



ZİRAAT VE MİKOLojİDE GÜNCEL ÇALIŞMALAR:

Filogeni, Taksonomi ve Yenilikçi Üretim

Editör:
Doç. Dr. Oğuzhan KAYGUSUZ



SERÜVEN
YAYINEVİ

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2025

ISBN • 978-625-8682-59-5

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruyenyayinevi.com

e-mail: seruyenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 42488

ZİRAAT VE MİKOLOJİDE GÜNCEL ÇALIŞMALAR:

Filogeni, Taksonomi ve Yenilikçi Üretim

Editör:
Doç. Dr. Oğuzhan KAYGUSUZ

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

TÜRKİYE'DEN PANAEOLUS FOENISECII'NİN (AGARICALES, AGARICOMYCETES) YENİ LOKALİTE KAYDI

İbrahim TÜRKEKUL..... 1

BÖLÜM 2

YENİ NESİL TARLA ÜRÜNLERİ: MİKRO TARLA BİTKİLERİ, MİNYATÜR BAHÇE BİTKİLERİ, YENİLEBİLİR ÇİÇEKLER

Derya GÜLOĞLU17

BÖLÜM 3

ITS DNA DİZİLERİ IŞIĞINDA TÜRKİYE'DEKİ LEUCOCOPRINUS (AGARICALES, AGARICOMYCETES) ÇEŞİTLİLİĞİNE KATKILAR

Oğuzhan KAYGUSUZ.....33



TÜRKİYE'DEN PANAEOLOUS FOENISECII'NİN (AGARICALES, AGARICOMYCETES) YENİ LOKALİTE KAYDI

“ ”

İbrahim TÜRKEKUL¹

¹ Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,
Tokat, Türkiye, Orcid ID: 0000-0002-1036-9835

1. GİRİŞ

Panaeolus (Fr.) Quél., tarihsel olarak farklı filogenetik yaklaşımlar ve morfolojik yorumlar nedeniyle çeşitli familyalar altında sınıflandırılmıştır. Singer (1986), bu cinsi Coprinaceae Overeem & Weese familyası içerisinde değerlendirmiştir. Daha sonra, Matheny vd. (2006) tarafından Bolbitiaceae Singer familyasına ait olduğu öne sürülmüştür. Güncel çalışmalar ise bu cinsin Coprinaceae (Doveri 2011), Bolbitiaceae (Tóth vd. 2013) veya Psathyrellaceae Vilgalys, Moncalvo & Redhead (Amandeep vd. 2014) familyaları içerisinde yer aldığını önermekte; bazen de sistematik konumu “incertae sedis” olarak belirtilmektedir (He vd. 2019). Bazı mikologlar ise *Panaeolus*’u, *Anellaria* P. Karst., *Copelandia* Bres., *Panaeolina* Maire ve *Panaeolopsis* Singer cinsleri ile birlikte, bağımsız bir soy hattını temsil eden Galeropsidaceae Singer familyasına yerleştirmektedir (Singer 1986, Young 1989, Kalichman vd. 2020). Bu familyanın geçerliliği ve kabul edilirliliği halen tartışmalı olsa da, üyeleri şapka örtüsü, koyu renkli bazidiyospor baskısı ve özellikle otçul memelilerin dışkısında yetiştirme eğilimi gibi taksonomik açıdan önemli birçok özelliği paylaşmaktadır (Singer 1986, Gerhardt 1996, Hausknecht ve Vesterholt 2008, Tóth vd. 2013, Kalichman vd. 2020). Galeropsidaceae üyeleri çoğunlukla açık çayırliklar, bozkırlar, meralar ve dağ çölü benzeri habitatlarda görülür. Bu familya, şapka kütisinin genellikle zayıf veya orta derecede jelatinleşmesi, şapka şeklinin kısmen kapalı veya oval formda olması, lakunar himenofor veya bazı taksonlarda lamellerin anastomozlarla birbirine bağlanması, germ poru taşıyan açık kahverengi sporlar, pileosistidyum varlığı, bazı türlerde himeniyal sistidyumların gelişimi ve kenetli hiflerin bulunması gibi özelliklerle tanımlanır (Zeller 1943, Singer ve De Leon 1982, Malysheva vd. 2019). *Panaeolus* cinsinin taksonomik konumundaki bu belirsizlik, muhtemelen morfolojik özelliklerin yetersiz kalması ve moleküler filogenetik çalışmaların henüz yeterli sayıda olmamasından kaynaklanmaktadır. Gelecekte yapılacak kapsamlı filogenomik çalışmalar, bu cinsin familya düzeyindeki sınıflandırmasını netleştirebilir.

Panaeolus türleri genel olarak çoğunlukla koprofildir; mera, çayır gibi açık alanlarda, özellikle sığır ve at gübresi gibi azotça zengin substratlarda gelişme eğilimindedir. Bununla birlikte, bazı türler (örn. *P. foenisecii*) koprofil değildir ve doğrudan çimenlik alanlarda, odunsu humus veya çürüntülü topraklarda yetişir. Cinsin ayırt edici morfolojik karakterleri arasında narin, yarım küre şeklindeki şapka; ince, uzun ve eskip sap; bazı türlerde görülen zedelenme ile mavileşme reaksiyonu; şapka yüzeyinin epitel yapısı ve siyah renkli spor izinin konsantre sülfürik asitte (H_2SO_4) solmaması sayılabilir (Watling ve Gregory 1987, Gerhardt 1996, Stamets 1996, Hausknecht ve Vesterholt 2008, Strauss vd. 2022). Ayrıca *Panaeolus* cinsi, psikoaktif bileşikler içeren türler açısından *Psilocybe* (Fr.) P.

Kumm.'den sonra gelen en önemli gruplardan biridir. Özellikle psilosibin ve psilosin içeren *Panaeolus subbalteatus* (Berk. & Broome) Sacc. ve *P. cambodginiensis* Ola'h bu kapsamda sıklıkla anılan türlerdir (Stamets 1996, Andersson vd. 2009, Ogwu vd. 2025). Diğer psikoaktif türler arasında *P. cyanescens* Sacc. ve *P. tropicalis* Ola'h de yer almaktadır (Ogwu vd. 2025).

Panaeolus cinsi için literatürde 16 tür bildirilmiş olsa da (He vd. 2019, Hu vd. 2020), Index Fungorum'da (<https://www.indexfungorum.org/>) cins adına ilişkin 195 kayıt yer almaktadır (18 Aralık 2025). Türler çoğunlukla Asya ve Avrupa'nın tropikal, subtropikal ve ılıman bölgelerinde yayılış göstermekte (Gerhardt 1996, Senn-Irlet vd. 1999, Hausknecht ve Vesterholt 2008, Halama vd. 2014, Kaur 2014, Wang ve Tzean 2015, Desjardin ve Perry 2017, Karunarathna vd. 2017), ayrıca Amerika kıtaları ile Afrika'nın ılıman habitatlarından da rapor edilmektedir (Trudell vd. 2009, Adeniyi vd. 2018, Silva-Filho vd. 2019, McKnight vd. 2021).

Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplam 15 *Panaeolus* taksonu bildirilmiş olmakla birlikte, cins ve yakın akrabalarını merkeze alan filogenetik odaklı bir çalışma henüz bulunmamaktadır. Bugüne kadar yalnızca morfolojik verilere dayanılarak *P. acuminatus* (P. Kumm.) Quél., *P. antillarum* (Fr.) Dennis, *P. ater* (J.E. Lange) Kühner & Romagn. ex Bon, *P. cinctulus* (Bolton) Sacc., *P. fimicola* (Pers.) Gillet, *P. fimiputris* (Bull.) Quél., *P. foeniseeii* (Pers.) J. Schröt., *P. olivaceus* F.H. Möller, *P. papilionaceus* (Bull.) Quél., *P. papilionaceus* var. *papilionaceus* (Bull.) Quél., *P. reticulatus* Overh., *P. rickenii* Hora, *P. semiovatus* (Sowerby) S. Lundell & Nannf., *P. subbalteatus* (Berk. & Broome) Sacc. ve *P. subfirmus* P. Karst. türleri ülkeden rapor edilmiştir (Solak ve Türkoğlu 2022).

Türkiye mikobiyotası ve özellikle agarikoid mantarlar hakkındaki bilginin sınırlı olması nedeniyle, bu çalışmada Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'nden seçilmiş lokalitelerden örnekler toplanmıştır. Çalışmanın amacı, ülkemiz için yeni bir lokalite kaydı oluşturan *Panaeolus foeniseeii*'nin morfolojik karakterler ve nrITS DNA verileri temelinde tanımlanmasını yapmak, türün taksonomisi, dağılımı ve Türkiye'deki kayıt durumu hakkında bilgi sunmaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Örnek toplama ve morfolojik inceleme

2022 yılında Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Isparta ili ve yakın çevresinde *Panaeolus* türlerine odaklanan arazi araştırmaları yürütülmüş ve bu çalışmalar kapsamında üç lokaliteden örnekler derlenmiştir. Numuneler, doğal habitatlarında görüntülenmiş, her bir koleksiyon için makroskobik özelliklerin yanı sıra ekolojik ve habitat tipi, substrat, eşlik

eden vejetasyon, toplama tarihi vb. bilgiler sistematik biçimde kayıt altına alınmıştır. Moleküler incelemelerde kullanılacak doku parçaları, DNA bütünlüğünün korunması amacıyla silika jel içinde saklanmıştır. Arazi materyali laboratuvara nakledildikten sonra örnekler, yaklaşık 30°C’de hava sirkülasyonlu elektrikli kurutucuda kurutulmuş ve herbaryum koşullarında muhafaza edilmiştir. Mikromorfolojik değerlendirmeler için kurutulmuş materyalden alınan doku kesitleri %5 KOH ile yeniden hidrate edilmiş, preparatlar %1 (w/v) Kongo Kırmızısı ile boyanarak ışık mikroskopunda incelenmiştir. Bazidiyospor ölçümleri, kalibre edilmiş bir ölçüm düzeni kullanılarak en az 30 bazidiyospor üzerinden gerçekleştirilmiş; elde edilen ölçüm değerleri tür teşhisinde kullanılmak üzere analiz edilmiştir.

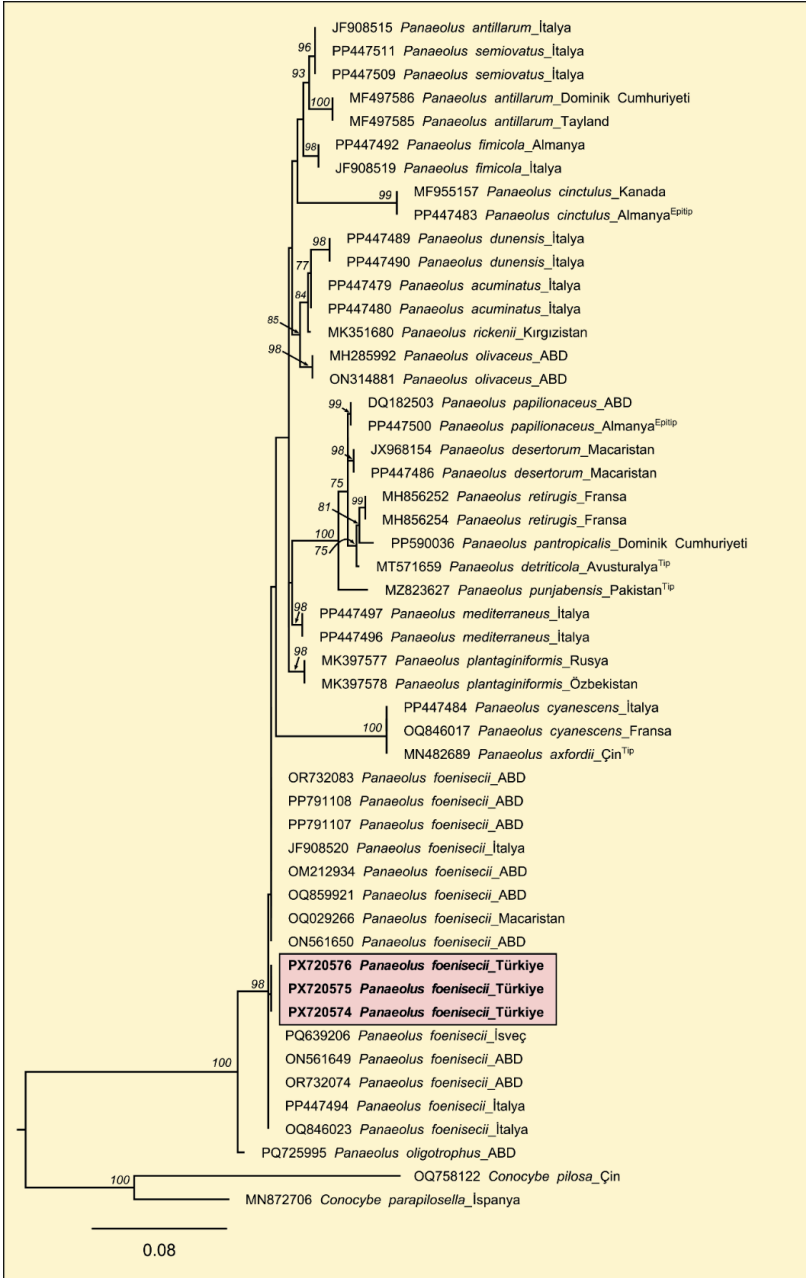
2.2. DNA ekstraksiyonu, PCR amplifikasyonu ve sekanslama

Mantar örneklerinden genomik DNA izolasyonu, üretici talimatlarına uygun biçimde ZR Fungal/Bacterial DNA MiniPrep Kit (Zymo Research) kullanılarak gerçekleştirildi. Nükleer ribozomal ITS (nrITS) bölgesi, ITS4 (TCCTCCGCTTATTGATATGC) ve ITS1F (CTTGGTCATTTAGAGGAAGTAA) primer çiftleri ile çoğaltıldı (White vd. 1990, Gardes ve Bruns 1993). PCR reaksiyonları 25 µL toplam hacimde; 12.5 µL 2× PCR Master Mix, her bir primerden (10 µM) 1 µL, 8.5 µL ddH₂O ve 2 µL DNA şablonu içerecek şekilde hazırlandı. Termal döngü programı; 95°C’de 7 dk başlangıç denatürasyonu, ardından 35 döngü boyunca 93°C’de 1 dk denatürasyon, 55°C’de 45 sn bağlanma ve 72°C’de 1 dk uzama ile yürütüldü; son uzama 72°C’de 10 dk olarak tamamlandı. Amplifikasyon ürünleri %1.5 agaroz jel elektroforezi ile kontrol edilerek doğrulandı ve aynı primerler kullanılarak çift yönlü Sanger dizileme için gönderildi. Ham dizi verileri kalite açısından değerlendirilmiş, düşük kaliteli uç kısımlar temizlenmiş ve ileri/geri okumalar birleştirilerek konsensus diziler elde edilmiştir.

2.3. Filogenetik analiz

Filogenetik değerlendirmelerde nrITS dizileri MAFFT v7 ile çoklu hizalanmış (Katoh vd. 2019), hizalamalar gerekli görülen durumlarda BioEdit v7.2.5 üzerinde gözden geçirilerek manuel düzeltmelerle rafine edilmiştir (Hall 1999). Karşılaştırmalı analizlerde kullanılacak referans diziler, NCBI GenBank’ta BLAST benzerlik sonuçları dikkate alınarak (≥ 75 benzerlik eşiği) seçilmiş ve veri setine dahil edilmiştir. Maksimum Olabilirlik (MO) analizleri, CIPRES Science Gateway üzerinden RAXML-HPC2 kullanılarak yürütülmüş (Miller vd. 2010), ikame modeli olarak GTR+GAMMA benimsenmiş ve dal destekleri 1000 hızlı önyükleme yinelemesi ile hesaplanmıştır. Bu çalışma kapsamında üretilen yeni diziler GenBank’a yüklenmiş olup erişim numaraları ilgili kısımda sunulmuştur.

3- SONUÇ VE TARTIŞMA



Şekil 1. *Panaeolus foeniseccii*'nin filogenetik ilişkilerini gösteren nrITS sekanslarının maksimum olasılık filogramı. ML için bootstrap destek değerleri %75'e eşit ve/veya daha yüksek olanlar düğümlerde belirtilmiştir. Bu çalışma için dizilenen sekanslar kalın kırmızı olarak gösterilmektedir. Ölçek çubuğu, bölge başına mutasyon sayısını temsil eder.

3.1. Filogeni

Filogenetik analiz için, bu çalışmada elde edilen üç *Panaeolus* nrITS dizisi ile GenBank veri tabanından indirilen 48 ilgili dizi birleştirilmiştir. nrITS bölgesine dayalı nihai veri seti, dış grup olarak *Conocybe parapilosella* Siquier & Salom ve *C. pilosa* T. Bau & H.B. Song dahil olmak üzere toplam 51 takson içermektedir. Diziler MAFFT yazılımı kullanılarak hizalanmış ve hizalanmış matris 794 karakter uzunluğundadır. Veri setinin RAXML analizi, -2104.2045'lik nihai ML optimizasyon olasılık değeriyle en iyi puan alan ağacı oluşturmuştur (Şekil 1).

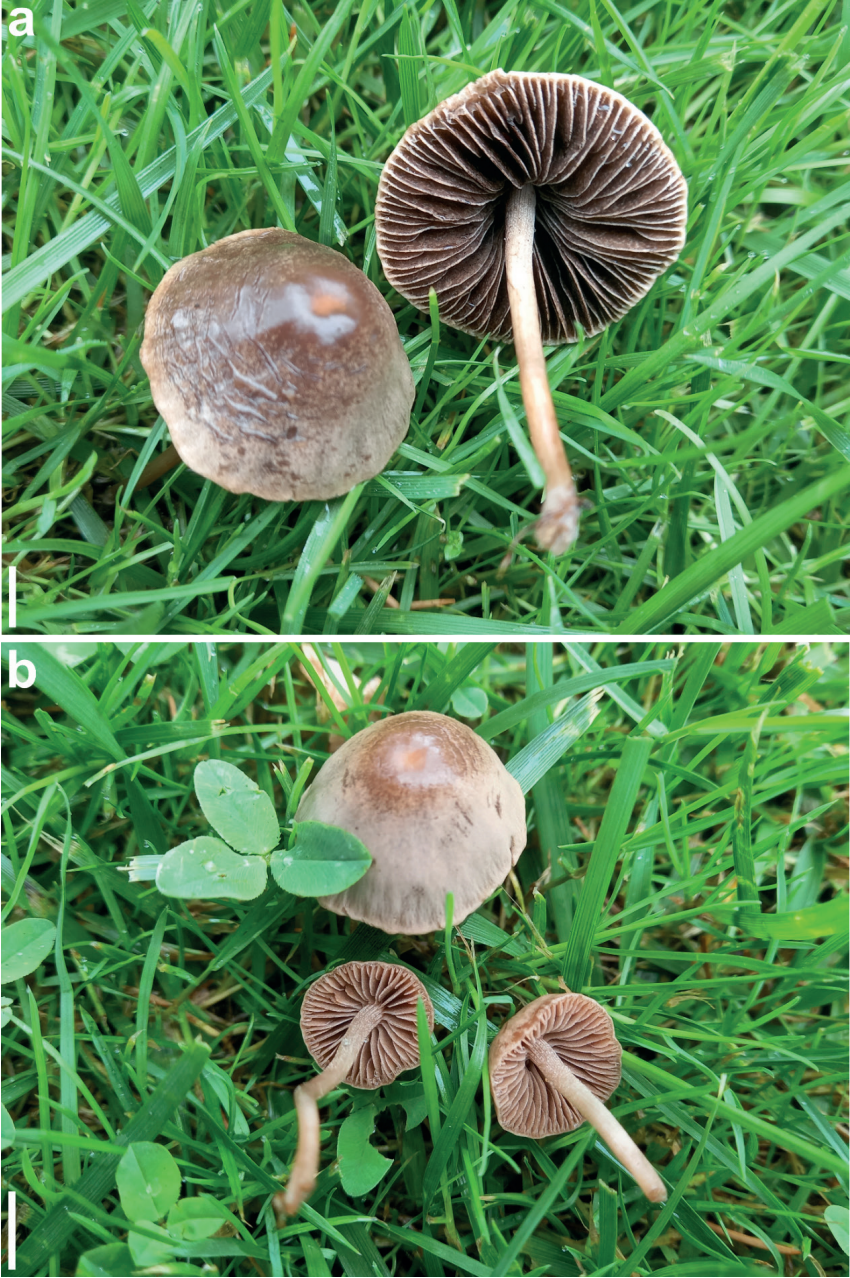
nrITS bölgesine dayalı olarak oluşturulan Maksimum Olabilirlik (MO) filogenetik ağacında, iç düğümlerdeki yüksek önyükleme değerleri, tür düzeyindeki kümelenmelerin çoğunun güçlü bir şekilde desteklendiğini göstermektedir. *Panaeolus* örnekleri tek bir monofiletik grup içinde toplanmakta ve ağaç boyunca isimlendirilmiş türlerin belirgin, çoğunlukla yüksek destek değerli kladlar oluşturduğu görülmektedir.

Türkiye'den sunulan üç nrITS dizisi, çok yüksek istatistiki destekle (MOÖ = %98) *Panaeolus foeniseccii* kladı içinde yer almaktadır. Bu diziler, Avrupa'dan İsveç, İtalya ve Macaristan ile Kuzey Amerika'dan Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'dan bildirilen dizilerle birlikte tek bir soy içinde kümelenmekte ve Türkiye örneklerinin morfolojik temelli *P. foeniseccii* teşhisini filogenetik olarak güçlü bir şekilde doğrulamaktadır.

3.2. Taksonomi

Panaeolus foeniseccii (Pers.) J. Schröt., Botaniste 17(1-4): 187 (1926) (Şekiller 2 ve 5)

Sinonimler: *Agaricus foeniseccii* Pers., Icon. Desc. Fung. Min. Cognit. (Leipzig) 2: 42 (1800), *Coprinarius foeniseccii* (Pers.) J. Schröt., in Cohn, Krypt.-Fl. Schlesien (Breslau) 3.1(33-40): 565 (1889), *Coprinus foeniseccii* (Pers.) Zaw. [as '*foeniseccii*'], Enum. plant. Galic. Bucow. (Breslau): 168 (1835), *Drosophila foeniseccii* (Pers.) Quél., Enchiridion Fungorum in Europa media et praesertim in Gallia Vigentium: 117 (1886), *Panaeolus foeniseccii* var. *halophilus* Bon, Bull. Trimestriel Soc. Mycol. France 86(1): 117 (1970), *P. foeniseccii* var. *intermedius* E. Ludw., Pilzkompendium (Eching) 1([2]): 476 (2001), *Panaeolina foeniseccii* (Pers.) Maire, Treb. Mus. Cienc. nat. Barcelona, sér. bot. 15(no. 2): 109 (1933), *Prunulus foeniseccii* (Pers.) Gray, Nat. Arr. Brit. Pl. (London) 1: 631 (1821), *Psathyra foeniseccii* (Pers.) P. Karst., Finl. Basidsvamp.(no. 11): 103 (1889), *Psathyrella foeniseccii* (Pers.) A.H. Sm., Mem. N. Y. bot. Gdn 24: 32 (1972), *Psilocybe foeniseccii* (Pers.) Quél., Mém. Soc. Émul. Montbéliard, Sér. 2 5: 147 (1872).



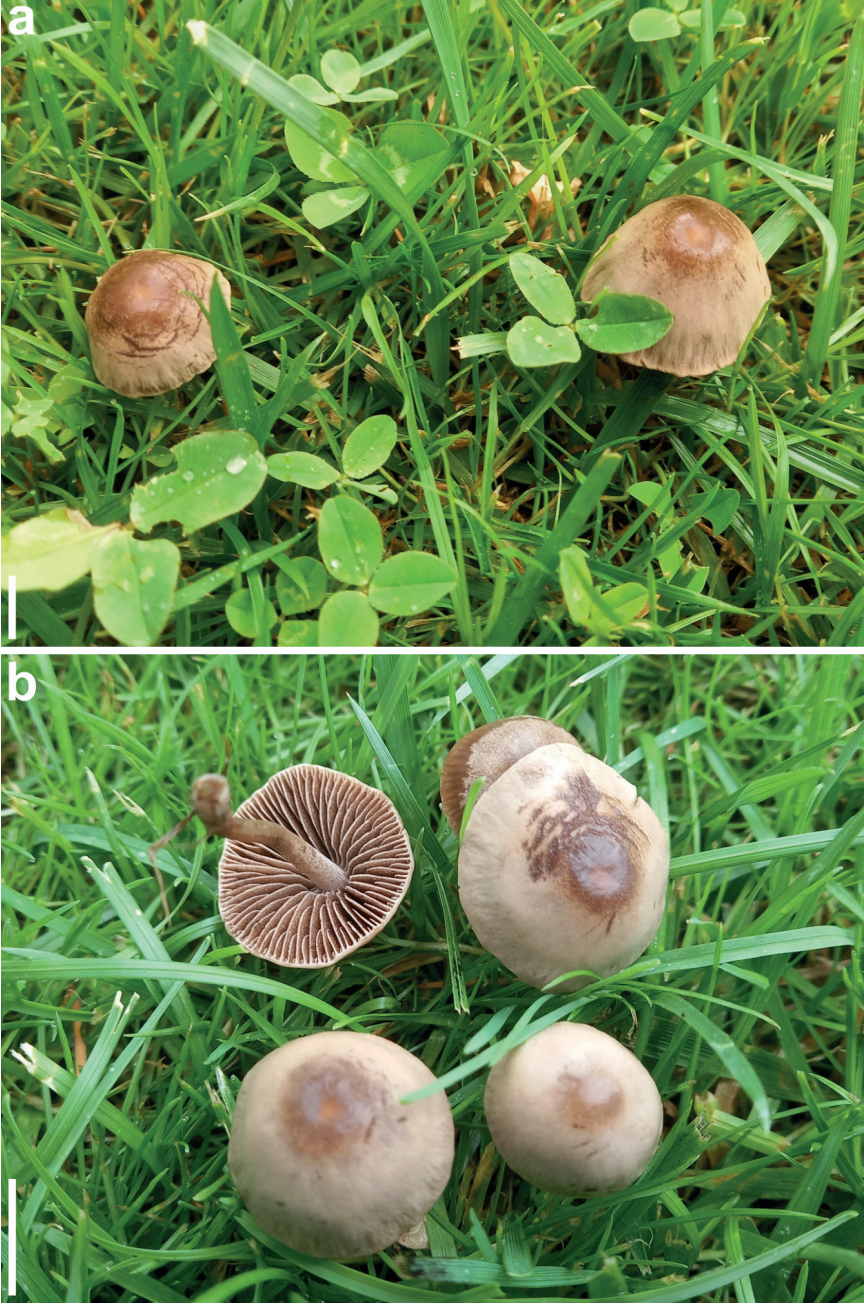
Şekil 2. *Panaeolus foenisecii*'nin bazidiyomatasının doğal görünümü. Ölçüler: 10 mm.

Tanımlamalar: Şapka 15–45 mm çapında, gençken konik ya da yarım küre, olgunlaştıkça dışbükey, geniş dışbükey ya da en son yassı şekilli, ancak olgunlaştıkça genellikle ortasında alçak bir çukurlu; yüzey mat, parlak değil, higrofanik, bazen kenarında yarı saydam oluklu, pürüzsüz ya

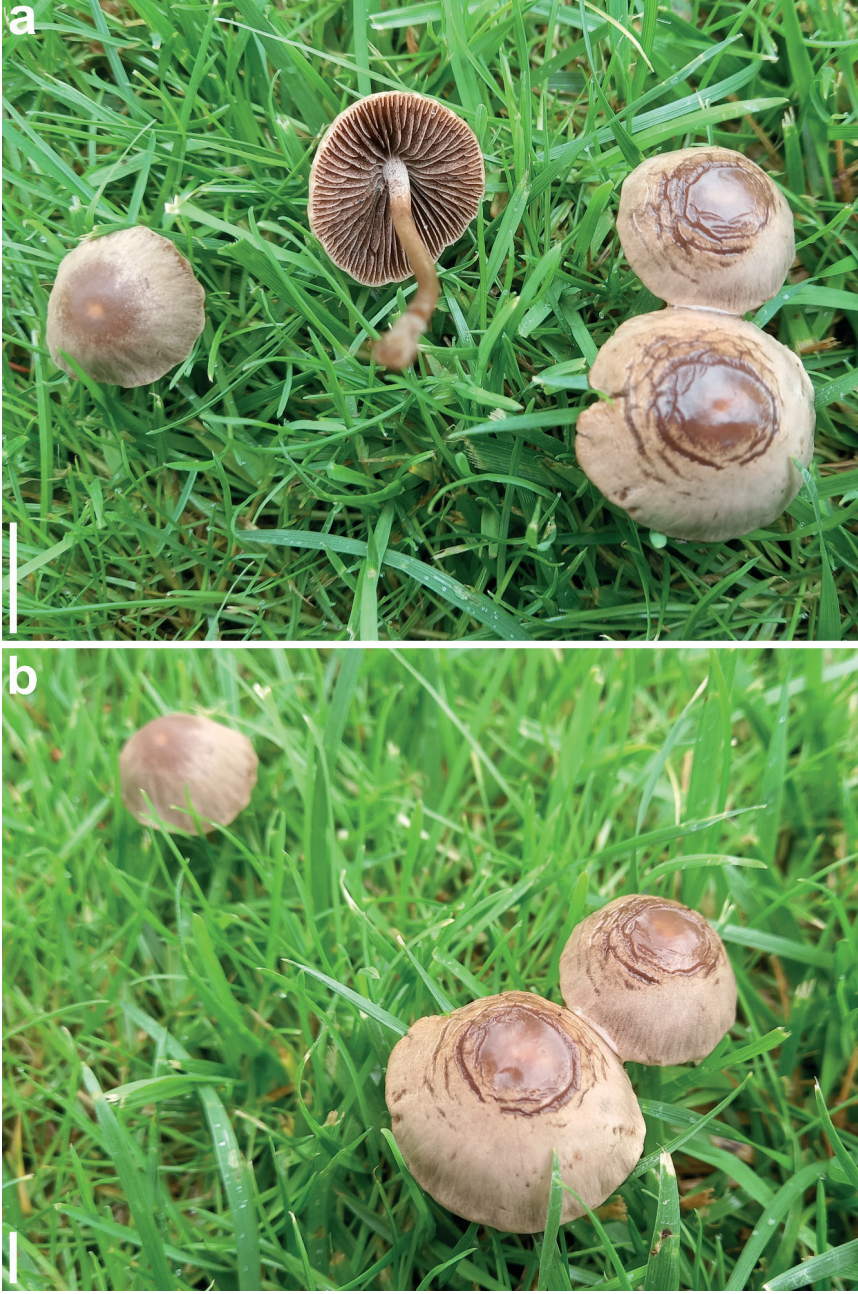
da hafif kırışık, kuru havalarda çatlar, şapka kurudukça renk değişir, ıslak iken açık mat kahverengi, turuncu kahverengi, açık grimsi kahverengiye kadar değişen tonlarda, kenarlara doğru renk kademeli olarak açılır ve merkezde renk daimi olarak daha koyudur, şapka su kaybettiğinde açık bej rengine döner ve merkez turuncu kahverengimsi olur. Lameller dardan genişe kadar değişir, sapa bağlı, sık ya da orta derecede sık, ilk olarak açık kahverengi, sonra benekli kahverengi, en son kahverengi, en olgun lameller koyu kahverengi renkli beneklenmelere neden olur, lamel kenarları yanlarından daha açık renklidir ve kenarlar düzdür. Sap 30–90 × 2.0–4.0 mm, içi boş, lifli yapıda, aşağı yukarı sap eşit kalınlıkta, yüzey soluk, beyazdan ten rengine kadar değişen tonlarda, belirsiz uzunlamasına çizgili, özellikle sapın üst kısmı pulsu yapıdadır. Koku ve tat hafif mantarımıdır.

Bazidiyosporlar 11.0–17.0 × 6.0–9.0 µm, elipsoid ya da hafif badem şekilli, yüzey gençken pürüzsüz, sonra belirgin siğilli, apikal germ poru bulunur, koyu kahverengi, kalın duvarlıdır. Bazidyalar 20–25 × 13–16 µm, küresel, geniş fiçı şeklinde, tetrasporik, ince duvarlıdır. Cheilosistidler 35–50 × 8.0–20 µm, çoğunlukla lageniform, boyun kısımları genellikle düzensiz kıvrımlı, bazen de klavat, uç kısımları hafif genişler, hiyalin, ince duvarlıdır. Pleurosistidler gözlenmemiştir. Pileipellis geniş klavat, silindirik, oval ya da izodiametrik hücrelerden oluşan bir epitel yapıda, 10–50 × 12–40 µm, hiyalin, ince duvarlıdır. Sitipitipellis birbirine paralel ince hiflerden oluşmuş bir kütis şeklinde, pürüzsüz, hiyalin, ince duvarlıdır. Kaulosistidler, sadece sapın üst kısmında, 25–40 × 6.0–12.0 µm, şekilleri düzensiz silindirik, kıvrık boyunlu dar utriform ya da uç kısmı genişleyen hafif kıvrık dar klavat, pürüzsüz, hiyalin, ince duvarlıdır. Kelepçe bağlantısı gözlenmemiştir.

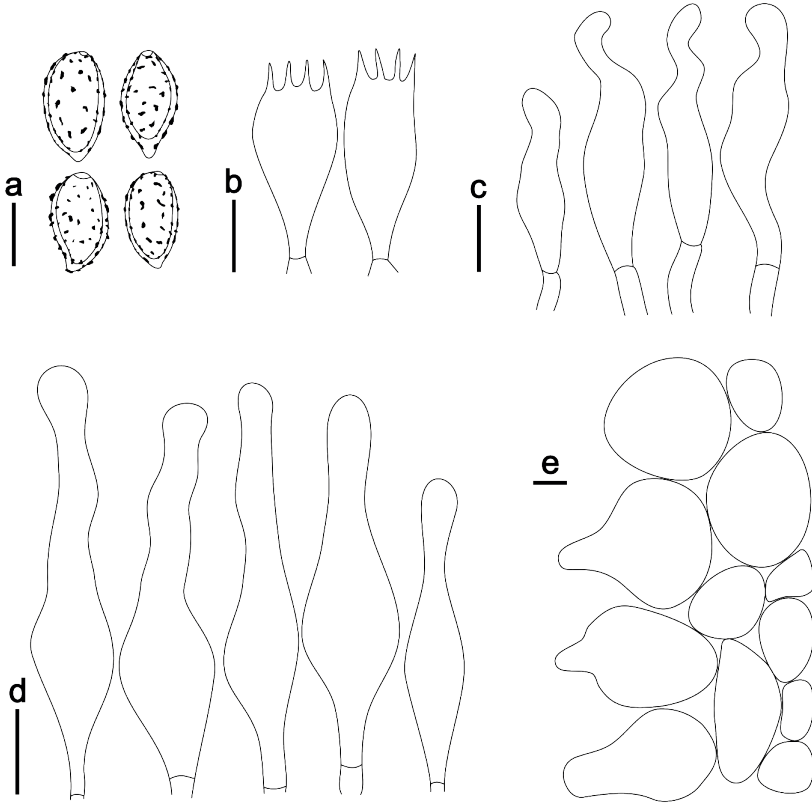
Ekoloji: *Panaeolus foenisecii* meyve gövdeleri, genellikle dağınık ya da toplu halde, kalsiyumca zengin kumlu topraklarda saprotrofik olarak gelişir. Tercih ettiği habitatlar, kireçli, kumlu ve iyi drene olmuş topraklara sahip çimenlik alanlardır. Bu tür, özellikle insan etkisiyle düzenlenmiş bahçeler, parklar veya yol kenarı gibi alanlarda sıkça gözlemlenir. Coğrafi dağılımı ılıman bölgeleri kapsar ve Akdeniz iklim tipinin görüldüğü bölgelerde de yaygındır.



Şekil 3. *Panaeolus foenisecii*'nin bazidiyomatasının doğal görünümü. Ölçüler: 10 mm.



Şekil 4. *Panaeolus foenisecii*'nin bazidiyomatasının doğal görünümü. Ölçüler: 10 mm.



Şekil 5. *Panaeolus foenisecii*'nin mikroskopik yapıları. a- Bazidiyosporlar, b- Bazidyalar, c- Kaulosistidler, d- Cheilosistidler, e- Pileipellis. Çizimler mikroskopik görüntülere dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüler: 10 µm.

İncelenen örneklerin bilgisi: Türkiye, Isparta ili, Atabey bölgesi, İslamköy, kumlu ve kireçli, çimenlik alan üzerinde, yaklaşık 1350 m, 05 Mart 2022, top. ve teş. *O. Kaygusuz* (OKA-TR3288, Genbank numarası: nrITS = PX720574); *aynı bölgede*, Şarkikaraağaç bölgesi, Kızıldağ Milli Parkı yolu üzeri, çimenlik alan üzerinde, yaklaşık 1780 m, 14 Mart 2022, top. ve teş. *O. Kaygusuz* (OKA-TR3289, Genbank numarası: nrITS = PX720575); *aynı bölgede*, Eğirdir bölgesi, Kovada gölü yolu üzeri, çimenlik alanda, yaklaşık 950 m, 11 Nisan 2022, top. ve teş. *O. Kaygusuz* (OKA-TR3290, Genbank numarası: nrITS = PX720576).

Yorumlar: *Panaeolus foenisecii*, higrofanik olan kahverengi ve çan şeklindeki şapkası, belirgin şekilde benekli olan koyu kahverengi lamelleri ve önemli ölçüde buruşuk yüzeyli, koyu kahverengi bazidiyosporlarıyla kolayca tanınmaktadır.

Panaeolus cinsindeki türlerin morfolojik olarak yakın benzerlikleri nedeniyle sıklıkla yanlış tanımlanabilmektedir. *Panaeolus cinctulus*, açıkça düz duvarlı ve siyah renkli bazidiyosporlara sahip olmasıyla *P. foeniseii*'den kolayca ayırt edilebilir (Gerhardt 1996, Hausknecht ve Vesterholt 2008). *Panaeolus foeniseii*'den farklı olarak, Avrupa türü olan *P. fimicola* hafif yassılaştırmış, belirgin şekilde eksantrik çimlenme deliğine ve daha küçük bazidiyosporlara ($9.0-15.0 \times 6.0-8.0 \mu\text{m}$) ve gri, kırmızı veya siyahımsı kahverengi şapka rengine sahiptir (Gerhardt 1996, Hausknecht ve Vesterholt 2008). *Panaeolus olivaceus* ise olgunlaştıkça siyah bazidiyospor izine sahip olması, daha koyu lamel rengi ve daha kalın bir sap yapısı ile ayırt edilir (Gerhardt 1996, Hausknecht ve Vesterholt 2008).

Panaeolus foeniseii ile diğer alakalı türler *P. bisporus* (Malençon & Bertault) Ew. Gerhardt, *P. cambodginiensis* Ola'h, *P. cyanescens* Sacc., *P. subbalteatus* ve *P. tropicalis* Ola'h'dir. Fakat tüm bu türler psilosibin içermesi ve halüsinojenik potansiyele sahip olmasıyla *P. foeniseii*'den kolaylıkla ayırt edilirler (Ogwu vd. 2025).

Avrupa, Kuzey Amerika ve diğer ılıman bölgelerdeki en yaygın ve geniş dağılımlı çimen mantarlarından biri olan bu küçük tür, özellikle kentsel alanlarda sıkça gözlemlenir. Bununla birlikte, tam ekolojik nişi ve toprak mikrobiyotası ile olan ilişkileri gibi konularda hala araştırılmaya devam eden yönleri bulunmaktadır (Baird vd. 1993, Gerhardt 1996, Csizsár vd. 2018, Ogwu vd. 2025). *Panaeolus foeniseii* genellikle zehirsiz kabul edilir, ancak herhangi bir mutfak değeri bulunmadığı ve bazı benzer türlerle karıştırılma riski nedeniyle tüketim için önerilmez veya toplanmaz (Ogwu vd. 2025).

Bu çalışmada Türkiye'den sunulan örnekler, türün genel ekolojik özellikleri ile uyumludur. Sunulan moleküler filogenetik veriler, bu örneklerin kimliğini kesin olarak doğrularken, aynı zamanda türün bilinen ılıman bölge dağılımını Anadolu coğrafyasına doğru genişletmektedir.

KAYNAKLAR

- Adeniyi, M., Odeyemi, Y., & Odeyemi, O. (2018). Ecology, diversity and seasonal distribution of wild mushrooms in a Nigerian tropical forest reserve. *Biodiversitas: Journal of Biological Diversity*, 19(1), 285–295. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190139>
- Amandeep, K., Atri, N. S., & Munruchi, K. (2014). Two new species of *Panaeolus* (Psathyrellaceae, Agaricales) from coprophilous habitats of Punjab, India. *Journal on New Biological Reports*, 3, 125–132. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/4/3/13>
- Andersson, C., Kristinsson, J., & Gry, J. (2009). *Occurrence and use of hallucinogenic mushrooms containing psilocybin alkaloids*. Nordic Council of Ministers.
- Baird, R. E., Summer, D. R., Mullinix, B. G., et al. (1993). Occurrence of fleshy fungi from agricultural fields. *Mycopathologia*, 122(1), 29–34. <https://doi.org/10.1007/BF01103706>
- Csizmár, M., Tóth, A., & Bratek, Z. (2018). Macrofungi of cities—characteristics of changes and species composition. *Természetvédelmi Közlemények*, 24, 59–66. <https://doi.org/10.20332/tvk-jnatconserv.2018.24.59>
- Desjardin, D. E., & Perry, B. A. (2017). *Panaeolus antillarum* (Basidiomycota, Psathyrellaceae) from wild elephant dung in Thailand. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, 7, 275–281. <https://doi.org/10.5943/cream/7/4/4>
- Doveri, F. (2011). Additions to “Fungi Fimicoli Italici”: An update on the occurrence of coprophilous Basidiomycetes and Ascomycetes in Italy with new records and descriptions. *Mycosphere*, 2, 331–427.
- Gardes, M., & Bruns, T. D. (1993). ITS primers with enhanced specificity for Basidiomycetes—Application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology*, 2, 113–118. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1993.tb00005.x>
- Gerhardt, E. (1996). Taxonomische Revision der Gattungen *Panaeolus* and *Panaeolina* (Fungi, Agaricales, Coprinaceae). *Bibliotheca Botanica*, 147, 1–150.
- Halama, M., Witkowska, D., Jasicka-Misiak, I., & Poliwoda, A. (2014). An adventive *Panaeolus antillarum* in Poland (Basidiomycota, Agaricales) with notes on its taxonomy, geographical distribution, and ecology. *Cryptogamie, Mycologie*, 35, 3–22. <https://doi.org/10.7872/crym.v35.iss1.2014.3>
- Hall, T. A. (1999). BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41, 95–98.
- Hausknecht, A., & Vesterholt, J. (2008). *Pholiotina* Fayod. In H. Knudsen & J. Vesterholt (Eds.), *Funga Nordica: Agaricoid, boletoid and cyphelloid genera* (pp. 651–657). Nordsvamp, Nordsvamp, Copenhagen.

- He, M. Q., Zhao, R. L., Hyde, K. D., Begerow, D., Kemler, M., Yurkov, A., McKenzie, E. H. C., Raspé, O., Kakishima, M., Sánchez-Ramírez, S., Vellinga, E. C., Halling, R., Papp, V., Zmitrovich, I. V., Buyck, B., Ertz, D., Wijayawardene, N. N., Cui, B. K., Schoutteten, N., ... Kirk, P. M. (2019). Notes, outline and divergence times of Basidiomycota. *Fungal Diversity*, 99, 105–367. <https://doi.org/10.1007/s13225-019-00435-4>
- Hu, Y., Mortimer, P. E., Karunarathna, S. C., Raspé, O., Promputtha, I., Yan, K., Xu, J., & Hyde, K. D. (2020). A new species of *Panaeolus* (Agaricales, Basidiomycota) from Yunnan, Southwest China. *Phytotaxa*, 434(1), 22–34. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.434.1.3>
- Kalichman, J., Kirk, P. M., & Matheny, P. B. (2020). A compendium of generic names of agarics and Agaricales. *Taxon*, 69(10), 1–23.
- Karunarathna, S. C., Mortimer, P. E., Xu, J., & Hyde, K. D. (2017). Overview of research of mushrooms in Sri Lanka. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40, 399–403.
- Katoh, K., Rozewicki, J., & Yamada, K. D. (2019). MAFFT online service: Multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization. *Briefings in Bioinformatics*, 20(4), 1160–1166. <https://doi.org/10.1093/bib/bbx108>
- Kaur, A., Atri, N. S., & Kaur, M. (2014). Diversity of coprophilous species of *Panaeolus* (Psathyrellaceae, Agaricales) from Punjab, India. *Biodiversitas: Journal of Biological Diversity*, 15, 115–130. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d150202>
- Malysheva, E., Moreno, G., Villarreal, M., Malysheva, V., & Svetasheva, T. (2019). The secotiid genus *Galeropsis* (Agaricomycetes, Basidiomycota): A real taxonomic unit or ecological phenomenon? *Mycological Progress*, 18, 805–831. <https://doi.org/10.1007/s11557-019-01490-6>
- Matheny, P. B., Curtis, J. M., Hofstetter, V., Aime, M. C., Moncalvo, J. M., Ge, Z.-W., Yang, Z.-L., 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., ... Hibbett, D. S. (2006). Major clades of Agaricales: A multilocus phylogenetic overview. *Mycologia*, 98, 982–995. <https://doi.org/10.1080/15572536.2006.11832627>
- McKnight, K. B., Rohrer, J. R., Ward, K. M., et al. (2021). *Peterson field guide to mushrooms of North America*. Harper Collins Press, Boston.
- Miller, M. A., Pfeiffer, W., & Schwartz, T. (2010). Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees. In *Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE)*, New Orleans, Louisiana <https://doi.org/10.1109/GCE.2010.5676129>
- Ogwu, M., Malík, M., Olekšák, P., et al. (2025). Beyond hallucinations: The pharmacological and ecological significance of *Panaeolus foenisecii*. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 14, 120. <https://doi.org/10.1186/s43088-025-00710-1>
- Senn-Irlet, B., Nyffenegger, A., & Brenneisen, R. (1999). *Panaeolus bisporus*—An adventitious fungus in central Europe, rich in psilocin. *Mycologist*, 13, 176–179.

- Silva-Filho, A. G. S., Seger, C., & Cortez, V. G. (2019). *Panaeolus* (Agaricales) from Western Paraná state, South Brazil, with a description of a new species, *Panaeolus sylvaticus*. *Edinburgh Journal of Botany*, 76, 297–309. <https://doi.org/10.1017/S0960428619000064>
- Singer, R. (1986). *The Agaricales in modern taxonomy* (4th ed.). Koeltz Scientific Books, Koenigstein, Germany.
- Singer, R., & De Leon, P. (1982). Galeropsidaceae west of the Rocky Mountains. *Mycotaxon*, 14, 82–90.
- Solak, M. H., & Türkoğlu, A. (2022). *Macrofungi of Turkey: Checklist* (Vol. 3). Kan-yılmaz Matbaacılık Kağıt ve Ambalaj Sanayi Ticaret Ltd. Şti., İzmir, Türkiye.
- Stamets, P. (1996). *Psilocybin mushrooms of the world*. Ten Speed Press, Berkeley, California, USA.
- Strauss, D., Ghosh, S., Murray, Z., & Gryzenhout, M. (2022). An overview on the taxonomy, phylogenetics and ecology of the psychedelic genera *Psilocybe*, *Panaeolus*, *Pluteus* and *Gymnopilus*. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5, 813998. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.813998>
- Tóth, A., Hausknecht, A., Krisai-Greilhuber, I., Papp, T., Vágvölgyi, C., & Nagy, L. G. (2013). Iteratively refined guide trees help improving alignment and phylogenetic inference in the mushroom family Bolbitiaceae. *PLoS ONE*, 8, e56143. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056143>
- Trudell, S., Ammirati, J. F., & Mello, M. (2009). *Mushrooms of the Pacific Northwest*. Timber Press, Portland, Oregon.
- Wang, Y.-W., & Tzean, S.-S. (2015). Dung-associated, potentially hallucinogenic mushrooms from Taiwan. *Taiwania*, 60(4), 160–168. <https://doi.org/10.6165/tai.2015.60.160>
- Watling, R., & Gregory, N. M. (1987). *British fungus flora: Agarics and boleti*, 5. Strophariaceae & Coprinaceae p.p., *Hypholoma*, *Melanotus*, *Psilocybe*, *Stropharia*, *Lacrymaria* & *Panaeolus*, Royal Botanical Garden, Edinburgh.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S., & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, & T. J. White (Eds.), *PCR protocols: A guide to methods and applications* (pp. 315–322). Academic Press, New York. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-372180-8.50042-1>
- Young, A. M. (1989). The Panaeolideae (Fungi, Basidiomycetes) of Australia. *Australian Systematic Botany*, 2, 75–97.
- Zeller, S. M. (1943). North American species of *Galeropsis*, *Gyrophragmium*, *Longia*, and *Montagnea*. *Mycologia*, 35, 409–421.



YENİ NESİL TARLA ÜRÜNLERİ: MİKRO TARLA BİTKİLERİ, MİNYATÜR BAHÇE BİTKİLERİ, YENİLEBİLİR ÇİÇEKLER

“ ”

Derya GÜLOĞLU¹

¹ Dr. Öğretim Üyesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Atabey Meslek
Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Isparta, Türkiye,
Orcid ID: 0000-0002-1839-8710

1. GİRİŞ

Son yıllarda, konvansiyonel tarım ürünlerinden elde edilen gelir, üreticileri tatmin etmemektedir. Tarımsal girdi fiyatlarının ve üretim maliyetlerinin yüksekliği, sezonluk üretim ve tüketimin azlığından dolayı düşen fiyatlar, üreticilerin ekonomik anlamda zarar görmesine ve ülke ekonomisinde sorunlara neden olmaktadır. Yetiştirici, tarım ürünlerini istediği fiyata pazara sunamadığı için tarlada bırakmakta ya da istediği fiyata pazarlayabileceği zamana kadar depoda bekletmektedir. Bu durum da ek maliyete ihtiyaç duyulmasına ve bazı tarım ürünlerinin muhafaza süresinin kısa olması dolayısıyla ürün kaybına neden olmaktadır. Üretici, kurutma, konserve, turşu, meyve suyu ve sebze püresi gibi farklı değerlendirme teknikleri kullanarak yetiştirdiği ürünün değerini korumaya çalışmaktadır. Tüm bu sebeplerle tarım, yeni yaklaşımlara ve alternatif ürünlere gereksinim duymaktadır.

Tarımsal faaliyetlerde birim alan verimini artırmak için, sentetik kimyasal gübreler ve bitki koruma amacıyla tarım ilaçları yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Aune 2012). Son yıllarda, sulama, gübreleme ve ilaçlama konularında yapılan hatalı uygulamalar sonucu, ekolojik denge ve biyoçeşitlilik zarar görmektedir (Despommier 2013, Bingol 2019). Bu nedenle, özellikle çevreye ve canlılara zarar vermeyen, sürdürülebilir, ihracat şansı yüksek ve üretiminde yoğun kimyasal kullanımına gerek duyulmayan, üreticiye ekonomik olarak yüksek gelir sağlayan tarım ürünlerine ve yetiştirme tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır (Pomoni vd. 2023).

Aromatik bitkilerin ve yenilenebilir yabani bitkilerin tohumları kullanılarak elde edilen filizler, erken dönemde hasat edilerek tüketime sunulan minyatür sebzeler, kısa vejetasyon süresine sahip, üretiminde kimyasal ürünlerin minimum miktarda kullanıldığı ürünler ve yenilebilir çiçekler, günümüzde alternatif tarımsal ürün özelliği taşımaktadırlar.

1.1. Mikro Tahıl ve Baklagil Filizi

Mikro filiz veya mikro yeşillik olarak adlandırılan, sebze, tahıl, yemeklik baklagil gibi bitkilerin tohumları kullanılarak elde edilen filizler (Xiao vd. 2012), dünyada olduğu gibi ülkemizde de son yıllarda popülerlik kazanmış özel nitelikteki yenilebilir ürünlerdir. Yetişkin bitkilere göre daha yoğun lezzet ve aromaya sahip, insan vücudu için yararlı enzimler içeren, besin değeri yüksek ve kolay yetiştirilebilen mikro filizler, fonksiyonel gıdalar kategorisinde değerlendirilmektedir. İlk olarak, 1980’li yıllarda Amerikalı şeflerin menülerinde görülmüş ve 1990’ların başında yetiştirilmeye başlanmıştır (Renna vd. 2016).

Kısmen veya tamamen çimlendirilmiş tohumlardan üretilen mikro filizler, kapalı seralarda veya açık alanlarda, toprakta ya da topraksız (besin solüsyonları ile) kolaylıkla yetiştirilebilmektedir (Di Gioai vd. 2015). Bitkinin türüne bağlı olarak kolay ve kısa sürede (7-21 gün) yetişmesi, tarım ilacı ve gübre gerektirmemesi, daha az su ihtiyacının olması, kolay hasat edilmesi ve taşınması gibi üretim avantajlarına sahiptir. Boyutları genellikle 3-8 cm arasında değişiklik göstermektedir ve kök, gövde ve tohumdan oluşmaktadırlar.

Kotiledon olarak adlandırılan çenek yapraklar, tohumun embriyosunun beslenmesini sağlar tohumun su alıp şişmesiyle çimlenerek, toprak üstüne çıkar. Bitkinin asıl yaprakları oluşana kadar, fotosentez yaparak bitkinin büyümesi için gereken besini ve enerjiyi sağlayan ilk yapraklardır. Asıl yaprakların oluşmasından sonra, kotiledon yapraklar işlevini tamamlayarak ölürler. Mikro filizler, asıl yapraklar oluşmadan evvel hasat edilip tüketime sunulduğu ve çenek yaprakları dahil bütün kısımları yenilebildiği için besin değeri bakımından, yetişkin bitkilere nazaran daha zengindir. Oldukça ince yapılı oldukları için, haşlama, pişirme gibi ısı işlemler karşısında çabucak bozulmakta ve besleyici değerleri kaybolmaktadır. Bu nedenle taze ve çiğ şekilde tüketilmeleri tavsiye edilmektedir. Mikro filizler, gastronomik olarak da ilgi çekici ve caziptir. Buna neden olan durum ise, tohumdan çıkan kotiledon yaprakların farklı renk (yeşil, sarı, kırmızı, mor), doku (yumuşak, gevrek, sulu) ve tatlara (tatlı, nötr, hafif ekşi, baharatlı) sahip olmasıdır (Pinto vd. 2015).

Mikro filizler, pancar, lahana, dereotu, maydanoz ve marul gibi çok çeşitli sebzelerden; pirinç, yulaf, buğday, mısır ve arpa gibi tahıllardan ve nohut, fasulye, bezelye, börülce ve mercimek gibi baklagillerden elde edilmektedir.

İnsan sağlığı açısından oldukça önemli olan antioksidan özelliği taşıyan polifenoller, birçok gıdada bulunan doğal kimyasallardır. Yapılan araştırmalar, polifenol bakımından zengin olan bitki tohumlarından elde edilen mikro filizlerin de polifenoller açısından zengin olduğunu göstermiştir (Mir vd. 2016).

Vejetaryen ve vegan beslenmede diyetleri çeşitlendirebilecek ve zenginleştirebilecek bir ürün grubunu temsil eden mikro filizler, gıda çeşitliliğine sınırlı erişimleri nedeniyle uzay mürettebatlarının da güvenle kullanabileceği yiyeceklerdir (Kyriacou vd. 2016).

Mikro filizler, yemekler yanında garnitür olarak kullanılabilirdiği gibi restoranların tabak sunumlarında dekoratif olarak da tercih edilmektedir. Görseelliğin yanında, yemeklerin lezzetini ve aromasını artırıcı etkide bulunmaktadırlar. İşletmeler, mikro filizleri satın alabildikleri gibi kendileri de kolaylıkla yetiştirebilmektedirler (Renna vd. 2016).

Mikro filizler yoğun aromaları, cezbedici renkleri ve ferahlatan koku ve aromaları ile salataları, başlangıç yemeklerini, soğuk ve sıcak çorbaları, sandviçleri ve tatlıları hem lezzet hem de görsel olarak zenginleştiren ve süsleyen ürünlerdir (Kou vd. 2013). Yiyecek hizmeti sunan işletmelere değer katan bu ürünlerin kullanımı, tüketicilerde merak uyandırıp, beğeni kazanmayı sağlamaktadır.

Birçok işletme mutfağında tercih edilen ve toplumda yaygın kullanımı olan bitki tohumlarından elde edilen mikro filizlerin bazıları (Eden vd. 2021, Erüsta 2021).

Tablo 1. *Yaygın olarak kullanılan bazı mikro filizler ve kullanım alanları*

Bitki	Kullanım Alanı
Bezelye Filizi	Salata, sandviç ve tabak süslemelerinde sık tercih edilir. İnce yapılı ve zarif görünümlüdür; protein açısından da dikkat çeker.
Mini Yonca Filizi	Özellikle başlangıç tabaklarında, salatalarda ve sandviçlerde dekoratif amaçla kullanılır. Hafif, fındıksı bir aromaya sahiptir.
Sarımsak Filizi	Yemeklere aroma vermek için ya da çiğ tüketimde kullanılabilir. Boncuğu andıran siyah tohumları sayesinde sunumlarda görsel etki sağlar; belirgin sarımsak kokusu ve tadı taşır.
Turp Filizi	Keskin turp lezzeti nedeniyle salata ve sandviçlere güçlü tat katar. A, B1, B2, B7 ve C vitaminleri yönünden zengindir. Çiğ servis edilen somon, uskumru ve ringa gibi deniz ürünlerinin sunumunda da sıklıkla yer alır.
Kereviz Filizi	Kereviz aromasının yoğun hissedildiği taze sapsı ve maydanozu çağrıştıran yapraklarıyla tabakları görsel olarak tamamlar. Lifli yapısı sindirim sistemi açısından destekleyicidir.
Reyhan Filizi	Baharatlı ve aromatik karakteriyle öne çıkar. Kuru dolmaların iç harcında, salatalarda ve içeceklerde renk, koku ve tat katmak amacıyla kullanılabilir.
Roka Filizi	Sunum amaçlı kullanıldığı gibi, sandviç, salata ve kanepeler türü atıştırmalıklarda lezzeti güçlendirmek için de tercih edilir.
Brokoli Filizi	Genellikle çiğ tüketilir. Salatalarda ya da ana yemeklerde tat ve görünüm açısından yemeği zenginleştiren bir bileşen olarak kullanılabilir.
Civan Perçemi Filizi	Daha çok çay formuyla bilinse de, çok gençken tabak süslemede değerlendirilebilir. Limon kabuğunu andıran ferah aroması sayesinde pek çok ürünle uyum sağlar.
Kışniş Filizi	Sıcak/soğuk çorbalarda, soğuk sebze sularında ve smoothie gibi içeceklerde aromatik katkı amacıyla kullanılır.
Su Teresi Filizi	Biberimsi, keskin ve hafif ekşimsi tadıyla özellikle başlangıç tabaklarında dekoratif kullanım için uygundur.
Kırmızı Hardal Filizi	Yumuşak ve karnabaharı andıran aroması ile koyu kırmızı rengi, yemeklere hem tat hem de görsel derinlik kazandırır.
Sarı Hardal Filizi	Keskin hardal aromasını belirgin şekilde taşıdığı için et yemeklerinde ve sıcak/soğuk sandviç çeşitlerinde sık kullanılır.

Kaynak: Erüst 2021, Eden 2021 web sayfalarından oluşturulmuştur

1.2. Yetiştirme Koşulları

Mikro filiz yetiştiriciliğinde de geleneksel üretimde olduğu gibi, tür seçimi, ekim oranı, yetiştirme ortamı, besleme ve gübreleme, aydınlatma gibi faktörlere dikkat edilmesi oldukça önemlidir (Kyriacou vd. 2016, Renna vd. 2017).

1.3. Tür seçimi

Yaklaşık 75-100 kadar bitki çeşidinden mikro filiz elde edildiği bildirilse de (Treadwell vd. 2010), hemen her bitki tohumundan mikro sebze elde edilebilmektedir (Xiao vd. 2019). Mikro filiz üretilen en yaygın bitki türleri; Brassicaceae (Turpgiller), Asteraceae (Papatyagiller), Lamiaceae (Ballıbabagiller), Apiaceae (Maydanozgiller), Amarillydaceae (Nergisgiller), Amaranthaceae (Horozibiğigiller) ve Cucurbitaceae (Kabakgiller) familyasına ait türlerdir (Kyriacou vd. 2016).

Ancak ticari olarak üretimi yapılan mikro filiz türlerinin (25 adet) çoğu Brassicaceae (Turpgiller) familyası üyesi bitkilerdir (Xiao vd. 2019).

1.4. Tohum ekim oranı

Mikro filiz üretiminde, birim alan verimini artırmak amacıyla ekim oranı artırılırsa, uzun gövde oluşumu, hastalık riskinde artış ve sürgün kuru ağırlığında azalma gibi sorunlar olacağından, uygun oranlarda tohum ekimi yapılması önemlidir (Treadwell vd. 2010). Uygun olmayan ekim oranı, bitki gelişimi için gerekli olan su ve besin gibi kaynaklar konusunda rekabete neden olarak gelişim açısından problem yaratmaktadır (Murphy ve Pill 2010).

1.5. Yetiştirme ortamı

Mikro filiz üretiminde kaliteli ürün elde etmek için ideal olan yetiştirme ortamı, gözenekli yapıda, su tutma kapasitesi yüksek ve havadar olmalıdır (Abad vd. 2001, Kyriacou vd. 2016). Toprak, hastalık etmeni taşıyan mikroorganizma içermemeli, patojen mikroorganizma içermemeli ve mikrobiyal bulaşıklıktan korunmalıdır (Natvig vd. 2002). Mikro filizler, topraklı ortamlarda yetiştirilebildiği gibi hidroponik (topraksız) ortamlarda da yetiştirilebilmektedir (Di Gioia vd. 2015). Hidroponik ortamlarda ise turba, vermikülit, perlit, torf, taş yünü, tekstil elyafı, biyolojik olarak parçalanabilen pamuk ve jüt gibi yetiştirme ortamları kullanılmaktadır (Di Gioia vd. 2017).

1.6. Gübreleme

Topraksız mikro filiz yetiştiriciliğinde, toprak yerine kullanılacak materyale, bitki için gerekli makro ve mikro elementleri içeren besin çözeltisi ilave edilerek yetiştirme yapılabilir (Di Gioia vd. 2015).

Gübre olarak kalsiyum klorür (CaCl_2), kalsiyum nitrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), amonyum nitrat (NH_4NO_3) gibi bileşikler veya bunların kombinasyonları kullanılabilir (Kyriacou vd. 2016) Geç büyüyen mikro filizler için de düşük oranlarda gübre uygulaması yapılabilir (Treadwell vd. 2010).

2. MİNYATÜR SEBZELER

Minyatür, mini, bebek ve taze kesim gibi farklı isimlerle adlandırılan küçük sebzeler, son yıllarda trend akımlardan biridir. 1990'lı yıllarda Amerika'daki marketlerde tüketiciye ulaşmaya başlamış ve 2000 yılına kadar Avrupa ülkelerindeki marketlerde ve restoranlarda tüketimi yaygınlaşmıştır. Bu alternatif ürünler, vejetasyon süresi kısa olan, üretiminde sentetik kimyasalların daha az kullanıldığı, geleneksel yöntemlerle üretilen sebzelere göre daha erken dönemde, tam olgunlaşmadan hasat edilen, kısa sürede bozulan, raf ve depolama ömrü kısa olan sebzelerdir (Eşiyok 2005). Mini sebzeler, bebek mısır gibi hem geleneksel olarak yetiştirilen sebzelerin olgunlaşmamış aşamada hasat edilmesiyle hem de cherry domates gibi genetik olarak minyatür gelişen çeşitlerden üretilebilirler. Ayrıca, brokolide olduğu gibi, geleneksel yetiştiricilikte ana ürün sebzenin toplanmasından sonra, gövdenin yan dallarından çıkan ürünlerin toplanması şeklinde de elde edilirler.

Sandviçlerde, salatalarda ve yemek yanlarında hızlı tüketime hazır olması, lezzeti, bütün olarak tüketilmesi, estetik olarak sevimliliği ve tabak dekorlarında kullanılması tüketiciler için yeni bir seçenektir.

Mini sebzelerin tüketici ve üretici tercihini artıran birçok avantajı olduğu gibi, bazı konularda tüketicileri kuşkuya düşüren dezavantajları da söz konusudur. Bu ürünleri tercih eden tüketici açısından bakıldığında; tüketim kolaylığı, tam olgunlaşmadan toplandığı için, üretiminde sentetik kimyasalların kullanımına gerek olmaması, çocuklar tarafından sevilmesi ve güvenle tüketimlerinin sağlanması ve sağlıklı ürünler olması bu ürünlerin avantajlarıdır. Üreticiler ise mini sebzelerin küçük gramajlarda satışından daha yüksek gelir elde edebilmesi, küçük alanlarda yetiştirilebilmesi, yetiştirme süresinin kısa olması ve ihracat potansiyelinin yüksek olması dolayısıyla mini sebze üreticiliğine yönelmektedir.

Bütün bunlara ek olarak, geleneksel yöntemlerle yetiştirilen sebzelere göre daha erken toplandığı için veriminin daha düşük olması ve bazı tür ve çeşitler dışında kalite kriterlerinin standardize edilmemiş olması, tüketici ve üreticilerin şüphe duymasına neden olan dezavantajlarıdır.

2.1. Yetiştirme Koşulları

Mini sebze yetiştiriciliğinde de geleneksel sebze yetiştiriciliğinde olduğu gibi, tür ve çeşit seçimi, tohum ekim/fide dikim oranı iyi ayarlanmalı

ve hasat zamanı doğru belirlenmelidir. Tüm işlemlerin zamanında, uygun, bilinçli bir şekilde yapılması ve bilgili elemanların üretimde yer alması ile başarılı bir mini sebze üretimi yapmak mümkündür (Eşiyok vd. 2009).

Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını iyileştiren ve koruyan, patojenlerle mücadelede kolaylık sağlayan ve erozyonu önleyen ekim nöbeti uygulamasının mini sebze yetiştiriciliğinde de uygulanması oldukça önemlidir (Drury ve Tan 1995).

Tekli kültür yerine, bölgenin iklim ve toprak özelliklerini esas alan ekim nöbeti uygulamalarıyla, geleneksel tarım ürünlerine ek olarak mini sebzeler gibi alternatif ürünlerin yetiştirilmesine imkan sağlanmalıdır (Yoldaş 2011).

Özellikle küçük tohumlara sahip sebze ve tarla bitkileri, kaliteli topraklarda yetişmek isterler. Kök gövdeleri tüketilen havuç, pancar, patates gibi sebzeler kumlu topraklarda daha yüksek verim gösterirler. Drenaj sorunu olmayan ve organik madde bakımından zengin kumlu-tınlı topraklar, tüm kültür bitkilerinde olduğu gibi mini sebze tarımında da verimde artış sağlamaktadır. Yetiştiriciliğin yapıldığı bölge ekolojisine, arazinin meyil ve yöney durumuna ve toprak sıcaklığına göre optimum zamanda ekim veya dikim yapılmalıdır.

2.2. Tür Seçimi

Mini sebze yetiştiriciliğinde, birim alanda geleneksel yetiştiriciliğe oranla daha fazla bitki bulunabildiğinden dolayı, daha küçük alanlarda yetiştirilmeleri mümkün olmaktadır. Bu kolaylıkları sebebiyle mini sebzeler çok yıllık yetiştirilen bitkilerin sıra aralarında da rahatlıkla üretilbilmektedirler.

Beyaz patlıcan, hıyar, kabak, ıspanak, marul, domates, pancar, biber, kereviz, roka, turp, fasulye ve soğan gibi bitkilerde ıslah çalışmaları sonunda geliştirilmiş türler mini sebze yetiştiriciliğinde ağırlıklı olup, mini sebze pazarında yalnızca lezzeti, aroması ya da çeşidi değil, görselliği de birbirinden farklı birçok çeşide rastlamak mümkündür.

2.3. Tohum Ekim Oranı

Mini sebze üretiminde kullanılacak tohumların biyolojik özelliklerinin (Çimlenme hızı, ıve gücü; Sürme hızı, ıve gücü) yüksek olması, sertifikalandırılmış tohum olması, şayet organik olarak üretilcekse, ilaçlanmamış, işlem görmemiş, genetik yapısı değiştirilmemiş olması oldukça önemlidir.

Aşırı sık ekim veya dikim yapmak, bitkiler arasında ışık, su ve besin maddesi bakımından rekabet yaratacağından uygun sıklıkta ekim/dikim yaparak, koruyucu önlemler alarak, mini sebzeleri yetiştirmek mümkündür (Kyriacou vd. 2016).

2.4. Sulama

Tüm tarım ürünlerinde olduğu gibi mini sebze yetiştiriciliğinde de sulama verimi etkileyen en önemli faktördür. Sulama, yağışın yeterli olmadığı durumlarda, bitkinin ihtiyacı olduğu dönemlerde ihtiyacı ölçüsünde ve kaliteli su ile yapılmalıdır. Ekim/dikimden sonra mutlaka can suyu verilmeli, fideler toprak üstüne çıkana kadar kaymak tabakası oluşumu önlenmeli ve damla sulama yöntemi kullanılmalıdır.

2.5. Gübreleme

Mini sebzeler kısa vejetasyon süresine sahip oldukları için, topraktan kaldırdıkları besin maddeleri yetişkin sebzelere göre daha azdır. Üretime başlamadan önce, toprak analizleri yapılarak eksik olan makro veya mikro besin elementleri gübreleme yoluyla karşılanmalıdır (Collins 2012). Bu amaçla, kompost ve çiftlik gübresi sonbahar döneminde toprağa karıştırılmak suretiyle, toprağın organik madde içeriği artırılabilir.

Azotlu gübreler, vejetatif gelişmeyi teşvik ettiğinden, kullanılan dozlara dikkat edilmeli, özellikle yaprakları tüketilen sebzelerde nitrat birikimine neden olmayacak dozlarda gübreleme yapılmalıdır. Aşırı azotlu ve fosforlu gübreleme ürünlerin raf ömrünün kısılmasına da neden olmaktadır (Hoque vd. 2010).

2.6. Hastalık Zararlı ve Yabancı Otlarla Mücadele

Ülkemizde, boyu 5-6 santimetreyi geçmeyen mini sebze yetiştiriciliğinde, geleneksel ürünlere göre daha kısa süre toprakta kalmaları nedeniyle genellikle tarımsal ilaç uygulamasına gerek duyulmamaktadır. Ancak kullanımın gerektiği durumlarda, bitki bünyesinden kısa sürede atılabilen, kalıntı bırakmayan ilaçlar tercih edilmelidir. Başarılı bir mini sebze yetiştiriciliğinde entegre mücadele yöntemleri seçilmeli, öncelik, ilaçsız üretim yapılmasıdır.

Birim alandaki bitki sayısı mini sebze yetiştiriciliğinde, geleneksel üretime göre daha fazla tutulmakta ve bu şekilde yabancı ot gelişiminin de önüne geçilmesi mümkün olmaktadır. Fazla yabancı ot gelişimi olmadığından herbisit, fungusit gibi tarımsal ilaçların kullanımına gerek olmadan, kültürel yöntemlerle mücadele etmek kolaylaşmaktadır.

2.7. Hasat Zamanının Belirlenmesi

Geleneksel olarak üretilen sebzelere oranla, daha erken dönemde toplanan mini sebzeler, bebek dönemini hızla geçtiklerinden uygun doğru zamanda hasat edilmelidir. Özellikle toprakaltı organları tüketilen havuç, turp gibi sebzelerin gelişimleri gözle görülemediğinden, pazarlanabilir

boyutları aşır aşmadığını ve en uygun hasat zamanını belirlemek biraz güç olmaktadır. Hasatta geç kalınması durumunda bitkinin yenebilir kısımları sertleşmekte ve kalite düşmektedir. Genetik yapısı gereği zaten mini olan sebzelerde gereğinden fazla büyüme olmayacağından hasat zamanıyla ilgili bir sorun yaşanmamaktadır.

2.8. Pazarlama ve Standardizasyon

Mini sebzeler, depo ve raf ömrü çok kısa, depolamaya dayanıklılığı az, narin hassas ürünler olmaları sebebiyle hasattan sonra ürünlerin ne zaman ve nereye pazarlanacağı iyi programlanmalıdır.

Ülkemizde mini sebze ürünleri için bir kalite standardı yoktur. Ancak, hasat edilmiş ve hasarsız ve temiz olarak pazara sürülmeye uygun olan ürünler, küçük kasa, sepet, karton ve poşetlerde ambalajlanmış olmalıdır (Anonim 2006).

Gıda ticaretinde tüketici sağlığını korumak amacıyla formüle edilmiş, bir seri genel ve özel gıda güvenliği standartlarını kapsayan Codex Alimentarius da bebek mısırlar için bazı kriterler belirlenmiştir. Buna göre bebek mısırlar, kalite, tat, şekil, renk ve kusur bakımından Ekstra sınıf, 1. Sınıf ve 2. Sınıf olmak üzere 3 farklı sınıfa ayrılmıştır. Koçanlar, boyut sınıfları bakımından ise, A sınıfı 5-7 cm B sınıfı 7-9 cm ve C sınıfı 9-12 cm olarak standardize edilmiştir.(Codex Alimentarius 2007).

3. YENİLEBİLİR ÇİÇEKLER

Çin, Japonya gibi Asya ülkeleri ve Orta Doğu'da pek çok ülke asırlardır yenilebilir çiçekleri tüketmektedirler (Pires vd. 2019). Genel olarak geçmiş dönemlerde tıbbi amaçlı tüketilen bu çiçeklerin kullanımları, son yıllarda sağlıklı beslenme tercihleri ve fitokimyasal özellikleri nedeniyle, (Benvenuti vd. 2016), hem tüketicilerin hem de gastronomi alanında çalışanları tabak süsleme, sofraya ve yemek yanı dekorasyonu amacıyla ilgisini çekmiş ve bu durum, ürünlerin ticari anlamda değerlendirilmesini sağlamıştır (Takahashi vd. 2019). Yenilebilir çiçekler mutfak şefleri tarafından tadı, rengi ve aroması sebebiyle yemeklerin yanında garnitür olarak kullanılabildiği gibi, pişirme sırasında kullanıldıklarında da yemeklerin tadını zenginleştirmektedirler (Husti vd. 2013). Aynı zamanda, kurutulmuş halde kokteyl içeceklerde, soğuk büfe mezelerinde, dondurma sunumlarında, salata, çorba ve tatlılara renk, koku ve tat katmak amacıyla da kullanılmaktadır (Rop vd. 2012).

Ferahlatan, güzel ve cezbedici kokulara sahip yenilebilir çiçekler ise, likör yapımında, aromatik meyve ve bitki çaylarının demlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Mlcek ve Rop 2011).

Yenilebilir çiçekler, içerdikleri biyoaktif bileşenler ve fenolik maddeler sebebiyle ilaç sanayiinde de kullanılan (Pires vd. 2019), antioksidan ve antimikrobiyal özellikteki polifenoller, sebebiyle de insan sağlığına olumlu etkide bulunan ürünlerdir (Chitrakar vd. 2019).

Yapılan araştırmalar, yenilebilir çiçeklerin yüksek mineral, vitamin, aminoasit, lif, karbonhidrat ve uçucu yağ içerdiklerini ve düşük kaloriye sahip olduklarını göstermektedir (Rop vd. 2012, Benvenuti vd. 2016).

Dünyada çok çeşitli çiçek varlığı bulunmaktadır ve yenilebilir ve yenilemez çiçek türlerinin birbirinden farkı yoktur. Bu nedenle bu çiçeklerin doğru olarak belirlenmesi önemlidir. Yenilebilir çiçeklerden yararlanmak için dikkat edilmesi gereken bazı kurallar vardır. Bunlar (Rindels 1997, Brown 2008, Evans 1994).

1. Çiçekler yenmeye en uygun zamanda yenmelidir.
2. Konunun uzmanlarınca hazırlanmış kitaplardan ve yayınlardan yararlanılmalıdır.
3. Tabak süslemede veya dekoratif amaçlarla tanınmayan, yenmeyen çiçekler kullanılmamalıdır.
4. Yenilebilir çiçek üretiminde kullanımına uygun ilaçlar kullanılmış olmasına dikkat edilmelidir.
5. Doğadan toplanan çiçekler tüketilmemelidir.
6. Çiçeklerin birçoğunun sadece taç yaprakları yemeye uygundur, diğer kısımlarının ayrılarak tüketilmesine dikkat edilmelidir.
7. Çiçekler toplandıktan sonra uygun şekillerde muhafaza edilmelidir.
8. Çiçekleri uygun zamanda, serin havada, tam olarak açmış halde toplamaya dikkat edilmelidir.

Son yıllarda yeni bir tüketim modası haline gelen yenilebilir çiçeklere hem üretici hem de tüketici açısından bakıldığında, bilinç, zaman ve bilgiye ihtiyaç duyulduğu görülmektedir (Fernandes vd. 2019).

Tablo 2’de sıklıkla tercih edilen ve yaygın kullanımı olan yenilebilir çiçekler ve kullanım alanları verilmiştir.

Tablo 2. Bazı Yenilebilir Çiçekler ve Mutfakta Kullanımları

Yenilebilir Çiçek	Kullanım Alanı
Karanfil	Yenilebilir karanfil türleri arasında Çin karanfili (<i>Dianthus chinensis</i> L.) ile Alp karanfili (<i>Dianthus caryophyllus</i>) öne çıkar. Genellikle çiğ tüketilir; yaprakları özellikle pasta ve çeşitli tatlıların süslenmesinde değerlendirilir (Kaya 2015, de Morais vd. 2020).
Hindiba	Çiçekleri taze olarak yenilebilir. Yaprakları salatalarda çiğ şekilde kullanılabilirdiği gibi, pişirilerek/haşlanarak çorbalara da eklenir. Kökleri kurutulup öğütüldüğünde kahve alternatifi olarak tüketilebilmektedir (Bayram 2015, Vural 2017, Pires vd. 2019).
Karahindiba	Yaprak, kök ve çiçek kısımları tüketilebilir. Genç çiçekler balı andıran bir tada sahipken olgunlaştıkça acılık artar. Çiçekleri; şarap ve çay gibi içeceklerde, ayrıca reçel, jöle ve salatalarda kullanılır. Yapraklar çiğ ya da pişmiş (haşlama/kızartma vb.) tüketilirken, kökler öğütülerek kahve yapımında değerlendirilebilir (Lentini ve Venza 2007, Mlcek ve Rop 2011, Vural 2017).
Latin Çiçeği	Yaprak ve çiçekleri taze ya da kurutulmuş olarak tüketilebilir. Bunun yanında kek, sirke, likör, çay ve şekerleme gibi ürünlerde işlenmiş hammadde olarak da kullanılmaktadır (Mlcek ve Rop 2011, Kumari vd. 2021).
Krizantem-Kasımpatı	Hafif acımsı lezzetiyle bilinir. Çorbalara eklenebilir ve çay şeklinde tüketilir. Haşlanarak kullanılabilirdiği gibi salatalarda çiğ olarak da yer alır (Lentini ve Venza 2007, Mlcek ve Rop 2011, Kumari vd. 2021).
Soğan Çiçeği	Yemeklere aroma kazandırmak amacıyla ana yemeklerde, salatalarda ve sandviçlerde kullanılmaktadır. Dikkat çekici rengi nedeniyle sunumlarda da tercih edilir; ayrıca yetiştiriciliği yapılan yenilebilir çiçekler arasındadır (Vural 2017, Örnek 2021).
Gelincik	Gelincikten hazırlanan şerbet ve reçel özellikle kahvaltılarda tüketilir; bunun yanı sıra dondurma üretiminde de kullanım alanı bulur (Şahin ve Kılıç 2009a, 2009b).
Hibiskus	“Roselle” olarak bilinen türü, renklendirici ve tatlandırıcı özellikleri nedeniyle sıcak-soğuk içeceklerde yaygın biçimde kullanılır. Ayrıca şarap, dondurma, çikolata, puding, kek ve diğer tatlılar ile reçel ve et sosu gibi ürünlerin üretiminde de değerlendirilebilir (Lu vd. 2016, Pires vd. 2019).

4. SONUÇ

Mikro filizler, görsel albenileri ve yüksek besin değerleri ile insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri olan ürünlerdir. Dünyada ve ülkemizde tüketimi ve buna karşılık üretimi artan mikro filizlerin sağlıklı, temiz ve güvenilir yöntemlerle üretilmesi önem taşımaktadır. Bu sebeple, yetiştirme koşullarının iyileştirilmesi, raf ve depo ömrünün artırılması, depolama, pazarlama koşullarının iyi belirlenmesi konularına dikkat edilmesi gerekmektedir. Lezzetli, taze, aromatik ve sevimli özellikleriyle hem çocuklar hem de yetişkinler tarafından tercih edilen mini sebzeler, sağlıklı atıştırmalıklar olarak yükselen değerlerden biri durumundadır. Ekim/dikim öncesi pazarlama, depolama, paketleme ve etiketleme konularında planlamalar yapılmalı, ülkede tüketiminin yaygınlaşması desteklenmeli ve sağlanmalıdır. Mikro filizlerin, mini sebzelerin ve yenilebilir çiçeklerin insan sağlığına zararlı kimyasallarla yetiştirilmemesine özellikle dikkat edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Abad, M., Noguera, P., & Bures, S. (2001). National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: Case study in Spain. *Bioresource Technology*, 77(2), 197–200. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00152-8](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00152-8)
- Aune, J. B. (2012). Conventional, organic and conservation agriculture: Production and environmental impact. In *Agroecology and strategies for climate change* (pp. 149–165). https://doi.org/10.1007/978-94-007-1905-7_7
- Benvenuti, S., Bortolotti, E., & Maggini, R. (2016). Antioxidant power, anthocyanin content and organoleptic performance of edible flowers. *Scientia Horticulturae*, 199, 170–177. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.052>
- Bingöl, B. (2019). Alternatif tarım yöntemleri: Aeroponik, akuaponik, hidroponik. *Harman Time Dergisi*, 7(82), 34–42.
- Brown, K. (2008). *Edible flowers: From garden to plate—How to grow and cook edible flowers, in 350 beautiful photographs*. Anness Publishing.
- Chitrakar, B., Zhang, M., & Bhandari, B. (2019). Edible flowers with the common name “marigold”: Their therapeutic values and processing. *Trends in Food Science & Technology*, 89, 76–87. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.008>
- Codex Alimentarius Commission. (2007). *Fresh fruits and vegetables* (1st ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations; World Health Organization.
- Collins, D. (2012). *Soil testing: A guide for farms with diverse vegetable crops*. Washington State University Extension.
- De Moraes, J. S., Sant’Ana, A. S., Dantas, A. M., Silva, B. S., Lima, M. S., Borges, G. C., & Magnani, M. (2020). Antioxidant activity and bioaccessibility of phenolic compounds in white, red, blue, purple, yellow and orange edible flowers through a simulated intestinal barrier. *Food Research International*, 131, 109046. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109046>
- Despommier, D. (2013). Farming up the city: The rise of urban vertical farms. *Trends in Biotechnology*, 31(7), 388–389. <https://doi.org/10.1029/2007GB002952>
- Di Gioia, F., De Bellis, P., Mininni, C., Santamaria, P., & Serio, F. (2017). Physicochemical, agronomical and microbiological evaluation of alternative growing media for the production of rapini (*Brassica rapa* L.) microgreens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(4), 1212–1219. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7852>
- Di Gioia, F., Mininni, C., & Santamaria, P. (2015). Microgreens, agrobiodiversity and food security. In *Microgreens: Novel fresh and functional food to explore all the value of biodiversity* (pp. 7–24). Ecologica. <https://hdl.handle.net/11586/190696>

- Drury, C. F., & Tan, C. S. (1995). Long-term (35 years) effects of fertilization, rotation and weather on corn yields. *Canadian Journal of Plant Science*, 75(2), 355–362.
- Eden Greens. (2021). *Shop*. Retrieved October 10, 2021, from <https://www.edengreens.co.uk/shop/>
- Erüsta. (2021). *Yenilebilir çiçekler*. Retrieved October 9, 2021, from <https://www.erustononline.com/kategori/erust-yenilebilir-cicekler>
- Eşiyok, D. (2005). Bahçe bitkilerinde alternatif ürünler yetiştiriciliği. *Dünya Gıda Dergisi*. Retrieved February 4, 2020, from <http://www.dunyagida.com.tr/haber/bahce-bitkilerinde-alternatif-urunler-yetistirciligi/1579>
- Eşiyok, D., Bozokalfa, M. K., & Aşçıoğlu, K. T. (2009). Minyatür (mini) sebzeler. *Dünya Gıda Dergisi*. Retrieved February 4, 2020, from <http://www.dunyagida.com.tr/haber/minyatür-mini-sebzeler/3084>
- Evans, R. (1994). Edible flowers: A long standing tradition can prove profitable for farmers. *Ag Opportunities* (Missouri Alternatives Center Newsletter), 4(1). Retrieved from <http://agebb.missouri.edu/mac/agopp>
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Saraiva, J. A., & Ramalhosa, E. (2020). An overview on the market of edible flowers. *Food Reviews International*, 36(3), 258–275. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1639727>
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Saraiva, J. A., & Ramalhosa, E. (2019). An overview on the market of edible flowers. *Food Reviews International*, 36(2), 1–18. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1639727>
- Hord, N. G., Tang, Y., & Bryan, N. S. (2009). Food sources of nitrates and nitrites: The physiologic context for potential health benefits. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 90(1), 1–10. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.27131>
- Husti, A., Cantor, M., Buta, E., & Horť, D. (2013). Current trends of using ornamental plants in culinary arts. *ProEnvironment/Promediu*, 6(13), 52–58.
- Kaya, B. A. (2015). Klâsik Türk şiirinde şifalı bitkiler üzerine bir deneme. *Divan Edebiyatı Araştırmaları Dergisi*, 15(15), 263–314.
- Kou, L., Luo, Y., Yang, T., Xiao, Z., Turner, E. R., Lester, G. E., & Camp, M. J. (2013). Postharvest biology, quality and shelf life of buckwheat microgreens. *LWT-Food Science and Technology*, 51(1), 73–78. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.11.017>
- Kumari, P., & Bhargava, B. (2021). Phytochemicals from edible flowers: Opening a new arena for healthy lifestyle. *Journal of Functional Foods*, 78, 104375. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104375>
- Kyriacou, M. C., Roupheal, Y., Di Gioia, F., Kyrtzis, A., Serio, F., Renna, M., & Santamaria, P. (2016). Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 103–115. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.09.005>

- Lentini, F., & Venza, F. (2007). Wild food plants of popular use in Sicily. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3(15), 1–12. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-3-15>
- Lu, B., Li, M., & Yin, R. (2016). Phytochemical content, health benefits, and toxicology of common edible flowers: A review (2000–2015). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(sup1), S130–S148. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1078276>
- Maynard, D. (2006). *HS-36: Production of miniature vegetables in Florida* (Revised 2006). University of Florida, IFAS Extension. Retrieved May 29, 2019, from <http://edis.ifas.ufl.edu/HS327>
- Mir, S. A., Shah, M. A., & Mir, M. M. (2016). Microgreens: Production, shelf life, and bioactive components. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(12), 2730–2736. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1144557>
- Mlcek, J., & Rop, O. (2011). Fresh edible flowers of ornamental plants—A new source of nutraceutical foods. *Trends in Food Science & Technology*, 22(10), 561–569. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.04.006>
- Murphy, C., & Pill, W. (2010). Cultural practices to speed the growth of microgreen arugula (roquette; *Eruca vesicaria* subsp. *sativa*). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 85(3), 171–176. <https://doi.org/10.1080/14620316.2010.11512650>
- Natvig, E. E., Ingham, S. C., Ingham, B. H., Cooperband, L. R., & Roper, T. R. (2002). *Salmonella enterica* serovar Typhimurium and *Escherichia coli* contamination of root and leaf vegetables grown in soils with incorporated bovine manure. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(6), 2737–2744. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.6.2737-2744.2002>
- Örnek, A. (2021). Yiyecek içecek sektöründe yenilebilir çiçekler ve mikro filizler. In *Gastronomi araştırmaları*, pp. 103–109. Çizgi Kitabevi.
- Pinto, E., Almeida, A. A., Aguiar, A. A., & Ferreira, I. M. (2015). Comparison between the mineral profile and nitrate content of microgreens and mature lettuces. *Journal of Food Composition and Analysis*, 37, 38–43. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.06.018>
- Pires, T. C., Barros, L., Santos-Buelga, C., & Ferreira, I. C. (2019). Edible flowers: Emerging components in the diet. *Trends in Food Science & Technology*, 93, 244–258. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.020>
- Pomoni, D. I., Koukou, M. K., Vrachopoulos, M. G., & Vasiliadis, L. (2023). A review of hydroponics and conventional agriculture based on energy and water consumption, environmental impact, and land use. *Energies*, 16(4), 1690. <https://doi.org/10.3390/en16041690>
- Renna, M., Di Gioia, F., Leoni, B., Mininni, C., & Santamaria, P. (2017). Culinary assessment of self-produced microgreens as basic ingredients in sweet and savory dishes. *Journal of Culinary Science & Technology*, 15(2), 126–142. <https://doi.org/10.1080/15428052.2016.1225534>

- Renna, M., Di Gioia, F., Leoni, B., Mininni, C., & Santamaria, P. (2016). Culinary assessment of self-produced microgreens as basic ingredients in sweet and savory dishes. *Journal of Culinary Science & Technology*, 1–17.
- Rindels, S. (1997). *Ten rules of edible flowers*. Iowa State University, Department of Horticulture. Retrieved from www.ipm.iastate.edu/ipm/hort-news/1995/7-21-1995/eatflow.html
- Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T., Neugebauerova, J., & Vabkova, J. (2012). Edible flowers—A new promising source of mineral elements in human nutrition. *Molecules*, 17(6), 6672–6683. <https://doi.org/10.3390/molecules17066672>
- Şahin, Ö., & Kılıç, B. (2009a). Kahvaltı kültürü içerisinde yenilebilir çiçekler. *Anadolu Üniversitesi Türk Mutfağında Kahvaltı Semineri*, Eskişehir, Türkiye.
- Şahin, Ö., & Kılıç, B. (2009b). Yiyecek içecek işletmeciliğinde yenilebilir çiçekler. 3. *Ulusal Gastronomi Sempozyumu*, Alanya, Antalya, Türkiye.
- Takahashi, J. A., Rezende, F. A. G. G., Moura, M. A. F., Domingue, L. C. B., & Sande, D. (2019). Edible flowers: Bioactive profile and its potential to be used in food development. *Food Research International*, 129, 108868. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108868>
- Treadwell, D. D., Hochmuth, R., Landrum, L., & Laughlin, W. (2010). *Microgreens: A new specialty crop* (HS1164). University of Florida IFAS Extension.
- Vural, E. (2017). *Karanfil çiçeğinden antosiyanin ekstraktı eldesi ve doğal gıda renklendiricisi olarak stabilitesinin incelenmesi*. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Xiao, Z., Lester, G. E., Luo, Y., & Wang, Q. (2012). Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: Edible microgreens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(31), 7644–7651. <https://doi.org/10.1021/jf300459b>
- Xiao, Z., Rausch, S. R., Luo, Y., Sun, J., Yu, L., Wang, Q., & Stommel, J. R. (2019). Microgreens of Brassicaceae: Genetic diversity of phytochemical concentrations and antioxidant capacity. *LWT—Food Science and Technology*, 101, 731–737. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.076>
- Yoldaş, F. (2011). Küçük Menderes havzasında alternatif sebze ürün arayışları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi/Journal of the Institute of Natural & Applied Sciences*, 16(2), 54–58.



**ITS DNA DİZİLERİ IŞIĞINDA TÜRKİYE'DEKİ
LEUCOCOPRINUS (AGARICALES,
AGARICOMYCETES) ÇEŞİTLİLİĞİNE KATKILAR**

“ ”

Oğuzhan KAYGUSUZ¹

¹ Doç. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Atabey Meslek Yüksekokulu, Isparta
Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta, Türkiye, Orcid ID: 0000-0003-3455-2965

1. GİRİŞ

Leucocoprinus Pat. ve *Leucoagaricus* Locq. ex Singer (Agaricaceae, Agaricales), morfolojik benzerlikleri nedeniyle uzun süre taksonomik revizyonlara konu olmuştur. *Leucoagaricus* başlangıçta *Leucocoprinus* içinde bir alt cins olarak tanımlanmış (Locquin 1943), ancak Singer (1948) tarafından cheilocystidia yapısı ve spor morfolojisi gibi mikromorfolojik karakterlere dayanarak ayrı bir cins olarak yükseltilmiştir. Candusso ve Lanzoni (1990), *Leucoagaricus* cinsini iki alt cins (*Sericeomyces* Heinem. ve *Leucoagaricus*) ve altı seksiyona (*Cystidiosia* Migl. & Testoni, *Intermedii* (Bon) Consiglio & Contu, *Leucoagaricus*, *Piloselli* Singer, *Pseudopiloselli* Migl. & Coppola ve *Rubrotincti* Singer) ayırarak kapsamlı bir revizyon yapmıştır (Bon 1993, Migliozi ve Donato 2024).

Leucoagaricus'un üyeleri, küçük ila orta büyüklükte, ince veya etli bazidiyomatası ile karakterize edilir. Şapka yüzeyleri radyal olarak lifli, floköz, pullu ila lifli-pullu veya nadiren granüllü arasında değişir; kenarları düz veya çok kısa çizgili; zarımsı, bazen geçici halkaya sahip merkezi, eşit ila soğan şeklinde bir sapı; ince duvarlı ve pürüzsüz bazidiyosporlar genellikle iyi tanımlanmış çimlenme gözeneklerinden yoksundur ve şapka yüzeyi ya trikoderm ya da kelepçe bağlantıları olmayan, geriye doğru ve radyal olarak düzenlenmiş hiflerden oluşan bir kütis özelliğe sahiptir. Bazidiyospor izi beyaz, kirli krem veya krem-turuncu renktedir ve Kresil Mavis'i'nde metakromatiktir (Singer 1986, Vellinga 2001, 2004, Knudsen ve Vesterholt 2008).

Leucocoprinus cinsine ait türler, çizgili veya çizgili olmayan tüylü kenarları, beyaz ila soluk pembe, kresil mavis'i'da dekstrinoid ve metakromatik bazidiyosporlar, apikal gözenekli veya gözeneksiz bazidiyosporlar, kelepçe bağlantılarının yokluğu ve pseudoparafizlerin varlığı ile karakterize edilmektedir (Singer 1948, 1986, Bon, 1993, Vellinga, 2001, 2004). *Leucocoprinus* özellikle ılıman ve tropikal bölgelerde yaygın olarak bulunan, morfolojik olarak çeşitli saprofitik mantar topluluğunu kapsar ve türleri genellikle sera ortamlarında, saksı toprağı ve diğer besin açısından zengin organik maddelerde yetişir (Candusso ve Lanzoni 1990, Vellinga 2001, Knudsen ve Vesterholt 2008).

Son yirmi yılda yapılan moleküler filogenetik çalışmalar, morfolojiye dayalı geleneksel sınıflandırmanın çoğu zaman monofiletik grupları yansıtmadığını ortaya koymuştur. Özellikle ITS, LSU, *RPB2* ve *tef1-α* gen bölgelerini içeren çoklu lokus analizleri, *Leucocoprinus* ve *Leucoagaricus* türlerinin birbirine iç içe geçmiş parafiletik/polifiletik kladlar oluşturduğunu göstermiş, bu da mevcut cins sınırlarının revizyon

gerektirdiğine işaret etmiştir (Vellinga vd. 2011, Ge vd. 2015, Justo vd. 2021). Şu anda, *Leucocoprinus* ve *Leucoagaricus* arasındaki kesin filogenetik ayrım hala çözülmemiş durumdadır (Asif vd. 2024, Li vd. 2025, Zhang vd. 2025).

Leucocoprinus, Afrika, Asya, Avustralya, Avrupa, Kuzey ve Güney Amerika'da yaygın olarak dağıtılmaktadır. Şu anda, MycoBank ve Index Fungorum veri tabanlarında kayıtlı meşru isimlere göre, *Leucocoprinus* dünya çapında 250'den fazla türü içermektedir. Bugüne kadar Türkiye'de *L. badhamii* (Berk. & Broome) Locq., *L. barssii* (Zeller) Migl. & Donato, *L. birnbaumii* (Corda) Singer, *L. brebissonii* (Godey) Locq., *L. cepistipes* (Sowerby) Pat., *L. cinerascens* (Quél.) Locq., *L. cygneus* (J.E. Lange) Bon, *L. jubilaei* (Joss.) Wasser, *L. lanzonii* Bon, Migl. & Brunori, *L. leucothites* (Vittad.) Redhead, *L. lidensis* (Migl. & P. Alvarado) Migl. & Donato, *L. littoralis* (Ménier) M. Asif, Saba & Vellinga, *L. nymphaeum* (Kalchbr.) M. Asif, Saba & Vellinga, *L. serenus* (Fr.) M. Asif, Saba & Vellinga, *L. straminellus* (Bagl.) Narducci & Caroti ve *L. subvolvatus* (Bagl.) Narducci & Caroti türleri rapor edilmiştir (Solak ve Türkoğlu 2022). Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan *Leucocoprinus leucothites*, *L. littoralis* ve *L. subvolvatus*'ın nrITS DNA dizilerine dayalı filogenetik analizi ilk kez rapor edilmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Morfolojik Çalışmalar

2014–2024 yılları arasında Akdeniz ve Ege bölgelerinde gerçekleştirilen lepiotaceous mantarlara yönelik arazi çalışmaları sırasında çok sayıda örnek toplanmıştır. Örnekler doğal yetiştirme ortamlarında fotoğraflanmış; her bir koleksiyon için makroskobik karakterler ile birlikte ekolojik ve fenolojik bilgiler (habitat, substrat, eşlik eden vejetasyon, koleksiyon tarihi vb.) kaydedilmiştir. Moleküler analizler için uygun dokular, DNA bütünlüğünü korumak amacıyla silika jel içerisinde muhafaza edilmiştir. Toplanan materyal laboratuvara taşınmış ve örnekler yaklaşık 30°C'de elektrikli kurutucuda hava akımı ile kurutularak herbaryum koşullarında saklanmıştır. Mikromorfolojik incelemeler için kurutulmuş örneklerden alınan doku parçaları %3 KOH içerisinde yeniden sulandırılmış, preparatlar Kongo Kırmızısı (%1, w/v) ile boyanmış ve ışık mikroskobu altında incelenmiştir. Bazidiyospor ölçümleri, kalibre edilmiş ölçüm sistemi kullanılarak en az 30 bazidiyospor üzerinden alınmış ve ölçümler tür teşhisinde kullanılmak üzere değerlendirilmiştir.

2.2. Filogenetik Çalışmalar

Mantar materyalinden genomik DNA, üreticinin protokolü izlenerek ZR Fungal/Bacterial DNA MiniPrep Kit (Zymo Research) kullanılarak izole edildi. Nükleer ribozomal ITS (nrITS) bölgesi, ITS1F (CTTGGTCATTAGAGGAAGTAA) ve ITS4 (TCCTCCGCTTATTGATATGC) primerleri ile çoğaltıldı (White vd. 1990, Gardes ve Bruns 1993). PCR amplifikasyonu, toplam 25 µL hacimde; 12.5 µL 2× PCR Master Mix, her bir primerden (10 µM) 1 µL, 8.5 µL ddH₂O ve 2 µL DNA kalıbı içerecek şekilde hazırlandı. Termal döngü koşulları: 95°C’de 7 dakika ön denatürasyon; ardından 35 döngü olacak şekilde 93°C’de 1 dk denatürasyon, 55°C’de 45 sn bağlanma ve 72°C’de 1 dk uzama; son olarak 72°C’de 10 dk final uzama olarak uygulandı. PCR ürünleri %1.5 agaroz jel elektroforezi ile doğrulandı ve ürünler, aynı primerler kullanılarak çift yönlü Sanger dizileme için gönderildi. Elde edilen ham diziler kalite kontrolünden geçirilerek düşük kaliteli uç bölgeler kırpıldı ve ileri/geri okumalar birleştirilerek konsensus diziler oluşturuldu.

Filogenetik analizler için nrITS dizileri MAFFT v7 (Katoh vd. 2019) ile çoklu hizalandı; gerekli görülen durumlarda hizalama BioEdit v7.2.5 (Hall 1999) üzerinde kontrol edilerek manuel düzeltmeler yapıldı. Karşılaştırmalı analizlerde kullanılan referans diziler, NCBI GenBank veri tabanından BLAST benzerlik sonuçlarına dayalı olarak ($\geq 85\%$ benzerlik eşiği) seçilerek veri setine dahil edildi. Maksimum Olabilirlik (MO) filogenetik analizleri, CIPRES Science Gateway üzerinden RAxML-HPC2 (Miller vd. 2010) kullanılarak gerçekleştirildi. Analizlerde GTR+GAMMA nükleotid ikame modeli uygulanmış ve 1000 hızlı önyükleme yinelemesi ile dal destek değerleri hesaplanmıştır. Bu çalışmada üretilen yeni diziler GenBank’a yüklenmiş olup erişim numaraları ilgili bölümde verilmiştir.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

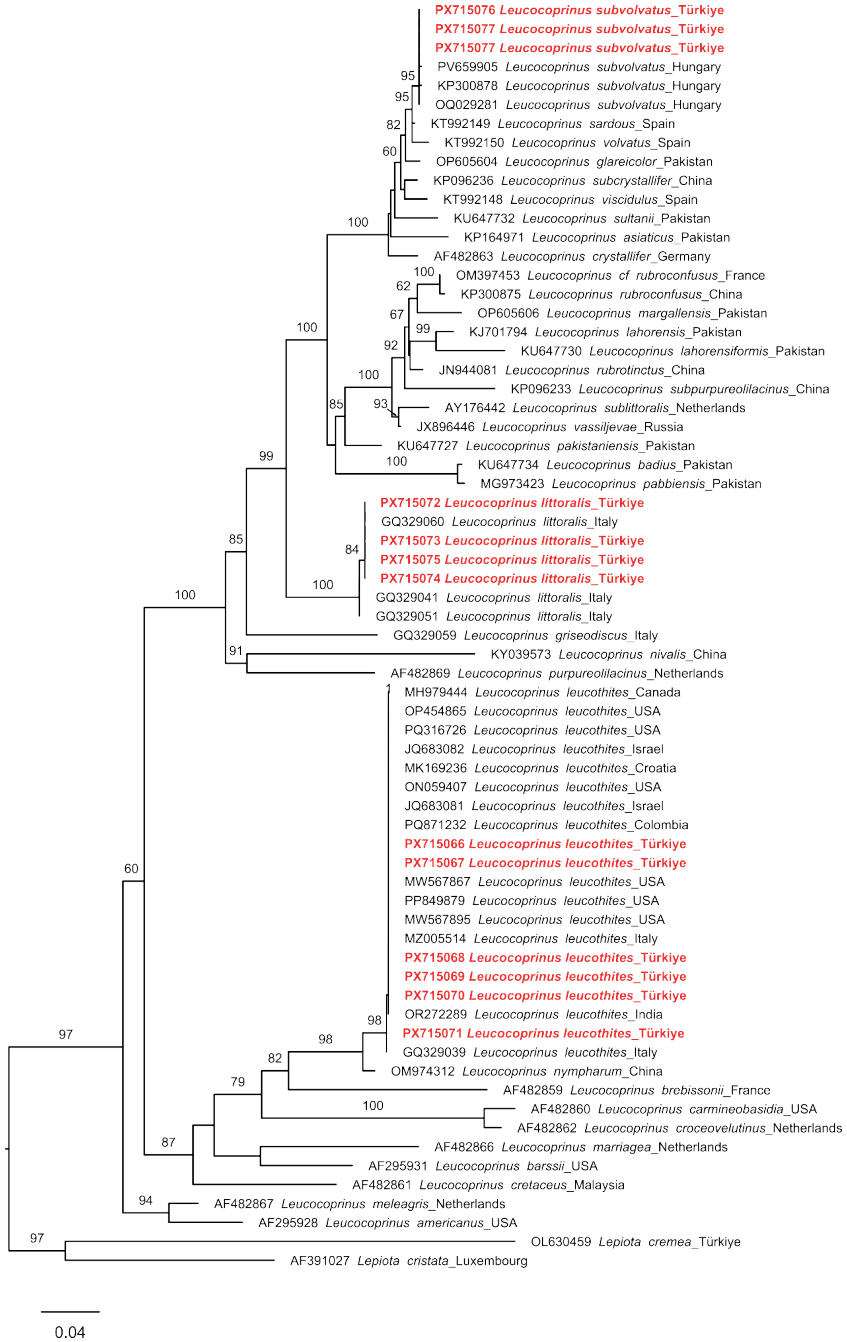
3.1. Filogeni

Bu çalışma kapsamında 13 *Leucocoprinus* sekansı oluşturulmuş ve diğer 54 sekans GenBank veri tabanından alınmıştır. Toplam 67 nrITS sekansının dahil edildiği final matrikste *Lepiota cremea* Kaygusuz ve *L. cristata* (Bolton) P. Kumm. dış grup olarak seçildi. Maksimum olabilirlik (MO) analizleri sonucunda, maksimum olabilirlik önyükleme (MOÖ) değerleri filogenetik ağaçta bireysel dallar üzerinde gösterilmiştir (Şekil 1).

nrITS DNA verilerine dayalı filogenetik analiz sonuçlarına göre, Türkiye’den altı *Leucocoprinus leucothites* dizileri (PX715066—PX715071) ABD, Hırvatistan, Hindistan, İsrail, İtalya, Kanada ve Kolombiya gibi dünyanın farklı coğrafyalarından sunulan *L. leucothites* dizileriyle birlikte

geniş ve istatistiki olarak iyi desteklenen (MOÖ = %98) monofiletik klad içinde kümelenmiştir. *L. leucothites*, filogenetik analizde doğrulandığı üzere, gerçekten de dünya çapında yayılım gösteren bir türdür. *L. leucothites*'in Türkiye'den sunulan yeni dizilerin ilavesiyle, ülkenin bu küresel çeşitliliğin bir parçası olduğunu göstermektedir.

Türkiye'den *Leucocoprinus littoralis*'in dört örneği (PX715072—PX715075) İtalya'dan *L. littoralis* dizileriyle (GQ329060, GQ329041, GQ329051) iyi derecede uyumuş ve güçlü istatistiki destekle (MOÖ = %100) tek bir klad içerisinde grup oluşturmuştur. Bu durum, *L. littoralis*'in Akdeniz Havzası'na özgü ve bu havzada yetişen yaygın bir tür olduğu hipotezini güçlendirmektedir. Türkiye'nin Akdeniz kıyıları, bu tür için uygun habitat sunmaktadır.



Şekil 1. *Leucocoprinus* türlerini temsil eden nrITS DNA sekans verilerine dayalı maksimum olasılık analizinden oluşturulan filogram. ML için önyükleme değerleri %60'e eşit veya daha büyük değerler dal üstünde etiketlenmiştir. Yeni oluşturulan sekanslar kalın kırmızı vurgulu gösterilmiştir.

Leucocoprinus subvolvatus'un Türk dizileri (PX715076—PX715078), Macaristan'dan üç diziyle birlikte iyi destekli bir küme oluşturmaktadır (MOÖ = %95). Bu grup, İspanya'dan *L. sardous* (Zecchin & Migl.) Migl. & Donato ve *L. volvatus* Bon & A. Caball. ile daha büyük bir dalı paylaşmaktadır.

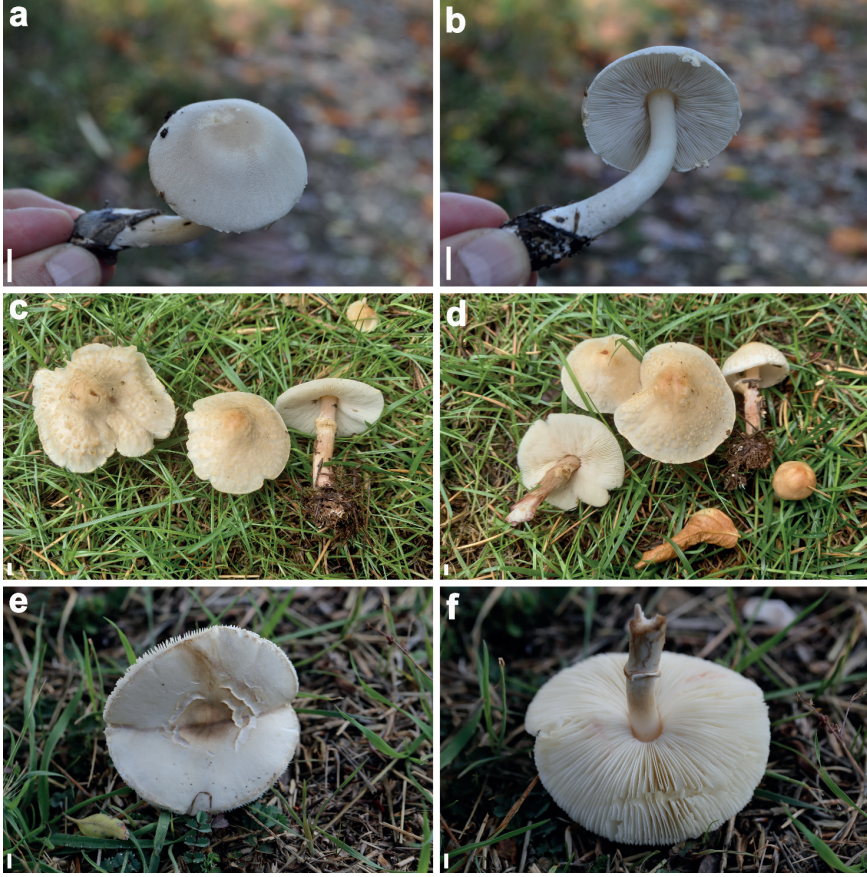
3.2. Taksonomi

Leucocoprinus leucothites (Vittad.) Redhead, Index Fungorum 551: 1 (2023) (Şekiller 2 ve 3)

Sinonimler: *Agaricus holosericeus* Fr., Epicrisis Systematis Mycologici: 16 (1838) [1836-1838], *A. holosericeus* J.J. Planer, Ind. Pl. erfurt.: 17 (1788), *A. laevis* Krombh., Naturgetr. Abbild. Beschr. Schwämme (Prague) 4: [26] (1836), *A. leucothites* Vittad., Descr. fung. mang. Italia: 310 (1835), *A. naucinus* Fr., Epicrisis Systematis Mycologici: 16 (1838) [1836-1838], *A. naucinus* var. *sphaerosporus* Cooke & Massee, in Cooke, Handb. Austral. fungi: 8 (1892), *A. sphaerophorus* Krombh., Naturgetr. Abbild. Beschr. Schwämme (Prague) 4: tab. 24, fig. 20-23 (1836), *Annularia laevis* Gillet, Hyménomycètes (Alençon): 389 (1876) [1878], *Hypophyllum scissum* Paulet, Traité des champignons (Paris) 2: tab. 150: figs 1-2 (1793), *Lepiota carneifolia* Gillet, Hyménomycètes (Alençon): 65 (1874) [1878], *L. densifolia* Gillet, Hyménomycètes (Alençon): 68 (1874) [1878], *L. holosericea* Gillet, Hyménomycètes (Alençon): 67 (1874) [1878], *L. holosericea* f. *lanata* Rick, Lilloa 1: 328 (1939) [1937], *L. leucothites* (Vittad.) P.D. Orton, Trans. Br. mycol. Soc. 43(2): 177 (1960), *L. naucina* (Fr.) P. Kumm., Führ. Pilzk. (Zerbst): 136 (1871), *L. naucina* var. *gracilis* S. Petersen, Danske Agaricaceer 2: 48 (1911), *L. naucina* var. *leucothites* (Vittad.) Sacc., Syll. fung. (Abellini) 5: 43 (1887), *L. naucina* var. *sphaerospora* (Cooke & Massee) McAlpine, Syst. Arr. Austr. Fungi (Melbourne): 4 (1895), *L. olgae* Velen., České Houby (Praze) 2: 210 (1920), *Leucoagaricus carneifolius* (Gillet) Wasser, Ukr. bot. Zh. 34(3): 307 (1977), *L. carneifolius* var. *leucothites* (Vittad.) Bon, Docums Mycol. 7(nos 27-28): 21 (1977), *L. densifolius* (Gillet) Babos, Flora of the Hortobágy National Park (Budapest): 82 (1982), *L. holosericeus* (Gillet) M.M. Moser, in Gams, Kl. Krypt.-Fl., Edn 3 (Stuttgart) 2b/2: 185 (1967), *L. leucothites* (Vittad.) Wasser, Ukr. bot. Zh. 34(3): 308 (1977), *L. leucothites* (Vittad.) Wasser, Ukr. bot. Zh. 34(3): 308 (1977) f. *leucothites*, *L. leucothites* (Vittad.) Wasser, Ukr. bot. Zh. 34(3): 308 (1977) var. *leucothites*, *L. leucothites* var. *subcretaceus* (Bon) P. Roux & Guy García, in Roux, Mille et Un Champignons: 13 (2006), *L. naucinus* (Fr.) Singer, Lilloa 22: 418 (1951) [1949], *L. subcretaceus* Bon, in Bon & van Haluwyn, Docums Mycol. 13(no. 49): 49 (1983), *Leucocoprinus carneifolius* (Gillet) Locq., Bull. mens. Soc. linn. Soc. Bot. Lyon 14: 93 (1945), *L. holosericeus* (Gillet) Locq., Bull. mens. Soc. linn. Soc. Bot. Lyon 12: 95 (1943), *L. naucinus* (Fr.) Locq., Bull.

Soc. linn. Lyon 12: 92 (1945), *L. olgae* (Velen.) Locq., Bull. mens. Soc. linn. Soc. Bot. Lyon 14: 92 (1945), *L. subcretaceus* (Bon) Kun L. Yang, Jia Y. Lin & Zhu L. Yang, in Yang, Lin, Li, Li & Yang, Phytotaxa 676(3): 239 (2024), *Mastocephalus carneifolius* (Gillet) Kuntze, Revis. gen. pl. (Leipzig) 2: 859 (1891).

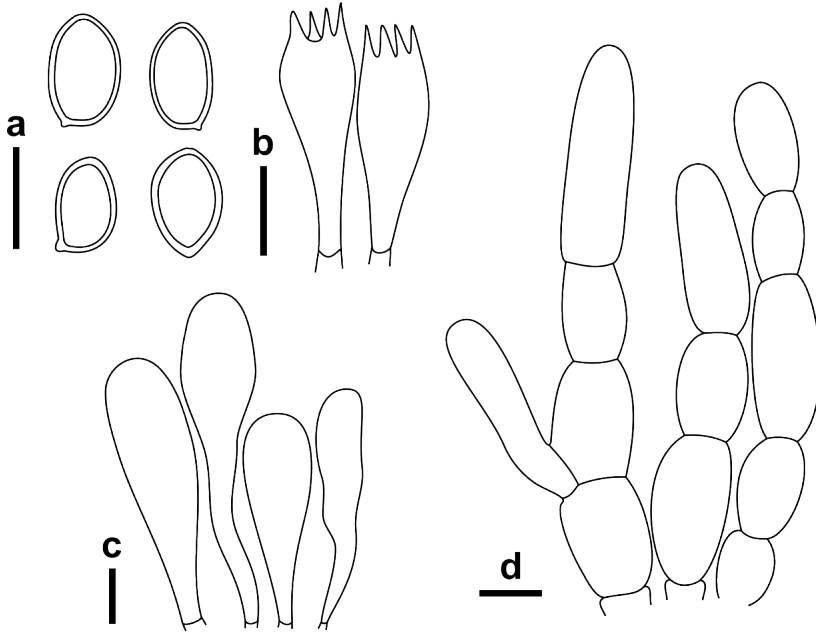
Tanımlamalar: Şapka 40–140 mm çapında, gençken düz, geliştikçe konik ya da yarım küre şeklinde, olgunlukta düz ya da merkezde hafif çökük ve düz dışbükey şeklinde genişler, kenar gençken içe kıvrık, olgunlukta hafif yukarı doğru kalkık; yüzey pürüzsüz ile ince noktalı, bazen tüylü ya da granüllü-lifli olup kuruduğunda kenara yakın kısımlarda radyal fibrilloz çatlaklı, kenarlara doğru çok ince pullu, gençken beyaz-krem, kenarlara doğru açık krem ile kremi tonlarda, merkez kül grimsi ya da çok açık kahverengimsi tonlardadır. Lameller sık ya da bazen orta derece uzak, serbest, ventriköz, başlangıçta beyaz, soluk krem, sonra hafif pembe tonlara döner. Sap 40–120 × 5–15 mm, düz, silindirik, hafif esnek, tabana doğru kalınlaşarak soğan şeklinde sonlanır, içi boş, gençken tamamen beyaz, yaşlandıkça alt kısma doğru hafif grimsi kahverengi renktedir. Halkası beyaz, hafif çizgili, hareketli ve kalıcıdır. Koku ve tat mantarısıdır.



Şekil 2. *Leucocoprinus leucothites*'ün bazidiyomatasının doğal görünümü. Ölçüler: 10 mm.

Bazidiyosporlar $7.0\text{--}12.0 \times 5.0\text{--}7.0 \mu\text{m}$, elipsoid-amigdaloid, ucu yuvarlak ya da hafif sivri, germ porlu, dekstrinoid, hafif kalın duvarlıdır. Bazidyalar $20\text{--}35 \times 7\text{--}10 \mu\text{m}$, dar klavat, tetrasporik, bazıları bisporik, ince duvarlıdır. Cheilosistidler $25\text{--}60 \times 10\text{--}15 \mu\text{m}$, dar klavat ile silindirik arasında, çoğunlukla düzensiz şekilli, uç kısımları hafif sivri ya da kapitat, çok hafif kalınlaşmış duvarlıdır. Pleurosistidler gözlenmemiştir. Pileipellis dik veya yukarı doğru yönelmiş, silindirik hiflerden oluşan bir kutis yapısında, demet halinde düzenlenmiş, uç elemanlar $40\text{--}110 \times 8.0\text{--}14 \mu\text{m}$, KOH'da açık grimsi intraselüler pigmentli, ince duvarlıdır. Kelepçe bağlantısı gözlenmemiştir.

Ekoloji: Bazidiyomata genellikle tek tek ya da küçük gruplar halinde, kalsiyumca zengin topraklarda saprotrof olarak gelişir. Çoğunlukla çimenlik alanlar, otlaklar, yol kenarları ile park ve bahçeler gibi antropojenik habitatlarda gözlenir; ayrıca kumlu zeminler ve organik maddece zengin kompost üzerinde de bulunur. Türün gelişimi, özellikle Akdeniz ikliminin hâkim olduğu alanlarda yaygındır.



Şekil 3. *Leucocoprinus leucothites*'ün mikroskopik yapıları. a- Bazidiyosporlar, b- Bazidyalar, c- Cheilosistidler, d- Pileipellis. Çizimler mikroskopik görüntülere dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüler: 10 μ m.

İncelenen örneklerin bilgisi: Türkiye, Aydın ili, Kuşadası bölgesi, Güzelçamlı, kumlu ve kireçli, deniz kenarı çimenlik alan üzerinde, yaklaşık 30 m, 03 Nisan 2012, top. ve teş. O. Kaygusuz (OKA-TR3275, Genbank numarası: nrITS = PX715066). Burdur ili, Bucak bölgesi, Kargı Köyü, ağaç yaprak ve dal parçalarının olduğu, kireçli toprak üzerinde, 190 m, 18 Nisan 2016, top. ve teş. O. Kaygusuz (OKA-TR3276, Genbank numarası: nrITS = PX715067). Denizli ili, Acıpayam bölgesi, Gireniz Vadisi, orman altı, çimenlik alanda, 450 m, 10 Şubat 2017, top. ve teş. O. Kaygusuz (OKA-TR3277, Genbank numarası: nrITS = PX715068). İzmir ili, Kemalpaşa bölgesi, Bayındır, kumlu ve çimenlik alan üzerinde, 200 m, 20 Mayıs 2021, top. ve teş. O. Kaygusuz (OKA-TR3278, Genbank numarası: nrITS = PX715069). Mersin ili, Tarsus ilçesi, Karabucak ormanı, ağaç kabuk ve parçalarının olduğu, çimenlik ve çalılık alan üzerinde, 10 m, 14 Nisan 2022, top. ve teş. O. Kaygusuz (OKA-TR3279, Genbank numarası: nrITS = PX715070). Muğla ili, Datça ilçesi, Cumalı, çimenlik ve çalılık alan üzerinde, 10 m, 27 Mart 2023, top. ve teş. O. Kaygusuz (OKA-TR3280, Genbank numarası: nrITS = PX715071).

Yorumlar: *Leucocoprinus leucothites*'in Türkiye'den sunulan örnekleri taksonomik verilere (Candusso ve Lanzoni 1990, Vellinga 2001, Knudsen ve Vesterholt 2008) ek olarak moleküler veriler ile de uyumludur. Geleneksel

olarak *Leucoagaricus naucinus* (Fr.) Singer olarak bilinen *Leucocoprinus leucothites*, özellikle otlaklar, çimenlikler, çayırlar ve yol kenarları gibi insan yapımı habitatlarda yetişen, yaygın ve kozmopolit bir türdür. *L. leucothites* beyazımsı, bazen de açık kahverengi veya soluk gri tonlarda olan, tüysüz ya da granüllü şapka yüzeyi, elle tutulduğunda sarımsı kahverengiye dönen, tabanda belirgin soğanımsı genişleme gösteren sapı ve olgunlukta pembemsi tonlara dönebilen lamelleri ile karakterize edilmektedir (Candusso ve Lanzoni 1990, Vellinga 2001, Knudsen ve Vesterholt 2008).

nrITS DNA sekanslarına dayalı moleküler filogenetik analize göre, *Leucocoprinus brebissonii* (Godey) Locq. ve *L. nympharum*, *L. leucothites* ile yakın akrabalık ilişkisi göstermektedir. Fakat *Leucocoprinus brebissonii* genellikle koyu gri diski, granüllü pullu şapka yüzeyi, oluklu şapka kenarı, geçici bir halkası, beyazdan pembemsi beyaza kadar değişen sapı ve dokunulduğu zaman kırmızıya dönmemesi ile *L. leucothites*'den ayırt edilebilir (Candusso ve Lanzoni 1990, Vellinga 2001, Knudsen ve Vesterholt 2008). *Leucocoprinus nympharum* ise radyal fibrilöz-skuamüloz şapka yüzeyi, soğan biçimli sap tabanı ve subgloboz, obovoid ya da lageniform cheilosistidleri ile kolayca ayırt edilebilmektedir (Candusso ve Lanzoni 1990, Vellinga 2001, Knudsen ve Vesterholt 2008). Bu çalışma *L. leucothites*'in Türkiye'deki varlığını moleküler olarak belgelemenin yanı sıra, yakın akraba türlerle olan filogenetik bağlantısını ve ayırt edici morfolojik karakterleri sentezleyerek taksonomik bir çerçeve sunmaktadır.

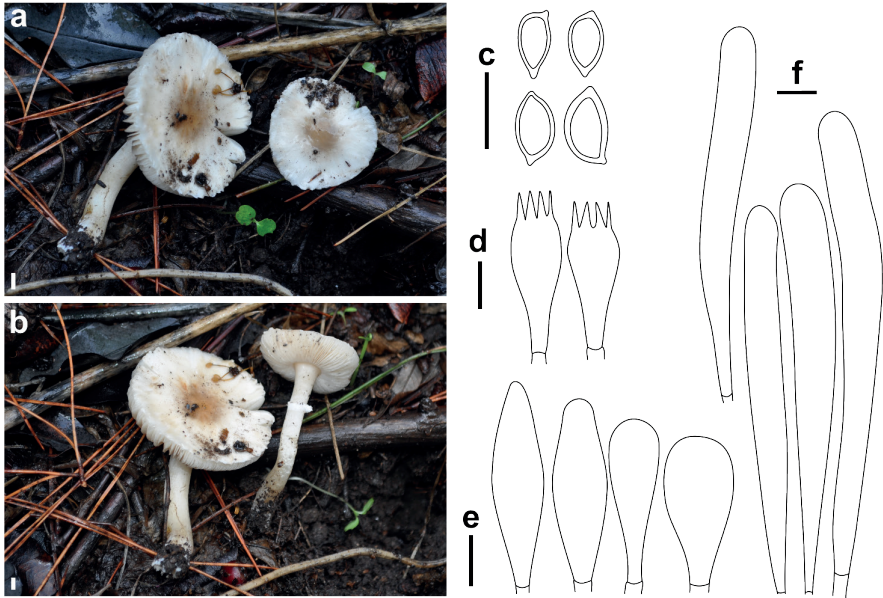
Leucocoprinus littoralis (Ménier) M. Asif, Saba & Vellinga, in Asif, Saba & Raz, *Mycologia* 116(4): 615 (2024) (Şekil 4)

Sinonimler: *Lepiota littoralis* Ménier, Bull. Soc. Mycol. France 5(4): 173 (1890) [1889], *Leucoagaricus littoralis* (Ménier) Bon & Boiffard, *Docums Mycol.* 6 (no. 24): 44 (1976), *L. sublittoralis* var. *macrospora* (Sathe & S.M. Kulk.) Bon, *Beitr. Kenntn. Pilze Mitteleur.* 3: 310 (1987), *L. wichanskyi* var. *macrospora* Sathe & S.M. Kulk., Maharashtra Association for the Cultivation of Science, Monograph No. 1 Agaricales (Mushrooms) of South West India (Pune): 57 (1981) [1980].

Tanımlamalar: Şapka 30–100 mm çapında, gençken çan şeklinde, dışbükey, yassılaşmış ve son olarak hafifçe küt bir çıkıntıya sahip düz bir şekil alır, kenarları başlangıçta düz, olgunlaştıkça çatlaklar oluşur; yüzey pürüzsüz, zemin rengi beyazımsı üzerine açık krem-pembe, soluk pembemsi-kahverengimsi tonlarda, merkez soluk kırmızımsı kahverengi ve disk civarında kum kalıntıları bulunur. Lameller sık, serbest, hafif ventrikoz, başlangıçta beyaz, soluk krem ya da beyaz rengini alır. Sap 45–90 × 6.0–12 mm, düz, silindirik, tabana doğru genişleyerek soğan şeklini alır, içi boş; yüzey ipliksi, tamamen beyaz, sadece sapın tabanında kahverengimsi

renklidir. Halka kalın, beyaz, alt yüzeyi kahverengimsi pulludur. Koku ve tat belirsiz.

Bazidiyosporlar $7.5-10.0 \times 4.5-5.0 \mu\text{m}$, oval ya da subamigdaliform şeklinde, ucunda karakteristik bir çıkıntılı, dekstrinoid, hafif kalın duvarlıdır. Bazidyalar $20-30 \times 7.0-10.0 \mu\text{m}$, klavat, tetrasporik, ince duvarlıdır. Cheilosistidler $30-40 \times 7.0-13.0 \mu\text{m}$, fusiform ile ventriköz arasında değişir, ince duvarlıdır. Pleurosistidler gözlenmemiştir. Pileipellis iç içe geçmiş silindirik hiflerden oluşan bir kutis yapısında, $7.0-12.0 \mu\text{m}$ genişliğinde, hiyalin, ince duvarlıdır. Kelepçe bağlantısı gözlenmemiştir.



Şekil 4. *Leucocoprinus littoralis*. a, b- Bazidiyomata, c- Bazidiyosporlar, d- Bazidyalar, e- Cheilosistidler, f- Pileipellis. Çizimler mikroskopik görüntülere dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüler: a-b = 10 mm, c-f = 10 μm .

Ekoloji: Bazidiyomata genellikle tek tek ya da küçük gruplar halinde, kireçli topraklarda, genellikle çam ormanlarının altında, çimenlik ya da organik maddece zengin kompost üzerinde de yetişir. Akdeniz ikliminin hâkim olduğu alanlarda yaygındır.

İncelenen örneklerin bilgisi: Türkiye, İzmir ili, Bergama bölgesi, Kadriye, kumlu ve çimenlik alan üzerinde, *Pinus pinea* altında, 45 m, 04 Mart 2015, top. ve teş. O. Kaygusuz (OKA-TR3281, Genbank numarası: nrITS = PX715072). Denizli ili, Kale ilçesi, Habibler, *P. nigra* altında, çimenlik ve çam püskülleri arasında, 430 m, 13 Nisan 2016, top. ve teş. O. Kaygusuz (OKA-TR3282, Genbank numarası: nrITS = PX715073). Antalya ili, Kemer ilçesi, Kuzdere, *P. nigra* altında, çam püskülleri arasında, 750 m, 23 Nisan

2018, top. ve teş. *O. Kaygusuz* (OKA-TR3283, Genbank numarası: nrITS = PX715074). Muğla ili, Ula ilçesi, Karaböğürtlen, *P. nigra* altında, çam püskülleri arasında, 85 m, 15 Şubat 2020, top. ve teş. *O. Kaygusuz* (OKA-TR3284, Genbank numarası: nrITS = PX715075).

Yorumlar: *Leucoagaricus littoralis*, esas olarak soluk pembe-kahverengi şapka rengi, gençken saf beyaz olan sap yüzeyi ek olarak olgunlaştıkça sapın tabanında soluk pembemsi kahverengi renklenmeleri, ucunda karakteristik bir çıkıntılı olan bazidiyosporları ve genellikle kıyı boyunca kumlu topraklarda yetişmesiyle karakterize edilebilir. Genetik olarak, Türkiye’den dört *Leucocoprinus littoralis* sekansı yüksek istatistikî destek ile İtalya’dan *L. littoralis* dizileri ile monofiletik bir klad oluşturmuştur.

Leucocoprinus littoralis, morfolojik olarak *L. gaillardii* (Bon & Boiffard) M. Asif, Saba & Vellinga, *L. purpureolilacinus* (Huijsman) M. Asif, Saba & Vellinga, *L. rubroconfusus* (Migl. & Coccia) Redhead, *L. rubrotinctus* (Peck) Redhead, *L. sublittoralis* Locq. ve *L. vassiljevae* (E.F. Malysheva, Svetash. & E.M. Bulakh) M. Asif, Saba & Vellinga ile yakından ilişkilidir. Bu türler arasındaki başlıca ayırt edici morfolojik özellikler şunlardır: Akdeniz kıyıları boyunca yayılım gösteren *Leucocoprinus gaillardii*, *L. littoralis*’ten daha büyük boyutlu meyve gövdeleri, pullu şapka yüzeyi ve amygdaliform olmayan bazidiyosporları ile ayrılır (Candusso ve Lanzoni 1990, Vellinga 2001). *Leucocoprinus purpureolilacinus* ise şapka merkezindeki belirgin koyu mor renklenme ve kristal taşıyan cheilocystidleri ile karakterize edilir (Candusso ve Lanzoni 1990, Vellinga 2001). İtalya’da *Phoenix canariensis* kökleri arasından tanımlanan *Leucocoprinus rubroconfusus*, turuncu renkli, lifsi pullara sahip şapka yüzeyi ve elipsoid ile oval arasındaki bazidiyosporları ile farklılık gösterir (Ma vd. 2022). Kuzey Amerika kökenli bir tür olan *Leucocoprinus rubrotinctus*, kırmızımsı şapka rengi, amygdaliform olmayan bazidiyosporları, uzun silindirik cheilocystidleri ve özellikle sera gibi kapalı ortamlarda gelişme eğilimi ile karakterize edilir (Candusso ve Lanzoni 1990). *Leucocoprinus sublittoralis*, fibrilloz-skuamuloz (lifsi-pullu) şapka yüzeyi ve nispeten daha küçük boyutlu bazidiyosporları ile tanımlanır (Vellinga 2001, Migliozi vd. 2022). Rusya’nın Uzak Doğu bölgesinden bildirilen *Leucocoprinus vassiljevae* ise, kırmızımsı tonlara sahip parlak renkli pullu şapkası, daha büyük bazidiyosporları ($8.0-13.0 \times 5.0-6.0 \mu\text{m}$) ve klavattan subutriforma değişen cheilocystid yapısı ile ayrılır (Malysheva vd. 2013).

Leucocoprinus subvolvatus (Malençon & Bertault) M. Asif, Saba & Vellinga, in Asif, Saba & Raz, Mycologia 116(4): 616 (2024) (Şekil 5)

Sinonimler: *Lepiota subvolvata* Malençon & Bertault, Acta Phytotax. Barcinon. 8: 41 (1971), *L. subvolvata* var. *picta* Malençon & Bertault, Acta

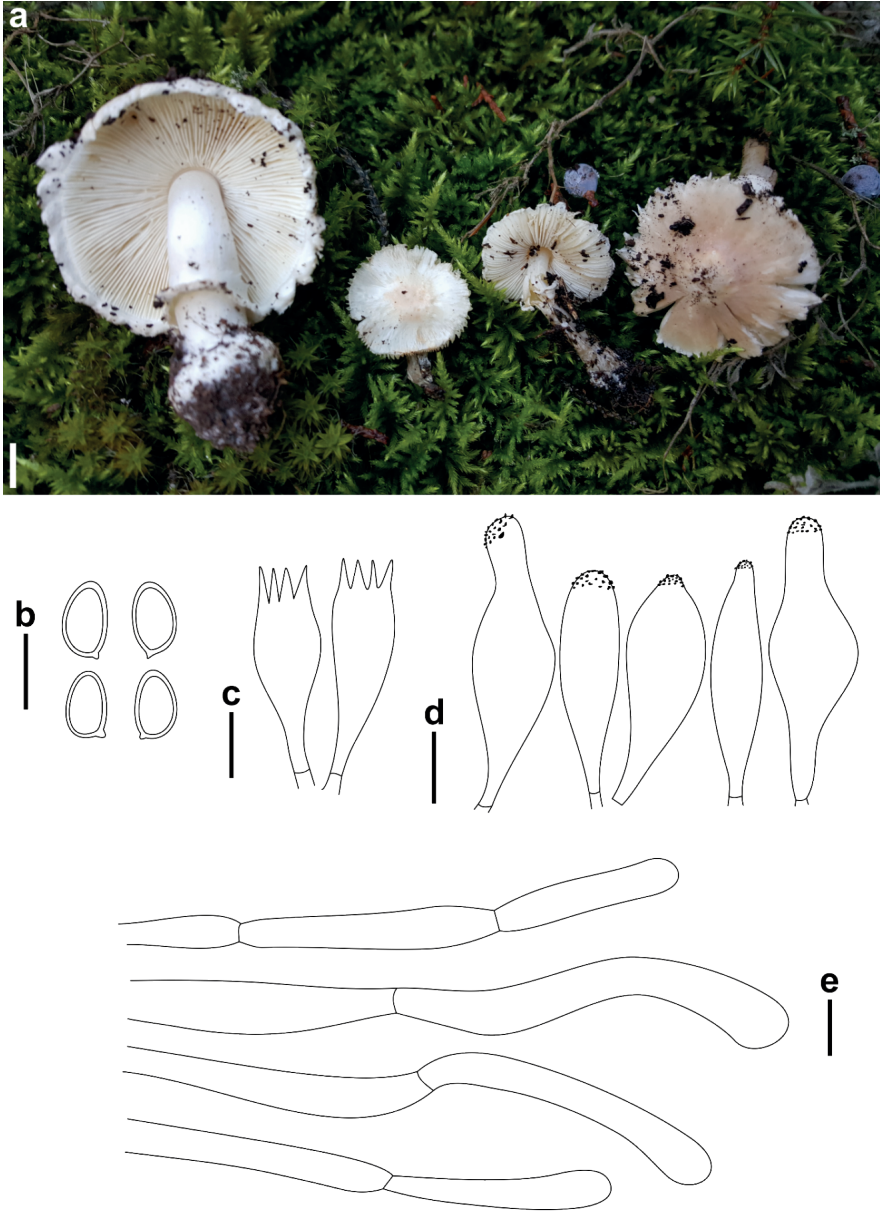
Phytotax. Barcinon. 8: 41 (1971), *Leucoagaricus subvolvatus* (Malençon & Bertault) Bon, Docums Mycol. 7 (nos 27-28): 22 (1977), *L. subvolvatus* f. *pictus* (Malençon & Bertault) Bon, Pilzkompendium (Eching) 3: 525 (2012), *Sericeomyces subvolvatus* (Malençon & Bertault) Bon, Cryptog. Mycol. 12(1): 9 (1991), *S. subvolvatus* f. *pictus* (Malençon & Bertault) Bon, Docums Mycol. 23 (no. 89): 61 (1993).

Tanımlamalar: Şapka 25–60 mm çapında, gençken konveks ya da dışbükey konveks, olgunlukta düzleşir, geniş ve küçük bir umbolu, kenarlar ince çizgili, olgunlaştıkça sıklıkla hafif ya da derin çatlaklı, bazen kenarlarda pamuksu ve kalıcı veil kalıntıları bulunur; yüzey pürüzsüz, parlak, ipliksi görümlü, yer yer deri gibi soyulabilir; renk mat beyaz, kremi beyaz, açık pembemsi beyaz tonlarda, merkezde zaman zaman daha koyudur. Lameller sık, serbest, en fazla 4 mm genişlikte, ventriköz; başlangıçta kremi beyaz ya da soluk krem, olgunlukta açık pembemsi beyaz tonlara döner. Sap 30–80 × 5.0–15 mm, düz, silindirik, içi boş, tabana doğru genişleyerek belirgin bir şekilde soğan şeklini alır ve tabanda 25 mm'ye kadar genişler; yüzey pürüzsüz, ipliksi, renk mat beyaz ya da kremi beyaz tonlardadır. Halka beyaz, zarımsı, çoğunlukla aşağı doğru sarkık; pozisyonu değişken/hareketli olabilir ve şapka kenarına yapışık kaldığında eksik ya da kesikli görünebilir. Koku belirsiz, tat hafif tatlımsıdır.

Bazidiyosporlar 6.0–9.0 × 4.0–6.0 µm, elipsoid, germ poru yok, dekstrinoid, hafif kalın duvarlıdır. Bazidyalar 20–30 × 8.0–12.0 µm, klavat, tetrasporik, ince duvarlıdır. Cheilosistidler 20–40 × 7.0–15.0 µm, subfusiform, daralmış lageniform ya da silindirik, genellikle apeks kısmı kristal granüllerle kaplı, hiyalin ve ince duvarlıdır. Pleurosistidler gözlenmemiştir. Pileipellis uçları hafifçe genişleyebilen silindirik hiflerden oluşan bir kutis yapısında, 5.0–10.0 µm genişliğinde, hiyalin, ince duvarlıdır. Kelepçe bağlantısı gözlenmemiştir.

Ekoloji: Bazidiyomata genellikle gruplar halinde, kireçli topraklarda, genellikle çam ormanlarının altında, nemli, yosunlarla kaplı çimenlik ya da çayırılık yerlerde yetişir. Akdeniz ikliminin hâkim olduğu alanlarda yaygındır.

İncelenen örneklerin bilgisi: Türkiye, Aydın ili, Kuşadası bölgesi, Güzelçamlı, kumlu ve kireçli, deniz kenarı *Pinus brutia* altında, çimenlik alan üzerinde, yaklaşık 25 m, 20 Mart 2013, top. ve teş. O. Kaygusuz (OKA-TR3285, Genbank numarası: nrITS = PX715076). Muğla ili, Ula ilçesi, Karaböğürtlen, *P. brutia* altında, çimenlik alan üzerinde, 70 m, 11 Mart 2014, top. ve teş. O. Kaygusuz (OKA-TR3286, Genbank numarası: nrITS = PX715077). Antalya ili, Aksu ilçesi, Kayadibi, *P. nigra* altında, çimenlik alan üzerinde, 125 m, 17 Ocak 2015, top. ve teş. O. Kaygusuz (OKA-TR3287, Genbank numarası: nrITS = PX715078).



Şekil 5. *Leucocoprinus subvolvatus*. a- Bazidiyomata, b- Bazidiyosporlar, c- Bazidyalar, d- Cheilosistidler, f- Pileipellis. Çizimler mikroskopik görüntülere dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüler: a = 10 mm, b-e = 10 μ m.

Yorumlar: *Leucoagaricus subvolvatus* sapın tabanında geniş marginal soğan yapısı, genellikle halkanın sapın alt kısımlarında yer alması ve şapka kenarlarında halkanın parçalarının bulunması, amigdaliform şekilli olmayan elipsoit bazidiyosporları, kristal granüllü cheilosistidler ve Akdeniz bölgesindeki kumlu alanlardan tanımlanmasıyla karakterize edilmektedir.

nrITS dizilerine göre *Leucocoprinus subvolvatus*'un Türk koleksiyonları Macaristan'dan sekanslar ile yüksek istatistiki destekle birlikte kümelenmiştir (MOÖ = %95). *Leucocoprinus subvolvatus* filogenetik olarak *L. glareicolor* (S. Ashraf, Naseer & Khalid) M. Asif, Saba & Vellinga, *L. sardous* ve *L. volvatus* ile yakından ilişki içindedir (Şekil 1). Morfolojik olarak, *Leucocoprinus glareicolor*, koyu kahverengiden kahverengiye değişen şapka rengi, fibriloz ya da buruşuk olan şapka yüzeyi, sapın apeksine daha yakın halkası ve uçlarında kristal bulumayan cheilosistidleriyle *L. subvolvatus*'dan ayrılır (Ashraf vd. 2023). *Leucocoprinus subvolvatus*'a kıyasla, *L. sardous* küresel ya da oval bazidiyosporlara sahiptir (Miglioizzi ve Donato 2025). *Leucocoprinus volvatus* jelatinleşmiş, zeytin yeşili tonlarında beyaz şapkası ve apekte kristal bulumayan cheilosistidleriyle karakterize edilmektedir (Bon ve Caballero 1995).

Bu çalışma, Türkiye'nin Akdeniz ve Ege bölgelerinden toplanan *Leucocoprinus* örneklerinin morfolojik karakterizasyonu ve nrITS DNA dizi analizlerine dayalı filogenetik konumlandırmasını sunmaktadır. Araştırma sonucunda, Türkiye mikotası için önemli üç türün (*Leucocoprinus leucothites*, *L. littoralis* ve *L. subvolvatus*) varlığını hem geleneksel taksonomik yöntemlerle hem de moleküler verilerle doğrulayarak, bu türlerin ülkedeki dağılımına, çeşitliliğine ve filogenetik bağlamına önemli katkılarda bulunmaktadır. Elde edilen sonuçlar, *L. littoralis* ve *L. subvolvatus*'un Akdeniz havzasına özgü bir tür olduğu hipotezini güçlendirmekte ve Türkiye'nin Akdeniz kıyılarının bu tür için uygun bir habitat ve dağılım alanı sağladığını desteklemektedir.

KAYNAKLAR

- Ashraf, S., Naseer, A., Usman, M., & Khalid, A. N. (2023). Two new species of the genus *Leucoagaricus* (Agaricaceae, Agaricales) from Pakistan. *MycoKeys*, 96, 159–171. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.96.101745>
- Asif, M., Saba, M., Raza, M., & Vellinga, E. C. (2024). Molecular insights into fungal diversity reveal three novel species of *Leucocoprinus* from southern Punjab, Pakistan. *Mycologia*, 116(4), 601–620. <https://doi.org/10.1080/00275514.2024.2351769>
- Bon, M. (1993). Flore mycologique d'Europe (Vol. 3, Les Lépiotes). Documents Mycologiques, Mémoires hors série (No. 3), Lepiotaceae Roze.
- Bon, M., & Caballero, A. (1995). Une nouvelle espèce “amanitoïde” de Lepiotaceae: *Leucoagaricus volvatus*, sp. nov. Documents Mycologiques, 24(96), 9–12.
- Candusso, M., & Lanzoni, G. (1990). Fungi Europaei (Vol. 4, Lepiota s.l.). Giovanna Biella, Saronno, Italy.
- Gardes, M., & Bruns, T. D. (1993). ITS primers with enhanced specificity for Basidiomycetes—Application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology*, 2, 113–118. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1993.tb00005.x>
- Ge, Z.-W., Yang, Z.-L., Qasim, T., Nawaz, R., Khalid, A. N., et al. (2015). Four new species in *Leucoagaricus* (Agaricaceae, Basidiomycota) from Asia. *Mycologia*, 107(5), 1033–1044. <https://doi.org/10.3852/14-351>
- Hall, T. A. (1999). BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41, 95–98.
- Justo, A., Angelini, C., & Bizzi, A. (2021). The genera *Leucoagaricus* and *Leucocoprinus* in the Dominican Republic. *Mycologia*, 113(2), 348–389. <https://doi.org/10.1080/00275514.2020.1819142>
- Katoh, K., Rozewicki, J., & Yamada, K. D. (2019). MAFFT online service: Multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization. *Briefings in Bioinformatics*, 20(4), 1160–1166. <https://doi.org/10.1093/bib/bbx108>
- Knudsen, H., & Vesterholt, J. (Eds.). (2008). *Funga Nordica: Agaricoid, boletoid and cyphelloid genera*. Narayana Press, Copenhagen, Denmark.
- Li, J.-X., Cao, B., He, M.-Q., Zhu, X.-Y., Liu, D.-M., et al. (2025). Ten new species of *Leucoagaricus* and *Leucocoprinus* from Beijing: Revealing rich diversity in temperate regions. *Mycology*, 16(4), 1558–1588. <https://doi.org/10.1080/21501203.2025.2457330>
- Locquin, M. (1943). Étude du développement des spores du genre *Leucocoprinus* Pat. (Troisième partie) suivie de la description d'une espèce nouvelle et d'une espèce critique. *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, 12(5), 75–80. <https://doi.org/10.3406/linly.1943.9740>

- Ma, Y., Liu, T., Yu, X., Wei, T., & Ge, Z.-W. (2022). Six new species of *Leucoagaricus* (Agaricaceae) from northeastern China. *Diversity*, 14(5), 314. <https://doi.org/10.3390/d14050314>
- Malysheva, E. F., Svetasheva, T. Y., & Bulakh, E. M. (2013). Fungi in the Russian Far East. I. *Leucoagaricus lateritiopurpureus* and new species of *Leucoagaricus* (Agaricaceae) with reddish brown basidiocarps. *Mikologiya i Fitopatologiya*, 47, 169–179.
- Migliozi, V., Martolini, A., & Donato, G. (2022). La variabilità di *Leucoagaricus sublittoralis*. *Mycological Observations*, 4, 13–24.
- Migliozi, V., & Donato, G. (2024). Nuevas combinaciones para hallazgos Italianos del género *Leucoagaricus* ahora *Leucocoprinus*. *Errotari*, 21, 60–69.
- Migliozi, V., & Donato, G. (2025). Alcuni *Leucocoprinus* della sezione *Sericeomyces*: descrizione di *Leucocoprinus amylosporus*, *Leucocoprinus crystallifer*, *Leucocoprinus* cfr. *viscidulus* e *Leucocoprinus volvatus* s.l. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid*, 49, 51–68.
- Miller, M. A., Pfeiffer, W., & Schwartz, T. (2010). Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees. In *Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE)*. New Orleans, Louisiana. <https://doi.org/10.1109/GCE.2010.5676129>
- Singer, R. (1948). Diagnoses fungorum novorum agaricalium. *Sydowia*, 2, 35–36.
- Singer, R. (1986). *The Agaricales in modern taxonomy* (4th ed.). Koeltz Scientific Books, Koenigstein, Germany.
- Solak, M. H., & Türkoğlu, A. (2022). Macrofungi of Turkey: Checklist (Vol. III). Kanyılmaz Matbaacılık Kağıt ve Ambalaj Sanayi Ticaret Ltd. Şti., İzmir.
- Vellinga, E. C. (2001). *Leucoagaricus*. In M. E. Noordeloos, T. W. Kuyper, & E. C. Vellinga (Eds.), *Flora Agaricina Neerlandica* (Vol. 5, pp. 85–108). A.A. Balkema Publishers, Rotterdam, the Netherlands.
- Vellinga, E. C. (2004). Genera in the family Agaricaceae: Evidence from nrITS and nrLSU sequences. *Mycological Research*, 108(4), 354–377. <https://doi.org/10.1017/S0953756204009700>
- Vellinga, E. C., Sysouphanthong, P., & Hyde, K. D. (2011). The family Agaricaceae: Phylogenies and two new white-spored genera. *Mycologia*, 103, 494–509. <https://doi.org/10.3852/10-204>
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S., & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, & T. J. White (Eds.), *PCR protocols: A guide to methods and applications* (pp. 315–322). Academic Press, New York. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-372180-8.50042-1>
- Zhang, A. Q., Jin, R., Zhang, X. C., Tarafder, E., & Xu, J. Z. (2025). Two new species of the genus *Leucoagaricus* and *Leucocoprinus* (Agaricaceae, Agaricales) from China. *MycoKeys*, 125, 33–49. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.125.160410>