40°34'00"E, 1076 m, 08.11.2018, 1031, İ. Acar.

Bingöl, Genç, Genç ormanı, *Pinus* sp. altında, 38°44'49"N, 40°34'13"E, 1120 m, 02.05.2019, 1176, İ. Acar.

Bingöl, Genç, Ekinyolu köyü, dere kenarı, *Salix* sp. altında, 38°54'23"N, 40°34'22"E, 1050 m, 09.11.2018, 1058, İ. Acar.

Bingöl, Genç, Ekinyolu köyü, *Salix-Populus* sp. altında, 38°54'28"N, 40°34'53"E, 1050 m, 15.11.2018, 1064, İ. Acar.

Bingöl, Genç, Ekinyolu köyü, *Salix-Populus* sp. altında, 38°53'49"N, 40°34'12"E, 1016 m, 11.05.2019, 1125, İ. Acar.

Bingöl, Genç, Sarıçiçek köyü, *Salix-Populus* sp. altında, 38°53'15"N, 40°35'49"E, 1058 m, 11.05.2019, 1102, İ. Acar.

Diyarbakır, Hani, *Quercus* sp. altında, 38°24'37"N, 40°23'37"E, 895 m, 16.04.2010, 146, Y. Uzun.

Erzurum, Oltu, İnciköy geçidi güneybatı yamacı, Karışık orman açıklığı, 40°35'05"N, 41°50'30"E, 2046 m, 05.06.2018, 31, C. Sadullahoğlu.

Erzurum, Oltu, İnciköy Esenyamaç köyü yolu üzeri, *Pinus* sp. altında, 40°36'20"N, 41°50'18"E, 1790 m, 06.06.2018, 131, C. Sadullahoğlu.

Gaziantep, Oğuzeli ormanı, *Populus* sp. altında, 36°58'23"N, 37°30'26"E, 687 m, 17.05.2019, 1100, İ. Acar.

Kahramanmaraş, Kent ormanı, *Pinus* sp. altında, 37°36'02"N, 36°54'41"E, 875 m, 27.11.2018, 1092, İ. Acar.

Kahramanmaraş, Kent ormanı, *Pinus* sp. altında, 37°35'59"N, 36°55'15"E, 730 m, 27.11.2018, 1094, İ. Acar.

Kars, Sarıkamış, Şehitlik Anıtı civarı, *Pinus* sp. altında, 40°19'45"N, 42°34'38"E, 2292 m, 13.06.2014, 794, M. Emre Akçay.

Ordu, Mesudiye çıkışı, Çamlık orman, *Pinus* sp. altında, 40°27'42"N, 37°46'07"E, 1138 m, 18.05.2014, 35, Y. Uzun.

Van, Van-Gevaş yolu üzeri, *Populus* sp. altında, 38°18'22"N, 43°07'26"E, 1654 m, 08.06.2018, 781, İ. Acar.

Not: *Hebeloma* seksiyonunda yer alan bu tür, *H. mesophaeum* ile benzerlik göstermektedir. Ancak *H. subtortum* daha güçlü bir bazidyokarp yapısında sahip, sapı daha büyük, tam lamel sayısı en az 50 tane ve sporları çoğunlukla ovaldir. Tek lokus DNA analizleriyle tam olarak ayrılmamaktadır. *Hebeloma mesophaeum* tür kompleksi içinde yer alan bu tür çok fazla morfolojik varyasyona sahiptir ve tanımlanması zordur. Tez çalışması kapsamında toplanan ve analizleri yapılan bu türe ait örnekler morfolojik karakter bakımından özellikle makroskobik karakterleri çok fazla varyasyon sergilemiştir. Moleküler olarak DNA verileri birbiriyle uyumluluk göstermiştir. Bu türe ait 94 örnek çalışılmıştır ve her örneğin morfolojik ve moleküler karakterleri analiz edilerek tanımlamaları yapılmıştır. *Hebeloma subtortum* türünün kriptik bir tür olabileceği ve devam eden bir türleşme sürecinde olabileceği düşünülmüş ve bu nedenle tür içi değişkenliğe sahip olduğu savunulmaktadır.



Şekil 4.53 *Hebeloma subtortum*: a-b-c: bazidyokarp, d: bazidya, e: spor (H₂O), f: spor (Melzer), g-h: keilosistit

4.4.22 *Hebeloma theobrominum* Quadr., Mycotaxon 30: 311 (1987)

Türkçe adı: Engin turpkokan / Şekil 4.54

Tip: İtalya: Lazio, Manziana, yaprak döken ormanlık alanda *Quercus cerris* ve *Quercus frainetto* altında, 16.10.1984, L. Quadraccia (ROHB 00925).

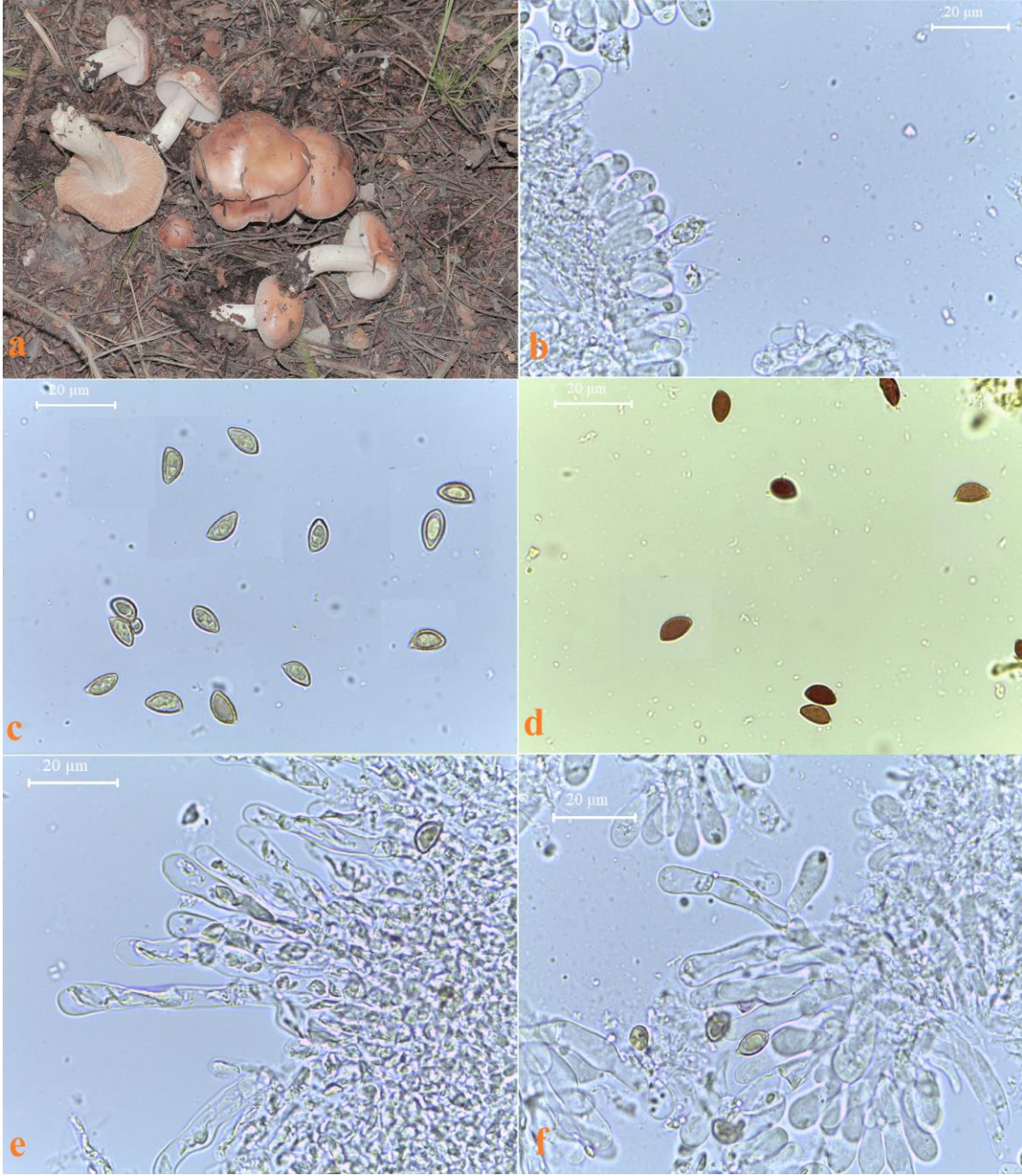
Deskripsiyon: **Şapka:** (20)25-65 mm; şekil genellikle dışbükey, bazen umbonat; kenar genellikle düz, bazen kıvrımlı; genellikle tek renkli; kızıl kahverengi, koyu kahverengi, tarçın, turuncu-kahverengi veya açık kahverengi. **Lamel:** emarjinat; tam lamel sayısı L=60-100. Kortina: yok. **Sap:** 30-60(80) × 5-15 mm; taban şekli genellikle silindirik, ara sıra sivrilen; yünlü. **Koku:** genellikle turp. **Spor:** 7-10 × 4-6 µm, Q=1.7-1.9; badem, bazen fusoid; kahverengi. Spor kodu: O1-O2, P0-P1, D3.

Bazıdy: 17-30 × 5-10 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 15-60 × 3-10 × 3-6 × 3-8 µm; ana şekil genellikle klavat-lageniform veya klavat-ventrikoz, bazen silindirik veya genikulat, nadiren septalı. **Kaulosistit:** keilosistite benzer, ancak daha büyük, boyu 110 µm'ye kadar.

Habitat: Genellikle iğne yapraklı ormanlık veya yaprak döken ormanlık alanlarda yetişir (Eberhardt vd., 2013; Beker vd., 2016).

Araştırma alanındaki yayılışı: Kars, Sarıkamış, Yağbasan köyü yolu, *Pinus* sp. altında, 40°22'20"N, 42°38'40"E, 2083 m, 11.06.2014, 635, M. Emre Akçay.

Not: *Theobromina* seksiyonunda yer alan bu tür, tek lokus DNA analizleriyle (LSU bölgesi hariç) monofletik gruplar oluşturmaktadır. Kızıl kahverengi, kiremit ve tarçın renkli şapka yapısıyla seksiyonda bulunan diğer türlerden ayırt edilebilmektedir.



Şekil 4.54 *Hebeloma theobrominum*: a: bazidyokarp, b: bazidya, c: spor (H₂O), d: spor (Melzer), e-f: keilosistit

4.4.23 *Hebeloma vaccinum* Romagn., Bull. Trimestr. Soc. Mycol. France 81 (3): 333 (1929) ["1965"]

Türkçe adı: - / Şekil 4.55

Sinonimler: *Hebeloma alvarense* Vesterh. & Vauras, Karstenia 44: 57 (2004).

Hebeloma alvarense var. *hinnuleum* Vesterh., Fungi N. Eur. 3. 3: 96 (2005).

Hebelomatis vaccinum (Romagn.) Locq., Flore Mycologique Vol III-Text. Cortinariales A: 146 (1979).

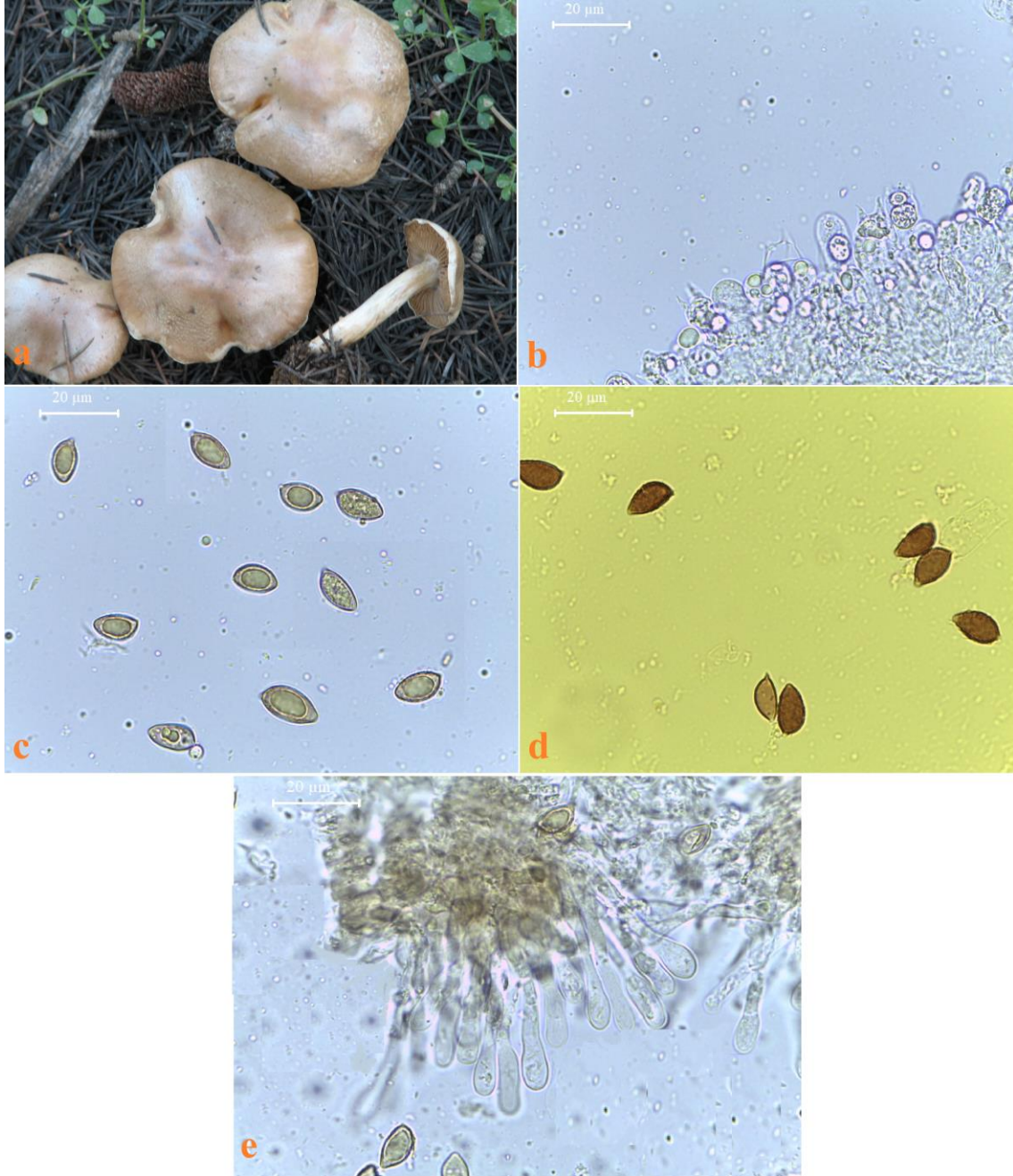
Tip: Fransa: Oise, La-Neuville-en-Hez, göl kenarı eşğinde bataklık, çimenli toprakta, *Populus* sp. altında, 1961, H. Mesplede, H. Romagnesi.

Deskripsiyon: **Şapka:** 30-60 mm; genellikle dışbükey, yarımküre, olgun örneklerde genişçe umbo; kenar aşağı dönük veya kıvrımlı, dalgalı; genellikle iki renk, bazen tek renkli; tarçın, sarımsı kahverengi. **Lamel:** adnate, adneks; tam lamel sayısı L=30-72; genellikle çıplak gözle görülebilen damla var; beyaz saçaklı kenar sıklıkla bulunur. Kortina varlığı: yok. **Sap:** 30-50 × 4-10; taban şekli genellikle silindirik; apekte yünlü. **Koku:** genellikle turp. **Spor:** 9-13(15) × 5-9 µm, Q=1.78-1.9; badem, bazen limoniform; kahverengi, belirgin bir apikulus, bazen damlalı. Spor kodu: O2-O3-O4, P1-P2, D2-D3. **Bazıdy:** 26-35 × 7-10 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 30-65 × 5-8 × 2-5 × 3-10 µm; ana şekil genellikle klavat-lageniform veya klavat-ventrikoz; bazen kıvrımlı veya septalı, apikal kalınlaşma görülebilir. **Kaulosistit:** keilosistite benzer, ancak daha büyük, boyu 100 µm'ye kadar.

Habitat: Genellikle kumlu topraklarda bu türe rastlanır. *Salix* sp., *Populus* sp. ve *Pinus* sp. türleri altında yetişir (Beker vd., 2016; Cripps vd., 2019).

Araştırma alanındaki yayılışı: Bingöl, Genç ormanı, *Pinus* sp. altında, 38°44'49"N, 40°33'58"E, 1078 m, 11.05.2018. 1169, İ. Acar.

Not: *Denudata* seksiyonunda yer alan bu tür, moleküler olarak *H. cavipes* türüyle yakından ilişkilidir. İki tür birbirinden mikroskobik karakterlerindeki farklılıklarla kolayca ayrılır. *Hebeloma cavipes* genellikle daha narin bir türdür. *Hebeloma vaccinum* türü en az 12 µm uzunluğunda, belirgin şekilde süslü ve dekstrinoid spor yapısı, kahverengi, kırmızımsı kahverengi şapka ve krem rengi sap yapısıyla karakterizedir.



Şekil 4.55 *Hebeloma vaccinum*: a: bazidyokarp, b: bazidya, c: spor (H₂O), d: spor (Melzer), e: keilosistit

4.4.24 *Hebeloma velutipes* Bruchet nom. cons. prop., Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon 39, (suppl 6): 127 (1970)

Türkçe adı: - / Şekil 4.56

Sinonimler: *Hebeloma bakeri* Earle nom. rej. prop., Bulletin of the New York Botanical Garden 2: 342 (1902).

Hebeloma bulbosum Romagn., Sydowia 36: 263 (1947).

Hebeloma angustifolium Romagn., Sydowia 36: 258 (1983).

Hebeloma favrei Romagn. & Quadr., Documents mycologiques 14 (56): 31 (1985).

Hebeloma mediterraneum (A. Gennari) Contu, Bollettino della Associazione Micologica ed Ecologica Romana 73-74 (1-2): 16 (2008).

Hebeloma stenocystis J. Favre ex Quadr., Mycol. Helv. 3 (2): 197 (1989).

Hebeloma latisporum A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 142 (1983).

Hebeloma pallidoargillaceum A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 146 (1983).

Hebeloma salmonense A.H. Sm., V.S. Evenson & Mitchel, The Veiled Species of *Hebeloma* in the Western United States: 86 (1983).

Hebeloma tenuifolium Romagn., Documents mycologiques 15 (59): 53 (1985).

Tip: Fransa: Les Echets, yaprak dökken ormanlık alanda killi toprakta, *Corylus avellana* altında, 24.09.1963, G. Bruchet. LY BR63-20.

Deskripsiyon: **Şapka:** 20-60(80) mm; dışbükey, umbonat; evrensel örtü kalıntıları var; kenar genellikle düz, kıvrımlı, dalgalı; genellikle tek renkli, bazen iki renkli; renk merkezde krem, açık sarı, bal, sarımsı kahverengi, kil rengi. **Lamel:** emarjinat, nadiren adnat, adneks, dekurant; tam lamel sayısı L=40-80; genellikle çıplak gözle görülebilen damla var; beyaz saçaklı kenar genellikle bulunur. Kortina: yok. **Sap:** 10-80(120) × 4-18 mm; taban şekli genellikle klavat, bazen soğanlı veya silindirik; fibrilli, velum kalıntısı var. **Koku:** genelde turp. **Spor:** 8-15 × 5-8 µm, Q=1.5-1.9; badem; sarı kahverengi; spor kodu: O2, P1, D3. **Bazidya:** 25-40 × 5-10 µm; 4 sporlu. **Keilosistit:** 30-80 × 4-12 × 3-8 × 2-10 µm; ana şekil hafifçe klavatlı, genellikle klavat-lageniform veya klavat-ventrikoz, klavat-stipitat, genikulat, apikal kalınlaşma görülebilir. **Kaulosistit:** keilosistite benzer, ancak daha büyük, boyu 130 µm'ye kadar.

Habitat: Genellikle *Pinaceae* familyasına ait türler altında yetişir (Beker vd., 2016; Beker vd., 2021).

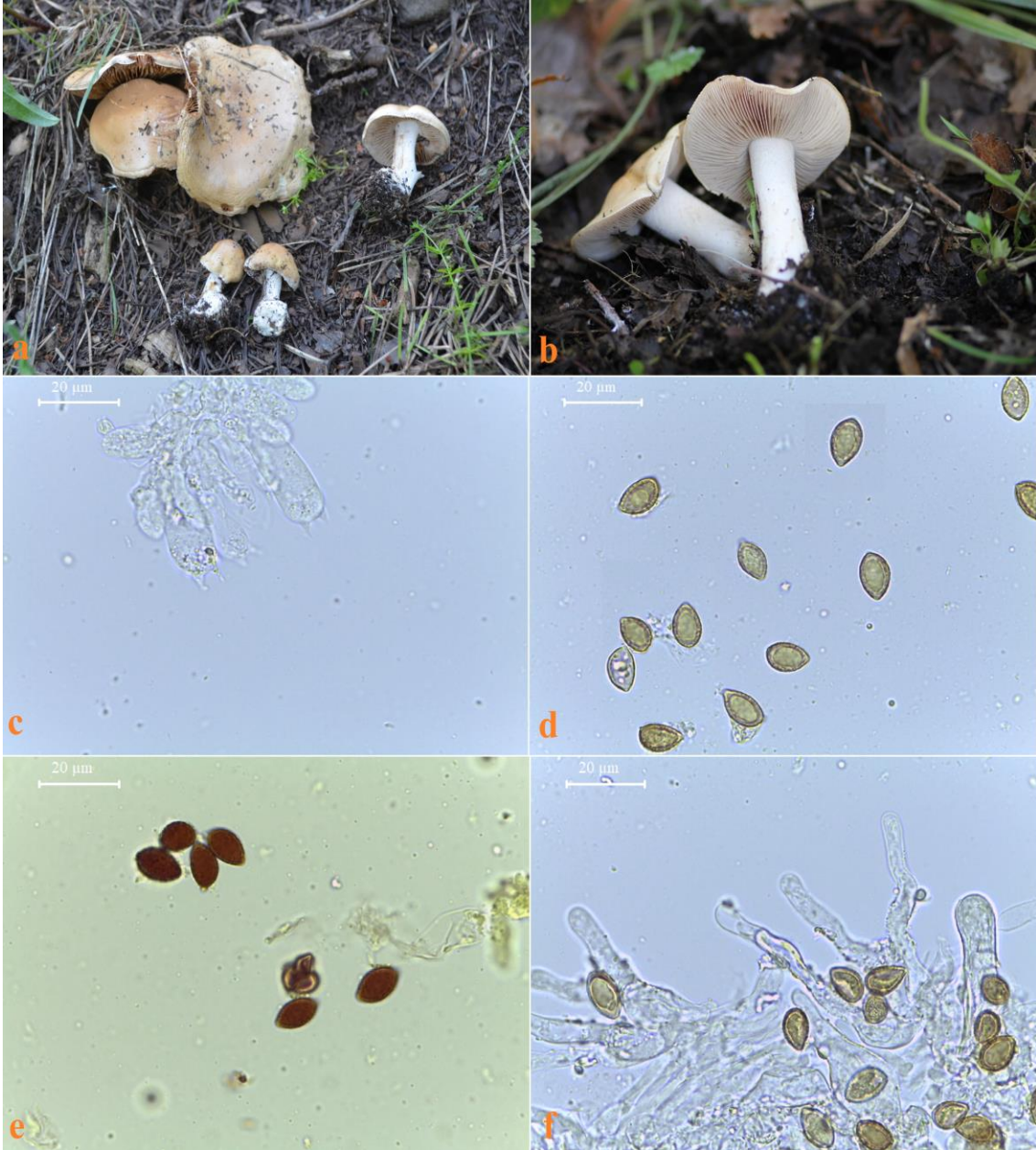
Araştırma alanındaki yayılışı: Hakkâri, Yüksekova-Hakkâri yolu, *Quercus* sp. altında, 37°42'173"N, 44°03'028"E, 1590 m, 24.10.2014, 474, İ. Acar.

Erzurum, Narman, Telli köyü civarı, Konifer alan, 40°12'44"N, 41°47'54"E, 1950 m, 01.07.2018, 392-393, C. Sadullahoğlu.

Ordu, Sarıca çiftliği, *Pinus* sp. altında, 40°27'42"N, 37°46'07"E, 1138 m, 18.05.2014, 46, Y. Uzun.

Not: *Velutipes* seksiyonunda yer alan bu tür, *H. leucosarx* ve *H. incarnatum* türleriyle birlikte *H. velutipes* tür kompleksi içerisinde yer almaktadır. Filogenetik olarak ayrımları zor olabilmektedir ancak morfolojik karakterleriyle birlikte ayrımları yapılabilmektedir. *Hebeloma leucosarx* koyu renkli umbonat bir şapka yapısı ile ayırt edilebilmektedir. *Hebeloma velutipes* ise daha soluk ve açık renk bir şapka yapısına sahiptir.





Şekil 4.56 *Hebeloma velutipes*: a-b: bazidyokarp, c: bazidya, d: spor (H₂O), e: spor (Melzer), f: keilosistit

4.5 Teşhis Anahtarı

Tez çalışmasında *Hebeloma* cinsine ait Türkiye makromantar biyotasında 24 tür belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre Türkiye’de yayılış gösteren *Hebeloma* cinsine ait taksonomik statüler için düzenlenen teşhis anahtarı aşağıdaki gibidir.

***Hebeloma* cinsi**

1a Lageniform-ventrikoz keilosistit	2
1b Klavat-kapitat veya klavat-stipitat keilosistit	3
2a Elipsoid spor, küçük bazidyokarp	<i>Hebeloma</i> seksiyonu
2b Badem spor, büyük bazidyokarp	<i>Sinapizantia</i> seksiyonu
3a Orta dekstrinoid spor (D2-D3), lamellerde damlalı	<i>Denudata</i> seksiyonu
3b Güçlü dekstrinoid spor (D4), lamellerde damla yok	4
4a Silindirik spor ve silindirik keilosistit.....	<i>Scabrispora</i> seksiyonu
4b Badem spor ve klavat-lageniform keilosistit.....	5
5a Kırmızı-turuncu şapka rengi	<i>Theobromina</i> seksiyonu
5b Turuncu-kahverengi şapka rengi	6
6a Tatlı koku, silindirik keilosistit.....	<i>Sacchariolentia</i> seksiyonu
6b Tatlı koku yok, klavat-ventrikoz keilosistit.....	<i>Velutipes</i> seksiyonu

Seksiyon *Hebeloma*

1a Tam uzunluktaki lamel sayısı (L) ≥ 50	2
1b Tam uzunluktaki lamel sayısı (L) < 50	3
2a Sporlar hafif dekstrinoid (D0-D1) ve çoğunlukla oval.....	<i>H. subtortum</i>
2b Sporlar orta dekstrinoid (D1-D2) ve çoğunlukla elips	<i>H. bingolense</i>
3a Spor ortalaması $10 \times 6 \mu\text{m}$, lameller decurrent.....	<i>H. dunense</i>
3b Spor ortalaması $8 \times 5 \mu\text{m}$, lameller emarjinat	4
4a Şapka soluk kahverengi, pembe kahverengi.....	<i>H. excedens</i>
4b Şapka kırmızımsı kahverengi, tarçın	<i>H. mesophaeum</i>

Seksiyon *Sacchariolentia*

1a Şapka iki renkli deve tüyü veya bal rengi, kenar düz, spor $Q \leq 1.7 \mu\text{m}$...*H. sacchariolens*

1b Şapka tek renkli krem veya sarımsı, kenar kıvrımlı, spor $Q > 1.7 \mu\text{m}$...*H. nauseosum*

Seksiyon *Denudata*

1a Tam uzunluktaki lamel sayısı (L) < 80 2

1b Tam uzunluktaki lamel sayısı (L) ≥ 80 7

2a Ortalama spor $Q < 1.7$, sporlar orta dekstrinoid (D2-D3)*H. salicicola*

2b Ortalama spor $Q \geq 1.7$, sporlar zayıf dekstrinoid (D1) 3

3a Ortalama keilosistit apeks genişliği $\geq 8 \mu\text{m}$ *H. minus*

3b Ortalama keilosistit apeks genişliği $< 8 \mu\text{m}$ 4

4a Tarçın renkli şapka, ortalama spor $Q < 1.8$*H. cinnamomeum*

4b Kiremit rengi şapka, ortalama spor $Q \geq 1.8$ 5

5a Keilosistit çoğunlukla kıvrımlı klavat.....*H. lutense*

5b Keilosistit çoğunlukla kapitat 6

6a Ortalama spor büyüklüğü $\geq 12 \mu\text{m}$, güçlü dekstrinoid (D3), şapka rengi küllü
kahverengi*H. vaccinum*

6b Ortalama spor büyüklüğü $< 12 \mu\text{m}$, hafif dekstrinoid (D1-D2), şapka rengi
küllü kahverengi *H. pusillum*

7a Ortalama spor büyüklüğü $\geq 11 \mu\text{m}$ ve orta dekstrinoid (D2), şapka rengi tarçın
kahverengi.....*H. alpinum*

7b Ortalama spor büyüklüğü $< 11 \mu\text{m}$, zayıf dekstrinoid (D1), şapka rengi soluk
sarımsı.....8

8a Ortalama keilosistit apeks genişliği $\geq 9 \mu\text{m}$*H. geminatum*

8b Ortalama keilosistit apeks genişliği $< 9 \mu\text{m}$ 9

9a Ortalama spor büyüklüğü $< 12 \mu\text{m}$*H. crustuliniforme*

9b Ortalama spor büyüklüğü $\geq 12 \mu\text{m}$ 10

10a Ortalama keilosistit apeks genişliği $\geq 8 \mu\text{m}$ *H. eburneum*

10b Ortalama keilosistit apeks genişliği $< 8 \mu\text{m}$ 11

11a Sporlar güçlü dekstrinoid (D3-D4) *H. rostratum*

11b Sporlar az dekstrinoid (D2)*H. cavipes*

Seksiyon *Sinapizantia*, *Theobromina*, *Scabrispora* & *Velutipes*

1a Tam uzunluktaki lamel sayısı (L) < 80.....	2
1b Tam uzunluktaki lamel sayısı (L) ≥ 80.....	6
2a Keilosistit ana şekli ventrikoz, sporlar çok süslü (O3-O4).....	<i>H. celatum</i>
2b Keilosistit ana şekli klavat-lageniform, sporlar az süslü (O2)	3
3a Ortalama keilosistit apeks genişliği ≥ 7 µm.....	<i>H. velutipes</i>
3b Ortalama keilosistit apeks genişliği < 7 µm	4
4a Silindirik spor	<i>H. cylindrosporum</i>
4b Badem spor.....	5
5a Ortalama spor Q < 1.7.....	<i>H. sinapizans</i>
5b Ortalama spor Q ≥ 1.7	<i>H. Theobrominum</i>



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan çalışmada kapsamında 430 adet *Hebeloma* cinsine ait örneklerin taksonomik ve filogenetik analizleri yapılmıştır. Taksonomik çalışmalar için her bir örneğin makroskopik ve mikroskopik karakterleri değerlendirilmiştir. Filogenetik ağaçlar ITS, LSU ve TEF1- α bölgeleri kullanılarak oluşturulmuştur. Kullanılan üç DNA bölgesi değerlendirildiğinde ITS bölgesinin hem seksiyon hem de tür seviyesinde iyi bir ayırım yapabildiği belirlenmiştir. Literatüre bakıldığında Beker ve arkadaşları tarafından yapılan kapsamlı revizyon çalışmasında ITS bölgesinin genel olarak en kullanışlı bölge olduğu bildirilmiştir. TEF1- α bölgesi seksiyon seviyesinde ayırım yapabilirken tür seviyesinde ITS bölgesi kadar iyi ayırım yapamamıştır. LSU bölgesinin ise taksonomik bir seviyede herhangi bir çözümleme yapamadığı belirlenmiştir. Bu veriler dikkate alındığında ITS bölgesinin *Hebeloma* cinsi için barkod bölge olduğu sonucuna varılmıştır. Cinsin taksonomik olarak alt statülerine inildiğinde seksiyon bazında ayrılmalar olduğu görülmüş ve seksiyonlara ait anahtar özellikler ortaya çıkmıştır. Tanımlanan örneklerin cins içerisindeki taksonomik ilişkileri, akrabalık durumları ve sinonim olma durumları ele alınarak yorumlanmıştır. Tez kapsamında tanımlanan örnekler, *Hebeloma*, *Denudata*, *Sacchariolentia*, *Sinapizantia*, *Scabrispora*, *Velutipes*, *Theobromia* seksiyonu olmak üzere yedi seksiyon içerisinde sınıflandırılmıştır. Bu seksiyonlara ait morfolojik ve ekolojik özelliklerden aşağıda bahsedilmiş ve tür seviyesindeki ayrımlar anlatılmıştır.

***Hebeloma* seksiyonu:** Bu seksiyona ait örneklerde genellikle bazidyokarpta kortina yapısı görülmüştür. Şapkanın tek renkli veya iki renkli olduğu ve iki renkli şapkalarda renk geçişlerinin belirgin olduğu belirlenmiştir. Renk skalası krem, sarımsı, kiremit veya kahverengi tonlarında olmuştur. Seksiyona ait örneklerde koku genellikle hafif turp şeklinde olup ve tam uzunluktaki lamel sayısının 20-70 arasında olduğu belirlenmiştir. Sporların genellikle elipsoid veya oval olmakla birlikte hafif dekstrinoid veya indextrinoid reaksiyon verdiği gözlenmiştir. Ayrıca sporlarda perispor varlığı belli belirsiz bir şekilde belirlenmiştir. Spor kodları ortalama O1; P0; D0-D1 şeklindedir. Ortalama spor boyutu $8.3-12.5 \times 5.5-7.0 \mu m$ ve sporlara ait ortalama Q değeri ise 1.4-1.8 şeklindedir. Keilosistitler karakteristik olarak lageniform-ventrikoz şeklinde ve

ortalama 45 ila 65 µm arasında bir uzunlukta oldukları ölçülmüştür. Bu seksiyona ait 5 tür tanımlanmış ve aşağıda anlatılmıştır.

Hebeloma subtortum: Bu türün coğrafik olarak geniş bir yayılım sergilediği yapılan arazi çalışmalarında gözlenmiştir. Literatürde de türün yaygınlığı bildirilmiş ve türe ait örneklerin oldukça varyatif olabileceğinden bahsedilmiştir (Beker vd. 2016; Eberhardt vd., 2022b). Bu nedenle çalışılan örnekler morfolojik olarak geniş bir aralıkta incelenmiştir. Bu türe ait örneklerin taşıdıkları kortina ve sahip oldukları lageniform-ventrikoz keilosistit ile *Hebeloma* seksiyonu içerisinde yer aldıkları belirlenmiştir. Bu seksiyon içinde, en fazla 10 µm uzunluğunda ve 6 µm genişliğinde dekstrinoid olmayan (veya belirsiz dekstrinoid) oval ve elipsoid sporlara sahip bu tür, *H. mesophaeum* ile karıştırılabilir. Ancak *H. subtortum* daha sağlam bazidyokarp yapısına, daha fazla lamel sayısına (L en az 50) ve çoğunlukla oval sporlara sahip olmasıyla *H. mesophaeum* türünden ayırt edilebilir. Dünyada tanımlanan *H. subtortum* türleri incelendiğinde çoğunun Güney Avrupa'ya ait oldukları ve şapka renklerinin krem ve beyaz tonlarında olduğu dikkat çekmiştir (Beker vd., 2016). Ülkemizde yetişen örneklerle bakıldığında şapka renklerinin daha kahverengiye yakın olduğu söylenebilir. Yapılan network analizlerinden elde edilen bilgiler neticesinde bu türe ait örneklerin farklı coğrafik etmenler altında türleşme sürecine girdiği ve tür içi varyasyon sergilediği belirlenmiştir.

Hebeloma mesophaeum: Bu türe ait örneklerin geniş bir habitat çeşitliliğine sahip oldukları görülmüştür. Beker vd. (2016) tarafından bu türün Avrupa'da çok yaygın olduğu ve özellikle Akdeniz iklimine sahip bölgelerde bu türe sıklıkla rastlanıldığı bildirilmiştir. Birçok farklı ağaç türü altında yetiştikleri yapılan arazi çalışmalarında belirlenmiş ve bu durumun popülasyon süreçlerini yavaşlatarak türün tanımlanmasını zorlaştırdığı ön görülmüştür. Farklı ekolojik ortamlarda yaşayan popülasyonlar, doğal seçim yoluyla evrimsel değişime uğrayabilir. Bu senaryolar düşünüldüğünde *H. mesophaeum* türünün teşhisinin zor olması ve moleküler olarak da monofletik sonuç vermemesi tür içerisinde bulunan kriptik türlerin varlığını düşündürmektedir. Türe ait örnekler taşıdıkları kortina yapısı ve lageniform-ventrikoz keilosistit ile *Hebeloma* seksiyonuna aittir. Avrupa'da tanımlanan örneklerle bakıldığında daha geniş spor yapıları ile karakterize oldukları (Beker vd., 2016; Eberhardt vd., 2021b) görülmüştür. Makromorfolojik olarak *H. dunense* ile benzerlik

gösterebilmektedir. Ancak mikrokarakterler incelendiğinde *H. dunense* türünün daha süslü sporlara sahip olduğu belirlenmiştir.

Hebeloma dunense: Bu tür geniş bir yayılıma ve farklı habitatlara sahip olduğu için tür içi varyasyonlar sergilemektedir. Türe ait örnekler özellikle Kuzey Avrupa’da sıklıkla kaydedilmiştir (Beker vd., 2016; Eberhardt vd., 2021). Yayılımı geniş olduğu için sinonim isimlendirmelere rastlanılmaktadır. Ülkemizde türün kaydı ilk defa *H. collariatum* adı altında yapılmıştır (Yılmaz Ersel, 2005b). Yapılan filogenetik analizlerde türün parafletik olduğu görülmüştür. *Hebeloma mesophaeum* tür kompleksinde yer alan bu türün, tür komplekslerinde rastlanan hibridizasyon ve rekombinasyon olasılıklarından dolayı tür içi ilişkileri çözmek için filogenetik analiz yöntemlerine ek olarak network analizleri kullanılarak tür sınırları belirlenmiştir. Network analizlerinde *H. dunense* örnekleri ayrı bir haplogrup oluşturmuş ve *H. bingolense* ile yakın akrabalık göstermiştir. *Hebeloma bingolense* türüyle yakın ilişkili gibi görünse de *H. dunense* daha pembemsi kahverengi bir şapka yapısı ve daha süslü bir spor yapısıyla karakterizedir. Ayrıca morfolojik olarak *H. alpinicola* ile benzerlik göstermektedir ancak *H. dunense* daha büyük sporlara ($9-11.5 \times 5.5-7 \mu\text{m}$ ve $8-10.6 \times 5-6 \mu\text{m}$) sahiptir.

Hebeloma bingolense: Bu tür ilk kez ülkemizden Acar vd. (2022) tarafından tanımlanmıştır. Türe ait örnekler bu tez çalışmasından elde edilen veriler neticesinde değerlendirilmiş ve yeni bir tür olduğu belirlenmiştir. Holotip örneği Van yüzüncü Yıl Üniversitesi Fungaryumu’nda muhafaza edilmektedir. Tür için oluşturulan ilk tanımlama (protolog) literatüre eklenmiştir. Ayrıca bu türe ait başka örnekler yapılan arazi çalışmalarında Erzincan ilinden toplanan örneklerden de tanımlanmıştır. *Hebeloma bingolense* taşıdığı lageniform-ventrikoz keilosistit ve eliptik sporları ile *Hebeloma* seksiyonuna aittir. Filogenetik olarak analiz edildiğinde türün ayrımının kolay olduğu ve monofletik grup oluşturduğu görülmüştür. Morfolojik olarak *H. dunense* türüyle benzerlik göstermekte ancak *H. bingolense* daha güçlü bir bazidyokarp ve daha açık renk şapka yapısına sahiptir. Ayrıca tam uzunluktaki lamel sayısı daha fazladır (L= en az 40 ve L= en az 20).

Hebeloma excedens: Bu türe ait örneklerin çoğu *Pinus* sp. türlerinin olduğu alanlardan toplanmıştır. Türün ilk kaydı Kuzey Amerika’da *Pinus* sp. altında yapılmıştır (Cripps vd., 2019). Diğer literatürlere bakıldığında ise *Salix* sp. ve *Pinus* sp. türleri

altında yetiştiği görülmüştür (Eberhardt vd., 2021b). Cripps vd. (2019) tarafından tanımlanan örnekler incelendiğinde şapkanın genellikle tek renk ve daha pembemsi kahverengi olduğu görülmüştür. Ülkemizde yetişen örneklerin ise iki renkli bir forma sahip olduğu ve turuncu-kahverengi oldukları belirlenmiştir. *Hebeloma excedens* ve *H. mesophaeum* türleri morfolojik ve ekolojik benzerlikleri nedeniyle sıklıkla karıştırılabilen türlerdir. Her iki tür *H. mesophaeum* kompleksi içerisinde yer almakta ve tür içi varyasyon göstermektedir. Moleküler verilerin yeteri kadar ayırıcı sinyal içermemesi ve morfolojik dinamiklerin çok benzer olmasından dolayı *H. excedens* ile *H. mesophaeum* türlerini ayırmak ve doğru bir şekilde teşhis edebilmek oldukça zor olmuştur. Yapılan network analizlerinde türlerin ayrımı yapılabilmektedir. Analizlerde *Hebeloma excedens* türüne ait örnekler network ağının daha iç kısımlarında konumlandığı için *H. mesophaeum* türünden evrimsel olarak daha eski olduğu düşünülmektedir.

Denudata seksiyonu: Bu seksiyon cinsin en büyük seksiyonlarından biridir. Bu tez çalışmasında da en fazla tür bu seksiyon içerisinde tanımlanmıştır. Eberhardt vd. (2015) çalışmasında seksiyonun sınırlarının morfolojik karakterler kullanılarak belirlenebildiği ve ITS bölgesinin seksiyon içerisindeki türlerinin sınırlarının belirlenmesinde kullanışlı olduğu gösterilmiştir. Seksiyona ait en temel özellik keilosistit yapısıdır. Tepe kısmı şişkin, orta kısımda daralmış bir görünüme sahip keilosistit şekli seksiyonun en karakteristik özelliklerindendir. Genel olarak kortina yapısı yoktur, koku genellikle turp benzeridir. Lameller genellikle berrak damlacıklara sahiptir. Özellikle kuru havalarda bu damlacıklar kaybolur ve yerini genellikle kahverengi veya paslı lekelerle bırakır. Sporlar genellikle badem şeklinde, bazen bir apikulile karakterizedirler. Spor kodları ortalama O1-3; P0-2; D1-3 şeklindedir. Ortalama spor boyutu $9-12 \times 5-7.5 \mu\text{m}$, ortalama Q değeri 1.60–2.10 ve ortalama keilosistit uzunluğu $40 \mu\text{m}$ ile $75 \mu\text{m}$ arasındadır. Seksiyona ait 12 tür tanımlanarak aşağıda detaylandırılmıştır.

Hebeloma alpinum: Bu türe ait örnekler genellikle dağlık alanlarda toplanmıştır. Türe ait örnekler sahip oldukları klavat keilosistit ve badem sporlarıyla *Denudata* seksiyonunda yer alırlar. Eberhardt vd. (2015) çalışmasında bu türün özellikle alpin bölgelerde yayılım gösterdiğini, seksiyondaki diğer türlerden ortalama $L=40-60$ lamel sayısı ile ortalama $11 \times 6 \mu\text{m}$ spor boyutlarıyla ayrılabilirdiği belirtilmiştir. Bu tez

çalışmasında tanımlanan *H. alpinum* türüne ait örneklerin güçlü bir bazidyokarp yapısına sahip olduğu ve Eberhardt vd. (2015) tarafından tanımlanan örneklerle uyumlu olduğu görülmüştür. Cripps vd. (2019) tarafından tanımlanan örneklerle bakıldığında soluk kahverengi şapka, sağlam bir bazidyokarp ve ortalama L=40-60 lamel sayısı ile karakterize oldukları görülmüştür. Tanımlanan örnekler içerisinde özellikle *H. minus* ve *H. geminatum* türleriyle benzerlik gösterdiği belirlenmiş ve detaylı morfolojik incelemelerde *H. minus* türüne ait örneklerin *H. alpinum* örneklerine göre daha küçük ve daha koyu renkte bazidyokarp yapısına sahip oldukları görülmüştür.

Hebeloma cavipes: Bu türe ait örnekler klavat keilosistit ve badem spor yapısıyla *Denudata* seksiyonuna aittir. Genel görünüşleri itibarıyla türe ait örnekler turuncu, turuncu-kahverengi bir renk skalasına sahiptirler. Güçlü bir şekilde süs yapısına sahip olan sporlar aynı zamanda yoğun bir renklenme göstererek güçlü bir dekstrinoid reaksiyon vermektedir. Ülkemizde daha önce *H. vejlense* adı altında tanımlanmıştır (Solak vd., 2011). *H. vejlense* olarak tanımlanan örneklerin deskripsiyonu incelendiğinde sadece sap yapısının daha kalın olduğu belirlenmiştir. Eberhardt vd. (2009) tarafından tanımlanan örneklerle bakıldığında tez çalışması kapsamında tanımlanan örneklerle uyumlu oldukları görülmüştür. Moleküler olarak *H. vaccinum* türünden ayırmak zordur ancak detaylı morfolojik analizlerde *H. cavipes* türünün genellikle daha dar bir spor yapısının olduğu ($Q=1.6$ ve $Q=1.7$) tespit edilmiştir. Ayrıca arazi çalışmalarında *H. cavipes* türüne ait örneklerle daha sık rastlanılırken *H. vaccinum* türüne ait örnekler sadece Bingöl'den toplanmıştır. Yapılan network analizlerinde de görüldüğü üzere *H. cavipes* türünün daha eski bir soy olabileceği düşünülmektedir.

Hebeloma cinnamomeum: Türün ilk kaydı Japonya'dan Eberhardt vd. (2022a) tarafından yapılmıştır. Bu tez çalışması ile türün ikinci kaydı Türkiye'den verilmiştir. Eberhardt vd. (2022a) tarafından bu türün tehlike altında olduğu bildirilmiştir. Türe ait örnekler, şapka renklerinin acı kahve ve tarçın tonlarında olmasıyla dikkat çekmektedir. Şapka rengi, bu türün sahada tanımlanmasını sağlayabilecek önemli bir özelliktir. Sahip olduğu klavat keilosistit ve badem spor yapısıyla *Denudata* seksiyonunda yer almaktadır. Türe ait örnekler Bingöl ilinde yaprak döken ormanlık alanlardan toplanmıştır. Bazı örneklerle ise çam ağaçları altında rastlanılmıştır. DNA seviyesinde *H. cavipes* türünün örnekleriyle benzerlik gösterdiği için moleküler seviyede ayırımında zorluklar görülmüştür. Multi lokus network analizleriyle iki türün ayırımı

yapılabilmiştir. Morfolojik açıdan bakıldığında ise *H. cinnamomeum* örneklerinin sap yapılarının klavat şeklinde olduğu, *H. cavipes* örneklerinin ise daha silindirik bir formda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *H. cavipes* türüne ait sporlarda apikul yapıları daha belirgin olup daha güçlü dekstrinoid reaksiyon vermektedir.

Hebeloma crustuliniforme: Türe ait örnekler sahip oldukları klavat-stipitat keilosistit ve badem spor yapısıyla *Denudata* seksiyonuna aittirler. Genellikle L=60 ve daha fazla olan tam lamel sayısı ve lamelleri üzerinde bulunan ve çıplak gözle görülebilen damla varlığı ile karakterizedir. Ayrıca arazide *H. sinapizans* ve *H. alpinum* türleriyle benzerlik göstermektedir ancak mikroskopik analizler yapıldığında *H. crustuliniforme* örneklerinin daha geniş bir spor yapısına sahip olduğu belirlenmiştir. Türe ait örnekler geniş bir yayılıma ve habitata sahip oldukları için tür içi varyasyon sergileyebilmekte ve birçok türle benzerlik gösterebilmektedir. Vesterholt (2014) çalışmasında türün sıklıkla görülen bir tür olduğu ve birçok habitata uyum sağlayabildiği bildirilmiştir. Bu durum tür kompleksini oluşturmakta ve bu nedenle tür içi ilişkileri çözmek zor olabilmektedir. Bunun için filogenetik analiz yöntemleri yerine popülasyon genetiğini esas alan ve popülasyonun dinamiklerini ortaya çıkaran network analizleri gibi yöntemlerle tür sınırları belirlenebilmektedir. Literatüre bakıldığında bu türün geniş anlamda (*H. crustuliniforme* sensu lato) karakteristik özelliklerinin orta ve büyük boyutlardaki bazidyokarp, yünlü sap yapısı ve büyük sporlar olduğu görülmektedir (Vesterholt, 2000; Vesterholt vd., 2014; Eberhardt vd., 2015; Beker vd., 2016). *Hebeloma crustuliniforme* kompleksinin diğer bazı üyelerinin sporlarının büyük olduğu ve morfolojik analizlerin tür sınırlarını belirlemek için yeterli veriyi sağlayamadığı durumlarda tür tanımlamaları belirsiz olabilmektedir. Ancak bu tez çalışmasında *H. crustuliniforme* için yapılan filogenetik analizlerde görülen monofiletik ayırım ve blast araması türün tanımlanması için yeterli olmuştur.

Hebeloma eburneum: Türe ait örnekler çoğunlukla *Populus* sp. türleri altında toplanmıştır. Eberhardt vd. (2015) tarafından tanımlanan örnekler bakıldığında çalılık alanlardan toplandığı ve bu tez çalışmasında tanımlanan örneklerle uyumlu oldukları görülmüştür. Türe ait örneklerin değişken bir habitat şekline sahip olduğu ve birçok ağaç türü altında yetişebildiği bildirilmiştir (Eberhardt vd. 2015; Beker vd., 2016). Büyük bir bazidyokarp yapısı ve fazla sayıda lamelleri ile *Denudata* seksiyonunda bulunan diğer türlerden ayrılabilir. Ayrıca *H. crustuliniforme* türü ile makroskopik

olarak benzerlik göstermekte ancak mikroskopik incelemeler yapıldığında *H. eburneum* türüne ait örneklerin keilosistit yapısındaki geniş apeks kısmıyla farklılaştığı görülmektedir. *Hebeloma* cinsinde önemli bir taksonomik karakter olan sistit morfolojileri iki türü ayırt etmede oldukça kullanışlı olmuştur. Yapılan network analizlerinde *H. eburneum* türünün net bir şekilde diğer türlerden ayrıldığı ve monofiletik olduğu görülmektedir.

Hebeloma geminatum: Türe ait örnekler çoğunlukla *Salix* sp. türleri altında toplanmıştır. Klavat-stipitat keilosistit yapısı ve badem spor şekliyle *Denudata* seksiyonuna ait olduğu görülmektedir. Bu tür, *H. crustuliniforme* kompleksi içerisinde yer aldığı için tür sınırları network analizleriyle belirlenebilmiştir. Özellikle detaylı morfolojik incelemelerde, tür kompleksi içerisinde bulunan türlere göre sporlarının daha küçük olduğu görülmüştür. Eberhardt vd. (2015) tarafından tanımlanan örnekler bakıldığında tez çalışmasında tanımlanan örneklerle çok uyumlu oldukları belirlenmiştir. Türün ülkemizden ilk kaydı bu tez çalışmasından derlenen verilerle Dizkirici vd. (2022) tarafından yapılmış ve literatüre eklenmiştir.

Hebeloma lutense: Türe ait örnekler klavat keilosistit ve badem spor yapısıyla *Denudata* seksiyonu içerisinde yer almaktadırlar. Türe ait örnekler Bingöl ve Hakkâri illerinden toplanmıştır. Buralarda yapılan arazi çalışmalarında örnekler yaprak döken ve çürümüş yapraklı alanlarda rastlanılmıştır. Bazidyokarp renginin beyaz olması ve şapka merkezinde daha koyu kahverengi lekelerin olması arazide dikkat çekmiştir. Ayrıca tam uzunluktaki lamel sayısının 60'dan az olması seksiyondaki diğer türlerden ayırmada yardımcı olmaktadır. Eberhardt vd. (2015) tarafından tanımlanan örneklerle uyumlu olan örneklerin kıvrımlı keilosistit yapısına sahip oldukları yapılan mikroskopik analizlerde dikkat çekmiştir. Eberhardt vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada kıvrımlı sistit yapılarının türün tanımlanmasında ayırt edici olduğu bildirilmiştir. Morfolojik olarak *H. pusillum* türüyle benzerlik göstermiş ve filogeni analizlerinde de iki türün yakın akraba olduğu belirlenmiştir. Ancak network analizlerinde *H. pusillum* türünün daha eski bir soy olduğu görülmektedir. Detaylı morfolojik analizlerde *H. lutense* türüne ait örneklerin kıvrımlı keilosistit yapısı sergilemesi türün ayrımını kolaylaştırmıştır.

Hebeloma minus: Türe ait örneklerin genellikle *Salix* sp. türleri altında yetiştiği gözlenmiştir. Sahip olduğu klavat-kapitat keilosistit yapısı ve badem spor şekliyle *Denudata* seksiyonuna aittir. Seksiyon içerisinde bulunan diğer türlerden güçlü bir

şekilde süslü olan spor yapılarıyla ayırt edilebilmektedir. Tez çalışmasında tanımlanmış örneklerin Eberhardt vd. (2015) tarafından tanımlanan örneklerle uyumlu oldukları görülmüştür. Özellikle Alpin bölgelerde türe sıklıkla rastlanıldığı ve *Salix* sp. türleri altında yetiştiği bildirilmiştir. Ülkemizde hiç kaydı olmayan bu tür ilk defa bu tez çalışmasıyla tanımlanmış ve ülkemiz mikobiyotasına eklenmiştir. Morfolojik olarak *H. alpinum* türüyle benzerlik göstermektedir. Ancak detaylı incelendiğinde *H. minus* örneklerinin daha küçük bazidyokarplara sahip olduğu ve daha koyu renkte olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *H. minus* örneklerinin tam uzunluktaki lamel sayıları 40'ı geçmezken *H. alpinum* örneklerinin tam uzunluktaki lamel sayıları en az 40'tır. Bu şekilde belirlenen morfolojik nüanslar türlerin ayırt edilmesini ve sınırlarının belirlenmesini sağlamaktadır.

Hebeloma pusillum: Türe ait örnekler sadece Bingöl ili Genç ormanında rastlanılmıştır. Ormanın çamurluk bir alanında toplanan türe ait örnekler narin ve kırılgan bir bazidyokarp yapısıyla dikkat çekmektedir. Eberhardt vd. (2015) tarafından bildirildiğine göre türün yayılış alanları sıklıkla ıslak toprak veya çamurlu alanlar olmaktadır. Filogenetik analizlerde monofiletik grup oluşturmadığı ancak multilokus network analizlerinde diğer türlerden ayırım gösterdiği belirlenmiştir. Türe ait örneklerin kırılgan ve küçük bir bazidyokarp yapısına sahip olması ve L=20-40 olan tam uzunluktaki lamel sayısı ile seksiyondaki diğer türlerden ayırt edilebilmektedir.

Hebeloma rostratum: Türe ait örnekler sadece Hakkâri ilinde rastlanılmıştır. *Populus* sp. türleri altında yetişen türe ait örnekler sahip oldukları klavat keilosistit yapısı ve badem spor şekliyle *Denudata* seksiyonuna aittir. Türe ait örnekler mikroskopik olarak analiz edildiğinde rostrat şeklinde keilosistit yapıları ile dikkat çekmiştir. Bu özelliği ile seksiyondaki diğer türlerden ayırt edilebilmektedir. Tür ilk defa Eberhardt vd. (2016b) tarafından İtalya'da toplanmış ve literatüre eklenmiştir. Örneklerin *Salix* sp. ve *Populus* sp. türleri altında yetiştiği ve Avrupa dışında türe rastlanılmadığı bildirilmiştir. Ülkemizde türe ait herhangi bir kayda rastlanılmamış ve bu tez çalışmasıyla ilk defa bu tür ülkemiz makrofungus biyotasına eklenmiştir.

Hebeloma salicicola: Türe ait yaşam alanı genellikle kumlu veya kalkerli topraklardır. Özellikle *Salix* sp. ve *Populus* sp. türleri altında yetiştiği belirlenmiştir. Eberhardt vd. (2015) ve Eberhardt vd. (2016b) tarafından tanımlanan örneklerle bu tez çalışmasında tanımlanmış örneklerin uyumlu oldukları görülmüştür. Örneklerin sahip

oldukları klavat keilosistit yapısı ve badem spor şekliyle *Denudata* seksiyonuna ait oldukları belirlenmiştir. *Hebeloma crustuliniforme* tür kompleksinde yer alan türlerle makroskobik benzerlik gösterebilmektedir. Ancak mikro düzeydeki analizlerde spor süs yapısının daha belirgin olduğu ve daha güçlü dekstrinoid reaksiyon verdiği belirlenmiştir. Filogeni analizlerinde *H. pusillum* ile yakın akraba olduğu görülmüştür. Ancak iki türe ait örnekler karşılaştırıldığında *H. pusillum* türüne ait örneklerin şapka renginin daha koyu olduğu, sporlarında belirgin bir apikul yapısının olmadığı ve daha az dekstrinoid olduğu belirlenmiştir.

Hebeloma vaccinum: Klavat keilosistit yapısı ve badem spor şekliyle *Denudata* seksiyonunda yer alan bu tür, genel itibarıyla kumul toprakları tercih etmektedir. Ancak *Salix* sp., *Populus* sp. ve *Pinus* sp. türleriyle de simbiyont olduğu bildirilmiştir (Beker vd., 2016; Eberhardt vd., 2016a). Arazi çalışmalarda türe ait örnekler *Pinus* sp. altında rastlanılmıştır. Yapılan filogenetik analizlerde *H. cavipes* türüyle yakın akraba olduğu ve tek lokus analizlerinde ayrımlarının zor olduğu görülmüştür. İki türün detaylı makro ve mikro karakterleri analiz edildiğinde *H. cavipes* türünün daha narin bir bazidyokarp yapısına sahip olduğu ve daha az dekstrinoid spor reaksiyonu gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca *H. vaccinum* türüne ait örneklerin daha sarımsı bazidyokarp yapısına sahip olduğu gözlenmiştir.

***Sacchariolentia* seksiyonu:** Seksiyona ait türlerin en belirgin özellikleri genellikle aromatik bir koku ile karakterize olmalarıdır. Türleri temsil eden örneklerin boyutları genel olarak küçüktür ve renk skalası krem rengi ile koyu kahverengi arasında değişiklik göstermektedir. Sporlar oldukça süslü ve perisporlar belirgin bir şekilde gevşektir bu nedenle spor ölçümlerinde perispor gevşekliğine dikkat edilmelidir. Sporların verdiği dekstrinoid reaksiyon oldukça güçlüdür. Seksiyona ait üyelerde boyutları küçük olduğu için keilosistit bulmak zordur ve bazidyollere benzerlik gösterdiği için karıştırılabilir. Spor kodları ortalama O3-4; P2-3; D3-4 şeklindedir. Ortalama spor boyutu $9-12 \times 5-7.5 \mu\text{m}$, ortalama Q değeri 1.60–1.80 ve ortalama keilosistit uzunluğu $30 \mu\text{m}$ ile $50 \mu\text{m}$ arasındadır. Seksiyona ait 2 tür tanımlanmış ve aşağıda detaylandırılmıştır.

Hebeloma sacchariolens: Türe ait örnekler yapılan arazi çalışmalarında rastlanılmamıştır. Örnek temini Ertuğrul Sesli'nin koleksiyonundan sağlanmıştır. Örnek üzerinde yapılan morfolojik incelemelerde yanmış şeker benzeri bir kokuya sahip

olduğu dikkat çekmiştir. Bu karakteristik kokuya *Sacchariolentia* seksiyonuna ait türlerde rastlanıldığı literatürde belirtilmiştir (Beker vd., 2016). Genellikle ormanlık alanlarda yayılış göstermektedir. Filogenetik açıdan aynı seksiyonda bulunan *H. nauseosum* türüyle benzerlik göstermektedir. Ancak mikro düzeyde *H. nauseosum* türüne ait sporların daha büyük olduğu belirlenmiştir.

Hebeloma nauseosum: Şeker kokulu bir diğer *Hebeloma* türü olan *H. nauseosum*, Bingöl ve Hakkâri illerinde yapılan arazi çalışmalarında ormanlık alanlardan toplanmıştır. Genellikle tek renkli ve pürüzsüz bir şapka yapısı ile dikkat çekmektedir. Tanımlanan örneklerin Beker vd. (2016) tarafından tanımlanan örneklerle uyumlu oldukları belirlenmiştir. Ülkemizde bu türün daha önceden *H. gigaspermum* (Güngör vd., 2015) ve *H. fusipes* (Demirel ve Uzun, 2004; Demirel vd., 2014) adı altında tanımlandıkları ve bu isimlerin türün sinonim isimleri oldukları Beker vd. (2016) tarafından bildirilmiştir. Tanımlanan örnekler ait deskripsiyonlar incelendiğinde Güngör vd. (2015) tarafından tanımlanan örneklerin *H. nauseosum* türü olduğu görülmüştür. Örneklerin *Sacchariolentia* seksiyonuna tipik olan tatlı ve şekerimsi bir kokuya sahip olduğu ve *H. sacchariolens* türüyle benzerlik gösterdiği de bildirilmiştir. *H. fusipes* olarak tanımlanan örnekler ait çalışmalarda deskripsiyon olmadığı için karşılaştırma yapılamamıştır.

***Scabrispora* seksiyonu:** Bu seksiyona ait dikkat çeken özellik köklü bazidyokarp yapısıdır. Seksiyona ait 1 tür tanımlanmıştır ve diğer seksiyonlara ait türlerden farklı olarak belirgin bir şekilde silindirik spor ve silindirik keilosistit yapısı ile karakterize olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle türün tanımlaması kolay olmaktadır. Spor kodları ortalama O1-2; P1-2; D2-3 şeklindedir. Ortalama spor boyutu $8-10 \times 5-7$ μm , ortalama Q değeri 1.5–1.70 ve ortalama keilosistit uzunluğu 20 μm ile 40 μm arasındadır. Seksiyona ait tanımlanan 1 tür aşağıda detaylandırılmıştır.

Hebeloma cylindrosporum: *Scabrispora* seksiyonunun ayırt edici özelliklerini taşıyan bu türe ait örnekler Kars ilinin konifer ormanından VANF ekibi tarafından toplanmıştır. Silindirik spor şeklinden dolayı türün tanımlanması cins içerisinde bulunan diğer türlere göre nispeten daha kolay olmuştur. Ülkemizde türün ilk kaydı Acar vd. (2021) tarafından yapılmıştır. Bu türe ait miseller in vitro ortamda hızlı bir şekilde gelişebildikleri için model organizma olarak kullanılmaktadır (Marmeisse vd., 2004; Doré vd., 2014; Becquer vd., 2018).

***Sinapizantia* seksiyonu:** Bu seksiyona ait örneklerin büyük bazidyokarp ve fazla sayıda tam uzunluktaki lamellere sahip olduğu görülmektedir. Yoğun dekstrinoid spor yapısı ve badem spor şekliyle karakterizedir. Ayrıca klavat-ventrikoz keilosistit şekline sahiptir. *Sinapizantia* türlerini ayıran ana morfolojik özellik çok yoğun lamel aralığıdır. Spor kodları ortalama O2-4; P1-2; D3-4 şeklindedir. Ortalama spor boyutu $9-12 \times 6-8$ μm , ortalama Q değeri 1.40–1.70 ve ortalama keilosistit uzunluğu 60 μm ile 65 μm arasındadır. Seksiyona ait 1 tür tanımlanmıştır.

***Hebeloma sinapizans*:** Türe ait örnekler büyük bazidyokarp yapılarıyla dikkat çekmektedirler. Mikroskobik olarak sahip olduğu ventrikoz keilosistit yapısıyla *Hebeloma* seksiyonuna ait türlerle benzerlik gösterebilir ancak *Hebeloma* seksiyonundaki türler genel olarak daha küçük bazidyokarp yapısı, daha az sayıda lamel ve elips sporlar ile karakterizedirler. Ayrıca lamelleri üzerinde damla varlığına rastlanılmamaktadır. Ancak *H. sinapizans* örneklerinde lameller üzerinde lekeler belirlenmiştir. Türe ait örneklerin şapka büyüklükleri 100 mm'ye kadar varabilmekte ve tam uzunluktaki lamel sayıları ise $L=140$ olabilmektedir. Eberhardt vd. (2015) tarafından tanımlanan *H. sinapizans* örnekleri incelendiğinde tez çalışmasındaki örneklerle uyumlu oldukları görülmüştür.

***Theobromina* seksiyonu:** Bu seksiyona ait üyeler ilk etapta şapka renkleri ve tam uzunluktaki lamel sayıları ile dikkat çekmektedirler. Renk skalası sarımsı kahverengi, turuncu ve tarçın rengi arasında değişmektedir. Ana ayırıcı karakter ise keilosititlerin düzensiz yapılanmalarıdır. Keilosistitlerin baskın şekli klavat-ventrikoz iken apeks kısmı ile taban kısmı şişkin olabilmektedir. Ortalama boyutları ise 40-45 μm aralığındadır. Spor kodları ortalama O1-2; P0-1; D3-4 şeklindedir. Ortalama spor boyutu $8-10 \times 5-5.5$ μm , ortalama Q değeri 1.60–1.80 değerindedir. Seksiyona ait 1 tür tanımlanmıştır.

***Hebeloma theobrominum*:** Kırmızımsı şapka rengiyle dikkat çeken türe ait örnekler Kars-Sarıkamış'ta konifer ormanından VANF ekibi tarafından toplanmıştır. Mikroskobik incelemelerde keilosistit yapısının lageniform şeklinde olduğu belirlenmiştir. Badem spor yapısına sahip olması ve sporların verdiği güçlü dekstrinoid reaksiyon ile ayrımı kolay yapılabilen bir türdür. Eberhardt vd. (2013) tarafından türe ait örneklerin kırmızımsı şapka rengi ve $Q>1.8$ ile karakterize oldukları bildirilmiştir.

Velutipes seksiyonu: Bu seksiyona ait örnekler hafif klavat keilosistit ve badem spor şekliyle karakterizedirler. *Velutipes* türlerinde keilosistit hafifçe klavat veya klavat-ventrikoz şeklinde olup bazen sistityanın tepesi kapitat olabilir. Spor kodları ortalama O2-3; P1-2; D2-3 şeklindedir. Ortalama spor boyutu $8-13 \times 5-8 \mu\text{m}$, ortalama Q değeri 1.40–1.80 değerindedir. Seksiyona ait 2 tür tanımlanmıştır.

Hebeloma celatum: Türe ait yaşam alanı genel olarak yaprak döken ormanlık alanlardır. *Sinapizantia* seksiyonuna ait türlerle benzerlik göstermesinden dolayı türün seksiyon statüsünü belirlemek diğer türlere göre daha zor olmuştur. *Hebeloma celatum* türüne ait örneklerin daha kısa sap yapısı ve daha az tam uzunluktaki lamel sayısına sahip olması tanımlamasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca *Sinapizantia* seksiyonu üyelerinde sıklıkla görülen lamellerde damla varlığına *H. celatum* türüne ait örneklerde rastlanılmamıştır. Literatüre bakıldığında *H. celatum* türünün *Velutipes* seksiyonunda yer aldığı ve lamellerinde damla varlığı olmadığı kaydedilmiştir (Grilli vd., 2016). Birden fazla şekle sahip keilosistit yapısından dolayı oluşan bu belirsizlik filogenetik analizlerden gelen verilerle derlenerek net bir şekilde çözümlenmiş ve bu türün *Velutipes* seksiyonunda yer aldığı ispatlanmıştır.

Hebeloma velutipes: Türe ait örnekler, klavat-lageniform veya ventrikoz olan keilosistit yapısı ve oldukça güçlü dekstrinoid sporları ile *Velutipes* seksiyonuna aittir. Farklı habitatlarda türe ait örneklerle rastlanıldığı için türün yaygın bir tür olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle morfolojik sınırları net değildir ve sadece morfolojik yöntemlerle tanımlanması zordur. Grilli vd. (2016) tarafından türün çok yaygın bir olduğu ve hemen hemen her yerde türe ait örneklerle rastlanabileceği bildirilmiştir. ITS bölgesine adaylı analizlerde türün ayrımı net bir şekilde yapılamamıştır. Ancak LSU ve TEF- α bölgelerinin analizlerinde türün ayrı bir kladda gruplandığı belirlenmiştir. Seksiyonda bulunan diğer türlerden daha fazla sayıda lamelleri ile ve daha umbonat olan şapka yapısıyla ayrılabilir. Ülkemizde bu türün ilk kaydı *H. stenocystis* adı altında yapılmıştır (Alkan vd., 2010). Deskripsiyon incelendiği tanımlanan örneklerin daha kısa sap yapıları ve daha uzun keilosistitlere sahip oldukları belirlenmiştir. Bu morfolojik varyansın ekolojik farklılaşmaya dayalı olduğu düşünülmektedir.

Tez çalışması sonunda analizi yapılan 430 mantar örneği *Hebeloma* cinsine ait 24 tür olarak tanımlanmıştır. Tanımlanan örneklerin *Hebeloma*, *Denudata*, *Velutipes*, *Sinapizantia*, *Scabrispora*, *Sacchariolentia* ve *Theobromina* olmak üzere yedi

seksiyonda yer aldıkları belirlenmiştir. *Hebeloma* seksiyonuna ait *H. subtortum* olarak tanımlanan örneklerin türleşme sürecinin devam ettiği sonucuna ulaşılmıştır. *Denudata* seksiyonuna ait *H. cinnamomeum*, *H. lutense*, *H. minus*, *H. rostratum* ve *H. vaccinum* olarak tanımlanan türlerin ülkemiz mikotası için yeni kayıt türler oldukları belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışma kapsamında analizleri yapılan ve yeni tür olduğu belirlenen *Hebeloma bingolense* türüne ait örnekler dünya literatürüne kazandırılmıştır. Tez kapsamında çalışılan *Hebeloma* örnekleri tür seviyesinde tanımlanmış ve türlerin betimlemeleri detaylı şekilde yazılmıştır. Türlerin sinonim durumları ele alınmış ve geçerli isimleri referans alınarak tanımlamalar yapılmıştır. Cins için yeni bir teşhis anahtarı ilk defa bu çalışma ile oluşturulmuştur. Bu çalışma ile gelecekte *Hebeloma* cinsine ait mantarlar üzerine yapılacak farklı çalışmalar için bir kaynak oluşturulmuştur.



KAYNAKLAR

- Aanen, D. Kuyper, T. Boekhout, T. Hoekstra, R.F. (2000). Phylogenetic relationships in the genus *Hebeloma* based on ITS1 and 2 sequences, with special emphasis on the *Hebeloma crustuliniforme* complex. *Mycologia*, 92(2), 269-281.
- Aanen, D., Kuyper, T. (2004). A Comparison of the application of a biological and phenetic species concept in the *Hebeloma crustuliniforme* complex within a phylogenetic framework. *Persoonia*, 18(3), 285-316.
- Aanen, D., Kuyper, T., Boekhout, T., Hoekstra, R.F. (2001). A widely distributed ITS polymorphism within a biological species of the ectomycorrhizal fungus *Hebeloma velutipes*. *Mycologia*, 105(3), 284-290.
- Acar, I., Uzun, Y., Kalmer, A., Dizkirici, T.A., Ögün, Y. (2021). A New Record for Turkish Mycobiota from Selim (Kars) District. *The Journal of Fungus*, 12(1), 65-70.
- Acar, I., Dizkirici, A., Kalmer, A., Uzun, Y. (2022). *Hebeloma bingolense*, a new species in section *Hebeloma* (Basidiomycota) from Turkey. *Nova Hedwigia*, 114(1-2), 55-68.
- Ainsworth, G.C., Bisby, G.R. (1943). **A Dictionary of the Fungi**. 1st ed. The Imperial Mycological Institute, Kew.
- Akata, I., Sesli, E. (2017). Four new records of basidiomycota for the Turkish mycota from Trabzon and İstanbul provinces. *The Journal of Fungus*, 8(2), 168-177.
- Alkan, S., Kaşık, G., Aktaş, S. (2010). Macrofungi of Derebucak district (Konya, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 34, 335-350.
- Allı, H. (2011). Macrofungi of Kemaliye district (Erzincan). *Turkish Journal of Botany*, 35, 299-308.
- Allı, H., Türkoğlu, H., Işıloğlu, M. (2008). Three new macrofungi records from Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 32, 171-173.
- Anonim. (2023). Basidiomycota: The Club Fungi. Erişim tarihi: 12 Nisan 2023. Erişim adresi: <https://courses.lumenlearning.com/wm-biology2/chapter/basidiomycota/>
- Asante-Okere, S., Shen, C., Ziggah, Y.Y., Rulegeya, M.M., Zhu, X. (2020). Principal component analysis (PCA) based hybrid models for the accurate estimation of reservoir water saturation. *Computers & Geosciences*, 145, 104555.
- Ayling, S.C., Brown, T.A. (2008). Novel methodology for construction and pruning of quasi-median networks. *BMC Bioinformatics*, 9, 115.
- Badotti, F., Fonseca, P.L.C., Tomé, L.M.R., Nunes, D.T., Góes-Neto, A. (2018). ITS and secondary biomarkers in Fungi: review on the evolution of their use based on scientific publications. *Brazilian Journal of Botany*, 41, 1-9.
- Badotti, F., Oliveira, F.S., Garcia, C.F., Vaz, A.B.M., Fonseca, P.L.C., Nahum, L.A., Oliveira, G., Góes-Neto, A. (2017). Effectiveness of ITS and sub-regions as DNA barcode markers for the identification of Basidiomycota (Fungi). *BMC Microbiology*, 17(1), 1.
- Baele, G., Lemey, P., Rambaut, A., Suchard, M.A. (2017). Adaptive MCMC in Bayesian phylogenetics: an application to analyzing partitioned data in BEAST. *Bioinformatics*, 15, 33(12). doi:10.1093/bioinformatics/btx088
- Becquer, A., Garcia, K., Amenc, L., Rivard, C., Dore, J., vd., (2018). The *Hebeloma cylindrosporum* HcPT2 Pi transporter plays a key role in ectomycorrhizal symbiosis. *New Phytologist*, 220(4), 1185-1199.

- Beker, H.J., Eberhardt, U., Grilli, E., Ammirati, J. F., Matheny, P.B., Hawksworth, D.L. (2021). Proposal to conserve the name *Hebeloma velutipes* against *H. bakeri* (Fungi, Agaricales, Hymenogastraceae). *Taxon*, 70(1), 202-203.
- Beker, H.J., Eberhardt, U., Schütz, N. (2017). *Hebeloma* in the United Kingdom. *Field Mycology*, 18(4), 119-132.
- Beker, H.J., Eberhardt, U., Vesterholt, J. (2016). Fungi Europaei vol. 14, ***Hebeloma* (Fr.) P. Kumm.** Edizioni Tecnografica. London.
- Bickford, D., Lohman, D.J., Sodhi, N.S., Ng, P.K.L., Meier, R., Winker, K., vd. (2007). Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 22, 148-155.
- Boekhout, T. (1982). *De sekties Hebeloma (Fr.) Saccardo en Anthracophila Boekhout nom. prov. von het geslacht Hebeloma (Fr.) Kummer in Nederland en aangrenzende gebieden*, PhD thesis. Leiden University, Leiden.
- Boyle, H., Zimdars, B., Renker, C., Buscot, F. (2006). A molecular phylogeny of *Hebeloma* species from Europe. *Mycological Research*, 110, 369-380.
- Butlin, R.K., Galindo, J., Grahame, J.W. (2008). Sympatric, parapatric or allopatric: the most important way to classify speciation? *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363, 2997-3007.
- Carrasco-Hernández, V., Pérez-Moreno, J., Quintero-Lizaola, R., Espinosa-Solares, T., Lorenzana-Fernández, A., Espinosa-Hernández, V. (2015). Edible species of the fungal genus *Hebeloma* and two neotropical pines. *Pakistan Journal of Botany*, 47, 319-326.
- Corner, E.J.H. (1994). *Psathyrella* (Agaricales) with ornamented spor in the Malay Peninsula. *Gardens Bulletin Singapore*, 45, 337-357.
- Cripps, C.L., Eberhardt, U., Schütz, N., Beker, H.J., Evenson, V.S., Horak, E. (2019). The genus *Hebeloma* in the Rocky Mountain Alpine Zone. *MycKeys*, 46, 1-54. doi: 10.3897/mycokeys.46.32823
- Demirel, K., Uzun, Y. (2004). Some Poisonous Fungi of East Anatolia. *Turkish Journal of Botany*, 28, 215-219.
- Demirel, K., Uzun, Y., Akçay, M.E., Keleş, A., Acar, İ., Efe, V. (2015). Van yöresi makromantarlarına katkılar. *Mantar Dergisi*, 6(2), 12-23.
- Dizkirici A., Acar A., Kalmer A., Uzun Y. (2019). Morphological and molecular characterization of *Hebeloma subtortum* (Hymenogastraceae), a new record macrofungus from Bingöl province, Turkey. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 19(1), 1-10.
- Dizkirici A., Kalmer A., Acar, I. (2022). New Turkish records of *Hebeloma excedens* and *H. geminatum*, and confirmation of *H. celatum*. *Mycotaxon*, 137, 123-134.
- Doğan, H.H., Kurt, F. (2016). New macrofungi records from Turkey and macrofungal diversity of Pozantı-Adana. *Turkish Journal of Botany*, 40, 209-217.
- Doré, J., Marmeisse, R., Combier, J.P., Gay, G. (2014). A fungal conserved gene from the basidiomycete *Hebeloma cylindrosporum* is essential for efficient ectomycorrhiza formation. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 27(10), 1059-1069.
- Doyle, J.J., Doyle, J.L. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19, 11-15.
- Dulla, E.L., Kathera, C., Gurijala, H.K., Mallakuntla, T.R., Srinivasan, P., Prasad, V., Mopati, R.D., Jasti, P.K. (2016). Highlights of DNA Barcoding in identification

- of salient microorganisms like fungi. *Journal de Mycologie Médicale*, 26, 291-297.
- Eberhardt, U., Beker, H.J., Vila, J., Vesterholt, J., Llimona, X., Gadjieva, R. (2009). *Hebeloma* species associated with *Cistus*. *Mycologia*, 113, 153-162.
- Eberhardt, U., Beker, H.J. (2010). *Hebeloma vesterholtii*, a new species in section *Theobromina*. *Mycological Progress*, 9, 215-223.
- Eberhardt, U., Beker, H.J., Vesterholt, J., Dukik, K., Walther, G., Vila, J., Brime, S.F. (2013). European species of *Hebeloma* section *Theobromina*. *Fungal Diversity*, 58, 103-126. doi: 10.1007/s13225-012-0188-3.
- Eberhardt, U., Beker, H.J., Vesterholt, J. (2015). Decrypting the *Hebeloma crustuliniforme* complex: European species of *Hebeloma* section *Denudata* subsection *Denudata* (Agaricales). *Persoonia*, 35, 101-147.
- Eberhardt, U., Ronnikier, A., Schütz, N., Beker, H.J. (2016a). The genus *Hebeloma* in the alpine belt of the Carpathians including two new species. *Mycologia*, 107(6), 1285-1303. doi:10.3852/15-097.
- Eberhardt, U., Beker, H.J., Vesterholt, J., Schütz, N. (2016b). The taxonomy of the European species of *Hebeloma* section *Denudata* subsections *Hiemalia*, *Echinosporea* subsect. nov. and *Clepsydroidea* subsect. nov. and five new species. *Fungal Biology*, 120, 72-103.
- Eberhardt, U., Schütz, N., Krause, C., Beker, H.J. (2018). *Hebelomina* (Agaricales) revisited and abandoned. *Plant Ecology and Evolution*, 151(1), 96-109.
- Eberhardt, U., Beker, H.J., Schütz, N., Pedersen, O.S., Sysouphanthong, P., Læssøe, T. (2020). Adventurous cuisine in Laos: *Hebeloma parvisporum*, a new species in *Hebeloma* section *Porphyrospora*. *Mycologia*, 112(1), 172-184.
- Eberhardt, U., Schütz, N., Beker, H.J., Lee, S.S., Horak, E. (2021a). *Hebeloma* in the Malay Peninsula: Masquerading within *Psathyrella*. *MycoKeys*, 77, 117-141.
- Eberhardt, U., Beker, H.J., Borgen, T., Knudsen, H., Schütz, N., Elborne, S.A. (2021b). A survey of *Hebeloma* (Hymenogastraceae) in Greenland. *MycoKeys*, 79, 17-118. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.79.63363>.
- Eberhardt, U., Schütz, N., Bartlett, P., Hosaka, K., Kasuya, T., Beker, H.J. (2022a). Revisiting *Hebeloma* (Hymenogastraceae, Agaricales) in Japan: four species recombined into other genera but three new species discovered. *Mycological Progress*, 21, 447-472. <https://doi.org/10.1007/s11557-021-01757-x>.
- Eberhardt, U., Kong, A., Montoya, A., Schütz, N., Bartlett, P., Beker, H.J. (2022b). Not (only) poison pies – *Hebeloma* (Agaricales, Hymenogastraceae) in Mexico. *MycoKeys*, 90, 163-202. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.90.85267>.
- Eberhardt, U., Schütz, N., Bartlett, P., Beker, H.J. (2022c). 96 North American taxa sorted – Peck's *Hebeloma* revisited. *Mycologia*, 114(2), 337-387.
- Edgar, R.C. (2004). MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Research*, 32, 1792-1797.
- Erzurumlu, G., Kara, E. (2014). Mikoriza konusunda Türkiye’de yapılan çalışmalar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7(2), 55-65.
- Felsenstein, J. (1985). Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution*, 39, 783-791.
- Fukiharu, T., Yokoyama, G., Oba, T. (2000). Occurrence of *Hebeloma vinosophyllum* on the forest ground after decomposition of crow carcass. *Mycoscience*, 41, 401-402.
- Geiser, D.M., Jime'nez-Gasco, M.M., Kang, S., Makalowska, I., Veeraraghavan, N., Ward, T. J., Zhang, N., Kulda, G. A., O'Donnell, K. (2004). FUSARIUM-ID v.

- 1.0: A DNA sequence database for identifying *Fusarium*. *European Journal of Plant Pathology*, 110, 473-479.
- Grilli, E., Beker, H., Eberhardt, U., Schütz, N., Leonardi, M., Vizzini, A. (2016). Unexpected species diversity and contrasting evolutionary hypotheses in *Hebeloma* (Agaricales) sections *Sinapizantia* and *Velutipes* in Europe. *Mycological Progress*, 15, 5.
- Grossart, H.P., Wurzbacher, C., James, T.Y., Kagami, M. (2016). Discovery of dark matter fungi in aquatic ecosystems demands a reappraisal of the phylogeny and ecology of zoosporic fungi. *Fungal Ecology*, 19, 28-38.
- Guindon S., Dufayard J.F., Lefort V., Anisimova M., Hordijk W., Gascuel O. (2010). New algorithms and methods to estimate maximum-likelihood phylogenies: Assessing the Performance of PhyML 3.0. *Systematic Biology*, 59(3), 307-21.
- Güler, P., Türkoğlu, A., Kunduz, I. (2011). Screening the cultural characteristics of *Hebeloma eburneum* Malençon. *African Journal of Biotechnology*, 10(80), 18371-18376.
- Güngör, H., Solak, M.H., Allı, H., Işıloğlu, M., Kalmış, E. (2015). New records for Turkey and contributions to the macrofungal diversity of Isparta province. *Turkish Journal of Botany*, 39, 867-877.
- Güngör, H., Solak, M.H., Allı, H., Işıloğlu, M., Kalmış, E. (2016). Contributions to the macrofungal diversity of Muğla province (Turkey). *Mycotaxon*, 131, 256.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9.
- Harrower, E., Ammirati, J.F., Cappuccino, A.A., Ceska, O., Kranabetter, J.M., et al. (2011). *Cortinarius* species diversity in British Columbia and molecular phylogenetic comparison with European specimen sequences. *Botany*, 89, 799-810.
- Hawksworth, D.L., Kirk, P., Sutton, B.C., Pegler, D.N. (1995). **Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi** (8th ed.). CABI Publishing: Wallingford.
- Hibbett, D., Binder, M., Bischoff, J.F., Blackwell, M., Cannon, P.F. et al. (2007). A higher-level phylogenetic classification of the fungi. *Mycological Research*, 111, 509-547.
- Hibbett, D.S. (1992). Ribosomal RNA and fungal systematics. *Mycological Society*, 33, 533-556.
- Horton, T.R., Bruns, T.D. (2001). The molecular revolution in ectomycorrhizal ecology: peeking into the black-box. *Molecular Ecology*, 10, 1855-71.
- Hou, W., Lian, B., Dong, H., Jiang, H., Wu, X. (2012). Distinguishing ectomycorrhizal and saprophytic fungi using carbon and nitrogen isotopic compositions. *Geoscience Frontiers*, 3(3), 351-356.
- Huelsenbeck, J.P., F. Ronquist. (2001). MRBAYES: Bayesian inference of phylogeny. *Bioinformatics*, 17, 754-755.
- Jolliffe, I.T., Cadima, J. (2016). Principal component analysis: a review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374 (2065), 20150202.
- Kalyaanamoorthy, S., Minh, B.Q., Wong, T.K.F., von Haeseler, A., Jermin L.S. (2017). ModelFinder: Fast model selection for accurate phylogenetic estimates. *Nature Methods*, 14, 587-589. <https://doi.org/10.1038/nmeth.4285>.

- Kannan, L., Wheeler, W.C. (2012). Maximum parsimony on phylogenetic networks. *Algorithms for Molecular Biology*, 7, 9.
- Kaşık, G. (2010). **Mantar bilimi** (1. Baskı). Marifet Yayınevi: Konya.
- Kaya, A. (2009). Macromycetes of Kahramanmaraş province (Turkey). *Mycotaxon*, 108, 31-34.
- Kibar, B., Pekşen, A. (2007). Ektomikorizanın tarım ve ormancılık bakımından önemi. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 232-238.
- Kirk, P., Cannon, P.F., David, J.C., Stalpers, J.A. (2001). **Dictionary of the fungi** (9th ed.). CABI Publishing: Wallingford.
- Knudsen, H., Vesterholt, J. (2012). Funga Nordica (2nd ed.). **Agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gasteroid genera**. Nordsvamp, Copenhagen.
- Konrad, P., Maublanc, A. (1949). **Les agaricales**. Encyclopedia of Mycology. Elsevier.
- Kozlov, A., Darriba, D., Flouri, T., Morel, B., Stamatakis, A. (2018). RAxML-NG: A fast, scalable, and user-friendly tool for maximum likelihood phylogenetic inference. *Bioinformatics*, 35(21), 4453-4455.
- Kroon, L.P.N.M., Bakker, F.T., Van Den Bosch, G.B.M., Bonants, P.J.M., Flier, W.G. (2004). Phylogenetic analysis of *Phytophthora* species based on mitochondrial and nuclear DNA sequences. *Fungal Genetics*, 41(8), 766-782.
- Kummer, P. (1871). **Der führer in die pilzkunde**. C. Luppés Buchhandlung: Hamburg.
- Laich, F., Fierro, F., Martín, J.F. (2002). Production of penicillin by fungi growing on food products: identification of a complete penicillin gene cluster in *Penicillium griseofulvum* and a truncated cluster in *Penicillium verrucosum*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(3), 1211-1219.
- Leigh, J.W., Bryant, D. (2015). PopART: Full-feature software for haplotype network construction. *Methods in Ecology and Evolution*, 6(9), 1110-1116.
- Lindahl, B.D., Ihrmark, K., Boberg, J., Trumbore, S.E., Högborg, P., Stenlid, J., Finlay, R.D. (2007). Spatial separation of litter decomposition and mycorrhizal nitrogen uptake in a boreal forest. *New Phytologist*, 173, 611-620.
- Maddison, W.P., Maddison, D.R. (2021). Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Version 3.7.0. <http://www.mesquiteproject.org>.
- Mahmoudi, M.R., Heydari, M.H., Qasem, S.N., Mosavi, A., Band, S.S. (2021). Principal component analysis to study the relations between the spread rates of COVID-19 in high risks countries. *Alexandria Engineering Journal*, 60, 457-464.
- Marmeisse, R., Guidot, A., Gay, G., Lambilliotte, R., Sentenac, H., Combier, J.P., Melayah, D., Fraissinet-Tachet, L., Debaud, J.C. (2004). *Hebeloma cylindrosporum*- a model species to study ectomycorrhizal symbiosis from gene to ecosystem. *New Phytologist*, 163(3), 481-498.
- Matheny, P.B., Curtis, J.M., Hofstetter, V., Aime, M.C., Moncalvo, J.M., Ge, Z.W., Slot, J.C., Ammirati, J.F., Baroni, T.J., Bougher, N.L., Hughes, K.W., Lodge, D.J., Kerrigan, R.W., Seidl, M.T., Aanen, D.K., DeNitis, M., Daniele, G.M., Desjardin, D.E., Kropp, B.R., Norvell, L.L., Parker, A., Vellinga, E.C., Vilgalys, R., Hibbett, D.S. (2006). Major clades of Agaricales: a multilocus phylogenetic overview. *Mycologia*, 98(6), 982-95.
- Matheny, P.B., Liu, Y.J., Ammirati, J.F., Hall, B.D. (2002). Using Rpb1 sequences to improve phylogenetic inference among mushrooms (*Inocybe*, Agaricales). *American Journal of Botany*, 89, 688-698.

- Meyselle, J.P., Gay, G., Debaud, J.C. (1991). Intraspecific variation of acid phosphatase activity in monokaryotic and dikaryotic populations of the ectomycorrhizal fungus *Hebeloma cylindrosporum*. *Canadian Journal of Botany*, 69, 808-81.
- Mezger, M., Wozniok, I., Blockhaus, C., Kurzai, O., Hebart, H., Einsele, H., Loeffler, J. (2008). Impact of mycophenolic acid on the functionality of human polymorphonuclear neutrophils and dendritic cells during interaction with *Aspergillus fumigatus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 52(7), 2644-2646.
- Minh, B.Q., Lanfear, R., Trifinopoulos, J., Schrempf, D., Schmidt, H.A. (2021). IQ-TREE version 2.1.2: Tutorials and Manual. Phylogenomic software by maximum likelihood. <http://www.iqtree.org/doc/iqtree-doc.pdf>.
- Mirhendi, H., Makimura, K., de Hoog, G.S., Rezaei-Matehkolaei, A., Najafzadeh, M.J., Umeda, Y., Ahmadi, B. (2015). Translation elongation factor 1- α gene as a potential taxonomic and identification marker in dermatophytes. *Medical Mycology*, 53(3), 215-224.
- Monedero, L.C., Alvarado, P. (2020). *Hebeloma adherens*: Una nueva especie de la sección Adherentia sect. nov. *Yesca*, 32, 56-67.
- Morrison, D.A. (2005). Networks in phylogenetic analysis: new tools for population biology. *International Journal for Parasitology*, 35, 567-582.
- Morrison, D.A. (2014). Phylogenetic networks: A review of methods to display evolutionary history. *Annual Research & Review in Biology*, 4(10), 1518-1543.
- Nagy, L.G., Szöllösi, G. (2017). Fungal phylogeny in the age of genomics: Insights into phylogenetic inference from genome-scale datasets. *Advances in Genetics*, 100, 49-72.
- Naranjo-Ortiz, M.Á., Gabaldón, T. (2019). Fungal evolution: Diversity, taxonomy and phylogeny of the Fungi. *Biological Reviews*, 94, 2101-2137.
- Nguyen, L.T., Schmidt, H.A., von Haeseler, A., Minh B.Q. (2015). IQ-TREE A fast and effective stochastic algorithm for estimating maximum likelihood phylogenies. *Molecular Biology and Evolution*, 32, 268-274.
- Nilsson, R.H., Kristiansson, E., Ryberg, M., Hallenberg, N., Larsson, K.H. (2008). Intraspecific ITS variability in the Kingdom Fungi as expressed in the international sequence databases and its implications for molecular species identification. *Evolutionary Bioinformatics Online*, 4, 193-201.
- Porras-Alfaro, A., Liu, K.L., Kuske, C.R., Xie, G. (2014). From genus to phylum: large-subunit and internal transcribed spacer rRNA operon regions show similar classification accuracies influenced by database composition. *Applied and Environmental Microbiology*, 80, 829-840.
- Pringle, A., Taylor, J.W. (2002). The fitness of filamentous fungi. *Trends in Microbiology*, 10, 474-481.
- Qasim, Z. S. (2022). The Antimycotic Activity of Rosuvastatin. *Iraqi Journal of Pharmacy*, 19(2), 84-92.
- Raja, H.A., Miller, A.N., Pearce, C.J., Oberlies, N.H. (2017): Fungal identification using molecular tools: A primer for the natural products research community. *Journal of Natural Products*, 80(3), 756-770. DOI: 10.1021/acs.jnatprod.6b01085.
- Rambaut, A. (2010). **FigTree v1.3.1**. University of Edinburgh, Institute of Evolutionary Biology, Edinburgh.

- Rambaut, A., Drummond, A.J., Xie, D., Baele, G., Suchard, M.A. (2018). Posterior summarisation in Bayesian phylogenetics using Tracer 1.7. *Systematic Biology*, 67(5), 901-904. doi:10.1093/sysbio/syy032.
- Rees, B.J., Midgley, D.J., Marchant, A., Perkins, A., Orlovich, D.A. (2013). Morphological and molecular data for Australian *Hebeloma* species do not support the generic status of *Anamika*. *Mycologia*, 105(4), 1043-1058.
- Rehner, S.A., Buckley, E. (2005). A *Beauveria* phylogeny inferred from nuclear ITS and EF1- α sequences: evidence for cryptic diversification and links to *Cordyceps* teleomorphs. *Mycologia*, 97, 84-89.
- Roger, P. (2010). ***Mushrooms and other Fungi of North America***. Buffalo, NY: Firefly Books. p. 206. ISBN 978-155407-651-2.
- Ronquist, F., Huelsenbeck, J.P. (2003). MRBAYES 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics*, 19, 1572-1574.
- Rossman, A.Y. (2007). Report of the planning workshop for all fungi DNA Barcoding. *Inoculum*, 58, 1-5.
- Schoch, C.L., Seifert, K.A., Huhndorf, S., Robert, V., Spouge, J.L., Levesque, C.A., Chen, W. (2012). Fungal barcoding consortium (2012) nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi. *PNAS*, 109, 6241-6246.
- Schoch, C.L., Sung, G.H., López-Giráldez, F., Townsend, J.P., Miadlikowska, J., Hofstetter, V., Robbertse, B., Matheny, P.B., Kauff, F., Wang, Z., Gueidan, C., Andrie, R.M., Trippe, K., Ciufetti, L.M., Wynns, A., Fraker, E., Hodkinson, B.P., Bonito, G., Groenewald, J.Z., Arzanlou, M., de Hoog, G.S., Crous, P.W., Hewitt, D., Pfister, D.H., Peterson, K., Gryzenhout, M., Wingfield, M.J., Aptroot, A., Suh, S.O., Blackwell, M., Hillis, D.M., Griffith, G.W., Castlebury, L.A., Rossman, A.Y., Lumbsch, H.T., Lücking, R., Büdel, B., Rauhut, A., Diederich, P., Ertz, D., Geiser, D.M., Hosaka, K., Inderbitzin, P., Kohlmeyer, J., Volkmann-Kohlmeyer, B., Mostert, L., O'Donnell, K., Sipman, H., Rogers, J.D., Shoemaker, R.A., Sugiyama, J., Summerbell, R.C., Untereiner, W., Johnston, P.R., Stenroos, S., Zuccaro, A., Dyer, P.S., Crittenden, P.D., Cole, M.S., Hansen, K., Trappe, J.M., Yahr, R., Lutzoni, F., Spatafora, J.W. (2009). The Ascomycota tree of life: a phylum-wide phylogeny clarifies the origin and evolution of fundamental reproductive and ecological traits. *Systematic Biology*, 58(2), 224-239.
- Sesli, E. (2023). *Hebeloma limbatum*: Türkiye mikotası için yeni bir kayıt. *Mantar Dergisi*, 14(1), 51-54.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F., Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H. H., Erdoğdu, M., Ergül, C. C., Eroğlu, G., Giray, G., Halikî Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kıvanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkecul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Y., Uzun, Y., Yoltaş, A. (2020). ***Türkiye mantarları listesi (The checklist of Fungi of Türkiye)***. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını: İstanbul.
- Sesli, E., Örtücü, S., Aytaç, E. (2018). Türkiye mikotası için yeni kayıtlar (*Basidiomycota-Agaricales*). *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 5(1), 15-20.
- Shao, H.J., Qing, C., Wang, F., Zhang, Y.L., Luo, D.Q., Liu, J.K. (2005). A new cytotoxic lanostane triterpenoid from the basidiomycete *hebeloma versipelle*. *The Journal of Antibiotics*, 58, 828-831.

- Singer, R. (1962). *The agaricales in modern taxonomy* (2nd ed.). J. Cramer, Weinheim.
- Singh, B.N. (2021). Allopatric and sympatric modes of speciation: examples from *Drosophila*. *Current Science*, 121(1), 56-60.
- Stamatakis, A., Hoover, P., Rougemont, J. (2008). A rapid bootstrap algorithm for the RAxML web servers. *Systematic Biology*, 75, 758-771.
- Stengel, A., Stanke, K.M., Quattrone, A.C., Herr, J.R. (2022). Improving taxonomic delimitation of fungal species in the age of genomics and phenomics. *Frontier Microbiology*, 13, 847067. doi: 10.3389/fmicb.2022.847067.
- Solak, M., Allı, H., Işıloğlu, M. (2011). Macrofungi of Osmaniye Province. *Mantar Dergisi*, 2, 1-7.
- Solak, M., Türkoğlu, A. (2022). *Macrofungi of Turkey, Checklist, Volume-III*. İzmir: Kanyılmaz Matbaacılık.
- Swofford, D.L. (2003). PAUP*. Phylogenetic analysis using parsimony (*and other methods) (Version 4.). Sinauer Associates: Sunderland.
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A., M., Kumar, S. (2013). MEGA 6: Molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Molecular Biology Evolution*, 30(12), 2725-2729.
- Taylor, J.W. (2011). One Fungus=One Name: DNA and fungal nomenclature twenty years after PZR. *IMA Fungus*, 2,113-120. doi: 10.5598/imafungus.2011.
- Tekpinar A.D., Kalmer A. (2019). Utility of various molecular markers in fungal identification and phylogeny, *Nova Hedwigia*, 109(1-2), 187-224.
- Thompson, J.D., Higgins, D.G., Gibson, T.J. (1994). CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, 22, 4673-4680.
- Timling, I., Walker, D.A., Nusbaum, C., Lennon, N.J., Taylor, D. (2014). Rich and cold: diversity, distribution and drivers of fungal communities in patterned-ground ecosystems of the North American Arctic. *Molecular Ecology*, 23, 3258-3272.
- Triana-Alonso, F.J., Chakraborty, K., Nierhaus, K.H. (1995). The elongation factor 3 unique in higher fungi and essential for protein biosynthesis is an E site factor. *Journal of Biological Chemistry*, 270(35), 20473-20478.
- Türkoğlu, A., Yağız, D. (2012). Contributions to the macrofungal diversity of Uşak Province. *Turkish Journal of Botany*, 36, 580-589. doi:10.3906/bot-1103-2.
- Uzun, Y., Kaya, A., Keleş, A., Akçay, M.E., Acar, İ. (2009). Macromycetes of Genç District (Bingöl-Turkey). *International Journal of Botany*, 5(4), 301-306.
- Varga, T., Krizsán, K., Földi, C., Dima, B., Sánchez-García, M., et al. (2019). Megaphylogeny resolves global patterns of mushroom evolution. *Nature Ecology and Evolution*, 3, 668-678. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0834-1>.
- Vesterholt, J. (2000). *Hebeloma crustuliniforme* and related species. *Field Mycology*, 1(2), 58-68.
- Vesterholt, J. (2005). *The genus hebeloma* (Fungi of Northern Europe Volume 3). Danish Mycological Society: Copenhagen.
- Vesterholt, J., Eberhardt, U., Beker, H.J. (2014). Epitypification of *Hebeloma crustuliniforme*. *Mycological Progress*, 13, 553-562.
- Vilgalys, R., Hester, M. (1990). Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *Journal of Bacteriology*, 172, 4239-4246.

- Wen, J., Zimmer, E.A. (1996). Phylogeny and biogeography of *Panax* L. (the *Ginseng* Genus, Araliaceae): Inferences from ITS sequences of nuclear ribosomal DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 6, 167-177.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J.W. (1990): Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J., White, T.J. (Ed.). ***In PCR protocols: A guide to methods and applications***. (pp. 315-322). New York, Academic Press Inc.
- Wiederhold, N.P., Cota, J.M., Frei, C.R. (2008). Micafungin in the treatment of invasive candidiasis and invasive aspergillosis. *Infection and Drug Resistance*, 1, 63-77.
- Yağız, D., Afyon, A. (2005). The macrofungi of Karabük province. *Turkish Journal of Botany*, 29, 345-353.
- Yağız, D., Afyon, A., Konuk, M., Helfer, S. (2006). Contributions to the macrofungi of Kastamonu province, Turkey. *Mycotaxon*, 98, 177-180.
- Yılmaz Ersel, F. (2005a). New records for the macromycota of Turkey from Balıkesir province. *Turkish Journal of Botany*, 29, 333-336.
- Yılmaz Ersel, F. (2005b). N New records for Turkish macromycota. *Mycologia Balcanica*, 2, 165-168.
- Zhai, Y., Tchieu, J., Saier Jr, M. H. (2002). A web-based Tree View (TV) program for the visualization of phylogenetic trees. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology*, 4, 69-70.
- Zhang, C., Ogilvie, H.A., Drummond, A.J., Stadler, T. (2018). Bayesian inference of species networks from multilocus sequence data. *Molecular Biology and Evolution*, 35(2), 504-517. doi: 10.1093/molbev/msx307.



EKLER

Ek 1 Kullanılan taksonlar ve karakterlerin veri matrisi

Taksonlar	Karakter kodları														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>H. alpinum</i>	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
<i>H. bingolense</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>H. cavipes</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>H. celatum</i>	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>H. cinnamomeum</i>	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>H. crustuliniforme</i>	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1
<i>H. cylindrosporum</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>H. dunense</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>H. eburneum</i>	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
<i>H. excedens</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>H. geminatum</i>	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
<i>H. lutense</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. mesophaeum</i>	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>H. minus</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>H. nauseosum</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>H. pusillum</i>	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
<i>H. rostratum</i>	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>H. sacchariolens</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>H. salicicola</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>H. sinapizans</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>H. subtortum</i>	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>H. theobrominum</i>	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>H. vaccinum</i>	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
<i>H. velutipes</i>	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1

Ek 1. Kullanılan taksonlar ve karakterlerin veri matrisi (devam)

	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	27
<i>H. alpinum</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
<i>H. bingolense</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>H. cavipes</i>	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1
<i>H. celatum</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
<i>H. cinnamomeum</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>H. crustuliniforme</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
<i>H. cylindrosporum</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>H. dunense</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>H. eburneum</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
<i>H. excedens</i>	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>H. geminatum</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
<i>H. lutense</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
<i>H. mesophaeum</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>H. minus</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>H. nauseosum</i>	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1
<i>H. pusillum</i>	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
<i>H. rostratum</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
<i>H. sacchariolens</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
<i>H. salicicola</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>H. sinapizans</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>H. subtortum</i>	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>H. theobrominum</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0
<i>H. vaccinum</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
<i>H. velutipes</i>	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1

Ek 1. Kullanılan taksonlar ve karakterlerin veri matrisi (devam)

	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<i>H. alpinum</i>	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>H. bingolense</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>H. cavipes</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>H. celatum</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
<i>H. cinnamomeum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>H. crustuliniforme</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>H. cylindrosporum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>H. dunense</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>H. eburneum</i>	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
<i>H. excedens</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>H. geminatum</i>	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>H. lutense</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>H. mesophaeum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>H. minus</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>H. nauseosum</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0
<i>H. pusillum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>H. rostratum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>H. sacchariolsens</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
<i>H. salicicola</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>H. sinapizans</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>H. subtortum</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
<i>H. theobrominum</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
<i>H. vaccinum</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>H. velutipes</i>	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0

*Karakter kodları: 1; Büyük bazidyokarp >60, 2; Küçük bazidyokarp <60, 3; Şapkada veil, 4; Şapkada umbo, 5; 20-50 lamel sayısı, 6; 50-80 lamel sayısı, 7; 80-120 lamel sayısı, 8; Lamelde kalıntı, 9; Silindirik sap, 10; Tabanı şişkin sap, 11; Klavat sap, 12; Köklü sap, 13; Kortina varlığı, 14; Sapta tüy/yün, 15; Sapta fibril, 16; Sapta velum, 17; Elips spor, 18; Oval spor, 19; Badem/limoniform spor, 20; Silindirik spor, 21; Fusoid spor, 22; Az süslü spor, 23; Çok süslü spor, 24; Perispor, 25; Hafif dekstrinoid spor, 26; Orta dekstrinoid spor, 27; Güçlü dekstrinoid spor, 28; Silindirik keilosistit, 29; Lageniform/ventrikoz keilosistit, 30; Klavat keilosistit, 31; Kapitat keilosistit, 32; Spatulat keilosistit, 33; Çatalı keilosistit, 34; Genikulat keilosistit, 35; Kıvrımlı keilosistit, 36; Rostrat keilosistit, 37; Septatlı keilosistit, 38; Turp kokusu, 39; Sabun kokusu, 40; Şeker kokusu.

Ek 2 NCBI veri tabanından alınan taksonlar ve erişim numaraları

Tür	NCBI erişim ITS	NCBI erişim LSU	NCBI erişim TEF1- α
<i>Hebeloma ambustiterratum</i>			ON167797
<i>Hebeloma ambustiterratum</i>			ON167796
<i>Hebeloma ammophilum</i>	KT217509		MZ782958
<i>Hebeloma ammophilum</i>	MZ782104		MZ782959
<i>Hebeloma aanenii</i>	KM390741		
<i>Hebeloma aanenii</i>	KM390766		
<i>Hebeloma aanenii</i>	KM390760		
<i>Hebeloma aestivale</i>	KT218447		KT217654
<i>Hebeloma albidulum</i>	MZ782147		MZ782954
<i>Hebeloma alboerumpens</i>	JQ751220		
<i>Hebeloma alpinicola</i>	MW445643		
<i>Hebeloma alpinicola</i>	MW445644		
<i>Hebeloma alpinum</i>	KM390654		KT216819
<i>Hebeloma alpinum</i>	MW445565		KT216820
<i>Hebeloma alpinum</i>	KT071013		KT216841
<i>Hebeloma alpinum</i>	KT071014		KT216817
<i>Hebeloma alpinum</i>	KT071015		MW452578
<i>Hebeloma alpinum</i>	KY271840		
<i>Hebeloma alpinum</i>	MW445593		
<i>Hebeloma alpinum</i>	KY271852		
<i>Hebeloma alpinum</i>	KY271853		
<i>Hebeloma arcticum</i>	MW445587		MW452584
<i>Hebeloma arcticum</i>	MW445588		MW452585
<i>Hebeloma aspesporum</i>	MZ782138		
<i>Hebeloma aspesporum</i>	MZ782139		
<i>Hebeloma aurantioumbrinum</i>	KM390720		KT216851
<i>Hebeloma aurantioumbrinum</i>	MW445900		MW452577
<i>Hebeloma aurantioumbrinum</i>	KY271821		KT216845
<i>Hebeloma bingolense</i>	MW618000	MW618106	
<i>Hebeloma bingolense</i>	MW617999	MW618107	
<i>Hebeloma birrus</i>	KX765804		
<i>Hebeloma bulbiferum</i>	KT218422		KT217665
<i>Hebeloma bulbiferum</i>	KT218439		KT217667
<i>Hebeloma cavipes</i>	KX905028	KY418849	KT216780
<i>Hebeloma cavipes</i>	KT217555		KT216799
<i>Hebeloma cavipes</i>	KT217575		MZ782962
<i>Hebeloma cavipes</i>	KT217523		MZ782963
<i>Hebeloma cavipes</i>	KT225477		MZ782964
<i>Hebeloma cavipes</i>	MZ782102		
<i>Hebeloma cavipes</i>	MZ782103		
<i>Hebeloma cavipes</i>	MZ782120		
<i>Hebeloma cavipes</i>	MZ782148		
<i>Hebeloma cavipes</i>	KT217498		
<i>Hebeloma cavipes</i>	KT217401		
<i>Hebeloma cavipes</i>	KT217362		
<i>Hebeloma celatum</i>	KT218468		KT217664
<i>Hebeloma celatum</i>	KT218490		KT217674
<i>Hebeloma celatum</i>	KT218482		KT217677

Ek 2 NCBI veri tabanından alınan taksonlar ve erişim numaraları (devam)

<i>Hebeloma cinnamomeum</i>	MZ782134		MZ782965
<i>Hebeloma cinnamomeum</i>	MZ782135		MZ782966
<i>Hebeloma cinnamomeum</i>	MZ782136		MZ782967
<i>Hebeloma cinnamomeum</i>			MZ782968
<i>Hebeloma cinnamomeum</i>			MZ782969
<i>Hebeloma circinans</i>	KX765805		
<i>Hebeloma cistophilum</i>	EU570176		
<i>Hebeloma citrisporum</i>			MZ782970
<i>Hebeloma colvinii</i>	MW445748		
<i>Hebeloma colvinii</i>	MW445749		
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	KF309409	MH867674	KT216854
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	KF309415	MK880546	KT216860
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	KF309417		KT216824
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	KF309418		
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	KF309423		
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	KF309424		
<i>Hebeloma cylindrosporum</i>	FJ769366	EF219136	
<i>Hebeloma cylindrosporum</i>	FJ769364		
<i>Hebeloma cylindrosporum</i>	JQ751210		
<i>Hebeloma danicum</i>	MT117098		
<i>Hebeloma dunense</i>	KY271842		KT071085
<i>Hebeloma dunense</i>	MK305911		KT071086
<i>Hebeloma dunense</i>	MW445685		KT071087
<i>Hebeloma dunense</i>	MW445684		KT071088
<i>Hebeloma dunense</i>	MW445686		
<i>Hebeloma dunense</i>	KT071019		
<i>Hebeloma dunense</i>	KT071021		
<i>Hebeloma dunense</i>	MW445655		
<i>Hebeloma dunense</i>	MW445649		
<i>Hebeloma echinosporum</i>	KT217548		
<i>Hebeloma eburneum</i>	JN943863	KT591579	KT216777
<i>Hebeloma eburneum</i>	JN943850		KT216792
<i>Hebeloma eburneum</i>	KM390744		KT216853
<i>Hebeloma eburneum</i>	KF309412		
<i>Hebeloma eburneum</i>	MT554340		
<i>Hebeloma erebium</i>	KT218444		KT217673
<i>Hebeloma erumpens</i>	JQ751207	JQ751245	
<i>Hebeloma excedens</i>	MK281081		ON167804
<i>Hebeloma excedens</i>	MK280986		ON167805
<i>Hebeloma excedens</i>	MK281082		
<i>Hebeloma excedens</i>	MK281122		
<i>Hebeloma excedens</i>	MW544166		
<i>Hebeloma excedens</i>	MW544167		
<i>Hebeloma excedens</i>	MK281124		
<i>Hebeloma excedens</i>	MK281123		
<i>Hebeloma excedens</i>	MW445687		
<i>Hebeloma excedens</i>	MW445688		
<i>Hebeloma excedens</i>	MN017801		
<i>Hebeloma, fuscatum</i>	MW445825		

Ek 2 NCBI veri tabanından alınan taksonlar ve erişim numaraları (devam)

<i>Hebeloma fuscatum</i>	KY271851		
<i>Hebeloma fusisporum</i>		KT591558	
<i>Hebeloma geminatum</i>	KM390554		KT216769
<i>Hebeloma geminatum</i>	KM390583		KT216794
<i>Hebeloma geminatum</i>	KM390584		KT216815
<i>Hebeloma geminatum</i>	KM390585		
<i>Hebeloma geminatum</i>	KM390616		
<i>Hebeloma geminatum</i>	KM390640		
<i>Hebeloma geminatum</i>	KM390684		
<i>Hebeloma geminatum</i>	KM390750		
<i>Hebeloma geminatum</i>	MF039233		
<i>Hebeloma geminatum</i>	MW445553		
<i>Hebeloma geminatum</i>	MW445556		
<i>Hebeloma geminatum</i>	MT550873		
<i>Hebeloma grandisporum</i>	MW445788		
<i>Hebeloma grandisporum</i>	KT071023		
<i>Hebeloma griseopruinatum</i>	JQ751183		
<i>Hebeloma helodes</i>	MW445873		KT216810
<i>Hebeloma helodes</i>	MW445877		KT216831
<i>Hebeloma helodes</i>	MF773582		
<i>Hebeloma hiemale</i>	GQ869521	KT591556	KT216848
<i>Hebeloma hiemale</i>	GQ869527		MZ782975
<i>Hebeloma incarnatulum</i>	KT218441		KT217607
<i>Hebeloma incarnatulum</i>	KT218448		KT217642
<i>Hebeloma incarnatulum</i>	KT218476		KT217672
<i>Hebeloma ingratum</i>	OL455088		
<i>Hebeloma ingratum</i>	MT550874		
<i>Hebeloma ischnostylum</i>	KX765768		
<i>Hebeloma laetitiaie</i>	MF039241		
<i>Hebeloma laetitiaie</i>	MF039242		
<i>Hebeloma laterinum</i>	KF309425		
<i>Hebeloma leucosarx</i>	MW445844		KT217652
<i>Hebeloma limbatum</i>	KT217542		
<i>Hebeloma limbatum</i>	KT217543		
<i>Hebeloma limbatum</i>	KX905026		
<i>Hebeloma lindae</i>	KX765812		
<i>Hebeloma louiseae</i>	MW445578		
<i>Hebeloma louiseae</i>	MW445583		
<i>Hebeloma luchuense</i>	MT117088		
<i>Hebeloma luteicystidiatum</i>	KM390624		
<i>Hebeloma luteicystidiatum</i>	KM390638		
<i>Hebeloma lutense</i>	KM390615	JN939949	KT216783
<i>Hebeloma lutense</i>	KM390631	JN939964	KT216798
<i>Hebeloma lutense</i>	KM390669	JN939966	KT216825
<i>Hebeloma lutense</i>	KM390618		
<i>Hebeloma lutense</i>	KM390679		
<i>Hebeloma lutense</i>	KM390688		
<i>Hebeloma lutense</i>	KM390775		
<i>Hebeloma marginatulum</i>	KY271847		KT071091

Ek 2 NCBI veri tabanından alınan taksonlar ve erişim numaraları (devam)

<i>Hebeloma marginatulum</i>	KY271846		KT071092
<i>Hebeloma matritense</i>	KT217364		
<i>Hebeloma matritense</i>	KT217365		
<i>Hebeloma mediorufum</i>	KM390572	MK880558	KT216812
<i>Hebeloma mediorufum</i>	KM390749		KT216811
<i>Hebeloma melleum</i>	KX765807		
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	MW445738	MK880543	KT071098
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	MW445737	MK880548	KT071099
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	MW445739	MK880553	ON167810
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	KT071035	MK278127	KT071100
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	MW445740	DQ071690	
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	KT071032		
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	MK305920		
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	KT071034		
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	KT071036		
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	MK305906		
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	KY271837		
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	KT071038		
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	KY271838		
<i>Hebeloma minus</i>	KM390751	JN939947	KT216842
<i>Hebeloma minus</i>	KM390664	JN939954	KT216816
<i>Hebeloma minus</i>	JN943872	JN939959	KT216818
<i>Hebeloma minus</i>	JN943868		
<i>Hebeloma minus</i>	MW445547		
<i>Hebeloma minus</i>	KM390700		
<i>Hebeloma minus</i>	MW445546		
<i>Hebeloma minus</i>	JN943866		
<i>Hebeloma minus</i>	KM390753		
<i>Hebeloma monticola</i>	MZ019456		
<i>Hebeloma nauseosum</i>	KX765763		
<i>Hebeloma nigellum</i>	KT071042		KT071102
<i>Hebeloma nigellum</i>			KT071103
<i>Hebeloma odoratissimum</i>	KX765765		
<i>Hebeloma pallidolabiatum</i>	KM390703		KT216840
<i>Hebeloma pallidolabiatum</i>	KM390713		KT216846
<i>Hebeloma pascuense</i>	MZ019466		
<i>Hebeloma pascuense</i>	MN017800		
<i>Hebeloma perexiguum</i>	KM390689		
<i>Hebeloma populinum</i>	KT217560		KT216861
<i>Hebeloma populinum</i>	KT217563		KT216862
<i>Hebeloma psammophilum</i>	MN381949		
<i>Hebeloma pubescens</i>	MW445743		
<i>Hebeloma pubescens</i>	MK305932		
<i>Hebeloma pubescens</i>	KX765792		
<i>Hebeloma pubescens</i>	MW445742		
<i>Hebeloma pubescens</i>	MW445744		
<i>Hebeloma pubescens</i>	KY271841		
<i>Hebeloma pumilum</i>	KX765808		
<i>Hebeloma pusillum</i>	KM390665	JN939968	KT216835

Ek 2 NCBI veri tabanından alınan taksonlar ve erişim numaraları (devam)

<i>Hebeloma pusillum</i>	KM390769	JN939957	MW452579
<i>Hebeloma quercetorum</i>			KT217670
<i>Hebeloma radicosoides</i>	MT117096		
<i>Hebeloma rostratum</i>	KT217532		KT216829
<i>Hebeloma rostratum</i>	KT217534		KT216855
<i>Hebeloma rostratum</i>	KT217535		KT216774
<i>Hebeloma rostratum</i>	KT217550		
<i>Hebeloma sacchariolens</i>	KX765767		KT217618
<i>Hebeloma sacchariolens</i>	KT218266	MK880545	KT217597
<i>Hebeloma sacchariolens</i>	KT218216	OL771776	
<i>Hebeloma salicicola</i>	KM390682		KT216788
<i>Hebeloma salicicola</i>	KM390683		KT216795
<i>Hebeloma salicicola</i>	KM390707		KT216857
<i>Hebeloma salicicola</i>	KM390758		
<i>Hebeloma sinapizans</i>	JQ751193	JQ751231	KT217668
<i>Hebeloma sinapizans</i>	JQ751194	JQ751235	KT217671
<i>Hebeloma sinapizans</i>	JQ751198		KT217676
<i>Hebeloma sordescens</i>	KX765787		
<i>Hebeloma sordidulum</i>	MZ782100		
<i>Hebeloma sordidulum</i>	MZ782101		
<i>Hebeloma sordidulum</i>	MZ782143		
<i>Hebeloma spetsbergense</i>	KY271832		
<i>Hebeloma subtortum</i>	KX765788	MG914657	
<i>Hebeloma subtortum</i>	KX765789		
<i>Hebeloma subtortum</i>	KX765790		
<i>Hebeloma subtortum</i>	KX765791		
<i>Hebeloma subtortum</i>	MZ782131		
<i>Hebeloma theobrominum</i>	JQ751213	JQ751223	
<i>Hebeloma theobrominum</i>	JQ751214	JQ751239	
<i>Hebeloma theobrominum</i>		JQ751224	
<i>Hebeloma theobrominum</i>		JQ751246	
<i>Hebeloma theobrominum</i>		KT591563	
<i>Hebeloma vaccinum</i>	KT217489		KT216784
<i>Hebeloma vaccinum</i>	KT217514		KT216785
<i>Hebeloma vaccinum</i>	KT217462		MZ782983
<i>Hebeloma vaccinum</i>	MF039237		MZ782984
<i>Hebeloma vaccinum</i>	MW445835		MZ782985
<i>Hebeloma vaccinum</i>	MW445836		
<i>Hebeloma vaccinum</i>	MW445838		
<i>Hebeloma vaccinum</i>	KT071051		
<i>Hebeloma vaccinum</i>	KT071050		
<i>Hebeloma vaccinum</i>	KT071052		
<i>Hebeloma velutipes</i>	KT071061	MK880549	KT217659
<i>Hebeloma velutipes</i>	MZ782137	MK880559	ON167826
<i>Hebeloma velutipes</i>	KY271831	MK880561	ON167827
<i>Hebeloma vesterholtii</i>	FJ943240	JQ751230	

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Ayşenur KALMER

Eğitim Bilgileri

Lisans :
Üniversite : Cumhuriyet Üniversitesi
Fakülte : Fen Fakültesi
Bölüm : Moleküler Biyoloji ve Genetik
Mezuniyet Yılı : 2015

Yüksek Lisans :
Üniversite : Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Enstitü : Fen Bilimleri
Anabilim Dalı : Moleküler Biyoloji ve Genetik
Mezuniyet Yılı : 2017

Akademik Yayınlar

- Acar I., Tekpinar A., Kalmer A., Uzun, Y. (2022). *Hebeloma bingolense*, a new species in section *Hebeloma* (Basidiomycota) from Turkey. *Nova Hedwigia*, 14(1-2), 55-68.
- Kalmer A., Tekpinar A., Acar I. (2022). Morphological and Molecular Identification of Cytotoxic Fungus Species; *Hebeloma crustuliniforme* and *Hebeloma sinapizans*. *Journal of Agriculture*, 5(1), 10-17.
- Tekpinar A., Kalmer A., Acar I. (2022). New Turkish records of *Hebeloma excedens* and *H. geminatum*, and confirmation of *H. celatum*. *Mycotaxon*, 137 (1), 123-134.
- Kalmer A., Tekpinar A., Acar I. (2022). Molecular and Morphological Identification of *Melanoleuca cinereifolia* from Türkiye. *The Journal of Fungus*, 13(2), 134-140.
- Acar, I., Uzun, Y., Kalmer, A., Dizkirici, T.A., Öğün, Y. (2021). A New Record for Turkish Mycobiota from Selim (Kars) District. *The Journal of Fungus*, 12(1), 65-70.
- Tekpinar A., Kalmer A. (2019). Utility of various molecular markers in fungal identification and phylogeny. *Nova Hedwigia*, 109(1-2), 187-224.
- Kalmer, A., Acar, I., Dizkirici Tekpinar, A. (2019). Phylogenetic and Taxonomic Studies on *Cortinarius caeruleus* (Schaeff.) Fr. a New Record for Turkish Mycota, *The Journal of Fungus*, 10(1), 8-16.
- Dizkirici Tekpinar A., Acar I., Kalmer A., Uzun Y. (2019). Morphological and molecular characterization of *Hebeloma subtortum* (Hymenogasteraceae), a new record macrofungus from Bingöl province, Turkey. *Kastamonu Univ., Journal of Forestry Faculty*, 19(1), 1-10.
- Acar I., Kalmer A., Uzun Y., Dizkirici A. (2018). Morphology and Phylogeny Reveal a New Record *Gyromitra* for Turkish Mycobiota. *The Journal of Fungus*, 9, 176-181.
- Kalmer, A., Acar, I., Dizkirici Tekpinar, A. (2018). Phylogeny of Some *Melanoleuca* Species (Fungi: Basidiomycota) in Turkey and Identification of *Melanoleuca*

- angelesiana* A.H. Sm. as a First Record. *Kastamonu Univ., Journal of Forestry Faculty*, 18 (3), 314-326.
- Acar I., Dizkirici Tekpınar A., Kalmer A., Uzun Y. (2017). Phylogenetic relationships and taxonomical positions of two new records *Melanoleuca* species from Hakkâri province, Turkey. *Biodicon*, 10 (3), 79-87.
- Acar İ., Kalmer A. (2018). Two New Records for Turkish Macromycota from Diyarbakır (Hani) Province. *Yüüüüüü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23, 212-215.
- Kalmer A., Dizkirici Tekpınar, A. (2017). Determination of Phylogenetic Relationships of Five Species of *Centaurea* Genus by Using trnT-L-F cpDNA Region. *Cumhuriyet Science Journal*, 38 (4), 52-59.
- Acar I., Dizkirici Tekpınar A., Kalmer A., Uzun Y. (2017). Phylogenetic Relationships and Taxonomical Positions of Three New Records *Melanoleuca* Species from Hakkâri Province, Turkey. *Biodicon*, 10(3), 79-87.



VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih 22/12/2023

Tez Başlığı: Türkiye’de Yetişen Bazı *Hebeloma* (Fr.) P. Kumm. (Basidiomycota) Türlerinin Morfolojik ve Moleküler Sistematiği

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın, kapak sayfası, giriş, ana bölümler ve sonuç bölümlerinden oluşan toplam 179 (yüzyetmişdokuz) sayfalık kısmına ilişkin, 22/12/2023 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre tezimin benzerlik oranı %10 (yüzde on) dur.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

22/12/2023

Adı Soyadı: Ayşenur KALMER

Öğrenci No: 17910002070

Anabilim Dalı: Moleküler Biyoloji ve Genetik

Programı: Moleküler Biyoloji ve Genetik

Statüsü: () Yüksek lisans (x) Doktora

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ayten DİZKIRICI TEKPINAR

ENSTİTÜ ONAYI

UYGUNDUR

UYGUNDUR

