



Kültür Mantarları

Editörler

Prof. Dr. Hatıra TAŞKIN

Doç. Dr. Gökhan BAKTEMUR

Arş. Gör. Dr. Ecem KARA



İKSAD
Publishing House

Kültür Mantarları

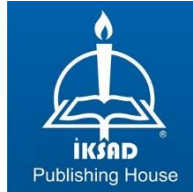
EDİTÖRLER

Prof. Dr. Hatıra TAŞKIN
Doç. Dr. Gökhan BAKTEMUR
Arş. Gör. Dr. Ecem KARA

YAZARLAR

Prof. Dr. Ersin POLAT
Prof. Dr. Gölgen Bahar ÖZTEKİN
Prof. Dr. Hatıra TAŞKIN
Prof. Dr. Kazım ABAK
Prof. Dr. Okan ÖZKAYA
Doç. Dr. Fuat BOZOK
Doç. Dr. Gökhan BAKTEMUR
Öğr. Gör. Dr. Aslıhan AĞAR ÖZKAYA
Arş. Gör. Dr. Ecem KARA
Dr. İsmail ŞEN
Dr. Sinan ACIÖZ
Arş. Gör. Ebru KURT
Arş. Gör. Kağan VERYER
Zir. Müh. Ayselnur ŞAHİN
Zir. Müh. Şerife DÜZEN
Sevim ŞAHİN

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14249513>



Copyright © 2024 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or
transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical
methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses
permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2024©

ISBN: 978-625-367-955-2

Cover Design: Ecem KARA

December / 2024

Ankara / Türkiye

Size = 16x24 cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM 1

MANTARLARIN İNSAN YAŞAMINDAKİ YERİ, ÜRETİMİ VE BESLENME AÇISINDAN ÖNEMİ

Prof. Dr. Kazım ABAK.....3

BÖLÜM 2

BEYAZ ŞAPKALI MANTAR (*Agaricus bisporus*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Doç. Dr. Gökhan BAKTEMUR.....53

BÖLÜM 3

SHİITAKE (*Lentinula edodes*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Doç. Dr. Gökhan BAKTEMUR.....105

BÖLÜM 4

İSTİRİDYE MANTARI (*Pleurotus ostreatus*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Dr. Sinan ACIÖZ.....135

BÖLÜM 5

KRAL İSTİRİDYE MANTARI (*Pleurotus eryngii*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Prof. Dr. Hatıra TAŞKIN

Prof. Dr. Ersin POLAT.....171

BÖLÜM 6

ENOKİ (*Flammulina velutipes*) MANTARI YETİŞTİRİCİLİĞİ

Arş. Gör. Dr. Ecem KARA.....207

BÖLÜM 7

ASLAN YELESİ MANTARI (*Hericium erinaceus*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Zir. Müh. Ayselnur ŞAHİN

Zir. Müh. Şerife DÜZEN

Prof. Dr. Hatıra TAŞKIN.....257

BÖLÜM 8 MAİTAKE MANTARI (<i>Grifola frondosa</i>) YETİŞTİRİCİLİĞİ Arş. Gör. Dr. Ecem KARA.....	289
BÖLÜM 9 REİSHİ (<i>Ganoderma lucidum</i>) MANTARI YETİŞTİRİCİLİĞİ Doç. Dr. Fuat BOZOK Arş. Gör. Kağan VERYER.....	323
BÖLÜM 10 TRÜF MANTARLARININ ÜRETİM SÜRECİ: SIFIR NOKTASINDAN HASADA KADAR TEKNİK REHBER Dr. İsmail ŞEN.....	391
BÖLÜM 11 MANTARLARDA HASAT VE HASAT SONRASI İŞLEMLER Öğr. Gör. Dr. Aslıhan AĞAR ÖZKAYA Arş. Gör. Ebru KURT Prof. Dr. Okan ÖZKAYA.....	447
BÖLÜM 12 KÜLTÜR MANTARLARINDA GÖRÜLEN FİZYOLOJİK BOZUKLUKLAR VE YÖNETİMİ Prof. Dr. Gölgen Bahar ÖZTEKİN.....	473
BÖLÜM 13 MANTARLARIN KULLANIM ALANLARI Arş. Gör. Kağan VERYER Doç. Dr. Fuat BOZOK.....	497
BÖLÜM 14 YEMEKLİK MANTAR TARİFLERİ Sevim ŞAHİN.....	529
BÖLÜM 15 MANTARLARIN SANATTA KULLANIMI Prof. Dr. Hatıra TAŞKIN.....	563

ÖNSÖZ

Mantarlar, geçmişten günümüze gizemli yönleri ve şaşırtıcı özellikleri ile insanoğlunun ilgisini üzerinde tutmaktadırlar. Lezzetli ve sağlıklı bir gıda ürünü olmalarının yanı sıra, mantarların ekosistem üzerindeki olumlu etkileri tam olarak çözülebilmiş değildir. Özellikle, mantarların doğadaki ayrıştırıcı özellikleri, ekosistemin sürdürülebilirliği açısından büyük önem arz etmektedir. Protein, bazı vitaminler ve mineral maddelerce zengin olmaları ve yağ oranlarının düşük olması mantarları sağlıklı ve diyet bir ürün haline getirirken, türlere göre aynı veya farklı tıbbi önemi olan bileşiklerin varlığı mantarların fonksiyonel gıda olarak tanımlanmasına yol açmaktadır. Kültürü yapılan mantarların yetiştiriciliğinde tarımsal atıkların kullanılması, bu atıkların ürüne dönüştürülmesi açısından önem arz ederken, yetiştiricilik sonrası kullanılmış olan yetiştiricilik ortamlarının hayvan yeminde kullanılabilmesi ve toprağa karıştırılabilmesi mantar yetiştiriciliğinin sürdürülebilir tarımda kullanımını ön plana çıkarmaktadır. Günümüzde, sıfır atık ve sürdürülebilir tarım planlamaları ön plana çıkmakta ve bu amaca uygun olan kültürü yapılan mantarların önemi gittikçe daha da anlaşılmaktadır.

Mantar yetiştiriciliği; kapalı bir alanda yapılabildiği için mevsime bağımlılık göstermemesi, arazi ihtiyacının olmaması, yılda en az üç döngü olmak üzere yetiştiriciliğin yapılabilir olması gibi üreticilere avantajlar sunmaktadır. Araştırmacılar tarafından yenilebilir ve tıbbi önemi olan mantar türlerinin besin ve tıbbi değerinin daha net şekilde ortaya konulması ve bunun bilgiye ulaşımın çağımızda kolaylaşması nedeni ile daha geniş kitlelere duyurulması ile son zamanlarda dünya genelinde mantar tüketiminde artış dikkati çekmektedir.

Ülkemizde de kültürü yapılan mantarların üretim ve tüketimine ilgi artmaktadır. Bu olumlu gelişme ile birlikte, hem üreticilerde hem de tüketicilerde doğru bilgiye ulaşma ihtiyacı oluşmaktadır. Ayrıca, üniversitelerimizde mantar yetiştiriciliği dersi kapsamında öğrencilerimizin faydalanabileceği, farklı mantar türlerinin yetiştiriciliğinin bir arada anlatıldığı ve mantarlarla ilgili diğer konularda (besin değeri, sağlık açısından önemi, kullanım alanları, muhafazası, mantar yemekleri vb.) bilgi sunan detaylı Türkçe hazırlanmış bir kitap bulunmamaktadır. Bu ihtiyacı gidermek amacı ile sunulan bu kitap, mantarların insan yaşamındaki yeri, üretimi ve beslenme açısından önemi ile ilgili bir bölüm ile başlamakta, devamında 9 farklı mantar türünün yetiştiriciliği anlatılmakta ve sonrasında mantarların farklı kullanım alanları, mantarların hasat sonrası muhafazası, mantarlarda yetiştiricilik esnasında görülen fizyolojik bozukluklar ve nedenleri, mantar yemekleri tarifleri ve mantarların geçmişten günümüze sanatta kullanımını bölümleri ile tamamlanmakta, yani toplam 15 bölümden oluşmaktadır.

Kitapta yer alan bölümlerin oluşmasında değerli çalışmalarıyla katkıda bulunan tüm yazarlara, kitabın hazırlanma aşamasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU'na, yayınlanma aşamasında desteği ve emeği geçen İKSAD yayınevi çalışanlarına teşekkürlerimizi sunarız.

Editörler olarak “Kültür Mantarları” kitabımızı, Danışman Hocamız Rahmetli Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA'ya ithaf ediyoruz. Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA hem ileri görüşlü ve vasıflı bilim insanlığı hem de sonsuz anaçlığı ve sevgisi ile bizleri ülkesini ve

toplumu seven, hizmet eden, yorulmadan, severek ve azimle çalışan bilim insanları olarak yetiştirmiştir.

Editörler

Prof. Dr. Hatıra TAŞKIN¹

Doç. Dr. Gökhan BAKTEMUR²

Dr. Ecem KARA³

¹ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye
ORCID NO: 0000-0002-1784-4731

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sivas, Türkiye ORCID NO: 0000-0002-0362-5108

³ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sivas, Türkiye ORCID NO: 0000-0002-0118-2673

BÖLÜM 1

MANTARLARIN İNSAN YAŞAMINDAKİ YERİ, ÜRETİMİ VE BESLENME AÇISINDAN ÖNEMİ

Prof. Dr. Kazım ABAK¹

¹ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye
(Emekli Öğretim Üyesi) kazim.abak@gmail.com ORCID NO: 0000-0002-4335-5050

GİRİŞ

Mantar sözcüğünün iki farklı anlamı bulunmaktadır. Birincisi taksonomi ile ilişkilidir ve büyük bir canlı grubunun adıdır. İkincisi ise mantarın gıda maddesi olarak mutfak ve yiyecek kültüründeki anlamıdır. İlkinin Latince'deki karşılığı 'fungus'tur ve İngilizce başta olmak üzere birçok yabancı dilde de bu sözcük kullanılır. İkinci anlamın yabancı dillerdeki karşılığı ise farklılıklar arz eder; İngilizce'de 'mushroom', Fransızca'da 'champignon', Almanca'da 'pilze', İtalyanca'da 'fungo', İspanyolca'da 'champinon', Rusça'da 'grib', Japonca'da 'shinkin', Çince'de 'çiun', Yunanca'da 'manitari' gibi oldukça değişik kökenlerden gelen isimler alır.

Sistemik yapılanmada mantarlar yakın sayılabilecek bir tarihe kadar bitkiler aleminde yer almaktaydı. Spermatophyta (tohumlu bitkiler), Bryophyta (kara yosunları), Pteridophyta (eğrelti otları) ile birlikte bitkiler aleminin dördüncü grubunu oluşturan Thallophyta (talli bitkiler) içinde bulunmaktaydı ve Thallophyta grubu da klorofilli talli bitkiler (mavi ve yeşil algler) ve klorofilsiz talli bitkiler (mantarlar) şeklinde ikiye ayrılmaktaydı (Günay ve ark., 1984). 1969'dan sonra gelişen yeni sistemik yapılanmada bitkiler aleminden ayrılmışlar ve 'Myceteae' ya da 'Fungi' olarak adlandırılan yeni bir canlılar alemi haline getirilmişlerdir (Miles ve Chang, 1997). Mantarları bitkilerden ve hayvanlardan ayıran birkaç önemli özellik bulunmaktadır. Bitkilerden olan farklılığın birincisi klorofile sahip bulunmamaları ve bu nedenle fotosentez yapmaktan yoksun olmalarıdır. Güneş enerjisini, havanın karbondioksitini ve suyu kullanarak kendi besinlerini üretemezler; yani ototrof değil, heterotrofturlar. İkincisi ise hücre duvarlarının bitkilerdeki gibi selülozdan değil hayvanlardaki gibi

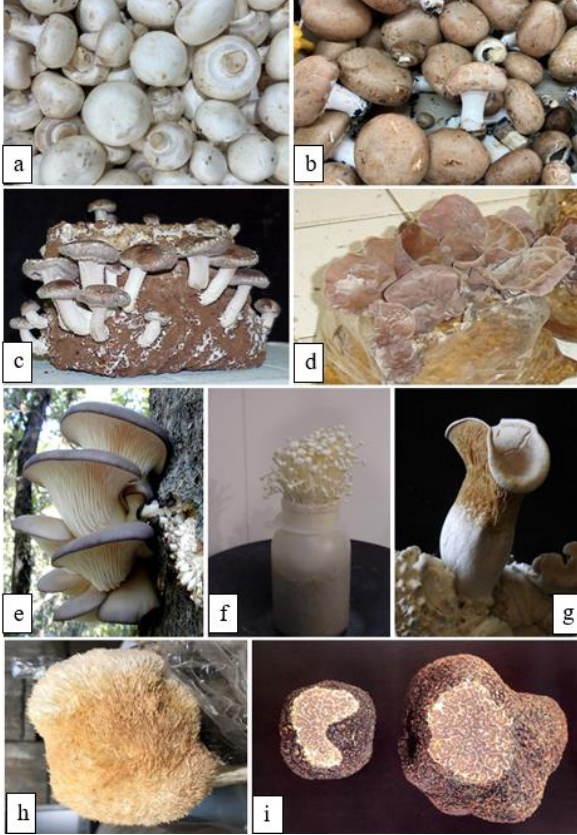
kitinden yapılmış olmasıdır. Bu iki temel özellik nedeniyle mantarlar belki de bitkilerden çok hayvanlar âlemine daha yakındır. Buna karşılık, hücrelerinde yalnızca hücre zarı bulunmaması ve bitkilerdeki gibi bir hücre çeperine sahip olmaları nedeniyle de hayvanlardan ayrılırlar. Ayrıca mantarların hayvanlar gibi hareket etme ve yer değiştirme yetenekleri de yoktur.

Ökaryotik organizmalar olan mantarlar; mayalar, küfler, paslar ve yüksek mantarları içinde bulunduran geniş ve çeşitlilik gösteren bir canlı grubunu oluştururlar. Bir bölümü tek hücreli iken (mayalar gibi), büyük bir kısmı çok hücrelidir. Bazıları gözle görülmeyecek kadar küçük morfolojik yapıda iken, bazıları oldukça büyük boyutlara sahip olabilmektedir. Yaşamlarını topraktaki ölü organik maddeler üzerinde veya canlı hayvanların, bitkilerin ya da diğer mantarların üzerinde sürdürürler. Dünyada mevcut toplam mantar türü sayısının 1990'lı yıllara kadar 1.5 milyon dolaylarında olduğu bildirilmekteydi (Hawksworth, 1991). DNA analizine dayalı yeni çalışmalar sonucunda bu sayının daha fazla olduğu ve 2.2-3.8 milyon arasında değiştiği ortaya çıkarılmış; 150 bin kadar türün de tanımlaması yapılmıştır (Hawksworth ve Lücking, 2017; Hyde, 2022). Bazı kaynaklarda daha kesin rakamlar da verilmektedir. Örneğin Zeb ve ark. (2023), halen 149 974 tanımlanmış mantar türü bulunduğunu ve bunların arasında 41 bin civarında türün Basidiomycota ve Ascomycota bölümlerine ait olduğunu bildirmektedir. Ülkemizdeki kayıtlı mantar türü sayısının da 2 850 civarında olduğu belirtilmektedir (Sesli ve ark., 2020). Dünyadaki makrofungusların sayısının 14 bin dolaylarında, bunların arasından yenilebilen özellikte olanların sayısının 3 bin civarında olduğu, 100 kadarının yetiştiriciliğinin yapıldığı ve 10 türün de

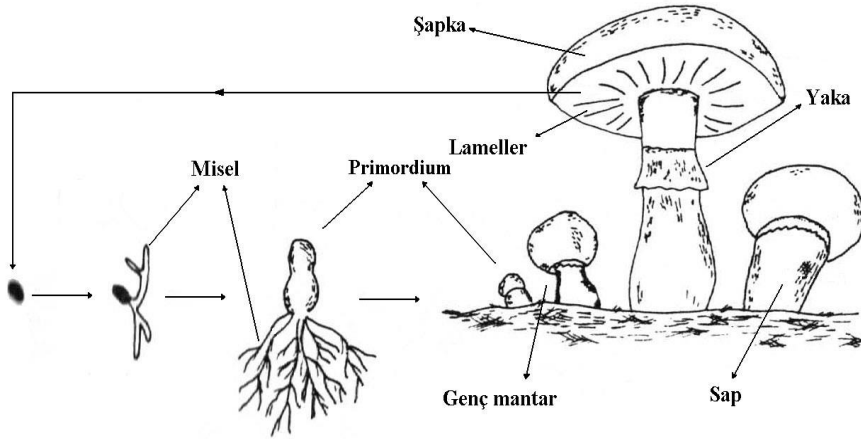
endüstriyel boyutta üretildiği belirtilmekte; ayrıca 200 civarında türün ilaç olarak kullanıldığına dikkat çekilmektedir (Chang ve Miles, 2004; Reis ve ark. 2012; Lysakowska ve ark., 2023). Büyük ölçüde üretimi yapılan mantarların başında beyaz kültür mantarı (*Agaricus bisporus*), shiitake (*Lentinula edodes*), istiridye mantarı (*Pleurotus ostreatus*), kral veya kulacık mantarı (*Pleurotus eryngii*), yumurta veya saman mantarı (*Volvariella volvacea*), aslan yelesi (*Hericium erinaceus*), orman kulağı (*Auricularia auricula-judae*) ve enoki (*Flammulina velutipes*) gelmektedir (Şekil 1).

Mutfak kültüründeki mantar terimi yalnızca yenilebilir mantar türlerini kapsar. Fakat doğrudan veya dolaylı şekilde koruyucu ya da tedavi edici ilaç olarak kullanılan bazı türler de genellikle bu gruba dâhil edilmektedir. Elimizdeki kitabın konusunu oluşturan bu mantarlar, genel olarak ‘makro fungus’ ve ‘yüksek mantar’ olarak adlandırılır. Yüksek mantarlar çıplak gözle görülebilirler, bağlı buldukları ortamlardan kolayca elle kopartılabilir ve toplanabilirler. Basidiomycetes ve Ascomycetes bölümlerine giren bu mantarlar sporlarla çoğalırlar ve sporların çimlenmesinden sonra vegetatif (misellerin oluşup gelişmesi) ve generatif (basidiokarp veya askokarpların oluşumu) olmak üzere iki gelişme devresine sahiptirler. Makro mantarların morfolojisi, hif adı verilen ipliksi yapıların uzamasıyla büyüyen mikroskobik filamentler şeklinde başlar; hifler birleşerek önce primer miselleri, ardından da daha dayanıklı olan sekonder miselleri meydana getirirler (Şekil 2). Yenen kısımları, misellerin yoğunlaşması sonucu oluşan ve ikinci aşamada meydana gelen, karpofor olarak adlandırılan etlileşmiş bölümleridir (Günay ve ark., 1984). Karpoforlar genel olarak sap ve şapka gibi iki farklı

bölümden oluşur. Bazıları toprak içinde oluşmakla birlikte (hypogeous), çoğunlukla toprağın üzerinde (epigeous) bulunurlar.



Şekil 1. Kültürü yapılan bazı önemli mantar türleri: a. Beyaz şapkalı kültür mantarı (*Agaricus bisporus*), b. Kahverengi şapkalı kültür mantarı (*Agaricus brunescens*), c. Shiitake (*Lentinula edodes*), d. Orman kulağı (*Auricularia polytrica*), e. İstiridyeye ya da kayın mantarı (*Pleurotus ostreatus*), f. Enoki (*Flammulina velutipes*), g. Kral, kulacık ya da körek (*Pleurotus eryngii*), h. Aslan yelesi (*Hericium erinaceus*), i. Trüf ya da domalan (*Tuber melanosporum*) (Abak, 2017)



Şekil 2. Beyaz şapkalı kùltür mantarının morfolojik yapısı ve yaşam çevrimi (Abak, 2017)

Yenen mantarlar genel olarak ‘saprofit’, ‘parazit’ ve ‘mikorizal’ olmak üzere üç ana gruba ayrılır. Saprofit mantarlar besinlerini ölü organik materyalden sağlar. Parazitler ise gıda maddelerini canlı bitkilerden ve hayvanlardan alır; dolayısıyla konakçılarında zarar verir. Mikoriza mantarları ise belirli konakçı bitkilerle fizyolojik ilişki içinde yaşar. Bu üçüncü grupta mantar ile konakçısı arasında karşılıklı yararlanmaya dayalı özel bir ortaklık söz konusudur. Kùltür mantarlarının büyük çoğunluğu saprofittir. Yetiştiriciliği yapılan *Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *Auricularia auricula-judae*, *Flammulina velutipes*, *Volvariella volvacea* gibi önemli türler bu grupta yer alır. *Tuber aestivum*, *Tuber melanosporum* gibi trüf (domalan) mantarları; meşe, kayın, fındık, gürgen, kavak gibi odunsu yapılı ağaç türleri ile simbiyotik yaşama girer. Yalancı domalan, keme veya çöl trüfü gibi isimlerle anılan bazı *Terfezia* türleri ise otsu bitkilerle de mikorizal ilişkiye sahip olabilmektedir. Mikorizal mantarların kùltüre alınması, saprofit olanlara göre daha zordur. Parazit özellikli yenen mantarların sayısı ise çok sınırlıdır. Ancak bazı

mantarlar bu üç kategoriden hiçbirine tam olarak uymaz ve birden fazla kategoriye girebilir. Örneğin, reishi mantarı da dâhil olmak üzere bazı *Ganoderma* türleri yaygın olarak saprofit yaşama sahiptir; fakat aynı zamanda patojen yani parazit de olabilir. Ayrıca *Tricholoma matsutake*, başlangıçta mikorizal ilişkiye sahip gibi görünse de, kısa sürede patojen hale gelir ve sonunda da saprofitik yetenek sergiler (Chang, 2008).

Mantarlar çok eski çağlardan beri insanlar tarafından bilinmekte ve başta gıda maddesi ile ilaç olmak üzere farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Eski Yunanlılar mantarların savaşçılara güç kazandırdıklarına inanıyor, Romalılar ‘tanrıların yemeği’ olarak adlandırıyor, başta Çin olmak üzere Uzak Doğu ülkelerinde bazı mantarlar ‘yaşam iksiri’ olarak görülüyordu (Vetter, 2019; Gopal ve ark., 2022). Eski Yunan, Mısır, Roma, Çin ve Meksika uygarlıklarında doğadan toplanan mantarlar tat ve aromaları nedeniyle beğenilerek gıda olarak tüketilmiştir. Mantarların beslenmede kullanımının Asya’da Avrupa’dan çok daha önce başladığı tahmin edilmektedir (Lambert 1938’e atfen Wani ve ark., 2010). Kretase (tebeşir) dönemine ait kayalar üzerinde mantar fosillerine rastlanmış olması, mantarların insanların var olmasından çok daha önce de dünyada mevcut olduklarını bize anlatmakta; antropolojik olarak insanoğlunun daha avcılık ve toplayıcılık aşamasında mantarlardan gıda maddesi olarak yararlandığını düşündürmektedir. Nitekim Max Planck Evrimsel Antropoloji Enstitüsü’nün desteği ile Leipzig’de bir araştırma grubu tarafından yürütülen çalışmada, paleolitik çağ gibi çok erken bir dönemde mantarların insan beslenmesinde kullanıldığı bilimsel olarak kanıtlanmıştır (Kotowski, 2019). 2010 yılında yürütülen söz konusu çalışmada, Kuzey İspanya’nın Cantabria bölgesindeki El Miron

mağarasında bulunan bir kadına ait kafatasındaki dişlerin üzerinde yer alan diş taşları incelenmiştir. Diş taşlarının içindeki ve üzerindeki kalıntıların analizi sonunda, kadının yediği gıda maddeleri arasında bitkisel ve hayvansal kökenli başka birçok gıda maddesinin yanı sıra *Boletus* ve *Agaricus* cinslerine giren mantarlarının da yer aldığı tespit edilmiştir (Power ve ark., 2015). Kadının bulunduğu mağara alanının radyokarbon tarihlenmesi, mezarın yaklaşık 18 bin 700 yıl önceye ait olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, mantarların insan beslenmesindeki kullanımının 20 bin yıla yaklaşan uzun bir geçmişe sahip olduğunu gün yüzüne çıkarmıştır.

Mantarlar beslenmenin yanında yine binlerce yıldan beri hastalıklara karşı koruyucu ve tedavi edici ilaç olarak da değerlendirilmiştir. Tedavi amacıyla kullanımlarının neolitik ve paleolitik dönemlere kadar uzandığı kaydedilmektedir (Samorini, 2001; Wani ve ark., 2010). İlk başlarda hem doğu hem de batı kültürlerinde geleneksel halk ilacı şeklinde yararlanılmış olan mantarlar; daha sonra yine her iki kültürde de bilimsel temellere dayalı modern tıp bilimi içinde yerini almıştır. Her ne kadar doğrudan insanlar üzerinde yapılmış denemeler sınırlı kalmış olsa da, hayvanlar üzerinde gerçekleştirilen çok sayıdaki *in vitro* ve *in vivo* çalışma, mantarların tümör gelişmesini önleyici, kolesterolü düşürücü, mikrobik gelişmeleri engelleyici ve immün sistemi düzenleyici özellikleri üzerinde umutvar sonuçlar vermiştir.

Yenen mantarlar taze veya kurutulmuş olarak tüketilebilir; konserve ve turşu şeklinde işlenebilir, derin dondurularak saklanabilir ve liyofilize edilerek çorba sanayiinde kullanılabilir. Haşlanmış, kızartılmış, kavrulmuş olarak hazırlanabilir; ayrıca çorba, çay ve birçok

farklı şekilde kullanılabilir. Buna karşılık tıbbi mantarlar biyofarmasötik uygulamalarda çoğunlukla toz veya sıvı ekstrakt formlarında değerlendirilir.

Mantarların üçüncü önemli kullanım alanı kozmetik sanayiidir. Günümüzde birçok mantar türü, kozmetik bileşen olarak topikal kremlere, losyonlara, merhemlere, yüz preparatlarına ve şampuanlara eklenmektedir. Kozmetikte kullanılan mantarlar arasında uzakdoğuda yaygın olan *Lentinula edodes*, *Grifola frondosa*, *Ganoderma lucidum*, *Wolfiporia extensa*, *Cordyceps sinensis*, *Sparassis latifolia*, *Sparassis crispa* ve bazı *Tremella* türleri ile batı ülkelerinde daha çok tanınanlardan *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Hypsizygos ulmarius* ve *Fomes fomentarius* ön plana çıkmaktadır (Wu ve ark., 2016). Bunlara *Agaricus subrufescens*, *Coprinus comatus*, *Hericium erinaceus*, *Mycoleptodonoides aitchisonii*, *Phellinus linteus*, *Schizophyllum commune* ve *Volvareilla volvacea* da eklenebilir. Mantarların içerdiği biyoaktif bileşiklerin ciltte oluşan çizgilerin, buruşuklukların ve kırışıkların önlenmesi, deri dokularının canlılık ve esnekliğinin korunması, renk ve ton bozukluklarının engellenmesi ve giderilmesi, saç kalitesinin iyileştirilmesi gibi yararları bildirilmektedir (Hyde ve ark., 2010; Bhagarathi ve ark., 2023). Kozmetikte veya nütrikosmetikte kullanılacak, mantarlardan elde edilen çok sayıda potansiyel kimyasal bileşik bulunmakta olup, bunlarla üretilen preparatlar eczanelerde ve kozmetik satan mağazalarda rafları süslemektedir.

Mantarlar ekosistem için de önemlidir. Doğrudan veya dolaylı olarak çevreye, doğaya ve tarımsal üretime yarar sağlarlar. Toprakta bulunan mikoriza mantarları bitkilerin kökleri üzerinde gelişir ve

misellerini toprağın içine yayarak üzerinde konakladığı bitkilerin su ve mineral madde alımına yardımcı olurlar (Ortaş, 1997; Kibar ve Pekşen, 2007). Bitki türlerinin %90 kadarının mikorizal ilişkiye sahip olduğu ileri sürülmekte ve bazen tek bir bitkinin köklerinde yüzlerce farklı mikoriza mantarı bulunabileceğine dikkat çekilmektedir (Stamets, 2024). Ek olarak mantarlar; insanlar, hayvanlar ve bitkiler tarafından üretilen atıkların parçalanmasını sağlayarak geri dönüşümlerine katkı yaparlar. Böylece ekosistemdeki besin döngüsüne ve doğal dengenin korunmasına önemli katkılarda bulunurlar.

MANTAR YETİŞTİRİCİLİĞİNİN BAŞLANGICI VE GELİŞİMİ

Çin ve Japonya gibi uzakdoğu ülkelerinde günümüzden bazı kaynaklara göre 600, bazılarına göre 800-900 yıl kadar önceden beri mantar üretildiği ileri sürülmektedir (Olivier ve ark., 1991; Moxley ve ark., 2022). O dönemlerde Asya'da daha çok *Auricularia*, *Flammulina* ve *Lentinula* cinslerine giren mantarların yetiştirildiği düşünülmektedir (Chang ve Wasser, 2017). Bununla birlikte yemeklik mantarların ticari olarak yetiştiriciliğinin onyedinci yüzyılın sonlarına doğru *Agaricus bisporus* türünde ve Fransa'da başladığı kabul edilmektedir. İlk kez 1670 yılında Versailles sarayının meyve ve sebze bahçesinden sorumlu olan Quentin tarafından özel olarak kral XIV. Louis için üretildiği hakkında bildirimler bulunmaktadır. 1678 yılında Mardhaut, Fransız Bilimler Akademisi'nde sunduğu bir raporda mantarın hayvan gübreleri üzerinde üretilbildiğini belirtmiş; 1707 yılında yine bir Fransız olan Tournefort bir toplantıda sunduğu bildiride mantarın Mayıs-Ekim ayları arasında açıkta toprak yüzeyinde, Kasım-Ağustos arasında ise at

gübreli tabakalarının altında korunarak yetiştirilebildiğini kaydetmiştir (Verger, 1969). Mantar yetiştiriciliğinin yaygınlaşması, pratik bir çoğaltma yönteminin keşfedilmesi sayesinde olmuştur. Bulunan yöntem, doğadan toplanan veya yetiştirilen mantarların yıkanıp temizlendiği suların at ve eşek gübrelerinin üzerine dökülmesinden ibaretti. Böylece yıkama sırasında suya geçen mantar sporları gübrelere ulaşıyor ve burada çimlenerek yeni mantarları oluşturuyordu (Singer, 1961; Atkins, 1966; Lelley ve Schmaus, 1976; Günay ve ark., 1984). Kültür mantarı üretimi daha sonra Paris'in çevresindeki terk edilmiş eski taş ocaklarının yer altındaki galerilerinde ticari boyuta geçmiş, ardından mağaralarda ve şarap mahzenlerinde üretilmiş, daha sonra da Loire vadisinde yayılma göstermiştir. Üretimin yayılışının 1810-1820 yıllarında gerçekleştiği düşünülmektedir (Olivier ve ark., 1991). Onsekizinci yüzyıl içinde Fransa'dan İngiltere, Almanya, Hollanda, Polonya, Danimarka, Çekoslovakya ve Macaristan gibi diğer Avrupa ülkelerine dağılan mantar yetiştiriciliği, 1870'li yıllardan itibaren ABD'de de yapılmaya başlamıştır (Hunte, 1952; Bunyard, 2021; Moxley ve ark., 2022).

Mantar üretiminin hızlı gelişmesinde tohumluk misel üretiminin öğrenilmesi önemli bir dönüm noktası oluşturmuştur. Pinkerton (1954), onsekizinci yüzyılın sonlarında İngiltere'de doğal yollarla misel üretildiğini ve tuğla şeklinde kalıplar haline sokulduğunu, hatta bu şekildeki misellerin Almanya ve Danimarka gibi ülkelere gönderildiğini belirtmektedir. Ancak, mantar tohumluğu olarak kullanılan misellerin steril koşullardaki üretimi ilk kez yaklaşık 100 yıl sonra 1894 yılında Fransa'da Pastör Enstitü'sünde gerçekleşmiş (Lelley

ve Schmaus, 1976: Günay ve ark., 1984) ve böylece sağlıklı misel üretiminin yolu açılmıştır.

Beyaz şapkalı mantar üretimi başlangıç aşamasında yalnızca at gübresi ile hazırlanan doğal kompost üzerinde yapılmış ve yirminci yüzyılın ikinci yarısına kadar üretim bu şekilde devam etmiştir. Bu nedenle de mantar yetiştiriciliği at gübresinin bol, düzenli ve kolay bulunduğu yerlerde yoğunlaşmıştır. Örneğin ABD’de Pensilvanya eyaleti bu nedenle 1930’lu yıllardan itibaren mantar üretim merkezi konumuna gelmiştir (Moxley ve ark., 2022). Buğday ve arpa gibi tahılların saplarından yapılan sentetik kompostun bulunması ile üretim kolaylaşmış ve genişleme olanağı bulmuştur (Günay ve ark., 1984). Özellikle ikinci dünya savaşından sonra kapalı mekânlarda iklim kontrollü modern tesislerde endüstriyel üretime geçilmiştir.

Ticari olarak büyük ölçekli üretilmeye başlayan ikinci tür *Pleurotus ostreatus* olmuştur. İlk kez 1917’de Almanya’da üretim denemeleri yapılan bu türün geniş ölçekli yetiştiriciliğinin 1969’da Macaristan’da gerçekleştirildiği, daha sonra Diğer Avrupa ülkeleri ile Amerika ve Asya’ya sıçradığı; özellikle Çin, Japonya, Güney Kore ve Endonezya’da yaygın üretimine geçildiği bildirilmektedir (Martínez-Carrera, 1998). Yirminci yüzyılın ikinci yarısında kültür mantarlarına *Lentinula edodes*, *Flammulina velutipes*, *Volveriella volvacea* türleri de eklenmiş ve *Agaricus bisporus*’un payı azalmaya başlamıştır. 1960’lı yıllarda dünya mantar üretiminin neredeyse tamamını karşılayan *Agaricus bisporus*’un toplam üretimdeki payı, yirminci yüzyılın sonunda %40’a, günümüzde de %30’a inmiştir (Gupta ve ark., 2018).

Türkiye’de kültür mantarı üretiminin geçmişi ne yazık ki fazla uzun değildir. İlk yetiştiriciliğin 1960’lı yıllarda İstanbul’da Dr. Enver

Bey olarak bilinen bir hekim tarafından amatör olarak yapıldığı bildirilmektedir (Eren ve Pekşen, 2019). Aynı yıllarda Prof. Dr. Attila Günay hocamız, Almanya'da bulunduğu dönemde ilgilenmeye başladığı kültür mantarı çalışmalarını Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne taşımış ve ardından bir kitapçık da yayınlamıştır (Günay, 1971). İzleyen yıllarda Ankara ve İstanbul'da küçük birer işletmede üretime geçilmiştir (Abak, 1976). 1970'li yıllara kadar oldukça sınırlı kalan üretim, Tarım Bakanlığı'na bağlı Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü ile Ankara Merkez Toprak-Su Araştırma Enstitüsü'nde mantarcılık bölümlerinin açılması ile ivme kazanmıştır. Bu kurumların bir yandan eğitim ve araştırma çalışmalarına girmeleri, diğer yandan da misel üretmeye başlamaları sayesinde 1980'den itibaren İstanbul, Ankara, İzmir gibi büyük şehirlerin çevrelerinde önce küçük, ardından orta ölçekli işletmeler kurulmaya başlamış; daha sonra ülke geneline yayılan çok sayıda üretim tesisi ortaya çıkmıştır. Son yıllarda Antalya'nın yayla koşullarını taşıyan Korkuteli ilçesi önemli bir mantar üretim bölgesi haline gelmiştir. Global düzeyde olduğu gibi Türkiye'de de türlerin çeşitlenmesi başlamış; beyaz şapkalı mantarın yanında istiridye, shiitake, kulacık, enoki, aslan yelesi, orman kulağı gibi yeni türlerin ve ayrıca reishi gibi tıbbi mantarların da üretimine geçilmiştir.

MANTAR ÜRETİMİ VE TİCARETİNDE MEVCUT DURUM

FAO verilerine göre dünya üzerinde yaklaşık 100 ülkede ticari mantar üretimi yapılmaktadır ve toplam üretim miktarı 2022 yılında 48.3 milyon tona ulaşmıştır (Anonymous, 2024a). Üretim düzenli bir

büyüme eğilimi göstermekte ve yıllık artış oranı ortalama %6-7 arasında değişmektedir (Çizelge 1). Üretimin kıtalara dağılımı %82 Asya, %12 Avrupa, %5 Amerika, %0.5 Afrika ve %0.5 Okyanusya şeklindedir. Ülkeler arasında en büyük pay da %90'ı aşan oranla Çin'e aittir. İzleyen ülkeler Japonya, ABD, Hindistan, Polonya, Hollanda, İspanya, Kanada, Rusya Federasyonu ve Fransa'dır (Çizelge 2).

Türkiye'nin üretim miktarı düzenli olarak artma ve ülke geneline yayılma eğilimindedir. TÜİK verilerine göre 2020 yılı itibarı ile 31 ilimizde az veya çok mantar üretimi yapılmaktadır (Anonymous, 2021a). FAO kaynaklarına göre 2000 yılında 7 bin ton olan üretim 2010'da 22 bin tona, 2020'de 55 bin tona ve 2022'de 65 bin tona yükselmiştir (Anonymous, 2024a). Aslında FAO'da yayınlanan üretim rakamlarının gerçeği yansıtmadığı; misel ve kompost pazarı büyüklüğüne göre gerçek üretimin daha fazla (85 bin ton) gerektiği de ileri sürülmektedir. Üretimde en büyük pay %75 ile *Agaricus bisporus*'a aittir ve ardından %14 ile *Pleurotus ostreatus*, %7 ile *Agaricus brunescens*, %3 ile *Lentinula edodes* gelmekte, geri kalan türlerin tümünün payı ise %1'de kalmaktadır (Eren ve Pekşen, 2019). Mantar yetiştiriciliğinin illere dağılımında büyük pay %61 ile Antalya'nındır. Ardından %10 ile Konya, %6 ile Kocaeli, %5 ile Burdur, %3 ile Afyonkarahisar, %2'şer ile Denizli ve İstanbul gelmekte, geri kalanı diğer illere dağılmaktadır (Anonymous, 2021a).

Mantar istatistiklerini yayınlayan bir raporda, 2022'de 56 milyar ABD doları olan dünya mantar üretimi piyasa değerinin 2023'te 62 milyar ABD dolarına ulaştığı bildirilmekte ve 2024'te 67, 2025'te 75 ve 2030'da da 112 milyar ABD dolarına çıkacağı beklenmektedir (Anonymous, 2024b). Pazar hacminde *Agaricus bisporus*, *Pleurotus*

ostreatus ve *Lentinula edodes* türleri sırasıyla %39, %31, %17 pay almakta, geri kalan %13'lük kısım diğer kültür mantarları tarafından paylaşılmaktadır. Yine aynı kaynakta, söz konusu pazar değeri içinde yenen mantarların %42, ilaç yapımında kullanılanların %34 ve kozmetik sanayiinde değerlendirilenlerin de %24 oranında yer aldığı belirtilmektedir. 1990'lı yıllardan itibaren önem kazanan tıbbi mantarların pazar büyüklüğünün geliştiği ve örneğin 2018-2022 arasındaki dört yılda 13.9 milyar ABD doları yükseldiği tahmin edilmekte, hızlı artışın yakın gelecekte de devam edeceği beklenmektedir (Niego ve ark., 2021). Ek olarak mantarlardan elde edilen lentinan ve lovastatin gibi bazı sağlığa yararlı biyoaktif bileşiklerin üretimi de artma eğilimindedir.

Üretim ve tüketime paralel olarak mantarların uluslararası ticaretteki hacmi de giderek büyümektedir. 2022 yılında dünya toplam ihracat miktarları taze mantar, mantar konservesi ve kurutulmuş mantar olarak sırasıyla 790 bin ton, 617 bin ton ve 81 bin tona ulaşmış; bunların parasal değerleri de yine sırasıyla 2.4, 2.6 ve 1.3 milyar ABD doları olmuştur (Anonymous, 2024a). Taze mantarda en fazla ihracat yapan ülkeler Polonya (%35), Hollanda (%18), Kanada (%15) ve İrlanda (%10)'dır. En büyük ithalatçı ülkeler ise İngiltere (%23), ABD (%17) ve Almanya (%14)'dir (Öztürk ve ark., 2019).

Türkiye'nin kültür mantarı dış ticareti, hem ihracat hem ithalat bakımından, yok denecek kadar azdır. Buna karşılık önemli miktarlarda doğadan toplanan mantar ihracatı yapılmaktadır. İhraç edilen mantarların başında *Morchella* türleri (kuzugöbeği), *Amanita caesarea* (imparator mantarı, sezar mantarı, yumurta mantarı), *Lactarius* türleri (kanlıca mantarı, çintar), *Boletus aereus* ve *Boletus edulis* (ayı mantarı,

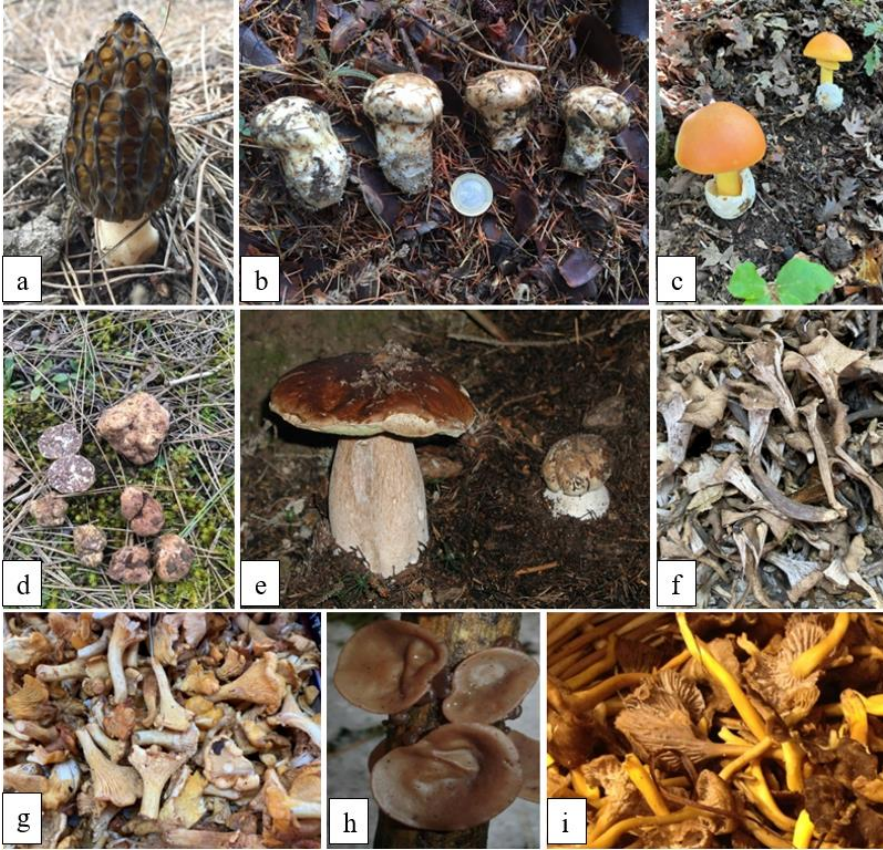
porçini), *Tricholoma anatolicum* (sedir mantarı), *Calocybe gombosa* (cincile), *Cantharellus cibarius* (sarıkız), *Craterellus cornucopioides* (borazan mantarı), *Hydnum repandum* (sığırdili, dil mantarı), *Terfezia* türleri (yalancı domalan, keme) gelmektedir (Şekil 3). İhracatı yapılan mantarların %20 kadarı yalnızca Akdeniz bölgemizden; %20'si Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerimizden toplanmakta; geri kalan %60'ı da ülke geneline dağılan illerimizden gelmektedir (Ak ve ark., 2016). İhracatın önemli kısmı başta Fransa olmak üzere Avrupa ve Japonya'ya yapılmaktadır. Japonya özellikle sedir mantarı almaktadır. İhracatın farklı isimler altında yapılması nedeniyle tam olarak bilinmemekle birlikte, yıllık ihracat hacminin 15 milyon ABD doları civarında olduğu tahmin edilmektedir. Doğal mantarların toplanması ve ihracatı açısından Hindistan ve Pakistan'dan sonra üçüncü sırayı alan Türkiye büyük bir potansiyele sahiptir ve ihracat miktarının yakın gelecekte daha da artması mümkün görünmekte ve beklenmektedir.

Çizelge 1. Dünyada ve Türkiye'de mantar üretiminin gelişimi (Anonymous, 2024a)

Yıllar	Dünya üretimi (bin ton)	Türkiye üretimi (bin ton)
1980	1 285	-
1990	2 071	0.3
2000	8 831	7
2010	24 980	22
2020	42 931	55
2022	48 335	65

Çizelge 2. Mantar üretiminde lider ülkeler ve üretim miktarları (Anonymous, 2024a)

Ülkeler	Üretim (bin ton)	Ülkeler	Üretim (bin ton)
Çin	45 428	Hollanda	235
Japonya	469	İspanya	167
ABD	319	Kanada	139
Hindistan	280	Rusya Federasyonu	129
Polonya	257	Fransa	102



Şekil 3. Doğadan toplanan ve uluslararası ticareti de yapılan bazı mantar türleri. a. Kuzugöbeği (*Morchella* sp.) (Orijinal, H. Taşkın), b. Sedir mantarı (*Tricholoma anatolicum*) (Orijinal, H. Taşkın), c. İmparator veya Sezar mantarı (*Amanita caesarea*) (Orijinal, F. Bozok), d. Trüf veya domalan (*Tuber borchii*) (Orijinal, F. Bozok), e. Ayı mantarı (*Boletus edulis*) (Orijinal, B. Assyov), f. Borazan mantarı (*Craterellus cornucopioides*) (Orijinal K. Abak), g. Kazayağı veya sarıkız (*Cantharellus cibarius*) (Orijinal K. Abak), h. Orman kulağı (*Auricularia polytrica*) (Chakravarty, 2011), i. Cıvciv ayağı (*Cratarellus tubaeformis*) (Orijinal K. Abak)

MANTARLARIN BESİN DEĞERİ

Mantarların besleyici değeri son derecede yüksektir. Temel besin öğelerinden karbonhidrat, protein, vitamin ve mineral maddeler bakımından zengindirler ve bunları dengeli şekilde içerirler. Lintzel (1941), bu özelliği nedeniyle 70 kg ağırlığında normal bir yetişkin insanın günde kuru madde bazında 100-200 g mantar yemesi durumunda dengeli bir beslenmeye sahip olacağını ileri sürmüştür. Bunların yanında hastalıklardan korunmayı sağlayan ve onlarla savaşmaya yardım eden, vücut direncini artırıcı bazı biyoaktif maddeleri de içerirler. Bu özellikleri taşıdıkları için son yıllarda gündeme gelen ve önemi artan fonksiyonel gıda maddeleri içinde gösterilmektedirler (Chang, 2007, 2008; Kumar, 2015; Adeboya ve Oloke, 2017; Khan ve ark., 2018; Vetter, 2019; Lysakowska ve ark., 2023; Devi ve ark., 2024).

Mantarların su içerikleri yüksek, kuru madde içerikleri düşüktür. Bu yönüyle sebzelere benzerler. Türlerine göre değışmekle ve bazen %20'lere kadar yükselmekle birlikte kuru madde oranları genellikle %6 ile %14 arasındadır ve türlerin ortalaması %10 olarak kabul edilir (Çizelge 3, 4). Kuru maddenin önemli bölümü karbonhidrat ve proteinlerden oluşur. Besin maddesi bileşenlerinin oranları doğal mantarların yetiştiği ortama, mevsime, iklime, kùltürü yapılanlarda da yetiştirme koşullarına ve ayrıca mantarların hasat sırasındaki gelişme aşamasına, yani karpoforun olgunluk düzeyine göre değışebilir. Bu nedenle literatürde mantarların besin maddesi içeriklerine ilişkin verilerde zaman zaman birbirinden farklı, çelişkili değerler ile karşılaşılmaktadır. O nedenle kıyaslama yapabilmek için aynı yerde yetişmiş veya yetiştirilmiş, benzer niteliklere sahip örneklerle çalışılmış

araştırmalara ve mümkünse aynı yerde yapılmış analizlerin sonuçlarına dayalı bilgilere itibar edilmesinde yarar vardır.

Karbonhidratlar

Mantarların miktar olarak en fazla sahip oldukları besin maddesi grubu karbonhidratlardır. Türlerine, gelişme aşamalarına ve yetiştirme durumlarına göre kuru maddede bulunan karbonhidrat oranı %35 ile %65 arasında değişmektedir (Mau ve ark., 2001; Wani ve ark., 2010). Yenilen mantarlarda daha çok oligosakkaritlerin bulunduğu, buna karşılık eriyebilir şekerlerin daha az olduğu bildirilmektedir (Bano ve Rajarathnam, 1988). Serbest şekerlerin oranı yaklaşık %11'dir. Polisakkaritlerden baskın olanı, mantar şekeri olarak da adlandırılan mannitoldür ve toplam serbest şekerlerin yaklaşık %80'ini mannitol oluşturmaktadır (Tseng ve Mau, 1999; Wannet ve ark., 2000; Wani ve ark., 2010). Ayrıca rafinoz, sakkaroz, glikoz, fruktoz ve ksiloz da mantarlarda bulunan diğer önemli şekerlerdir.

Çizelge 3. Endüstriyel düzeyde üretimi yapılan bazı kültür mantarlarının taze ürün olarak içerdikleri besin maddeleri (Reis ve ark., 2012)

Besin bileşenleri	<i>A. bisporus</i>	<i>P. ostreatus</i>	<i>P. eryngii</i>	<i>L. edodes</i>	<i>F. velutipes</i>
Su (%)	91.27±0.45	89.17±2.12	89.00±1.39	79.78±1.31	87.87±1.33
Karbonhidrat (%)	6.46±0.57	9.30±2.08	8.95±1.04	17.62±1.29	10.57±1.26
Protein (%)	1.23±0.02	0.76±0.06	1.21±0.02	0.89±0.09	0.47±0.00
Yağ (%)	0.19±0.03	0.15±0.02	0.16±0.03	0.35±0.02	0.21±0.04
Kül (%)	0.85±0.17	0.62±0.08	0.68±0.06	1.36±0.05	0.88±0.13
Enerji (Kcal/100 g)	30.86±1.9	39.27±7.76	39.84±3.7	72.79±4.98	43.41±4.49

Çizelge 4. Önemli bazı doğa mantarlarının kuru madde oranları (%) ile besin maddesi içerikleri (kuru maddede %=KM%) ve enerji değerleri (kcal/100 g) (Kalač 2013'den kısaltılarak)

Türler	Kuru Madde (%)	Protein (KM %)	Yağ (KM %)	Kül (KM %)	Karbonhidrat (KM %)	Enerji (Kcal/100 g)
<i>Agaricus campestris</i>	11.83	18.57	0.11	23.16	58.16	36.4
<i>Armilleria mellea</i>	11.73	16.38	5.56	6.78	71.28	47.0
<i>Boletus edulis</i>	10.85	17.86	0.44	8.87	72.83	30.6
<i>Cantharellus cibarius</i>	-	35.79	1.47	6.42	56.32	-
<i>Coprinus comatus</i>	14.81	15.67	1.13	12.85	70.35	52.5
<i>Flammiluna velutipes</i>	9.32	17.89	1.84	9.42	70.85	34.6
<i>Lactarius deliciosus</i>	-	20.20	8.02	7.15	64.63	-
<i>Lactarius salmonicolor</i>	12.28	37.28	2.03	23.28	37.41	38.9
<i>Pleurotus ostreatus</i>	-	13.23	3.58	8.08	75.11	-
<i>Russula delica</i>	13.31	50.59	0.91	22.93	25.57	41.6
<i>Tricholoma imbricatum</i>	17.58	50.45	1.88	6.45	41.22	67.4

Mantarlar lif içeriği bakımından da zengindir. Lif oranları taze ağırlıkta %1.0-1.5, kuru madde içinde %8 ile 10 arasında değişir (Gopal ve ark., 2022). Kalač (2013), mantarlardaki suda çözünen ve çözünmeyen lif miktarlarının, kültür veya doğadan toplama olmalarına ve türlerine bağlı olarak kuru maddede sırasıyla %4-9 ve %22-30

arasında değişebildiğini kaydetmektedir. Lif içeriği, karpoforların sap kısımlarında şapka kısımlarından daha yüksektir (Niego ve ark., 2021).

Proteinler

Mantarlardaki en önemli besin maddelerinin başında proteinler gelir. Kuru madde içindeki protein oranı yine türlere, hasat zamanına, karpofor büyüklüğüne, mantarın üzerinde yetiştiği kompost veya substratın durumuna, çevre koşullarına göre farklılık gösterir ve %19 ile %39 arasında değişir (Weaver ve ark., 1977; Crisan ve Sands, 1978; Li ve Chang, 1982; Bano ve Rajarathnam, 1988; Breene, 1990). Lysakowska (2023), en fazla protein içeren mantarların başında *Hericium erinaceus*, *Ophiocordyceps* türleri ve *Lentinula edodes*'in geldiğini ileri sürmekte ve bunlardaki protein oranlarının 20 g/100 g kuru madde'den daha yüksek olduğunu bildirmektedir. Dünyada ve Türkiye'de en çok yetiştirilen mantar türü olan *Agaricus bisporus* misellerinde protein oranının 32 ile 42 g/100 g kuru madde arasında olduğu rapor edilmiştir (Haddad ve Hayes, 1978). Bu değerlerin et ve et ürünlerine göre biraz düşük olduğu söylenebilir. Fakat süt ve süt ürünleri ile baklagiller de dâhil olmak üzere proteince zengin birçok bitkisel üründen daha fazla olduğu da bir gerçektir. Ayrıca mantardaki proteinlerin kalitesi yüksektir ve hazmedilebilme oranı diğer gıda maddelerindeki proteinlerden daha fazladır. Lintzel (1941) mantardaki proteinlerin hazmedilebilirlik oranlarının %72 ile %83 arasında değiştiğini bildirmiştir. Mantarlarda en fazla bulunan amino asitler lösin, valin, glutamin ile glutamik ve aspartik asittir (Longvah ve Deosthale, 1998). Glutamik asit ve aspartik asit mantarlara kendine özgü damak tadını ve aromayı kazandıran, ayrıca yalnızca mantarlarda

bulunan iki amino asittir (Kalač, 2013). Mantar proteinlerinin bileşiminde insan bünyesi için gerekli olan dokuz amino asidin (histidin, izolösin, lösin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan ve valindir) dokuzunun da bulunduğu (Hayes ve Haddad, 1976; Gupta ve ark., 2018; Niazi ve Ghafoor, 2021) ve aralarında bitkisel ürünlerde olmayıp hayvansal gıdalarda olan bazı elzem amino asitlerin de yer aldığı bildirilmektedir (Wani ve ark., 2010). Bu özelliği nedeniyle mantarlar, hayvansal ürün tüketmeyen vejetaryen ve vegan beslenenler için daha büyük öneme sahiptir. Mantarlardaki proteinlerin 40°C'ye kadar olan sıcaklıklarda kurutulması ve -20°C'ye kadar soğukta dondurulması sırasında kayba uğramadığı, buna karşılık kaynatıldığı takdirde büyük ölçüde azaldığı bildirilmektedir (Barros ve ark., 2007; Kalač, 2009).

Yağlar

Mantarlarda yağ oranı düşüktür. Kuru maddedeki yağ oranı çoğunlukla %2-3 arasındadır ve nadiren %6'yı aşar (Kalač, 2013). Çizelge 1 ve 2'de görüleceği gibi mantar türlerinin yağ içerikleri arasında da önemli farklar bulunmaktadır. Doğadan toplanan mantar türleri arasında *Lactarius deliciosus*, *Armillaria mellea* ve *Pleurotus ostreatus*'un; kültür mantarları arasında da *Lentinula edodes*'in çizelgelerde yer alan diğer türlerden daha fazla yağ içerdiği izlenmektedir. Shah ve ark. (1997), *Agaricus bisporus* ve *Pleurotus ostreatus* türlerinde taze ağırlık üzerinden yağ içeriklerinin sırasıyla %0.3 ve %0.4 olduğunu bildirmişlerdir. Mantar yağlarında 10 adet yağ asidi tespit edilmiştir ve yağ fraksiyonu çoğunlukla doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır (Yılmaz ve ark., 2006; Pedneault ve ark.,

2006; Wani ve ark., 2010). Bu özellikleri nedeniyle mantarların kalp ve damar hastalıkları bulunanların diyetlerinde yer alması özellikle önerilmektedir. Yağ oranının düşüklüğü mantarların kalori değerini de azaltmakta (Çizelge 1 ve 2) ve özellikle kilo sorunu olanlar için ve aynı zamanda sağlıklı beslenmeyi benimseyenler için iyi bir diyet ürünü olmasını sağlamaktadır.

Vitaminler

Mantarlar aynı zamanda iyi bir vitamin kaynağıdır ve özellikle B grubu vitaminler açısından zengindir (Breene, 1990; Chang ve Buswell, 1996; Mattila ve ark., 2001; Wani ve ark., 2010). C vitamini içerikleri de iyi sayılabilir (Sapers ve ark., 1999; Gopal ve ark., 2022; Bhagarathi ve ark., 2023). B vitamini grubundan en çok folik asit (B9), tiamin (B1), riboflavin (B2) ve niasin (B3) önemlidir (Çizelge 5). B5, B6 ve B12 vitaminleri görece olarak daha azdır. D, A ve E vitamini içerikleri ise çok yüksek değildir. A vitamini içeriği karanlıkta kapalı ortamlarda yetiştirilen mantarlarda daha az, buna karşılık açıkta yetişen doğal mantarlarda daha fazladır (Mattila ve ark., 1994). Reis ve ark. (2012) tarafından yapılan E vitamini analizlerinde altı farklı kültür mantarında 100 g taze ürünlerdeki total tokoferol miktarları 1.81 ile 11.16 µg arasında bulunmuş; en yüksek değerler sırasıyla kahverengi *Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes* ve beyaz *Agaricus bisporus*'dan elde edilmiş, ikinci grupta *Pleurotus ostreatus* ve *Pleurotus eryngii* türleri yer almış, en düşük değerler ise *Flammulina velutipes*'de kaydedilmiştir.

Çizelge 5. Üç kültür mantarında 100 g taze ürünlerdeki vitamin miktarları (Mattila ve ark., 2001)

Vitaminler	<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Lentinula edodes</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>
B1 vitamini (mg)	0.05	0.05	0.07
B2 vitamini (mg)	0.39	0.15	0.20
Folate (µg)	35	25	51
Niasin(mg)	3.3	2.6	5.2
B12 (µg)	0.06	0.07	0.05
C vitamini (mg)	1.3	2.1	1.6
D vitamini (µg)	0.02	0.1	0.02

Mineral maddeler

Mantarların mineral madde zengini olduğu bilinmektedir. Kuru maddenin türlere göre %0.62 ile %1.36'sı külden, yani mineral maddelerden oluşur (Çizelge 6). En fazla bulunan makroelement potasyumdur ve ardından fosfor, sodyum ve magnezyum gelmektedir (Çizelge 6). Bu dört element bazı mantarlarda toplam kül içeriğinin yaklaşık %56'sı ile %70'ini oluşturmakta, bazılarında ise tek başına potasyum, toplam külün %45'ini karşılamaktadır (Li ve Chang, 1982). Mantarların potasyum ve fosfor içeriği, sebzelerin tümünden daha yüksektir. Kalač (2009), Avrupa'da en fazla tüketilen yabani mantarlarda kuru maddenin 100 gramında 20-40 g arasında potasyum, 5-10 g arasında fosfor, 1-3 g arasında kükürt, 0.1-0.6 g arasında klor, 0.8-1.8 g arasında magnezyum, 0.1-0.5 g arasında kalsiyum ve 0.1-0.4 g arasında sodyum bulunduğunu ve ayrıca mikroelementlerden çinko, demir ve molibden açısından da zengin olduğunu bildirmektedir. Yüksek potasyum ve düşük sodyum değeri, mantarları yüksek tansiyon hastaları için mükemmel bir yiyecek haline getirmektedir. Mineral

madde içerikleri türler arasında farklılıklar arzettiği gibi kültür mantarlarında yetiştirildikleri kompostun yapısına göre de değişiklik gösterir.

Olumlu özelliklerine karşılık, mantarların bünyelerinde kadmiyum, kurşun, arsenik, bakır, nikel, gümüş, krom ve civa gibi ağır metalleri biriktirdiği birçok kaynakta rapor edilmiştir (Schmitt ve Sticher, 1991; Kalač ve Svoboda, 2000; Svoboda ve ark., 2001; Isildak ve ark., 2007; Lysakowska ve ark., 2023). Bu nedenle, kültür mantarlarının temiz materyal üzerinde yetiştirilmesi ve doğa mantarlarının da temiz alanlardan toplanmasına özellikle dikkat edilmelidir.

Mantarda bulunan önemli bir mineral madde de selenyumdur. Selenyumun lipid hidroperoksitleri ve endojen hidrojen peroksidi yok etmek için gerekli bir enzim olan glutatyon peroksidazın sentezinde önemli rol oynadığı ve iyi bir antioksidan olduğu; bunun yanında başta prostat kanseri olmak üzere antikarsinojenik özellik taşıdığı; sperm hareketliliği için de gerekli olduğu ve fertilitiyi etkilediği bildirilmektedir (Feeney ve ark., 2014). Mantarlardaki selenyum miktarının yabani mantarlarda kültür formlarından daha yüksek olduğu ve ayrıca yetiştikleri ortama bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirtilmektedir (Navarro-Simarro ve ark., 2024). Dolayısıyla kültür mantarı üretiminde kompostun bileşimindeki selenyumu artırarak, yetiştirilen mantarlardaki selenyum içeriğinin yükseltilmesi mümkün görünmektedir.

Çizelge 6. En çok yetiştirilen bazı mantar türlerinde şapka (1), sap (2) ve tüm karpoforun (3) içerdiği mineral madde miktarları (kuru maddede mg/kg) (Vetter, 2019)

Türler	K	P	Mg	Ca	Na	Cu	Zn	Mn	
<i>Agaricus bisporus</i>									
1	39000	12150	1410	1388	699	39.5	64.7	8.31	
2	37182	9120	1088	1818	942	29.2	55.7	6.47	
<i>Pleurotus</i>									
<i>ostreatus</i>									
1	30700	11770	1160	958	140	151	254	8.8	
2	28400	6790	990	1520	188	73	144	6.1	
<i>Pleurotus eryngii</i>									
1	22303	9961	1530	882	792	11.5	68.2	9.9	
2	16659	6562	1264	1008	721	8.9	40.2	5.3	
<i>Lentinula edodes</i>									
1	23200	7412	1341	1148	439	13.2	82.2	21.4	
2	11840	3772	1420	1330	454	8.1	49.9	16.9	
<i>Flammiluna</i>									
<i>velutipes</i>	3	28000	-	1108	324	188	2.7	27	7.0
<i>Volvariella</i>									
<i>volvacea</i>	3	13240	16990	570	4460	2580	160	680	52
<i>Auricularia</i>									
<i>auricula</i>	3	4500	1480	500	3400	104	9	38	-
<i>Coprinus cinereus</i>									
3	32320	11420	360	2140	3380	230	141	140	

Tat ve aroma maddeleri

Gıda maddeleri tüketimi yalnızca açlığı gidermek ve karın doyurmak için yapılmaz ve yapılmamalıdır. Beslenmede alınması zorunlu olan besin maddelerinin sağlanması, biyolojik ve fizyolojik gereksinimlerin karşılanması da söz konusudur. Gıda maddeleri insanın psikolojik durumunun iyileşmesine de katkı sağlamalı, başka bir deyişle beslenirken keyif alınmalıdır. Bu bağlamda yiyecek ve içeceklerin tat ve aromaları önem kazanır. Mantarlar içerdikleri

kendilerine özgü tat ve aromaları ile seçkin ve lezzetli gıda maddelerinin başında gelir. Mantarlara özgü tadı iki özgün amino asit olan aspartik asit ve glutamik asit vermekle birlikte, bunların yanında uçucu ve uçucu olmayan çok sayıda aroma maddesi bulunmaktadır. Taşkın (2013), kuzugöbeği mantarının iki türüne (*Morchella esculenta* ve *Morchella elata*) ait Türkiye kökenli örneklerde tat ve aroma maddelerini araştırdığı bir çalışmada yedisi alkol, yedisi ester, yedisi keton, üçü asit, ikisi aldehit ve birer adedi terpen, fenol, 1-propanamine, geranil linalool ve kinolin olmak üzere toplam otuzbir farklı aroma bileşeni belirlemiştir. Taşkın ve ark. (2013) tarafından yapılan *Ganoderma lucidum* örneklerinde yapılan bir çalışmada da beşi alkol, beşi aldehit, üçü asit, biri fenol ve dördü bunların dışında olan toplam onsekiz farklı aroma maddesi tespit edilmiştir. Taşkın ve ark. (2019) tarafından *Tricholoma anatolicum* (sedir mantarı) ve *Tricholoma caligatum*'un uçucu aroma maddelerinin karşılaştırmalı olarak araştırılması amaçlı yapılan bir çalışmada, *T. anatolicum*'un yeni bir tür olarak tespit edilene kadar *T. caligatum* olarak değerlendirildiği bildirilmiş, her iki *Tricholoma* türünde, toplamda 31 uçucu aroma maddesi belirlenmiştir. Alkol, uçucu asit ve esterler *T. anatolicum*'da, terpenler ise *T. caligatum*'da daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Mantar benzeri kokudan sorumlu olan 1-Octen-3-ol, sadece *T. anatolicum*'da bulunmuştur.

MANTARLARIN TERAPÖTİK DEĞERİ

İlk çağlardan beri bilinmesine ve tıbbi amaçlı olarak neolitik ve paleolitik çağlardan beri kullanılmasına rağmen (Samorini, 2001), mantarların hastalıklardan koruyucu ve iyileştirici etkilerini sağlayan

bileşimlerin araştırılmasına yönelik çalışmalar 1960'lı yıllardan sonra yoğunlaşmıştır (Wani ve ark., 2010). Modern analiz yöntemleri kullanılarak yapılan araştırmalar sayesinde mantarların yüzyıllar boyunca ampirik gözlemlerle belirlenen yararları bilimsel olarak kanıtlanmış; polisakkaritler, fenolik bileşikler ve flavonoidler başta olmak üzere bileşimlerinde bulunan çeşitli biyoaktif bileşikler sayesinde antioksidan, antiviral, antimikrobiyal, antidiyabetik, antikolesterol, antikarsinojen, antibiyotik, antiallerjik, antihiperlipidemik özellik taşıdıkları ve bağışıklık sistemini güçlendirici etkilere sahip oldukları bilimsel olarak gösterilmiştir (Lindequist ve ark., 2005; Chakravarty, 2011; Roupas ve ark., 2012; Gupta ve ark., 2018; Vetter, 2019; Niego ve ark., 2021; Devi ve ark., 2024; Navarro-Simarro ve ark., 2024). Bu dönemde konu ile ilgili binlerce yayın yapılmış; örneğin yalnızca Journal of Agricultural and Food Chemistry dergisinde konu ile ilgili 300'den fazla makale yayınlanmış, buna paralel olarak bir yandan mantarlara, diğer yandan da mantarlardan elde edilen tıbbi açıdan yararlı bileşiklerin gıda takviyesi şeklinde değerlendirilmesine karşı gösterilen ilgi büyük ölçüde artmıştır (Wasser, 2002; Chang ve Buswell, 2003; Chang, 2007).

Mantarların çok büyük bir bölümünde ilaç gibi etki yapan bileşimlerin bulunmasına karşın, bir kısmı yenen bir kısmı yenme özelliği bulunmayan bazı türler tıbbi değeri yüksek olan mantarlar olarak öne çıkmaktadır. Bunların en önemlileri *Coriolus versicolor*, *Flammulina velutipes*, *Ganoderma lucidum*, *Antrodia cinnamomea*, *Grifola frondosa*, *Hericium erinaceus*, *Lentinus edodes*, *Schizophyllum commune*, *Tremella fuciformis*, *Poria cocos*, *Auricularia auricularia*,

Pleurotus ostreatus, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus nebrodensis*, *Agaricus bisporus* ve *Agaricus blazei*'dir (Venturella ve ark., 2021; Bhagarathi ve ark., 2023). Mantarlardan elde edilen ve sağlık bakımından önemli olan bazı biyoaktif kimyasalların isimleri ve elde edildikleri mantar türleri Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 7. Mantarlardan ekstre edilen bazı tıbbi kimyasal bileşikler (Chakravarty, 2011)

Kimyasal maddeler	Yaygın bulunduğu cinsler/türler	Özellikleri
Peptido glikanlar	<i>Lentinula</i> , <i>Schizophyllum</i> , <i>Grifola</i> , <i>Sclerotinia</i>	Tümörlere karşı
Ergosterol	<i>Agaricus blazei</i>	Tümörlere karşı
Lipid fraksiyonları	<i>Grifola</i>	Antioksidan
Steroidler, hidrokininler	<i>Ganoderma pfeifferi</i>	Antibakteriyel
Okzalik asit	<i>Lentinula edodes</i>	Antiprotozoal
Şizofilan	<i>Schizophyllum</i>	Tümörlere karşı
Epikorazin	<i>Podaxis pistillaris</i>	Antimikrobiyal
Ganoderik acid	<i>Ganoderma lucidum</i>	Antiviral (HIV)
Ganodrik asit, lusidadiol	<i>Ganoderma</i>	Antiviral (influenza)
Ligninler	<i>Inonotus obliquus</i>	Antiviral (HIV)
Polisakkaritler	<i>Trametes versicolor</i>	Antiviral (HIV)
Velutin	<i>Flammulina velutipes</i>	Antiviral (HIV)
Illudinler	<i>Omphalotus olearis</i>	Sitotoksik
Triterpenler	<i>Ganoderma concinnum</i>	Apoptosis
Polisakkaritler	<i>Phellinus linteus</i>	Antianjiojenik
Hispolon, hispidin	<i>Indocalamus hispidin</i>	Antiallerjik
Ergosterol peroksit	<i>Tricholoma populinum</i>	Antiallerjik

Mantarların içerdiği tıbbi açıdan yararlı bileşiklerin en önemlileri polisakkaritler, fenolik bileşikler, terpenler ve terpenoidlerdir. Mantarlardaki suda çözünebilen polisakkaritlerin antitümör özelliğine sahip oldukları, yaklaşık elli yıl önceden bildirilmiştir (Yoshioka ve ark., 1975). Çok sayıda yeni bilimsel çalışmada da yenilebilir

mantarlardaki polisakkaritlerin, bağışıklık fonksiyonlarını destekleyici immünomodülatör özelliklerinin ve ayrıca anti-tümör ve antienflamatuvar etkilerinin bulunduğu gösterilmiştir (Abreu ve ark., 2019; Zavadinack ve ark., 2021).

Mantar polisakkaritlerinin içinde en bol ve yaygın olanı D-glukandır. Bunun yanında lentinan ile kitin de mantarlardaki diğer önemli polisakkaritlerdendir ve sağlık açısından önemlidir. D-glukan; α -D-glukan, β -D-glukan şeklinde veya ikisinin karışımı olarak α,β -D-glukan halinde bulunabilir. *Lentinula edodes*'den ekstre edilen lentinanın da antikanser ve antitümör, bağışıklık fonksiyonunu düzenleyici ve interferon oluşumunu uyarıcı birçok fonksiyona sahip olduğu gösterilmiştir (Morales ve ark., 2020; Nakilcioğlu ve Seyhan, 2022). Lysakowska ve ark. (2023), *Lentinula edodes*'in çok iyi bir D-glukan kaynağı olduğuna dikkat çekmişler ve kuru maddenin 100 gramındaki D-glukan içeriğinin şapka kısmında 20.0 g, sap kısmında 25.3 g düzeyinde olduğunu kaydetmişlerdir.

Mantarlarda bulunan bazı proteinler ve peptitler de sağlık için önemlidir. Bu tip biyoaktif mantar bileşiklerinin en önemlilerinin lektinler, immünomodülatör proteinler ve nükleazlar, ribonükleazlar, lakkaz ve ergotionin olduğu bildirilmektedir (Sousa ve ark., 2023). Lektinler insülin sekresyonunu artırır ve kan şekeri seviyelerinin düşürülmesine katkıda bulunur; ek olarak bağışıklık sistemini aktive eder ve hepatoselüler karsinom gibi çeşitli kanser türlerine karşı önleyici etki yaparlar. Bu bileşiklerin en çok *Ganoderma lucidum*'da bulunduğu bildirilmektedir (Lysakowska ve ark., 2023).

Fenoller, flavonoidler ve taninler antioksidant özellikleri ile bilinir ve mantarlarda bol miktarda bulunur. Fenolik bileşikler güçlü

antioksidan özellikler sergiler, serbest radikalleri engeller ve peroksit ayrışmasını, temizleyici reaktif oksijen türlerini sınırlar, oksidasyon reaksiyonlarını katalize eder ve metallerin etkisini bloke eder. Ahmed ve ark. (2023), mantarlardaki baskın fenolik bileşiklerin gallik, kafeik ve p-kumarik asitler olduğunu rapor etmektedir. Mantarlardaki toplam fenolik bileşik miktarının kuru maddede 4 ile 80 mg/kg düzeyleri arasında değiştiği ve en çok *Coprinus comatus*, *Calocybe gambosa* ile *Clitocybe odora*'da bulunduğu bildirilmektedir (Kalač, 2013). Kolaylı ve ark. (2012) tarafından Türkiye'de yapılan bir çalışmada, Trabzon'da doğadan toplanan *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus cornucopiae* ve *Clitocybe geotropa* mantarlarında toplam fenolik bileşik içeriği sırasıyla kuru maddede 2.74, 3.32 ve 7.07 g/kg GAE (gallik asit eşdeğeri) olarak belirlenmiştir. Vetter (2019), Çin'de Wang ve Xu tarafından yapılan bir çalışmada fenolik asit miktarlarının yine kuru maddede g/kg GAE eşdeğeri olarak *Pholiotota nameko*'da 7.31, *Agrocybe cylindracea*'da 5.71, *Lentinula edodes*'de 4.26, *Grifola frondosa*'da 3.78, *Pleurotus eryngii*'de 3.65, *Agaricus subrufescens*'de 2.82 ve *Auricularia auricularia*'da 0.82 olarak belirlendiğini bildirmiştir. Vidović ve ark. (2010) *Boletus edulis* ve *Boletus auranticus*'da toplam fenolik madde miktarlarını sırasıyla 41.82 ve 36.43 mg/kg olarak bulduklarını rapor etmişlerdir. Ülkemizde yürütülen ve doğadan toplanan mantarların kimyasal yapılarının incelendiği bir çalışmada da toplam yirmidört mantar türü arasında en yüksek değerler *Boletus* türlerinde (*Boletus edulis*, *Boletus pseudosulphureus* ve *Boletus erythropus* var. *erythropus*) tespit edilmiştir (Keleş ve ark., 2011). Türkiye'de yapılan bir başka çalışmada da Anadolu'nun Akdeniz bölgesine endemik sedir mantarında

(*Tricholoma anatolicum*) fenolik madde içeriği araştırılmış ve Adana'dan toplanan örneklerde 56 mg/kg toplam fenolik bileşik tespit edilmiştir (Taşkın ve ark., 2018). Bir başka araştırmada Türkiye orijinli Reishi mantarında çalışılmış ve 114.5 mg/kg toplam fenolik madde saptanmıştır (Bozok ve ark., 2016). Yedi farklı kuzugöbeği türünde yapılan analizlerde de toplam fenolik bileşiklerin miktarı 12.36 ile 25.38 µg GAEs/mg ekstrakt arasında bulunmuş, en yüksek değerler *Morchella conica* ve *Morchella esculenta* var. *umbrina*'da tespit edilmiştir (Gürsoy ve ark., 2009). Aynı çalışmada flavanoid içeriklerine de bakılmış ve en yüksek değer *Morchella rotunda* türünden elde edilmiştir (kuersetin eşdeğeri olarak 0.59 µg QEs/ mg ekstrakt).

Mantarlardaki bir diğer biyoaktif bileşik grubu da terpenler ve terpenoidlerdir. Terpenlerin en çok *Ganoderma lucidum* ve *Inonotus obliquus* türlerinde bulunduğu, özellikle bağışıklık sistemi üzerine etkili oldukları ve bunun yanında antiemflamatuvar, antioksidant ve antitümör etkilerinin de var olduğu bildirilmektedir (Venturella ve ark., 2021). Tripterenlerin antiemflamatuvar etkilerinin yanında, Alzheimer de dahil olmak üzere nörodejeneratif hastalıklara karşı ilaç olarak kullanıldığı rapor edilmiştir (Wang ve ark., 2012; Zhang ve ark., 2019). Roupas ve ark. (2012) da mantarların nörodejeneratif hastalıklara karşı yararlı etkilerine değinmekte ve özellikle *Hericium erinaceum*'un demansı engelleme ve ilerlemesini yavaşlatmadaki olumlu etkisini vurgulamaktadır.

Mantarlar aynı zamanda sterolleri de içermektedir ve bunlardan en yaygın olanı D vitamininin provitamini olan ergosteroldür (Lysakowska ve ark., 2023). Ergosterol, UV radyasyonuna maruz kaldığında fotolize uğrayarak D2 vitaminine dönüşür.

Sonuç olarak mantarlar, yukarıdaki özellikleri nedeniyle fonksiyonel gıda konseptine tam olarak uyan ürünler arasında ön sıralarda yerini almıştır. Genelde tüm yaştakiler fakat özellikle orta yaş ve üzerindeki insanlar için çok faydalıdırlar. Et ve süt ürünlerine yakın seviyede proteine sahip olmalarına ve elzem amino asitlerin hemen hemen tamamını içermelerine rağmen düşük pürin içeriğine sahiptirler; bu da metabolik hastalıklardan (gut, romatizma) korunma sağlar, bu hastalıklardan muzdarip kişilerin proteince beslenmesine yardım eder. Çok düşük sodyum içerirler ve yüksek tansiyon hastası kişilerin beslenmesine uygundur. Enerji seviyeleri düşüktür ve kilo aldurmazlar; tersine kilo vermeye yardımcı olurlar. Şeker ve özellikle glikoz düzeyleri düşüktür, buna karşılık daha fazla mannitol içerirler ve bu bakımdan da özellikle şeker hastaları tarafından rahatça tüketilebilirler (Lysakowska ve ark., 2023). Birçok vitamince zengindirler. Bu da farklı temel vitaminlerin günlük ihtiyacının önemli bir kısmının mantar tüketilerek karşılanabileceği anlamına gelir. Yüksek miktarda potasyum ve fosfor içerirler. Ayrıca mantarlar, antioksidan olarak görev yaptığı ve oksidatif gerilimi hafiflettiği belirtilen glutatyon, selenyum ve ergotionin içerirler.

Mantarların sağlığa yararlı özelliklerinin ortaya çıkmasından sonra, tek başlarına tüketimlerinin dışında, çeşitli gıda maddelerine katkı maddesi şeklinde eklenmeleri de gündeme gelmiştir. Günümüzde birçok mantar türü taze olarak bütün veya parçalanmış şekilde, kurutulup öğütüldükten veya liyofilize edilip toz haline getirildikten sonra; sosis, sucuk ve hamburger köftesi gibi çeşitli et ürünlerine; ekmek, makarna, erişte, kek, kurabiye biskui gibi tahıl kökenli yiyeceklere; yoğurt ve peynir gibi süt ürünlerine; balık köfteleri ve

konservelerine; ketçap, salça ve benzeri soslara; çeşitli çorbalara ve hatta bazı içeceklere eklenmektedir (Bulam ve ark., 2019). Bu şekilde kullanılan mantarlar arasında *Agaricus*, *Pleurotus* ve *Tuber* türleri, *Lentinula edodes*, *Auricularia auricula*, *Flammulina velutipes*, *Ganoderma lucidum*, *Terfezia clavaryi*, *Boletus edulis* gibi doğa ve kültür mantarları öne çıkmaktadır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Besleyici değerleri ve tıbbi yararları tartışmasız olan mantarların dünyadaki üretim ve tüketimleri düzenli olarak artmaktadır. 1995’lerde 1.0 kg/kişi/yıl civarında olan dünya ortalama mantar tüketimi 2010’larda 3.5 kg/kişi/yıla yükselmiş, 2020’lerde 4.0 kg/kişi/yıla yaklaşmıştır (Anonymous, 2024a). Özellikle Çin ve Japonya gibi Uzak Asya ülkelerinde tüketim son derecede yüksektir (15-20 kg/kişi/yıl düzeylerinde) ve tüketimin hızla artma eğiliminde olduğu da bildirilmektedir (Anonymous, 2024c). Avrupa ülkelerinin ortalama tüketimi de 3 kg/kişi/yıl civarındadır. Avrupa’da Hollanda (11.6 kg/kişi/yıl), İrlanda (6.1 kg/kişi/yıl), Belçika (4.5 kg/kişi/yıl), en fazla tüketime sahiptir; ardından da İspanya, Almanya, Polonya, İngiltere gelmektedir (Anonymous, 2021b). Türkiye’deki ortalama tüketim ise 2020’li yıllara yaklaşırken ancak 0.8 kg/kişi yıla ulaşabilmiş, 2025’te 1 kg/kişi/yılı aşması öngörülmüştür (Eren ve Pekşen, 2019). Türkiye’de mantar tüketiminin artırılması, bu değerli üründen daha fazla yararlanılmasının gerekliliği açıktır. Bunun gerçekleştirilmesi de çok güç değildir. Çünkü mantar üretimi için çok geniş alanlara gerek yoktur. Dar alanlarda dikey üretim yapılabilir ve birim alandan oldukça yüksek biyolojik verim alınabilir. Küçük işletmeler için fazla bir

yatırım masrafı da gerekmez. Buna karşılık son derece modern işletmelerde, otomasyona dayalı ekonomik üretim yapılması da mümkündür. Ayrıca üretim iklim koşullarına fazlaca bağlı değildir. Kontrollü iklimlendirme yapılarak doğal iklim koşullarının olumsuzluklarından etkilenme riski minimize edilebilir. Üretimde su kullanım etkinliği de başka ürünlere göre oldukça yüksektir. Dolayısıyla mantarlar günümüzün gıda üretimini tehdit eden en önemli üç ana sorun olan ‘arazi kısıtı’, ‘global iklim değişiklikleri’ ve ‘su yetmezliği’ne karşı kullanılabilir ideal bir potansiyel üründür.

KAYNAKLAR

- Abak, K. (1976). Yemeklik mantarın botanik özellikleri ve tarımı. Türkiye Birinci Yemeklik Mantar Kongresi Tebliğleri, Ankara, s. 1–6.
- Abak, K. (2017). Mushroom growing. Lefke Avrupa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programı Ders Notları.
- Abreu, H., Simas, F. F., Smiderle, F. R., Sovrani, V., Dallazen, J. L., Maria-Ferreira, D., Werner, M. F., Cordeiro, L. M. C., and Iacomini, M. (2019). Gelling functional property, anti-inflammatory and antinociceptive bioactivities of β -D-glucan from the edible mushroom *Pholiota nameko*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 122, 1128–1135. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.09.062
- Adeboya, E. A., and Oloke, J. K. (2017). Oyster mushroom (*Pleurotus* species); a natural functional food. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 7(3), 254–264. doi: 10.15414/jmbfs.2017/18.7.3.254-264
- Ahmed, A. F., Mahmoud, G. A. E., Hefzy, M., Liu, Z., and Ma, C. (2023). Overview on the edible mushrooms in Egypt. *Journal of Future Foods*, 3, 8–15. doi: 10.1016/j.jfutfo.2022.09.002
- Ak, E. E., Tùzel, Y., Eren, E., ve Atilla, F. (2016). Türkiye'nin mantar ihracatının değerlendirilmesi. *Türk Tarım–Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 239–243.
- Anonymous (2021a). Kùltür Mantarı Raporu. Ordu Ticaret Borsası Raporu, Ordu.
- Anonymous (2021b). TRIDGE Industry Report: Mushroom. Written by Market Intelligence Team. https://cdn.tridge.com/market_report_report/40/ea/8d/40ea8d79df9592c9434372a6555800b53d57dfc2/210203_Mushroom_Report.pdf

- Anonymous (2024a). FAO Tarım İstatistikleri. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Anonymous (2024b). Mushroom Statistics 2024 by Varieties, Environment, Flavors. Updated April 2004 by Trishita Deb. <https://media.market.us/mushroom-statistics/>
- Anonymous (2024c). Research and Markets Global Edible Mushrooms Market Industry Trends, Opportinitis and Forecasts to 2023. <https://www.researchandmarkets.com/reports /4451952 /global-edible-mushrooms-market-industry-trends>
- Atkins, F. C. (1966). Mushroom growing today. Faber and Faber Ltd., London.
- Bano, Z., and Rajarathnam, S. (1988). *Pleurotus* mushrooms. Part II. Chemical composition, nutritional value, post-harvest physiology, preservation, and role as human food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 27(2), 87–158. doi: 10.1080/10408398809527480
- Barros, L., Baptista, P., Correia, D. M., Morais, J. S., and Ferreira, I. C. F. R. (2007). Effects of conservation treatment and cooking on the chemical composition and antioxidant activity of Portuguese wild edible mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 4781–4788. doi: 10.1021/jf070407o
- Bhagarathi, L. K., Subramanian, G., and da Silva, P. N. B. (2023). A review of mushroom cultivation and production, benefits and therapeutic potentials. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*, 15(2), 001-056.
- Bozok, F., Eker, T., Sezer, G., Bozdoğan, A., Doğan, H. H., ve Büyüklaca S. (2016). *Ganoderma lucidum* metanolik ekstraktının fitotoksik etkilerinin ve antioksidan potansiyelinin araştırılması. *Türk Tarım–Gıda Bilim veTeknoloji Dergisi*, 4(3), 163–170.

- Breene, W. M. (1990). Nutritional and medicinal value of speciality mushrooms. *Journal of Food Protection*, 53, 883–894.
- Bulam, S., Pekşen, A., ve Üstün, N. Ş. 2019. Yenebilir ve tıbbi mantarların gıda ürünlerinde kullanım potansiyeli. *Mantar Dergisi*, 10(3), 137–151.
- Bunyard, B. A. (2021). History of Mushroom Cultivation in America Timeline. FUNGI: Basel, Switzerland, pp. 24–25.
- Chakravarty, B. (2011). Trends in mushroom cultivation and breeding. *Australian Journal of Agricultural Engineering*, 2(4), 102–109.
- Chang, S. T. (2007). Development of the world mushroom industry and its roles in human health. In: Rai, R. D., Singh, S. K., Yadav, M. C., Tewari, R. P. (eds.). *Mushroom Biology and Biotechnology*. Mushroom Society of India, Chambaghat, Solan.
- Chang, S. T. (2008). Overview of mushroom cultivation and utilization as functional foods. In: Peter C. K. (ed.). *Mushrooms as Functional Foods*. Cheung, John Wiley and Sons, Inc., New Jersey.
- Chang, S. T., and Buswell, J. A. (1996). Mushroom Nutraceuticals. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 12, 473–476.
- Chang, S. T., and Buswell, J. A. (2003). Medicinal mushrooms—a prominent source of nutraceuticals for the 21st century. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 1, 257–280.
- Chang, S. T., and Miles, P. G. (2004). *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*, 2nd ed., Boca Raton, FL, USA, CRC Press.
- Chang, S. T., and Wasser, S. P. (2017). *The Cultivation and Environmental Impact of Mushrooms*. Printed from the Oxford Research Encyclopaedia, Environmental Science (c) Oxford University Press, p. 430. doi: 10.1093/acrefore/9780199389414.013.231
- Crisan, E. W., and Sands, A. (1978). Nutritional Value. In: Chang, S. T., Hayes, W. A. (eds.). *The Biology and Cultivation of Edible*

- Mushrooms. Chapter 6, Academic Press, New York, pp. 172–189. ISBN: 9780121680503.
- Devi, P. V., Islam, J., Narzary, P., Sharma, D., and Sultana, F. (2024). Bioactive compounds, nutraceutical values and its application in food product development of oyster mushroom. *Journal of Future Foods*, 4(4), 335–342. doi: 10.1016/j.jfutfo.2023.11.005
- Eren, E., ve Pekşen, A. (2019). Türkiye’de kültür mantarı üretimi ve teknolojik gelişmeler. *Mantar Dergisi*, 10(özel sayı), 225–233.
- Feeney, M. J., Dwyer, J., Hasler-Lewis, C. M., Milner, J. A., Noakes, M., Rowe, S., Wach, M., Beelman, R. B., Caldwell, J., Cantorna, M. T., Castlebury, L. A., Chang, S. T., Cheskin, L. J., Clemens, R., Drescher, G., Fulgoni, V. L., Haytowitz, D. B., Hubbard, V. S., Law, D., Miller, A. M., Minor, B., Percival, S. S., Riscuta, G., Schneeman, B., Thornsbury, S., Toner, C. D., Woteki, C. E., and Wu, D. (2014). Mushrooms and health summit proceedings. *The Journal of Nutrition*, 144(7), 1128–1136. doi: 10.3945/jn.114.190728
- Gopal, J., Sivanesan, I., Muthu, M., and Oh, J. W. (2022). Scrutinizing the Nutritional Aspects of Asian Mushrooms, Its Commercialization and Scope for Value-Added Products. *Nutrients*, 14, 3700. doi: 10.3390/nu14183700
- Gupta, S., Summuna, B., Gupta, M., and Annepu, S. K. (2018). Edible mushrooms: cultivation, bioactive molecules, and health benefits. *Bioactive Molecules in Food*, 1, 1–33.
- Günay A. (1971). Yemeklik Mantar ve Yetiştirme Tekniği. İdeal Matbaası, Ankara.
- Günay, A., Abak, K., ve Koçyiğit, E. (1984). Özel Sebze Yetiştiriciliği. Cilt VI Mantar Yetiştirme. Çağ Matbaası, Ankara.
- Gürsoy, N., Sarıkürkçü, C., Cengiz, M., and Solak, M. H. (2009). Antioxidant activities, metal contents, total phenolics and flavonoids of seven

- Morchella* species. *Food and Chemical Toxicology*, 47(9), 2381–2388. doi: 10.1016/j.fct.2009.06.032
- Haddad, N. A., and Hayes, W. A. (1978). Nutritional factors and the composition of the *Agaricus bisporus* mycelium. *Mushroom Science*, 10, 715–722.
- Hawksworth, D. L. (1991). The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*, 95, 641–655. doi: 10.1016/S0953-7562(09)80810-1
- Hawksworth, D. L., and Lücking, R. (2017). Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. *Microbiology Spectrum*, 5(4). doi: 10.1128/microbiolspec.FUNK-0052-2016
- Hayes, W. A., and Haddad, N. (1976). The food value of the cultivated mushrooms and its importance in industry. *Mushroom J.*, 40, 104–110.
- Hunte, W. (1952). Champignonbau im Haupt und Nebenerwerb. Verlag von Paul Parey, Berlin.
- Hyde, K. D. (2022). The numbers of fungi. *Fungal Diversity*, 114(1). doi: 10.1007/s13225-022-00507-y
- Hyde, K. D., Bahkali, A. H., and Moslem, M. A. (2010). Fungi—an unusual source for cosmetics. *Fungal Diversity*, 43, 1–9. doi: 10.1007/s13225-010-0043-3
- Isildak, O., Turkekul, I., Elmastas, M., and Aboul-Enein, H. Y. (2007). Bioaccumulation of heavy metals in some wild-grown edible mushrooms. *Analytical Letters*, 40(6), 1099–1116. doi: 10.1080/00032710701297042
- Kalač, P. (2009). Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 113(1), 9–16. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.07.077

- Kalač, P. (2013). A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2), 209–218. doi: 10.1002/jsfa.5960
- Kalač, P., and Svoboda, L. (2000). A review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 69, 273–281. doi: 10.1016/S0308-8146(99)00264-2
- Keleş, A., Koca, I., and Genççelep, H. (2011). Antioxidant properties of wild edible mushrooms. *Journal of Food Processing & Technology*, 2(6), 2–6. doi: 10.4172/2157-7110.1000130
- Khan, A. A., Gani, A., Khanday, F. A., and Masoodi, F. A. (2018). Biological and pharmaceutical activities of mushroom β -glucan discussed as a potential functional food ingredient. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 16, 1–13. doi: 10.1016/j.bcdf.2017.12.002
- Kibar, B., ve Pekşen, A. (2007). Ektomikorizanın Tarım ve Ormancılık Bakımından Önemi. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 232–238.
- Kolaylı, S., Sahin, H., Aliyazicioglu, R., and Sesli, E. (2012). Phenolic components and antioxidant activity of three edible wild mushrooms from Trabzon, Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, 48, 137–140.
- Kotowski, M. A. (2019). History of mushroom consumption and its impact on traditional view on mycobiota – an example from Poland. *Microbial Biosystems*, 4(3), 1–13. doi: 10.21608/mb.2019.61290
- Kumar, K. (2015). Role of edible mushroom as functional foods- A review. *South Asian Journal of Food Technology and Environment*, 1(3&4), 211–218.
- Lambert, E. B. (1938). Principles and problems of mushroom culture. *Botanical Review*, 4, 397–426 doi: 10.1007/BF02872538
- Lelley, J., and Schmaus, F. X. (1976). Report on the Ninth International Scientific Congress on the Cultivation of Edible Fungi.

- Li, G. S. F., and Chang, S. T. (1982). Nutritive value of *Volvariella volvacea*. In: Chang, S. T., Quimio, T. H. (eds). Tropical mushrooms –Biological nature and cultivation methods. Chinese University Press, Hong Kong, pp. 199–219.
- Lindequist, U., Niedermeyer, T. H. J., and Jülich, W. D., (2005). The pharmacological potential of mushrooms. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2(3), 285–99. doi: 10.1093/ecam/neh107
- Lintzel, W. (1941). The nutritional value of edible mushroom proteins. *Biochem. Acta*, 308, 413–419.
- Longvah, T., and Deosthale, Y. G. (1998). Compositional and nutritional studies on edible wild mushroom from northeast India. *Food Chemistry*, 63, 331–334.
- Lysakowska, P., Sobota, A., and Wirkijowska, A. (2023). Medicinal Mushrooms: Their Bioactive Components, Nutritional Value and Application in Functional Food Production—A Review. *Molecules*, 28(14), 5393. doi: 10.3390/molecules28145393
- Martínez-Carrera, D. (1998). Oyster mushrooms. In: M. D. Licker (ed.). McGraw-Hill Yearbook of Science & Technology 1999, McGraw-Hill, Inc., New York, pp. 2421–245.
- Mattila, P. H., Piironen V. I., Uusi- R, E. J., and Koivistoinen, P. E. (1994). Vit. D contents in edible mush. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 2449–2453.
- Mattila, P. K., Konko, M., Euroala, J., Pihlava, J., Astola, L., Vahteristo, V., Hietaniemi, J., Kumpulainen, N., Valtonen, V., and Piironen, V. (2001). Contents of vitamins, mineral elements and some phenolic compounds in the cultivated mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(5), 2343–8. doi: 10.1021/jf001525d

- Mau, J. L., Lin, H. C., Ma, J. T., and Song, S. F. (2001). Non-volatile taste components of several speciality mushrooms. *Food Chemistry*, 73(4), 461–466. doi: 10.1016/S0308-8146(00)00330-7
- Miles, P. G., and Chang, S. T. (1997). *Mushroom Biology-Concise Basics and Current Developments*. Singapore: World Scientific, 144.
- Morales, D., Rutckeviski, R., Villalva, M., Abreu, H., Soler-Rivas, C., Santoyo, S., Iacomini, M., and Smiderle, F. R. (2020). Isolation and comparison of alpha- and β -D-glucans from shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) with different biological activities. *Carbohydrate Polymers*, 229, 115521. doi: 10.1016/j.carbpol.2019.115521
- Moxley, A., Ebel, R., Cripps, C. L., Austin, C. G., Stein, M., and Winder, M. (2022). Barriers and Opportunities: Specialty Cultivated Mushroom Production in the United States. *Sustainability*, 14, 12591. doi: 10.3390/su141912591
- Nakilcioğlu, E., ve Seyhan, S. (2022). Shiitake mantarı (*Lentinula edodes*) ve eşsiz biyokaktif bileşeni: Lentinan. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(3), 635–641. doi: 10.28948/ngmuh.1092860
- Navarro-Simarro, P., Gómez-Gómez, L., Ahrazem, O., and Rubio-Moraga, Á. (2024). Food and human health applications of edible mushroom by-products. *New Biotechnology*, 81, 43–56. doi: 10.1016/j.nbt.2024.03.003
- Niazi, A. R., and Ghafoor, A. (2021). Different ways to exploit mushrooms: A review. *All Life*, 14(1), 450–460. doi: 10.1080/26895293.2021.1919570
- Niego, A. G., Rapior, S., Thongklang, N., Raspé, O., Jaidee, W., Lumyong, S., and Hyde, K. D. (2021). Macrofungi as a Nutraceutical Source: Promising Bioactive Compounds and Market Value. *Journal of Fungi*, 7(5), 397. doi: 10.3390/jof7050397

- Olivier, J. M., Laborde, J., Poitou, N., and Houdeau, G. (1991). La culture de champignon. Armand Colin Press, Paris.
- Ortaş, İ. (1997). Mikoriza nedir? *TUBİTAK, Bilim ve Teknik*, 351, 92–95.
- Öztürk, M., Soylu, M. K., Temel, M., Pezikoğlu, F., ve Mısıır Bilen, G. (2019). Türkiye'nin Dünya Mantar Dış Ticaretindeki Yeri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 1(5), 102–107.
- Pedneault, K., Angers, P., Gosselia, A., and Tweddell, R. J. (2006). Fatty acid composition of lipids from mushrooms belonging to the family *Boletaceae*. *Mycological Research*, 110(10), 1179–1183. doi: 10.1016/j.mycres.2006.05.006
- Pinkerton, M. (1954). Commercial mushroom growing. Ernest Bonn Ltd., London.
- Power, R. C., Salazar-García, D. C., Straus, L. G., Morales, M. R. G., and Henry, A. G. (2015). Microremains from El Mirón Cave human dental calculus suggest a mixed plant–animal subsistence economy during the Magdalenian in Northern Iberia. *Journal of Archaeological Science*, 60, 39–46. doi: 10.1016/j.jas.2015.04.003
- Reis, F. S., Barros, L., Martins, A., and Ferreira, I. C. F. R. (2012). Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: An inter-species comparative study. *Food and Chemical Toxicology*, 50(2), 191–197. doi: 10.1016/j.fct.2011.10.056
- Roupas, P., Keogh, J., Noakes, M., Margetts, C., and Taylor, P. (2012). The role of edible mushrooms in health: Evaluation of the evidence. *Journal of Functional Foods*, 4(4), 687–709. doi: 10.1016/j.jff.2012.05.003
- Samorini, G. (2001). New data from the ethnomycology of psychoactive mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 3(2–3), 257–278. doi: 10.1615/IntJMedMushr.v3.i2-3.1670
- Sapers, G. M., Miller, R. L., Choi, S. W., and Cooke, P. H. (1999). Structure and composition of mushrooms as affected by hydrogen peroxide wash.

- Journal of Food Science*, 64, 889–892. doi: 10.1111/j.1365-2621.1999.tb15934.x
- Schmitt, H. W., and Sticher, H. (1991). Heavy metal compounds in soil. In: Merian, E. (ed.). *Metals and their compounds in the environment*. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft, pp. 311–326.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F., Arabacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H.H., Erdoğan, M., Ergül, C.C., Eroğlu, G., Giray, G., Halik Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kıvanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu., ve Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi*. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını, İstanbul, s. 1177.
- Shah, H., Iqtidar, A., and Khalil Jabeen, S. (1997). Nutritional composition and protein quality of *Pleurotus* mushroom. *Sarhad Journal of Agriculture*, 13, 621–626.
- Singer R. (1961). *Mushroom and Truffles: Botany, Cultivation and Utilization*. Leonard Hill. Ltd., London.
- Sousa, A. S., Araújo-Rodrigues, H., and Pintado, M. E. (2023). The health-promoting potential of edible mushroom proteins. *Current Pharmaceutical Design*, 29(11), 804–823. doi: 10.2174/1381612829666221223103756
- Stamets, P. (2024). *Les champignons vont sauver le monde: Les pouvoirs insoupçonnés du mycelium*. Hachette Prat, Paris.
- Svoboda, L., Zimmermannová, K., and Kalač, P. (2001). Concentrations of mercury, cadmium, lead, and copper in the fruiting bodies of the edible mushrooms in an emission area of a copper smelter and a mercury

- smelter. *Science of the Total Environment*, 246(1), 61–67. doi: 10.1016/S0048-9697(99)00411-8
- Taşkın, H. (2013). Detection of volatile aroma compounds of *Morchella* by headspace gas chromatography mass spectrometry (HS-GC/MS). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41(1), 122–125.
- Taşkın, H., Çelik, Z. D., Bozok, F., Cabaroğlu, T., and Büyükalaca, S. (2019). First Report on the Volatile Composition of *Tricholoma anatolicum* in Comparison with *Tricholoma caligatum*. *Records of Natural Products*, 13(6). doi: 10.25135/rnp.122.18.12.1095
- Taşkın, H., Eker, T., Bozok, F., Doğan, H. H., and Büyükalaca, S. (2018). Determination of multiple antioxidant activities of endemic *Tricholoma anatolicum* HH Doğan & Intini collected from Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(11), 1582–1585. doi: 10.24925/turjaf.v6i11.1582-1585.2043
- Taşkın, H., Kafkas, E., Çakıroğlu, Ö., and Büyükalaca, S. (2013). Determination of volatile aroma compounds of *Ganoderma lucidum* by gas chromatography mass spectrometry (HS-GC/MS). *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 10(2), 353–355.
- Tseng, Y. H., and Mau, J. L. (1999). Contents of sugars, free amino acids and free 5'-nucleotides in mushrooms, *Agaricus bisporus*, during post-harvest storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(11), 1519–1523. doi: 10.1002/(SICI)1097-0010(199908)
- Venturella, G., Ferraro, V., Cirlincione, F., and Gargano, M. K. (2021). Medicinal mushrooms: Bioactive compounds, use, and clinical trials. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(2), 634. doi: 10.3390/ijms22020634

- Verger, G. M. (1969). Contribution a l'étude la production de la commercialisation et du controle de champignon de couche. PhD Thesis, Ecole National Veterinaire d'Alfort, France.
- Vetter, J. (2019). Biological values of cultivated mushrooms—A review. *Acta Alimentaria*, 48(2), 229–240. doi: 10.1556/066.2019.48.2.11
- Vidović, S. S., Mujić, I. O., Zeković, Z. P., Lepojević, Ž. D., Tumbas, V. T., and Mujić, A. I. (2010). Antioxidant properties of selected *Boletus* mushrooms. *Food Biophysics*, 5, 49–58. doi: 10.1007/s11483-009-9143-6
- Wang, L. C., Wang, S. E., Wang, J. J., Tsai, T. Y., Lin, C. H., Pan, T. M., and Lee, C. L. (2012). In vitro and in vivo comparisons of the effects of the fruiting body and mycelium of *Antrodia camphorata* against amyloid b-protein-induced neurotoxicity and memory impairment. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 94(6), 1505–19. doi: 10.1007/s00253-012-3941-3
- Wani, B. A., Bodha, R. H., and Wani, A. H. (2010). Nutritional and medicinal importance of mushrooms. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(24), 2598–2604. doi: 10.5897/JMPR09.565
- Wannet, W. J., Hermans, J. H. M., van der Drift, C., and Op den Camp, H. J. (2000). HPLC Detection of Soluble Carbohydrates Involved in Mannitol and Trehalose Metabolism in the Edible Mushroom *Agaricus bisporus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(2), 287–291.
- Wasser, S. P. (2002). Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 60(3), 258–274. doi: 10.1007/s00253-002-1076-7
- Weaver, K. C., Kroger, M., and Kneebone, L. R. (1977). Comparative protein studies (Kjeldahl, Dye Binding, Amino Acid Analysis) of nine strains of *Agaricus bisporus* (Lange) imbach mushrooms. *Journal of Food Sciences*, 42, 364–366. doi: 10.1111/j.1365-2621.1977.tb01499.x

- Wu, Y., Choi, M. H., Li, J., Yang, H., and Shin, H. J. (2016). Mushroom Cosmetics: The Present and Future. *Cosmetics*, 3(3), 22. doi: 10.3390/cosmetics3030022
- Yılmaz, N., Solmaz, I., Türkekul, İ., and Elmastaş, M. (2006). Fatty acid composition in some wild edible mushrooms growing in the Middle Black region of Turkey. *Food Chemistry*, 99(1), 168–174. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.08.017
- Yoshioka, Y., Emori, M., Ikekawa, T., and Fukuoka, F. (1975). Isolation, purification, and structure of components from acidic polysaccharides of *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Quél. *Carbohydrate Research*, 43(2), 305–320. doi: 10.1016/S0008-6215(00)83495-3
- Zavadinack, M., de Lima Bellan, D., da Rocha Bertage, J. L., da Silva Milhorini, S., da Silva Trindade, E., Simas, F. F., Sasaki, G. L., Cordeiro, L. M. C., and Iacomini, M. (2021). An α -D-galactan and a β -D-glucan from the mushroom *Amanita muscaria*: Structural characterization and antitumor activity against melanoma. *Carbohydrate Polymers*, 274, 118647. doi: 10.1016/j.carbpol.2021.118647
- Zeb, M., Ullah, A., Ullah, F., Haq, A., Ullah, I., Badshah, L., and Haq, M. A. (2023). Diversity and biological characteristics of macrofungi of district Bajaur, a remote area of Pakistan in the Hindu Kush range. *Heliyon*, 9(7). doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e17818
- Zhang, X., Zhang, S., Yang, Y., Wang, D., and Gao, H. (2019). Natural barrigenol-like triterpenoids: A comprehensive review of their contributions to medicinal chemistry. *Phytochemistry*, 161, 41–74. doi: 10.1016/j.phytochem.2019.01.017

BÖLÜM 2

BEYAZ ŞAPKALI MANTAR (*Agaricus bisporus*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Doç. Dr. Gökhan BAKTEMUR¹

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sivas, Türkiye gbaktemur@gmail.com ORCID NO: 0000-0002-0362-5108

GİRİŞ

Küresel iklim değişikliği, çeşitli nedenlerle verimli tarım topraklarındaki azalmalar, kuraklık ve tüm bunlara karşın artan nüfus, mevcut tarım ve gıda üretim sistemleri üzerinde bir baskı oluşturmaktadır. Bu faktörler, gıda ve beslenme güvenliğini sadece bölgesel düzeyde değil küresel ölçekte de tehdit etmektedir. Bunlara ek olarak, tarımsal-endüstriyel atıkların yanlış yönetimi ve ürün atıklarının yaygın bir şekilde yakılması, çevre üzerinde olumsuz etki yaratarak halk sağlığını riske atmaktadır. Bu nedenle, gıda ve beslenme güvenliğinin sürdürülebilmesi için tarım ve diğer ilgili sektörlerde atık yönetiminin ve geri dönüşümün iyileştirilmesi kritik önem taşımaktadır. Bu anlamda, mantar yetiştiriciliği atıkları kullanma ve sürdürülebilirliği sağlama, mevsimden bağımsız yetiştiriciliğe imkan sağlama, arazi-toprak ihtiyacı duymama, istihdam sağlama, yetersiz beslenmeyi hafifletme ve aynı zamanda beslenme güvenliğini sağlama potansiyeline sahiptir (Jayaraman ve ark., 2024). Mantarlar, işlenmiş atıklar, bahçe atıkları, testere tozu ve talaş gibi lignoselülozik substratlar üzerinde yetiştirilmektedir. Dolayısıyla, mantar yetiştiriciliği, atık malzemeleri yüksek kaliteli gıdaya dönüştürmektedir (Jayaraman ve ark., 2024).

Mantarların gıda olarak tüketimlerinin yanı sıra, dünya üzerinde çok farklı görevleri de bulunmaktadır. Peynir ve ekmek üretimi gibi çok sayıda endüstriyel kullanımı ile birlikte, doğada organik maddeleri parçalamaktan da sorumludurlar (Usman ve ark., 2021). Mantarların dikkate değer tıbbi ve besin değerleri, tüketimlerini artırmaktadır. Mantarlar; lezzetli tatları, aromaları, diyetetik nitelikleri ve çeşitli tıbbi özellikleri nedeniyle eski zamanlardan beri farklı medeniyetler

tarafından gıda ve ilaç olarak kullanılmaktadırlar (Ng'etich ve ark., 2013; Kakon ve Choudhury, 2015; Martínez-Ibarra ve ark., 2019; Ferdousi ve ark., 2020).

Mantar üretimine mağaralar gibi daha ilkel koşullarda başlanmış, zamanla yenilikçi ve kolay yetiştirme teknolojileri geliştirilmiş ve son 55 yıllık dönemde mantar üretiminde büyük bir sıçrama yaşanmıştır. Mantarlar artık dünyanın hemen hemen her yerinde önem kazanmıştır ve dünyadaki yaklaşık 100 ülke, çoğunlukla *Agaricus bisporus* (beyaz şapkalı mantar), *Lentinula edodes* (shiitake), *Pleurotus* cinsi türleri (istiridye mantarı), *Auricularia auricula-judae* (ağaç-orman kulağı mantarı) ve *Volvariella volvacea* gibi mantar türlerini yetiştirmektedirler (Thakur, 2020). 1990'dan bu yana, dünya mantar endüstrisine odaklanmaya başlamış ve bu da üretiminde hızlı bir artışa neden olmuştur (Rosmiza ve ark., 2016; Raut, 2019; Usman ve ark., 2021). *Agaricus* cinsi, tıbbi ve yüksek besin değerli birkaç yenilebilir türe sahip, makrofungusların en büyük cinslerinden birisidir (Zhang ve ark., 2017). Agaricaceae ailesinin bir üyesi olan *Agaricus bisporus* (JE Lange) Imbach, yetiştiriciliği yapılan mantarlar arasında en üst sırada yer almaktadır (Usman ve ark., 2021). Son yıllarda, bu mantardan tirozinaz ve ergotiyonin izole edilmiş, bu durumda bu mantarı beslenme ve tıbbi amaçlar için daha fazla dikkate değer hale getirmiştir (Usman ve ark., 2021).

Geçtiğimiz yarım yüzyılda, kültür mantarı üretimi dünyada hızlı bir ivme kazanmıştır. 1961 yılında 495.127 ton olan dünya mantar üretimi, son yıllarda artarak 48 milyon tonun üzerine çıkmıştır. Çin 2022 yılında 45 milyon tonun üzerine çıkarak, ilk sırada yer almıştır

(FAO, 2022). Mantar üretiminde söz sahibi olan ùlkeler Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Dünya mantar üretimi

Ùlkeler	Üretim miktarı (ton)
Çin	45 438 559
Japonya	469 491
Amerika Birleşik Devletleri	318 600
Hindistan	280 000
Polonya	256 800
Hollanda	235 000
İspanya	167 030
Kanada	139 090
Fransa	101 800

Ùlkemizde mantar yetiştiriciliğine dair ilk çalışmalara, 1960’lı yılların başında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakùltesi’nde başlanmış, 1963 yılında Ankara’da küçük bir işletmede amatör biçimde ilk özel üretim yapılmıştır (Günay ve Abak, 1976).

Mantar yetiştiriciliği, ùlkemizde özellikle son yıllarda çok hızlı bir gelişme göstermiş ve 2023 yılı itibariyle toplam mantar üretimi 71 bin tonun üzerine çıkmıştır (TÜİK, 2023). Bu üretim miktarının, kayıt altında bulunmayan üretimleri de eklediğimizde daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. Kayıt altında bulunmama nedenleri ise:

- Mantar üreticilerinin mantar yetiştiriciliğini ana bir üretim şekli olarak yapmamaları,
- Yıl içinde düzenli olarak devam etmemeleri,

- Bazen bırakıp tekrar başlamaları, bazen birkaç defa üretim yaparak bırakmaları,
- Bu konuda uzmanlaşmış büyük ölçekli işletmeler yerine küçük işletmelerin ya da kapalı bir alanda aile işletmeciliği şeklinde üretim yapmaları gelmektedir (Baktemur ve ark., 2016).

Türkiye’de mantar üretim miktarı değerleri, yıllara göre Çizelge 2’de sunulmuştur. En fazla mantar üretimi yapan ilimiz Antalya olup, bu ilimizi Ankara ve Isparta izlemektedir (TÜİK, 2023).

Çizelge 2. Türkiye mantar üretiminin illere göre dağılımı

İller	Üretim miktarı (ton)
Antalya	22 835
Ankara	12 352
Isparta	8 339
Afyonkarahisar	6 530
Konya	3 288
İstanbul	2 017
Hatay	1 903

BESİN DEĞERİ

İnsan tüketimi için olan gıda gruplarının çoğu bitkisel veya hayvansal kökenlidir. Mantarlar her ikisinin de üyesi olmayıp, farklı bir alemde yer alırlar. Mantar, alerjisi olanlar dışında yan etkisi olmadan beslenme programında sıkça yer verilebilecek gıda ürünlerinden birisidir ve yaşam kalitesini artırmasıyla ilgili oldukça fazla çalışma bulunmaktadır (Thakur, 2014; Thakur, 2020).

Yenilebilir mantarlar; yüksek protein, karbonhidrat, vitamin ve mineral içeriğine sahip olup, yağ içerikleri düşüktür (Crisan ve Sands, 1978; Mattila ve ark., 2001; Stamets, 2005; Kyanko ve ark., 2013; Bhambri ve ark., 2022; Jayaraman ve ark., 2024). Düzenli olarak tüketilen sebzelerin çoğundan daha yüksek protein içeriğine sahiptirler. Mantarlar, yetişkinler için gerekli olan tüm amino asitleri içerdiklerinden, vejetaryen diyetler için mükemmeldirler. Ayrıca, yenilebilir mantarlarda bulunan çok sayıda biyoaktif bileşiğin, insan sağlığı üzerinde yararlı etkileri bulunmaktadır (Flegg ve Maw, 1976; Gruen ve Wong, 1982; Tagkouli ve ark., 2020; Łysakowska ve ark., 2023; Jayaraman ve ark., 2024).

A. bisporus değerli bir besindir ve aynı zamanda birkaç önemli biyoaktif bileşiğin de kaynağıdır (Khan ve ark., 2015). Geçtiğimiz birkaç yıl içinde *A. bisporus*'dan birkaç önemli biyoaktif bileşik izole edilmiştir (Ruthes ve ark., 2013). *A. bisporus*'da bulunan biyoaktif bileşikler, insan sağlığına katkıda bulunurlar. Birkaç çalışma, çeşitli cilt sorunlarını kontrol ederek yüz güzelliğini artıran belirli bileşenler içerdiklerinden, bu mantarın kozmetik endüstrisindeki rolünü de bildirmiştir (Hou ve ark., 2008; Chang ve Wasser, 2012; Qing ve ark., 2021; Usman ve ark., 2021).

Beyaz şapkalı mantarın besin değerleri Çizelge 3'de sunulmuştur (USDA, 2019). 100 g beyaz şapkalı mantarda %92.4 su, 3.09 g protein, 22 kcal enerji, az miktarda şeker ve yağ bulunması, bu mantarı ideal bir diyet gıdası haline getirmektedir (Leiva ve ark., 2016; Krishnamoorthi ve ark., 2022; Goglio ve ark., 2024). Mantardaki protein miktarı, hayvansal ürünlerdeki kadar yüksek olmamakla beraber, sindirilebilirliği ve kalitesi yüksektir. Beslenmesine dikkat eden kişiler,

protein ihtiyacını karşılarlarken hayvansal gıdalarda bulunan yağı almamak için mantar tüketebilirler (Baktemur, 2021). Beyaz şapkalı mantarına dair bir görsel, Şekil 1’de sunulmuştur.

Çizelge 3. 100 g taze beyaz şapkalı mantarın besin değeri

Su	% 92.4
Protein	3.09 g
Karbonhidrat	3.3 g
Enerji	22 kcal
Yağ	0.34 g
Şeker	2 g
Kalsiyum	3 mg
Demir	0.5 mg
Sodyum	5 mg
Potasyum	318 mg
D vitamini	7 IU
C vitamini	2.1 mg



Şekil 1. Taze beyaz Şapkalı mantar (*Agaricus bisporus*)

EKOLOJİK İSTEKLER

Beyaz Şapkalı mantar yetiştiriciliğinde ekolojik istekler, 2 farklı dönemde incelenmektedir. Birinci dönem, misel gelişim aşaması olarak adlandırılırken, ikinci dönem ise mantarın sap ve Şapka kısmı olan karpoforun oluştuğu aşamadır. Her iki dönemde de sıcaklık, nem ve havalandırma önem arz etmektedir.

Sıcaklık

Beyaz Şapkalı mantar yetiştiriciliğinde ilk aşamada (kompostların mantar üretim odalarına yerleŐtirilmesinden sonra misel sarıp örtü toprağı serimine kadar geçen süre), yani misel gelişim aşamasında oda sıcaklığının optimum 23 ile 25°C arasında olması gerekmektedir. İkinci aşamada, yani örtü toprağı serimi ile üretim bitimine kadar geçen

aşamada ise sıcaklığın ortalama 14 ile 16°C arasında olması beklenmektedir (Baktemur, 2021).

Nem

Oda içerisindeki nem miktarının ilk aşamada, yani misel gelişim aşamasında (yukarıda açıklandığı gibi) %70-80, ikinci aşamada, yani karpofor (sap ve şapkanın tamamına verilen isim) oluşum aşamasında ise nemin artırılarak %80-90'lara çıkarılması gerekmektedir. Her iki dönemde de nemin %70'in altına düşmesi misellerin kurummasına ve gelişmemesine neden olacağı için verim olumsuz etkilenecek, hatta şiddetli durumlarda duracaktır. Ayrıca karpofor oluşum aşamasında, nemin %70'in altına düşmesi durumunda:

- Karpoforların küçük kalması, olması gereken boyutlarına ulaşamaması
- Mantar şapkalarının erken açılması (Mantar şapkalarının açılması, yani sap ve şapka arasındaki bağlantının açılması istenmez. Açılma gerçekleştiğinde mantar su kaybederek pörsüyecek ve sulu yapısını kaybedecektir. Aynı zamanda ağırlığında da kayıplar olacaktır).
- Karpofor üzerindeki kabuk kısmının çatlaması ile meydana gelen ve fizyolojik hastalık olarak değerlendirilen pullanma hastalığına sebep olmaktadır (Şekil 2) (Baktemur, 2021).



Şekil 2. Karpoforun pullanması

Havalandırma

Oda ierisinin havalandırılması misel gelişim aşamasında zaruri bir durum olmazken, karpofor oluşum aşamasında havalandırmaya oldukça fazla ihtiyaç duyulmakta ve zorunlu olmaktadır. Havalandırma üretim odalarında doğal havalandırma ve zorunlu havalandırma olmak üzere iki şekilde yapılabilmektedir.

Doğal havalandırma, normal havalandırma açıklıklarından, temiz hava ile kirli havanın yer değışimi şeklinde uygulanmaktadır. Zorunlu havalandırmada hava hareketi aspiratör, vantilatör gibi aletler yardımıyla yapılmaktadır.

Misel gelişim aşamasında hava içerisindeki karbondioksit oranının %0.12 ve altında olması durumunda, herhangi bir

havalandırmaya ihtiyaç duyulmazken, karpofor oluşum aşamasında karbondioksit oranının %0.06-0.08 arasında olması istenmektedir.

Ancak unutulmamalıdır ki misel gelişim aşamasında, karbondioksit oranının optimum düzeyin üzerine çıkması durumunda, misellerde keçeleşme meydana gelmektedir.

Karpofor oluşum aşamasında ise karbondioksit oranının:

- %0.1 düzeyine çıkması saplarda uzamaya,
- %0.2 düzeyine çıkması şapkada erken açılmaya,
- %0.04-0.4 düzeyine çıkması şapka oluşumunun durmasına neden olmaktadır.

Havalandırma hızının odalarda saniyede 1-2 m'den daha hızlı olması arzu edilmez. Çok hızlı havalandırma, mantarları kurutmaya ve pullanma gibi fizyolojik hastalıklara neden olmaktadır. Oda içerisinde günde en az ortalama 8-10 defa hava değişiminin sağlanması gerekmektedir. Ancak, unutulmamalıdır ki gereğinden fazla havalandırma, oda içerisinde olması gereken sıcaklık ve nem değerini olumsuz etkileyecektir.

Özetle havalandırma zamanı ve şiddeti odaların:

- Büyüklüğüne,
- Sıcaklığına,
- Oda içerisindeki ranza, raf ve torba sayısına,
- Yetiştirilen ırka/suşa
- Çalışan personel sayısına bağlı değişkenlik göstermektedir.

Işık

Beyaz şapkalı mantar yetiştiriciliğinde, ışık gereksinimi bulunmamaktadır. Işığın bulunması, karpofor üzerinde renklenmeye neden olduğu için istenmemektedir. Işık isteği sadece bakım, hasat vb. işlemlerde rahat hareket edebilmek için gereklidir.

MANTAR ÜRETİM ŞEKİLLERİ

Torba ile Üretim

Torba ile üretimde, 40-50 cm çapındaki saydam plastik torbalar içerisine, yaklaşık 9-12 kg arasında kompost konularak yetiştiricilik gerçekleştirilmektedir (Şekil 3). Torba ile üretimin avantajları:

- Kompost içeren torbaların insan gücü ile kolay taşınabiliyor olması,
- Kompost içeren torbaların insan iş gücü ile yerleştirme ve boşaltma kolaylığı,
- Yetiştiricilik sırasında oluşabilecek bir hastalık anında enfekteli torbaların, mantar odasından hızlı bir şekilde çıkarılması olarak sıralanabilir.

Ancak, modern işletmelerde poşetler arasında oluşan boşluklar dezavantaj olarak düşünülmekte ve son yıllarda bu tarz yetiştiricilik özellikle modern işletmelerde tercih edilmemektedir.



Şekil 3. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Merkez Laboratuvarı (OKÜMER) mantar yetiştirme odasında torba ile üretim

Ranza ve Pres Paket Kompost ile Üretim

Modern işletmelerde, pres paket kompostlar tercih edilmektedir. Bu üretim şeklinde, pres paketler 40-50 cm genişliğinde, 25-35 cm uzunluğunda ve 15-20 cm yüksekliğinde, 12-20 kg ağırlığındadır. Mantar kompostları, ranzalara serilerek yetiştiricilik gerçekleştirilmektedir (Şekil 4).

Pres paket kompost ile üretimde nakliye kolay olmakta, fazla sayıda kompost yüklenebilme imkanı bulunmaktadır. Ancak, yetiştiricilik sonrası kompostların odadan çıkarılmaları, torba ile üretime göre daha zordur. Son yıllarda, kompost üretim firmaları genellikle sadece pres paket kompost üretimi yapmaktadırlar.

Yetiştiricilik odasındaki ranzaların dizaynında:

- En alttaki ranzanın yerden yüksekliği en az 25-30 cm,
- En üstteki ranzanın tavanla arasında 75-100 cm,

- Ranzalar arası çalışma alanı olarak, 60-80 cm boşluk bırakılmalıdır.



Şekil 4. Adana'da YB Mantar İşletmesinde ranza ve pres paket kompost ile üretim

YETİŞTİRİCİLİĞİ

Kompost Yapımı

Mantar kompostu üzerine araştırmalar, 1930'ların başına, Waksman'ın çalışmalarına kadar uzanmaktadır (Waksman ve Nissen, 1932; Kertesz ve Thai, 2018).

Kùltür mantarları, tarımsal veya endüstriyel yan ürünler olarak büyük miktarlarda bulunan doğal lignoselülozik substratları parçalayarak büyüyen saprofitlerdir (Kertesz ve Thai, 2018). Beyaz şapkalı mantarda (*Agaricus bisporus*), üretim amacıyla ekim yapılan materyale kompost adı verilmektedir. Kompost, çeşitli materyallerin karıştırılarak, fermantasyona tabi tutulması sonucunda oluşmaktadır (Şekil 5, 6) (Baktemur, 2021).

Agaricus bisporus yetiştiriciliği için kompost hazırlama (yani kompostlaştırma), mantar üretiminin en kritik noktasıdır. Kompostlaştırma sürecinde yer alan birçok faktör arasında, sistemin mikrobiyal ekolojisi kompostlaştırmanın altında yatan itici güçtür ve kompostlaştırma, yönetim tekniklerinden etkilenebilir. Faz II'nin başlangıcındaki pastörizasyon sıcaklığı bakteri topluluğunu ve daha sonra nihai substratın "seçiciliğini" ve besin değerini etkileyebilmektedir (Vieira ve Pecchia, 2018).

A. bisporus, buğday samanı ve at gübresi, azot içeren katkı maddeleri [en yaygın olanları kümes hayvanı gübresi veya sentetik azot (üre veya amonyum nitrat)] ve alçıtaşı kullanılarak termofilik, mikrobiyal bir işleme hazırlanan kompostlaştırılmış bir substrat üzerinde ticari olarak yetiştirilmektedir (Straatsma ve ark., 2000; Chang ve Miles, 2004; Royse ve Beelman, 2016; Kertesz ve Thai, 2018). Kompostlaştırma sürecinde, buğday samanı, diğer hammaddelerle karıştırılmadan önce genellikle 3 ile 10 gün arasında ıslatılmakta (Noble ve Gaze, 1996) ve daha sonra mikrobiyal aktivite nedeniyle kompost sıcaklığının hızla 80°C'ye yükseldiği bir aerobik, termofilik kompostlama (Faz I) dönemine tabi tutulmaktadır (Straatsma ve ark., 2000; Zhang ve ark., 2014). Faz I'in tamamlanması, 14 gün kadar sürebilmekte (Noble ve ark., 2002), ancak 6 güne kadar daha kısa bir sürede de tamamlanabilmektedir (Weil ve ark., 2013; Kertesz ve Thai, 2018).

Faz II'de kompost, komposta düzgün sıcaklık ve hava akışı sağlamak üzere tasarlanmış tünellerde 2 gün boyunca 58-60°C'de tutulmakta (Noble ve Gaze, 1996), ardından kompostun 2-3 gün boyunca 48-51°C'de tutulduğu bir "şartlandırma" veya "kürleme" süreci

gelmektedir (Straatsma ve ark., 2000). Bu süreçte, yoğun bir mikrobiyal aktivite dönemi olmakta ve Faz II'nin sonunda, orijinal hammaddelerdeki selüloz ve hemiselülozun %50-60'ı parçalanmaktadır (Jurak ve ark., 2015). Aynı dönemde, termofilik faz esnasında salınan fazla amonyak, komposttaki mikrobiyal biyokütle tarafından asimile edilmektedir (Miller ve ark., 1991; Wiegant ve ark., 1992; Kertesz ve Thai, 2018).

Kompost yapımını takiben, kompostun hastalık ve zararlılardan arındırıldığı pastörizasyon uygulaması gerçekleştirilmektedir. Kompost yapımında uzman profesyonel işletmelerin, özel pastörizasyon odaları bulunmaktadır. Pastörizasyon sıcaklığı; zararlıları, nematodları ve patojenleri etkisiz hale getirmek için 2-8 saat süresince 57 ile 62°C arasında değişmektedir. Sıcaklık aralıkları, tipik olarak 5-8 gün boyunca 47 ile 48°C arasındadır ve Faz I sırasında oluşan amonyağı gidermek ve *A. bisporus* gelişimini teşvik edebilecek faydalı bir mikrobiyota oluşturmak için gereklidir (Wuest ve Bengtson, 1982; Van Griensven, 1988; Straatsma ve ark., 2000; Chang ve Miles, 2004; Vieira ve Pecchia, 2018).



Şekil 5. Kompost yapımı (Baktemur, 2021)



Şekil 6. Kompost yapımı (Baktemur, 2021)

Pastörizasyonu Tamamlanmış Kompost Özellikleri

- Kompost rengi kahverengi çikolata rengine olmalı,
- Kompostun pH'sı 7 ile 7.5 arasında olmalı,
- Kompostta amonyak kokusu bulunmamalı,
- Nem oranı %60-63 olmalı,
- Azot oranı sentetikte %1.9-2.3, at gübrelide 1.6-1.8 olmalı,
- Karbon/Azot (C/N) oranı 15-16/1 olmalıdır.

Beyaz şapkalı mantar yetiştiriciliği için kompost yapımı, teknik bilgi gerektiren ve zahmetli bir iştir. C/N oranı ile azot oranının doğru ayarlanması, fermantasyonun tamamlanması, amonyak çıkışının bitmiş olması, pastörizasyonun (kompostun hastalık ve zararlılardan arındırılması) doğru şekilde yapılmış olması, kompostlaştırma sürecinin doğru yapılması, kullanılacak malzemelerin temini ve taze olmaları, kompostlaştırma sürecinde mikroorganizmaların doğru çalışması, bu süreçte çıkabilecek sorunların anlaşılması ve çözüm yollarının bilinmesi gibi konular teknik bilgi gerektirmektedir. Ayrıca, kompostlaştırma sürecinde, at gübresi ve tavuk gübresi gibi kompost bileşenlerinden fermantasyon esnasında çıkan kokular yerleşim yerleri için rahatsız edici olmaktadır. Bu nedenle, beyaz şapkalı mantar yetiştiriciliği için kullanılacak kompostun yapım yerinin, yerleşim merkezlerine yakın olmaması gerekmektedir. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda, amatör veya küçük çapta üretim planlayan üreticilere ve profesyonel kompost üretimi yapmayan işletmelere, profesyonel kompost üreten firmalardan hazır kompost satın almalarını tavsiye edebiliriz. Yanlış kompost yapım sürecinin, verimi olumsuz yönde etkileyeceği unutulmamalıdır. Örnek vermek gerekirse,

kompostta olması gerekenden fazla azot bulunursa, mantar üretiminde sürekli misel gelişimi gerçekleşecek, zamanla miseller keçeleşebilecek ve karpofor (mantarın sap ve şapkasına verilen isim, ürün) oluşumuna geçilemeyebilecektir. Bu da verim alamamak anlamına gelmektedir. Diğer bir örnek, kompostta yeterince karbon (C) içeren malzeme eklenmediğinde, mikroorganizma faaliyetleri yeterince gerçekleşemeyecek ve kompostlaşma olamayacaktır. Çünkü mikroorganizmalar karbon ile çalışmaktadırlar. Son bir örnek daha vermek gerekirse, kompostun pastörizasyonu (sterilizasyonu) yeterince ve doğru tekniklerle yapılmazsa, bu kompostlarda yapılan üretimlerde hastalık ve zararlı gelişimleri görülecek ve mantar yetiştiriciliği sürecini ve verimi olumsuz etkileyecek sonuçlar ortaya çıkacaktır.

Tohumluk Misellerin Komposta Ekimi (Aşılama)

Saprofit mantarların çoğunda ana misel kültürlerinin elde edilmesinde, besin ortamı olarak Malt-Agar veya Patates Dekstroz Agar (PDA) besin ortamları kullanılmaktadır. Besin ortamı hazırlığında, kullanılacak olan besin ortamlarının prosedürü takip edilir. Mesela, Malt-Agar besin ortamında 1 litre suya (saf su-bidistile kullanılır) 16 g malt eklenerek, pH 6-6.5 olacak şekilde ayarlanır. Hazırlanan besin ortamı 121°C sıcaklık ve 1.2 atm basınç altında 15 dakika otoklavda sterilize edilir. PDA ortamı hazırlarken, satın alınan hazır PDA'dan 1 litre için kutu üzerinde yazan miktar tartılarak (hazır PDA ortamında agar içerisinde olduğu için tekrar agar eklenmez), yine suya (saf su-bidistlie kullanılır) eklenerek pH ayarlanır ve 121°C sıcaklık ve 1.2 atm basınç altında 15 dakika otoklavda sterilize edilir. Besin ortamı otoklavdan çıkarılarak, steril kabinde soğuması beklenir.

Daha sonra olgunlaşmış mantar sporları alınarak veya hasat aşamasındaki sağlıklı mantarlardan çok küçük parçalar alınarak (Sporlu kısımdan 1 cm veya daha küçük parçalar. Şapkalı mantarlarda sporlar şapkanın altındaki lamellerin içerisinde bulunur) *in vitro* koşullarda, steril kabinde hazırlanmış besin ortamına steril pens ve bistüri ile ekimi gerçekleştirilir. Ayrıca miselin çoğaltılmasında, herhangi bir bulaşıklık içermeyen petrillerdeki misellerden küçük parçalar alınarak, yeni petrilere konular ve ortalama 25°C sıcaklıkta karanlıkta bekletilir. Misellerin besin ortamını sarmasını takiben, tohumluk hale getirilmesinde genellikle buğdaydan faydalanılmaktadır. Bu kapsamda buğdaylar öncelikle, ortalarındaki ayırım kısımları açılmayacak şekilde kaynatılarak kurutulur (Şekil 7, 8). Daha sonra, büyük cam kavanozların, şişelerin veya sıcağa dayanıklı polipropilen torbaların 2/3'ü dolacak şekilde doldurularak 121°C sıcaklık ve 1.2 atm basınç altında 15 dakika otoklavda sterilizasyonu sağlanır. Sterilizasyon sonrası soğuma için beklenir ve akabinde steril kabinde (veya steril bir ortamda) petrillerdeki misellerden parçalar şişe, kavanoz veya torbaların farklı noktalarına steril edilmiş pens veya bistüri ile yerleştirilir (Şekil 9, 10). Son olarak; şişe, kavanoz veya torbalar kapatılarak, 25°C sıcaklıktaki karanlık bir ortamda, misellerin tüm buğday tanelerini sarması beklenir (Baktemur, 2021). Hazırlanan bu tohumluk miseller, kompostlar paketlenmeden farklı şekillerde kompostta karıştırılırlar. Bu karıştırma işlemi manuel olabileceği gibi, otomasyonla da sağlanabilir. Bazı otomasyonlu tesislerde, sıvı olarak üretilmiş tohumluk misel, kompostlara karıştırılabilmektedir. Mantarda misel elde edilmesi ve bunların tohumluk hale getirilmesi, burada verilen bilgilerden de görülebileceği gibi teknik bilgi ve doku kültürü laboratuvarı gibi (steril

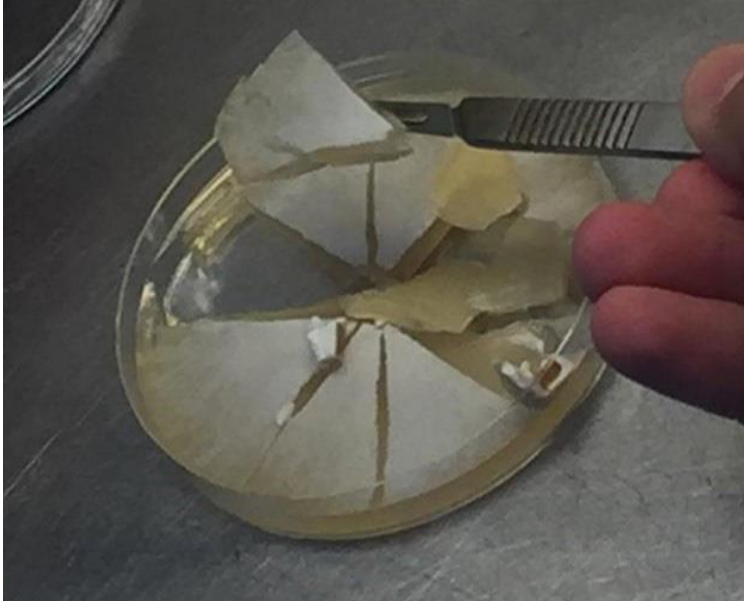
koşulların sağlandığı) alt yapı imkanları gerektirmektedir. Bu nedenle, üreticilere tecrübeli ve güvenilir firmalardan hazır tohumluk misel alımı önerilmektedir. Aynı zamanda, bu tür firmalar tarafından satışa sunulan tohumluk misel ırkları (çeşitleri/suşları) farklı yönlerden iyileştirilmiş olmakta (mesela daha verimli, yüksek sıcaklığa dayanıklı, herhangi bir soruna dayanıklı vb. gibi) ve bu da üretici açısından daha kaliteli ve verimli bir üretimi mümkün kılmaktadır.



Şekil 7. Buğdayların kaynatılma aşaması



Şekil 8. Buğdayların kurutulma aşaması



Şekil 9. Misellerin buğday tanelerine aşılması (Baktemur, 2021)



Şekil 10. Misellerin buğday tanelerine aşılması (Baktemur, 2021)

Birinci Misel Gelişme Aşaması

Beyaz şapkali mantar yetiştiriciliğinde kullanılan kompostlar, başlangıçta kahve renklidir (Şekil 11). Yetiştiricilikte torba ile üretim yapılacaksa, torbaların üst kısmı düzeltilerek kâğıtla, pres paket kompost sistemi ile yetiştiricilik yapılacaksa üst kısımları kağıt veya örtü malzemesi ile kaplanmalıdır (Şekil 12, 13). Bu yolla, sulama yapıldığında kompostların üst yüzeyinin kurumaması ve aynı zamanda kompost yüzeyinin hastalık ve zararlılardan korunmasını sağlar.

Misellerin yayılmasıyla birlikte renk açılır ve misel sarma işlemi tamamlanması ile miseller beyaz sarı bir renk alır (Şekil 14). Misel sarımsı, ortalama 20 günde tamamlanmaktadır (Günay, 1995).



Şekil 11. Torba ile üretimde başlangıç aşamasındaki kompostlar



Şekil 12. Torba ile üretimde kompostlara kağıtların serilmesi (Baktemur, 2021)



Şekil 13. Pres paket kompost ile üretimde kompostlara kağıtların serilmesi



Şekil 14. Torba ile üretimde misel sarımı tamamlanan kompost

Örtü Toprağını Hazırlanması ve Serilmesi

Beyaz şapkalı mantar yetiştiriciliğinde örtü toprağı kullanmak zorunludur. Kullanılmadığında ticari verim elde edilememektedir. Örtü toprağı olarak, genellikle torf kullanılmaktadır. Ancak, son zamanlarda torf kaynaklarında yaşanan azalmalar araştırıcılar tarafından dikkate alınmakta ve torfa alternatif örtü toprakları üzerinde de çalışmalar yürütölmektedir (Noble ve ark., 2023). Torfu, örtü toprağı için uygun yapan özellikleri, gevşek bir yapısının olması, yani misel gelişimine rahat bir ortam sunması, suyu bünyesinde iyi tutabilmesidir (suyu hemen alt kısma göndermiyor, ancak miselleri boğacak kadar da bünyesinde tutmuyor). Beyaz şapkalı mantar yetiştiriciliğinde örtü toprağı, mantarların ihtiyacı olan suyu sağlamak ve kompostun yüzeyini hastalık ve zararlılardan korumak amacıyla serilir. Örtü toprağının ince veya kalın örtölmesi, mantarın sayı ve büyüklüğüne etki etmektedir. Örtü toprağı genellikle 3.5 ile 4 cm arasında bir kalınlıkta serilmektedir (Şekil 15, 16). Eğer örtü toprağı verilen bu değerden daha ince örtölürse, elde edilecek mantar sayısı fazla, ancak mantarlar küçük kalacaktır. Örtü toprağı verilen bu değerden daha kalın örtölürse, mantar çıkışının gecikmesine ve irileşmesine neden olmaktadır. Örtü toprağının serimi sonrası, ilk sulama ile birlikte koruyucu ilaç uygulanması faydalı olabilmektedir. Örtü toprağı seriminden sonra, misel gelişimi örtü toprağında devam eder. Örtü toprağı ile ilgili unutulmaması gereken bir konuda, örtü toprağının steril olmasıdır. Yani, hastalık ve zararlılardan arındırılmış olmalıdır. Aksi halde yetiştiricilik ortamına hastalık ve zararlı taşınacak ve bu durumda üretimi negatif yönde etkileyecektir. Örtü toprağı steril satın alınabileceğı gibi, sonradan da steril hale getirilebilmektedir.

Örtü toprağı seriminden ve örtü toprağında miseller görülmeye başladıktan yaklaşık bir hafta sonra, tırmıklama olarak isimlendirilen bir karıştırma işlemi yapılmalıdır. Tırmıklama işlemi, torbalar üzerinde mantarların homojen bir şekilde çıkışını ve örtü toprağı seriminden sonra yapılan sulama ile oluşan kaymak tabakasının kırılmasını sağlamaktadır. Bu uygulama eldiven giyilerek yapılabileceğı gibi, fırça ya da tarak gibi aletler kullanılarak da gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 15. Torba ile üretimde örtü toprağının serilmesi



Şekil 16. Pres paket kompost ile üretimde örtü toprağının serilmesi

BAKIM

Beyaz Şapkalı mantar yetiştiriciliğinde bakım koşulları oldukça önemlidir.

Yetiştiricilik sırasında gerekli olan bakım koşulları:

- Mantar yetiştirme odaları giriŐinde ilağlı paspas bulundurulması,
- Oda iğerisinin sürekli temiz kalması,
- Hasat sırasında oda içerisinde kök atıkları ve mantar kalıntıları bulundurulmaması,
- Örtü toprağında boşluklar kalması durumunda, steril örtü toprağı ile tekrar doldurulması,
- Üretim odasının zemininin, haftada en az bir kez ve her hasattan sonra, bol su ile temizlenmesi gerekmektedir.

SULAMA

Beyaz şapkalı mantar yetiştiriciliğinde, kompostlar yetiştiricilik yapılan odalardaki raflara kağıt veya örtü malzemesi ile kaplanarak yerleştirilir. Bu dönemde sulama ihtiyacı oda içindeki koşullara göre değişmekle birlikte, 2-3 günde bir yapılmalıdır. Bu dönemde, kağıtlar kurumayacak şekilde sulama yapılmalıdır.

Misel gelişiminin tamamlanması ile birlikte kağıt veya örtü malzemesi kaldırılarak, örtü toprağı serilir ve bu dönemde sulama oda koşullarına göre 2-3 günde bir, hatta bazen günlük yapılmalıdır. Bu dönemde, örtü toprağının yüzeyi kurumayacak şekilde sulama yapılmalıdır.

Mantarın ilk görüldüğü aşama olan primordium döneminde sulama kesinlikle yapılmamalıdır. Aksi halde, bütün mantar taslakları ölecek ve verim alınamayacaktır. Mantar taslakları biraz büyüyüp bezelye, nohut büyüklüğünü aldığı zaman sulamaya tekrar başlanmalıdır. Sulama yapılmasında:

- Sulama, sabah hasat ve bakım işleminden sonra yapılmalıdır. Hasattan önce yapılması durumunda, hasat edilen mantarlar kirlenecek ve ıslanan mantarların raf ömrü kısılacaktır.
- Sulama sırt pompası, pülverizatör başlığı takılmış hortumla veya modern işletmelerdeki gibi sisleme ünitesi ile yağmurlama şeklinde yapılmaktadır (Şekil 17, 18).
- Sulama sonrası, hasada gelmemiş mantarların üzerinde su damlası kalmaması gerekmektedir. Bu durumda, belirli bir süre havalandırma ünitesi çalıştırılmalıdır.
- Sulamada kullanılacak suyun içme suyu kalitesinde olması gereklidir.

- Suyun sıcaklığı oda sıcaklığında olmalıdır.



Şekil 17. Sirt pompasıyla sulama (Baktemur, 2021)



Şekil 18. Sisleme ünitesi ile yağmurlama sulama

HASAT

Beyaz şapkalı mantarlarda hasat boyutu ve zamanı, mantarın değeriendirme şekillerine göre değışmekle birlikte, ortalama 3.5 ile 4

cm arasında şapka çapına ulaşıldığı ve zarın yırtılmamış olduğu (şapka ile sap arasındaki zarın yırtılmadığı ve şapkanın açılmadığı dönem) aşama, en uygun aşamadır. Mantar hasadı, mantarın raf ömrünün kısa olması, hasattan sonra nemini çabuk kaybetmesi ve mantarların ışık görmesi durumunda kısa sürede beyaz renklerini kaybetmeleri sebebiyle sabahları yapılmalı ve hemen satış yapılacak yere gönderilmelidir. Amatör yetiştiriciler veya küçük işletmelerde yetiştiricilikte 4-5 hasat, modern ticari işletmelerde yetiştiricilikte ise 2 hasattan sonra üretim tamamlanarak, yeni üretim için hazırlıklara başlanılır. Çünkü ilk iki hasattan sonra verimin büyük bir kısmı tamamlanmış olacağı için diğer hasatlar yerine yeni kompostların getirilmesi ve süreden kazanılması (yıl içinde daha fazla döngünün tamamlanması) avantajlı görülmektedir. Beyaz şapkalı mantar yetiştiriciliğinde bir üretim döngüsünün tamamlanması; uygun koşullar oluşturulduğunda (ekolojik istekler kısmında anlatılan) misel gelişimi için yaklaşık 2-3 hafta, örtü toprağı seriminden ve tırmıklamadan sonra misel sarımı ve primordium oluşumu için yaklaşık 2-3 hafta ve yaklaşık 1-1.5 ayda hasat süresi olmak üzere yaklaşık 2.5-3 ay olabilmektedir. Kullanılan toplam kompost miktarının yaklaşık %25-30'u kadar alınan verim, ideal verim olarak tanımlanabilmektedir. Mantar hasadı yapılırken dikkat edilecek hususlar:

- Hasat elle veya mekanik olarak yapılabilir,
- Mantar yetiştiriciliği yapılan odalarda hasat, en sağlıklılardan başlanıp, enfeksiyonlu ürünler ve bölgelerin hasadının en sona bırakılması şeklinde yapılır (mantar yetiştirime odalarının günlük gezilerek hastalık kontrolünün günlük yapılması önerilir)

- Mantar hasadı, şapkanın tutularak kendi ekseni etrafında döndürülerek çıkarılması şeklinde gerçekleşir,
- Topraklı kısım bıçakla kesilir,
- Hasat yapılırken kök kırılıp yanlışlıkla toprakta kalırsa kökler mutlaka çıkarılır (içeride bırakılan kökler üzerinde küf vb. istenmeyen bulaşıklıklar gelişerek sonraki verimi tehdit edecektir),
- Hasat esnasında mantar yetiştirme odasının herhangi bir yerine düşen atıkların mutlaka temizlenmesi gerekmektedir. Kesinlikle odada hiçbir atık bırakılmaması (aksi halde hastalık gelişim olabilir) ve yerlerin sodyum hipoklorit içeren su ile silinmesi önerilir.



Şekil 19. Torba ile üretimde hasat aşamasına gelmiş mantarlar



Şekil 20. Pres paket kompost ile üretimde hasat aşamasına gelmiş mantarlar

AMBALAJLAMA VE PAZARLAMA

Mantar hasadı, strafor kaplara veya karton kutulara konularak yapılmaktadır. Mantar yetiştiriciliği yapılmadan önce, pazarı sağlanmalı ve ona göre üretim planlaması yapılmalıdır. Ayrıca, amaca göre;

- Dökme
- Dilimli
- Paketli
- Kurutulmuş şeklinde paketlenmektedir.

Paketleme, genellikle 300 g, 0.5 ve 1 kg plastik veya strafor köpüklere mantarların konulması ve üzerlerinin streç filmle kaplanmasıyla yapılmaktadır. Modern işletmeler, streç filme kaplamada mekanizasyon kullanmakta ve bu da daha iyi paketleme imkanı sunmaktadır. Son zamanlarda gıdaların ambalajlanmasında yenibilir doğal ambalajların kullanımı araştırmaları, mantarlar için de geçerlidir. Ayrıca, mantarlar market ve pazarlarda dökme şeklinde de pazarlanabilmektedir. Bu sayede tüketicisi istediği mantarı (sote için küçük, fırın ya da mangal için daha büyük gibi) seçme imkanı bulabilmektedir. Büyük firmalar mantar konservesi, mantar salamurası veya mantar turşusu ve hazır mantar orbası gibi farklı şekillerde de pazarlama sunmaktadırlar.



Şekil 18. Dökme olarak satışa hazır mantarlar



Şekil 19. Dilimlenerek paketlenmiş mantarlar

MANTAR HASTALIKLARI

Fungal Hastalıklar

Fungal hastalıklar, ticari mantar üretiminde büyük kayıplara neden olmaktadır. Farklı mantar türlerini enfekte eden, farklı rakip küfler ve patojenik mantarlar bulunmaktadır. Kompostta, örtü toprağında ve mantarlarda gözlemlenen fungal hastalıklar; zeytin yeşili küfü (*Chaetomium olivaceum*), mürekkep şapka (*Coprinus* spp.), yeşil küfler (*Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. ve *Trichoderma* spp.), beyaz alçı küfü (*Scopulariopsis fimicola*), kahverengi alçı küfü (*Papulospora byssina*), yalancı domalan (*Diehliomyces microsporus*), yaş kabarcık (*Mycogone pernicioso*), kuru kabarcık (*Lecanicillium fungicola*) ve örümcek ağı (*Cladobotryum dendroides*) olarak sıralanabilir (Aminuzzaman ve ark., 2022).

Örümcek ağı (*Cladobotryum dendroides*): Aminuzzaman ve ark. (2022)'na göre bu hastalıkta, mantar sapında toprağın yüzeyinde kabarık, beyaz, örümcek ağına benzer bir küf oluşmakta, başlangıçta beyaz olan bu yapı, daha sonra pembeye dönmekte, başlıca enfeksiyon kaynakları da toprak, hava, ıslak yüzey ve yüksek nem olabilmektedir. Öztürk ve ark. (2017a)'na göre örümcek ağı hastalığı, mantar yetiştirme odasında bırakılmış kalıntılar nedeni ile oluşabilmekte, örtü toprağı üzerinde ağ görünümde yapılar oluşmakta, enfekteli mantarlar sarımsı kahverengiye dönmekte ve devamında mantarlar komposttan ayrılarak düşmektedir.

Kahverengi alçı küfü (*Papulospora byssina*): Aminuzzaman ve ark. (2022)'na göre bu hastalık, başlangıçta bulanık beyaz görünüm, daha sonra kahverengiye dönüşme olarak tanımlanmakta, çok nemli kompost ve misel sarım esnasında yüksek sıcaklık (28-32°C) gibi

etmenlerin teşvik ettiği bildirilmektedir. Öztürk ve ark. (2017a)'na göre kahverengi alçı hastalığı, kompost ve örtü toprağı üzerinde beyaz miseller, sonrasında rengin kahverengiye dönmesi ve kompostun kahverengi bir örtüyle kaplanması olarak tanımlanmaktadır.

Beyaz alçı küfü (*Scopulariopsis fimicola*): Öztürk ve ark. (2017a)'na göre beyaz alçı hastalığı belirtileri, başlangıçta beyaz ve tüysü gelişim, sonrasında beyaz tozla kaplanmış bir görüntü, az enfekte durumunda misel gelişiminde yavaşlama, şiddetli durumda misel gelişiminde durma, kompostta siyahlaşma ve çürük kokusu olarak tanımlanmaktadır.

Zeytin yeşili küfü (*Chaetomium olivaceum*): Aminuzzaman ve ark. (2022)'na göre bu hastalık, yanlış pastörizasyon ve yetersiz havalandırma sonucu ortaya çıkmakta, kompost hazırlığı esnasında, kompost yapıldıktan sonra ve misel sarımı esnasında görülmekte, başlangıçta beyaz olmakta, daha sonra zeytin yeşiline dönüşüm gözlemlenmektedir. Öztürk ve ark. (2017a)'na göre yeşil zeytin küfü hastalığı, doğru hazırlanmayan ve doğru pastörize edilmemiş kompost kaynaklı olmakta, kompostta beyaz tüy gibi misel parçacıklarının görülmesi, sonrasında koyu yeşil spor kümelerinin oluşması, nemli küf kokusunun yayılması ve misel gelişiminin durması ya da yavaşlaması şeklinde semptomlarla tarif edilmektedir.

Mürekkep şapka (*Coprinus spp.*): Aminuzzaman ve ark. (2022)'na göre bu hastalıkta, küçük ince şapkalı uzun silindirik sap ortaya çıkmakta, siyah mürekkepli sıvıya dönüşmekte ve bu durum kompostta amonyak varlığını göstermektedir. Bu durumda, kompostların amonyaktan arındırılması gerekmektedir. Yani, kompostlar 2 saat boyunca 60°C'de yeniden pastörize edilmeli ve

miseller yeniden aşılmalıdır (Aminuzzaman ve ark., 2022). Öztürk ve ark. (2017a)'na göre mürekkep şapka hastalığında, komposttaki amonyum fazlalığı, kompostun iyi fermente olmaması, pastörizasyon süresinin kısa tutulması kaynaklı misel gelişim döneminde gri renkli amonyak mantarları oluşumu başlamakta ve daha sonra bu mantarlar uzun kırılabilir saplı çan şeklini almakta ve devamında krem renkli şapka mavimsiyah renge dönüşmekte, pullarla kaplanmakta ve mürekkep renginde sıvı salgılamaktadır.

Yeşil küf (*Trichoderma aggressivum*): Aminuzzaman ve ark. (2022)'na göre yeşil küf yanlış pastörizasyon kaynaklı olabilmekte, yüksek nem koşullarında görülebilmekte, misel aşılınmış kompost torbalarında yeşil lekeler şeklinde görülmekte, primordium oluşumunu ve dolayısıyla verimi olumsuz etkilemektedir. Öztürk ve ark. (2017a)'na göre yeşil küf, yüzeyde yeşil küflerin oluşumu şeklinde görülmekte, hijyenik önlemlere dikkat edilmediğinde ve yetiştiricilik odalarında hasat atıkları bırakıldığında rastlanmaktadır.

Yaş kabarcık (*Mycogone pernicioso*): Aminuzzaman ve ark. (2022)'na göre bu hastalık, pastörize edilmemiş kompostta ortaya çıkmakta, erken evrede şişmiş sap ve küçülmüş şapka görüntüsünde olmaktadır. Öztürk ve ark. (2017a)'na göre yaş kabarcık hastalığı, örtü toprağında görülmekte; primordium aşamasında mantarların anormal gelişimi, şekilsiz yığınlar şeklinde, daha ileri aşamada ise kalın sap oluşumu, mantarda kahverengi misel gelişimi ve takibinde çürüme şeklinde kendini göstermektedir.

Kuru kabarcık (*Lecanicillium fungicola*): Aminuzzaman ve ark. (2022)'na göre bu hastalık, şapkada kahverengi lekeler, şiddetli durumda düzensiz yamalarla sonuçlanarak mantarda bozulmalar

şeklinde kendini göstermektedir. Öztürk ve ark. (2017a)'na göre kuru kabarcık hastalığı örtü toprağında görülmekte, erken dönemde primordiumların birleşerek top halini almasına neden olmakta, geç dönemde mantar şapkalarında kahverengi, düzensiz ve yüzeysel şekiller oluşturmakta, şiddetli enfeksiyonda şapkada düzensiz oluşumlar olarak görülmektedir.

Bakteriyel hastalıklar

Kahverengi benek hastalığı (*Pseudomonas tolaasii*):

Aminuzzaman ve ark. (2022)'na göre en yaygın görülen bakteriyel hastalık olup, kalite kayıplarına neden olduğu için her yıl önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır. En sık gözlemlenen belirtileri; şapka üzerinde altın sarısı, sarı-kahverengi veya çikolata kahverengisine dönüşen soluk sarı alanlar veya lekeler olup, sap nadiren etkilenmekte, şapkalar ise hasattan sonra hızlı bozulmakta ve renk değişikliği ile genel olarak kirliliğe dönmemektedir. Belirtiler uzun süre ıslak kalan mantarlarda ve mantarların birbirine temas ettiği yerlerde daha sık görülmektedir (Aminuzzaman ve ark., 2022). Öztürk ve ark. (2017a)'na göre belirtiler; başlangıçta şapkalarda krem renkli lekeler, ileri aşamada lekelerin büyüyerek kahverengileşmesi ve primordium aşamasındaki mantarları kahverengileştirerek ölümüne yol açması, bakteriyel lekelerin bulunduğu yerlerde içe doğru çökmelerin gözlemlenmesi, benzer belirtilere sap kısmında da rastlanması olarak sıralanmış, hasat dönemine yakın sulamalardan sonra şapka yüzeyinin nemli kalması ve oda sıcaklığının 20°C seviyesinde olması nedenler olarak gösterilmektedir.

Viral hastalıklar

Öztürk ve ark. (2017a)'na göre en fazla zarara sebep olan iki virüs hastalığı; La France Isometric Virüs (LIV) ve Mushroom Virüs X (MVX) olarak tanımlanmış, La France belirtileri; miselin örtü toprağını sarmaması veya zayıf sarması, saran misellerin ölmesi, verim kaybı, boş alanların etrafındaki mantarlarda sıkışık oluşum ve buna bağlı şekil bozukluğu, enfekteli mantarların sağlıklılarından daha az spor üretmesi olarak tanımlanmıştır. MVX virüs belirtileri ise kompost yüzeyinde boşlukların oluşması, boş alanlarda bazen mantar oluşumunun gerçekleşmesi, ancak şekillerinin bozuk olması, homojen çıkışın olmaması, şiddetli durumda lamel zarının oluşmaması, spor üretiminin gerçekleşmemesi, enfekteli mantarların kahverengileşmesi, şekil bozuklukları nedeni ile pazarlamada verim kayıpları olarak bildirilmiştir.

MANTAR ZARARLILARI

Zararlılarla ilgili tüm bilgiler özetlenerek Öztürk ve ark. (2017b) çalışmasından alınmıştır.

Beyaz şapkalı mantar yetiştiriciliğinde en fazla soruna yol açan zararlılar, mantar sinekleridir. Bunlar arasında mantar sciarid sinekleri (mantar gnathları) [*Lycoriella* spp. (Diptera: Sciaridae)] koyu renklidirler. Mantar phorid sinekleri (mantar kambur sinekleri) [*Megaselia* spp. (Diptera: Phoridae)] ise normal bir sinek görüntüsündedirler ve kambura sahip olmaları nedeni ile kambur sinekleri olarak da adlandırılır. Larvaları miselleri tüketerek, erginleri ise kuru kabarcık hastalığını taşıyarak zarar verirler. Çoğunlukla

kompost tesislerinden, kompostla gelmektedirler (Öztürk ve ark. 2017b).

Akarlar (Arachnida: Acarina), misellerle beslenmekte, şapkaların çukurlaşmasına, deforme olmasına neden olmaktadır (Öztürk ve ark. 2017b).

Kompostta ve örtü toprağındaki erken dönem nematod bulaşıklığı, miseli tamamen yok edebilmekte ve verimi olumsuz etkileyebilmektedir. İlerleyen aşamalarda, kompostta bölgesel çökmeler ve kötü koku oluşumu görülebilmektedir. Doğru hazırlanmamış, fermante edilmemiş ve pastörize edilmemiş kompostlarda, nematodlara rastlanabilmektedir (Öztürk ve ark. 2017b).

Mantarda günlük hasat olması ve bu durumun tarım ilacının parçalanabileceğı zaman bırakmaması nedeni ile hastalık veya zararlılarla kimyasal ilaçlarla mücadele etmek önerilmemektedir. Son zamanlarda, biyolojik mücadele önerilmektedir. Biyolojik mücadele, bir zararlının başka bir zararlı ile yok edilmesi ya da popülasyonunun azaltılması olarak tanımlanabilir. Bu tür çalışmaların bazı örnekleri, Öztürk ve ark. (2017b) tarafından hazırlanan bir derleme çalışmasında sunulmuştur. Farklı renklerde yapışkan tuzaklarında zararlı mücadelesinde kullanımı gündeme gelmektedir. Bu tuzaklardan da olumlu sonuçlar alınmaktadır.

Mantar yetiştiriciliğinde hastalık ve zararlı sorunu ile karşılaşılması veya en aza indirilmesi için üreticilere şu tavsiyeler verilebilir:

- Doğru yapılmış ve iyi pastörize edilmiş kompost kullanılması
- Temiz tohumluk misel kullanılması
- Steril örtü toprağı kullanılması

- Mantar yetiştiricilik odalarında hijyen koşullarına dikkat edilmesi
- Yetiştiricilik odalarına galoş, tek kullanımlık önlük gibi hijyenik önlemler alınarak girilmesi ya da yetiştiricilik odalarının girişinde ayakkabıların daldırılması için hijyen sağlayıcı sıvıların bulunması
- Yetiştiricilik odalarında hasat atıklarının bırakılmaması
- Hasat esnasında kullanılan bıçak vb. malzemelerin temiz olması
- Yetiştiricilik odalarının nemine ve havalandırılmasına dikkat edilmesi
- Yetiştiricilik odalarında günlük hastalık ve zararlı kontrollerinin yapılması, enfekteli kompostların hızla ortamdaki uzaklaştırılması, zararlı görülmesi halinde popülasyon artmadan tuzak vb. nlemlerin alınması
- Yetiştiricilik odalarına içi olmayanların girmemesi
- Yetiştiricilik odalarında herhangi bir Őey yenilip içilmemesi

KAYNAKLAR

- Aminuzzaman, F. M., Shahi, S., Thapa, S., and Das, K. (2022). Mushroom diseases and their management: A review. In: Recent Advances in Mushroom Cultivation Technology and its Application, Voleme 2, Bright Sky Publications, New Delhi, pp. 1–27.
- Baktemur, G. (2021). Beyaz Şapkalı Mantar (*Agaricus bisporus*) Yetiştiriciliği. Akademisyen Yayınevi, ss. 1–58. ISBN: 978-625-8037-82-1. doi: 10.37609/akya.907
- Baktemur, G., Taşkın, H., ve Büyükalaca, S. (2016). Osmaniye’de Yeni Bir Kültür: Mantar. Her Yönüyle Osmaniye. Stratejik Kalkınmada Kent Değerleri Sempozyumu, 3-6 Mayıs 2016, Osmaniye, Türkiye, ss. 187–194.
- Bhambri, A., Srivastava, M., Mahale, V. G., Mahale, S., and Kumar Karn, S. (2022). Mushrooms as potential sources of active metabolites and medicines. *Frontiers in Microbiology*, 13, 837266. doi: 10.3389/fmicb.2022.837266
- Chang, S. T., and Miles, P. G. (2004). Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect and environmental impact, 2nd edn. CRC Press, Boca Raton. doi: 10.1201/9780203492086
- Chang, S. T., and Wasser, S. P. (2012). The role of culinary-medicinal mushrooms on human welfare with a pyramid model for human health. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 14(2), 95–134. doi: 10.1615/IntJMedMushr.v14.i2.10
- Crisan, E. V., and Sands, A. (1978). Nutritional value of edible mushrooms. In: Chang, S. T., Hayes, W. A. (eds.). The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms. Academic Press, New York, pp. 137–168.
- FAO (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/>

- Ferdousi, J., Al Riyadh, Z., Hossain, M. I., Saha, S. R., and Zakaria, M. (2020). Mushroom production benefits, status, challenges and opportunities in Bangladesh: A review. *Annual Research & Review in Biology*, 34(6), 1–13. doi: 10.9734/arrb/2019/v34i630169
- Flegg, P. B., and Maw, G. A. (1976). Mushrooms and their possible contribution to world protein needs. *Mushroom Journal*, 48, 396–405.
- Goglio, P., Ponsioen, T., Carrasco, J., Milenkovi, I., Kiwala, L., Van Mierlo, K., Helmes, R., Tei, F., Oosterkamp, E., and Pérez, M. (2024). An environmental assessment of *Agaricus bisporus* ((JE Lange) Imbach) mushroom production systems across Europe. *European Journal of Agronomy*, 155, 127108. doi: 10.1016/j.eja.2024.127108
- Gruen, H. E., and Wong, W. M. (1982). Distribution of cellular amino acids, protein, and total organic nitrogen during fruitbody development in *F. velutipes*. I. Growth on sawdust medium. *Canadian Journal of Botany*, 60, 1330–1341. doi: 10.1139/b82-169
- Günay A. (1995). Mantar Yetiştiriciliği. İlke Kitabevi Yayınları, 22, ISBN: 975-7923-15-X.
- Günay, A., ve Abak, K. (1976). Yemeklik Mantarın Botanik Özellikleri ve Tarımı. Türkiye 1. Yemeklik Mantar Kongresi, 23-24 Kasım 1976, Yalova, ss. 1–11.
- Hou, X., Zang, N., Xiong, S., Li, S., and Yang, B. (2008) Extraction of BaChu mushroom polysaccharides and preparation of a compound beverage. *Carbohydrate Polymers*, 73, 289–294. doi: 10.1016/j.carbpol.2007.11.033
- Jayaraman, S., Yadav, B., Dalal, R. C., Naorem, A., Sinha, N. K., Rao, C. S., Dang, Y. P., Patra, A. K., Datta, S. P., and Rao, A. S. (2024). Mushroom farming: A review Focusing on soil health, nutritional security and environmental sustainability. *Farming System*, 2(3), 100098. doi: 10.1016/j.farsys.2024.100098

- Jurak, E., Punt, A. M., Arts, W., Kabel, M. A., and Gruppen, H. (2015). Fate of carbohydrates and lignin during composting and mycelium growth of *Agaricus bisporus* on wheat straw based compost. *PLoSOne*, *10*(10), e0138909. doi: 10.1371/journal.pone.0138909
- Kakon, A. J., and Choudhury, M. B. K. (2015). Nutritional and medicinal perspective of *Hericium* mushroom. *Bangladesh Journal of Mushroom*, *9*(1), 67–75.
- Kertesz, M. A., and Thai, M. (2018). Compost bacteria and fungi that influence growth and development of *Agaricus bisporus* and other commercial mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *102*(4), 1639–1650. doi: 10.1007/s00253-018-8777-z
- Khan, A. A., Gani, A., Shah, A., Masoodi, F. A., Hussain, P. R., Wani, I. A., and Khanday, F. A. (2015). Effect of γ -irradiation on structural, functional and antioxidant properties of β -glucan extracted from button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *31*, 123–130. doi: 10.1016/j.ifset.2015.05.006
- Krishnamoorthi, R., Mahalingam, P. U., and Malaikozhundan, B. (2022). Edible mushroom extract engineered Ag NPs as safe antimicrobial and antioxidant agents with no significant cytotoxicity on human dermal fibroblast cells. *Inorganic Chemistry Communications*, *139*, 109362. doi: 10.1016/j.inoche.2022.109362
- Kyanko, M. V., Canel, R. S., Ludemann, V., Pose, G., and Wagner, J. R. (2013). β -Glucan content and hydration properties of filamentous fungi. *Applied Biochemistry and Microbiology*, *49*, 41–45. doi: 10.1134/S0003683813010080
- Leiva, F., Saenz-Diez, J. C., Martínez, E., Jiménez, E., and Blanco, J. (2016). Environmental impact of mushroom compost production. *Journal of the Sciences of Food and Agriculture*, *96*(12), 3983–3990. doi: 10.1002/jsfa.7587

- Łysakowska, P., Sobota, A., and Wirkijowska, A. (2023). Medicinal mushrooms: their bioactive components, nutritional value and application in functional food production—A review. *Molecules*, 28(14), 5393. doi: 10.3390/molecules28145393
- Martínez-Ibarra, E., Gómez-Martín, M. B., and Armesto-López, X. A. (2019). Climatic and socioeconomic aspects of mushrooms: The case of Spain. *Sustainability*, 11(4), 1030. doi: 10.3390/su11041030
- Mattila, P., Kõnkö, K., Eurola, M., Pihlava, J. M., Astola, J., Vahteristo, L., Hietaniemi, V., Kumpulainen, J., Valtonen, M., and Piironen, V. (2001). Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2343–2348. doi: 10.1021/jf001525d
- Miller, F. C., Macauley, B. J., and Harper, E. R. (1991). Investigation of various gases, pH and redox potential in mushroom composting phase I stacks. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 31(3), 415–425. doi: 10.1071/ea9910415
- Ng’etich, O. K., Nyamangyoku, O. I., Rono, J. J., Niyokuri, A. N., and Izamuhaye, J. C. (2013). Relative performance of oyster mushroom (*Pleurotus florida*) on agro-industrial and agricultural substrate. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(1), 109–116.
- Noble, R., and Gaze, R. H. (1996). Preparation of mushroom (*Agaricus bisporus*) composts in controlled environments: factors influencing compost bulk density and productivity. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 37(1-2), 93–100. doi: 10.1016/0964-8305(95)00072-0
- Noble, R., Grogan, H., Eoghan Corbett, E., and Seymour, G. (2023). The Future of Casing-Review of Casing Materials and Availability of Peat for Mushroom Cultivation.

<https://www.isms.biz/Web/Web/Library/AMGA%20Casing%20Review%20Report%202023.aspx?hkey=ed8c4010-014c-4d47-abc3-c8502276cea2>

- Noble, R., Hobbs, P. J., Mead, A., and Dobrovin-Pennington, A. (2002). Influence of straw types and nitrogen sources on mushroom composting emissions and compost productivity. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 29(3), 99–110. doi: 10.1038/sj.jim.7000292
- Öztürk, N., Basım, E., ve Basım, H. (2017a). Yemeklik Kültür Mantarında (*Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach) Yaygın Görülen Mikrobiyal Hastalıklar. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(1), 112–125.
- Öztürk, N., Basım, E., ve Mamay, M. (2017b). Yemeklik Kültür Mantarı Üretim Alanlarında Görülen Genel Mantar Zararlıları ve Mücadelesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(4), 507–523.
- Qing, Z., Cheng, J., Wang, X., Tang, D., Liu, X., and Zhu, M. (2021). The effects of four edible mushrooms (*Volvariella volvacea*, *Hypsizygus marmoreus*, *Pleurotus ostreatus* and *Agaricus bisporus*) on physicochemical properties of beef paste. *LWT*, 135, 110063. doi: 10.1016/j.lwt.2020.110063
- Raut, J. K. (2019). Current Status, Challenges and Prospects of Mushroom Industry in Nepal. *International Journal of Agricultural Economics*, 4(4), 154–160. doi: 10.11648/j.ijae.20190404.13
- Rosmiza, M. Z., Davies, W. P., Rosniza Aznie, C. R., Jabil, M. J., and Mazdi, M. (2016). Prospects for Increasing Commercial Mushroom Production in Malaysia: Challenges and Opportunities. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 7, 406–415. doi: 10.5901/mjss.2016.v7n1s1p406
- Royse, D. J., and Beelman, R. B. (2016). Six steps to mushroom farming. Penn State Extension, Pennsylvania State University. <https://extension.psu.edu/six-steps-to-mushroom-farming>

- Ruthes, A. C., Rattmann, Y. D., Malquevicz-Paiva, S. M., Carbonero, E. R., Córdova, M. M., Baggio, C. H., Santos, A. R. S., Gorin, P. A. J., and Iacomini, M. (2013). *Agaricus bisporus* fucogalactan: Structural characterization and pharmacological approaches. *Carbohydrate Polymers*, 92, 184–191. doi: 10.1016/j.carbpol.2012.08.071
- Stamets, P. (2005). Notes on nutritional properties of culinary-medicinal mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 7(1-2), 103–110. doi: 10.1615/IntJMedMushr.v7.i12.100
- Straatsma, G., Gerrits, J. P. G., Thissen, J. T. N. M., Amsing, J. G. M., Loeffen, H., and Van Griensven, L. J. L. D. (2000). Adjustment of the composting process for mushroom cultivation based on initial substrate composition. *Bioresource Technology*, 72(1), 67–74. doi: 10.1016/s0960-8524(99)00088-7
- Tagkouli, D., Kaliora, A., Bekiaris, G., Koutrotsios, G., Christea, M., Zervakis, G. I., and Kalogeropoulos, N. (2020). Free amino acids in three *Pleurotus* species cultivated on agricultural and agro-industrial by-products. *Molecules*, 25(17), 4015. doi: 10.3390/molecules25174015
- Thakur, M. P. (2014). Present status and future prospects of tropical mushroom cultivation in India: A review. *Indian Phytopathology*, 67, 113–125.
- Thakur, M. P. (2020). Advances in mushroom production: Key to food, nutritional and employment security: A review. *Indian Phytopathology*, 73, 377–395. doi: 10.1007/s42360-020-00244-9
- TÜİK, (2023). Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr
- USDA, (2019). <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169242/nutrients>
- Usman, M., Murtaza, G., and Ditta, A. (2021). Nutritional, medicinal, and cosmetic value of bioactive compounds in button mushroom (*Agaricus*

- bisporus*): A review. *Applied Sciences*, 11(13), 5943. doi: 10.3390/app11135943
- Van Griensven, L. J. L. D. (1988). The cultivation of mushrooms. Rustington-Darlington Mushroom Laboratories, Sussex, United Kingdom.
- Vieira, F. R., and Pecchia, J. A. (2018). An exploration into the bacterial community under different pasteurization conditions during substrate preparation (composting–phase II) for *Agaricus bisporus* cultivation. *Microbial Ecology*, 75, 318–330. doi: 10.1007/s00248-017-1026-7
- Waksman, S. A., and Nissen, W. (1932). On the nutrition of the cultivated mushroom, *Agaricus campestris*, and the chemical changes brought about by this organism in the manure compost. *American Journal of Botany*, 19(6), 514–537. doi: 10.2307/2436074
- Weil, J. D., Cutter, C. N., Beelman, R. B., and LaBorde, L. F. (2013). Inactivation of human pathogens during phase II composting of manure-based mushroom growth substrate. *Journal of Food Protection*, 76(8), 1393–1400. doi: 10.4315/0362-028x.jfp-12-508
- Wiegant, W. M., Wery, J., Buitenhuis, E. T., and de Debont, J. A. M. (1992). Growth-promoting effect of thermophilic fungi on the mycelium of the edible mushroom *Agaricus bisporus*. *Applied and Environmental Microbiology*, 58(8), 2654–2659. doi: 10.1128/aem.58.8.2654-2659.1992
- Wuest, P. J., and Bengtson, G. D. (1982) Penn State handbook for commercial mushroom growers. The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA.
- Zhang, M. Z., Li, G. J., Dai, R. C., Xi, Y. L., Wei, S. L., and Zhao, R. L. (2017). The edible wide mushrooms of *Agaricus* section Bivelares from Western China. *Mycosphere*, 8, 1640–1652. doi: 10.5943/mycosphere/8/10/4

Zhang, X., Zhong, Y., Yang, S., Zhang, W., Xu, M., Ma, A., Zhuang, G., Chen, G. and Liu, W. (2014). Diversity and dynamics of the microbial community on decomposing wheat straw during mushroom compost production. *Bioresource Technology*, 170, 183–195. doi: 10.1016/j.biortech.2014.07.093

BÖLÜM 3

SHİİTAKE (*Lentinula edodes*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Doç. Dr. Gökhan BAKTEMUR¹

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sivas, Türkiye gbaktemur@gmail.com ORCID NO: 0000-0002-0362-5108

GİRİŞ

Mantarlar, dünya geneline dağılmış yaklaşık 2000 yenilebilir türü içermektedirler ve besin değeri açısından zengindirler (Rathore ve ark., 2019; Mahari ve ark., 2020).

Mantarların, Mısır ve Roma'nın ilk uygarlıkları tarafından özel bir lezzet olarak saygı gördükleri bilinmektedir. Eski Yunanlılar mantarların savaşta savaşçılar için bir güç kaynağı olduğu fikrine inanmış, Romalılar mantarları “Tanrıların Yiyeyeği” olarak düşünmüş, mantarların Jüpiter tarafından atılan yıldırımların sonucu olduğuna inanmışlardır. Mısırlılar Tanrı Osiris'in bir hediyesi olduğuna inanmışlar ve Çinliler mantarı bir sağlık gıdası, bir “yaşam iksiri” olarak değerlendirmişlerdir (Manzi ve ark., 1999; Kour ve ark., 2022). Günümüzde de farklı mantarların tıbbi ve farmasötik özellikleri, mantarların hem geleneksel hem de modern tıpta çok sayıda rahatsızlığın tedavisinde kullanıldığı Avrupa, Çin ve Japonya'da iyi bilinmekte ve rapor edilmektedir (Chang ve Miles, 1992; Jikai, 2002; Seo ve ark., 2003; Kour ve ark., 2022).

Mantarlar, lezzetleriyle olduğu kadar besin değerleriyle de sevilmektedir. Sağlıklı beslenmeye yönelik artan eğilimin ardından mantarlar, zengin besin içerikleri nedeniyle popüler bir yiyecek haline gelmiş ve günlük öğünlere sıklıkla dahil edilmektedirler (Valverde ve ark., 2015). Mantarların kalori ve yağ içeriği düşüktür olup, protein, karbonhidrat ve lif içeriği yüksektir. Dengeli amino asit içeriği nedeniyle özellikle veganlar ve vejetaryenler arasında popülerdir (Öztürk ve Eyiler Kaya, 2022).

Mantar sadece egzotik tadı için değil, aynı zamanda sağladığı faydalar için de sevilerek tüketilen gıdalardan biridir. Taze, salamura,

kurutulmuş, toz haline getirilmiş, konserve vb. gibi çeşitli şekillerde tüketilebilirler. Besinsel ve tıbbi faydaları ve yüksek çıktı ile düşük maliyetli girdisi nedeniyle tarımı girişimciler arasında hızlı bir ivme kazanmıştır (Sharma, 2018; Anonim, 2024). Dünyada en fazla yetiştirilen mantar türleri beyaz şapkalı (*Agaricus bisporus*), shiitake (*Lentinula edodes*) ve istiridye mantarı (*Pleurotus spp.*) olarak bilinmektedir (Mahari ve ark., 2020). Tüketimi en fazla yenilebilir mantar türleri ise sıralama olmaksızın beyaz şapkalı mantar, portobello, shiitake, maitake (*Grifola frondosa*), istiridye mantarı ve enoki (*Flammulina velutipes*) mantarlarıdır. Tüm bu mantar türleri, tarımsal atıklar gibi çok çeşitli lignoselülozik atıklardan oluşan bir substrat kullanılarak üretilmektedir (Pérez-Chávez ve ark., 2019; Shimira ve ark., 2022). Lignoselülozik atıkların değerlendirilmesi, mantar üretimi yoluyla büyük ölçüde geliştirilmektedir. Mantar substratı olarak kullanılan saman ve talaş gibi bazı lignoselülozik malzemeler lignin, hemiselüloz ve selüloz bakımından zengindirler. Bununla birlikte, mantar türlerine bağlı olarak, mantarların yüksek verimli üretimi için belirli substrat türleri daha ön plana çıkmaktadır (Atila, 2019a; Shimira ve ark., 2022).

Atık mantar substratı, kullanılmış mantar substratı veya kullanılmış mantar kompostu olarak da bilinir ve mantar yetiştiriciliğinin bir yan ürünüdür (Phan ve Sabaratnam, 2012; Grujić ve ark., 2015). Ülkemizde ve dünyada çok sayıda araştırmacı değişik tarımsal atık kullanarak farklı mantar türlerinde yetiştiricilik denemeleri yapmakta ve üreticilere tavsiyeler vermektedirler: Bazı örnekler olarak: *A. bisporus* (Jasiūnas ve ark., 2017; Kojić ve ark., 2021) (*A. bisporus*'un, yani beyaz şapkalı mantarın diğer türlerden farklı bir

üretim şekli olmakta ve kompost üretimi fermentasyon gerektirmekte, belirli standart yöntem ve reçeteler oluşturulmaktadır), *L. edodes* (Özçelik ve Pekşen, 2007; Viotto ve ark., 2018; Atila, 2019b; Baktemur ve ark., 2020; Baktemur ve ark., 2022a), *Pleurotus* türleri (Pekşen ve Küçükumuzlu, 2004; Grover ve ark., 2015; Kara ve ark., 2023), *P. eryngii* (Luo ve ark., 2018; Xiao ve ark., 2018; Atila, 2019a; Akyüz ve Kırbag, 2022; Baştuğ ve ark., 2022), *P. florida* (Sethumadhavan ve Selvan, 2018; Huang ve ark., 2019), *Flammulina velutipes* (Luo ve ark., 2018), *G. frondosa* (Aydın ve ark., 2021; Kara ve ark., 2021), *Ganoderma lucidum* (Hal ve ark., 2021), *G. carnosum* (Baktemur ve ark., 2022b), *Pholiota nameko* (Daşdelen ve ark., 2022).

Japonca adı olan Shiitake mantarı, shii ağacı (*Castanopsis cuspidate* Schottky) ile ilişkili mantardan ve Japonca mantar anlamına gelen take kelimesinden türemiştir. Japonya bu mantar türünü yaygın olarak üreterek tükettiği için, mantar artık yaygın olarak bu isimle bilinmektedir. Bu mantar türü, uzak doğu ülkelerinde (örneğin Japonya, Çin, Kore) binlerce yıldır gıda ve ilaç olarak bilinmekte ve kullanılmaktadır. MS 199 yılında Japonya'nın yerli kabilelerinden Kyusuyu, Japon İmparatoru Chuai'ye bir shiitake mantarı ikram etmiştir. Daha da eski belgeler, “ko-ko” veya “hoang-mo” olarak anıldığı, antik Çin'de kullanıldığını kaydetmektedir (Hobbs, 1995; Wasser, 2005).

Shiitake mantarının Sung Hanedanlığı (960-1127) döneminde, Çin'de bilindiği, hem tarih hem de efsaneler, shiitake yetiştiriciliğinin öncüsü olarak Wu San Kwung'u göstermektedir. Çin'de mantar yetiştirilen çoğu yerde onun onuruna bir tapınak bulunmaktadır (Miles ve Chang, 1997; Wasser, 2005). 1313 yılında Çinli yazar Wang Cheng,

Tarım Kitabı'nda shiitake yetiştirme tekniklerini kaydetmiştir. Uygun bir alanın ve aletlerin nasıl seçileceğini ve üzerinde mantar yetiştirilebilecek ağaçların nasıl kesileceğini anlatmıştır. Temel yöntemleri aşağıdaki gibi özetlemiştir: kabuğu bir balta ile kesin ve kütükleri toprakla örtün, 1 yıl sonra toprağın üstünü örtün ve sık sık sulayın, mantar üretimini teşvik etmek için kütükleri tahta bir sopayla dövün, mantarlar yağmurdan sonra ortaya çıkacaktır (Miles ve Chang, 1997; Przbylowicz ve Donoghue, 1990; Wasser, 2005).

Shiitake mantarı, yüksek besin (Li ve ark., 2013, 2018), tıbbi ve sağlık değerlerine sahip (Rahman ve Choudhury, 2012) kendine özgü yenilebilir bir mantardır. Çin, dünyanın en büyük shiitake mantarı üreticisi, tüketicisi ve ihracatçısı haline gelmiştir. Çin “Yenilebilir Mantar Birliği”nin istatistiksel verilerine göre, shiitake mantarının endüstriyel üretimi son yıllarda hızlı bir büyüme göstermiş ve 2021 yılında Çin'deki shiitake mantarı yaklaşık 12.9 milyon tona ulaşmış, dünyadaki toplam üretimin %90'ından fazlasını oluşturmuştur (CEFA, 2022; Wang ve ark., 2024). Shiitake mantarı, hem yurt içinde hem de yurt dışında sahip oldukları önemli pazar potansiyeli nedeniyle, sıklıkla “mantarların kraliçesi” olarak anılmaktadır. Bilinen tıbbi özellikleri nedeniyle, değerli olan lezzetli kahverengi sporokarp üretimleriyle ünlüdürler. Çin geleneksel ve alternatif tıbbında shiitake mantarının, dayanıklılığı artırdığına, soğuk algınlığını tedavi ettiğine, dolaşımı iyileştirdiğine ve erken yaşlanmayı önlediğine inanılan bir “yaşam iksiri” olarak adlandırıldığı bilinmektedir (Paengkanya ve ark., 2024).

BESİN DEĞERİ

Shiitake mantarının, besin değerleri Çizelge 1'de sunulmuştur (USDA, 2019). 100 g shiitake mantarının içeriğinde %89.7 su, 2.24 g protein bulunmakta, 34 kcal gibi düşük kalori ve yağ içeriği nedeniyle kilo vermek isteyen kişiler için ideal bir gıda olmaktadır (Şekil 1).

Çizelge 1. 100 g taze shiitake mantarının besin değerleri

Su	% 89.7
Protein	2.24 g
Karbonhidrat	6.79 g
Enerji	34 kcal
Yağ	0.49 g
Şeker	2.4 g
Lif	2.5 g
Kalsiyum	2 mg
Demir	0.41 mg
Sodyum	9 mg
Potasyum	304 mg
D vitamini	18 IU



Şekil 1. Taze shiitake mantarları

SHİITAKE MANTARI YETİŞTİRİCİLİĞİ

Shiitake mantarı yetiştiriciliği, ağaç kütükleri ve bitkisel atıklar kullanılarak yapılmaktadır.

Shiitake mantarı yaklaşık 1000 yıl önce kütükler üzerinde yetiştirildiğinden bu yana, kütük yetiştiriciliği en yaygın yetiştirme yöntemi olmuş, ancak bu son yıllarda değişime uğramıştır. Plastik torbalara doldurulmuş talaş kullanılarak, shiitake'nin torba yetiştiriciliği, yirminci yüzyılın başlarında geliştirilmiş ve birçok shiitake yetiştiricisi kısa üretim döngüsü ve sermayenin hızlı geri dönüşü nedeniyle torba yetiştiriciliğine geçmiştir (Tokimoto, 2005).

Bu nedenle, üreticiler için bitkisel atıklar kullanılarak torbada shiitake yetiştiriciliği anlatılacaktır.

BİTKİSEL ATIKLAR

1990'lı yıllardan bu yana, geleneksel yetiştiricilik sistemi yavaş yavaş lignoselülozik substratlar ile plastik torbaların kullanıldığı daha pratik bir yöntem bırakmıştır (Oei, 2003, Chang ve Miles, 2004, Chen, 2005; Mata ve Savoie, 2018). Shiitake yetiştiriciliği için geleneksel olarak sert ağaçlar kullanılmakta (Chang ve Miles, 1989, Kozak ve Krawczyk, 1993, Sobata ve Nall, 1994; Mata ve Savoie, 2018), ancak daha önce de belirtildiği gibi, daha verimli ve hızlı bir sistem olan plastik torbalarla yetiştiricilikte zenginleştirilmiş talaşlı bir alt tabaka kullanılmaya odaklanılmıştır (Przybylowicz ve Donoghue 1988, Chen, 2005). Bu yöntem kısa sürede ve küçük alanlarda, nispeten yüksek verim potansiyeline sahip olmaktadır (Chen, 2005; Mata ve Savoie, 2018).

Çin başı çekmekle birlikte; Japonya, Kore, ABD, Meksika, Brezilya, Fransa ve İspanya gibi farklı ülkelerde de shiitake üretimi yapılmaktadır (Royse ve ark., 2017). Meksika'da *L. edodes* üretimi ile ilgili *Carpinus* sp. (gürgen), *Bursera* sp. (Güney Amerika'da yaygın bir ağaç), *Alnus* sp. (kızılağaç), *Quercus* sp.(meşe), *Eliocarpus* sp. (ekmek ağacı) ve *Jacaranda* sp. gibi farklı ağaçlardan elde edilen talaşlar üzerinde çalışmalar yapılmıştır (Mata ve ark., 1990; Morales ve Martínez-Carrera, 1991; Morales ve ark., 1991; Curiel Pérez ve ark., 2012; Manero Colín ve ark., 2012; Martínez-Guerrero ve ark., 2012). Kahve posası, şeker kamışı küspesi ve bağ atıkları gibi tarımsal atıklar üzerinde de testler gerçekleştirilmiştir (Mata ve Gaitán-Hernández, 1992, 1994, Salmones ve ark., 1999; Gaitán-Hernández ve ark., 2006). Shiitake yetiştiriciliğinde, ülkemizde de son yıllarda çalışmalar artarak

devam etmektedir (Özçelik ve Pekşen, 2007; Atila, 2019c; Baktemur ve ark., 2020; Baktemur ve ark., 2022b; Atila ve Çetin, 2024).

Bazı örnek araştırmalar aşağıda sunulmuştur:

Özçelik ve Pekşen (2007):

Fındık kabuğu

%25 fındık kabuğu : %75 buğday samanı

% 50 fındık kabuğu : %50 buğday samanı

%75 fındık kabuğu : %25 buğday samanı

%75 fındık kabuğu : %15 buğday samanı : %10 buğday kepeği

%25 fındık kabuğu : %75 kayın talaşı

%50 fındık kabuğu : %50 kayın talaşı

%75 fındık kabuğu : %25 kayın talaşı

%75 fındık kabuğu : %15 kayın talaşı : %10 buğday kepeği

%80 kayın talaşı : %10 buğday kepeği : %10 darı

%60 kayın talaşı : %20 buğday samanı : %20 buğday kepeği

Baktemur (2020)

Meşe talaşı

3 meşe talaşı + 1 buğday kepeği

3 kavak talaşı + 1 buğday kepeği

3 buğday sapı + 1 buğday kepeği

1 meşe talaşı + 1 kavak talaşı + 1 buğday kepeği

1 meşe talaşı + 1 buğday sapı + 1 buğday kepeği

3 yer fıstığı kabuğu + 1 buğday kepeği

3 mısır koçanı + 1 buğday kepeği

3 asma budama atığı + 1 buğday kepeği

1 meşe talaşı + 1 yer fıstığı kabuğu + 1 buğday kepeği

1 meşe talaşı + 1 mısır koçanı + 1 buğday kepeği

1 meşe talaşı + 1 asma budama atığı + 1 buğday kepeği

Bu kitap bölümünün yazarının Doktora tezi olan bu çalışmada, verim açısından en yüksek sonuç, 1 meşe talaşı + 1 buğday sapı + 1 buğday kepeği ortamında, en düşük 1 meşe talaşı + 1 yer fıstığı kabuğu + 1 buğday kepeği, 3 yer fıstığı kabuğu + 1 buğday kepeği ve 1 meşe talaşı + 1 asma budama atığı + 1 buğday kepeği ortamlarında belirlenmiştir. Genel itibarı ile verimde buğday sapı avantajlı, yer fıstığı kabuğu ise dezavantajlı görünmektedir. Yine üreticiler açısından önemli olabilecek, daha erken ürün almaya yönelik parametre olan misel gelişim süresi, en hızlı 3 mısır koçanı + 1 kepek ortamında, en yavaş 1 meşe talaşı + 1 kavak talaşı + 1 kepek ortamında gerçekleşmiştir. Erkencilik açısından, mısır koçanı avantajlı görünmektedir. Mantarların beslenmede içerdikleri protein açısından öne çıktıkları düşünüldüğünde, protein içeriği açısından en yüksek sonuçlar 1 meşe talaşı + 1 buğday sapı + 1 buğday kepeği ve 3 mısır koçanı + 1 buğday kepeği ortamlarında, en düşük 1 meşe talaşı + 1 mısır koçanı + 1 buğday kepeği ve meşe talaşı + 1 yer fıstığı kabuğu + 1 buğday kepeği ve meşe talaşı ortamlarında tespit edilmiştir. Üreticiler açısından önem arz edecek bu parametreler bir arada değerlendirildiğinde: 1 meşe talaşı + 1 buğday sapı + 1 buğday kepeği, 3 mısır koçanı + 1 buğday kepeği ve 3 buğday sapı + 1 buğday kepeği ortamları avantajlı görünmektedir.

Desisa ve ark. (2023)

%100 şeker kamışı küspesi

%80 şeker kamışı küspesi, %20 inek gübresi

%80 şeker kamışı küspesi, %20 at gübresi

%80 şeker kamışı küspesi, %20 tavuk gübresi

%80 şeker kamışı küspesi, %20 pamuk tohumu kabukları

%80 şeker kamışı küspesi, %20 şeker kamışı yan ürünü - filtre keki

%80 şeker kamışı küspesi, %20 şeker kamışı atığı

Yetiştiricilik Ortamlarının Sterilizasyonu ve Misel Aşılama

Mantar üretiminde ticari düzeyde misel çoğaltımı ve tohumluk misel elde edilmesi teknik bilgi ve doku kültürü laboratuvarı alt yapısı gerektirmektedir. Mantar sporlarının çoğaltımı ve tohumluk misel haline getirilmesi titiz bir süreçtir. Bu nedenle, üreticilere genellikle hazır tohumluk misel alınması önerilmektedir. Öncelikle, sporların hijyenik koşullarda bulaşıklık olmadan saf olarak mantarlardan alınması ve çimlenerek misel haline getirilmesi gerekmektedir. Sonrasında, misel çoğaltımı için ana misel kültürleri elde edilir. Elde edilen bu ana misel kültürlerinden 1 cm ya da daha küçük parçalar alınarak besin ortamlarına konularak miseller çoğaltılabilmektedir. Besin ortamlarında misel sarımı için, kültürler karanlık koşullarda 25⁰C'de bekletilmektedir. Misel sarım süresi türlere göre değişmekte, çoğu türde yaklaşık 2 haftada misel sarımı gerçekleşmektedir. Besin ortamı olarak, farklı besin ortamları kullanılabilir. Birlikte, en yaygın kullanılan besin ortamı Patates Dekstroz Agar (PDA)'dır. Besin ortamı doku kültürü laboratuvarı alt yapısında, her besin ortamına özgü protokolün takip edilmesi yoluyla hazırlanmakta ve 121°C'de 1.2 atm basınç altında 15 dakika otoklavda steril edilmektedir. İçerisine eklenen agar donmadan, biraz soğuyunca laboratuvarda steril kabinlerde, steril petrilere dökülerek donması beklenmektedir. Misel çoğaltımı, bu besin

ortamlarında yapılmaktadır. Her tür için kullanılacak besin ortamını ve hazırlama protokolünü ilgili kitaplardan ve bilimsel çalışmalardan öğrenmek mümkündür. Shiitake mantarı için PDA besin ortamı, başarılı misel çoğaltımında yeterli olmaktadır. PDA besin ortamı hazır satın alınabilmekte, kutu üzerinde yazan miktarın hazırlanacak kadar besin ortamına göre tartılıp, saf suya karıştırılması yoluyla hazırlanmaktadır (örneğin 1 litre suya 39 g gibi). Çoğaltılan misel kültürleri, direkt olarak tohumluk olarak yetiştiricilik substratlarına eklenemeyeceği için, tohumluk hale getirilmesinde buğday, arpa, yulaf ve mısır daneleri gibi yardımcı malzemelerden destek alınmaktadır. Hangi tür için hangisinin kullanılacağı, çalışmalarca belirlenmekte, yaygın olarak buğday daneleri kullanılmaktadır. Bu amaçla buğday daneleri belli bir süre kaynatılmakta, temiz bir ortamda kurutulmaktadır. Sonrasında, polipropilen plastik şişeler (mesela 500 mL) veya otoklava dayanıklı torbalara, torbaların 1/4'ü boş kalacak şekilde doldurulmaktadır. Bir kısmı boş bırakmanın nedeni, misel sardırmada arada bir poşetlerin sallanarak tüm danelerde misel sarımının gerçekleştirilmesidir. Kuru ağırlık bazında %95 buğday tanesi, %4 alçı taşı ve %1 kalsiyum karbonat ile şişelerin dörtte üçü dolu olarak doldurulan poşetler, otoklavda 121°C'de 1.2 atm basınç altında 60-80 dakika arasında steril edilip, soğumaya bırakılmaktadır (Desisa ve ark., 2023). Doku kültürü laboratuvarında steril kabinde veya steril bir alanda, petrielerde gelişen misellerin steril bir ekipmanla (pens, bisturi gibi) parçalara ayrılarak, buğday daneleri dolu torbaların farklı noktalarına konulması ile tohumluk misel elde edilmesi süreci gerçekleştirilmektedir. Bu torbalar, karanlık koşullarda 25°C sıcaklıkta tutulmakta, arada bir sallanarak tüm danelerde misel sarımı

gerçekleşmesi sağlanmaktadır. Bu süreç dikkat, titizlik, doku kültürü alt yapısı ve teknik bilgi gerektirdiği için üreticilere, hazır tohumluk misel alımı önerilmektedir. Ayrıca, bu konuda uzmanlaşmış firmalar, herhangi bir yönden iyileştirilmiş (bir hastalığa dayanıklılık, yüksek sıcaklığa dayanıklılık, verim, daha parlak renk, daha hızlı misel gelişimi vb. gibi) tohumluk misel sunmaktadırlar.

Kullanılacak olan substratların (yetiştiricilikte kullanılacak talaş ve tarımsal atıklar) ve karışımlarının, nem içeriklerinin ayarlanması için çeşme suyu ile belli aralıklarla ıslatılması ve nemin %70 civarında olması gerekmektedir. Daha sonra substrat karışımlarına kepek ve pH dengesi için %1 oranında kireç ilavesi yapılır. Desisa ve ark (2023) bu süreci; ıslatma sonunda materyalin fazla suyu süzülür, devamında kepek ve soya unu ilaveleri ile birlikte %1 oranında kireç ilavesi gerçekleştirilir, pH ayarlaması için sırasıyla %1 kalsiyum karbonat ve %1 alçıtaşı (kuru ağırlık bazında) da ilave edilebilir şekilde tanımlamıştır. Hazırlanan substrat karışımları, yüksek sıcaklığa dayanıklı polipropilen torbalara, 1, 3 veya 5 kg olacak şekilde doldurularak, ağzı pamuk tıkaçla kapatılır ve paketlenme lastikleri ile bağlanır. Kompostlarda herhangi bir enfeksiyon oluşmaması (talaş veya atıklarla gelen hastalık ve zararlıların etkisiz hale getirilmesi) için 121°C'de 1.2 atm basınç altında, 1.5 saat boyunca otoklavda steril hale getirilir. Otoklav imkânı olmayan küçük işletmeler veya amatör yetiştiriciler, yetiştiricilik poşetlerini kazanlar içindeki sıcak suya daldırıp bekleterek sterilizasyon yoluna gitmektedirler. Kompost sıcaklığı 25°C'nin altına düştükten sonra, doku kültürü laboratuvarında steril kabinde veya steril bir ortamda, kompost miktarının %5'i oranında tohumluk misel aşılması (miselin komposta eklenmesi)

yapılır (Şekil 2). Desisa ve ark. (2023), 500 g substrat için 15 g'a eşdeğer %3 tohumluk misel önermişlerdir. Tohumluk misel, %3-5 arası oranlarda karıştırılabilir.



Şekil 2. Tohumluk miselin steril kabinde tartılıp aşılması

EKOLOJİK İSTEKLERİ

Aşılama işlemi sonrası torbalar, $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %80-90 nem içeren misel geliştirme odasına yerleştirilir ve misel gelişimi karanlıkta sağlanır (Şekil 3). Misel gelişimi sağlandıktan sonra, aşağıdaki uygulamalar yapılır:

- Mantar çıkışını teşvik etmek amacıyla, kompostlar iki gün boyunca 10°C sıcaklıkta bekletilir ve daha sonra sıcaklık $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanır,
- Floresan lambalarla günde 12 saat süreyle ($50\text{-}60$ lüks/ m^2) hasat süresi tamamlanincaya kadar aydınlatılır (Şekil 4),

- Oda nemi %90-95 aralığında tutulur ve havalandırma belirli aralıklarla havalandırma fanı ile yapılır.



Şekil 3. Aşılama işlemi sonrası kompostların misel gelişme odasına alınması



Şekil 4. Misel gelişimi tamamlanmış kompostlar

HASAT

Mantar çıkışının sağlamak için primordium aşamasında plastik torbalar açılır (şekil 5). şapkaların açılması ile birlikte mantarların hasadı gerçekleşir (şekil 6).



şekil 5. Plastik torbaların açılması sonrası primordiumların görülmesi



Şekil 6. Hasat aşamasına gelen bazı mantarlar

SONUÇ

Shiitake mantarı yetiştiriciliği dünyada birçok ülkede yaygın olarak yapılmakta, ülkemizde ise henüz istenilen seviyelerde olmadığı görülmektedir. Uzun yıllardan beri ülkemizde kültürü yapılan *Agaricus bisporus*'dan sonra *Pleurotus* türlerinde de yetiştiricilikte olumlu

gelişmeler yaşanmaktadır. Ancak, shiitake mantarı yetiştiriciliği henüz istenilen seviyelerde değildir. Bunun nedenlerinden bazıları:

- Ülkemizde mantar tüketiminin arzu edilen seviyelere ulaşmamış olması,
- Halkımızın shiitake mantarı hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması,
- Yetiştiriciliği sınırlı olması sebebiyle uygun fiyatta ve kaliteli materyal temininde karşılaşılan güçlükler olarak sıralanabilir.

Son yıllarda obezite sorunu ve damar hastalıklarında yaşanan artışlar, insanları daha sağlıklı ve nitelikli gıda tüketimine doğru yönlentmiştir. Bazı bitkisel ürünlerle birlikte, yenilebilir mantarlar da bu açıdan ön plana çıkmaktadır. Yenilebilir mantarlar taze, kurutulmuş, çiğ ve pişmiş olarak çeşitli şekillerde tüketilmektedirler. Tıbbi mantarların bazıları taze olarak tüketilememekte, çayı yada ekstresi kullanılmaktadır. Tıbbi olarak önemli olan bazı türler ise lezzeti ve taze olarak yenebilme özelliği nedeniyle sevilerek tüketilebilmektedir. Shiitake mantarı, aroma ve tadı nedeniyle yenilebilme özelliğinde olup hem de tıbbi mantarlar içerisinde değerlendirilmektedir. Taze olarak yetiştirilmesi ve tüketiminin yanı sıra tablet, çay vb. gibi tıbbi tüketim amaçlı ürünleri de yapılarak satılmaktadır. Yetiştiriciliği ağaç kütükleri ve bitkisel atıklarla yapılmaktadır. Vejetasyon süreleri dikkate alındığında, ağaç kütükleri yerine son yıllarda bitkisel atıklar kullanılarak yetiştiricilik tercih edilmektedir.

Ülkelerin bitkisel atıklarının mantar yetiştiriciliğinde kullanımı iki taraflı fayda sağlayan bir uygulamadır; hem tarımsal atıklar değerlendirilmekte hem de bu tarımsal atıklarla yeni bir tarımsal ürün ortaya çıkarılmaktadır. Ülkemizde bu tarz bitkisel atıklar, her bölgede

kendine has bulunmaktadır. Ülkemizde shiitake mantarının yetiştiriciliğinin, henüz yeterli seviyede bulunmaması, büyük bir eksiklik olarak görülmekte ve farklı bölgelerde, o bölgelerde kolay bulunabilen yaygın atıkların shiitake mantarı üretiminde kullanılmasının ülkemiz için hem ekonomik hem de katma değer açısından büyük önem arz edeceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akyüz, M., and Kırbağ, S. (2022). Cultivation of king eryngii (*Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel.) isolates on various local agro-residues. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14, 12197–12205. doi: 10.1007/s13399-022-03051-6
- Anonim (2024). http://agritech.tnau.ac.in/nutrition/nutri_health_mushroom.html
- Atila, F. (2019a). Yield and Fruit Body Properties of *Pleurotus eryngii* Isolates Grown on Poplar Sawdust Supplemented with Different Additive Materials. *The Journal of Fungus*, 10(özel sayı), 106–113. doi:10.30708.mantar.619151
- Atila, F. (2019b). The Use of Phenolic-rich Agricultural Wastes for *Hericium erinaceus* and *Lentinula edodes* Cultivation. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(4), 417–425. doi: 10.20289/zfdergi.528957
- Atila, F. (2019c). Compositional changes in lignocellulosic content of some agrowastes during the production cycle of shiitake mushroom. *Scientia Horticulturae*, 245, 263–268. doi: 10.1016/j.scienta.2018.10.029
- Atila, F., and Cetin, M. (2024). Valorization of liquid waste generated from biogas production as supplemental material in shiitake mushroom cultivation. *Scientia Horticulturae*, 325, 112663. doi: 10.1016/j.scienta.2023.112663
- Aydın, M. Z., Süfer, Ö., Baktemur, G., Shimira, F., and Taşkin, H. (2021). Effect of Different Substrate Mixtures on Volatile Aroma Compounds and Antioxidant Activity of Maitake (*Grifola frondosa*) Mushroom. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(6), 1037–1046. doi: 10.24925/turjaf.v9i6.1037-1046.4116
- Baktemur, G. (2020). Farklı Tarımsal atıkların *Lentinula edodes* Yetiştiriciliğinde Değerlendirilmesi ve Atıkların Mantarın Uçucu

- Aroma Profili ve Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Baktemur, G., Çelik, Z. D., Kara, E., and Taşkın, H. (2020). The effect of different agricultural wastes on aroma composition of shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) mushroom. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(7), 1540–1547. doi:10.24925/turjaf.v8i7.1540-1547.3415
- Baktemur, G., Kara, E., Yazar, M., Soylu, M. K., and Taşkın, H. (2022b). Use of different agricultural wastes in *Ganoderma carnosum* Pat. cultivation. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46(3), 352–358. doi: 10.55730/1300-011X.3008
- Baktemur, G., Kara, E., Yazar, M., Yılmaz, N., Ağçam, E., Akyıldız, A., and Taşkın, H. (2022a). Yield, quality and enzyme activity of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) grown on different agricultural wastes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 50(1). doi: 10.15835/nbha50112553
- Baştuğ, G., Hal, Y. B., Baktemur, G., Yazar, M., Kara, E., ve Taşkın H. (2022). Farklı tarımsal atıklardan hazırlanan yetiştirme ortamlarının *Pleurotus eryngii* verim ve kalitesi üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 578–587. doi: 10.37908/mkutbd.1098660
- CEFA (2022). Analysis of the results of the 2021 national edible mushroom statistical survey. *Edible Fungi of China*, 42, 118–127.
- Chang, S. T., and Miles, P. G. (1989). *Edible Mushrooms and their Cultivation*. CRC Press, Boca Raton.
- Chang, S. T., and Miles, P. G. (1992). Mushroom biology—a new discipline. *Mycologist*, 6(2), 64–65.
- Chen, A. W. (2005). What is shiitake. In: *Shiitake Cultivation, Mushroom Growers' Handbook 2*. MushWorld, Seoul. pp. 3–28.

- Curiel Pérez, L. P., Morales Olivares, C. J., Sánchez Marín, E. G., Ramírez Carrillo, R., and Lara, L. (2012). Optimización de las condiciones para el cultivo de shiitake. In: Sánchez Vázquez, J. E., Mata, G. (eds.). *Hongos Comestibles y Medicinales en Iberoamérica: Investigación y Desarrollo en un Entorno Multicultural*. El Colegio de la Frontera Sur-Instituto de Ecología, A.C., Tapachula. pp. 217–227.
- Daşdelen, O., Shimira, F., Kara, E., Baktemur, G., and Taşkın, H. (2022). Effects of different agricultural wastes on yield and quality in *Pholiota nameko* cultivation. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 6(4), 537–544. doi: 10.31015/jaefs.2022.4.6
- Desisa, B., Muleta, D., Dejene, T., Jida, M., Goshu, A., and Martin-Pinto, P. (2023). Substrate Optimization for Shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) Mushroom Production in Ethiopia. *Journal of Fungi*. doi: 10.3390/jof9080811
- Gaitán-Hernández, R., Esqueda, M., Gutiérrez, A., Sánchez, A., Beltrán-García, M., and Mata, G. (2006). Bioconversion of agrowastes by *Lentinula edodes*: the high potencial of viticulture residues. *Applied Microbiology Research*, 71, 432–439. doi: 10.1007/s00253-005-0241-1
- Grover, R., Goel, A., Wati, L., and Raj, K. (2015). Ethanol production from spent oyster mushroom substrate. *Pollution Research*, 34(1), 121–124.
- Grujić, M., Dojnov, B., Potočnik, I., Duduk, B., and Vujčić, Z. (2015). Spent mushroom compost as substrate for the production of industrially important hydrolytic enzymes by fungi *Trichoderma* spp. and *Aspergillus niger* in solid state fermentation. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 104, 290–298. doi: 10.1016/j.ibiod.2015.04.029
- Hal, Y. B., Yazar, M., Kara, E., Baktemur, G., ve Taşkın, H. (2021). Farklı Tarımsal Atıkların *Ganoderma lucidum* (Reishi mantarı)

- Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 36(2), 275–288. doi: 10.36846/CJAFS.2021.55
- Hobbs, Ch. (1995). *Medicinal Mushrooms: An Exploration of Tradition, Healing, and Culture*, 2nd ed. Botanica Press, Inc.: Santa Cruz, CA, USA.
- Huang, J., Zhang, J., Liu, J., Xie, W., Kuo, J., Chang, K., Buyukada, M., Evrendilek, F., and Sun, S. (2019). Thermal conversion behaviors and products of spent mushroom substrate in CO₂ and N₂ atmospheres: Kinetic, thermodynamic, TG and Py-GC/MS analyses. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 139, 177–186. doi: 10.1016/j.jaap.2019.02.002
- Jasiūnas, L., Pedersen, T. H., Toor, S. S., and Rosendahl, L. A. (2017). Biocrude production via supercritical hydrothermal co-liquefaction of spent mushroom compost and aspen wood sawdust. *Renewable Energy*, 111, 392–398. doi: 10.1016/j.renene.2017.04.019
- Jikai, L. (2002). Biologically active substances from mushrooms in Yunnan, China. *Heterocycles*, 57(1), 157–167. doi: 10.3987/REV-01-543
- Kara, E., Baktemur, G., Soylu, M. K., ve Taşkın, H. (2023). Farklı Tarımsal Atıkların *Pleurotus citrinopileatus* ve *Pleurotus ostreatus* Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 13(2), 249–260 doi: 10.54370/ordubtd.1350120
- Kara, E., Baktemur, G., Yarar, M., ve Taşkın, H. (2021). Farklı yetiştiricilik ortamlarının maitake mantarı (*Grifola frondosa*) yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2), 201–218. doi: 10.29278/azd.831748
- Kojić, M. M., Petrović, J. T., Petrović, M. S., Stanković, S. M., Porobić, S. J., Marinović-Cincović, M. T., and Mihajlović, M. L. (2021). Hydrothermal carbonization of spent mushroom substrate:

- Physicochemical characterization, combustion behavior, kinetic and thermodynamic study. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 155, 105028. doi: 10.1016/j.jaap.2021.105028
- Kour, H., Kour, D., Kour, S., Singh, S., Hashmi, S. A. J., Yadav, A. N., Kumar, K., Sharma, Y. P., and Ahluwalia, A. S. (2022). Bioactive compounds from mushrooms: Emerging bioresources of food and nutraceuticals. *Food Bioscience*, 50, 102124. doi: 10.1016/j.fbio.2022.102124
- Kozak, M. E., and Krawczyk, J. (1993). Growing shiitake mushroom in a continental climate. Field & Forest Products, Inc., Marinette.
- Li, C., Qu, M., Cao, H., Deng, W., Shang, X., Song, B., and Tan, Q. (2013). Chinese edible mushroom common name list. *Acta Edulis Fungi*, 20, 50–72. doi: 10.16488/j.cnki.1005-9873.2013.03.011
- Li, S., Wang, A., Liu, L., Tian, G., Wei, S., and Xu, F. (2018). Evaluation of nutritional values of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) stipes. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 2012–2019. doi: 10.1007/s11694-018-9816-2
- Luo, X., Yuan, X., Wang, S., Sun, F., Hou, Z., Hu, Q., Zhai, L., Cui, Z., and Zou, Y. (2018). Methane production and characteristics of the microbial community in the co-digestion of spent mushroom substrate with dairy manure. *Bioresource Technology*, 250, 611–620. doi: 10.1016/j.biortech.2017.11.088
- Mahari, W. A. W., Peng, W., Nam, W. L., Yang, H., Lee, X. Y., Lee, Y. K., Liew, R. K., Ma, N. L., Mohammad, A., Sonne, C., Le, Q. V., Show, P. L., Chen, W. H., and Lam, S. S. (2020). A review on valorization of oyster mushroom and waste generated in the mushroom cultivation industry. *Journal of Hazardous Materials*, 400, 123156. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123156

- Manero Colín, I. N., Acosta-Urdapilleta, M. L., Montiel Arcos, E., and Medrano-Vega, F. A. (2012). Cultivo de *Lentinula edodes* en aserrín de jacaranda con nutrientes. In: Sánchez Vázquez, J. E., Mata, G. (eds.). *Hongos Comestibles y Medicinales en Iberoamérica: Investigación y Desarrollo en un Entorno Multicultural*. El Colegio de la Frontera Sur-Instituto de Ecología, A.C., Tapachula, pp. 229–239.
- Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V., and Pizzoferrato, L. (2009). Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study. *Food Chemistry*, 65(4), 477–482. doi: 10.1016/S0308-8146(98)00212-X
- Martínez-Guerrero, M. A., Sihuanca, D., Macías-López, A., Pérez-López, R. I., Martínez-Madrigal, J. D., and López-Olguín, J. F. (2012). Characterization and production of shiitake (*Lentinula edodes*) in Mexico using supplemented sawdust. *African Journal of Biotechnology*, 11, 10582–10588. doi: 10.5897/AJB12.266
- Mata, G., and Gaitán-Hernández, R. (1992). Utilización de pulpa de café mezclada con viruta de madera para el crecimiento micelial de *Lentinus boryanus* y *Lentinus edodes*. *Revista Mexicana de Micología*, 8, 125–129.
- Mata, G., and Gaitán-Hernández, R. (1994). Avances en el cultivo del shiitake en pulpa de café. *Revista Iberoamericana de Micología*, 11, 90–91.
- Mata, G., and Savoie, J. M. (2018). 10. Shiitake Cultivation on Straw: An Alternative for Subtropical Regions. In: Sánchez, J. E., Mata, G., Royse, D. J. (eds.). *Updates on Tropical Mushrooms. Basic and Applied Research*, pp. 115–134.
- Mata, G., Salmones, D., and Guzmán, G. (1990). Cultivo del shiitake japonés, *Lentinus edodes*, en bolsas con viruta de madera. *Revista Mexicana de Micología*, 6, 245–251.

- Miles, P. G., and Chang, S. T. (1997). *Mushroom Biology: Concise Basics and Current Development*. World Scientific: Singapore, p. 193.
- Morales, P., and Martínez-Carrera, D. (1991). *Bursera* sawdust as a substrate for shiitake cultivation. *Mic. Neotrop. Aplic.*, 4, 41–47.
- Morales, P., Martínez-Carrera, D., and Martínez-Sánchez, W. (1991). Cultivo de shiitake sobre diversos substratos en México. *Mic. Neotrop. Aplic.*, 4, 75–81.
- Oei, P. (2003). *Mushroom Cultivation III*. Backhuys Publishers, Leiden.
- Özçelik, E., and Pekşen, A. (2007). Hazelnut husk as a substrate for the cultivation of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*). *Bioresource Technology*, 98(14), 2652–8. doi: 10.1016/j.biortech.2006.09.020
- Öztürk, N., and Eyiler Kaya, E. (2022). Nutritional values and health effects of popular mushrooms. *The Journal of Food*, 47(4), 539–563. doi: 10.15237/gida.GD22027
- Paengkanya, S., Mitprayoon, L., and Nathakaranakule, A. (2024). Shiitake mushroom drying using belt-conveyor combined microwave-hot air and hot air techniques: Drying kinetics, energy consumption, and quality characteristics. *Drying Technology*, 42(7), 1151–1164. doi: 10.1080/07373937.2024.2311250
- Pekşen, A., and Küçükomuzlu, B. (2004). Yield potential and quality of some *Pleurotus* species grown in substrates containing hazelnut husk. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(5), 768–771. doi: 10.3923/pjbs.2004.768.771
- Pérez-Chávez, A. M., Mayer, L., and Albertó, E. (2019). Mushroom cultivation and biogas production: A sustainable reuse of organic resources. *Energy for Sustainable Development*, 50, 50–60. doi: 10.1016 /j.esd.2019.03.002
- Phan, C. W., and Sabaratnam, V. (2012). Potential uses of spent mushroom substrate and its associated lignocellulosic enzymes. *Applied*

- Microbiology and Biotechnology*, 96(4), 863–873. doi: 0.1007/ s00253-012-4446-9
- Przybylowicz, P., and Donoghue, J. (1990). *Shiitake Grower's Handbook: The Art and Science of Mushroom Cultivation*. Hunt Publ. Co.: Dubuque, Kendall, p. 199.
- Przybylowicz, P., and Donoghue, J. D. (1988). *Shiitake Growers Handbook: The Art and Science of Mushroom Cultivation*. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Rahman, T., and Choudhury, M. (2012). *Shiitake Mushroom: A Tool of Medicine*. doi: 10.3329/bjmb.v5i1.13428
- Rathore, H., Prasad, S., Kapri, M., Tiwari, A., and Sharma, S. (2019). Medicinal importance of mushroom mycelium: mechanisms and applications. *Journal of Functional Foods*, 56, 182–193. doi: 10.1016/j.jff.2019.03.016
- Royse, D. J., Baars, J., and Tan, Q. (2017). Current overview of mushroom production in the world. In: Zied, D. C., Pardo Giménez, A. (eds.). *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*. John Wiley and Sons, NY. pp. 5–12.
- Salmones, D., Mata, G., Ramos, L. M., and Waliszewski, K. N. (1999). Cultivation of shiitake mushroom, *Lentinula edodes*, in several lignocellulosic materials originating from the subtropics. *Agronomie*, 19, 13–19.
- Seo, S.-Y., Sharma, V. K., and Sharma, N. (2003). Mushroom tyrosinase: Recent prospects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(10), 2837–2853.
- Sethumadhavan, P., and Selvan, A. M. V. (2018). Effect of spent mushroom substrate and waste paper briquette on methane production from anaerobic digestion. *Journal of Environmental Biology*, 39(2), 269–276.

- Sharma, K. (2018). Mushroom: Cultivation and processing. *International Journal of Food Processing Technology*, 5(2), 9–12.
- Shimira, F., Baktemur, G., and Taşkın, H. (2022). The Agricultural Waste Valorization And Sustainable Mushroom Cultivation in Türkiye. In: Bellitürk, K., Solmaz, Y. (eds.). *Agricultural Practices and Sustainable Management in Türkiye*, pp. 235-253.
- Sobata, C., and Nall, H. (1994). Shiitake Mushroom Production on Logs. Alabama Cooperative Extension Program, Alabama.
- Tokimoto, K. (2005). Shiitake Log Cultivation. Mushroom Growers Handbook 2. pp. 46–60.
- USDA, (2019). <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169242/nutrients> Erişim tarihi: 15.09.2024.
- Valverde, M. E., Hernández-Pérez, T., and Paredes-López, O. (2015). Edible mushrooms: improving human health and promoting quality life. *International Journal of Microbiology*, 2015, 376387. doi: 10.1155/2015/376387
- Viotto, R. S., Maia, A. A. D., Yamaji, F. M., and de Morais, L. C. (2018). Thermogravimetric investigation of spent shiitake substrate to solid biofuel. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 96(4), 845–854. doi: 10.1002/cjce.23026
- Wang, Z., Tao, K., Yuan, J., and Liu, X. (2024). Design and experiment on mechanized batch harvesting of Shiitake mushrooms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 217, 108593. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108593>
- Wasser, S. P. (2005). Shiitake (*Lentinus edodes*). Encyclopedia of Dietary Supplements, pp. 653–664.
- Xiao, Z., Lin, M., Fan, J., Chen, Y., Zhao, C., and Liu, B. (2018). Anaerobic digestion of spent mushroom substrate under thermophilic conditions:

performance and microbial community analysis. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102, 499–507. doi: 10.1007/s00253-017-8578-9

BÖLÜM 4

İSTİRİDYE MANTARI (*Pleurotus ostreatus*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Dr. Sinan ACIÖZ¹

¹ Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin, Türkiye
sinanacioz@gmail.com ORCID NO: 0000-0002-8498-5120

GİRİŞ

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte, güvenilir gıda ürünlerine olan talep artmakta, bu da tarımsal sanayi sektörü üzerinde baskı yaratmakta ve kaçınılmaz olarak artacak olan kalıntı hacmi üzerinde baskı oluşturmaktadır (Gaur ve ark., 2020). Avrupa’da tarımsal sanayi tarafından yaklaşık 16 milyon ton yan ürün üretilmektedir (Correddu ve ark., 2020). Bu yan ürünlerin karbondioksit, metan ve nitrik oksit gibi gazların salınımı nedeniyle su ve hava kalitesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olması muhtemeldir. Oluşan ve oluşmaya devam eden hava kirliliği, insan sağlığı ve çevre için endişelere yol açmaktadır (Sharmin ve ark., 2021; Silva ve ark., 2024). Mantarlar, bitki hücre duvarlarının bileşenlerini (selüloz, hemiselüloz ve lignin) parçalayan enzimlerin salgılanması yoluyla, bitki organik maddelerini ayrıştırma yeteneğine sahip birkaç organizmadan biridir (Carlile ve ark., 2001; Webster ve Weber, 2007; Rodriguez Estra ve Pecchia, 2017). Mantar endüstrisi, pazardaki başlıca mantarlar olan yenilebilir, tıbbi ve yabani mantarların sunumuna dayanmaktadır (Royse ve ark., 2017; Silva ve ark., 2024).

Yenebilir mantarlar, makrofungusların meyve gövdeleri (karpoforlar) olarak tanımlanır (Nwoko ve ark., 2018) ve atık ürünleri protein açısından zengin bir gıdaya dönüştürme yetenekleriyle tanınırlar (Mane ve ark., 2007) ve bu durum da yetiştiriciliğine duyulan ihtiyacı artırmaktadır. Mantarlar, düşük enerji ve yağ içeriğinin yanı sıra önemli miktarda vitamin, mineral, diyet lifi ve protein içerdiğinden herkes için ideal bir yemektir (Cheung, 2010). Dünya genelinde 14.000'den fazla mantar türü bulunmakta ve yaklaşık 3000 türün yenilebilir olduğu bilinmektedir (Chowdhury ve ark., 2015). Yaklaşık

700 mantar türünün tıbbi öneme sahip olduğu ve yaklaşık 1400 türün toksik özellik taşıdığı tespit edilmiştir (Mowsumi ve Chowdhury, 2013). Mantarlar arasında en çok yetiştirilen türler; beyaz şapkalı mantar (*Agaricus bisporus*), shiitake mantarı (*Lentinula edodes*) ve istiridye mantarı (*Pleurotus* spp.) olarak bilinmektedir. Taze mantarın mevcut küresel pazar değeri 2018'de 38 milyar ABD dolarına ulaşmıştır. Çin, Asya bölgesindeki en büyük mantar üreticisidir ve küresel mantar pazarına yaklaşık %35 katkıda bulunmaktadır (Elaine ve Tan, 2009). Asya ülkeleri toplam mantar üretiminin %76'sını oluşturmakta, bunu Avrupa (%17.2) ve Amerika Birleşik Devletleri (%5.9) takip etmektedir (Sande ve ark., 2019; Mahari ve ark., 2020).

Pleurotus cinsi türleri genellikle “istiridye mantarı” olarak adlandırılmaktadır (Khan ve ark., 2008). *Pleurotus* cinsine ait olan istiridye mantarları (*Pleurotus* spp.), dünya çapında yetiştirilen yenilebilir mantarların önemli bir bölümünü oluşturur. *Pleurotus ostreatus* türü, çevre koşullarına kolay adapte olması ve çok çeşitli substratları parçalayabilmesi nedeniyle, dünya çapında üretilen ana yenilebilir mantar türlerinden biridir (Royse ve ark., 2017; Silva ve ark., 2024).

İstiridye mantarları farklı görünümleri, hoş tatları ve besinsel faydalarıyla ünlüdürler. İstiridye biçimli bir formda beyaz, krem, gri, sarı, pembe veya açık kahverenginin farklı tonlarını sunabilirler (Singh ve Singh, 2011) (Şekil 1). Lezzetleri ve lifli yapıları onları yemek pişirmede çok yönlü hale getirir. Salatalar, soteler, çorbalar ve vejetaryen yemekler gibi çeşitli tariflerde kullanılırlar. Mantarlar taze, haşlanmış, salamura, kurutulmuş, toz haline getirilmiş, konserve edilmiş, kızartılmış vb. gibi farklı şekillerde tüketilmektedirler.

Besinsel ve tıbbi faydaları, yüksek çıktı ve iyi gelir ile düşük maaliyetli girdisi nedeniyle tarımı ve yetiştiriciliği çağdaş girişimciler arasında hızlı bir ivme kazanmıştır. İstiridye mantarının; yetiştirme kolaylığı, biyolojik bozunma ve biyoremediasyondaki rolü, hücre dışı enzim üretimi ve nötrasötik üretimi açısından diğer mantarlara göre daha fazla avantaja sahip olduğu bildirilmiştir (Royse ve ark., 2017). Bu nedenle, istiridye mantarı biyoteknolojide potansiyel bir araçtır. Diğer enzimlerin yanı sıra selüloolitik ve lignolitik enzimleri salgılama yetenekleri, biyoteknolojik amaçlar için kullanılabilirliklerinin bir göstergesidir (Sánchez, 2004).

Pleurotus, geniş bir yelpazede tropikal ve ılıman bölgelere dağılmış yaklaşık 40 türden oluşmaktadır (Golak-Siwulska ve ark., 2018). Farklı lignoselülozik atıklar kullanılarak *Pleurotus* spp. türlerinde yetiştiricilik konulu çok sayıda çalışma yapılmıştır (Zakia ve Srivastava, 1962; Stamets, 2000; Suguimoto ve ark., 2001; Mandeel ve ark., 2005; Islam ve ark., 2009; Kurt ve Buyukalaca, 2010; Singh ve Singh, 2011; Bernardi ve ark., 2013; Bumanlag ve ark., 2018; Golak-Siwulska ve ark., 2018; Akyüz ve ark., 2022; Baştuğ ve ark., 2022; Kara ve ark., 2023).



Şekil 1. İstiridye mantarı (A: *P. ostreatus* - gri renkli istiridye mantarı, B: *P. citrinopileatus* - sarı renkli istiridye mantarı (Kara ve ark., 2023)

TAKSONOMİSİ VE EKOLOJİSİ

Pleurotus (Basidiomycota, Agaricomycetes, Agaricales), Pleurotaceae familyasına ve *Pleurotus* cinsine aittir (Ghosh ve ark., 2019). *Pleurotus* türleri, birçok yenebilir mantar türü gibi, dünya çapında ormanlarda baskın olan kültür ve yabancı mantarları içerir. *Pleurotus*, ilk olarak 1775 yılında bilimsel olarak tanımlanmış ve 1871 yılında Alman mikolog Paul Kummer istiridye mantarını *Pleurotus* cinsine aktarmıştır (CABI, 2022; El-Ramady ve ark., 2022).

Şube: Basidiomycota

Sınıf: Agaricomycetes

Takım: Agaricales

Famila: Pleurotaceae

Cins: *Pleurotus*

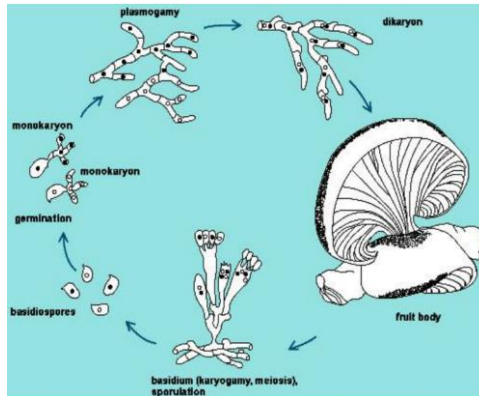
Tür: *Pleurotus ostreatus* (Lesca ve ark., 2022)

Pleurotus ostreatus; Birleşik Krallık, İrlanda ve Avrupa'nın çoğu yerinde kaydedilmiştir. Ayrıca Japonya da dahil olmak üzere Asya'nın birçok yerinde yaygın olarak bulunur ve Kuzey Amerika'nın bazı bölgelerinde yer alır (CABI, 2022; El-Ramady ve ark., 2022). Yüksek besin değeri ve terapötik özelliklerinin yanı sıra, çok çeşitli biyoteknolojik ve çevresel uygulamalara sahip kozmopolit bir mantar grubudur (Knop ve ark., 2015). Genellikle istiridye mantarı olarak kabul edilen bu yenilebilir bazidiomisitler, dünya çapında en popüler olanlar arasındadır (Fernandes ve ark., 2015; Corrêa ve ark., 2016).

Pleurotus ostreatus ölü ve canlı ağaç gövdelerinde, özellikle gürgen (*Carpinus* sp.), kayın (*Fagus* sp.), söğüt (*Salix* sp.), kavak (*Populus* sp.), huş (*Betula* sp.) ve ceviz (*Juglans regia*) ağaçlarında bulunmaktadır (Piska ve ark., 2017). Doğada genellikle Ekim ve Kasım ayları arasında gözlemlenmektedir. Bununla birlikte, ılıman kışlarda veya erken, ılık ilkbaharlarda da rastlanabilir (Kuo, 2022).

İstiridye Mantarının Yaşam Döngüsü

İstiridye mantarının yaşam döngüsü Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. İstiridye mantarı (*Pleurotus ostreatus*)'nın yaşam döngüsü (Martínez-Carrera, 1998)

BESİN DEĞERİ

Pleurotus cinsi, yıllık %15'lik bir artışla dünya çapında yenilebilir mantar olarak en yaygın tüketilen ikinci mantar olarak kabul edilmektedir (Espinosa-Páez ve ark., 2021). Bu cinsin bazı temsilcileri (örneğin *P. ostreatus*), birçok tüketici için önemli olan kokuları, lezzetleri, nutrasötik değerleri ve gastronomik özellikleri ile iyi bilinmektedir (Menolli ve ark., 2014). Bu nedenle, *P. ostreatus*, yüksek antioksidan, biyoaktif ve β -glukan içeriği nedeniyle gıda katkı maddesi kaynağı olarak da kullanılmaktadır (Dicks ve Ellinger, 2020; Espinosa-Páez ve ark., 2021). Protein, mineral, lif, ve vitamin içerikleri nedeniyle *Pleurotus* mantarları fonksiyonel gıdalar olarak giderek daha cazip hale gelmektedir (Corrêa ve ark., 2016). *Pleurotus* mantarlarının farklı türlerinin su, protein, karbonhidrat, yağ, kül ve lif dahil olmak üzere besin değerlerinin kimyasal bileşimi Çizelge 1'de sunulmuştur. Çizelgeye göre, en yüksek ham protein içeriği (sırasıyla %35.5 ve %30) *P. djamor* ve *Pleurotus citrinopileatus* türlerinde kaydedilirken, *P. eryngii* mantarı en yüksek lif içeriğine (%28.29) sahip olmuştur (El-Ramady ve ark., 2022).

Günümüzde *P. ostreatus*, kolesterol içermemesi ve düşük kalori, karbonhidrat, yağ ve sodyum içermesi nedeniyle değerli ve kabul görmüş fonksiyonel gıda kaynaklarıdır ve ayrıca, riboflavin, selenyum, potasyum, niasin, proteinler ve fiber gibi önemli besin maddelerini sunarlar (Akyüz ve Kırbağ, 2010; Sahoo ve ark., 2022). Zhang ve ark. (2012), mantar tüketiminin, fonksiyonel protein glukanlar, lakkaz, proteoglikan (ubiki-none-9, nebrodeolizin ve glikoprotein), proteoglikanlar, pleuran (β -1) gibi zengin biyoaktif bileşik kaynakları nedeniyle dünyada hızla arttığını bildirmiştir. Assemie ve Abaya (2022)

çalışmalarında mantarların genel olarak %85-95 nem, %35-70 karbonhidrat, %15-34.7 protein, %10 yağ, %6-10.9 mineral ve %3-8 nükleik asit içerdiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Farklı kaynaklardan elde edilen bazı *Pleurotus* spp. mantarlarının besin içeriği (g/100 g kuru mantar)

<i>Pleurotus</i> türleri	Su (%)	Protein (%)	Karbonhidrat (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Lif (%)	Kaynak
<i>Pleurotus ostreatus</i>	90.7	18.3	71.25	2.58	7.82	14.31	Jacinto-Azevedo ve ark. (2021)
<i>Pleurotus citrinopileatus</i>	88.9	30.0	42.50	3.90	7.65	20.78	Singh ve Singh (2011)
<i>Pleurotus flabellatus</i>	91.0	21.6	57.40	1.80	10.7	11.90	Mshandete ve Cuff (2008)
<i>Pleurotus djamor</i>	79.5	35.5	44.75	1.72	5.90	14.60	Jegadeesh ve ark. (2018)
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	78.8	20.3	34.00	2.62	7.33	9.00	Silva ve ark. (2002)
<i>Pleurotus djamor</i>	86.8	24.1	45.59	4.73	9.84	15.91	Bumanlag ve ark. (2018)
<i>Pleurotus tuberregium</i>	87.1	22.1	63.03	1.06	2.97	10.86	Ijeh Ifeoma ve ark. (2009)
<i>Pleurotus floridanus</i>	87.5	20.5	42.83	2.31	9.02	11.50	Ahmed ve ark. (2008)
<i>Pleurotus sajor-caju</i>	87.0	24.6	39.82	2.29	8.28	10.90	Rajak ve ark. (2011)
<i>Pleurotus cystidiosus</i>	91.1	15.6	55.92	2.05	6.30	20.05	Raman ve ark. (2021)

TIBBİ ÖNEMİ

Bu cins, yüksek besin değerleri ve tıbbi özellikleri nedeniyle özel ilgi gören *P. ostreatus* ve *P. eryngii* dahil olmak üzere genellikle “istiridye mantarı” olarak adlandırılan 40'tan fazla türü içerir (Melanouri ve ark., 2022a; Melanouri ve ark., 2022b). Anti-oksidatif, anti-kanserojen, anti-enflamatuar, anti-viral, anti-hiperkolesteremik ve bağışıklık sistemini uyarıcı özelliklerinin yanı sıra, glikoz seviyelerini ve kan lipidlerini düzenleme kabiliyetiyle de bilinmektedir (Melanouri ve ark., 2022a). *Pleurotus ostreatus*'da baskın olarak bulunan

antioksidan etki gösteren biyoaktif bileşikler; lektinler (Ma ve ark., 2018), polisakkaritler (Islam ve ark., 2019), fenoller (Vamanu, 2012), flavonoidler, askorbik asit, β -karoten (Vamanu, 2012), E vitamini (Islam ve ark., 2019)'dir. İçerisinde bulunan polisakkaritlerin, immüno-modülatör etkide bulunduğu Islam ve ark. (2019) tarafından bildirilmiştir. *Pleurotus ostreatus*'da kanser ve tümör karşıtı etkinlik gösteren polisakkaritler (Carrasco-González ve ark., 2017), plevra (β -glukan), proteinler (Golak-Siwulska ve ark., 2018) ve lektinler olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Cateni ve ark., 2021; El-Ramady ve ark., 2022).

YETİŞTİRİCİLİĞİ

Kültürü yapılan diğer tüm mantar türlerinde olduğu gibi, *P. ostreatus* türünde de yetiştiriciliğin ilk aşaması misellerin elde edilmesidir. Bu aşamada, diğer kültürü yapılan mantar türlerindeki prosedür takip edilmektedir. Yani, öncelikli olarak sağlıklı ve olgun bir mantardan spor baskısı (şapkalı mantarlarda mantar saplarının kesilerek şapkaların temiz ve beyaz bir kağıt üzerinde bekletilmesi yoluyla şapka altında bulunan lamellerde yer alan sporların kağıt üzerine dökülmesi) alınması ve sporların ya da sağlıklı ve olgun bir mantarın spor içeren lamel kısmından steril bir ortamda (mümkünse doku kültürü laboratuvarında steril kabinde steril pens ve bistüri ile) çok küçük parçaların alınarak besin ortamlarına konulması gerekmektedir. Besin ortamı olarak Malt-Agar veya Patates Dekstroz Agar (PDA) gibi bilinen ve diğer mantar türlerinde de kullanılan besin ortamları yeterli olmaktadır. Doku kültürü laboratuvarında hazırlanan besin ortamları sterilizasyon amaçlı otoklav edilmekte, biraz soğumasını takiben steril

kabin içerisinde steril petrilere dökülmektedir. Mantar sporları veya parçaları bu besin ortamına konulmakta, misel gelişimi için 25°C’de karanlık koşullarda bekletilmektedir. Petrilere misel sarımını takiben, miseller istendiğinde çoğaltılabilmektedir. Bunun için yeni besin ortamlarının hazırlanması, misel gelişmiş bir bir petriden 1 cm ya da daha küçük parçaların alınarak, yeni besin ortamına miselli kısım besin ortamına degecek şekilde konulması yeterli olmaktadır. Misellerin tohumluk haline getirilmesinde de yine diğer mantar türlerinde olduğu gibi mısır, buğday vb. ürünlerin daneleri kullanılmaktadır. En yaygın olarak buğday daneleri kullanılmakta, bu amaçla buğday daneleri ortasındaki çizgi açılmayacak şekilde ve sürede haşlanıp, kurutulup otoklava dayanıklı torbalara veya şişelere 1/3 oranında boş kalacak şekilde konulmaktadır. Sterilizasyon amaçlı otoklavdan sonra danelerin soğuması beklenmekte ve misel gelişimi sağlanmış petrilere miseller parçalara ayrılarak, bu şişe veya torbaların farklı noktalarına konulmaktadır. Karanlık ortamda 25°C’de bekletilen şişe veya torbalar, tüm danelerde eşit misel sarımı için arada bir sallanmaktadır. Tohumluk misel üretimi, bu prosedürün takip edilmesi yoluyla yapılmaktadır.

BİTKİSEL ATIKLAR

Mantar yetiştiriciliği esnasında yeterli ve kaliteli verim elde etmek için şartların optimum hale getirilmesi önemlidir. Yanlış teknikler olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Örnek vermek gerekirse; substratın kolonizasyonu için rekabet eden ve karpoforların büyümesini engelleyen küflerin neden olduğu hastalıklar; gelişmede yavaşlamaya, karpoforun deformasyonuna ve üretimde önemli bir

azalmaya neden olan bakteriyel enfeksiyonlar; yan ürünleri nedeniyle hem trofik hem de toksik etkiyle substratı hızla tahrip eden hayvansal parazitlerin büyümesi; karpoforların morfolojisini ve verimliliği etkileyebilecek olumsuz koşulların gelişmesi faktörleri sayılabilir (De Mastro ve ark., 2023).

Tarımsal-endüstriyel atıklar, tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan her türlü kalıntı olarak tanımlanmaktadır. Bu atıklar, mantar yetiştiriciliğinde büyüme substratları olarak başarıyla kullanılmaktadır. Bazı tarımsal-endüstriyel atıklar, düşük azot (N) içerikli materyallere sahiptirler ve bu da mantarların bu atıklar üzerinde büyümesinde ve yetiştirilmesinde önemli bir faktördür (Kumla ve ark., 2020). Mantar karpoforlarındaki (yenen kısım) protein içeriği, yetiştirilen mantar türüne ek olarak hem substratların karbon: azot (C:N) oranına hem de kimyasal bileşimine bağlıdır (Carrasco ve ark., 2018; Kumla ve ark., 2020). Bu mantar grubu (*Pleurotus* sp.), selülitik (örneğin selüloz ve ksilanaz) ve ligninolitik (örneğin lakkaz, lignin peroksidaz ve çok yönlü peroksidaz) enzimleri içeren karmaşık enzimatik sistemleri sayesinde, farklı fenolik atıklarda ve lignoselülozik substratlarda yapay olarak da yetiştirilebilir (Bellettini ve ark., 2019; Hřebečková ve ark., 2020; Wang ve ark., 2021). Bu lignoselülitik enzimlerin aktivitesini pH, ortam bileşimi, C:N oranı, hava bileşimi ve sıcaklık gibi çeşitli faktörler kontrol edebilir (Bellettini ve ark., 2019). Kumla ve ark. (2020), *Pleurotus ostreatus*'da yüksek verim için substratta olması gereken C:N oranını minimum 40:1, optimum 45-60:1 ve maksimum 90:1 olarak tanımlamıştır.

Pleurotus yetiştiriciliğinde substrat olarak buğday samanı (Yang ve ark., 2013; Melanouri ve ark., 2022a, b; Kara ve ark., 2023), kahve

kabuğu, okaliptüs ağacı, mısır koçanı, muz sapı, pirinç samanı, pamuk atığı, fıstık kabuğu ve kullanılmış mantar substratı da dahil olmak üzere diğer birkaç düşük değerli tarımsal yan ürün, yüksek kaliteli ve verimli üretim için test edilmiştir (Economou ve ark., 2017; Sadh ve ark., 2018; Bellettini ve ark., 2019; Getachew ve ark., 2019; Zied ve ark., 2019; De Mastro ve ark., 2023). Uygun ortamlarda (sıcaklık, nem, ışık), bu lignoselülozik kalıntıları besine dönüştüren lakkaz (LAC) ve Mn-peroksidaz (MnP) başta olmak üzere lignoselülaz enzimler üretilir. Tatmin edici bir başarı için bu substratlara buğday kepeği, pirinç ve soya gibi takviyelerin eklenmesi önerilmektedir (Bononi ve Capelari, 1999; Eira, 2004; Bernardi ve ark., 2008; de Carvalho ve ark., 2010; Baktemur ve ark., 2022). Çok çeşitli tarımsal-endüstriyel kalıntılarda hızlı ve verimli üretim ve düşük üretim maaliyeti *Pleurotus* kültürünü karlı bir yetiştirme hedefi haline getirmektedir (Moda, 2003; de Carvalho ve ark., 2010). Farklı tarımsal-endüstriyel atıklar üzerinde yetiştirilen *Pleurotus ostreatus*'un kimyasal bileşimi ve biyolojik verimliliği Çizelge 2'de sunulmuştur. Çizelge 2'de farklı tarımsal atıklardan hasat edilen mantarların kimyasal bileşiminin esas olarak atık türüne bağlı olduğu görülmektedir. Burada verilen çalışmalarda, en yüksek biyolojik verimlilik, soya saplarında kaydedilmiştir (%85.2).

Çizelge 2. Farklı tarımsal-endüstriyel atık türleri üzerinde yetiştirilen *Pleurotus ostreatus*'un kimyasal bileşimi ve biyolojik verimliliği (g/100 g kuru ağırlık)

Tarımsal-Endüstriyel Atıklar	Biyolojik Verimlilik (%)	Ham Protein (%)	Karbonhidrat (%)	Yağ (%)	Lif (%)	Kül (%)	Kaynak
I. Uygulanan tarımsal-endüstriyel atık							
Buğday samanı	37.6	13.6	60.5	2.3	22.7	10.3	Pardo-Giménez ve ark. (2020)
Arpa samanı	21.3	12.8	54.7	29.9	0.90	1.2	Prasad ve ark. (2018)

Pirinç samanı	55.6	17.9	56.4	8.4	4.30	9.6	Adenipekun ve Omoloso (2015)
Mısır koçanı	46.4	23.4	50.8	3.1	22.0	7.6	Adedokun ve Akuma (2013)
Soya sapı	85.2	24.7	53.2	2.8	7.2	6.7	Adenipekun Omoloso (2015)
Pamuk sapı	44.3	30.1	40.2	2.1	17.2	8.4	Triyono ve ark. (2019)
Pamuk çekirdeği kabuğu	8.9	17.5	65.9	1.2	10.2	5.2	Iqbal ve ark., (2016)
Pirinç kabuğu	9.5	5.9	48.5	30.9	0,3	14.3	Prasad ve ark. (2018)
Şeker kamışı posası	65.7	27.1	34.9	2.0	29.3	6.7	Adedokun ve Akuma (2013)
Şeker kamışı posası	52.3	17.1	-	1.18	12.1	4.5	De Souza ve ark. (2022)
Manyok kabuğu	25.1	10.6	73.7	2.2	8.7	7.6	Sardar ve ark. (2020)
Akasya talaşı	46.4	19.5	51.3	1.3	22.0	5.9	Adedokun ve Akuma (2013)
Kayın ağacı talaşı	46,8	16.1	73.6	3.5	15.8	6.2	Pardo-Giménez ve ark. (2020)
Huş ağacı talaşı	42.5	21.0	67.6	1.0	6.4	6.4	Grimm ve ark. (2021)
II. Uygulanan kombine tarımsal-endüstriyel atıklar							
Soya sapı + pirinç samanı	81.7	23.0	50.5	2.7	7.7	6.4	Apetorgbor ve Apetorgbor (2015)
Soya sapı + buğday samanı	77.7	21.1	52.0	2.6	7.4	6.2	Apetorgbor ve Apetorgbor (2015)
Buğday ve pirinç samanı	71.8	20.3	56.0	2.6	7.5	5.9	Apetorgbor ve Apetorgbor (2015)
Pamuk sapı +	20.2	22.8	58.0	2.9	10.8	5.5	Iqbal ve ark. (2016)

pamuk çekirdeği kabuğu								
Akasya talaşı + mısır koçanı	58.8	18.7	46.9	3.3	24.5	6.7	Adedokun ve Akuma (2013)	
Akasya talaşı + şeker kamışı posası	58.9	24.2	37.8	2.5	28.8	6.7	Adedokun ve Akuma (2013)	
Buğday samani + zeytin budama artıkları	56.8	19.9	71.7	1.9	16.5	6.5	Apetorgbor ve Apetorgbor (2015)	
Manyok kabuğu + mısır koçanı	32.4	10.7	73.8	2.2	8.7	7.6	Sardar ve ark. (2020)	

Kaynak: Kumla ve ark. (2020); El-Ramady ve ark. (2022)

Kombine tarımsal-endüstriyel atıkların oranı her biri için %50 veya (1:1)'dir.

Bazı örnek araştırmalar aşağıda sunulmuştur (Çizelge 3):

Çizelge 3. İstiridye mantarı üretimi için farklı yetiştirme ortamı reçeteleri (Aksu, 2006)

Yetiştirme Ortamı 1	Yetiştirme Ortamı 4
%60 Buğday samanı	%40 Buğday samanı
%20 Mısır koçanı	%40 Mısır koçanı
%20 Pirinç kavuzu	%20 Çay atığı
Yetiştirme Ortamı 2	Yetiştirme Ortamı 5
% 100 Çeltik sapı	%50 Buğday samanı
	%50 Mısır koçanı
Yetiştirme Ortamı 3	Yetiştirme Ortamı 6
% 50 Buğday samanı	% 75 Talaş
% 25 Fındık yeşil kabuğu atığı	% 25 Buğday kepeği
% 25 Buğday kepeği	

Yetiştiricilik Ortamlarının Sterilizasyonu ve Misel Aşılama

Yetiştiricilik ortamında kullanılacak olan substratların, neminin %65-70 arası olması için bir gün boyunca suda ıslatılması gerekmektedir (Şekil 3). Nem miktarı istenilen seviyeye getirilen yetiştiricilik ortamları, yüksek sıcaklığa dayanıklı polipropilen torbalara 1, 3 veya 5 kg olacak şekilde doldurularak, 121°C'de 1.2 atm basınç altında, 1 saat boyunca otoklavda steril hale getirilmelidir (Şekil 4, 5). Daha sonra sıcaklığın 25°C'ye düşmesini takiben, 100 kg komposta 5 kg olacak şekilde tohumluk misel ekimi gerçekleştirilir (Şekil 6). Ekim, torbalara katlar halinde serpmeye şeklinde yapılır. Ekimi tamamlanan torbalar, daha sonra mantar yetiştirme odalarına alınır (Şekil 7). Optimizasyonun sağlanmasıyla birlikte (ihtiyaç duyulan sıcaklık ve nem değeri), ortalama 15 günde içinde misel gelişimi sağlanır (Şekil 8).



Şekil 3. Kompost hazırlığı



Şekil 4. Kompostların 1 kg olacak şekilde polipropilen torbalara doldurulması



Şekil 5. Kompostların sterilizasyonu



Şekil 6. Sterilizasyon sonrası misel ekimi



Şekil 7. Misel ekimi tamamlanan torbaların odaya alınması



Şekil 8. Misel sarma aşaması tamamlanan kompostlar

YETİŞTİRİCİLİK KOŞULLARI

Pleurotus mantarı yetiştiriciliğinde, küresel atıkları azaltmak ve mantar verimliliğini artırmak için yeni mantar yetiştirme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, *Pleurotus* mantarlarına artan tüketim taleplerini de karşılamak önemlidir (Jegadeesh ve ark., 2018). *Pleurotus* mantarlarının yetiştirilmesi, hem içsel faktörlere (substrat tipi, pH, C:N oranı, tohumluk misel kalitesi, N, C ve nem içeriği gibi) hem de sıcaklık, nem, ışık ve CO₂ seviyesi gibi dışsal faktörlere bağlıdır (Bumanlag ve ark., 2018; Bellettini ve ark., 2019; Sardar ve ark., 2022; Kara ve ark., 2023). Yetiştiricilik ortamının bileşimini oluşturan substratlar; mantarların kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerinde etkilidirler (Tagkouli ve ark., 2021; Zakil ve ark., 2022). Mantar yetiştirme teknolojisi, havalandırma, sıcaklık ve pH gibi çeşitli parametrelerinin kontrolüne bağlı olarak mantar üretimi için ihtiyaç duyulan süre azaltabilir (Sandargo ve ark., 2019).

Sıcaklık

Misel gelişimi aşamasında, sıcaklık $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ olacak şekilde torbalar misel geliştirme odasına alınırlar. Misel sarımının tamamlanmasıyla birlikte, primordium (mantar taslağı) oluşumunun teşvik edilmesi amacıyla torbaların iki yan yüzeyinden ortalama 5 cm genişliğinde kesikler açılır ve $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ olacak şekilde oda içi sıcaklık ayarlanır (Kurt, 2008).

Nem

Misel gelişimi aşamasında nemin %70-80 arasında olması yeterlidir. Primordium (mantar taslağı) oluşumu ile oda içi nem %80-90 arasına çıkarılmalıdır.

Işık

Pleurotus türlerinin yetiştiriciliğinde misel sarım aşamasına kadar geçen sürede ışık ihtiyacı bulunmamaktadır. Primordium ve hasat aşamasında ise ışığa gereksinim duyulmaktadır (Şekil 9). Bu dönemde mantar yetiştirme odalarında floresan lambalarla 8-10 saat süre ile (50-60 lüks/m²) ışıklandırma yapılması gerekmektedir.



Şekil 9. Primordium aşaması

Havalandırma

Pleurotus cinsi türleri misellerinin CO₂ toleransı oldukça yüksektir. *Pleurotus* türlerinde mantar taslağı gelişimi ile birlikte belirli aralıklarla havalandırma yapılması gerekmektedir.

Havalandırmanın sık sık yapılması durumunda ise nemin düşmesi ortamın kurumasına neden olur.

HASAT

Primordium oluşumundan yaklaşık 5 gün sonra gelişen mantar kümelerinin, bir bıÇak kullanılarak dikkatlice ve tüm sapları tamamen çıkarılarak hasadı gerçekleşir (Şekil 10, 11). Ayrıca alt tabakaya hala bağlı olan sap parçalarının bırakılması kf veya bakteri oluşma olasılığını artırır. Mantarlar hasat edildikten sonra paketlenir,

dilimlenerek ve direkt plastik kasalara yerleştirildikten sonra nakledilir (Rodriguez Estrada ve Pecchia, 2017).



Şekil 10. Hasat aşamasına gelen *Pleurotus ostreatus*



Şekil 11. Hasat aşamasına gelen *Pleurotus citrinopileatus*

KAYNAKLAR

- Adedokun, O. M., and Akuma, A. H. (2013). Maximizing Agricultural Residues: Nutritional Properties of Straw Mushroom on Maize Husk, Waste Cotton and Plantain Leaves. *Natural Resources*, 4, 534–537. doi: 10.4236/nr.2013.48064
- Adenipekun, C. O., and Omoloso, P. O. (2015). Comparative Study on Cultivation, Yield Performance and Proximate Composition of *Pleurotus pulmonarius* Fries. (Quelet) on Rice Straw and Banana Leaves. *World Journal of Agricultural Sciences*, 11, 151–158. doi: 0.5829/idosi.wjas.2015.11.3.1852
- Ahmed, S., Kadam, J., Mane, V., Patil, S., and Mmv, B. (2008). Biological Efficiency and Nutritional Contents of *Pleurotus florida* (Mont.) Singer Cultivated On Different Agro-Wastes. *Nature and Science of Sleep*, 7, 44–48.
- Aksu, Ş. (2006). Kültür mantarı üretim teknikleri. Hasad Yayıncılık.
- Akyüz, M., and Kırbağ, S. (2010). Nutritive value of edible wild and cultured mushrooms. *Turkish Journal of Biology*, 34, 97–102. doi:10.3906/biy-0805-17
- Akyüz, M., İnci, Ş., and Kırbağ, S. (2022). Nutrient Content of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel. Grown on Some Local Lignocellulosic Wastes. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(1), 25–30. doi: 10.18016/ksutarimdog.vi.890663
- Apetorgbor, M. M., and Apetorgbor, A. K. (2015). Comparative Studies on Yield of *Volvariella volvacea* Using Root and Tuber Peels for Improved Livelihood Of Communities. *Journal of the Ghana Science Association*, 16, 34–43.
- Assemie, A., and Abaya, G. (2022). Effect of edible mushroom on health and their biochemistry. *International Journal of Microbiology*, 8744788. doi: 10.1155/2022/8744788

- Baktemur, G., Kara, E., Yarar, M., Yılmaz, N., Ağçam, E., Akyıldız, A., and Taşkın, H. (2022). Yield, quality and enzyme activity of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) grown on different agricultural wastes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 50(1). doi: 10.15835/nbha50112553
- Baştuğ, G., Hal, Y. B., Baktemur, G., Yarar, M., Kara, E., ve Taşkın H. (2022). Farklı tarımsal atıklardan hazırlanan yetiştirme ortamlarının *Pleurotus eryngii* verim ve kalitesi üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 578–587. doi: 10.37908/mkutbd.1098660
- Belletini, M. B., Fiorda, F. A., Maieves, H. A., Teixeira, G. L., Ávila, S., Hornung, P. S., Maccari Júnior, A. M., and Ribani, R. H. (2019). Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26, 633–646. doi: 10.1016/j.sjbs.2016.12.005
- Bernardi, E., Minotto, E., and do Nascimento, J. S. (2013). Evaluation of growth and production of *Pleurotus* sp. in sterilized substrates. *Arquivos do Instituto Biológico*, 80(3), 318–324.
- Bernardi, E., Minotto, E., and do Nascimento, J. S. (2008). Aproveitamento de resíduo de curtume como suplemento no cultivo de *Pleurotus ostreatus*. *Arquivos do Instituto Biológico*, 72, 243–246. doi: 10.1590/1808-1657v75p2432008
- Bononi, V. L., and Capelari, R. M. M. (1999). Cultivo de Cogumelos Comestíveis, (2ª Edição). In: Editora, Í. (ed.). São Paulo, Brazil. 206 pp.
- Bumanlag, C., Kalaw, S., Dulay, R., and Reyes, R. (2018). Optimum conditions for mycelia growth and basidiocarp production of *Pleurotus djamor* on corn based media. *International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences*, 7, 558–575.

- CABI (2022). Invasive Species Compendium: Datasheet. *Pleurotus ostreatus* (Oyster Mushroom). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/42037>
- Carlile, M. J., Watkinson, S. C., and Gooday, G. W. (2001). *The Fungi*. Academic Press, ISBN: 9780127384467.
- Carrasco, J., Zied, D. C., Pardo, J. E., Preston, G. M., and Pardo-Giménez, A. (2018). Supplementation in mushroom crops and its impact on yield and quality. *AMB Express*, 8(1), 146. doi: 10.1186/s13568-018-0678-0
- Carrasco-González, J. A., Serna-Saldívar, S. O., and Gutiérrez-Urbe, J. A. (2017). Nutritional Composition and Nutraceutical Properties of the *Pleurotus* Fruiting Bodies: Potential Use as Food Ingredient. *Journal of Food Composition and Analysis*, 58, 69–81. doi: 10.1016/j.jfca.2017.01.016
- Cateni, F., Gargano, M. L., Procida, G., Venturella, G., Cirilincione, F. and Ferraro, V. (2021). Mycochemicals in Wild and Cultivated Mushrooms: Nutrition and Health. *Phytochemistry Reviews*, 21, 339–383. DOI: 10.1007/S11101-021-09748-2
- Cheung, P. C. K. (2010). The nutritional and health benefits of mushrooms. *Nutrition Bulletin*, 35, 292–299. doi: 10.1111/j.1467-3010.2010.01859.x
- Chowdhury, M. M. H., Kubra, K., and Ahmed, S. R. (2015). Screening of antimicrobial, antioxidant properties and bioactive compounds of some edible mushrooms cultivated in Bangladesh. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 14, 8. Doi: 10.1186/s12941-015-0067-3
- Corrêa, R. C. G., Brugnari, T., Bracht, A., Peralta, R. M., and Ferreira, I. C. F. R. (2016). Biotechnological, nutritional and therapeutic uses of *Pleurotus* spp. (Oyster mushroom) related with its chemical composition: A review on the past decade findings. *Trends in Food Science & Technology*, 50, 103–117. doi: 10.1016/j.tifs.2016.01.012

- Correddu, F., Lunesu, M. F., Buffa, G., Atzori, A. S., Nudda, A., Battacone, G., and Pulina, G. (2020). Can Agro-Industrial By-Products Rich in Polyphenols be Advantageously Used in the Feeding and Nutrition of Dairy Small Ruminants? *Animals*, 10, 131. doi: 10.3390/ani10010131
- De Carvalho, C. S. M., Sales-Campos, C., and de Andrade, M. C. N. (2010). Mushrooms of the *Pleurotus* genus: a review of cultivation techniques. *Interciencia*, 35(3), 177–182.
- De Mastro, F., Traversa, A., Matarrese, F., Cocozza, C., and Brunetti, G. (2023). Influence of growing substrate preparation on the biological efficiency of *Pleurotus ostreatus*. *Horticulturae*, 9(4), 439. doi: 10.3390/horticulturae9040439
- De Souza, D. F., da Silva, M. D. C. S., de Paula Alves, M., Fuentes, D. P., Porto, L. E. O., de Oliveira, P. V., Kasuya, M. C. M.; and Eller, M. R. (2022). By-Products as Substrates for Production of Selenium-Enriched *Pleurotus ostreatus* Mushrooms. *Waste and Biomass Valorization*, 13, 989–1001. doi: 10.1007/s12649-021-01586-9
- Dicks, L., and Ellinger, S. (2020). Effect of the Intake of Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) on Cardiometabolic Parameters A Systematic Review of Clinical Trials. *Nutrients*, 12, 1134. doi: 10.3390/nu12041134
- Economou, C. N., Diamantopoulou, P. A., and Philippoussis, A. N. (2017). Valorization of spent oyster mushroom substrate and laccase recovery through successive solid state cultivation of *Pleurotus*, *Ganoderma*, and *Lentinula* strains. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101, 5213–5222. doi: 10.1007/s00253-017-8251-3
- Eira, A. F. (2004). Fungos comestíveis. In: Azevedo, J. L., Espósito, E. (eds.). *Fungos: uma Introdução a Biologia, Bioquímica e Biotecnologia*, Educ. Caxias do Sul, Brazil. 510 pp.

- Elaine, M., and Tan Nair, N. G. (2009). Makes money by growing mushrooms. Rural Infrastructure and Agro-Industries Division Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome 2009. FAO Diversification Booklet 7.
- El-Ramady, H., Abdalla, N., Fawzy, Z., Badgar, K., Llanaj, X., Törös, G., Hajdú, P., Eid, Y., and Prokisch, J. (2022). Green Biotechnology of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus* L.): A Sustainable Strategy for Myco-Remediation and Bio-Fermentation. *Sustainability*, 14(6), 3667. doi:10.3390/su14063667
- Espinosa-Páez, E., Hernández-Luna, C. E., Longoria-García, S., Martínez-Silva, P. A., Ortiz-Rodríguez, I., Villarreal-Vera, M. T., and Cantú-Saldaña, C. M. (2021). *Pleurotus ostreatus*: A Potential Concurrent Biotransformation Agent/Ingredient on Development of Functional Foods (Cookies). *LWT*, 148, 111727. doi: 10.1016/j.lwt.2021.111727
- Fernandes, Â., Barros, L., Martins, A., Herbert, P., and Ferreira, I. C. F. R. (2015). Nutritional characterisation of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm. produced using paper scraps as substrate. *Food Chemistry*, 169, 396–400. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.08.027
- Gaur, V. K., Sharma, P., Sirohi, R., Awasthi, M. K., Dussap, C. G., and Pandey, A. (2020). Assessing the impact of industrial waste on environment and mitigation strategies: A comprehensive review. *Journal of Hazardous Materials*, 398, 123019. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123019
- Getachew, A., Keneni, A., and Chawaka, M. (2019). Production of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on Substrate Composed from Wheat Straw, Waste Paper and Cotton Seed Waste. *International Journal of Microbiology and Biotechnology*, 4, 38–44. doi: 10.11648/j.ijmb.20190402.12

- Ghosh, T., Sengupta, A., and Das, A. (2019). Nutrition, Therapeutics and Environment Impact of Oyster Mushrooms: A Low Cost Proteinaceous Source. *Journal of Gynecology and Women's Health*, 14, 555876. doi: 10.19080/JGWH.2019.14.555876
- Golak-Siwulska, I., Kałużewicz, A., Spiżewski, T., Siwulski, M., and Sobieralski, K. (2018). Bioactive compounds and medicinal properties of Oyster mushrooms (*Pleurotus* sp.). *Folia Horticulturae*, 30(2), 191–201. doi: 10.2478/fhort-2018-0012
- Grimm, A., Eilertsen, L., Chen, F., Huang, R., Atterhem, L., and Xiong, S. (2021). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* Mushroom on Substrates Made of Cellulose Fibre Rejects: Product Quality and Spent Substrate Fuel Properties. *Waste and Biomass Valorization*, 12, 4331–4340. doi: 10.1007/s12649-020-01311-y
- Hřebečková, T., Wiesnerová, L., and Hanč, A. (2020). Change in Agrochemical and Biochemical Parameters during the Laboratory Vermicomposting of Spent Mushroom Substrate after Cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Science of The Total Environment*, 739, 140085. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140085
- Ijeh Ifeoma, I., Okwujiako Ikechukwu, A., Nwosu Princess, C., and Nnodim Henry, I. (2009). Phytochemical Composition of *Pleurotus tuber regium* and Effect of Its Dietary Incorporation on Body/Organ Weights and Serum Triacylglycerols in Albino Mice. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3, 941–945.
- Iqbal, B., Khan, H., Saifullah, Imran, K., Shah, B., Naeem, A., Ullah, W., Khan, N., Adnan M., Shah, S. R. Z., Junaid, K., Ahmed, N., and Iqbal, M. (2016). Substrates evaluation for the quality, production and growth of oyster mushroom (*Pleurotus florida* Cetto). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(3), 98–107.

- Islam, M. Z., Rahman, M. H., and Hafiz, F. (2009). Cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus flabellatus*) on different substrates. *International Journal of Sustainable Crop Production*, 4(1), 45–48.
- Islam, T., Ganesan, K., and Xu, B. (2019). New Insight into Mycochemical Profiles and Antioxidant Potential of Edible and Medicinal Mushrooms: A Review. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 21, 237–251. doi: 10.1615/IntJMedMushrooms.2019030079
- Jacinto-Azevedo, B., Valderrama, N., Henriquez, K., Aranda, M., and Aqueveque, P. (2021). Nutritional Value and Biological Properties of Chilean Wild and Commercial Edible Mushrooms. *Food Chemistry*, 356, 129651. doi: 0.1016/j.foodchem.2021.129651
- Jegadeesh, R., Lakshmanan, H., Kab-Yeul, J., Sabar-Atnam, V., and Raaman, N. (2018). Cultivation of Pink Oyster Mushroom *Pleurotus djamor* var. *roseus* on Various Agro-Residues by Low Cost Technique. *Journal of Mycopathological Research*, 56, 213–220.
- Kara, E., Baktemur, G., Soyulu, M. K., ve Taşkın, H. (2023). Farklı Tarımsal Atıkların *Pleurotus citrinopileatus* ve *Pleurotus ostreatus* Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 13(2), 249–260. doi:10.54370/ordubtd.1350120
- Khan, M. A., Amin, S. M. R., Uddin, M. N., Tania, M., and Alam N. (2008). Comparative study of the nutritional composition of oyster mushrooms cultivated in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Mushroom*, 2(1), 9–14.
- Knop, D., Yarden, O., and Hadar, Y. (2015). The ligninolytic peroxidases in the genus *Pleurotus*: divergence in activities, expression, and potential applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99, 1025–1038. doi: 10.1007/s00253-014-6256-8

- Kumla, J., Suwannarach, N., Sujarit, K., Penkhrue, W., Kakumyan, P., Jatuwong, K., Vadthanarat, S., and Lumyong, S. (2020). Cultivation of Mushrooms and Their Lignocellulolytic Enzyme Production Through the Utilization of Agro-Industrial Waste. *Molecules*, 25, 2811. doi: 10.3390/molecules25122811
- Kuo, M. (2022). *Pleurotus ostreatus* (MushroomExpert.Com). https://www.mushroomexpert.com/pleurotus_ostreatus.html
- Kurt, S. (2008). Değişik tarımsal artıkların kayın mantarı (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus sajor-caju*) yetiştiriciliğinde kullanım olanakları. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 212.
- Kurt, S., and Buyukalaca, S. (2010). Yield performances and changes in enzyme activities of *Pleurotus* spp. (*P. ostreatus* and *P. sajor-caju*) cultivated on different agricultural wastes. *Bioresource Technology*, 101(9), 3164–3169. doi: 10.1016/j.biortech.2009.12.011.
- Lesá, K. N., Khandaker, M. U., Mohammad Rashed Iqbal, F., Sharma, R., Islam, F., Mitra, S., and Emran, T. B. (2022). Nutritional Value, Medicinal Importance, and Health Promoting Effects of Dietary Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal of Food Quality*, 2454180. doi: 10.1155/2022/2454180
- Ma, G., Yang, W., Zhao, L., Pei, F., Fang, D., and Hu, Q. (2018). A Critical Review on the Health Promoting Effects of Mushrooms Nutraceuticals. *Food Science and Human Wellness*, 7, 125–133. doi: 10.1016/j.fshw.2018.05.002
- Mahari, W. A. W., Peng, W., Nam, W. L., Yang, H., Lee, X. Y., Lee, Y. K., Liew, R. K., Ma, N. L., Mohammad, A., Sonne, C., Le, Q. V., Show, P. L., Chen, W. H., and Lam, S. S. (2020). A review on valorization of oyster mushroom and waste generated in the mushroom cultivation industry. *Journal of Hazardous Materials*, 400, 123156. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123156

- Mandeel, Q. A., Al-Laith, A. A., and Mohamed, S. A. (2005). Cultivation of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) on various lignocellulosic wastes. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 21(4), 601–607. doi: 10.1007/s11274-004-3494-4
- Mane, V. P., Patil, S. S., Syed, A. A., and Baig, M. M. V. (2007). Bioconversion of low quality lignocellulosic agricultural waste into edible protein by *Pleurotussajor-caju* (Fr.) Singer. *Journal of Zhejiang University-Science B*, 8(10), 745–751. doi: 10.1631/jzus. B0745
- Martínez-Carrera, D. (1998). Oyster mushrooms. In: Licker, M. D. (ed.). McGraw-Hill Yearbook of Science & Technology 1999. McGraw-Hill, Inc., New York. pp. 242–245. ISBN 0-07-052625-7 (447 pp.)
- Melanouri, E. M., Dedousi, M., and Diamantopoulou, P. (2022a). Cultivating *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii* Mushroom Strains on Agro-Industrial Residues in Solid-State Fermentation. Part II: Effect on Productivity and Quality of Carposomes. *Carbon Resources Conversion*, 5, 52–60. doi: 10.1016/j.crcon.2021.12.005
- Melanouri, E. M., Dedousi, M., and Diamantopoulou, P. (2022b). Cultivating *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii* Mushroom Strains on Agro-Industrial Residues in Solid-State Fermentation. Part I: Screening for Growth, Endoglucanase, Laccase and Biomass Production in the Colonization Phase. *Carbon Resources Conversion*, 5, 61–70. doi: 10.1016/j.crcon.2021.12.004
- Menolli, N., Breternitz, B. S., and Capelari, M. (2014). The Genus *Pleurotus* in Brazil: A Molecular and Taxonomic Overview. *Mycoscience*, 55, 378–389. doi: 10.1016/j.myc.2013.12.001
- Moda, E. M. (2003). Produção de *Pleurotus sajor-caju* em Bagaço de Cana-de-Açúcar Lavado e o Uso de Aditivos Visando sua Conservação “in Natura”. Thesis, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brazil. 100 p.

- Mowsurni, F. R., and Chowdhury, M. B. K. (2013). Oyster mushroom: Biochemical and medicinal prospects. *Bangladesh Journal of Medical Biochemistry*, 3(1), 23–28.
- Mshandete, A. M., and Cuff, J. (2008). Cultivation of Three Types of Indigenous Wild Edible Mushrooms: *Coprinus cinereus*, *Pleurotus flabellatus* and *Volvariella volvocea* on Composted Sisal Decortications Residue in Tanzania. *African Journal of Biotechnology*, 7(24), 4551–4562.
- Nwoko, M. C., Achufusi, J. N., Ahaiwe, M. C., and Ehumadu, C. R. (2018). Evaluation of yield, heavy metals and vitamins compositions of *Pleurotus pulmonarius* (Freis) Quell fruit bodies cultivated on three deciduous tree logs. *Journal of Environmental Science and Public Health*, 2, 210–220.
- Pardo-Giménez, A., Pardo, J. E., Dias, E. S., Rinker, D. L., Caitano, C. E. C., and Zied, D. C. (2020). Optimization of Cultivation Techniques Improves the Agronomic Behavior of *Agaricus subrufescens*. *Scientific Reports*, 10, 8154. doi: 10.1038/s41598-020-65081-2
- Piska, K., Sułkowska-Ziaja, K., and Muszyńska, B. (2017). Edible Mushroom *Pleurotus ostreatus* (Oyster Mushroom) Its Dietary Significance and Biological Activity. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 16(1), 151–161.
- Prasad, S., Rathore, H., Sharma, S., and Tiwari, G. (2018). Yield and Proximate Composition of *Pleurotus florida* Cultivated on Wheat Straw Supplemented with Perennial Grasses. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 88, 91–94.
- Rajak, S., Mahapatra, S. C., and Basu, M. (2011). Yield, Fruit Body Diameter and Cropping Duration of Oyster Mushroom (*Pleurotus sajor caju*) Grown on Different Grasses and Paddy Straw as Substrates. *European Journal of Medicinal Plants*, 1, 10–17. doi: 10.9734/EJMP/2011/108

- Raman, J., Jang, K. Y., Oh, Y. L., Oh, M., Im, J. H., Lakshmanan, H., and Sabaratnam, V. (2021). Cultivation and Nutritional Value of Prominent *Pleurotus* spp.: An Overview. *Mycobiology*, 49, 1–14. doi: 10.1080/12298093.2020.1835142
- Rodriguez Estrada, A. E., and Pecchia, J. (2017). Cultivation of *Pleurotus ostreatus*. In: Diego, C. Z., Pardo-Giménez, A. (eds.). Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications, John Wiley & Sons Ltd., ISBN:9781119149415, pp. 339–360. doi: 10.1002/9781119149446.ch16
- Royse, D. J., Baars, J., and Tan, Q. (2017). Current overview of mushroom production in the world. In: Diego, C. Z., Pardo-Giménez, A. (eds.). Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications, John Wiley & Sons Ltd., ISBN:9781119149415, pp. 5–13. doi: 10.1002/9781119149446.ch2
- Sadh, P. K., Duhan, S., and Duhan, J. S. (2018). Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: A review *Bioresources and Bioprocessing*, 5, 1. doi: 10.1186/s40643-017-0187-z
- Sahoo, S., Gayakwad, T., and Shahi, S. (2022). Medicinal value of edible mushrooms. *International Journal of Health Sciences*, 6, 8760–8767. doi: 10.53730/ijhs.v6nS2.7263
- Sánchez, C. (2004) Modern aspects of mushrooms culture technology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 64, 756–762. doi: 10.1007/s00253-004-1569-7
- Sandargo, B., Chepkirui, C., Cheng, T., Chaverra-Muñoz, L., Thongbai, B., Stadler, M., and Hüttel, S. (2019). Biological and Chemical Diversity Go Hand in Hand: Basidiomycota as Source of New Pharmaceuticals and Agrochemicals. *Biotechnology Advances*, 37, 107344. doi: 10.1016/j.biotechadv.2019.01.011

- Sande, D., de Oliveira, G. P., e Moura, M. A. F., de Almeida Martins, B., Lima, M. T. N. S., and Takahashi, J. A. (2019). Edible mushrooms as a ubiquitous source of essential fatty acids. *Food Research International*, 125, 108524. doi: 10.1016/j.foodres.2019.108524
- Sardar, A., Satankar, V., Jagajanantha, P., and Mageshwaran, V. (2020). Effect of Substrates (Cotton Stalks and Cotton Seed Hulls) on Growth, Yield and Nutritional Composition of Two Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus florida*). *Journal of Cotton Research and Development*, 34, 135–145.
- Sardar, H., Anjum, M. A., Hussain, S., Ali, S., Shaheen, M. R., Ahsan, M., Ejaz, S., Ahmad, K. S., Naz, S., and Shafique, M. (2022). Deciphering the Role of Moringa Leaf Powder as a Supplement in the Cotton Waste Substrate for the Growth and Nutrition of King Oyster Mushroom. *Scientia Horticulturae*, 293, 110694. doi: 10.1016/j.scienta.2021.110694
- Sharmin, Z., Noor, R. M., Soon, T. K., Ahmedy, I., Abdullah, N. A., and Poh, Y. S. (2021). IoT Based Multidimensional Mushroom Waste Management System in Urban Area. Proceedings of the 3rd International Conference on Sustainable Technologies for Industry 4.0 STI. doi: 10.1109/STI53101.2021.9732609.
- Silva, M., Ramos, A. C., Lidon, F. J., Reboredo, F. H., and Gonçalves, E. M. (2024). Pre and Postharvest Strategies for *Pleurotus ostreatus* Mushroom in a Circular Economy Approach. *Foods*, 13(10), 1464. doi: 10.3390/foods13101464
- Silva, S. O., Gomes da Costa, S. M. G., and Clemente, E. (2002). Chemical Composition of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél., Substrates and Residue after Cultivation. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45, 531–535. doi: 10.1590/S1516-89132002000600018

- Singh, M. P., and Singh, V. K. (2011). Yield performance and nutritional analysis of *Pleurotus citrinopileatus* on different agrowastes and vegetable wastes. Proceedings of the 7th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP7), pp. 4–7.
- Stamets, P. (2000). Growing gourmet and medicinal mushrooms. Berkeley (CA), Ten Speed Press.
- Suguiimoto, H. H., Barbosa, A. M., Dekker, R. F. H., Castro-Gomez, R. J. H. (2001). Veratryl alcohol stimulates fruiting body formation in the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*. *FEMS Microbiology Letters*, 194(2), 235–238. doi: 10.1111/j.1574-6968.2001.tb09475.x
- Tagkouli, D., Bekiaris, G., Pantazi, S., Anastasopoulou, M. E., Koutrotsios, G., Mallouchos, A., Zervakis, G. I., and Kalogeropoulos, N. (2021). Volatile Profiling of *Pleurotus eryngii* and *Pleurotus ostreatus* Mushrooms Cultivated on Agricultural and Agro-Industrial By-Products. *Foods*, 10, 1287. doi: 10.3390/foods10061287
- Triyono, S., Haryanto, A., Telaumbanua, M., Jamalam Lumbanraja, D., and To, F. (2019). Cultivation of Straw Mushroom (*Volvariella volvacea*) on Oil Palm Empty Fruit Bunch Growth Medium. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8, 381–392. doi: 10.1007/s40093-019-0259-5
- Vamanu, E. (2012). *In Vitro* Antimicrobial and Antioxidant Activities of Ethanolic Extract of Lyophilized Mycelium of *Pleurotus ostreatus* PQMZ91109. *Molecules*, 17, 3653–3671. doi: 10.3390/molecules17043653
- Wang, D., Sakoda, A., and Suzuki, M. (2001). Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain. *Bioresource Technology*, 78, 293–300. doi: 10.1016/S0960-8524(01)00002-5

- Webster, J., and Weber, R. (2007). *Introduction to Fungi*. Cambridge University Press, 846 p.
- Yang, W., Guo, F., and Wan, Z. (2013). Yield and size of oyster mushroom grown on rice/wheat straw basal substrate supplemented with cotton seed hull. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 20(4), 333–338. doi: 10.1016/j.sjbs.2013.02.006
- Zakia, B., and Srivastava, H. C. (1962). Studies on cultivation of *Pleurotus* sp. on paddy straw. *Food Science*, 11, 363–365.
- Zakil, F. A., Isa, R., M., Sueb, M. S. M., and Isha, R. (2022). Growth Performance and Mineral Analysis of *Pleurotus ostreatus* (Oyster Mushroom) Cultivated on Spent Mushroom Medium Mixed with Rubber Tree Sawdust. *Materials Today: Proceedings*, 57(3), 1329–1337. doi: 10.1016/j.matpr.2022.01.112
- Zhang, Y., Dai, L., Kong, X., and Chen, L. (2012). Characterization and in vitro antioxidant activities of polysaccharides from *Pleurotus ostreatus*. *International Journal of Biological Macro-molecules*, 51(3), 259–265. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2012.05.003
- Zied, D. C., Prado, E. P., Dias, E. S., Pardo, J. E., and Pardo-Gimenez, A. (2019). Use of peanut waste for oyster mushroom substrate supplementation-oyster mushroom and peanut waste. *Brazilian Journal of Microbiology*, 50(4), 1021–1029. doi: 10.1007/s42770-019-00130-1

BÖLÜM 5

KRAL İSTİRİDYE MANTARI (*Pleurotus eryngii*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Prof. Dr. Hatıra TAŞKIN¹

Prof. Dr. Ersin POLAT²

¹ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye
hatirataskin1@gmail.com ORCID NO: 0000-0002-1784-4731

² Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Antalya, Türkiye
polat@akdeniz.edu.tr ORCID NO: 0000-0003-2414-5071

GİRİŞ

Tarımsal üretim sonucunda her yıl büyük miktarlarda tarımsal atık oluşmaktadır. Dünyada her yıl tahıl daneleri, baklagil atıkları ve şeker pancarı, ayçiçeği gibi endüstriyel ürünlerden kaynaklanan binlerce ton tarımsal atık ortaya çıkmaktadır (Atila, 2019). Bu atıkların çoğu lignoselülozik atıklardır (Akyüz ve Kırbağ, 2022). Lignoselülozik atıklar, tarım ve orman endüstrisinin yan ürünlerini içermektedir (Atila, 2019). Çin'de mısır üretimi sonucu elde edilen mısır sapının tarımsal atıklar arasında en fazla olduğu bildirilmiştir (Zhou ve ark., 2023). Bu sapların çoğunun tarlada yakıldığı veya atılıyor olduğu, bu da sera gazları da dahil olmak üzere aşırı miktarda hava kirletici madde üretilmesine neden olduğu (Zhou ve ark., 2023; Sun ve ark., 2020), atıkların genellikle hayvan yemi olarak kullanıldığı (Zhou ve ark., 2023; Gao ve ark., 2019), ancak talebin arzı aşmadığı belirtilmiştir (Zhou ve ark., 2023). Bu atıkların yok edilmesi kimyasal ve bozunma özelliklerinden dolayı zor olabilmekte (Atila, 2019) ve bertaraf edilme şekilleri geriye dönüşümsüz çevre sorunlarına neden olmaktadır (Akyüz ve Kırbağ, 2022; Zárate-Salazar ve ark., 2020). Atıklar hayvan yemi olarak kullanılabilen, bir kısmı da yakılmakta veya toprağa karıştırılmaktadır (Atila, 2019). Bu atıkların bertarafına yönelik sunulabilecek en efektif çözüm, mantar yetiştiriciliğidir (Akyüz ve Kırbağ, 2022). Mantar yetiştiriciliği, lignoselülozik atıkların kullanımına yönelik düşük maliyetli ve çevre dostudur (Akyüz ve Kırbağ, 2022; Tesfay ve ark., 2020). Mantar yetiştiriciliği, hem lignoselülozik atıkları insan gıdasına dönüştürür, hem de sağlıklı bir besin üretimini sağlar (Akyüz ve Kırbağ, 2022; Girmay ve ark., 2016; Wichai ve ark., 2022). Mısır sapları, ağaç talaşına benzer şekilde

hemiselüloz, lignin ve selüloz içermekte, yani mantarların kültürü için ihtiyaç duyulan besin maddelerini sağlayabilmektedir (Zhou ve ark., 2023; Meng ve ark., 2019).

Yenebilir mantarlar; kokuları ve tatları, mutfak değerleri, zengin besin içerikleri ve farmasötik özellikleri nedeniyle kaliteli ve sağlıklı gıdalardır. Protein, diyet lifi, vitaminler, doymamış yağ asitleri, esansiyel amino asitler, uçucu bileşikler ve mineraller açısından zengin olup, kalori ve yağ oranı düşük gıdalardır (Akyüz ve Kırbağ, 2022). İstiridye mantarı türleri (*Pleurotus* spp.), dünya mantar üretimi içerisinde beyaz şapkallı mantar (*Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach) ve shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler)'den sonra üçüncü sırada (Moonmoon ve ark., 2010; Györfi ve Hajdú, 2007) veya beyaz şapkallı mantar (*A. bisporus*) üretiminden sonra ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye'de mantar üretiminde son 40 yılda olumlu yönde gelişmeler yaşanmış, 1980'li yıllarda üretimin büyük bir kısmı küçük aile işletmelerinde gerçekleştirilirken, günümüzde üretimin yaklaşık %35'i modern tesislerde gerçekleştirilmektedir (Akyüz ve Kırbağ, 2022). *Pleurotus* türleri ülkemizde de beyaz şapkallı mantardan sonra en çok üretilen ve tüketilen mantar türüdür (Akyüz ve Kırbağ, 2022; Eren ve Pekşen, 2019). Son yıllarda Türkiye'de *Pleurotus* türlerinin üretiminde ciddi artışlar görülmektedir (Atıla, 2019; Eren ve Pekşen, 2016). Kral istiridye mantarı olarak bilinen *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél.) kalın ve etli beyaz sapı, hoş aroması, mutfak kalitesi ve daha uzun raf ömrü nedeniyle *Pleurotus* türlerinin en sevileni olarak kabul edilmektedir (Peng ve ark., 2000; Moonmoon ve ark., 2010; Yıldız ve ark., 2002). Türkiye'de genel olarak "diken, göbelek, çadır, çakşır,

çarçur, mendik ve heliz" mantarları olarak bilinmektedir (Akyüz ve Kırbağ, 2022).

P. eryngii Akdeniz, Orta Avrupa, Orta Asya ve Kuzey Afrika'da yaygın olarak bulunan yenebilir ve tıbbi bir türdür ve Apiaceae familyasına ait (*Eryngium campestre*) canlı bitkilerin kök veya gövde tabanında yaşayabilmektedir (Stamets, 2000; Stajić ve ark., 2009: Zervakis ve ark., 2001a; Lewinsohn ve ark., 2002). *P. eryngii* saprofit bir mantardır ve talaş ve saman gibi lignoselülozik materyaller üzerinde yetiştirilmektedir (Atila, 2019). Farklı biyolojik aktif bileşikler üretme yeteneğine sahip olup, lignin ve farklı aromatik bileşiklerin parçalanmasını sağlayan iyi gelişmiş bir ligninolitik enzim sistemine sahiptir (Stajić ve ark., 2009: Cohen ve ark., 2002). Farklı *P. eryngii* ırkları, misel sarım süresi, ortalama verim ve kalite açısından farklı substratlara ve çevresel faktörlere farklı tepkiler vermektedir (Moonmoon ve ark., 2010: Visscher, 1989). Aynı substratta yetiştirilen farklı *P. eryngii* ırklarının, misel gelişim süresi, ortalama verim ve kalite açısından farklı özellikler sergilediği tespit edilmiştir (Atila, 2019: Visscher, 1989). *P. eryngii*'de misel gelişimi diğerlerine göre oldukça yavaş, patojenlere ve kültür koşullarına (ışık, nispeten düşük sıcaklık, nem, CO₂) karşı daha duyarlı olmakta ve karpofor oluşumu daha uzun sürmektedir (Akyüz ve Kırbağ, 2022). Substratların hazırlanmasında kullanılan atıkların, üretimin yapılacağı bölgede kolay ve ucuz olarak bulunabilmesi de önemlidir (Atila, 2019). *P. eryngii*'nin torba kültürü 1970'lerin sonları ile 1980'lerin başlarında kuzey İtalya'da, şişede yetiştiriciliği ise 1980'lerin sonlarında Tayvan'da başlamıştır. Daha sonra, büyük ölçekli bir Japon üretim şirketinin 1992'de deneysel şişe yetiştiriciliğine başlamasından sonra üretim son

yıllarda hızla artmıştır. Günümüzde, *P. eryngii*'nin şişe yetiştiriciliği Çin, Kore ve Tayland'da yayılım göstermiştir. Bu türe gösterilen ilgide mantarın lezzetli olması ve diğer *Pleurotus* türlerine kıyasla uzun bir raf ömrüne sahip olması etkilidir. 2013 yılında *P. eryngii* üretimi, Japonya'da şişe yetiştiriciliği ile yaklaşık 40.000 ton ve Çin'de 673.000 ton olup, hem şişelerde hem de torbalarda üretimi yapılabilmektedir (Yamaka, 2017).

Besin Değeri ve Tıbbi Özellikleri

Pleurotus mantarı türlerinin karbonhidratlar (taze ağırlığın %9.6'sı), diyet lifleri (taze ağırlığın %4.64'ü; %4.11'i çözünemez ve %0.53'ü çözünebilir diyet lifleri), kitin (taze ağırlığın %0.50'si), polisakkaritler (taze ağırlığın %0.41'i), protein (%1.88-%2.65 arasında), vitaminler (C, A, B2, B1, D ve niasin) ve mineraller (özellikle K, Mg, Na ve Ca) açısından zengin olduğu, aminoasitlerden en fazla aspartik asit, glutamik asit ve arginin içerdiği, çok düşük miktarda lipit (taze ağırlığın %0.8'i) ve yüksek oranda neme (yaklaşık %86.6 ile %91.7 arasında) sahip olduğu bilinmektedir (Stajić ve ark., 2009; Manzi ve ark., 1999; 2004).

P. eryngii'nin çeşitli biyolojik olarak aktif bileşikleri sentezlediği bildirilmektedir. Polisakkaritler, *P. eryngii*'deki ana biyolojik olarak aktif bileşiklerdir (Stajić ve ark., 2009). Çalışmalarda, bu mantarın anti-hipertansif, antioksidan, anti-hiperkolesterolik, anti-hiperglisemik, immünomodülatör, antitümör, antibakteriyel, antiviral, antifungal, anti-hipertansif, antiviral, antifungal, anti-hipertansif, inflamatuvar ve anti-osteoporotik etkileri olduğu bildirilmiştir (Stajić ve ark., 2009; Wasser ve Weis, 1999).

***Pleurotus eryngii* YETİŞTİRİCİLİĞİ**

Misel kùltürlerinin Elde Edilmesi

Kùltürü yapılan mantarlarda, yetiştiriciliğin ilk aşaması, eğer hazır tohumluk misel kullanılmayacaksa misel kùltürlerinin elde edilmesidir. Misel kùltürlerinin elde edilmesinde, farklı besin ortamları kullanılabilir. Moonman ve ark. (2010) ve Atila (2019) tarafından *P. eryngii* mantarında yapılan çalışmalarda, misel çoğaltımı, malt eksrat-agar (MEA) ortamında yapılmıştır. Deora ve ark. (2021) tarafından *P. eryngii* mantarında yapılan farklı bir çalışmada da yine misel çoğaltımı %2 malt eksrat-agar (MEA) ortamında geçekleŐtirilmiŐtir. Akyüz ve Kırbağ (2022) ile Zhou ve ark. (2023) tarafından *P. eryngii* mantarında yapılan çalışmalarda ise misel çoğaltımı patates dekstroz agar (PDA) ortamında sağlanmıştır. *P. eryngii* mantarında, malt eksrat-agar (MEA) ve patates dekstroz agar (PDA) besin ortamları genellikle misel gelişimi için yeterli olmaktadır. Besin ortamları hazırlanmasında steril su kullanılmakta ve besin ortamının sterilizasyonu otoklavda 121°C'de 1.2 atm basınç altında 15 dakika olarak yapılmaktadır. Hazırlanan besin ortamlarının sterilizasyonu sağlandıktan sonra, steril plastik petrilere steril bir ortamda (steril kabin gibi) dök÷lmektedir. Misel oğaltımı, ana stok miselden 1 cm'lik veya daha kùük bir parçanın steril pens ve bistüri yardımı ile steril bir ortamda (steril kabin gibi) alınarak, hazırlanan besin ortamlarına miselli kısım alta gelecek Şekilde yerleŐtirilmesi ile yapılmaktadır. Sonrasında petrilerin etrafı parafilm veya streç film ile kaplanarak enfeksiyon riski önlenmektedir. Hazırlanan kùltürler, misel gelişimi için büy÷tme odasında veya bir inkübatörde 25±2°C'de karanlıkta bekletilmektedir. Misellerin tüm petriyi sarmasını takiben,

kültürler kullanılıncaya kadar 4°C'de muhafaza edilmektedirler. Stok misel kültüründen misel çoğaltımı teknik bilgi ve alt yapı gerektirdiği için, amatör üreticilere hazır tohumluk misel kullanımı tavsiye edilmektedir.

Tohumluk Misellerin Hazırlanması

Çoğaltılan misellerden tohumluk misellerin elde edilmesinde, farklı ürünler ve teknikler kullanılabilir. Deora ve ark. (2021) tarafından *P. eryngii* mantarında yapılan bir çalışmada, tohumluk misel elde edilmesi için buğday daneleri kullanılmış, bu amaçla buğday daneleri bir gece suda bekletilmiş ve sonrasında 20-25 dakika suda kaynatılmıştır. Danelerin kurutulmasının ardından, pH'yı 7.0-8.0 arasında tutmak ve danelerin yapışmasını ve topaklanmasını önlemek için yaş dane ağırlığı bazında %1 kireç (CaCO_3) ilave edilmiştir. Daha sonra ,daneler cam şişelere veya polipropilen torbalara 2/3'üne kadar doldurulmuş, 20 lbs psi basınçta (126°C) 150 dakika süreyle otoklavda steril edilmiştir. Akyüz ve Kırbağ (2022) tarafından *P. eryngii* mantarında yapılan bir çalışmada, tohumluk misel kireç (2 g) ve alçı (8 g) (kuru ağırlık bakımından 1/4 oranı) ilave edilmiş haşlanmış arpa daneleri (150 g) ile doldurulmuş 250 mL'lik erlenmayerde hazırlanmış ve daha sonra aşılama öncesi 121°C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Atila (2019) tarafından *P. eryngii* mantarında yapılan bir çalışmada, tohumluk misel, buğday danelerinin cam şişelerde kaynatılmasıyla hazırlanmış ve 121°C'de 90 dakika otoklavda sterilize edilmiş ve sonrasında soğutulmuştur.

Tohumluk misellerin elde edilmesinde genellikle buğday veya arpa daneleri kullanılmaktadır. pH'yı 7.0-8.0 arasında tutmak ve

danelerin yapışmasını önlemek için ise genellikle kireç (CaCO_3) eklenmektedir. Buğday ve arpa daneleri yukarıdaki şekilde hazırlanıp, cam şişelere veya polipropilen torbalara 2/3'üne kadar doldurulmakta ve steril hale getirildikten sonra soğumaya bırakılmaktadır. Soğumanın ardından, steril bir ortamda, misel çoğaltımı sağlanan petrilerden steril pens ve bistürilerle parçalar alınarak, cam şişe veya polipropilen torbalardaki arpa ve buğday danelerinin üzerine yerleştirilmektedir. Her poşetin veya şişenin farklı yerlerine, miselli bu parçalardan konulmaktadır. Her bir poşet veya torbaya en az 4-5 adet parçanın, miselli kısım arpa veya buğday danelerine temas edecek şekilde yerleştirilmesine dikkat edilmelidir. Misel aşılması tamamlandıktan sonra şişe ve torbaların ağzı kapatılmakta ve misel gelişimi için büyütme odasında veya bir inkübatörde $25\pm 2^\circ\text{C}$ 'de karanlıkta bekletilmektedir. Cam şişelerin veya polipropilen torbaların 2/3'üne kadar doldurulmasının sebebi, misel gelişiminin tüm daneleri saracak şekilde olmasına yardım edilmesidir. Bunun için, $25\pm 2^\circ\text{C}$ 'de karanlıkta bekletme sürecinde arada bir şişe veya torbalar sallanarak danelerin yer değiştirmesi ve homojen şekilde tüm danelerin misel sarması sağlanır. Tüm danelerin misel sarımı tamamlandıktan sonra, tohumluk misel sarımı tamamlanmış olacaktır.

Yetiştiricilik Ortamlarının Hazırlanması ve Tohumluk Misellerin Ekimi

Pleurotus eryngii mantarı yetiştiriciliğinde genellikle kavak ve meşe ağacı gibi farklı ağaçların talaşları, farklı tarımsal atıklarla, farklı oranlarda karıştırılarak kullanılmaktadır. Ağaç talaşı temininin zorluğu ve ekolojimiz için önemli olan ağaçlara olan ihtiyacın en aza

indirilmesi için mantar yetiştiriciliğinde talaşın azaltılarak tarımsal atıkların kullanımının artırılması, mümkünse tamamen tarımsal atıklarla yetiştiriciliğe devam ettirilmesi en büyük hedeflerdendir. Kullanılacak tarımsal atıkların seçiminde, mantar yetiştiriciliğinde ihtiyacı karşılaması, yetiştiricilik yapılacak olan bölgede kolay ve hesaplı temin edilebilmesi, ancak kalite ve verimde düşüşlere neden olmaması en fazla dikkat edilmesi gereken noktalardandır. Misel sarım süresi, verim, biyolojik etkinlik, mantar ağırlığı ve ölçüleri ile mantarın besinsel içeriği ve tıbbi değeri yetiştirilen ortamın bileşimine veya yetiştirilecek olan mantar çeşit/ırk/suş/izolatına göre değişmektedir. Bu nedenle, yetiştiricilik ortamı ve bu ortamların farklı mantar çeşit/ırk/suş/izolatına etkileri çalışılmış veya çalışılmaya devam edilmektedir.

Dhar,(2017), *Pleurotus eryngii* yetiştiriciliği için yaygın olarak kullanılan substratların %10-30 buğday/pirinç kepeği ile desteklenmiş talaş olduğunu, pirinç/buğday kepeği ile desteklenmiş buğday samanı substratının da bu mantarın gelişmesini desteklediğini, ancak daha kaliteli mantarların pirinç/buğday kepeği ile desteklenmiş talaş ortamından elde edildiğini bildirmiştir. Torba kültüründe substrat olarak talaş kullanılması durumunda %30 pirinç kepeği (kuru ağırlık) ile desteklenmeli ve pH'sı 7 olan su kullanılarak kompostlama platformunda ıslatılmalıdır. Alçı/kalsiyum karbonat, yalnızca pH ayarlaması için substrat ile karıştırılmaktadır (%3 kalsiyum sülfat, %1 kalsiyum karbonat). İslatma işleminden sonra substrat, 1 kg'lık polipropilen torbalara doldurulmakta, substrat elle torbaya sertçe bastırılmakta ve aşılama için ortada tahta bir çubukla delik açılmaktadır. Sert plastikten oluşan kısa bir silindir boyun, polipropilen

torbanın açık ucuna tutturulmakta ve torba açıklığı daha sonra pamukla kapatılarak 90 dakika boyunca 15 psi'de sterilize edilmektedir. Buğday samanında hazırlanan substrat 65°C'de buharla pastörize edilmekte, ancak bu durumda iyi bir misel ön gelişme aşaması sağlanamamaktadır. Buğday samanı, talaşta olduğu gibi 90 dakika boyunca 15 psi'de sterilize edildiğinde, misel ön gelişimi ve mantar oluşumu daha iyi olmakla birlikte verim, talaş içerikli substrata göre daha düşük olmaktadır. Torbalar otoklav içinde soğumaya bırakılarak ertesi gün hazırlanmış *P. eryngii*'nin tahıla sardırılmış miselyumu steril kabin içerisinde aşılama için kullanılmaktadır. Yaklaşık 40-50 g misel (% 4-5), torbaların boyun açıklığından steril edilmiş torbaya dökülmekte ve miselyum steril bir cam çubukla deliğe itilerek boyun kısmı pamuk tıkaçla kapatılmaktadır. Torbalar daha sonra inkübasyon odasına alınmakta ve 24-25°C sıcaklıkta tutulmaktadır. Misel ön gelişme süresi yaklaşık 12-15 gün olmaktadır.

Stajić ve ark. (2009) tarafından *P. eryngii* üzerine yapılan bir derleme çalışmasında, Peng ve ark. (2000)'nın, maksimum verime ulaşmak için %48 ve %37 pirinç kepeğine ihtiyaç duyan iki *P. eryngii* suşu (biri Çekoslovakya'dan ve diğeri Hollanda'dan) arasındaki besin gereksinimlerinde farklılıklar olduğunu tespit ettikleri, Zervakis ve ark. (2001b)'nin en yüksek misel gelişim oranlarının 25°C sıcaklıkta pamuk çırçırı, fıstık kabuğu ve kavak talaşı üzerindeki kültürde gerçekleştiğini bildirdikleri, Hanai ve ark. (2005)'nin işlenmemiş ve metanolle ıslatılmış pirinç kabuklarının 20 mg/mL ve 160 mg/mL konsantrasyonunda misel gelişimini uyardığı, daha yüksek konsantrasyonda ise inhibe ettiğini (engellediğini) gösterdikleri, araştırmacıların bunun fitoaleksinler, momilakton A, silisik asit vb. gibi

hem uyarıcı hem de engelleyici maddeler içeren pirinç kabuklarının bileşiminden kaynaklandığını düşündükleri, metanolla ıslatılmış pirinç kabukları misel oluşumunu teşvik etse de kullanımındaki en büyük sorunun metanol arıtımının maliyeti olduğunu düşündükleri belirtilmiştir. Aynı derleme çalışmasında, şeker kamışı küspesi ve pirinç kepeği karışımının *P. eryngii* yetiştiriciliği için iyi bir substrat olduğu (Okano ve ark., 2007) kaydedilmiştir.

P. eryngii mantarı yetiştiriciliğinde farklı substrat kullanımının misel sarım süresi, verim ve biyolojik etkinlik üzerine olan etkileri ile ilgili daha ayrıntılı çalışmalar aşağıda sunulmuştur:

Moonman ve ark. (2010) tarafından *P. eryngii* mantarında yapılan bir çalışmada, substrat olarak talaş (SD) ve pirinç samanı (RS) kullanılmıştır. Talaşta (SD), güneşte kurutulmuş talaş, buğday kepeği ve pirinç kabuğu, her 550 g substrat için sırasıyla 176 g, 88 g ve 11 g olacak şekilde karıştırılmıştır. Nem miktarını %65'e ayarlamak için su ilave edilmiş ve karışıma %0.2 oranında kireç (CaCO_3) eklenmiştir. Pirinç samanı substratında (RS), kurutulmuş pirinç samanı 2-4 cm uzunluğunda doğranmış ve sıcak suda bekletilmiştir. Yarım saat sonra sıcak sudan alınmış ve soğumaya bırakılmıştır. En hızlı misel sarımı, talaş üzerinde (SD) yetiştiricilikte gözlemlenmiştir (denenen 3 çeşit için 0.32-0.57 cm/gün arasında). Benzer şekilde pirinç samanında (RS) da misel gelişim hızı 0.30- 0.50 cm/gün arasında değişmiştir. İki substrat üzerindeki suşlar arasında primordium (mantar taslağı) sayısı 3.7 ila 4.5 arasında farklılık göstermiştir. Talaşta (SD) primordium sayısı, denenen 3 çeşit için 3.75 ile 4.5 adet, pirinç samanında (RS) 3.7 ile 4.0 arasında değişmiştir. Talaşta (SD) primordium oluşturmaya başlangıç süresi 15.75 ile 17.0 gün, pirinç samanında (RS) 11.3 ile 15.75 arasında

olmuştur. Karpoforların ilk hasadı için gereken süre 26.5 ile 30.0 gün arasında değişmiştir. Karpofor (mantar) sayısı talaşta (SD) 2.25 ile 3.25 adet, pirinç samanından (RS) 1.1 ile 2.3 adet arasında olmuştur. Talaşta (SD) verim 90.5 g ile 141 g, pirinç samanında (RS) 100 g ile 120.25 g arasında gözlemlenmiştir. Biyolojik etkinlik, talaşta (SD) %46.75 ile %73.5, pirinç samanında %60.4 ile %68.7 arasında değişmiştir.

Atila (2019) tarafından *P. eryngii* mantarında yapılan bir çalışmada, ana substrat olarak kavak talaşı (S) kullanılmış ve substratları hazırlamak için talaşa 8:2 oranlarında ayçiçeği küspesi (SFM), üzüm atığı (GP) ve yeşil ceviz kabuğu (GWH) eklenmiştir. Substratlar karıştırılmış ve yaklaşık %70'e kadar nemlendirilinceye kadar musluk suyu ilave edilmiştir. Daha sonra, her bir substrattan 1 kg (yaş ağırlık)'lık polipropilen otoklavlanabilir torbalara paketleme yapılmış ve 121°C'de 90 dakika otoklavlanmıştır. Sterilizasyondan sonra substratlar, %3 tohumluk misel (yaş ağırlık bazında) kullanılarak aşılantmıştır. Üç farklı izolatla yapılan denemelerde, her bir izolatin misel sarım süresi, S:GWH'de diğer substratlara göre biraz daha uzun olmuş, izolatlara bağlı olarak 20.8 ile 23.2 gün arasında değişmiştir. En kısa ise S:SFM'de olmuş ve 14.8 ile 14.4 arasında farklılık göstermiştir. Verim değerleri 99.79 (S:GWH) ile 206.52 g/kg (S:SFM) arasında ve BE'ler %33.3 (S:GWH) ile %68.8 (S:SFM) arasında gözlemlenmiştir. Ortalama mantar ağırlığı, 39.50 (S:GWH) g ile 88.6 (S:SFM) arasında değişmiştir.

Deora ve ark. (2021) tarafından *P. eryngii* mantarında yapılan bir çalışmada, substrat olarak buğday samanı, çeltik samanı, mısır samanı, sorgum samanı, buğday samanı+%5 pirinç kepeği ve buğday samanı+%5 buğday kepeği denenmiştir. Samanlar 24 saat boyunca

suda bekletilmiştir. Denemelerde substrat miktar tayini de yapılmış, bunun için torbalar yaş ağırlık esasına göre 3 kg, 4 kg, 5 kg ve 6 kg'lık buğday samanı ile doldurularak, %3 oranında tohumluk misel eklenmiştir. En iyi tohumluk misel oranını belirlemek için, farklı tohumluk misel oranları (%2, %3, %4 ve %5 yaş substrat ağırlığı) denenmiştir. Substratın yaş ağırlığı her torba için 3 kg (kuru ağırlık 1 kg) olarak tutulmuştur. *P. eryngii* tohumluk misellerinin substratı tamamen sarması için geçen minimum süre (8 gün), mısır samanı ve ardından sorgum samanı (11.8 gün) üzerinde kaydedilmiştir. Misel sarımı sürecinin tamamlanması için maksimum süre (24 gün), pirinç kepeği ilave edilmiş buğday samanı üzerinde kaydedilmiştir. Primordium (mantar taslakları) başlaması için geçen sürede de aynı eğilim gözlemlenmiştir. Primordium başlaması için minimum gün sayısı mısır samanında (12 gün) kaydedilmiş ve en uzun süre pirinç kepeğiyle desteklenen buğday samanında (28 gün) rapor edilmiştir. Bunun aksine, en fazla karpofor (32.8) ve en yüksek biyolojik verimlilik (%88.4) çeltik samanında elde edilmiş, onu sırasıyla buğday samanı (%76.7) ve mısır samanı (%75) takip etmiştir. Araştırmacılar çalışmalarında, substrat sterilizasyonu konusunda da denemeler yapmışlardır. Buğday substratına su ve havalandırılmalı buhar işlemi (WAST) uygulandığında, yalnızca klorlu su ile kimyasal demlendirme, karbendazim ile birlikte klorlu su ile demlendirme ve klorlu su, karbendazim ve diklorovos ile kimyasal demlendirme gibi diğer kimyasal işlemlerle karşılaştırıldığında verim azalmıştır. Buğday substratının %0.4 klorlu su + %2 karbendazim + %0.1 diklorovos ile kimyasal olarak ıslatılmasından en yüksek verim (%78.7) alınmış, en düşük BE ise (%57.7) WAST ile elde edilmiştir. Ancak misel sarımının

tamamlanması (14 gün) ve primordium başlaması (20 gün) WAST'da kimyasal işlemlere göre daha hızlı olmuştur. Misel sarımının tamamlanması ve primordiumların görünmesi, en hızlı %5'lik tohumluk oranında (sırasıyla 14.4 gün ve 20.8 gün) gözlemlenmiş ve ardından %4, %3 ile takip edilmiş, %2 en düşük tohumluk misel oranı olmuştur (21.6 gün ve 28 gün). %BE sonuçları, belirli bir değere kadar önemli bir artış göstermiş, %5 tohumluk misel oranı %97.3 ile en yüksek %BE'yi, %2'lik oran %55.1 ile en düşük %BE'yi vermiştir. Tohumluk misel oranı artırılmadığı sürece substrat miktarının arttırılmasının *P. eryngii*'nin biyolojik etkinliği üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, misel sarımının tamamlanması ve primordiumların başlaması için minimum gün sayısı (sırasıyla 19 gün ve 25 gün), 4 kg saman miktarı ve ardından 5 kg, 6 kg ve 3 kg saman miktarında gözlemlenmiştir. Eklenen kg substrat başına verimde bir artış olduğu gözlemine dayanarak, daha büyük torba kullanımının yetiştiricilik odasında kapladığı alanın önemli ölçüde artmaması nedeni ile daha büyük torba kullanımının kazançlı olacağı, bu nedenle yetiştirme için uygun bakım ve yönetim sağlandığı takdirde 5-6 kg'lık substrat torbası kullanımının faydalı olacağı tavsiye edilmiştir.

Baştuğ ve ark. (2022) tarafından *P. eryngii*'de yapılan bir çalışmada, meşe (K), meşe talaşı+buğday kepeği (2:1 G1), kavak talaşı+buğday kepeği (2:1 G2), buğday sapı+buğday kepeği (2:1 G3), meşe talaşı+kavak talaşı+buğday kepeği (1:1:1 G4), meşe talaşı+buğday sapı+buğday kepeği (1:1:1 G5), yer fıstığı+buğday kepeği (2:1 G6), mısır koçanı+buğday kepeği (2:1 G7), asma budama atığı+buğday kepeği (2:1 G8), yer fıstığı+meşe talaşı+buğday kepeği (1:1:1 G9), mısır koçanı+meşe talaşı+buğday kepeği (1:1:1 G10) ve

asma budama atığı+meşe talaşı+buğday kepeği (1:1:1 G11) ortamları kullanılmıştır. Kullanacak olan bitkisel atıklar öğütüldükten sonra, su dolu kaplarda uygun nem içerikleri için bekletilmiştir. Yetiştiricilik ortamlarının pH ayarlaması, kireç ilavesi ile yapılmıştır. Hazırlanan karışımlar, yüksek sıcaklığa dayanıklı polipropilen torbalara, 1 kg olacak şekilde doldurulmuş, torbaların ağzı lastikle bağlanıp 121°C'de 1.2 atm basınçta 90 dakika süre ile otoklavda sterilize edilmiş ve soğumaya bırakılmıştır. Misel aşılması, 1 kilogramlık torbalara yaklaşık 25-30 g tohumluk misel olacak şekilde steril kabinde gerçekleştirilmiştir. En kısa misel sarım süresi (17 gün), G6 (2 yer fıstığı kabuğu+ 1 buğday kepeği) ve G9 (1 yer fıstığı kabuğu+1 meşe talaşı+1 buğday kepeği), en uzun (30 gün) ise G4 (1 meşe talaşı+1 kavak talaşı+1 buğday kepeği) ortamında gözlemlenmiştir. Ortam bileşenlerinde yer alan kavak talaşı misel sarımında gecikmelere neden olurken, yer fıstığı kabuğunda misel sarımı süresi kısalmıştır. En yüksek verim (171.14 g/kg) G6 (2 yer fıstığı+1 buğday kepeği) ortamından elde edilirken, en düşük verim (53.26 g/kg) G3 (buğday sapı+1 buğday kepeği) ortamında tespit edilmiştir. Biyolojik etkinlik (BE) oranı, en yüksek (%44.86) G9 (1 yer fıstığı+1 meşe talaşı+1 buğday kepeği) ortamında, en düşük (%17.34) ise G3 (buğday sapı+1 buğday kepeği) ortamında kaydedilmiştir. En fazla mantar ağırlığı (32.34 g) G4 (1 meşe talaşı+1 kavak talaşı+1 buğday kepeği) ortamında, en düşük (17.22 g) G3 (2 buğday sapı+1 buğday kepeği) ortamında saptanmıştır.

Akyüz ve Kırbağ (2022) tarafından *P. eryngii*'de yapılan bir çalışmada substrat olarak, fasulye kabuğu (BP), nohut kabuğu (CP), mercimek samanı (LS) ve arpa samanı (BS) kullanılmıştır. Deney

grupları olarak BP+CP (1:1), BP+LS (1:1), BP+BS (1:1) ve BP (kontrol grubu) karışımından oluşan dört karışım hazırlanmıştır. Yetiştirme materyalleri, tüm lignoselülozik atıkların 48 saat suda bekletilmesiyle hazırlanmıştır. Fazla su süzildükten sonra, %70-75 nem içeriğine sahip substratlar, kireç ve alçı ile karıştırılmıştır (1 kg kuru kompost için 35 g). Substratlar 121°C'de 30 dakika süresince otoklav ilse sterilize edilmiş ve oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Bir kilogram substrat polietilen torbalara yerleştirilmiş, substratın yaş ağırlığının yaklaşık %3'ü oranında tohumluk misel ile aşılansmış ve daha sonra karanlıkta 25°C'de 2 hafta boyunca bekletilmiştir. Denenen 3 izolat içerisinde en kısa misel büyüme süresi BP+CP (1:1) üzerinde 14.7 gün, en uzun ise BP+LS (1:1) üzerinde 17.7 gün olmuştur. En kısa primordium başlangıç süresi BP ve BP+CP'de (1:1) 24.0 ve 24.3 gün, en uzun BP+LS (1:1), BP+BS (1:1), BP'de sırasıyla 32.3, 33.7 ve 34.7 gün olarak bulunmuştur. Toplam hasat süresinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Toplam hasat günlerinde en kısa periyot BP+LS (1:1) ve BP'de 72.7 ve 74.7 gün olurken, en uzun periyot BP+LS (1:1) ve BP'de 86.3 ve 87.0 gün olarak tespit edilmiştir. Kullanılan üç *P. eryngii* izolatında verim incelendiğinde, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Toplam verimde en düşük verim (24.3-26.7 g) PED izolatında, en yüksek verim (28.7-33.3 g) ise PEH ve PES izolatlarında tespit edilmiştir. Toplam verimde her üç izolatda BP+BS (1:1) ortamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmezken, BP, BP+CP (1:1) ve BP+LS (1:1) ortamlarında gözlemlenmiştir. Ayrıca PEH ve PES izolatları için BP, BP+CP (1:1) ve BP LS (1:1) ortamlarında

istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmezken, PED izolatında bulunmuştur.

Zhou ve ark (2023) tarafından *P. eryngii*'de yapılan bir çalışmada substrat olarak, CK (kontrol, %21 talaş ve şeker kamışı küspesi ile eklenmiş), Y1 (%10.5 talaş ve mısır sapı ve %21 şeker kamışı küspesi eklenmiş), Y2 (%21 talaş, %10.5 mısır sapı ve şeker kamışı küspesi eklenmiş), Y3 (%21 mısır sapı ve şeker kamışı küspesi eklenmiş), Y4 (%21 mısır sapı ve talaş eklenmiş), Y5 (%42 mısır sapı eklenmiş) ortamları kullanılmıştır. Tüm karışımlar %4.2 pamuk tohumu kabuğu, %18.4 öğütülmüş mısır koçanı, %18.4 buğday kepeği, %6.8 mısır tozu, %8.4 soya fasulyesi unu, %0.8 kalsiyum hidroksit ve %1 alçıtaşı içermiştir. Bu bileşenler kuru olarak karıştırılmış ve ardından %65 musluk suyuyla ıslatılmıştır. Nihai nem içeriği, substratın üç kez fırında kurutulmasıyla belirlenmiştir. Toplam 1 kg nemlendirilmiş substrat, 17 cm genişliğinde ve 35 cm uzunluğunda polipropilen torbalara yerleştirilmiştir. Torbalar havalandırma kapakları ve plastik halkalarla kapatılmış ve ardından 121°C'de 120 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Talaş, 6 ay boyunca açık havada kompostlaştırılmış, böylece eklenmeden önce hava koşullarına maruz bırakılmıştır. Diğer tüm bileşenler substrat olarak eklenmeden önce, ön işleme tabi tutulmamıştır. Misel gelişim süresi, Y2 ve Y1'de 4.34 mm/gün ve 4.03 mm/gün ile kontrol CK'dan daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Y3 ve Y4'de misel gelişim hızı sırasıyla 3.81 mm/gün ve 3.67 mm/gün olmuş, kontrol CK'dan daha yavaş kalmıştır. Y5 üzerindeki misel gelişim hızı 3.08 mm/gün ile kontrol CK'den önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur. Y1, Y2 ve Y5'de karpofor oluşma süreleri sırasıyla 21.3, 20.9 ve 21.4 gün olmuştur. Kontrol CK ile fark (21.0 gün) önemli

olmamış, ancak Y3 ve Y4'de üretime kadar geçen süre sırasıyla 25.5 ve 25.6 gün olmuş ve bu süre kontrol CK'dan daha uzun olmuştur. Y1, Y2, Y3 ve Y5'in karpofor verimleri sırasıyla 273.1 g/torba, 275.5 g/torba, 270.9 g/torba ve 265.8 g/torba olmuş; kontrol CK'dan önemli ölçüde farklı olmamıştır (275.0 g/torba). Y4 (239.4 g/torba), kontrol CK grubundan önemli ölçüde farklı olmuştur. Farklı substratların biyolojik verimliliği (BE), %68.4 ile %78.71 arasında değişmiştir. Y4, biyolojik verimliliğin kontrol grubundan önemli ölçüde farklı olduğu tek karışım olmuştur. Diğer uygulama gruplarının karpofor ağırlığı ve BE, kontrol grubununkinden önemli ölçüde farklı olmamıştır.

Farklı substrat kullanımı ve karışımlarının, elde edilen mantarların besin içeriği üzerinde de önemli etkileri bulunmaktadır. Misel sarım süresinin kısa olması, yani daha erken ürün alınması, daha yüksek verim ve biyolojik etkinlik elde edilmesi üreticiler açısından önemliken, besin içeriği ve tıbbi değeri artıran bileşiklerin içeriği de tüketiciler açısından oldukça önemlidir. Stajić ve ark. (2009) tarafından *P. eryngii* üzerine yapılan bir derleme çalışmasında, Rodriguez Estrada ve Royse (2007)'nin sonuçlarına göre, karpoforların azot (N), fosfor (P), magnezyum (Mg), demir (Fe), bor (B) ve çinko (Zn) bileşiminin yanı sıra verimin de önemli ölçüde pamuk tohumu kabuğu/kırmızı meşe talaşı/mısır atık substratına eklenen soya fasulyesi miktarına bağlı olduğu, ana substratlara bazı mikro elementlerin eklenmesinin misel büyümesini ve verimi uyardığı ve karpoforlardaki N, P, Fe, B ve Zn içeriğini önemli ölçüde etkilediği belirtilmiş, mangan (Mn)'ın 50 µg/g konsantrasyonundaki varlığının en yüksek verime yol açtığı ve bu mikro elementin olumlu etkisinin, lignin mineralizasyonundan sorumlu olan Mn oksitleyici peroksidazların transkripsiyonuna ve

aktivasyonuna katılımıyla açıklandığı bildirilmiştir. Aynı derleme çalışmasında, benzer şekilde Rodriguez Estrada ve Royse (2007)'nin substratın 150 µg/g veya 250 µg/g Cu ile zenginleştirilmesinin çeşitli enzimlerin aktivasyonu ile ilişkili olduğunu bildirdikleri belirtilmiştir. Baştuğ ve ark. (2022) tarafından *P. eryngii*'de yapılan bir çalışmada, en yüksek protein miktarı (%47.47) G2 (2 kavak talaşı+1 buğday kepeği) ortamında, en düşük (%26.95) ise G1 (2 meşe talaşı+1 buğday kepeği) ortamında tespit edilmiştir. Zhou ve ark (2023) tarafından *P. eryngii*'de yapılan bir çalışmada, kontrol CK ve %42 mısır sapı substratlarından (Y5) alınan örnekler, karşılaştırılabilir protein içeriklerine sahip olmuş, Y2, Y1, Y3 üzerinde yetiştirilen örneklerin protein içerikleri azalmış ve Y4 üzerinde yetiştirilen mantarların protein içerikleri kontrol CK'dan düşük olmuştur. Y1 substratı üzerinde yetiştirilen örnekler (%10.5 talaş yerine %10.5 mısır sapı), kontrol grubuyla karşılaştırıldığında daha yüksek yağ içeriğine ve daha düşük ham polisakkarit ve kül seviyelerine sahip olmuştur. Kontrol CK üzerinde yetiştirilen örnekler en yüksek kül içeriğine sahip olmuş ve sırasıyla Y5, Y2, Y1, Y3 ve Y4 üzerinde yetiştirildiklerinde mantarların kül içerikleri azalmıştır. Ham lif ve polisakkarit içerikleri, Y5 substratı üzerinde (talaş ve şeker kamışı küspesi içermeyen %42 mısır sapı substratı) yetiştirilen örneklerde en yüksek olmuş (sırasıyla %8.3 ve %5.05), kontrol substratına (%7.1 ve %4.16) kıyasla sırasıyla %16.9 ve %21.4 artmıştır. Y2 ve Y4'de yetiştirilen örneklerin lif içeriği önemli ölçüde farklı olmamış, ancak Y2 ortamındaki örnekler, Y4'ün iki katı kadar polisakkarit içermiştir. Makro besin elementleri analizi, CK ve Y2'de yetiştirilen örnekler arasında Mg, Na ve Ca içeriğinde önemli fark olmadığını, ancak Y5'de yetiştirilen örneklerin 110.0 mg/kg ile en yüksek Ca içeriğine sahip

olduğunu göstermiştir. Mikro besin elementlerinin analizi, Y5 substratlarında yetiştirilen karpoforların en yüksek Zn, bakır (Cu) ve selenyum (Se) içeriğine sahip olduğunu ve bunların kontrol CK'dan önemli ölçüde farklı olduğunu göstermiştir. Y2'de yetiştirilen karpoforlar yüksek Mn içeriğine sahipken, kontrol CK en yüksek Fe içeriğine sahip olmuştur. Y2 ve Y4'ün Fe içeriği, daha düşük olmuştur. Ağır metallerin içeriği de farklı substratların karpoforları üzerindeki etkisini analiz etmek için test edilmiştir. En yüksek bakır (Cu), arsenik (As) ve kadmiyum (Cd) değerleri Y5'de kaydedilirken, en yüksek kurşun (Pb) içeriği kontrol CK substratında gözlemlenmiştir. Y3de yetişen karpoforların, selenyum (Se) içeriği en yüksek olmuştur. Y4 diğer substratlardan önemli ölçüde farklı olmuş, daha yüksek civa (Hg) içeriğine sahip karpoforlar üretmiştir.

Hazırlanan ve sterilizasyonu sağlanan substratların tohumluk misel aşılması steril bir ortamda yapılmakta, genellikle %3'lük bir tohumluk misel oranı tavsiye edilmektedir. Atila (2019) tarafından *P. eryngii*'de yapılan bir çalışmada, substratlara %3 tohumluk misel (yaş ağırlık bazında) aşılanmıştır. Deora ve ark (2021) tarafından *P. eryngii* mantarında en iyi tohumluk misel oranını belirlemek için, farklı tohumluk misel oranları (%2, %3, %4 ve %5 yaş substrat ağırlığı) denenmiş ve substratın yaş ağırlığı her torba için 3 kg (kuru ağırlık 1 kg) olarak tutulmuştur. Misel sarımının tamamlanması ve primordiumların oluşması, en hızlı %5'lik tohumluk misel oranında (sırasıyla 14.4 gün ve 20.8 gün) gözlemlenmiş ve %4, %3 ile takip edilmiş, %2'de en düşük tohumluk misel oranı olarak kaydedilmiştir (21.6 gün ve 28 gün). Akyüz ve Kırbağ (2022) tarafından *P. eryngii*'de yapılan bir çalışmada, bir kilogramlık torbalar (20x30 cm), substrat yaş

ağırlığının yaklaşık %3'ü oranında tohumluk misel ile aşılantmıştır. Baştuğ ve ark. (2022) *P. eryngii* yetiştiriciliğinde, her 1 kg'lık torbaya, 25-30 g olacak şekilde tohumluk misel kullanmışlardır.

Yetiştiricilikte genellikle 2.5 veya 5 kg'lık ısıya dayanıklı (sterilizasyon ısıya dayalı bir sistemle yapılacaksa) polipropilen torbalar tercih edilmektedir. Deora ve ark (2021) tarafından *P. eryngii* mantarında en iyi substrat miktar tayinini belirlemek için yapılan bir çalışmada, torbalar yaş ağırlık esasına göre 3 kg, 4 kg, 5 kg ve 6 kg'lık buğday samanı ile doldurularak, %3 oranında tohumluk misel eklenmiştir. Misel sarımının tamamlanması ve primordiumların başlaması için minimum gün sayısı (sırasıyla 19 gün ve 25 gün), 4 kg substrat ve ardından 5 kg, 6 kg ve 3 kg substrat miktarında gözlemlenmiştir. Yani eklenen kg substrat başına verimde bir artış olduğu gözlemlenmiş, daha büyük torba kullanımının, torbaların yetiştiricilik odasında kapladığı alan önemli lde artmayacağı için kazançlı olacağı düşünülmüştür. Bu nedenle, yetiştirme için uygun bakım ve yönetim sağlandığı takdirde 5-6 kg'lık substrat torbası tavsiye edilmiştir. Atila (2017) tarafından *P. eryngii* mantarında yetiştiricilikte, verim ve mantar kalitesi açısından hangi substrat kabının daha uygun olduğunu belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada k farklı substrat kabı (polipropilen torba, tepsi, şişe) kullanılmıştır. En kısa misel sarım süresi tepsilerde yetiştiricilikten elde edilirken verim, biyolojik etkinlik ve ortalama mantar ağırlığı torba sisteminde daha yüksek olmuştur. Denenen iki izolatta şişelerde karpofor oluşumu sağlanamazken, bir izolatanın veriminde %29.9 oranında azalma olduğu görülmüştür. Sonuçlar, polipropilen torbaların denenen her k izolot için de en iyi substrat kabı olduğunu göstermiştir. Yamanaka (2017) şişe kültüründe

P. eryngii yetiştirilmek istenildiğinde, genellikle 850 mL'lik şişelerde yapılan üretimde, talaş, mısır koçanı unu ve pamuk tohumu küspesinden oluşan bir substrat kullanıldığını belirtmiştir. Büyük ölçekli üretim yapan şirketlerin, 52-64 mm açıklığa sahip 450-700 mL'lik hacimli şişelerde üretim yaptıklarını, *P. eryngii* üretimi için substrat olarak Japon sediri ve mısır koçanı talaşına kullanıldığını, karışık talaş ve mısır koçanına pirinç kepeği, buğday kepeği ve kurutulmuş tofudan (soya sosu atığı) oluşan 70-80 g (yaş ağırlık) katkıları ilave edildiğini bildirmiştir. Karıştırılan substrat %65-68 nem içeriğine getirilmekte, 850 mL'lik şişelerde 510-530 g yaş substrat olacak şekilde dolun yapılmaktadır. Ana malzeme olarak sadece mısır koçanı kullanılan bir substratta, 130 g (yaş ağırlık) mısır koçanı, 20 g pirinç kepeği, 20 g buğday kepeği, 20 g sorgum küspesi, 30 g soya fasulyesi kabuğu ve 15 g kurutulmuş tofu atığı karıştırılarak, 550-580 g ağırlığındaki substratlar 850 mL'lik bir şişeyi doldurularak üretim yapılabilmektedir.

Ekolojik Koşullar ve Hasat

P. eryngii mantarının ekolojik koşulları ile ilgili farklı çalışmalarla elde edilmiş ayrıntılı bilgiler aşağıda sunulmuştur. Genel olarak, yetiştiricilik esnasında ihtiyaç duyulan ekolojik koşulları özetleyecek olursak, substratlara tohumluk misel aşılmasından sonra yetiştiricilik torbaları karanlık koşullarda yaklaşık $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %70 nemde misel gelişimi için bekletilmektedir. Misel gelişiminin tamamlanmasından sonra, sıcaklık yaklaşık $15\pm 2^{\circ}$ 'ye düşürülmekte, nem %80-90 olmakta, ışık koşulları 200-250 lüks şiddetinde günde 12 saat olacak şekilde ayarlanmaktadır. Karbondioksit (CO_2)

konsantrasyonunu 1000 ppm'in altında tutacak şekilde havalandırma sağlanmaktadır (Atila, 2019). Hasat, mantar şapkası yüzeyi düz veya şapka kenarları hafifçe yukarı kıvrıldığında gerçekleştirilmektedir (Moonman ve ark., 2010). Misellerin kompostları tam sarma süresi, 20-30 gün arasında değişmektedir (Baştuğ ve ark., 2022). *P. eryngii* mantarı yetiştiriciliğinde ürün dönemine ait bazı görüntüler Şekil 1-6 arasında sunulmuştur.



Şekil 1. *P. eryngii* mantarı yetiştiriciliğinde karpofor oluşumu (Baştuğ ve ark., 2022)



Şekil 2. *P. eryngii* mantarı yetiştiriciliğinde karpofor oluşumu oluşumu (Baştuğ ve ark., 2022)



Şekil 3. *P. eryngii* mantarı yetiştiriciliğinde karpofor oluşumu oluşumu (Baştuğ ve ark., 2022)



Şekil 4. *P. eryngii* mantarı yetiştiriciliğinde karpofor oluşumu oluşumu (Baştuğ ve ark., 2022)



Şekil 5. Şişe kültüründe *P. eryngii* mantarı yetiştiriciliği (Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Mantar Üretimi Mükemmeliyet Merkezi)



Şekil 6. ŞiŞe kùltüründe *P. eryngii* mantarı yetiştiriciliği (Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Mantar Üretimi Mükemmeliyet Merkezi)

Stamets (2000) kral istiridye mantarının yetiştiriciliği ve iklim işteğiyle ilgili olarak; misel ön gelişme döneminde geçen süre 12-16 gün, sıcaklık 24°C, oransal nem %90-95, CO₂ 5000-2000 ppm, ışıklandırma yok, oda hava değişimi 1 defa/saat, pin (mantar taslağı) oluşum döneminde geçen süre 4-5 gün, sıcaklık 10-15°C, oransal nem %95-100, CO₂ 500-1000 ppm, ışıklandırma 500-1000 lux, oda hava değişimi 4-8 defa/saat, ürün döneminde ise süre 14 gün ara ile 2 ürün, sıcaklık 15-21°C, oransal nem %85-90, CO₂ <2000 ppm, ışıklandırma 500-1000 lux, oda hava değişimi 4-5 defa/saat olacak şekilde düzenlenmesi gerektiğini bildirmiştir.

Moonman ve ark. (2010) *P. eryngii* mantarında yaptıkları çalışmada, tohumluk misel aşıladıkları şişe ve torbaları, misel gelişimi için karanlık bir odada 25±2°C sıcaklıkta inkübe etmişlerdir. Ürün

döneminde sıcaklığı 13-22°C, nemi %70-85 ve ışık koşullarını 180-250 lüks olarak ayarlamışlardır. Ürün hasadını, mantar şapkası yüzeyi düz veya şapka kenarları hafifçe yukarı kıvrıldığına gerçekleştirmişlerdir.

Yamaka, (2017), *P. eryngii* üreticilerinin, tohumluk miseli tedarik şirketlerinden ekim için satın aldıklarını, ancak büyük ölçekli üretim şirketleri ve büyük kooperatiflerin kendi kullanımları için yeni hibrit çeşitler geliştirebildiklerini belirtmiştir. Şişe kültüründe 850 mL'lik şişeler genellikle temiz bir odada otomatik aşılama makineleri kullanılarak 10-13 g talaşa sardırılmış misel ile inoküle edilmektedir. *P. eryngii* üretiminde sıvı miselyum genellikle Çin ve Kore'de kullanılmakta olup, inokülasyon için kullanılan doz 15-20 mL'dir. Aşılınmış şişeler, 21-23°C, %65-80 nem ve 4000 ppm'den az karbondioksit oranına sahip inkübasyon odasına yerleştirilirler. Bunu takiben 23-25 günlük misel ön gelişim süresi sonunda, şişeler 4-6 gün daha misel gelişimi için bekletilmektedir. Yetiştirme ortamında çevresel faktörler önemlidir. Misel ön gelişimi sonrası, kolonize olmuş substratın üstte kalan yüzeyi sıyırılarak uzaklaştırılmakta, sıyırılan yüzeye biraz su püskürtülmektedir. Daha sonra şişeler, delikli plastik örtü veya kağıtla kapatılmakta ve 14-16°C, %75-95 nem, 3000 ppm'den az karbondioksit oranına sahip ve 100-200 lüks değerinde aydınlatılan yetiştirme ortamına aktarılmaktadır. Mantarlar büyüdüğünde ve plastik örtü veya kağıt ile temas ettiğinde, örtü kaldırılmaktadır. Daha sonra şişeler 14-16°C, %75-95 nem, 3000 ppm'den az karbondioksit oranına sahip ve 100-500 lüks aydınlatma koşullarında kontrollü bir odaya yerleştirilmektedir. Mantarlar, şişe yüzeyindeki sıyırma işleminden 13-16 gün sonra hasat edilmektedir. Son yıllarda yetiştiriciler, floresan aydınlatma yerine LED aydınlatma sistemlerini kullanmaya

başlamışlardır. *P. eryngii*'nin verimi 850 mL'lik şişe başına 160-190 g ve 700 mL'lik şişe başına 150-180 g arasında olarak bildirilmiştir. Biyolojik verimlilikler ise sırasıyla %70-100 ve % 90-110 olarak tespit edilmiştir (Yamaka, 2017).

Atila (2019) *P. eryngii* mantarında yaptığı çalışmada, substratlara tohumluk misel aşılmasından sonra torbaları misel gelişimi için karanlık bir yerde $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ' sıcaklıkta, %80 nemde inkübe etmişlerdir. Tam misel sarımından sonra torbalar, karpofor oluşumunu teşvik etmek için $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de, %80-90 nemde ve günde 8 saat ışık alan mantar yetiştirme odasına alınmışlardır. Karbondioksit (CO_2) konsantrasyonunu 1000 ppm'in altında tutacak şekilde havalandırma sağlanmıştır. Karpoforlar tam boyutuna ulaştığında, keskin bir bıçakla hasat edilmiştir.

Torba kültüründe misel ön gelişimi sonrası torbaların üst kısmı açılarak yaşlı misel kısımları kazınıp atılmakta ve nemli kalması için substrat üzerine sisleme yöntemiyle su püskürtülmektedir. Torbalar daha sonra $17-19^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, %85-90 bağıl nem ve 800 ppm CO_2 oranına sahip üretim odasına taşınmaktadır. Mantarlarda pin oluşumu (mantar taslağı) 9-10 gün içinde yüzeyde görünmeye başlamakta ve 3-4 gün içinde mantarlar hasat olgunluğuna gelmektedir. Kral istiridye mantarı düşük ortam sıcaklığını sevdiği için 24°C 'nin üzerindeki sıcaklıklarda üretim durma noktasına gelmektedir. Substratı nemli koşullarda tutmak için torbalara günlük olarak su püskürtülmektedir. Mantarlar, 12.7-15.2 cm boy ve ortalama ağırlığı yaklaşık 100-250 g olduğunda hasat edilmektedir (Dhar, 2017).

Akyüz ve Kırbağ (2022) *P. eryngii*'de yaptıkları çalışmada, substratlara tohumluk misel aşılmasından sonra misel gelişiminin

tamamlanmasını takiben, primordium uyartımı için inkübasyon odası koşullarını $14\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, %80-85 nem, 500 lüks (günde 12 saat) ışık koşullarında optimize etmişlerdir. Havalandırmayı günde 3 saat şeklinde gerçekleştirmişler, sulamayı günde iki kez su püskürtme ile yapmışlardır.

Baştuğ ve ark. (2022) *P. eryngii*'de yaptıkları çalışmada, tohumluk misel aşılması yaptıkları torbaları, $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %80-90 nem içeren mantar yetiştirme odalarında karanlık koşullarda misel gelişimi için bekletmişlerdir. Misel gelişimi tamamlandıktan sonra, primordium ve karpofor oluşumunu teşvik etmek için sıcaklık $16-18\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'ye düşürülmüş ve 200-250 lüks şiddetinde günde 12 saat olacak şekilde aydınlatma sağlanmıştır. Sıcaklık düşürülmesinde, primordium oluşumunu daha efektif şekilde teşvik etmek için, sıcaklık öncelikle üç gün süresince 10°C 'ye düşürülerek, soğuk şok uygulanması gerçekleştirilmiş, sonrasında $17\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmıştır. İçerideki karbondioksit birikiminin belli bir oranın altında kalması için havalandırmaya dikkat edilmiştir. Yetiştiricilik torbalarında misel sarımı tamamlandığında, primordium ve mantar oluşumunu teşvik etmek için primordium oluşumunun gözlemlendiği yerler steril bir bistüri ile kesilip mantar çıkışına imkan sağlanmıştır. Mantarlar benzer ölçülere geldiklerinde, hasat gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akyüz, M., and Kırbağ, S. (2022). Cultivation of king eryngii (*Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel.) isolates on various local agro-residues. *Biomass Conversion and Biorefnery*. doi: 10.1007/s13399-022-03051-6
- Atila, F. (2017). Determining the Effects of Container Types on Yield and Fruitbody Features of *Pleurotus eryngii* Strains. *International Journal of Crop Science and Technology*, 3(1), 7–14.
- Atila, F. (2019). Yield and Fruit Body Properties of *Pleurotus eryngii* Isolates Grown on Poplar Sawdust Supplemented with Different Additive Materials. *Mantar Dergisi*, 10(özel sayı), 106–113. doi:10.30708.mantar.619151
- Baştuğ, G., Hal, Y. S., Baktemur, G., Yazar, M., Kara, E., ve Taşkın, H. (2022). Farklı tarımsal atıklardan hazırlanan yetiştirme ortamlarının *Pleurotus eryngii* verim ve kalitesi üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 578–587. doi: 10.37908/mkutbd.1098660
- Cohen, R., Persky, L., and Hadar, Y. (2002). Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 58(5), 582–594. doi: 10.1007/s00253-002-0930-y
- Deora, A., Sharma, S. S., Kumari, P., Dahima, V., Kumar, S., and Rohith, M. (2021). Cultivation of Kabul Dhingri (*Pleurotus eryngii*) mushroom by standardizing protocols in subtropical zones of world. *Scientific Reports*, 11, 14692. doi: 10.1038/s41598-021-94038-2
- Dhar, B. L. (2017). Mushroom Farm Design and Technology of Cultivation. In: Zied, D. C., Pardo-Giménez, A. (eds.). *Edible and Medicinal Mushrooms Technology and Applications*. John Wiley & Sons Ltd., p.562.

- Eren, E., ve Pekşen A. (2016). Türkiye’de Kültür Mantarı Sektörünün Durumu ve Geleceğine Bakış. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 189–196. doi: 10.24925/turjaf.v4i3.189-196.595
- Eren, E., ve Pekşen, A. (2019). Türkiye’de Kültür Mantarı Üretimi ve Teknolojik Gelişmeler. *Mantar Dergisi*, 10(özel sayı), 225–233. doi:10.30708.mantar.649141
- Gao, J. L., Wang, P., Zhou, C. H., Li, P., Tang, H. Y., Zhang, J. B., and Cai, Y. M. (2019). Chemical Composition and In Vitro Digestibility of Corn Stover During Field Exposure and the Fermentation Characteristics of Silage Prepared with Microbial Additives. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(12), 1854–1863. doi: 10.5713/ajas.18.0886
- Girmay, Z., Gorems, W., Birhanu, G., and Zewdie, S. (2016). Growth and yield performance of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Fr.) Kumm (oyster mushroom) on diferent substrates. *AMB Express*, 6, 1–7. doi: 10.1186/s13568-016-0265-1
- Györfi, J., and Hajdú, Cs., 2007. Casing-material experiments with *P. eryngii*. *International Journal of Horticultural Science*, 13(2), 33–36.
- Hanai, H., Ishida, S., Saito, C., Maita, T., Kusano, M., Tamogami, S., and Noma, M. (2005). Stimulation of mycelia growth in several mushroom species by rice husks. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 69(1), 123–127. doi: 10.1271/bbb.69.123
- Lewinsohn, D., Nevo, E., Wasser, S. P., Hadar, Y., and Beharav, A. (2001). Genetic diversity in populations of the *Pleurotus eryngii* complex in Israel. *Mycological Research*, 105(8), 941–951. doi: 10.1016/S0953-7562(08)61950-4
- Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V., and Pizzoferrato, L. (1999). Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study. *Food Chemistry*, 65(4), 477–482. doi: 10.1016/S0308-8146(98)00212-X

- Manzi, P., Marconi, S., Aguzzi, A., and Pizzoferrato, L. (2004). Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry*, 84(2), 201–206. doi: 10.1016/S0308-8146(03)00202-4
- Meng, L., Fu, Y., Li, D., Sun, X., Chen, Y., Li, X., Xu, S., Li, X., Li, C., Song, B., and Li, Y. (2019). Effects of Corn Stalk Cultivation Substrate on the Growth of the Slippery Mushroom (*Pholiota microspora*). *RSC Advances*, 9(10), 5347–5353. doi: 10.1039/c8ra10627d
- Moonmoon, M., Uddin, N., Ahmed, S., Shelly, N. J., and Khan, A. (2010). Cultivation of different strains of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) on saw dust and rice straw in Bangladesh. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 17(4), 341–345. doi: 10.1016/j.sjbs.2010.05.004
- Okano, K., Iida, Y., Samsuri, M., Prasetya, B., Usagawa, T., and Watanabe, T. (2006). Comparison of in vitro digestibility and chemical composition among sugarcane bagasse treated by four white-rot fungi. *Animal Science Journal*, 77, 308–313. doi: 10.1111/j.1740-0929.2006.00353.x
- Peng, J. T., Lee, C. M., and Tsai, Y. F. (2000). Effect of rice bran on the production of different king oyster mushroom strains during bottle cultivation. *Journal of Agricultural Research of China*, 49, 60–67.
- Rodriguez Estrada, A. E., and Royse, D. J. (2007). Yield, size, bacterial blotch resistance of *Pleurotus eryngii* grown on cottonseed hulls/oak sawdust supplemented with manganese, copper, whole ground soybean. *Bioresource Technology*, 98(10), 1898–1906. doi: 10.1016/j.biortech.2006.07.027
- Stajić, M., Vukojević, J., and Duletić-Laušević, S. (2009). Biology of *Pleurotus eryngii* and role in biotechnological processes: a review. *Critical Reviews in Biotechnology*, 29(1), 55–66. doi: 10.1080/07388550802688821

- Stamets, P. (2000). The King Oyster Mushroom. Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. 3rd edition. Printed in China through Ltd., Hong Kong. Published in the United States by Ten Speed Press, New York. p.574, ISBN: 978-1-58008-175-7.
- Sun, M., Xu, X., Wang, C., Bai, Y., Fu, C., Zhang, L., Fu, R., and Wang, Y. (2020). Environmental Burdens of the Comprehensive Utilization of Straw: Wheat Straw Utilization from A Life-Cycle Perspective. *Journal of Cleaner Production*, 259, 120702. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120702
- Tesfay, T., Godifey, T., Mesfin, R., and Kalayu, G. (2020) Evaluation of waste paper for cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) with some added supplementary materials. *AMB Express*, 10, 1–8. doi: 10.1186/s13568-020-0945-8
- Visscher, H. R. (1989). Supplementation of the substrate for *Pleurotus* species at filling. *Mushroom Science*, 12, 229–240.
- Wasser, S. P., and Weis, A. L. (1999). Medicinal properties of substances occurring in higher Basidiomycetes mushrooms: current perspectives (review). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1(1), 31–62. doi: 10.1615/IntJMedMushrooms.v1.i1.30
- Wichai, T., Sooksai, S., Noitang, S., Sukaead, W., Chanprapai, P., Piapukiew, J., Karnchanatat, A., and Sawangkeaw, R. (2022). Cost Reduction of Gray Oyster Mushroom [*Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer] Production Using Lemon Basil (*Ocimum citriodorum* Vis.) Straw as a Substrate. *Waste and Biomass Valorization*, 13, 1449–1458. doi: 10.1007/s12649-021-01617-5
- Yamanaka, K. (2017). Cultivation of Mushrooms in Plastic Bottles and Small Bags. In: Zied, D.C., Pardo-Giménez, A. (eds.). Edible and Medicinal Mushrooms Technology and Applications. John Wiley & Sons Ltd., p.562.

- Yildiz, S., Yıldiz, Ü. C., Gezer, E. D., and Temiz, A. (2002). Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. *Process Biochemistry*, 38(3), 301–306. doi: 10.1016/S0032-9592(02)00040-7
- Zárate-Salazar, J. R., Santos, M. N., Caballero, E. N. M., Martins, O. G., and Herrera, Á. A. P. (2020). Use of lignocellulosic corn and rice wastes as substrates for oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* Jacq.) cultivation. *SN Applied Sciences*, 2, 1904. doi: 10.1007/s42452-020-03720-z
- Zervakis, G. I., Venturella, G., and Papadopoulou, K. (2001a). Genetic polymorphism and taxonomic infrastructure of the *Pleurotus eryngii* species-complex as determined by RAPD analysis, isozyme profiles and ecomorphological characters. *Microbiology*, 147, 3183–3194. doi: 10.1099/00221287-147-11-3183
- Zervakis, G., Philippoussis, A., Ioannidou, S., and Diamantopoulou, P. (2001b). Mycelium growth kinetics and optimal temperature conditions for the cultivation of edible mushroom species on lignocellulosic substrates. *Folia Microbiologica*, 46, 231–234. doi: 10.1007/BF02818539
- Zhou, Y., Li, Z., Xu, C., Pan, J., Zhang, H., Hu, Q., and Zou, Y. (2023). Evaluation of Corn Stalk as a Substrate to Cultivate King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*). *Horticulturae*, 9(3), 319. doi:10.3390/horticulturae9030319

BÖLÜM 6

ENOKİ (*Flammulina velutipes*) MANTARI YETİŞTİRİCİLİĞİ

Arş. Gör. Dr. Ecem KARA¹

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi,
Tarla Bitkileri Bölümü, Sivas, Türkiye ecemkara33@gmail.com ORCID NO: 0000-
0002-0118-2673

GİRİŞ

Mantarlar insanlığın başlangıcından bu yana besin açısından zengin eşsiz gıdalar olarak değerlendirilmektedir. Romalılar mantarların “Tanrı'nın Gıdası” olduğuna inanırken, Yunanlılar savaşımlara savaşta güç veren bir kaynak olarak görmüşlerdir. Mantarlar geçmişte sadece doğadan toplanarak tüketilirken, zaman içinde kültüre alınarak kontrollü koşullarda yetiştirilmeye başlanmıştır. Dünyada 2000'den fazla yenilebilir mantar türü insan tüketimi için yaygın olarak kabul görürken, bunların sadece küçük bir kısmı dünya çapında ticari olarak yetiştirilmektedir (Kakraliya, 2020).

Mantarlar, insanoğlu için sağlıklı ve lezzetli bir besin kaynağı olmakla birlikte, 19. yüzyılın ortalarına kadar yetiştiriciliğinin sınırlı düzeyde olması nedeniyle yaygın olarak tüketilememiştir. Mantar üretimi ileri düzeyde bilgi ve teknik beceriye ihtiyaç duymakta, ayrıca ürünün kısa süre içinde tüketilmesi veya işlenmesi gerekmektedir (Bringye ve ark., 2021). Mantar üretiminde önemli teknolojik ilerlemeler 1905 yılında Duggar tarafından misel üretiminin tarif edilmesiyle başlamış (Dhar, 2017), 1918 yılında Lambert tarafından misel üretiminin geliştirilmesiyle devam etmiştir. Tahıllar üzerinde mantar üretimini başaran ilk kişi, 1932 yılında Sinden olarak kaydedilmiştir (Mamiro ve ark., 2007). Çin, shiitake mantarı yetiştiren ilk ülke olmuş (M.S. 1000-1100), istiridye mantarı yetiştiriciliği 20. yüzyılın başında ABD'de, beyaz şapkalı mantar yetiştiriciliği ise 17. yüzyılda Fransa'da başlamıştır (Sánchez, 2004). 1938'de en çok mantar üretimi yapan ülkeler Fransa, ABD ve Macaristan olmuş, 2. Dünya Savaşı üretime son vermiş ve ancak 1990'larda yeniden artmaya başlamıştır (Györfi, 2003). Şu anda, dünya çapında mantar üretimi ve

tüketimi istikrarlı bir büyüme göstermekle birlikte, potansiyel gelişme göz önüne alındığında hala yetersizdir (Bringye ve ark., 2021). Çin, ABD, Hollanda, Hindistan ve Vietnam en büyük artış oranlarına sahip ülkelerdir (Raman ve ark., 2018). Ikar'a göre, Rusya'da büyük küresel üreticiler arasında yerini almaya başlamıştır. Rusya'da ihracat 2019'dan 2020'ye kadar, bir yıl içinde üç katına çıkmıştır. Şu anda dünyada en çok mantarı Çin ve ABD üretirken, Avrupa'da pazar liderleri Polonya ve Hollanda'dır (Royse ve ark., 2017).

Kültürü yapılan mantarlar pazarına on iki tür hakimdir. Bunlar:

Beyaz şapkalı mantar (*Agaricus bisporus*),

Shiitake (*Lentinula edodes*),

İstiridye mantarı (*Pleurotus* sp.),

Enoki (*Flammulina velutipes*),

Kulak mantarları (*Auricularia* sp.),

Mürekkep mantarı (*Coprinus comatus*),

Saman mantarı (*Volvariella* sp.),

Maitake (*Grifola frondosa*),

Nameko (*Pholiota nameko*),

Reishi (*Ganoderma lucidum*) (FAO, 2017; Bringye ve ark., 2021).

Ancak, bu listede yer alan türlerin ilk beşi yaygın olarak yetiştirilmekte ve önemli miktarlarda üretilmektedir (Royse, 2014). Çeşitli kültürlerin mantarlarla ilişkisini araştıran etnomikologlar, ulusları mikofiller (mantarları sevenler) ve mikofoblar (mantarları reddedenler veya mantarlardan korkanlar) olarak ikiye ayırmaktadır. Polonya, Rusya, Çin ve Fransa ilk kategoriye örnek teşkil ederken; İngiltere, Kanada, ABD, Avustralya ve Yeni Zelanda ikinci kategoride

yer almaktadır (Bringye ve ark., 2021). Son yıllarda, tıbbi amaçlı mantar talebinde önemli bir artış olmuş, örneğin reishi mantarının küresel ticareti yılda yaklaşık 2 milyar ABD doları olarak kaydedilmiştir (Kovács, 2011).

Son yıllarda, özellikle pandemi süresince sosyal izolasyon ve hijyen kurallarına uymanın yanı sıra, yeterli ve dengeli beslenmenin de büyük önem taşıdığı bir kez daha önem kazanmıştır. Son dönemlerde virüslerin neden olduğu birçok hastalığa karşı düşen vücut direnci, obezite sorunu, kalp ve damar hastalıkları gibi birçok sağlık sorunlarının ortaya çıkmasıyla birlikte sağlıklı, nitelikli ve güvenilir besine olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Bütün bu faktörler göz önünde bulundurulduğunda, doğal mantarlar önemli bir besin kaynağı oluşturmaktadır (Baktemur ve ark., 2020). Tüketilen gıdanın bağışıklığı desteklemesi, sindirimi kolay protein içermesi, lif oranının yüksek olması talep edilen özelliklerdir. Mantarlar, içerikleri nedeniyle bu talepleri oldukça iyi bir şekilde karşılamaktadırlar (Taşkın ve Büyükalaca, 2017; Daşdelen ve ark., 2022).

Türkiye’de tüketim alışkanlığının gelişmesine de bağlı olarak devam eden yeni yatırımlar ve sektöre olan ilginin giderek artması, kültür mantarı yetiştiriciliğinin önümüzdeki yıllarda hızlı bir gelişim içerisinde olacağını göstermektedir (Eren ve Pekşen, 2019). Fakat ülkemizde karşılaştığımız en büyük problemlerden biri de mantar üretiminin çoğunlukla küçük aile işletmeciliği şeklinde yapılmasıdır. Bu işletmelerde gerekli çevre koşullarını sağlama amacıyla herhangi bir iklimlendirme veya otomasyon sisteminin bulunmadığı dikkat çekmektedir. İptidai şartlarda üretim yapıldığından, üretimin kârlı olması gibi bir durumdan bahsetmek söz konusu değildir (Eren ve

Pekşen, 2016). Ancak sektörün gelişiminde sadece kapasite artışı değil, mekanik ve teknolojik gelişmenin sağlanması da önemli bir rol oynamaktadır. Sanayileşmiş ülkelerde, substratın hazırlanması için mekanize sistemlerin daha fazla kullanıldığı, çevresel parametreleri kontrol etmede bilgisayarlı kontrol sistemleri, otomatik hasat, sertleşip sıkışmamış bir substratta mantar üretimi için teknikler, substrat sterilizasyonu ve tohumluk misel hazırlığı için yeni yöntemler gibi modern teknolojilerin geliştiği oldukça dikkat çekmektedir. Bu teknolojik yöntemlerin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi, kültür mantarlarının verimliliğini artıracaktır. İklimlendirme ve otomasyon sistemleri işletmelerde sadece verimde değil, aynı zamanda ürün kalitesinde de artış sağlamaktadır (Royse, 2014; Eren ve Pekşen, 2019). Ayrıca, mantar yetiştiriciliğinin önemli bir üretim faaliyeti olmasının diğer nedenleri de dikey kültür yetiştiriciliğine model olması ve dünyadaki iklim değişikliklerinden etkilenmemesidir.

Üretim tesislerinde iklim kontrolü, minimum insan girdisi ile birden fazla üretim odasının izlenmesine ve kontrolüne izin vermektedir. Bilgisayarlı çevre kontrol sistemi, yetiştiricinin uzaktan erişim sistemleriyle oda koşullarını kontrol etmesini ve ayarlamasını sağlamaktadır (Walker, 1996; Sánchez, 2010). Özellikle üretim maliyetlerinin azaltılması, olası hastalık ve zararlılar ile mücadele yapılarak daha verimli ve kaliteli bir mantar yetiştiriciliği için sürekli yeni ve uygun teknolojilerin kullanılması gerekmektedir (Eren ve Pekşen, 2019).

Kasa, torba ve ranza şeklinde yetiştiriciliğin yanı sıra son yıllarda mantar üretimi; mekanizasyon kullanımına olanak sağlayan şişe kültürü yöntemiyle de yapılmaktadır. Japonya'da, yetiştiriciler onlarca yıldır

şişe kültürü tekniklerini kullanmaktadır. Güney Kore’de ve ABD’de ise son yıllarda şişe kültürü yetiştiriciliği yaygınlaşmaktadır. Günümüzde mantar üreticiliğinin karşı karşıya olduğu en büyük sorunlardan birisi de çevre kirliliğine neden olan polipropilen poşetlerde mantar yetiştiriciliğinin yapılmasıdır. Mantar yetiştirme torbaları oldukça kullanışlı olsa da bu tek kullanımlık polipropilen (PP) veya yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) torbalar, çevre dostu değildirler. Küçük, yeniden kullanılabilir şişelerde yetiştiricilik yapılarak tek kullanımlık plastik torbaları kullanmaktan kaçınılabılır. Şişeler yalnızca daha çevre dostu olmakla kalmaz, aynı zamanda makineler tarafından da kullanım olanağıyla birlikte mekanizasyon imkânı da sağlar. Bu yöntem; kompost hazırlığı sürecinin bazı yönlerinin mekanize olmasına, işçilik maliyetlerinin düşürülmesine ve genel verimliliğin artmasına olanak tanır. Bu kültür yönteminde mantarı yetiştirmek için kullanılan materyal, polipropilen bir şişedir. Propilen şişelerin bazı avantajları şu şekilde sıralanabilir; ısıya dayanıklı olması (dolayısıyla otoklavda kullanım için uygundur), dayanıklılığı yüksek olduğu için tekrar kullanılarak geri dönüşüme katkı sağlaması ve bu şişelerin kullanımı kolay olduğu için işçilik maliyetini düşürmesi. Şişe kültüründe yetiştiriciliğin bir diğer avantajı da üründe yeknesaklık sağlamasıdır. Ürünlerin homojen olması mantarları hasat etmeyi, paketlemeyi ve pazarlamayı kolaylaştırır. Şişelerde yetiştirildiklerinde, mantarlar genellikle sadece bir kez hasat edilir ve ikinci döngü beklenmez. Bunun nedeni, substrat miktarının az olması ve içerisindeki besin elementlerinin azalarak ikinci döngüyü destekleyecek nitelikte olmamasıdır. İkinci döngü beklenmediği için mantarhane içerisindeki

sirkülasyon daha hızlı sağlanır (Kwon, 2004; Thuy ve Suzuki, 2019; Soylu ve ark., 2022).

Yenilebilir ve tıbbi özelliklere sahip olan Enoki mantarı, *Flammulina velutipes*, dünyada kültürü yapılan mantarlar arasında dördüncü sırada yer almaktadır (Royse ve ark., 2017). Araştırmalar, bu mantarın ayırt edici besinsel ve tıbbi özelliklere sahip olduğunu göstermiştir (Tang ve ark., 2016). Besleyici nitelikleri ve arzu edilen tadı nedeniyle, yaygın olarak yetiştirilmekte ve tüketilmektedir (Xiao ve Yu, 2014).

Mantar üretimi, diğer uygulamaların yanı sıra hayvan yemi, toprak düzenleyici, mantar yetiştirme ve biyolojik iyileştirme için kullanılabilen çok miktarda kullanılmış substrat üretir. Mantar kültürü, ligninose lülozik atıkları geri dönüştüren biyoteknolojik bir süreçtir. Yani, bunlar insan tüketimi için bir yiyeceğe dönüştürülür ve harcanan mantar substratı çeşitli şekillerde kullanılabilir (Sánchez, 2004). Mantar biyoteknolojisi, artan gıda, yem, gübre ve enerji talebini karşılamak ve bunları geri dönüştürme çabalarını artırmak için bu atıkları yenilenebilir kaynak olarak dönüştürmede geniş fırsatlar sunmaktadır (Singhal ve ark., 2019). Aynı zamanda bitkisel atıkların biyolojik yollarla bertaraf edilmesi, katma değeri yüksek olan yeni ürün oluşturarak piyasaya sunulması ve kullanılan substratın hayvan yemi, toprak düzenleyici olarak birçok alanda kullanılması nedeniyle, ekonomiye oldukça büyük katkısı bulunmaktadır.

Yenilebilir mantarlar uzun yıllardan beri yetiştirilmektedir ve piyasa talebi nedeniyle üretiminin gelecekte daha da artması beklenmektedir. Ülkemizde mantar sektörünün hızla gelişebilmesi için yapılması gereken çalışmalardan biri, *Agaricus bisporus* ile besin

değeri, aroması ve tıbbi özellikleri nedeni ile dünyada üretimleri giderek yaygınlaşan diğer mantar türlerinin de ÷lkemizde tanıtılması, yetiştiricilik koşullarının belirlenmesi ve üretimine ağırlık verilmesidir (Eren ve Pekşen, 2016). ÷lkemizde uzun yıllardır yaygın olarak sadece *Agaricus bisporus* (beyaz şapkalı mantar) ve son yıllarda da popüler olmaya başlayan *Pleurotus* türleri üretilmektedir. Diğer mantar türlerinde, henüz önemli gelişmeler kaydedilememiştir. Gelişme kaydedilemeyen türlerden birisi de lezzeti ve taze olarak yenilebilme özelliğinin yanı sıra tıbbi değeri de yüksek olan *Flammulina velutipes* (enoki mantarı)'dır. Sonbahar sonundan kış başlarına kadar mantar oluşturmaya devam ettiği için kış mantarı olarak da bilinen enoki, dünyada beşinci sırada yetiştiriciliği yapılan önemli bir mantar türüdür. Enoki mantarını diğer mantar türlerinden ayıran en önemli özelliği, salatalar içerisinde çiğ olarak tüketilebilmesidir.

Bu bölümde, enoki mantarının dünyada üretim durumu, taksonomisi, ekolojisi, morfolojik özellikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi, yetiştiricilik koşulları ve üretim teknikleri incelenmiştir.

DÜNYADA ÜRETİM DURUMU

Enoki mantarı, özellikle Çin ve Japonya'da (Royse, 2014) ve ayrıca Avrupa ve Kuzey Amerika'da (Sharma ve ark., 2009) uzun süredir başarıyla yetiştirilmektedir (Dowom ve ark., 2019). 1990'ların ortalarına kadar Japonya *F. velutipes* üretiminde söz sahibi iken, sonraki yıllarda Çin üretiminin Japonya'yı geçtiği gözlemlenmektedir. Çin'de *F. velutipes* üretimi 1995'de yaklaşık 0.12 milyon tondan, 2010'da yaklaşık 1.57 milyon tona (+%1.208) yükselmiştir. Öte

yandan, Japonya'daki üretim 1995'de yaklaşık 0.11 milyon tondan 2010'da yaklaşık 0.14 milyon tona (+%27) yükselmiştir. Çin şu anda yıllık 2.4 milyon ton üretimle, bu mantarın lider üreticisidir (Liu ve ark., 2018). Son on yılda, şişe teknolojisine ve tam otomasyonlu sistemlerin kullanılmasına dayalı olarak Çin'de birçok yeni enoki mantarı tesisinin inşa edildiği bilinmektedir. Çin'de, günde 60 ton enoki (21.900 ton/yıl) üreten 6.7 hektarlık bir alanı kapsayan iklim kontrollü büyük bir tesisin varlığı bilinmektedir (Dreve, 2014). Ülkemizde de bu şekilde geniş üretim hacmine sahip şişe kültürü ve tam iklim kontrollü mantar üretim tesislerinin kurulmasına teşvik verilerek, mantar sektöründe ülkeler arası söz sahibi olma fırsatını yakalamak oldukça önemlidir. Kurulan üretim tesisleri ile dış ticaret hacmi arttırılarak, ülkemize döviz girdisi sağlanabilir (Soylu ve ark., 2022). Tesislerdeki istihdam ile artan işsizliğe de katkı sağlanabilir. Enoki mantarı; ülkemizde Ankara, Afyon, Balıkesir, Bayburt, Bolu, Artvin, Giresun, Hakkari, Kahramanmaraş, Karaman, Nevşehir, Osmaniye, Uşak, Iğdır, Muş, Isparta, Konya, Van, Malatya, Eskişehir, Gaziantep, Samsun ve İzmir gibi birçok ilimizde doğada tespit edilmiştir (Sesli ve Denchev, 2008; Karasoy ve ark., 2019). Ancak Uzakdoğu'da bol miktarda üretilerek, sevilerek tüketilen ve ülkemiz doğasında bulunan enoki mantarının üretimi, ülkemizde ekonomik olarak yapılmamaktadır.

TAKSONOMİSİ VE EKOLOJİSİ

Şube: Basidiomycota

Sınıf: Agaricales

Takım: Tricholomataceae

Famila: Physalacriaceae

Cins: *Flammulina*

Tür: *Flammulina velutipes* (Tang ve ark., 2016)

Eski sınıflandırmada, enoki mantarları tek bir tür, *Flammulina velutipes* altında sınıflandırılmıştır. Ancak, son araştırmalar coğrafyayla ilişkili genetik çeşitlilik ve farklılaşmayı belirlemiş ve böylece Asya enoki mantarlarının ikinci bir türü *F. filiformis*'i temsil ettiği ileri sürülmüştür (Wang ve ark., 2018). *Flammulina*, Physalacriaceae familyasına ait yenilebilir bir mantar türüdür. Tanımlanmış yaklaşık 20 *Flammulina* türü bulunmaktadır (Schoch ve ark., 2020). Sistematikte teşhiste yeni tekniklerin devreye girmesiyle, tür sayıları sürekli değişebilmektedir. *Flammulina*'nın iyi bilinen türlerinden bazıları *F. velutipes*, *F. filiformis* ve *F. populicola*'dır. Batıda enoki mantarı, Çin'de kış mantarı veya altın iğde mantarı olarak da bilinen *F. velutipes* (Liu ve ark., 2018; Wang ve ark., 2018), ticari olarak mevcut olan en önemli ve popüler yenilebilir mantarlardan biridir (Li ve Xu, 2022; Liu ve ark., 2023).

Enoki mantarları ilk olarak sekizinci yüzyılda Çin'de yetiştirilmiş ve daha sonra Japonya'ya yayılmıştır. Yarı doğal koşullar altında, 300 yılı aşkın süredir ahşap kütükler üzerinde yetiştirilmektedir. Enoki yetiştiriciliğinde şişe yetiştirme teknolojisinin kullanımı, son yıllarda giderek daha popüler hale gelmiştir. 1990'lara kadar Japonya, dünya enoki mantarı üretimine hakim olmuş, sonrasında ise Çin, dünyanın en büyük üreticisi olarak Japonya'nın yerini almıştır. Şu anda Çin'in enoki üretim birimlerinin çoğu tamamen mekanize olup, yıllık üretim kapasitesi 2.4 milyon tondur (Xiao ve Yu, 2014). Daha önce, Doğu Asya'dan gelen *F. filiformis*, Avrupa kökenli bir tür olan *F. velutipes* (Curtis) Singer olarak adlandırılmıştı (Imazeki ve ark., 1988; Park ve

Lee, 1991). Son zamanlarda, filogenetik sonuçlar doğu Asya'daki “*F. velutipes*”in Avrupa'daki *F. velutipes* ile aynı olmadığını ve ayrı bir tür, yani *F. filiformis* olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymuştur (Ge ve ark., 2015; Wang ve ark., 2018; Liu ve ark., 2023).

Enoki mantarları Doğu Asya mutfağında yaygın olarak tüketilmekte ve altın iğne mantarı, futu, kış mantarı, deniz ürünleri mantarı veya zambak mantarı olarak da adlandırılmaktadır. Bu mantarlar Doğu Asya mutfağında geleneksel olarak pişirilse de Kuzey Amerika'daki tüketicilerin bu mantarları çiğ olarak yediği bilinmektedir.

MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Doğal olarak yetişen ve kültüre alınmış olan türler arasında, kolaylıkla fark edilebilen bir morfolojik fark bulunmaktadır. Yabani enoki mantarları sarımsı ile kahverengi bazidiokarplara sahiptir. Kültür formlarında, genelde beyaz renkli olanlar tercih edilse de sarı renkli olan çeşitler de bulunmaktadır. *F. velutipes*'in kültür formunun görüntüsü; küçük, beyaz bir şapka ile üstü kapanmış beyaz fasulye filizi gibi kadifemsi bir sap şeklinde olarak tanımlanır. Bu mantarın morfolojik özellikleri, ışık ve sıcaklık oranı gibi çevresel faktörlerden etkilenmektedir (Sakamoto ve ark., 2004).

Çin'de son 50 yılda enoki mantarının kültürü ve ıslahı üzerine birçok çalışma yapılmıştır (Guo, 1997; Song ve ark., 2007, Liu ve ark., 2016a). Liu ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, Çin'deki ilk *F. velutipes* çeşidi (ırk/suş) olan “Sanming 1”, 1974'te Fujian eyaletinde yabani bir türden kültüre alınmıştır (Guo, 1997; Song ve ark., 2007). Daha sonra, 1983'de Fujian'daki yetiştiriciler, Japonya'dan

"Xinnong 2" adlı ilk beyaz çeşidi getirerek "Sanming 1" ile melezlemiştir (Guo, 1997). Yeni bir çeşit olarak hibritlerden birini seçerek, çalışmada F64 kodu ile kullanmışlardır. Genetik yapı analizi sonuçları, F64 çeşidinin grup 3'teki beyaz çeşitler ile başka bir sarı çeşit arasında hibridize olduğunu göstermiştir (Liu ve ark., 2016). Bu nedenle, grup 3'teki beyaz çeşitler muhtemelen "Xinnong 2"den izole edilerek yayılırken, grup 3'teki sarı çeşitler grup 1'deki sarı çeşitler ile grup 3'teki beyaz çeşitler arasında gen akışına sahip olmuştur. 1987'de başka bir beyaz çeşit, F21 (bu çalışmada F18 olarak adlandırılan) Zhejiang eyaletindeki yetiştiriciler tarafından Japonya'dan Çin'e tanıtılmış, 2. gruptaki beyaz çeşitler, muhtemelen F21 çeşidinden gelmiştir. Ek olarak, grup 1 ve grup 4'teki sarı çeşitler, güneydoğu Çin'den gelen sarı çeşitler veya kültüre alınanlar arasında hibridizasyonlar olarak rapor edilmiştir. Genetik yapı analizleri sonucunda, Çin'deki beyaz çeşitlerin muhtemelen orijin olarak Japonya'dan getirildiğini ve sarı çeşitlerin doğrudan Çin'in güneydoğusundaki yabancı çeşitlerden ıslah edilmiş veya beyaz ve sarı çeşitlerle hibritlenmiş olabileceğini ortaya koymuştur (Liu ve ark., 2016).

BESLENME VE SAĞLIK AÇISINDAN ÖNEMİ

F. velutipes'in toplam protein içeriği %18.42, toplam karbonhidrat miktarı %56.37, ham lif içeriği %7.81 ve kül oranı %6.33 olarak bildirilmiştir (Jo ve ark., 2018; Ahmed ve ark., 2023). Yüksek besin değerlerinin yanı sıra tıbbi olarak da öneme sahip olduğu bilinmektedir. Bu mantarın içerisinde bulunan *Flammulinolide A*, *Flammulinolide B*, *Flammulinolide C*, *Flammulinolide F*, fenolik

içerik, biyoaktif polisakkarid B-glukan maddelerinin antitümör ve antikanser aktivitelerinin olduğu bilinmektedir (Wang ve ark., 2012). *F. velutipes* tozu (FVP) ve su özünün (FVE) kolesterol düşürücü etki ve antihipertansif aktiviteye sahip olduğu (Yeh ve ark., 2014), *F. velutipes*'den ekstrakte edilen biyoaktif polisakkarit ve FVP'nin hafıza ve öğrenmenin gelişimi üzerine önemli katkılarının olduğu (Yang ve ark., 2015) bildirilmiştir. Velutin (Wang ve Ng, 2001), Flammin (Ng ve Wang, 2004), Flammulina'nın (Ng ve Wang, 2004) ribozom inaktive edici protein olduğu ve yapısındaki oligasakkaritler (Xia, 2015) ile Enokipodin B (Wang ve ark., 2012) nedeniyle antioksidatif etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Chang ve ark. (2013) tarafından FIP-fve ve immünomodülatör protein özütü ile fareler üzerinde yapılan bir çalışmada, metastazdan sorumlu gen ifadesinin azalarak tümör boyutunun küçüldüğü, spesifik antikör üretiminin arttığı bildirilmiştir (Tang ve ark., 2016). Tıbbi açıdan önemi yüksek olan bu mantar türünün, ülkemizde tanıtılarak yetiştiriciliğinin yaygınlaşması teşvik edilmelidir.

F. velutipes; polisakkaritler (FVP), immünomodülatör, antitümör, hafıza ve öğrenme geliştirme (Su ve ark., 2018) ve kolesterol düşürücü etkiler dâhil olmak üzere birçok farmakolojik özelliğe sahip olarak bilinmektedir (Yeh ve ark., 2014; Ye ve ark., 2020). Aynı zamanda, B1 vitamini açısından zengin olduğu ve eser miktarda çinko içerdiği rapor edilmiştir. *F. velutipes*'in bir besin takviyesi olarak kullanıldığında hipertansiyona sahip kişiler, yaşlılar ve büyümekte olan çocuklar için faydalı olduğu bilinmektedir (Cai ve ark., 2008). Biyolojik aktivitesi, antitrombotik etkilerine ek olarak, kan şekerini ve kan basıncını düşürmeye yardımcı olabilir. İnsan sağlığına çok faydalı olmasının yanı

sıra, vücut üzerinde toksik etkisi bildirilmemiştir (Chang ve Miles, 1989). Ayrıca LDL oksidasyonunu, DNA hasarını ve kanser insidansını azaltmada faydalı bulunmuştur (Hertog ve ark., 1993; Yeh ve ark., 2014). Gu ve Leonard (2006) tarafından yapılan bir *in vitro* çalışmada, *Coprinellus* sp., *Coprinus comatus* ve *F. velutipes* özütlerinin östrojen reseptör (+) ve östrojen reseptör (-) olan meme kanseri hücre büyümesini anlamlı şekilde engellediği ve bu aktivitelerin doza ve reseptör düzeyine göre değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir.

Chen ve ark. (2012) tarafından *F. velutipes*'in tıbbi önemi üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, *F. velutipes*'in lovastatin maddesi içerdiği (9.08 mg/100 g kuru madde) tespit edilmiştir. Bu madde, kolesterol üretiminde enzimi inhibe etme ve koroner kalp hastalığı riskini azaltma özelliklerine sahip olup, %3'lük *F. velutipes* tozunun (FVP) 8 hafta kullanımıyla yapılan bir *in vivo* çalışma sonucunda, serumda ve karaciğerde en düşük toplam kolesterol (TC), triaçilgliserol (TG), düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol (LDL) ve yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol (LDL/HDL) konsantrasyonuna rastlandığı bildirilmiştir. Yeh ve ark. (2014)'nın yaptıkları çalışmada, *Flammulina velutipes*'in kan şekeri, kan basıncı ve kolesterolü düşürmedeki etkileri kanıtlanmış diyet lifi, polisakkarit ve mikosterol gibi biyolojik olarak aktif bileşenler içerdiği bildirilmiş ve bu aktif bileşenlerin farelerde lipid metabolizması üzerindeki etkisini araştırmak için *Flammulina velutipes* tozu (FVP) ve *Flammulina velutipes* özünden (FVE) ekstrakte edilen aktif bileşenler kullanılmıştır. Sonuçlar, FVP ve FVE'deki toplam diyet lifi içeriğinin 29.34, toplam mikosterol içeriğinin ise sırasıyla 46.57±0.37 mg/100 g ve 9.01±0.17 mg/100 g olduğunu göstermiştir. Erkek farelerin besinlerine 8 haftalık

süre boyunca, %1, %2 ve %3 oranında FVP veya FVE eklenerek lipid metabolizması gözlem altında tutulmuş, 8 hafta sonunda yapılan analiz sonuçlarına göre, serum ve karaciğerde %3 FVP ve FVE gruplarının en düşük TC (toplam kolesterol), TG (triacilgliserol) ve LDL (düşük yoğunluklu) konsantrasyonuna sahip olduğu gözlemlenmiştir. Sonuçlar, yüksek yağlı diyetle serumdaki HDL seviyesi indüklenen farelerde, %3 FVP veya FVE ilavesinin, yüksek lipid metabolizması üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Tang ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmaya göre, *Flammulina velutipes*, pazardaki başlıca yenilebilir mantarlardan biri olup, besin değeri ve lezzetli tadı ile uzun zamandır tanınmaktadır. Son yıllarda, araştırmalar, besin bileşimini detaylandırmanın ötesine geçerek, biyolojik aktiviteleri ve potansiyel sağlık yararları bileşenlerini araştırmaktadır. Karbohidratlar, proteinler, lipidler, glikoproteinler, fenoller ve terpenler dahil olmak üzere mantarın farklı kısımlarından birçok biyoaktif bileşen izole edilmiştir. Bu bileşiklerin antitümör ve antikanser aktiviteleri, anti-aterosklerotik ve tromboz inhibisyon aktivitesinin, antihipertansiyon ve kolesterole bağlı etkiler, yaşlanmayı geciktirme ve antioksidan özellikler, hafızayı geri kazanmaya ve öğrenme eksikliklerinin üstesinden gelmeye yardımcı olma yeteneği, anti-inflamatuar, immünomodülatör ve anti-bakterileri inhibisyon gibi çeşitli biyolojik aktiviteler sergilediği gösterilmiştir.

Mahfuz ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, enoki mantarı atığının kanatlı yemlerinde kullanımının uygunluğu ve antibiyotik yerine geçebilirliği araştırılmıştır. Çalışmada, *F. velutipes* mantar atığının (FVW) tavuklarda performans parametreleri, bağıl organ ağırlığı, görünür besin tutma, dışkı bileşimi, bağımsızlık tepkisi ve

serum bağışıklığı üzerindeki etkisini araştırmak hedeflenmiştir. Diyet uygulamaları, kontrol olarak standart bir bazal diyeti; antibiyotik (%0.05 flavomisin), %2 FVW, %4 FVW ve %6 FVW olarak belirlenmiştir. FVW gruplarında nihai canlı ağırlık, kontrol ve antibiyotik gruplarına göre daha yüksek olmuştur. Tüm alışma süresi boyunca ortalama günlük yem alımı, ortalama günlük ağırlık artışı ve yem dönüşüm oranı için fark bulunmamıştır. FVW gruplarında, proventrikl ağırlığı ve kesecik ağırlığı daha yüksek olarak belirlenmiştir. Kontrol ve antibiyotik grupları ile karşılaştırıldığında, diğer iç organ ağırlıkları (karaciğer ağırlığı, taşlık ağırlığı, dalak ve karın yağ ağırlığı) için herhangi bir fark gözlemlenmemiştir. FVW'nin diyete dahil edilmesi, kontrol ve antibiyotik grupları ile karşılaştırıldığında kuru madde, ham protein ve eter özütünün tutulmasını arttırmıştır. FVW gruplarında, kontrol ve antibiyotik gruplarına göre dışkı kuru madde içeriği daha yüksek ve pH daha düşük olmuştur. FVW gruplarında Newcastle hastalığı, enfeksiyöz bronşit ve avian influenza virüsü aşılarına karşı antikor titreleri daha yüksek bulunmuştur. Serum immünoglobulin parametreleri (IgA, IgG, IgM), FVW'de kontrol ve antibiyotik gruplarına göre daha yüksek olmuştur.

Hu ve ark., (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, *F. velutipes*'in sarı ırkı (FVY) ve beyaz ırkıdaki (FVW) polisakkaritlerin monosakkarit kompozisyonu incelenmiştir. Sonuçlar, FTIR spektrumları ve HPAEC-PAD, FVY'lerin ve FVW'lerin –OH grubu, –NH grubu ve –COOH grubu içerdiğini, asit hetero polisakkarite ait olduğunu ve farklı bir monosakkarit bileşimi molar oranına sahip olduğunu göstermiştir. Antioksidan aktiviteler açısından, FVY'ler ile FVW'ler kıyaslandığında FVY'lerin daha iyi antioksidan özellikler

gösterdiği saptanmıştır. Bu çalışma, sarı *F. velutipes* türünün sadece lezzetli bir gıda olmadığını, aynı zamanda oksidatif strese karşı belirli bir düzeyde koruma sağlayan potansiyel bir antioksidan kozmetik bileşen kaynağı olduğunu göstermektedir. *F. velutipes*'in beyaz ırkındaki polisakkaritin antitümör, hafıza ve öğrenme gelişimi, antioksidan aktivite, immünomodülatör özellikler ve hepatoprotektif aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir.

ENOKİ MANTARI YETİŞTİRİCİLİĞİ

Tohumluk Misellerin Çoğaltımı

Enoki mantarında bir suşun (çeşit/ırk) saf kültürü, patates dekstroz agar (PDA) (Grocholl ve ark., 2024) ve malt ekstrakt agar (MEA) (Rezaeian ve Pourianfar, 2017) besin ortamlarına aşılansak kolaylıkla çoğaltılmaktadır. Besin ortamı hazırlanıp otoklavda steril edildikten sonra, steril kabin içerisinde 8 cm çapında steril petrilere dökülür ve soğuyup katılaşması beklenir. Katılaştıran ortama saf kültürden misel parçaları aşılansak, çoğaltma işlemi gerçekleştirilir. Mantar hiflerinin besin ortamında gelişiminin sağlanması amacıyla iki hafta boyunca karanlıkta $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de inkübe edilir (Rezaeian ve Pourianfar, 2017; Rezaeian ve ark., 2021).

Buğday, arpa veya yulaf daneleri haşlanıp %0.2 kalsiyum karbonat (kireç) (CaCO_3) ve %2 kalsiyum sülfat (CaSO_4) ile karıştırıldıktan sonra kavanozlara veya membran filtreli polipropilen yetiştirme torbalarına doldurularak (1/3'ü boş kalacak şekilde), otoklavda 121°C 'de 15 atm basınç altında 2 saat boyunca sterilize edilir (Şekil 1) (Rezaeian ve Pourianfar, 2017; Rezaeian ve ark., 2021).

Daha önce besin ortamına aşılanan misellerin gelişerek petri kabının üst kısmına yayılmasının ardından, %0.2 kalsiyum karbonat (kireç) (CaCO_3) ve %2 kalsiyum sülfat (CaSO_4) eklenen ve otoklavlanmış haşlanmış buğday daneleri karışımına misel aşılması gerçekleştirilir (Şekil 2). Misel aşıllı buğday kavanozları/torbaları, mantar miselleri danelere tamamen sarana kadar $25\pm 2^\circ\text{C}$ 'de yetiştirme odalarında tutulur (Rezaeian ve Pourianfar, 2017).



Şekil 1. Tohumluk misel üretimi (A: yulaf daneleri, B: karışımın hazırlanması, C: karışımın membran filtreli polipropilen yetiştirme torbalara doldurulması) yetiştiriciliği (Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Mantar Üretimi Mükemmeliyet Merkezi)



Şekil 2. Misel aşılama (A: haşlanmış yulaf daneleri karışımına misel aşılama, B: misel gelişimi için kavanozların büyüme odasına bırakılması, C: misel sarımı tamamlanan tohumluklar yetiştiriciliği (Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Mantar Üretimi Mükemmeliyet Merkezi)

Mantar Yetiştiriciliğinde Tarımsal Atıkların Rolü

Tarımsal atıkların mantar yetiştiriciliğinde kullanımı, karmaşık molekülleri parçalamak ve bu atıkları katma değerli ürünlere dönüştürmek için pratik bir çözümdür (Rezaeian ve ark., 2021). Yenilebilir mantar yetiştiriciliğinde başarı oranında belirleyici faktörlerden birisi, lignoselülozik substratların bileşimidir. Yetiştiricilik substratının lignoselülozik bileşenlerinde meydana gelen biyokimyasal değişikliklerin, mantarların vejetatif gelişimi için gerekli olan karbon, nitrojen ve enerjiyi sağlamak için gerekli olduğu bilinmektedir (Jurak ve ark., 2015; Zheng ve ark., 2020). Bu biyokimyasal değişikliklere uğrayan substratın ana bitki bazlı makromolekülleri, hücrelerin içindeki basit suda çözünür karbonhidratlar ve hücre duvarı içindeki karmaşık çözünmeyen karbonhidratlar (selüloz ve hemiselüloz) ve lignindir (Kabel ve ark., 2017). Son zamanlarda yapılan bir çalışma, rami sapında yetiştirilen enoki mantarının, lignoselülozik polimerleri farklı hızlarda parçalayabilen selülaz, hemiselülaz ve ligninolitik enzimler

gibi enzimler üretebileceğini göstermiştir (Xie ve ark., 2017). Bu çalışma, mantar oluşmadan önce ve mantar oluşuktan sonra substratın lignin, selüloz ve hemiselülozunun parçalanmasında enzimlerin rolü hakkında önemli bilgiler sağlamıştır (Xie ve ark., 2017). Toplam karbonhidrat ve lignindeki azalmanın da enoki büyümesi için ana gösterge olduğu bulunmuştur (Xie ve ark., 2017; Rezaeian ve ark., 2021).

Enoki gibi birincil ayrıştırıcı mantarların, lignin peroksidazlar, lakkaz ve manganez bağımlı peroksidazlar gibi güçlü enzim sistemlerini kullanarak enerji kaynaklarına erişmek için lignoselülozik substratları biyolojik olarak parçalayabildikleri bilinmektedir (Morais ve ark., 2000; Ko ve ark., 2005; Gaitán-Hernández ve ark., 2011). Selülüz, hemiselülüz ve diğer ligninolitik enzimler gibi enzimlerin lignoselülozik polimerleri biyolojik olarak parçaladığı, enoki mantarında da kanıtlanmıştır (Xie ve ark., 2017). Enoki mantarı enzimleri tarafından substratın lignoselülozik kompleksinin parçalanması, çözünür karbonhidrat içeriğinin yanı sıra çözünür lignin içeriğinde de bir artışa neden olmaktadır. Kullanılmış substratta gözlemlenen çözünür lignin içeriğindeki azalmanın, mantarın oluşumu esnasında enerji kaynağı olarak çözünür lignin miktarının da kullanılmış olmasından kaynaklandığını düşündürmektedir (Rezaeian ve ark., 2021).

Lignoselülozik substratların bileşimi, yetiştirilen mantarların tıbbi ve besinsel özelliklerini de etkileyebilir (Rathore ve ark., 2020; Rezaeian ve ark., 2021). Araştırmalar, bu mantarın ayırt edici besinsel ve tıbbi özelliklere sahip olduğunu göstermiştir (Tang ve ark., 2016). Bu nedenle, enoki mantarı üretiminden önce uygun bileşime sahip,

uygun maaliyetli ve yerel olarak erişilebilir bir substratın formülasyonuna önem verilmelidir (Yang ve ark., 2015). Enoki mantarının lignoselülozik substratlarının bileşiminde talaş, buğday samanı, çeltik samanı, şeker kamışı küspesi ve rami sapının yanı sıra buğday kepeği, pirinç kepeği gibi takviyeler de dahil olmak üzere bitkisel veya tarımsal kaynaklardan elde edilen atıklar kullanılmaktadır (Dowom ve ark., 2019).

Rezaeian ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, enoki mantarının (*F. velutipes*) lignoselülozik substratının biyokimyasal ve kimyasal bileşimindeki zamana bağlı niceliksel değişiklikler araştırılmıştır. Çözünür karbonhidratlar, azot, protein, lipit, kül ve çözünür lignin artarken, çözünmeyen şeker, çözünmeyen lignin, selüloz, hemiselülozlar ve holoselüloz ham substrata kıyasla tüm aşamalarda azalma eğiliminde olmuştur. Kullanılmış substrat; artan miktarlarda azot (1.35 kat), lipit (26 kat), çözünür karbonhidratlar (1.18 kat) ve kül (1.3 kat) içerirken, ham substrata kıyasla holoselüloz (%27), çözünmeyen lignin (%27), çözünmeyen karbonhidratlar (%33) ve C:N oranı (%33) azalmıştır. Çözünür lignin, ham substrattaki ile aynı seviyede kalmıştır. Genel olarak bu çalışma, bir lignoselülozik substrattaki biyokimyasal ve kimyasal değişimlerin, enoki mantarının optimum vejetatif büyümesine ve mantar oluşumuna nasıl yol açabileceğini ve yüksek değerli, toksik olmayan kullanılmış bir substrat bırakabileceğini anlamada fayda sağlamıştır. Tarımsal atıkların mantar yetiştiriciliğinde kullanımı, karmaşık molekülleri parçalamak ve bu atıkları katma değerli ürünlere dönüştürmek için pratik bir çözümdür.

Yapılan çalışmalarda, enoki mantarının kullanılmış substratının, su ürünleri, çiftlik hayvanları ve kümes hayvanları için besin takviyesi

üretiminde kullanılacak katma değerli bileşiklere sahip olduğu bildirilmiştir (Kim ve ark., 2012; Foluke ve ark., 2014). Fiziksel özelliklerinin yanı sıra yüksek mineral içeriğine sahip olması nedeniyle, enoki mantarının kullanılmış substratı, tarım ve bahçecilikte torf gibi yenilenemeyen kaynakların yerine büyük bir potansiyele de sahip olabilir (Paula ve ark., 2017). Mantarların kullanılmış substratlarının tarımsal alanlarda kullanılmasının, toprağın organik içeriğini ve yapısını geliştirdiğini gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Eudoxie ve Alexander, 2011; Zhang ve Duan, 2012; Orluchukwu ve Adedokun, 2014).

Üretimde kullanılacak substratlar

Lee ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada; *Pleurotus eryngii*, *F. velutipes* ve *Hypsizigus marmoreus* mantarlarının yetiştiriciliği yapılmış ve yetiştiricilik koşulları, her mantar türünün isteğine göre ayarlanmıştır. *F. velutipes* için kültür koşulları; 5°C sıcaklık, 3000~5000 ppm CO₂ ve %90 bağıl nem olarak ayarlanmış, mısır koçanı (%31), pirinç kepeği (%40), pancar küspesi (%16), buğday kepeği (%5), pamuk tohumu kabuğu (%5) ve mısır koçanı (%4) ile substrat oluşturulmuştur. *H. marmoreus*, *P. eryngii* ve *F. velutipes* için toplam gelişme süreleri sırasıyla 23, 18 ve 30 gün olarak saptanmıştır. Yaş ağırlık üzerinden *H. marmoreus* için 180 g mantar/556 g substrat, *P. eryngii* için 200 g mantar/840.4 g substrat ve *F. velutipes* için 290 g mantar/748.3 g substrat mantar hasat edildiği bildirilmiştir. Kuru ağırlık üzerinden ise *H. marmoreus* için 22.0 g mantar/201.3 g substrat, *P. eryngii* için 27.2 g mantar/287.3 g substrat ve *F. velutipes* için 48.1 g mantar/248.2 g substrat mantar hasat edildiği

belirtilmiştir. Bu değerlere göre, kuru ağırlıktaki üretim verimleri *H. marmoreus* için %10.9, *F. velutipes* için %19.4 ve *P. eryngii* için %9.6'dır Aynı zamanda, çalışmada mantarların ve kullanılan substratların potasyum (K), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca) ve sodyum (Na) içeriklerine bakılmıştır. Potasyum, yetiştirme substratlarında 10-13 g/kg ve mantarlarda 26-30 g/kg arasında bol miktarda bulunurken, Ca substratta bol miktarda bulunmasına rağmen, mantarlardaki miktarı oldukça düşük olmuştur.

Harith ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, *Flammulina velutipes* yetiştiriciliğinde karbon kaynağı olarak farklı tarımsal artıkların kullanılabilirliği ve kullanılmış bira mayası ve pirinç kepeği gibi azot kaynaklarıyla takviyenin etkisini değerlendirilmiştir. Bu amaçla, kauçuk ağacı talaşı (SD) talaşı, çeltik samanı (PS), palmiye boş meyve salkımları (EFB) ile palmiye preslenmiş lifi (PPF) kullanılmıştır. Bu kapsamda, misel büyüme hızı ve mantar verimi değerlendirilmiştir. En verimli substratlar, sırasıyla %185.09±36.98, %150.89±50.35 ve %129.06±14.51 biyolojik etkinlik değerleriyle, PS+EFB (25:75), PS+PPF (50:50) ve PPF (100) substratları olmuştur. Pirinç kepeği ve kullanılmış maya takviyesinin misel büyüme hızı ve biyolojik verimlilik üzerinde önemli bir etkisi gözlemlenmemiştir. *F. velutipes* palm yağı atıkları üzerinde yetiştirildiğinde, ek azot kaynağına ihtiyaç duyulmamıştır. Woo ve ark. (2017) tarafından, *F. velutipes*'in yeni bir çeşidi 'Baekseung', 2016 yılında Mantar Araştırma Bölümü, Baekseung ARES'de KMCC 4210 ve KMCC 4216'dan izole edilen iki monokaryotik izolatın hibridizasyonu ile üretilmiştir. Primordium oluşumu 25°C'lik sıcaklıkta 30 günde meydana gelmiştir. Baekseung'un optimal evrede hasat edilen şapka ve saplarının uzunluğu

sırasıyla 11.3 ± 0.4 ve 89.2 ± 7.1 mm iken, Uriho'nun değerleri sırasıyla 10.7 ± 1.0 ve 91.3 ± 20.8 mm olarak belirlenmiştir.

Xie ve ark. (2017), rami saplarının *F. velutipes* yetiştiriciliğinde tek bir substrat olarak veya buğday samanı ve pamuk tohumu kabuğu eklenerek hazırlanan substratların kullanılma olasılığını araştırmışlardır. Sonuç olarak, en iyi substrat %50 rami sapı+%20 pamuk kabuğu+%25 buğday kepeği+%4 mısır nişastası+%2 CaCO_3 karışımı olarak belirlenmiştir. Liao ve ark. (2019), *F. velutipes* yetiştiriciliğinde yeni substrat materyalleri geliştirmek amacıyla kolza samanının kullanımı denenmişlerdir. *F. velutipes*'in misel gelişimi, mantar oluşumu ve ekonomik faydaları sekiz farklı yetiştiricilik ortamında incelenmiştir. *F. velutipes*'in gelişimi için en uygun ortam %68 kolza samanı, %20 pamuk tohumu kabuğu, %10 kepek, %1 sakkaroz ve %1 süperfosfat içeren F ortamı olarak bildirilmiştir. *F. velutipes*'in kolza samanı ile oluşturulan ortamda kültürünün, misel sarım süresini, ilk primordiumların görülme süresini ve mantar oluşum süresini kısaltabileceği belirtilmiştir.

Guan ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, *F. velutipes* yetiştiriciliğinde geleneksel olarak kullanılan substrat materyallerine alternatif yeni hammadde ekleme amaçlanmıştır. Bu kapsamda, *F. velutipes*'in misel sarım süresi, mantar ölçüleri ve ekonomik faydaları incelenmiştir. Ana materyal olarak bambu, kontrol olarak ise bölgede sıklıkla kullanılan pamuk tohumu kabuğu (CK) kullanılmıştır. G (%64 bambu atığı, %16 pamuk tohumu kabuğu, %8 talaş, %10 kepek, %1 beyaz şeker ve %1 alçı) ortamına ait taze mantarların ortalama torba verimi, %80'den yüksek biyolojik verim ile 0.33 kg/torba (100 kg kuru

materyal ile hazırlanan ve $175 \times 400 \times 0.05$ (mm) yüksek basınçlı polietilen torba) ile en yüksek olmuştur.

Substrat materyallerinin seçiminde; materyalin bölgede kolay bulunabilirliği, maaliyeti ve üretilecek mantar türünde başarı oranına dikkat edilmesi tavsiye edilmektedir (Rodriguez Estrada ve Pecchia, 2017).

Yetiştirme ortamı hazırlığı

Lignoselülozik materyaller genellikle protein içeriği bakımından düşüktür ve bu nedenle ürün dönemini kısaltmak ve mantar verimliliğini artırmak için buğday kepeği, soya fasulyesi küspesi, pamuk atıkları, zeytin atıkları vb. gibi azot açısından zengin materyalleri ilave etmek yaygın bir uygulama haline gelmiştir (Girmay ve ark., 2016). Yapılan bir çalışmada, buğday samanının bir substrat formülasyonunda önemli bir temel malzeme olduğu, buğday kepeği, talaş veya soya fasulyesi (herhangi bir kombinasyonda) ile zenginleştirilmesinin verim parametrelerini artıracığı bildirilmiştir (Rezaeian ve Pourianfar, 2017).

Enoki mantarı yetiştiriciliğinde kullanılabilecek bazı yetiştirme ortamı içerikleri aşağıdaki gibidir:

%80 talaş + %18 buğday kepeği + %1 kireç + %1 alçı

%80 talaş + %18 soya unu + %1 kireç + %1 alçı

%80 buğday samanı + %18 buğday kepeği + %1 kireç + %1 alçı

%80 buğday samanı + %18 soya unu + %1 kireç + %1 alçı

%40 buğday samanı + %40 talaş + %18 buğday kepeği + %1 kireç + %1 alçı

%40 buğday samanı + %40 talaş + %18 soya unu + %1 kireç + %1 alçı

%62 buğday samanı + %18 buğday kepeği + %18 soya unu + %1 kireç + %1 alçı (Rezaeian ve Pourianfar, 2017).

Yetiştiricilik ortamı için kullanılacak olan tarımsal atıklar belirlendikten sonra, talaş haline getirilir. Uygulanacak olan substrat formùlasyonuna göre her bir tarımsal atık tartılarak karıştırılır. Substratlar, nem içeriği %70'e gelene kadar suda bekletilir ve fazla su sùzùlerek uzaklaştırılır (şekil 3). pH'yı ayarlamak için sırasıyla %1 kireç ve %1 alçıtaşı (kuru ağırlık bazında) eklenir. Substratlar tartılır, polipropilen torbalara veya şişe kullanılacaksa şişelere doldurulur ve 120 dakika boyunca 1 atm basınç ve 121°C sıcaklıkta otoklavlanarak steril hale getirilir (Kim ve ark., 2005; Rezaeian ve Pourianfar, 2017; Choi ve ark., 2020).



şekil 3. Yetiştiricilik ortamı hazırlığı (A: substrat olarak kullanılan materyalin öğütülmesi, B: materyallerin karıştırıcıya yüklenmesi, C: gerekli nem oranının sağlanması) yetiştiriciliği (Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Mantar Üretimi Mükemmeliyet Merkezi)

Steril edilmiş substrat torbalarına/şişelerine 1 kg ortam için 160 g enoki tohumluk miseli (buğday vb. danelere sardırılan miseller) aşılır. Aşılana substratlar kapatılır ve inkübasyon odasına alınır.

İnkübasyon ve Hasat

Misel sarımı tamamlanana kadar 10 gün süresince sıcaklık ve nem koşulları, 25°C sıcaklık ve %80-90 nem olarak ayarlanır. Substratlarda misel sarım sürecinin tamamlanmasından sonra, primordium oluşumunu teşvik etmek için mantar yetiştirme odalarında 8°C'de ısı şoku uygulanır. Daha sonra sıcaklık 15°C ve nem %90 olacak şekilde ayarlamalar yapılır. Ürün oluşumu esnasında, CO₂ konsantrasyonu 1000 ile 2000 ppm'den daha düşük tutulur. Ürün döneminde CO₂'ye, primordium oluşumu ve vejetatif büyüme aşamalarına göre daha duyarlılık gözlemlenir (Kinugawa ve ark., 1994; Thuy ve Suzuki, 2019). CO₂ konsantrasyonu, sadece şekli değil, aynı zamanda mantarın kalitesini de etkilemektedir (Thuy ve Suzuki, 2019).

Enoki mantarlarının sapları 2-3 cm kadar bir uzunluğa ulaştığında, torbalar silindirik bir şekil oluşturmak için uzun kenarları boyunca plastik levhalarla kaplanır. Hasat, tohumluk misel ekiminden itibaren, ortalama bir ay sonra gerçekleştirilir (Sánchez, 2010).

Şişede Yetiştiricilik

Propilen şişeler; ısıya dayanıklı, otoklavlanabilir, yeniden kullanılabilir ve kolay kullanımı olduğu için uzak doğu ülkelerinde yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu sistem, mantar yetiştiriciliğine yeni başlayan, pastörize edilmiş dökme substratlar ya da şişeleme için uygun olmayan substratlar kullanan yetiştiriciler için pratik olmayabilir. Talaş, kullanılmış tahıllar ve tahıl kabukları gibi küçük

partikül boyutlu yetiştirme ortamı türleri tercih edilir. Buna ek olarak, sistemin ilk kurulum maaliyeti birçok küçük ölçekli yetiştirici için çok yüksek olabilir (Kwon, 2004; Thuy ve Suzuki, 2019). Polipropilen yetiştirme torbaları, mantar üretimi için sadece bir kez kullanılır. Buna karşılık, polipropilen yetiştirme şişeleri, UV ışığına maruz kalmadan kullanıldığında, atılmadan önce 100 defadan fazla kullanılabilir (Thuy ve Suzuki, 2019).

Sánchez (2010), Japonya'da *F. velutipes* üretiminin, içerisine substrat doldurulmuş polipropilen şişelerde yapıldığını, kullanılacak substratların mekanik olarak karıştırıldığını ve ısıya dayanıklı şişelere doldurularak sterilize edildiğini (4 saat 95°C'de veya 1 saat 121°C'de), mekanik olarak aşılandığını ve 25 gün boyunca 20°C'de inkübe edildiğini, mantar oluşumu esnasında kaliteyi daha da artırmak için sıcaklıkların hasada kadar 3-8°C'ye düşürüldüğünü, mantarlar şişenin ağzının üzerinde uzamaya başladığında, boynun etrafına plastik bir yaka yerleştirilerek bir şerit ile sabitlendiğini, bu yakanın mantarları uzun ve düz olacak şekilde yerinde tutmaya yaradığını, mantarlar 13 ile 14 cm uzunluğa ulaştığında substrattan bir demet halinde çekilerek hasat edildiğini bildirmiştir (Royse, 2007).

Substrat hazırlığı

Kompost olarak kullanılan substratların, şişenin içine düzgün bir şekilde akacak kadar küçük parçacıklar halinde olması gerekmektedir. Kavak ve kızılâğaç gibi sert ağaçlardan veya geniş yapraklı ağaçlardan elde edilen talaş tercih edilir. Torba kültürü için kullanılan aynı substrat hazırlama tarifleri, substrat şişesi hazırlamaya da uygulanabilir. Pirinç veya buğday kepeği, mısır koçanı veya diğer malzemeler, misel

büyümesini desteklemek için eklenebilir. Optimum substrat formülasyonu, farklılık gösterse de genellikle dört kısım substrat ve bir kısım takviye karıştırılır ve nihai nem içeriği en az %65 olmalıdır. Yetiştiriciler nem içeriğinin uygun olup olmadığını anlamak için karışımı avuçlarının içinde sıktıklarında bir veya iki damlacık çıkana kadar nemlendirme işlemine devam edilmelidir (Thuy ve Suzuki, 2019).

Şişeleme

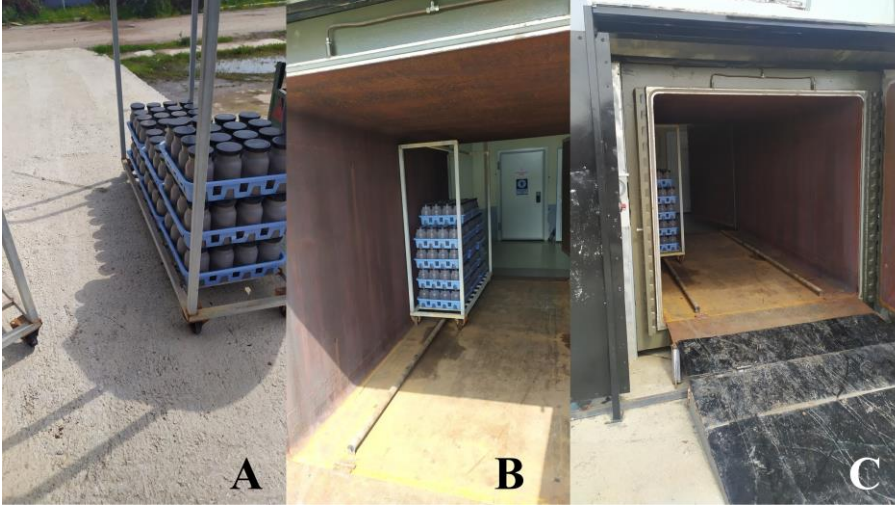
Hazırlanan ve nemlendirilmiş talaş karışımı, dolum makinasına yüklenir. Dolum makinası aracılığıyla, şişeler önceden belirlenmiş miktarda karışımla doldurulur. Şişeler doldurulduktan sonra, sıkıştırıcılar şişedeki karışımı önceden ayarlanmış yüksekliğe kadar bastırır. Preslenmiş ortamın merkezinde, yaklaşık 1 cm çapında misel ekim çukurları açılır (Tokimoto ve Komatsu, 1978). Uygun sıkıştırma, alt tabakaya yüksek yoğunluk verir, bu da misel için daha fazla besinin mevcut olacağı ve dolayısıyla daha yüksek bir verim anlamına gelir (Şekil 4). Şişedeki dikey delikler, mantar misellerinin dibe eşit dağılımına izin verir ve bu da hızlı ve eşit kolonizasyona imkân sağlar. Alt tabakadaki besin maddelerinin hızlı tükenmesi, daha erken ürün alımına yol açar (Kwon, 2004).



Şekil 4. Şişelerin dolum makinesine yüklenmesi (A), şişelere dolum işlemlerinin gerçekleştirilmesi (B) ve ekim çukurlarının açılması (C) yetiştiriciliği (Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Mantar Üretimi Mükemmeliyet Merkezi)

Sterilizasyon

Doldurulan şişeler, sterilizasyon amacıyla bir otoklava yüklenir. Ticari ölçekli otoklavlar çift kapıya sahiptir: bunlardan biri giriş, diğeri çıkış içindir. Sterilize edilen şişeler, iyi kontrol edilen soğutma odasından çıkış kapısından çıkarıldığından, sterilizasyon sonrası dış havaya maruz kalma riski neredeyse ortadan kalkar. Şişeler 121°C'de 60-90 dakika sterilize edilmelidir (sıcaklık ve basınç 121°C veya 15 psi'ye ulaştığından itibaren) (Şekil 5). Ayrıca, çalışma esnasında koruyucu eldiven takmak ve kontaminasyon vektörü olarak işlev görebilecek talaş parçacıklarının şişe yüzeyinden uzaklaştırılması da ek önlemler arasında tavsiye edilmektedir (Kwon, 2004; Kong ve ark., 2004).



Şekil 5. Şişelerin çift kapılı otoklavda sterilizasyonu (A, B, C) yetiştiriciliği (Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Mantar Üretimi Mükemmeliyet Merkezi)

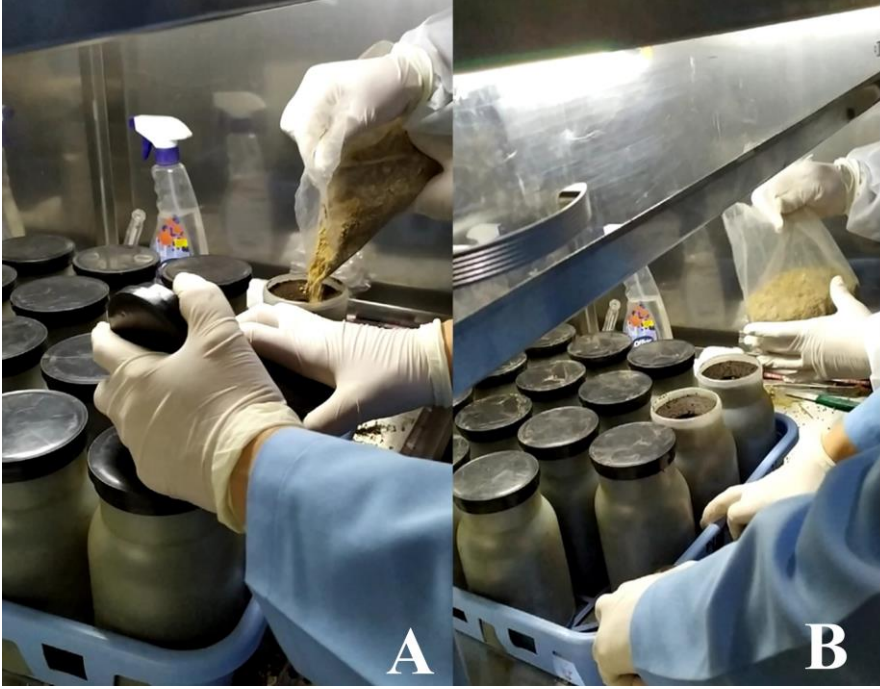
Soğutma ve aşılama

Şişeler otoklavdan çıkarıldığında soğutma odasında 20°C'ye soğutulmalıdır. Sıcak şişeler aniden soğuk havaya maruz kaldığında, yoğuşma meydana geldiği için yavaş soğutma önerilir. Bu nedenle, bazı mantar üreticilerinin soğutma odasından önce kullandıkları bir ön soğutma odaları bulunmaktadır (Yamanaka, 2017; Thuy ve Suzuki, 2019).

Aşılamaya hazır şişeler, soğutma odasından küçük bir pencereden kayan tekerlekli konveyördeki temiz tezgâha taşınır. Aşılama öncesi, kullanılacak alan ultraviyole lamba ve %70 alkol ile dezenfekte edilmelidir. Zemin, %10'luk çamaşır suyu ile silinmelidir. Bazı büyük ölçekli üretim tesislerinde, aşılama alanına girmeden önce hava duşu bulunmaktadır. Kontamine şişelerin içinde yabancı misel ve hastalık etmenleri gelişebilme ihtimaline karşı dikkatli olunmalıdır. Bu konuda,

galoş ve önlük benzeri farklı tedbirler üzerinde düşünülmelidir (Kwon, 2004).

Şişe başına yaklaşık 10 g tohumluk misel ekimi yeterli olmaktadır (Soylu ve ark., 2022) (Şekil 6).



Şekil 6. Misel aşılama (A, B) yetiştiriciliği (Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Mantar Üretimi Mükemmeliyet Merkezi)

Misel sarımı ve primordium oluşumu

Aşılannmış şişeler; sıcaklığın 21-24°C, nemin %70-75, CO₂ oranının >5000 ppm olduğu karanlık bir inkübasyon odasına taşınır. Misel sarım süresi, değişmekle birlikte ortalama 20-25 gün sürer. Misellerin gelişimi için maksimum üst CO₂ konsantrasyonu sınırı 4.000 ppm'dir (Çizelge 1). Havalandırma süresi ve sıklığı büyük ölçüde oda sıcaklığına, neme ve şişe sayısına bağlı olarak değişmekle birlikte, ilk aşamada saatte 1 kez havalandırma yapılması tavsiye edilir.

Yetiştiriciler, CO₂ konsantrasyonunu ölçerek havalandırma süresini ve sıklığını belirleyebilir (Stamets, 2000; Kwon, 2004; Soylu ve ark., 2022).

Misel sarımı tamamlandıktan sonra primordium oluşumunu teşvik etme amacıyla oda sıcaklığı 4-10°C'ye düşürülür ve nem %90-95 olacak şekilde ayarlanır. Bu aşamada, odada 20-50 lux ışıklandırma yapılır (Soylu ve ark., 2022). Primordium oluşumunu teşvik etme amacıyla, şişenin üst kısmındaki yaşlı misellerin alınması önerilmektedir (Şekil 7). Yaşlı miselin alınması işlemi sadece primordium oluşumunun teşvik edilmesi için değil, aynı zamanda şişedeki ortamın üst yüzey alanında mantar oluşumunun senkronize edilmesi için de önemli bir süreçtir (Kinugawa, 1992; Singh ve ark., 2006; Oei, 2016).

İnkübasyon esnasında, şişelerin yakından incelenmesi ve herhangi bir kontaminasyonun araştırılması çok önemlidir. Kontamine şişeler fark edilmediğinde; substrat hazırlama, inokülasyon ve inkübasyonla ilgili tüm zorlu işlerin tekrarlanması gerekir (Kwon, 2004).

Mantar oluşumunun başlamasından itibaren, oda sıcaklığı ve nemi 10-16°C ve %90-95 olarak ayarlanır.

Çizelge 1. Enoki mantarı yetiştiriciliğine uygun çevre koşulları (Soylu ve ark., 2022)

Gelişim Dönemi	Sıcaklık (°C)	Nem	CO ₂	Hava Değişimi	Işık
Misel sarımı	21-24	%70-75	>5000 ppm	Saatte 0-1 kez	-
Primordium oluşumu	4-10	%90-95	2000-4000 ppm	Saatte 2-4 kez	20-50 lux
Mantar gelişimi	10-16	%90-95	2000-4000 ppm	Saatte 2-4 kez	20-50 lux

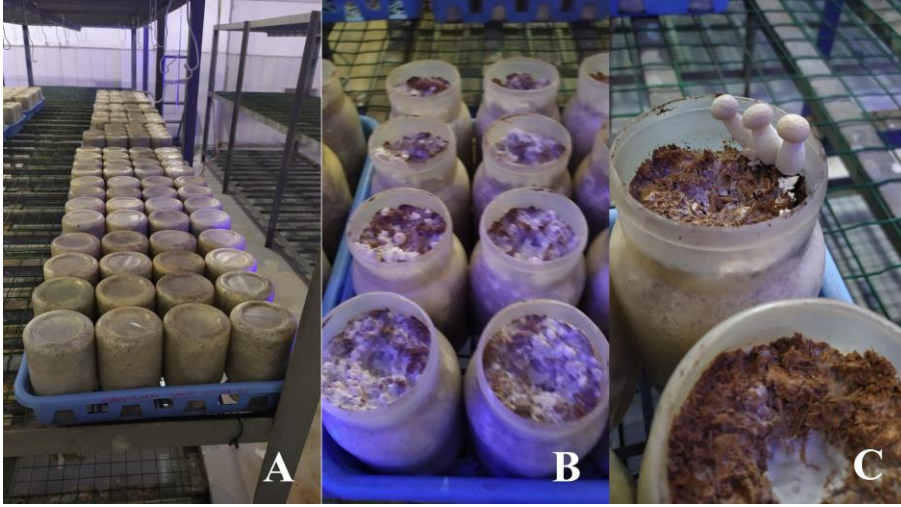


Şekil 7. Şişelerin üst kısımlarındaki yaşlı misellerin çıkarılması (A: şişelerin makinaya yüklenmesi, B, C, D: şişelerin üst kısımlarındaki kompostun çıkarılması, E: üst tabakası çıkartılan şişeler, F: primordium oluşumunun teşviki amacıyla şişelerin ters çevrilmesi) yetiştiriciliği (Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Mantar Üretimi Mükemmeliyet Merkezi)

Mantar oluşumu

Şişelerdeki substratın %90'ı miselle kolonize olduğunda, yetiştirme odasına getirilirler veya daha düşük bir sıcaklığa maruz bırakılırlar. Miseller ilk gelişme döneminden, misel sarımı tam olarak gerçekleşene kadar ve ilk primordium oluşumları görülene kadar, düşük

sıcaklık ve yüksek nem koşullarında bekletilirler (Şekil 8). Enoki mantarı ince ve uzun bir gövdeye sahiptir ve gövdelerin kırılmasının önlenmesi amacıyla mantar gelişiminden itibaren şişelerin etrafı plastik film tabakası ile sarılır (Nakamura ve Kinshou, 2000).



Şekil 8. Primordium oluşumu (A: ilk primordium oluşana kadar şişelerin ters çevrilerek bırakılması, B: ilk primordium oluşum aşaması, C: karpofor (sap ve şapka) oluşum aşaması) yetiştiriciliği (Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Mantar Üretimi Mükemmeliyet Merkezi)

Hasat ve şişelerin boşaltılması

Enoki mantarı, genellikle gelişiminin erken safhasında hasat edilmektedir (Şekil 9). Japonya'da yetiştiricilerin çoğu, mantarların tam gelişiminin %60-80'inde hasat etmektedirler (Thuy ve Suzuki, 2019). Şişe kültüründe yetiştirilen mantarlar, sadece bir defa hasat edilir.



Şekil 9. Hasat edilen enoki mantarı (A: paket olarak satılan mantarlar, B: dökme şeklinde satılan mantarlar) yetiştiriciliği (Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Mantar Üretimi Mükemmeliyet Merkezi)

Hasattan sonra, şişeler boşaltma makinesine yüklenirler. Bu makine önce kullanılmış kompostu çıkarır ve ardından boşalan şişeyi hava veya suyla yıkar. Kullanılan mantar substratı hastalık küfü barındırabileceğinden, boşaltma alanı yetiştirme tesislerinden uzak olmalıdır (Kwon, 2004).

Ucuz ve bol bulunan tarımsal atıklar kullanılarak farklı mantar türlerinin yetiştirilmesi hem substrat bileşiminde hem de insan gıdasında katma değer yaratacaktır. Şişe kültüründe yetiştirme yöntemi, tüm üretim sürecini otomatikleştirerek işçilikten büyük tasarruf sağlamaktadır. Mantarlar yıl boyunca, iklim kontrollü odalarda üretilebilmektedirler. Bu da öngörülebilir ve istikrarlı bir nakit akışı sağlamaktadır. Ancak, tahmin edilebileceği gibi ilk kurulum maliyeti, çoğu yeni başlayan yetiştirici için çok yüksektir. Buna ek olarak, mantarların seri üretildiği bu sistemde, steril teknikler ve sıkı hijyen uygulamaları gereklidir.

KAYNAKLAR

- Ahmed, A. F., Mahmoud, G. A. E., Hefzy, M., Liu, Z., and Ma, C. (2023). Overview on the edible mushrooms in Egypt. *Journal of Future Foods*, 3(1), 8–15. doi: 10.1016/j.jfutfo.2022.09.002
- Baktemur, G., Çelik, Z. D., Kara, E., and Taşkın, H. (2020). The effect of different agricultural wastes on aroma composition of shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) mushroom. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(7), 1540–1547. doi: 10.24925/turjaf.v8i7.1540-1547.3415
- Bringye, B., Fekete-Farkas, M., and Vinogradov, S. (2021). An Analysis of Mushroom Consumption in Hungary in the International Context. *Agriculture*, 11(7), 677. doi: 10.3390/agriculture11070677
- Cai, H. H., Liao, S. T., Ye, Y. S., and Liu, X. M. (2008). Advances in studies on components, bioactivity and processing of *Flammulina velutipes*. *Food Research and Development*, 29(11), 171–175.
- Chang, S. T., and Miles, D. G. (1989). The nutritional attributes and medicinal value of edible mushroom. *Edible Mushrooms and Their Cultivation*, CRC Press, Boca Raton, Fla, USA, pp. 27–40.
- Chang, Y. C., Hsiao, Y. M., Wu, M. F., Ou, C. C., Lin, Y. W., Lue, K. H., and Ko, J. L. (2013). Interruption of lung cancer cell migration and proliferation by fungal immunomodulatory protein FIP-fve from *Flammulina velutipes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 12044–12052. doi: 10.1021/jf4030272
- Chen, S. Y., Ho, K. J., Hsieh, Y. J., Wang, L. T., and Mau, J. L. (2012). Contents of Lovastatin, γ -Aminobutyric Acid and Ergothioneine in Mushroom Fruiting Bodies and Mycelia. *LWT*, 47(2), 274–278. doi: 10.1016/j.lwt.2012.01.019

- Choi, J. I., Kim, J. H., Lee, Y. H., Gwon, H. M., Shin, B. E. G. O., Ha, T. M., and Jung, G. H. (2020). Cause of undeveloped primordium formation according to incubation temperature of new oyster mushroom cultivar “Heuktari” for bottle cultivation. *Journal of Mushroom*, 18, 317–322. doi: 10.14480/JM.2020.18.4.317
- Daşdelen, O., Shimira, F., Kara, E., Baktemur, G., and Taşkın, H. (2022). Effects of different agricultural wastes on yield and quality in *Pholiota nameko* cultivation. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 6(4), 537–544. doi:10.31015/jaefs.2022.4.6
- Dhar, B. L. (2017). Mushrooms and Human Civilization. In: Zied, D. C., Pardo-Giménez, A. (eds.). *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*. Wiley-Blackwell: Hoboken, NJ, USA, pp. 1–4. doi:10.1002/9781119149446.ch1
- Dowom, S. A., Rezaeian, S., and Pourianfar, H. R. (2019). Agronomic and environmental factors affecting cultivation of the winter mushroom or Enokitake: achievements and prospects. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103(6), 2469–2481. doi:10.1007/s00253-019-09652-y
- Dreve, R. (2014). Giant enoki farm. *Mushroom Business*, 64, 40–41.
- Eren, E., ve Pekşen, A. (2016). Türkiye’de Kültür Mantarı Sektörünün Durumu ve Geleceğine Bakış. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 189–196. doi: 10.24925/turjaf.v4i3.189-196.595
- Eren, E., ve Pekşen, A. (2019). Türkiye’de Kültür Mantarı Üretimi ve Teknolojik Gelişmeler. *Mantar Dergisi*, 10(3), 225–233. doi: 10.30708/mantar.649141
- Eudoxie, G. D., and Alexander, I. A. (2011). Spent mushroom substrate as a transplant media replacement for commercial peat in tomato seedling production. *Journal of Agricultural Science*, 3(4). doi: 10.5539/jas.v3n4p41

- FAO (2017). *World Food and Agriculture 2017 Statistical Pocketbook*. FAO: Rome, Italy, 2018; p. 254. Available online: http://www.fao.org/3/ca1796en/CA1796EN.pdf?fbclid=IwAR2Lh7Mmqid_hqTCfTTBKS47resOIFbwVDCLpVsdWxGkF208fvoFTX0LYLw
- Foluke, A., Olutayo, A., and Olufemi, A. (2014). Assessing spent mushroom substrate as a replacement to wheat bran in the diet of broilers. *American International Journal of Contemporary Research*, 4(4), 178–183.
- Gaitán-Hernández, R., Esqueda, M., Gutiérrez, A., and Beltrán-García, M. (2011). Quantitative changes in the biochemical composition of lignocellulosic residues during the vegetative growth of *Lentinula edodes*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42(1), 30–40. doi: 10.1590/S1517-83822011000100004.
- Ge, Z. W., Liu, X. B., Zhao, K., and Yang, Z. L. (2015). Species Diversity of *Flammulina* in China: New Varieties and a New Record. *Mycosystema*, 34, 589–603. doi: 10.13346/j.mycosystema.150080
- Girmay, Z., Gorems, W., Birhanu, G., and Zewdie, S. (2016). Growth and yield performance of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Fr.) Kumm (oyster mushroom) on different substrates. *AMB Express*, 6, 87. doi.org/10.1186/s13568-016-0265-1
- Grocholl, J., Ferguson, M., Hughes, S., Trujillo, S., and Burall, L. S. (2024). *Listeria monocytogenes* Contamination Leads to Survival and Growth During Enoki Mushroom Cultivation. *Journal of Food Protection*, 87(6), 100290. doi: 10.1016/j.jfp.2024.100290. Epub 2024
- Gu, Y. H., and Leonard, J. (2006). *In vitro* Effects on Proliferation, Apoptosis, and Colony Inhibition in ER-Dependent and ERIndependent Human Breast Cancer Cells by Selected Mushroom Species. *Oncology Reports*, 15, 417–423. doi: 10.3892/or.15.2.417

- Guan, Q. L., Gong, M. F., Lin, T. X., and Xu, C. H. (2020). Effect of bamboo waste replacing cottonseed husk on cultivation of *Flammulina velutipes*. AIP Conference Proceedings, 2252, 020004. doi: 10.1063/5.0020302.
- Guo, M. Y. (1997). The selection and breeding of new strains of *Flammulina velutipes* in China. *Acta Edulis Fungi*, 04, 10–16. doi: 10.16488/j.cnki.1005-9873.1997.01.002
- Györfi, J. (2003). Champignons Growing Not Just for Entrepreneurs. Hungarian: Csiperketermesztés Nemcsak Vállalkozóknak. Szaktudás Kaidóház: Budapest, Hungary.
- Harith, N., Abdullah, N., and Sabaratnam, V. (2014). Cultivation of *Flammulina velutipes* Mushroom Using Various Agro-Residues as a Fruiting Substrate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(3), 181–188. doi: 10.1590/S0100-204X2014000300004
- Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H., Katan, M. B., and Kromhout, D. (1993). Intake of potentially anticarcinogenic flavonoids and their determinants in adults in The Netherlands. *Nutrition and Cancer*, 20(1), 21–29. doi: 10.1080/01635589309514267
- Hu, Y. N., Sung, T. J., Chou, C. H., Liu, K. L., Hsieh, L. P. and Hsieh, C. W. (2019). Characterization and Antioxidant Activities of Yellow Strain *Flammulina velutipes* (Jinhua Mushroom) Polysaccharides and Their Effects on ROS Content in L929 Cell. *Antioxidants*, 8, 298. doi: 10.3390/antiox8080298.
- Imazeki, R., Otani, Y., and Hongo, T. (1988). Fungi of Japan. Yama-kei, Tokyo, Japan.
- Jo, K., Lee, J., and Jung, S. (2018). Quality characteristics of low-salt chicken sausage supplemented with a winter mushroom powder. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38(4), 768–779. doi: 10.5851/kosfa.2018.e15

- Jurak, E., Punt, A. M., Arts, W., Kabel, M. A., and Gruppen, H. (2015). Fate of carbohydrates and lignin during composting and mycelium growth of *Agaricus bisporus* on wheat straw based compost. *PLoS ONE*, *10*(10), e0138909. doi: 10.1371/journal.pone.0138909
- Kabel, M. A., Jurak, E., Mäkelä, M. R., and De Vries, R. P. (2017). Occurrence and function of enzymes for lignocellulose degradation in commercial *Agaricus bisporus* cultivation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *101*(11), 4363–4369. doi: 10.1007/s00253-017-8294-5
- Kakraliya, S. S. (2020). Economic importance of mushroom and their uses. *Just Agriculture*, *1*(3). <https://justagriculture.in/files/newsletter/>
- Karasoy, A. F., Okuyucu, H., ve Pekşen, A. (2019). *Flammulina velutipes* Mantarı. *Mantar Dergisi*, *10*(3), 152–162. doi: 10.30708/mantar.646083
- Kim, J. H., Ha, T. M., and Ju, Y. C. (2005). Selection of substitute medium of cotton seed pomace on the oyster mushroom for bottle cultivation. *Journal of Mushroom Science and Production*, *3*(3), 105–108.
- Kim, Y. I., Lee, Y. H., Kim, K. H., Oh, Y. K., Moon, Y. H., and Kwak, W. S. (2012). Effects of supplementing microbially-fermented spent mushroom substrates on growth performance and carcass characteristics of Hanwoo steers (a field study). *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *25*(11), 1575–1581. doi: 10.5713/ajas.2012.12251
- Kinugawa, K. (1992). Physiology and the breeding of *Flammulina velutipes*. In: Chang S. T., Buswell J. A., Miles P. G. (eds.). *Genetics and Breeding of Edible Mushrooms*, 1st edn. CRC Press, London, 329 p., ISBN-19: 9782881245619.
- Kinugawa, K., Suzuki, A., Takamatsu, Y., Kato, M., and Tanaka, K. (1994). Effects of concentrated carbon dioxide on the fruiting of several

- cultivated basidiomycetes (II). *Mycoscience*, 35, 345–352. doi:10.1007/BF02268504
- Ko, H. G., Park, S. H., Kim, S. H., Park, H. G., and Park, W. M. (2005). Detection and recovery of hydrolytic enzymes from spent compost of four mushroom species. *Folia Microbiologica*, 50(2), 103–6. doi: 10.1007/BF02931456
- Kong, W. S., Cho, Y. H., Jhune, C. S., Yoo, Y. B., and Kim, K. H. (2004). Breeding of *Flammulina velutipes* strains adaptable to elevated temperature. *Mycobiology*, 32(1), 11–16. doi: 10.4489/MYCO.2004.32.1.011
- Kovács, D. (2011). Mushrooms in the diet or the consumption, cultivation, collection and trade of mushrooms in the world (In Hungarian: Gombák az étkezésben, avagy a világ gombafogyasztása, -termesztése, -gyűjtése és -kereskedelme). *Mikológiai Közlemények*, 50, 183–198.
- Kwon, H. (2004). Bottle cultivation. Mushroom Growers' Handbook, Part II. Oyster Mushrooms.
- Kwon, H., and Thatithatgoon, S. (2004) Mushroom Growing for a Living Worldwide: Mushroom Growing in Northern Thailand. In: Gush, R., (eds). Mushroom Growers' Handbook1: Oyster Mushroom Cultivation, Mush World-Heineart Inc., Seoul, Korea.
- Lee, C. Y., Park, J. E., Kim, B. B., Kim, S. M., and Ro, H. S. (2009). Determination of mineral components in the cultivation substrates of edible mushrooms and their uptake into fruiting bodies. *Mycobiology*, 37(2), 109–113. doi: 10.4489/MYCO.2009.37.2.109
- Li, C., and Xu, S. (2022). Edible Mushroom Industry in China: Current State and Perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 106, 3949–3955. doi: 10.1007/s00253-022-11985-0

- Liao, Q., Zhao, Z., Cui, R., Gong, M. F., Xu, C., and Tu, S. (2019). Effect of rape straw on the growth of *Flammulina velutipes*. AIP Conference Proceedings, 2079, 020023. doi: 10.1063/1.5092401
- Liu, F., Wang, S. H., Jia, D. H., Tan, H., Wang, B., and Zhao, R. L. (2023). Development of Multiple Nucleotide Polymorphism Molecular Markers for Enoki Mushroom (*Flammulina filiformis*) Cultivars Identification. *Journal of Fungi*, 9(3), 330. doi:10.3390/jof9030330
- Liu, X. B., Feng, B., Li, J., Yan, C., and Yang, Z. L. (2016). Genetic diversity and breeding history of winter mushroom (*Flammulina velutipes*) in China uncovered by genomic SSR markers. *Gene*, 591, 227–235. doi: 10.1016/j.gene.2016.07.009
- Liu, X. B., Li, J., and Yang, Z. L. (2018). Genetic diversity and structure of core collection of winter mushroom (*Flammulina velutipes*) developed by genomic SSR markers. *Hereditas*, 155, 3. doi: 10.1186/s41065-017-0038-0.
- Mahfuz, S. U., Chen, M., Zhou, J. S., Wang, S., Wei, J., Liu, Z., and Song, H. (2018). Evaluation of golden needle mushroom (*Flammulina velutipes*) stem waste on pullet performance and immune response. *South African Journal of Animal Science*, 48, 563–571. doi: 10.4314/sajas.v48i3.17.
- Mamiro, D. P., Royse, D. J. and Beelman, R. B. (2007). Yield, size, and mushroom solids content of *Agaricus bisporus* produced on non-composted substrate and spent mushroom compost. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 23, 1289–1296. doi:10.1007/s11274-007-9364-0
- Morais, M., Ramos, A., Matos, N., and Oliveira, E. J. S. (2000). Note. Production of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) on lignocellulosic residues/Nota Cultivo del hongo shiitake (*Lentinus edodes*) en residuos lignocelulósicos. *Food Science and Technology International*, 6(2), 123–128. doi: 10.1177/108201320000600206

- Nakamura, K., and Saibai, K. (2000). Mycelial block cultivation. In: Kinugawa, K., Ogawa, M. (eds.). *Kinoko Handobukku (Mushroom Handbook)*. Asakura Publishing Co. Ltd., Tokyo, pp. 70–76, 448 p. (in Japanese), ISBN4-25-7029-0.
- Ng, T. B., and Wang, H. X. (2004). Flammin and velin: new ribosome inactivating polypeptides from the mushroom *Flammulina velutipes*. *Peptides*, 25, 929–933. doi:10.1016/j.peptides.2004.03.007
- Oei, (2016). *Mushroom cultivation IV, appropriate technology for mushroom growers*. ECO Consult Foundation, Netherlands, ISBN:978-90825129-0-8.
- Orluchukwu, J. A., and Adedokun, O. M. (2014). Comparative effects of poultry manure and spent mushroom substrate on the growth and yield of pineapple (*Ananas comosus*) in Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*, 9(26), 2041–2044. doi: 10.5897/AJAR2013.8079
- Park, W. H., and Lee, H. D. (1991). *Wild Fungi of Korea in Color*. Kyo-Hak Publishing Co., Seoul, Republic of Korea.
- Paula, F. S., Tatti, E., Abram, F., Wilson, J., and O’Flaherty, V. (2017). Stabilisation of spent mushroom substrate for application as a plant growth-promoting organic amendment. *Journal of Environmental Management*, 196, 476–486. doi: 10.1016/j.jenvman.2017.03.038
- Raman, J., Lee, S. K., Im, J. H., Oh, M. J., Oh, Y. L. and Jang, K. Y. (2018). Current prospects of mushroom production and industrial growth in India. *Journal of Mushrooms*, 16, 239–249. doi: 10.14480/JM.2018.16.4.239
- Rathore, H., Sharma, A., Prasad, S., Kumar, A., Sharma, S., and Singh, A. (2020). Yield, nutritional composition and antioxidant properties of *Calocybe indica* cultivated on wheat straw basal substrate

- supplemented with nitrogenous tree leaves. *Waste and Biomass Valorization*, 11(3), 807–815. doi: 10.1007/s12649-018-0416-5
- Rezaeian, S., and Pourianfar, H. R. (2017). A Comparative Study on Bioconversion of Different Agro Wastes by Wild and Cultivated Strains of *Flammulina velutipes*. *Waste and Biomass Valorization*, 8, 2631–2642. doi:10.1007/s12649-016-9698-7
- Rezaeian, S., Pourianfar, H. R. and Attaran Dowom, S. (2021). Quantitative Changes in the Biochemical and Mineral Composition of the Substrate in Solid-State Cultivation of Enoki Mushroom. *Waste and Biomass Valorization*, 12, 4463–4474. doi: 10.1007/s12649-020-01340-7
- Rodriguez Estrada, A. E., and Pecchia, J. (2017). Cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*, pp. 339–360.
- Royse, D. (2007). ICT WebDevelopment. <http://www.ppath.cas.psu.edu/FACULTY/royse.htm>
- Royse, D. J. (2014). A global perspective on the high five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* & *Flammulina*. *Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8)*, Vol. 1, pp. 1–6.
- Royse, D. J., Baars, J., and Tan, Q. (2017). Current Overview of Mushroom Production in the World. In: Zied, D. C., Pardo-Giménez, A. (eds.). *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*, Wiley-Blackwell: Hoboken, NJ, USA, pp. 5–14.
- Sakamoto, Y., Tamai, Y., and Yajima, T. (2004). Influence of light on the morphological changes that take place during the development of the *Flammulina velutipes* fruit body. *Mycoscience*, 45, 333–339. doi: 0.1007/s10267-004-0195-7

- Sánchez, C. (2004). Modern aspects of mushroom culture technology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 64, 756–762. doi: 10.1007/s00253-004-1569-7
- Sánchez, C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85, 1321–1337. doi: 10.1007/s00253-009-2343-7
- Schoch, C. L., Ciufu, S., Domrachev, M., Hotton, C. L., Kannan, S., Khovanskaya, R., Leipe, D., Mcveigh, R., O'Neill, K., Robbertse, B., Sharma, S., Soussov, V., Sullivan, J. P., Sun, L., Turner, S., and Karsch-Mizrachi, I. (2020). NCBI Taxonomy: A Comprehensive Update on Curation, Resources and Tools. *Database*, 1, baaa062. doi: 10.1093/database/baaa062.
- Sesli, E., and Denchev, C. M. (2008). Checklists of the Myxomycetes, Larger Ascomycetes, and Larger Basidiomycetes in Turkey. *Mycotaxon*, 106, 65–67.
- Sharma, V. P., Kumar, S., and Tewari, R. P. (2009). *Flammulina velutipes*, the Culinary Medicinal Winter Mushroom (Vol. 6). Directorate of Mushroom Research, Indian Council of Agricultural Research.
- Singh, C. S., Singh, R., and Kanujia, R. S. (2006). Bottle culture: a suitable method for oyster mushroom cultivation. *Environmental Biology and Conservation*, 11, 25–26.
- Singh, R., Bishnoi, D. K., and Singh A. (2010). Cost-benefit analysis and marketing of mushroom in Haryana. *Agricultural Economics Research Review*, 23, 165–172.
- Singhal, S., Rasane, P., Kaur, S., Garba, U., Singh, J., Raj, N., and Gupta, N. (2019). Mushroom cultivation, processing and value-added products: A patent based review. *Recent Patents on Foods Nutrition & Agriculture*, 10(1), 3–19. doi: 10.2174/2212798410666180604101353

- Song, M., Kim, N., Lee, S., and Hwang, S. (2007). Use of whey permeate for cultivating *Ganoderma lucidum* mycelia. *Journal of Dairy Science*, 90, 2141–6. doi: 10.3168/jds.2006-690
- Soylu, M. K., Kang, M. G., ve Shin, Y. S. (2022). Mantarda Şişe Kültürü Teknolojisi ve Türkiye’de Yapılan Çalışmalar. *Bahçe*, 51(2), 127–138. doi: 10.53471/bahce.1206962
- Stamets, P. (2000). *Ganoderma lucidum* (Wm. Curtis: Fries) Karsten. Growing gourmet and medicinal mushrooms. 3rd ed. Berkeley, CA: Ten Speed Press, p. 352–66.
- Su, A., Yang, W., Zhao, L., Pei, F., Yuan, B., Zhong, L., Ma, G., and Hu, Q. (2018). *Flammulina velutipes* polysaccharides improve scopolamine-induced learning and memory impairment in mice by modulating gut microbiota composition. *Food & Function*, 9(3), 1424–1432. doi: 10.1039/C7FO01991B
- Tang, C., Hoo, P. C. X., Tan, L. T. H., Pusparajah, P., Khan, T. M., Lee, L. H., Goh, B. H., and Chan, K. G. (2016). Golden needle mushroom: a culinary medicine with evidenced-based biological activities and health promoting properties. *Frontiers in Pharmacology*, 7, 474. doi: 10.3389/fphar.2016.00474.
- Taşkın, H., and Büyükalaca, S. (2017). Minimally processed mushrooms. In: Yildiz, F., Wiley, R. (eds.). *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*. Food Engineering Series. Springer, Boston, MA. doi: 10.1007/978-1-4939-7018-6_12
- Thuy, Q. H. B., and Suzuki, A. (2019). Technology of mushroom cultivation. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 57(3), 265-286. doi: 10.15625/2525-2518/57/3/12954
- Tokimoto K., and Komatsu M. (1978). Biological nature of *Lentinus edodes*, In: Chang S. T., Hayes W. A. (eds.). *The Biology and Cultivation of*

- Edible Mushrooms. Academic Press, New York, pp. 445-459, 819 p, ISBN: 0-12-168050-9.
- Walker, S. (1996). Automated environments. *Mushroom News*, 44, 26–27.
- Wang, H., and Ng, T. B. (2001). Isolation and characterization of velutin, a novel low-molecular-weight ribosome-inactivating protein from winter mushroom (*Flammulina velutipes*) fruiting bodies. *Life Science*, 68(18), 2151–8. doi: 10.1016/s0024-3205(01)01023-2. PMID: 11324720
- Wang, P. M., Liu, X. B., Dai, Y. C., Horak, E., Steffen, K., and Yang, Z. L. (2018). Phylogeny and Species Delimitation of *Flammulina*: Taxonomic Status of Winter Mushroom in East Asia and a New European Species Identified Using an Integrated Approach. *Mycological Progress*, 17, 1013–1030. doi: 10.1007/s11557-018-1409-2
- Wang, Y. Q., Bao, L., Yang, X. L., Dai, H. Q., Guo, H., Yao, X. S., Zhang, L. X., and Liu, H. W. (2012). Four new cuparene-type sesquiterpenes from *Flammulina velutipes*. *Helvetica*, 95, 261–267. doi: 10.1002/hlca.201100289
- Woo, S. I., Kong, W. S., and Jang, K. Y. (2017). Characteristics of 'Baekseung', a new cultivar *Flammulina velutipes*. *Journal of Mushroom*, 15(1), 25–30.
- Xia, Z. (2015). Preparation of the oligosaccharides derived from *Flammulina velutipes* and their antioxidant activities. *Carbohydrate Polymers*, 118, 41–43. doi:10.1016/j.carbpol.2014.10.074
- Xiao, L. I., and Yu, L. I. (2014). Quality Comparison and Analysis on White *Flammulina velutipes* Grown with Bottle Lines in China. *Edible Fungi China*, 33, 20–24. doi: 10.1186/s12864-020-07108-6
- Xie, C., Gong, W., Yan, L., Zhu, Z., Hu, Z., and Peng, Y. (2017). Biodegradation of Ramie Stalk by *Flammulina velutipes*: Mushroom

- Production and Substrate Utilization. *AMB Express*, 7(1), 171. doi: 10.1186/s13568-017-0480-4
- Yamanaka, K. (2017). Cultivation of mushrooms in plastic bottles and small bags. In: Diego, C. Z., Pardo-Giménez, A. (eds.). *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*, pp. 309–338. doi: 10.1002/9781119149446.ch15
- Yang, W., Yu, J., Zhao, L., Ma, N., Fang, Y., Pei, F., Mariga, M. A., and Hu, Q. (2015). Polysaccharides from *Flammulina velutipes* improves copolamine induced impairment of learning and memory of rats. *Journal of Functional Foods*, 18, 411–422. doi:10.1016/j.jff.2015.08.003
- Ye, J., Wang, X., Wang, K., Deng, Y., Yang, Y., Ali, R., Chen, F., Wu, Z., Liao, W., and Mao, L. (2020). A novel polysaccharide isolated from *Flammulina velutipes*, characterization, macrophage immunomodulatory activities and its impact on gut microbiota in rats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(2), 735–748. doi: 10.1111/jpn.13290
- Yeh, M. Y., Ko, W. C., and Lin, L. Y. (2014). Hypolipidemic and antioxidant activity of Enoki Mushrooms (*Flammulina velutipes*). *BioMed Research International*, 352385. doi: 10.1155/2014/352385
- Zhang, R., and Duan, Z. (2012). Study on compound substrate properties with spent mushroom compost and cattle manure compost and effects on the growth of seedlings. *Agricultural Science & Technology*, 13(1), 149–154. doi: 10.15376/biores.10.3.5709-5719
- Zheng, M., Zuo, S., Niu, D., Jiang, D., Tao, Y., and Xu, C. (2020). Effect of four species of white rot fungi on the chemical composition and *in vitro* rumen degradability of naked oat straw. *Waste and Biomass Valorization*, 12, 435–443 doi:10.1007/s12649-020-00991-w

BÖLÜM 7

ASLAN YELESİ MANTARI (*Hericium erinaceus*)

YETİŞTİRİCİLİĞİ

Zir. Müh. Ayselnur ŞAHİN¹

Zir. Müh. Şerife DÜZEN²

Prof. Dr. Hatıra TAŞKIN³

¹ Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, Türkiye ayselnurshn@gmail.com ORCID NO: 0009-0006-0737-2765

² Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, Türkiye serifeduzen33@gmail.com ORCID NO: 0009-0006-6203-5075

³ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye hatirataskin1@gmail.com ORCID NO: 0000-0002-1784-4731

GİRİŞ

Ticari olarak yetiştirilen *Hericium erinaceus*, “Aslan Yelesi Mantarı” veya “Kirpi Mantarı” olarak da bilinen tıbbi değeri olan yenilebilir bir mantar olup, hafif bir narenciye-çiçek aroması, misk kokulu ve lezzetli olarak tanımlanır (Imtiaj ve ark., 2008) (Şekil 1). Bu mantar, Basidiomycota bölümü altındaki Agaricomycetes sınıfına Hericiaceae familyasına ait olup, Çince’de “hóu tóu gū” ve Japonca’da “yamabushitake” olarak adlandırılmaktadır (Yang ve ark., 2003; Khan ve ark., 2013; Erdal Altıntaş, 2023). Bu mantar çoğunlukla Doğu Asya ülkelerinde tüketilmekte ve geleneksel Çin tıbbında uzun bir kullanım geçmişine sahip olmaktadır (Hiwatashi ve ark., 2010; Khan ve ark., 2013; Erdal Altıntaş, 2023). Yüksek lif içeriği ve temel amino asitleri içermesi nedeniyle, fonksiyonel gıda olarak kabul edilmektedir (Chutimanukul ve ark., 2023; Beelman ve ark., 2003). Imtiaj ve ark. (2008), bazı *Hericium* türlerinin miselyumlarından elde edilen sıcak su özütlerinin, 11. Asya Spor Festivali’nde (1990) kullanılan 'houtou' adlı spor içeceklerinde kullanıldığını ve Çinli oyuncuların sindirimini ve genel canlılığını desteklemeye katkıda bulunduğunu bildirmiştir. *Hericium* cinsi türleri, beyaz çürükçül mantarlar grubunda değerlendirilirler ve beyaz çürükçül mantarlar en etkili lignin parçalayıcıları olarak bilinirler (Atila, 2019; Martínez ve ark., 2005). Aslan yelesi mantarı doğada genellikle meşe, ceviz, akçaağaç, kayın gibi sert dokulu ağaçların, kurumuş ya da kesilmiş kütüklerinde veya canlı ağaçların zarar görmüş kısımları üzerinde oluşurlar (Atila ve Tüzel, 2016). Beyaz kauçuksu bir merkezden çıkan ince kıvrımlarıyla kolayca ayırt edilebilmekte; et beyazdan kirli beyaza renkli, hafif yarı saydam ve kauçuksu bir yapı göstermektedir (Imtiaj ve ark., 2008).

Taban bazen çok güçlü olabilmesi nedeniyle, keskin bir bıçak olmadan konak ağaçtan çıkarılması zor olabilmektedir (Imtiaj ve ark., 2008; Kuo, 2003). *Hericium erinaceus* üretim açısından popüler olan beş kültür mantarından biridir. Üretimde Japonya ilk sırada yer almakta; Çin, Güney Kore, Tayvan, ABD ve Kanada tarafından takip edilmektedir (Chutimanukul ve ark., 2023; Morais ve ark., 2000; Wang ve ark., 2014).



Şekil 1. Doğada *Hericium* görüntüsü (Fotoğraf: İhsan Bostan)

Besin Değeri

Hassan (2007) tarafından farklı substrat karışımlarında yetiştirilen *H. erinaceus*'un karpoforları; nem, ham protein, yağ ve kül içerikleri açısından analiz edilmiştir. Farklı ortamlarda yetiştirilen *H. erinaceus*'un nem içeriğinin farklılaştığı, %89.63 ile %91.05 arasında

değiştığı gözlemlenmiştir. Ham protein, en düşük pirinç samanı ortamında yetiştirilen mantarda %24.07 olmuş, en yüksek buğday samanı ortamında yetiştirilen mantarlarda %26.80 olmuş ve diğer yetiştiricilik ortamlarında bu iki değer arasında değişen oranlar tespit edilmiştir. Ayrıca, *H. erinaceus*'un düşük miktarda yağ içerdiği ve yağ oranının %3.95 ile %4.21 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Kül içeriği ise %9.69 ile %11.27 arasında değişmiştir. Toplam karbonhidratlarda en yüksek değer 60.95 ile talaş üzerinde yetiştirilen karpoforlarda kaydedilirken, en düşük değer 58.92 ile buğday samanı üzerinde yetiştirilenlerde bulunmuştur. İçeriğin yetiştirme ortamına göre farklılaştığı tespit edilmiştir.

Turfan ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada, *H. erinaceus*'da toplam çözünür protein 86.27 mg/g, toplam serbest amino asit 7.25 mg/g, glikoz 37.55 mg/g, fruktoz 1.09 mg/g, sakkaroz 0.26 mg/g, toplam fenol 36.57 mg/g, toplam flavonoid 9.72 mg/g, toplam çözünür karbonhidrat 245.42 mg/g, kalsiyum (Ca) 23.06 mg/kg, demir (Fe) 96.77 mg/kg), potasyum (K) 4572.73 mg/kg, magnezyum (Mg) 12.77 mg/kg, mangan (Mn) 28.56 mg/kg, fosfor (P) 2121.17 mg/kg ve selenyum (Se) 1.75 mg/kg olarak bulunmuştur.

Bacha ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada; *Hericium erinaceus* mantarının protein (%42.5), karbonhidratlar (%60.95), ham lif (%7.81), düşük yağ (%7.9), kül (%8.9) ve amino asitler gibi değerli bileşenlerden oluştuğu, miselinde ve karpoforlarında 17 farklı amino asit bulunduğu (Egwim ve ark., 2011), esansiyel amino asitler olan treonin, metiyonin, valin, histidin, izolösin, arginin, lösin, fenilalanin ve lizin'in yanısıra esansiyel olmayan amino asitler sisteik asit, tirozin, alanin, glutamik asit, aspartik asit, serin, prolin ve glisini içerdiği,

yaklaşık 29 mikro ve makro element bulunduğu bildirilmiştir. *H. erinaceus* miselinin, karpoforlarından (14,33 mg/g) 2 kat daha fazla (30,65 mg/g) amino asit içerdiği, sodyum (157 mg), potasyum (29163 mg), fosfor (6121 mg), çinko (59 mg), magnezyum (1166 mg), bakır (13 mg), manganez (11 mg) ve kalsiyum (395 mg) gibi değişken miktarda mineral barındırdığı da (Cohen ve ark., 2014) aynı çalışmada belirtilmiştir (Bacha ve ark., 2018).

Öztürk ve Eyiler Kaya (2022) tarafından bazı mantarların sağlık içerikleri ve besin değerleri ile ilgili bir çalışmada, *Hericium erinaceus*'un karpoforlarının (mantarın tüketilen kısmı) kurutulmuş tozunda %20 protein, %61 karbonhidrat, %5 yağ, %7 kül, 14.3 mg/kg kuru ağırlık aminoasit; miselinde %42 protein, %43 karbonhidrat, %6 yağ, %4 kül ve 30.6 mg/g kuru ağırlık amino asit içeriğinden bahsedilmiştir (Abdulla ve ark., 2008; Cohen ve ark., 2014).

Erdal Altıntaş (2023) tarafından yapılan çalışmada, *Hericium erinaceus*'un besin içeriği yaklaşık %11.19 kül, %32.54 protein, %47.23 karbonhidrat ve %3.16 yağ içeriği olarak tanımlanmış, diğer mantarlar gibi düşük miktarda yağ ve yüksek miktarda protein içeriği vurgulanmıştır. Aynı araştırmacılar, 100 g *Hericium erinaceus*'da, 38.41 g çözünmez diyet lifi ve 3.69 g çözünür diyet lifi olmak üzere toplam 42.74 g diyet lifi tespit etmişlerdir. Yine, 100 g *Hericium erinaceus*'da, 20.95 g β -glukan ve 4.04 g α -glukan bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, *Hericium erinaceus*'un düşük yağ, yüksek protein, karbonhidrat, diyet lifi ve glukan içeriği ile önemli sağlık etkileri olan doğal diyet takviyeleri elde etmek için ideal bir yaklaşım olabileceğini vurgulamışlardır.

Chutimanukul ve ark. (2023)'nın çalışmasında bu mantar tùrùnùn besin değeri β -glukanlar, α -glukanlar ve glukan-protein kompleksleri (Mizuno, 1995; Rodrigues ve ark., 2015) gibi yararlı polisakkaritler de dahil olmak üzere, kurutulmuş ağırlık bazında, 6.3-77.5 g toplam şeker (Mau ve ark., 2001; Shang ve ark., 2014) ve %4.3 indirgeyici şeker (Yang ve ark., 2022) olarak ifade edilmiştir. Benzer şekilde, Gravina ve ark. (2023), 100 g kurutulmuş *H. erinaceus*'un yaklaşık 61.3-77.5 g toplam şeker içerdiğini ve bunların arasında en fazla olanların β -glukanlar, α -glukanlar ve glukan-protein kompleksleri olduğunu (Li ve ark., 2014; Rodrigues ve ark., 2015) bildirmişler, mantar hùcre duvarındaki β -glukanlar'ın bilinen ve belirgin anti-inflamatuar ve anti-kanser potansiyeline sahip olduğunu ve bağırsak mikrobiyotasını olumlu yùnde değiştirebildiğini (Jayachandran ve ark., 2018) sùylemiřlerdir. Yine Gravina ve ark. (2023), *H. erinaceus*'da yapısal olarak birbirinden farklı ve potansiyel olarak biyoaktif olan birçok aktif metabolitin keşfedildiğini bildirmişler, temel bileşenler olarak erinasinler, steroidler, alkaloidler ve B12-c-lakton vitamini gibi laktonları tanımlamışlardır (Friedman, 2015).

Özetle, besin içeriği açısından aslan yelesi mantarının, proteince zengin olduğunu, esansiyel amino asitleri içerdiğini, yağ oranının dùřük olduğunu, vitamin ve mineral maddelerce zengin olduğunu ve bu nedenle beslenmemiz açısından faydalı bir gıda olarak değerlendirilebileceğini sùyleyebiliriz. Ayrıca, alışmalar açıkça gùstermiřtir ki, yetiştiricilik ortamlarının bileşimi de mantarın besin değerini etkilemektedir.

Tıbbi Değeri

Günümüzde dünyanın birçok yerinde doğal ilaçlara olan ilginin yeniden canlandığı gözlemlenmektedir (Khan ve ark., 2013). Çok sayıda araştırmacı, doğal ürünlerin veya geleneksel ilaçların (veya alternatif ilaçların), yeni terapötiklerin umut verici kaynağı olduğuna inanmaktadırlar (Khan ve ark., 2013). Doğal ürünler, doğada bulunan ve genellikle farmakolojik veya biyolojik aktivitelere sahip canlı organizmalar tarafından üretilen kimyasal bileşikler veya maddelerdir (Khan ve ark., 2013). Doğal ürünler, farmasötik ilaç keşfinde ve ilaç tasarımında yaygın olarak kullanılmaktadır (Khan ve ark., 2013). Doğal bileşiklerin çoğu, yaşamı tehdit eden durumların tedavisinde önemlidir (Khan ve ark., 2013). Doğal kaynaklardan elde edilen ilaçların, genellikle daha az yan etkiye sahip olduğu düşünülmektedir (Khan ve ark., 2013).

Antik çağlardan beri mantarlar, besinsel olarak işlevsel gıdalar ve fizyolojik olarak faydalı ilaçların kaynağı olarak kabul edilmektedirler (Khan ve ark., 2013). Mori ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, hafif bilişsel bozukluk tanısı konmuş 50 ila 80 yaşlarındaki Japon erkek ve kadınlar üzerinde, bilişsel bozukluğu iyileştirmek için yenilebilir bir mantar olan *Hericium erinaceus*'un etkinliğini incelemek amacıyla, Revize Hasegawa Demans Ölçeği'ne (HDS-R) dayalı bir bilişsel işlev ölçeği kullanılarak çift kör, paralel gruplu, plasebo kontrollü bir çalışma gerçekleştirilmiştir. İki haftalık ön incelemeden sonra, 30 denek iki 15 kişilik gruba rastgele ayrılmış, bunlardan birine aslan yelesi mantarı, diğerine ise plasebo verilmiştir. Aslan yelesi mantarı grubundaki denekler, 16 hafta boyunca günde üç kez %96 aslan yelesi mantarı kuru tozu içeren dört adet 250 mg tablet

almışlardır. Alımın sonlandırılmasından sonra, denekler sonraki 4 hafta boyunca gözlemlenmiştir. Denemenin 8., 12. ve 16. haftalarında, aslan yelesi mantarı grubu, plasebo grubuna kıyasla bilişsel işlev ölçęinde önemli ölçüde artan puanlar almışlardır. Aslan yelesi grubunun puanları alım süresiyle birlikte artmış, ancak 16 haftalık alımın sonlandırılmasından sonraki 4. haftada puanlar önemli ölçüde azalmıştır. Laboratuvar testleri *Hericium erinaceus*'un olumsuz bir etkisinin olmadığını göstermiş, elde edilen sonuçlar aslan yelesi mantarının hafif bilişsel bozukluğu iyileştirmede etkili olduğunu düşündürmüştür.

Khan ve ark. (2013) tarafından *H. erinaceus*'un tıbbi değerini araştıran çalışmalar incelenmiş, Wang ve ark. (2001) tarafından *H. erinaceus* ve *H. laciniatum*'dan elde ettikleri polisakkaritlerin anti-tümör ve immüno-modülasyon aktivitesini baskı kontrol bölgelerine (ICR'ler) sahip farelerde denendiğini, her iki polisakkaritin de önemli anti-yapay akciğer metastatik tümör etkilerine sahip olduğunu, *H. erinaceus*'dan elde edilen polisakkaritin, *H. laciniatum*'dan elde edilenden daha etkili olduğunu, polisakkaritlerin T hücrelerinin ve makrofajların artışına neden olduğunu bulduklarını; Liu ve ark. (2000)'nın *H. erinaceus* ve *Lentinula edodes*'in polisakkaritlerinin sarkom 180 (S-180) ile yüklenen fareler üzerindeki antitümör aktivitesini ve bağışıklık düzenleyici etkilerini bildirdiklerini aktarmışlardır. Aynı derleme çalışmasında, Yang ve ark. (2003) tarafından *H. erinaceus*'un misel kültüründen elde edilen bir ekzopolimerin diyetle indüklenen hiperlipidemik sıçanlarda 200 mg/kg vücut ağırlığı dozunda plazma toplam kolesterolünü %32.9, LDL kolesterolünü %45.4, trigliseridi %34.3, fosfolipidi %18.9, aterojenik

indeksi %58.7 ve hepatik HMG-CoA redüktaz aktivitesini %20.2 oranında azalttığı ve plazma HDL kolesterol seviyesini kontrol grubuna kıyasla %31.1 oranında artırdığı, Mori ve ark. (2011)'nin *H. erinaceus*'un diyetle uygulanmasının erkek ICR farelerinde amiloid β (25–35) peptidi tarafından indüklenen mekansal kısa süreli ve görsel tanıma belleğindeki bozulmaları önlediği, demans ve bilişsel işlev bozukluğunun önlenmesinde veya tedavisinde yararlı olduğu yönünde görüş geliştirdikleri bilgilerine yer verilmiştir. Yine Khan ve ark. (2013)'nin derleme çalışmasında, Nagano ve ark. (2010)'nin *H. erinaceus*'un menopoz, depresyon, uyku kalitesi ve belirsiz şikayetler üzerindeki klinik etkilerini araştırdıkları ve bu mantarın alımının dişi deneklerde depresyon ve kaygıyı azaltabileceğinin öne sürüldüğü bilgileri yer almıştır.

Hericum erinaceus'un ana aktif bileşenleri; polisakkaritler, terpenoidler (özellikle bu türe özgü olan hericenones ve erinacines), steroidler, alkaloidler, laktonlar ve bazı fenolik bileşikler olarak tanımlanmış, bu bileşiklerin antikanser aktivite ve immünomodülasyon ve nöroprotektif etkileri ile sinir sisteminin işleyişini (öğrenme ve hafıza süreçlerinin desteklenmesi ve nörogenezin uyarılması) desteklediği bildirilmiştir (Erdal Altıntaş, 2023: Ma ve ark., 2010; Tachabenjarong ve ark., 2022).

Erdal Altıntaş (2023) yenilebilir mantarların fenolik ve flavonoid içerik açısından zengin olup, bu sayede bazı dejeneratif hastalıkların tedavisinde takviye olarak kullanılabileceğini, yeni ve kolay elde edilebilen fenolik bileşenler üzerinde araştırmaların arttığını (Fogarasi ve ark., 2020; Abdelshafy ve ark., 2022) vurgulamış, çalışmasında *Hericum erinaceus*'un toplam fenolik içeriğinin 16.10 ile 27.12 mg

GAE/g ekstre, toplam flavonoid içeriğinin ise 9.81 ile 13.48 mg QE/g ekstre arasında değiştiğini belirtmiştir. Atila ve ark. (2018), yetiştiricilik ortamlarındaki substratların tipinin ve oranının mantarın besin içeriğini ve tıbbi değerini etkilediğini belirterek, *Hericium erinaceus*'da farklı yetiştirme ortamlarında yetiştirilen örneklerin antioksidan aktivitesini 1.76 ile 4.92 $\mu\text{mol TE/g fw}$, fenolik içeriğini 0.318 ve 0.663 mg GAE/g fw arasında olarak tespit etmişlerdir. Denemeye aldıkları bazı ırkların antioksidan aktivitesi ve fenolik içeriği yetiştirme ortamından etkilenmemiş, meşe talaşı substratına zeytin pres keki eklenmesi, denenen ırklarından biri üzerinde fark oluşturmuştur.

Hericium erinaceus mantarının tıbbi değeri ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yukarıda bunlardan bazıları özetlenmiştir. Bu mantar, tıbbi mantarlar arasında yer almakta ve fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmektedir. Fonksiyonel gıda, en basit tanımı ile herhangi bir yönden sağlığımıza fayda sağlayacak gıdalara verilen isimdir. *Hericium erinaceus* mantarının tıbbi değerinin yanında, yenilebilir bir mantar olması büyük avantajdır ve tüketim kolaylığı sağlamaktadır. Her tıbbi mantar, yenilebilir değildir. Mesela "Reishi" olarak bilinen *Ganoderma lucidum*, tıbbi bir mantar olmakla birlikte yenilebilir değildir. Bu nedenle, çay vb. gibi farklı şekillerde tüketime sunulmaktadır.

***Hericium erinaceus* Mantarı Yetiştiriciliği**

Aslan yelesi (*Hericium erinaceus*) mantarı kültürü ile ilgili çalışmaların tarihi oldukça eskilere gitmektedir. Suzuki ve Mizuno tarafından 1997 yılında yapılan çalışmada, bu mantarın ilk defa 1988'de

yapay ortamlarda polipropilen torbalar ve şişelerde kültüre alındığı, ancak uzun üretim döngüsü ve düşük verim nedeniyle endüstriyel üretime uygun görülmediği bildirilmiştir (Bacha ve ark., 2018). Suzuki ve Mizuno (1997) aslan yelesi mantarının yetiştiriciliğini; test tüplerinde inkübe edilen aslan yelesi mantarı tohumluk miselleri, sterilize edilmiş Japon meşe talaşı ile doldurulmuş polipropilen şişelere veya torbalara veya sert ağaç kütükleri üzerine aşılama, 22-16-15°C ve havalandırma ile %75-80-95 nem kontrollü koşullar altında yetiştirme, karpoforları 45 gün sonra şişe başına yaklaşık 100 g olacak şekilde kesme şeklinde tarif etmişlerdir. Bu çalışmaların yapıldığı zamanlardan günümüze kadar, mantar kültüründeki teknik ve yöntemler gelişmiş ve gelişmeye devam etmektedir.

Misel Çoğaltılması ve Tohumluk Misellerin Hazırlanması

Intiaj ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, *Hericium erinaceus*'un dört farklı suşunun misel büyümesi gözlemlenmiş, optimum misel büyümesi için uygun sıcaklığın 25°C olduğu belirlenmiş, misel gelişimi için 20-30°C gibi geniş bir sıcaklık aralığı tespit edilmiştir. Farklı suşlar, optimum misel gelişimi için farklı pH gereksinimleri göstermiş ve en uygun gelişme pH 6'da gözlemlenmiştir. PDA, YM, Hennerberg, Hamada ve Glukoz pepton en uygun ortamlar, Czapek Dox, Hoppkins, Glukoz tripton ve Lilly bu mantar suşları için en uygun olmayan ortamlar olmuştur. Laktoz hariç, denenen karbon kaynaklarının çoğu *H. erinaceus*'un misel gelişimi için uygun olmuştur. Misel büyümesi için en uygun azot kaynağı alanin, en uygun olmayanı histidin olarak tespit edilmiştir.

Ryu ve ark. (2009) tarafından misel gelişimi için en uygun sıcaklık araştırılmıştır. Bu amaçla, Patates Dekstrozo Agar (PDA) ortamı kullanılmıştır. Denenen suşlar (ırk/çeşit) içerisinde bir suşta (KFRI 842) 20°C, beş suşta (KFRI 507, 508, 509, 843, 845) 25°C ve iki suşta (KFRI 582, 844) 30°C uygun bulunmuştur. Toplam dokuz *Hericium* (1 tanesi *H. coralloides*, diğerleri *H. erinaceus*) suşundan dört suş (KFRI 508, 843, 844, 713), petri kabındaki (çapı 85 mm) PDA besiyerinde optimum sıcaklıkta 20 gün içinde tam miselyum büyümesi göstermiş, diğerleri daha fazla zamana ihtiyaç duymuşlardır.

Mantarlarda misel çoğaltımı teknik bilgi ve doku kültürü laboratuvarı gibi alt yapı imkânları gerektirmektedir. Misel çoğaltımı için ya sağlıklı mantarlardan steril koşullarda sporların alınarak, doku kültüründe besin ortamlarında bu sporlardan misellerin elde edilmesi ya da olgun ve sağlıklı bir mantardan steril koşullarda sporlu bir alandan çok küçük (1cm'den küçük) parçaların alınarak misel elde edilmesi gerekmektedir. Tamamen steril koşullarda ve steril ekipmanla çalışılması, misellerin saf ve temiz olması gerekmektedir. Besin ortamı olarak, yukarıda belirtilen besin ortamları denenmiştir. Çalışmalardan ve çoğu mantar türlerinde yapılan denemelerden de görüleceği gibi Patates Dekstrozo Agar (PDA) besin ortamı yeterli olmaktadır. Miseller elde edildiğinde, bu halde yetiştiricilik ortamlarına karıştırılmaları mümkün olmayacağı için tohumluk hale getirilmeleri gerekmektedir. Bu aşamada da buğday, mısır, arpa gibi farklı ürünlerin daneleri kullanılmaktadır. Bu amaçla, en yaygın kullanılan buğday danesidir. Genel itibarı ile tohumluk miselin elde edilmesi süreci; buğday danelerinin belli bir süre haşlanması, kurutulması, sıcaklığa dayanıklı polipropilen torbalara 1/3'ü boşta kalacak şekilde doldurulması,

sterilizasyon amaçlı otoklavda tutulması, oda sıcaklığına ulaşana kadar soğumaya bırakılması, doku kültüründe steril kabinlerde veya steril koşullarda PDA besin ortamlarında çoğaltılan misellerden parçalar alınarak bu torbaların farklı noktalarına konulması şeklinde yapılmaktadır. Miselli kısım danelere degecek şekilde misel yerleşimi yapılan torbalar, misel gelişimi için 25°C civarında bir sıcaklıkta karanlık koşullarda bekletilirler. Birkaç günde bir torbalar sallanarak misellerin tüm daneleri sarması sağlanır. Miseller tüm daneleri sardığında, tohumluk misel elde edilme süreci tamamlanmış olur ve tohumluk misel kullanıma hazır hale gelir.

Yukarıda da bahsettiğimiz gibi bu süreç teknik bilgi ve alt yapı imkânları gerektirdiği için üreticiler tohumluk miseli, tecrübeli firmalardan hazır olarak satın alabilirler. Aynı zamanda, tecrübeli firmalar genellikle herhangi bir veya birkaç yönden iyileştirilmiş (daha yüksek verim, yüksek sıcaklığa dayanım vb. gibi) tohumluk misel satışı yapmaktadırlar.

Yetiştiricilik Ortamlarının Hazırlanması

Çoğu mantarın kültüründe (Beyaz şapkalı mantar *Agaricus bisporus* dışında. Bu mantar kompost hazırlığı gerektirmekte ve kompost hazırlamada belirli bir prosedür takip edilmektedir) farklı substratlar kullanılabilir. Farklı araştırmalarda, farklı substrat tipleri ve bunların birbirleri ile oranları denenmektedir. Genellikle yetiştiricilik yapılan bölgelerin yaygın tarımsal atıklarına özgü denemeler yapılmakta ve elde edilen sonuçlar üreticilerle paylaşılmaktadır. Bu nedenle, öneriler ülkelere ve hatta ülkeler içerisindeki bölgelere göre değişmektedir. Genellikle tarımsal atıklar,

ağaç talaşları ile karıştırlmaktadır. Mantar yetiştiriciliğinde hedef mümkün olduğu kadar ağaç talaşına olan talebi azaltıp, tarımsal atıklarla yetiştiriciliği mümkün kılmaktır. Bunun başarılması durumunda, farklı sektörlerde de kullanılan, temini zor olan ve aynı zamanda da ağaçlarımızı korumak adına ağaç talaşına olan talep azaltılacak hem de tarımsal atıkların doğada geri dönüşümü sağlanabilecektir.

Chang ve Roh (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, meşe talaşı ortamında *Hericium erinaceus*'un yetiştiricilik etkinliği araştırılmış, optimum sıcaklık 25°C ve optimum pH 5 olmuştur. Meşe talaşında, mantar miseli gelişimi oldukça iyi ve yoğun olmuş, meşe talaşına buğday atıkları eklendiğinde en iyi misel gelişimi sağlanmıştır. Meşe talaşına buğday atığı ve magnezyum sülfat eklenmesi için en iyi karışım oranı; buğday atığı için %20, magnezyum sülfat için %0.1 olmuştur.

Siwulski ve Sobieralski (2005) tarafından iki *Hericium erinaceus* ırkında (suşunda) yapılan bir çalışmada bazı substratlarla zenginleştirilmiş kayın talaşında kùltür denenmiş, %20 buğday kepeği, %25 pirinç danesi, %7 soya unu, %10 kanola unu ve %6 et-kemik unu oranında eklemeler yapılmıştır. Substratlar karıştırıldıktan sonra yetiştiricilik ortamlarının nemi su ile ıslatma yoluyla %70'e çıkarılmış, filtreli polipropilen poşetlere, her poşette 2.5 kg olacak şekilde doldurulmuştur. Yetiştiricilik torbaları 121°C'de 1.5 saat steril edilmiş, oda sıcaklığına soğuma gerçekteştikten sonra, tohumluk miseller ekilmiştir (her torbaya, yani 2.5 kg komposta 20 g). En iyi sonuçlar, buğday kepeği ve soya unu içeren ortamlardan alınmıştır.

Hassan (2007) Çin'den getirilen *Hericium erinaceus*'u Mısır'da farklı substrat karışımları ile denemeye almıştır. Kullanılan karışımlar:

Talaş + %20 buğday kepeği + %1 kireç + %1 şeker

Pirinç samanı + %20 buğday kepeği + %1 kireç + %1 şeker

Buğday samanı + %20 buğday kepeği + %1 kireç + %1 şeker

Talaş + pirinç samanı + %20 buğday kepeği + %1 kireç + %1 şeker

Talaş + buğday samanı + %20 buğday kepeği + %1 kireç + %1 şeker

Pirinç samanı + buğday samanı + %20 buğday kepeği + %1 kireç + %1 şeker

Talaş olarak, sert odunlu ağaçların talaşı kullanılmıştır. Substratlar karıştırılarak, su ile %64-65 oranında nemlendirilmiş, polipropilen torbalara her torbada 1 kg olacak şekilde doldurulmuştur. Yetiştiricilik torbaları 121°C'de 1 saat otoklavda steril edilmiş, soğuduktan sonra torbala %2 oranında tohumluk misel inokulasyonu sağlanmıştır. Misel gelişim süresi 37 ile 46 gün arasında değişmiştir. En yüksek verim (184 g/1 kg ortam) ve Biyolojik Etkinlik (BE) (%50.3), talaş üzerinde yetiştiricilikten elde edilmiştir. Ayrıca, yetiştirme ortamı olarak talaş ve buğday samanı karışımı kullanılması, iyi bir verim (165 g/1 kg ortam) ve %46.5 BE sağlamıştır. Mısır'da farklı yetiştiricilik ortamlarında kültüre alınan *H. erinaceus* mantarı, %24.07 ile %26.8 ham protein içermiştir.

Siwulski ve ark. (2009) tarafından H1, D5 ve D9 olarak adlandırılan üç *H. erinaceus* suşu (ırkı) ile yapılan bir çalışmada, kuru maddeye göre %20 oranında buğday kepeği, kayın ve çam talaşı karışımı yetiştiricilik ortamı olarak hazırlanmış ve bu karışım %1, %2

ve %3 oranında glikoz ilavesiyle zenginleştirilmiştir. Glikoz eklenmeyen yetiştiricilik ortamı, kontrol olarak kabul edilmiştir. Substrat malzemeleri %70 nem içeriğine ulaşana kadar musluk suyuyla ıslatılmıştır. Yetiştiricilik denemeleri 1 dm³ hacimli polipropilen şişelerde gerçekleştirilmiş, her şişe 450 g substrat karışımları ile doldurulmuştur. Şişeler filtreli kapaklarla kapatılmış ve ardından 121°C sıcaklıkta bir saat süresince sterilize edilmiştir. Şişeler oda sıcaklığına (21°C) soğuduktan sonra, 10 g tohumluk miselle aşılama yapılmıştır. Şişeler filtreli kapaklarla kapatılmış ve inkübasyon odasına alınmıştır. Denenen suşlar misel büyüme hızı açısından farklılıklar göstermiş, 'D9' suşu en hızlı misel büyüme hızı ile karakterize edilmiştir. Misel büyüme hızı, glikoz eklenmiş substrat üzerinde, miktarından bağımsız olarak, glikoz eklenmemiş substrata kıyasla daha hızlı gerçekleşmiştir. 'H1' ve 'D5' suşlarından 'D9' suşlarına göre daha fazla verim alınmış, en fazla verim %3 glikoz eklenmiş kayın talaşı substratında kaydedilmiştir.

Atila ve Tüzel (2016) tarafından *Hericium erinaceus* mantarında yapılan bir çalışmada, aşağıdaki substrat karışımları ve oranları farklı *Hericium erinaceus* izolatlarında denenmiştir:

Meşe Talaşı (%80)+Buğday Kepeği (%20)

Meşe Talaşı (%90)+Pamuk Küspesi (%10)

Meşe Talaşı (%80)+Pamuk Küspesi (%20)

Meşe Talaşı (%70)+Pamuk Küspesi (%30)

Meşe Talaşı (%90)+Zeytin Pirinası (%10)

Meşe Talaşı (%80)+Zeytin Pirinası (%20)

Meşe Talaşı (%70)+Zeytin Pirinası (%30)

Buğday kepeğinin kullanıldığı substrat karışımlarında talaş ve buğday kepeği kuru olarak karıştırılarak su eklenmiş, pamuk küspesi ve zeytin pirinası ile hazırlanan substrat karışımları 1 gece suda bekletilmiş, sonra talaş eklenmiştir. pH'yı düzenlemek amacıyla %1 oranında alçı eklenmiş, 1 kg olarak polipropilen torbalara doldurularak ağızları pamuk ile kapatılmıştır. Sterilizasyon amacı ile otoklavda 121°C'de 1.2 atm basınçta 1.5 saat bekletilmiştir. Torbaların sıcaklığı oda sıcaklığına düştüğünde, laboratuvarında steril kabin içerisinde %3 oranında tohumluk misel ekimi yapılmıştır (Atila ve Tüzel, 2016). Atila ve Tüzel (2016) verim açısından pamuk küspesini efektif bulmuşlar, buğday kepeği ile hazırlanan kontrol ortamında misel gelişimi daha hızlı olmuş (misel gelişiminin daha hızlı olması daha erken ürün elde etmek demek), ancak pamuk küspesi ve zeytin pirinalı ortamlara göre daha düşük verim ve biyolojik etkinlik (BE) gözlemlenmiştir. Zeytin pirinasında da kontrole göre verim yüksek olmuş, talaş ortamına %20-30 oranında eklenmesi durumunda verim ve mantar boyutları açısından daha iyi sonuçlar alınmıştır. Farklı ırklar/izolatlar, farklı substrat ve karışımlara farklı tepkiler vermişlerdir.

Koutrotsios ve ark. (2016) *Hericium erinaceus* yetiştiriciliğinde, zeytin işleme atık suyu ve iki fazlı zeytin işleme atığı ile zeytin budama atıklarını denemişler ve 3 farklı yetiştiricilik ortamı hazırlamışlardır: (a) zeytin budama atığı tek başına veya %25, %50 ve %75 oranlarında kayın talaşı ile karıştırılarak kullanılmış; (b) %25 ve %50 oranlarında kayın talaşı ile iki fazlı zeytin işleme atığı karıştırılmış ve (c) %25 ve %50 oranlarında zeytin budama atığı ile iki fazlı zeytin işleme atığı karıştırılmıştır. Ayrıca, kontrol olarak tek başına kayın talaşı kullanılmıştır. Karşılaştırmalı değerlendirmeyi takiben, üç yetiştirme

ortamı daha ileri değerlendirme için kullanılmıştır: zeytin budama atığı, zeytin budama atığı ile %25 (BS ile ağırlık/ağırlık) ve %75 (BS ile ağırlık/ağırlık) ve kontrol olarak kayın talaşı. Tüm yetiştiricilik ortamı karışımlarına kalsiyum karbonat eklenmiş (%2), pH ve nem içeriği sırasıyla %6 ve %60-65'e ayarlanmış ve daha sonra %5 buğday kepeği ile desteklenmiştir (belirtilen tüm oranlar kuru ağırlık açısından). Tohumluk misel, %3 oranında eklenmiştir. Erkencilik açısından zeytin budama atığı eklenen ortamlar daha efektif olmuş, en avantajlı ortam %25 zeytin budama atığının kayın talaşı ile karıştırıldığı ortam olarak tespit edilmiştir. Verim açısından da benzer sonuçlar elde edilmiş, zeytin budama atığı eklenen ortamlarda verim daha fazla olmuştur. Biyoaktif bileşik içeriği analizleri, zeytin budama atığı içeren substratlardan üretilen mantarların kontrolden önemli ölçüde daha yüksek ham yağ, toplam glukun, β -glukun, toplam fenolikler ve ferrik indirgeyici antioksidan potansiyel değerleri gösterdiğini ortaya koymuştur.

Atila ve ark. (2018)'nin çalışmasında, meşe talaşı temel substrat olarak kullanılmış ve 9:1, 8:2 ve 7:3 oranlarında pamuk tohumu kabuğu ve zeytin pres keki ekleme ile denemeler yapılmıştır. Substratların kuru ağırlığına göre %80 oranında meşe talaşı ve %20 oranında buğday kepeği ile bir kontrol ortamı hazırlanmıştır. Aynı şekilde substrat karışımları, %70'lik neme ulaşmak için bir gece boyunca damıtılmış suda ıslatılmış ve fazla su uzaklaştırılmıştır. Daha sonra, 1 kg (yaş ağırlık)'lık substrat karışımları polipropilen otoklavlanabilir torbalara doldurularak, 121°C'de 90 dakika boyunca otoklavda steril hale getirilmiştir. Sterilizasyondan sonra, yetiştirme ortamlarına %3 (yaş ağırlık bazında) tohumluk misel eklenmiştir. *H. erinaceus* izolatlarının

verimi 76.7 ile 152.9 g/kg ve BE (%) değeri ise %22.3 ile 44.4 arasında değişmiştir. Genellikle en yüksek verim ve BE, 7 meşe talaşı : 3 pamuk tohumu kabuğu ortamından elde edilmiştir. Araştırmacılar, *H. erinaceus* yetiştiriciliğinde pamuk tohumu kabuğu ve zeytin pres keki eklemeyi, verimi artırmak adına, buğday kepeğine alternatif olarak göstermişlerdir.

Atila (2019) tarafından yapılan çalışmada beş farklı substrat karışımı hazırlanmıştır. Meşe talaşı (OS) ana ortam olarak kullanılmış, üzüm posası (GP), yeşil ceviz kabuğu (GWH), zeytin pres keki (OPC) ve çay atığı (TW) ile 8:2 oranında (kuru madde bazında) karışımlar denenmiştir. Kontrol ortamı olarak sadece meşe talaşı ortamı kullanılmıştır. Tarımsal atıklar, talaş ve katkı maddeleri karıştırılmış ve nem içeriğini $60 \pm 5\%$ 'e yükseltmek için su eklenmiştir. Yaş ağırlık olarak 1 kg substrat 25×45 cm'lik polipropilen ısıya dayanıklı torbalara doldurulmuş, torbalar pamuk tıkaçlarla kapatılmıştır. Torbalar, 121°C'de 90 dakika otoklavlanmış, %3 tohumluk misel eklenmiştir. Çalışmalarından en yüksek verim %20 üzüm posası ilaveli meşe talaşı ortamından elde edilmiştir. Meşe talaşı : çay atığı ve meşe talaşı : zeytin pres keki karışımları umut verici bulunmuştur. Meşe talaşı : yeşil ceviz kabuğu ortamında misel gelişimi uzun sürmüş, verim düşük olmuş, yani yeşil ceviz kabuğu kullanımı önerilmemiş, ancak farklı oranları araştırmak önerilmiştir.

Chutimanukul ve ark. (2023) tarafından *Hericium erinaceus*'da yapılan bir çalışmada, yetiştiricilik substratları olarak, kuru ağırlık bazında 3:1:1 oranında kauçuk talaşı: mısır koçanı: pirinç kepeği içeren mevcut ticari reçetede (150 g kauçuk talaşı, 50 g mısır koçanı ve 50 g pirinç kepeği), kauçuk talaşının yerine bambunun kullanılıp

kullanılmayacağını belirlemek için beş talaş oranı ile çalışılmıştır: T1 ortamı saf kauçuk talaşından (%100 kauçuk talaşı) oluşmuş, T2 ortamı kauçuk talaşı ile bambu talaşının 3:1 oranında karıştırılması (%75 kauçuk talaşı:%25 bambu talaşı), T3 ortamı kauçuk talaşı ile bambu talaşının 1:1 oranında karıştırılması (%50 kauçuk talaşı:%50 bambu talaşı), T4 ortamı kauçuk talaşı ile bambu talaşının 1:3 oranında karıştırılması (%25 kauçuk talaşı:%75 bambu talaşı) ile oluşturulmuş ve T5 ortamı saf bambu talaşı (%100 bambu talaşı) içermiştir. Bu talaş substratlarının her biri daha sonra, kuru ağırlık bazında mısır koçanı ve pirinç kepeği ile 3:1:1 oranında karıştırılmıştır. Mantar substratlarının pH'sı kireç ile yaklaşık 6'ya, substrat nemi yaklaşık %65'e ayarlanmıştır. Her bir şişe, yaş ağırlık bazında 750 g substratla doldurulmuştur. Şişelerin sterilizasyonundan sonra, yetiştirme ortamı sorgum danesine sardırılmış tohumluk misel ile aşılansmıştır (750 g yetiştiricilik ortamı ile doldurulan her bir şişeye 30 sorgum danesi). En yüksek mantar taze ve kuru ağırlığı (sırasıyla 113.22 ve 23.25 g), biyolojik verimlilik (%42.61) ve şapka boyutu (9.53 cm), %100 kauçuk talaşı içeren substratlardan elde edilmiş, mantar verimi bambu talaşı oranı ile orantılı olarak azalmıştır. %100 kauçuk talaşında, sırası ile %63.2, %3.7 ve %65.48 C:N oranı ile daha yüksek organik madde ve karbon içeriği sağlanırken, %100 bambu talaşı daha yüksek nitrojen içeriği (%1.03) ve bağlantılı olarak daha düşük mantar verimi, ancak daha fazla sayıda mantar ile ilişkilendirilmiştir. %100 kauçuk talaşı substratında olduğu gibi, 3:1 kauçuk-bambu talaşı karışımı substratında da karşılaştırılabilir mantar verimi elde edilmiştir. Sonuçlar, kauçuk talaşının %25'e kadar bambu talaşı ile kombinasyonunun, aslan yelesi mantar üretiminde uygulanabilirliğini göstermiştir.

Yetiştiricilik ortamlarının hazırlanmasında, yukarıda görüldüğü gibi çok farklı substrat karışımı reçeteleri kullanılabilir. Üreticiler için önerimiz, bu çalışmalardan kendi bölgelerinde daha rahat bulabilecekleri tarımsal atıklarla ilgili olan bilgileri daha öncelikli olarak dikkate almalarıdır. Bu şekilde, daha ekonomik üretim yapabilirler ve kullanacakları atıklara erişimleri daha kolay olur. Ancak, kullanmak istedikleri atıklarla ilgili çalışmalar yapılmışsa, elde edilen verim değerlerini ve misel gelişim sürelerini de (daha erken ürün almak ve yıl boyu daha fazla üretim yapmak adına misel gelişim süresi önemli) dikkate almalarını öneririz. Üreticilerimiz, kendi bölgelerinde kolay bulunan tarımsal atıklarla kendileri de denemeler yapabilirler ve verim ile erkencilik açısından değerlendirebilirler.

Yetiştiricilik ortamlarının hazırlanmasında üreticilerimizi, özellikle daha küçük ölçekte üretim yapan üreticilerimizi sınırlayan en önemli noktalardan bir tanesi de hazırlanan yetiştiricilik ortamlarının sterilizasyonudur. Bu aşama, atlanılmaması gereken bir aşamadır. Aksi halde, tarımsal atıklarla gelen hastalık ve zararlılar, üretim boyunca yetiştirmek istediğimiz mantarın üretimine engel olurlar ve verim ve kaliteyi etkilerler. Bu aşamada, daha çok otoklavla sterilizasyon yapılmaktadır. Bu, garantili bir yoldur. Ancak, otoklav imkanı olmayan bazı küçük ölçekli üreticilerimiz, hazırlamış oldukları 1, 2.5 veya 5 kg'lık yetiştiricilik torbalarını sıcak su dolu kazanlarda bekletme şeklinde sterilizasyon yoluna gidebilmektedirler. Bu yöntem garantili olmasa da, bazı üreticilerimiz tarafından tercih edilmektedir.

Ekolojik İstekler ve Hasat

Siwulski ve Sobieralski (2005), *Hericium erinaceus* yetiştiricilik torbalarını misel gelişimi için 23-25°C sıcaklık ve %80-85 nem içeren odada bekletmişler, 4-5 hafta sonra torbalar iki yerinden 1 cm kadar kesilmiştir. Sonrasında torbalar, ürün gelişimi için 16°C sıcaklık, %85-90 nem, günde 10 saat 200 lux ışıklandırma koşullarına sahip odaya transfer edilmişlerdir. Ürün alma dönemi, 1.5 ay içerisinde sonlanmıştır.

Hassan (2007) Çin'den getirilen *Hericium erinaceus* ile Mısır'da kurdukları denemede, yetiştiricilik torbalarını misel gelişimi için 22-27°C'de bekletmişler, misel gelişiminden sonra ürün oluşumu için poşetleri açmışlar, günlük olarak spreyleme şeklinde sulanmış, günlük havalandırma yapılmış, nem %85-90'a ayarlanmış, sıcaklık 20-25°C'de tutulmuştur. Hasat 14 ile 20 gün sonra başlamış ve 15-20 gün aralarla hasat gerçekleştirilmiştir.

Siwulski ve ark. (2009) tarafından *H. erinaceus*'da yapılan çalışmada, tohumluk misel aşılınmış yetiştiricilik şişeleri, substrat tamamen miselle kaplanana kadar 25°C sıcaklıkta ve %80-85 nem koşullarına sahip inkübasyon odasında bekletilmiştir. Daha sonra, kapakları çıkarılmış şişeler, sıcaklığın 25°C'de nemin %85-90'da tutulduğu bir yetiştirme odasına yerleştirilmiş, oda günde 12 saat 500 lux yoğunlukta floresan ışıkla aydınlatılmıştır. Karpoforlar olgunlaştıkça, sırayla hasat edilmiştir. Karpoforlar şişelerden bükülerek çıkarılmış ve substrat kalıntılarını elemine etmek için saplarının alt kısımları kesilmiştir.

Atila ve Tüzel (2016) tarafından *Hericium erinaceus* mantarında yapılan çalışmada ekolojik istekler, aşılanan torbaların misel gelişimi

için ilk aşamada 25°C sıcaklık ve karanlık koşullardaki misel gelişim odalarına konulması, misel gelişimini tamamlayan torbaların primordium (mantar taslağı) ve ürün oluşumu için 20°C sıcaklıktaki üretim odalarına transferi, oda neminin %80-90'a ayarlanması, ürün oluşum aşamasında floresan lambalarla 12 saat 400 lux ışıklandırmanın yapılması, odada biriken fazla karbondioksitin uygun havalandırma ile uzaklaştırılması olarak tanımlanmıştır.

Koutrotsios ve ark. (2016) *Hericium erinaceus* yetiştiriciliğinde zeytin budama atıklarını denemişler, hazırlamış oldukları 1 kg'lık yetiştiricilik torbalarını, misel gelişimi için karanlık koşullarda 25°C'de bekletmişlerdir. Misel gelişimini takiben, torbaların ağzını açmışlar, nemi yaklaşık %95'e ayarlamışlar, sıcaklığı 18°C'ye düşürmüşler ve floresan lambalarla 700 lux m⁻² (12 saat/gün) ışıklandırma yapmışlardır. Mantar taslaklarının oluşumundan sonra, CO₂ seviyesi 1200'ün altında, nem yaklaşık %80 ve 1000 lx m⁻² (12 saat/gün) ışıklandırma koşulları oluşturmuşlardır.

Atila ve ark. (2018) çalışmasında, aslan yelesi mantarı tohumluk miseli ekilmiş yetiştiricilik torbaları, misel gelişimi için %80 nem, 25±2°C sıcaklığa sahip yetiştiricilik odalarında inkübe edilmiş, tam misel kolonizasyonundan sonra torbalarda ürün oluşumunu teşvik etmek için günde 8 saat ışık uygulanmış, 20±2°C sıcaklıktaki, %80-90 oransal neme sahip yetiştiricilik odasına transfer edilmiş, CO₂ konsantrasyonunun 1000 mg/kg⁻¹'in altında tutulması için uygun ve yeterli havalandırma yapılmıştır. Ürünler 5 mm'ye ulaştığında, hasat gerçekleştirilmiştir.

Atila (2019) çalışmasında aslan yelesi için uygun ekolojik koşullar, misel gelişim aşamasında karanlıkta 25±2°C sıcaklıkta

mantar torbalarının tutulması, primordium ve ürün oluşumunda sıcaklığın $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'ye düşürülmesi, bu aşamada %85-90 nem, yine bu aşamada 1000 lux (8 saat/günde, floresan lambalarla) ışıklandırma, CO_2 seviyesinin 1200 ppm'den düşük olması olarak tanımlanmıştır.

Chutimanukul ve ark. (2023) tarafından *Hericium erinaceus*'da yapılan çalışmada, kültür şişeleri tohumluk misel ile aşılandıktan sonra misel sarımı için 20°C 'de tutulmuş, yedi günlük inkübasyondan sonra, şişelere ürün elde edilmesi için günde 8 saat ışık verilmiş, sıcaklık 16°C 'ye düşürülmüş ve nem %65-75'e ayarlanmıştır.

Bu çalışmalardan elde edilen bilgiler ışığında özetle, *Hericium erinaceus* yetiştiriciliğinde ilk aşamada, yani misel gelişim aşamasında oda sıcaklığının yaklaşık 25°C , nemin yaklaşık %80 civarında ayarlanması ve karanlık koşulların sağlanması; primordium (mantar taslağı) ve ürün döneminde sıcaklığın yaklaşık $18-20^{\circ}\text{C}$ 'ye düşürülmesi, nemin %85-90'a çıkarılması, içerideki karbondioksit düzeyinin istenilenden fazla olmaması için uygun havalandırmanın yapılması ve ürün alma aşamasında 1000 lux (günde 8 veya 12 saat) floresan lambalarla ışıklandırmanın yapılmasını önerebiliriz.

KAYNAKLAR

- Abdelshafy, A. M., Belwal, T., Liang, Z., Wang, L., Li, D., Luo, Z., and Li, L. (2022). A comprehensive review on phenolic compounds from edible mushrooms: Occurrence, biological activity, application and future prospective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(22), 6204–6224. doi: 10.1080/10408398.2021.1898335
- Abdulla, M. A., Suzita, M. N., Vikineswary, S., Noorlidah, A., Wong, K. H., and Hapipah M. A. (2008). Effect of culinary-medicinal lion's mane mushroom, *Hericum erinaceus* (Bull.: Fr.) Pers. (Aphyllphoromycetidae), on ethanolinduced gastric ulcers in rats. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 10, 325–330.
- Atila, F. (2019). The Use of Phenolic-rich Agricultural Wastes for *Hericum erinaceus* and *Lentinula edodes* Cultivation. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(4), 417–425. doi: 10.20289/zfdergi.528957
- Atila, F., Tuzel, Y., Fernández, J. A., Cano, A. F., and Sen, F. (2018). The effect of some agro– industrial wastes on yield, nutritional characteristics and antioxidant activities of *Hericum erinaceus* isolates. *Scientia Horticulturae*, 238, 246–254. doi: 10.1016/j.scienta.2018.04.049
- Atila, F., ve Tüzel, Y. (2016). Yetiştirme Ortamlarının *Hericum* İzolatlarının Verim ve Şapka Özellikleri Üzerine Etkisi. *Türk Tarım–Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 120–127.
- Bacha, S. A. S., Ali, S., Li, Y., ur Rehman, H., Farooq, S., Mushtaq, A., Wahocho, S. A., and Aslam, S. M. (2018). Lion's mane mushroom; new addition to food and natural bounty for human wellness: A review. *International Journal of Biosciences*, 13(4), 396–402. doi: 10.12692/ijb/13.4.396-8

- Beelman, R. B., Royse, D. J., and Chikthimmah, N., (2003). Bioactive components in button mushroom *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach (Agaricomycetidae) of nutritional, medicinal, and biological importance. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 5, 461–466. doi: 10.1615/InterJMedicMush.v5.i4.10
- Chang, H. Y., and Roh, M. G. (1999). Physiological Characteristic of *Hericium erinaceus* in Sawdust Media. *The Korean Journal of Mycology*, 27(4), 252–255.
- Chutimanukul, P., Phatthanamas, W., Thepsilvisut, O., Chantarachot, T., Akira Thongtip, A., and Chutimanukul, P. (2023). Commercial scale production of Yamabushitake mushroom (*Hericium erinaceus* (Bull.) Pers. 1797) using rubber and bamboo sawdust substrates in tropical regions. *Scientific Reports*, 13, 13316. doi: 10.1038/s41598-023-40601-y
- Cohen, N., Cohen, J., Asatiani, M., Varshney, V. K., Yu, H. T., Yang, Y. C., Li, Y. H., Mau, J. L., and Wasser, S. P. (2014) Chemical composition and nutritional and medicinal value of fruit bodies and submerged cultured mycelia of culinary-medicinal higher Basidiomycetes mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 16(3), 273–91. doi: 10.1615/intjmedmushr.v16.i3.80
- Egwim, E., Elem, R., and Egwuche, R. (2011). Proximate composition, phytochemical screening and antioxidant activity of ten selected wild edible Nigerian mushrooms. *American Journal of Food and Nutrition*, 1, 89–94.
- Erdal Altıntaş, Ö. (2023). Yenilebilir ve Tıbbi Mantar *Hericium erinaceus*'un Besin Bileşimi, Antioksidan Aktiviteleri ve Anti-kanser Etkisinin Değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(4), 2622–2633. doi: 10.21597/jist.1309800

- Fogarasi, M., Diaconeasa, Z. M., Pop, C. R., Fogarasi, S., Semeniuc, C. A., Fărcaș, A. C., Țibulcă, D., Sălăgean, C. D., Tofană, M., and Socaci, S. A. (2020). Elemental Composition, Antioxidant and Antibacterial Properties of Some Wild Edible Mushrooms from Romania. *Agronomy*, 10(12), 1972. doi: 10.3390/agronomy10121972
- Friedman, M. (2005). Chemistry, Nutrition, and Health-Promoting Properties of *Hericium erinaceus* (Lion's Mane) Mushroom Fruiting Bodies and Mycelia and Their Bioactive Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63, 7108–7123. doi: 10.1021/acs.jafc.5b02914
- Gravina, A. G., Pellegrino, R., Auletta, S., Palladino, G., Brandimarte, G., D'Onofrio, R., Arboreto, G., Imperio, G., Ventura, A., Cipullo, M., Romano, M., and Alessandro, F. (2023). *Hericium erinaceus*, a medicinal fungus with a centuries-old history: Evidence in gastrointestinal diseases. *World Journal Gastroenterology*, 29(20), 3048–3065. doi: 10.3748/wjg.v29.i20.3048
- Hassan, F. R. H. (2007). Cultivation of the Monkey Head Mushroom (*Hericium erinaceus*) in Egypt. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(10), 1229–1233.
- Hiwatashi, K., Kosaka, Y., Suzuki, N., Hata, K., Mukaiyama, T., Sakamoto, K., Shirakawa, H., and Komai, M. (2010). Yamabushitake mushroom (*Hericium erinaceus*) improved lipid metabolism in mice fed a high-fat diet. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 74(7), 1447–51. doi: 10.1271/bbb.100130. Epub 2010 Jul 7
- Imtiaj, A., Jayasinghe, C., Lee, G. W., Shim, M. J., Rho, H. S., Hyun Sook Lee, H. S., Hur, H., Lee, M. W., Lee, U. Y., and Lee, T. S. (2008). Vegetative Growth of Four Strains of *Hericium erinaceus* Collected from Different Habitats. *Mycobiology*, 36(2), 88–92. doi: 10.4489/MYCO.2008.36.2.088

- Jayachandran, M., Chen, J., Chung, S. S. M., and Xu, B. A. (2018). A critical review on the impacts of β -glucans on gut microbiota and human health. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, *61*, 101–110. doi: 10.1016/j.jnutbio.2018.06.010
- Khan, M. A., Tania, M., Liu, R., and Rahman, M. M. (2013). *Hericium erinaceus*: an edible mushroom with medicinal values. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, *10*(1), 253–258. doi 10.1515/jcim-2013-0001
- Koutrotsios, G., Larou, E., Mountzouris, K. C., and Zervakis, G. I. (2016). Detoxification of Olive Mill Wastewater and Bioconversion of Olive Crop Residues into High-Value-Added Biomass by the Choice Edible Mushroom *Hericium erinaceus*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, *180*, 195–209. doi: 10.1007/s12010-016-2093-9
- Kuo, M. (2003). *Hericium erinaceus*. Retrieved from the Mushroom Expert.http://www.mushroomexpert.com/hericium_erinaceus.html.
- Li, W., Gu, Z., Yang, Y., Zhou, S., Liu, Y., and Zhang J. (2014). Non-volatile taste components of several cultivated mushrooms. *Food Chemistry*, *143*, 427–431. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.08.006
- Liu, C., Gao, P., Qian, J., and Yan, W. (2000). Immunological study on the antitumor effects of fungus polysaccharides compounds. *Wei Sheng Yan Jiu (Journal of Hygiene Research)*, *29*(3), 178–80.
- Ma, B. J., Shen, J. W., Yu, H. Y., Ruan, Y., Wu, T. T., and Zhao, X. (2010). Hericenones and erinacines: Stimulators of nerve growth factor (NGF) biosynthesis in *Hericium erinaceus*. *Mycology*, *1*(2), 92–98. doi: 10.1080/21501201003735556
- Martínez, A. T., Speranza, M., Ruiz-Dueñas, F. J., Ferreira, P., Camarero, S., Guillén, F., Martínez, M. J., Gutierrez, A., and del Rio, J. C. (2005). Biodegradation of lignocellulosics: microbial, chemical, and enzymatic

- aspects of the fungal attack of lignin. *International Microbiology*, 8(3), 195–204.
- Mau, J. L., Lin, H. C., Ma, J. T., and Song, S.F. (2001). Non-volatile taste components of several speciality mushrooms. *Food Chemistry*, 73, 461–466. doi: 10.1016/S0308-8146(00)00330-7
- Mizuno, T. (1995). Yamabushitake, *Hericium erinaceus*: Bioactive substances and medicinal utilization. *Food Reviews International*, 11, 173–178.
- Morais, M., Ramos, A., Matos, N., and Oliveira, E. J. S. (2000). Note. Production of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) on lignocellulosic residues/Nota Cultivo del hongo shiitake (*Lentinus edodes*) en residuos lignocelulósicos. *Food Science and Technology International*, 6, 123–128. doi: 10.1177/108201320000600206
- Mori, K., Inatomi, S., Ouchi, K., Azumi, Y., and Tuchida, T. (2009). Improving Effects of the Mushroom Yamabushitake (*Hericium erinaceus*) on Mild Cognitive Impairment: A Double-blind Placebo-controlled Clinical Trial. *Phytotherapy Research*, 23(3), 367–72. doi: 10.1002/ptr.2634
- Mori, K., Inatomi, S., Ouchi, K., Azumi, Y., and Tuchida, T. (2009). Improving Effects of the Mushroom Yamabushitake (*Hericium erinaceus*) on Mild Cognitive Impairment: A Double-blind Placebo-controlled Clinical Trial. *Phytotherapy Research*, 23, 367–372. doi: 10.1002/ptr.2634
- Mori, K., Obara, Y., Moriya, T., Inatomi, S., and Nakahata, N. (2011). Effects of *Hericium erinaceus* on amyloid β (25–35) peptide-induced learning and memory deficits in mice. *Biomedical Research*, 32(1), 67–72. doi: 10.2220/biomedres.32.67
- Nagano, M., Shimizu, K., Kondo, R., Hayashi, C., Sato, D., Kitagawa, K., and Ohnuki, K. (2010). Reduction of depression and anxiety by 4 weeks

- Hericium erinaceus* intake. *Biomedical Research*, 31(4), 231–7. doi: 10.2220/biomedres.31.231
- Öztürk, N., ve Eyiler Kaya, E. (2022). Popüler Mantarların Besin Değerleri ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Gıda The Journal of Food*, 47(4), 539–563. doi: 10.15237/gida.GD22027
- Rodrigues, D. M., Freitas, A. C., Rocha-Santos, T. A. P., Vasconcelos, M. W., Roriz, M., Rodríguez-Alcalá, L. M., Gomes, A. M. P., and Duarte, A. C. (2015). Chemical composition and nutritive value of *Pleurotus citrinopileatus* var. *cornucopiae*, *P. eryngii*, *P. salmoneo stramineus*, *Pholiota nameko* and *Hericium erinaceus*. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 6927–6939. doi: 10.1007/s13197-015-1826-z
- Ryu, S. R., Lee, W. Y., and Ka, W. Y. (2009). Comparative Study on the Sawdust Cultivation and the Antioxidants of *Hericium* spp. *The Korean Journal of Mycology*, 37(1), 80–85.
- Shang, H., Song, H., Jiang, Y. Y., Ding, G. D., Xing, Y. L., Niu, S. L., Wu, B., and Wang, L. N. (2014). Influence of fermentation concentrate of *Hericium caput-medusae* (Bull.: Fr.) Pers. on performance, antioxidant status, and meat quality in broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 198, 166–175. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2014.09.011
- Siwulski, M., and Sobieralski, K. (2005). Influence of Some Growing Substrate Additives on the *Hericium erinaceus* (Bull. Fr.) Pers. Yield. Scientific Works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. Horticulture and Vegetable Growing, 24(3), 250–253.
- Siwulski, M., Sobieralski, K., and Wojniłowicz, M. (2009). Comparison of mycelium growth and yielding of selected strains of *Hericium erinaceus* (Bull. Fr.) Pers. on sawdust substrates with the glucose addition. *Herba Polonica*, 55(3), 46.

- Suzuki, C., and Mizuno, T. (1997). XI. Cultivation of yamabushitake (*Hericum erinaceum*). *Food Reviews International*, 13(3), 419–421. doi: 10.1080/87559129709541128
- Tachabenjarong, N., Rungsardthong, V., Ruktanonchi, U., Poodchakarn, S., Thumthanaruk, B., Vatanyoopaisarn, S., Suttisintong, K., Iempridee, T., and Uttapap, D. (2022). Bioactive compounds and antioxidant activity of Lion's Mane mushroom (*Hericum erinaceus*) from different growth periods. Research, Invention, and Innovation Congress- E3S Web Conf. 355, 02016. doi: 10.1051/e3sconf/202235502016
- Turfan, N., Pekşen, A., Kibar, B., and Ünal, S. (2018). Determination of Nutritional and Bioactive Properties in Some Selected Wild Growing and Cultivated Mushrooms from Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 17(3), 2018, 57–72. doi: 10.24326/asphc.2018.3.6
- Wang, J. C., Hu, S. H., Su, C. H., and Lee, T. M. (2001). Antitumor and immunoenhancing activities of polysaccharide from culture broth of *Hericum* spp. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 17(9), 461–7.
- Wang, M., Gao, Y., Xu, D., Konishi, T., and Gao, Q. (2014). *Hericum erinaceus* (Yamabushitake): A unique resource for developing functional foods and medicines. *Food & Function*, 5(12), 3055–3064. doi: 10.1039/c4fo00511b
- Yang, B. K., Park, J. B., and Song, C. H. (2003). Hypolipidemic effect of an Exo-biopolymer produced from a submerged mycelial culture of *Hericum erinaceus*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 67(6), 1292–8. doi: 10.1271/bbb.67.1292
- Yang, Y., Li, J., Hong, Q., Zhang, X., Liu, Z., and Zhang, T. (2022). Polysaccharides from *Hericum erinaceus* fruiting bodies: Structural characterization, immunomodulatory activity and mechanism. *Nutrients*, 14(18), 3721. doi: 10.3390/nu14183721

BÖLÜM 8

MAİTAKE MANTARI (*Grifola frondosa*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Arş. Gör. Dr. Ecem KARA¹

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sivas, Türkiye ecemkara33@gmail.com ORCID NO: 0000-0002-0118-2673

GİRİŞ

Nüfus artışı, iklim değışikliği ve fosil yakıtlar gibi yenilenemeyen kaynakların tükenmesi, küresel tarım sisteminin karşılaştığı en büyük zorluklardan bazılarıdır. Özellikle dünyanın yoğun nüfuslu ve az gelişmiş bölgelerinde gıda güvenliği tehdit altındadır (Rahmann ve ark., 2017; Baktetur, 2021). Bu zorlukların üstesinden gelmek için en umut verici stratejilerden biri, tüketilemeyen biyokütlenin kullanımının ve geri dönüşümünün sağlanmasıdır. Bu atıklar arasında, gıda, yem ve gübre olarak çok az değeri olan ve bu nedenle sıklıkla yakılan, sürdürülemez şekillerde atılan (Feng ve ark., 2011; Arai ve ark., 2015), toprak verimliliğini korumak veya iyileştirmek için organik madde olarak tarlalarda bırakılan ve besin açısından fakir bitki atıkları bulunmaktadır (Rahmann ve ark., 2017). Bu bitki atıkları arasında saman, çeşitli kabuklar, yapraklar, saplar, mısır koçanları ve hücre duvarı bileşenleri selüloz, hemiselüloz ve lignin açısından zengin olan bitkilerin diğer tüm kısımları bulunur. Mantarlar bunların ve özellikle ligninin en etkili ayrıştırıcılarıdır (Stamets, 1993). Ayrıca, lignin bağırsak bakterileri tarafından tam olarak sindirilemediği için hayvan yemlerinde istenmeyen bir maddedir ve bu durum ligninin yararlı yem alım miktarını azalttığı anlamına gelir (Frei, 2013). Genellikle, beyaz çürükçül mantarlar için önceden kültürlenmiş mantar substratı, içerdığı yüksek talaş yüzdeleri nedeniyle lignin bakımından zengindir. Talaşın başka bir madde ile ikame edildiği durumlarda bile, substratta lignin hala önemli oranlarda olabilir. Örneğin, talaştan daha düşük olmasına rağmen büyük miktarlarda lignin içeren mısır koçanı veya saman ile ikame edildiğinde durum böyledir (Song ve ark., 2018). *G. frondosa* gibi beyaz çürükçül mantarların lignini parçalamada etkili olduğu

bilindiğinden (Montoya ve ark., 2012), gıda üretiminin atık ürünleri gibi mantar substratının lignin ağırlıklı kısımlarının yem uygunluğu, beslemeden önce üzerinde mantar kültürü yapılarak büyük ölçüde artırılabilir (Chen ve ark., 2020).

Yenilebilir mantarların gıda ve biyokütle zincirine daha akıllıca bir şekilde entegre edilmesi bu biyokütleyi kullanmanın en sürdürülebilir yolu olabilir. Ancak, bu potansiyeli gerçekleştirmek için mantar yetiştiriciliğine bugün olduğundan farklı bir şekilde bakılması gerekir. Yani, sadece bir gıda üretim yöntemi olarak değil, aynı zamanda hayvanlara yem ve bitkiler için besin sağlayan katma değerli bir kompostlama sürecinin ilk adımı olarak düşünülmalıdır (Grimm ve ark., 2021).

Mantar üretiminden sonra kalan kullanılmış mantar yetiştirme ortamı, miselyum ve kısmen bozunmuş bitki materyalinden oluşmaktadır. Kullanılmış olan mantar yetiştirme ortamlarında, kolonize olan mantar misellerinden kaynaklanan önemli seviyelerde protein bulunmaktadır. Bu nedenle, bir yem bileşeni olarak kullanımı ilgi çekici olabilir ve insan gıdası ile hayvan yemi arasındaki rekabetin ve ithal protein yemlerine bağımlılığın azalmasına yardımcı olabilir (Grimm ve Wösten, 2018). Ayrıca, kullanılmış mantar yetiştirme ortamı, besin içeriği nedeniyle toprağın iyileştirilmesi için yeniden kullanılabilir (Liu ve ark., 2017).

Mantarlar, besleyici ve tıbbi özellikleri nedeniyle değerli bir besin kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Yabani mantarlar, tadı ve çekici aroması nedeniyle, eski zamanlardan beri insanlar tarafından büyük bir ilgiyle tüketilmiştir (Das, 2010). Antik Çin'deki insanlar, mantarın insan vücudunu ve sağlığını iyileştirdiğini, yaşlanma karşıtı

olduğunu ve hastalıkları iyi geleceğini düşünmüşlerdir (Safwat ve Al-Khuli, 2006). Yunanlılar, mantarların savaşçılara savaşlarda güç sağladığına inanmışlardır (Daba ve ark., 2008). Mantarlar, Mayalar tarafından bazı bölgelerde dini ayinlerde kullanılmışlardır (Matsushima ve ark., 2009). Ayrıca, Mısırlılar mantarların, tanrı Osiris'in bir hediyesi olduğunu düşünmüşlerdir (Maihara ve ark., 2012). Romalılar, yenilebilir mantarları Tanrıların yemeği olarak görmüşler ve hatta mantarları sadece özel günlerde servis edilen yiyecekler listesine dâhil etmişlerdir (Rahi ve Malik, 2016).

Mantar yetiştiriciliğinde, Çin'in dünya mantar üretimindeki payı her zaman önemli olmuştur. Çin, 2014 yılında dünya çapında üretilen tüm mantarların %73'ünden fazlasını üretmiştir (Pandey ve ark., 2018) ve mantar üretimi son zamanlarda hızla artmıştır. 1978 yılında yaklaşık 1 milyar ton mantar üretilirken, sadece 35 yıl sonra, 2013 yılında bu rakam 34 milyara kadar yükselmiştir. Bu artış, aynı zaman diliminde dünya nüfusundaki artıştan çok daha fazla olmuş, bu durumda mantar tüketiminin arttığı ve şu anda kişi başına yılda yaklaşık 4.7 kg olduğu anlamına gelmektedir (Royse ve ark., 2017).

Grifola frondosa (Maitake), özellikle uzak doğu ülkelerinde üretilen ve talebin yoğun olduğu tıbbi ve yenilebilir bir mantar türüdür. Bununla birlikte, Maitake yetiştiriciliğinin zor olduğu düşünülmektedir (Mau ve ark., 2004; Malek ve ark., 2012). Bunun en büyük nedenlerinden birisi, optimum yetiştirme parametrelerinin sınırlı olmasıdır (Švagelj ve ark., 2008; Gregori ve ark., 2016). Bu nedenle hangi koşulların ve substratların uygun olduğuna dair çalışmaların artırılmasına ihtiyaç vardır. Bu mantar türüyle ilgili Türkiye'de yapılan çalışmalar, henüz istenilen seviyeye ulaşılmamıştır. Bu kapsamda bu

kitap bölümünün amacı, *Grifola frondosa*'nın yetiştiricilik sistemleri ve koşullarına dair bilgiler vermek ve mantar türünün tanınırlığını sağlamaktır.

TAKSONOMİSİ VE EKOLOJİSİ

Şube: Basidiomycota

Sınıf: Agaricomycetes

Takım: Polyporales

Famila: Grifolaceae

Cins: *Grifola*

Tür: *Grifola frondosa* (Mayell, 2001)

Grifola frondosa (*G. frondosa*), yaygın olarak “Maitake” ve “Hen-of-the-woods” olarak bilinen, tıbbi ve yenilebilir bir mantardır (Yao, 2019). Japonya'da “Maitake” olarak bilinmektedir. Japonca'da “mai” dans, “take” ise mantar anlamına gelmektedir. *G. frondosa*'nın doğada bulunması zor olduğu ve bu mantarı bulanların sevinçten dans ettiği için dans eden mantar olarak adlandırıldığı bilinmektedir. *G. frondosa*, görünümünden dolayı Çin'de "hui-shu-hua" (gri ağaç çiçeği) olarak adlandırılmaktadır. Aynı zamanda, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da “koyun başı”, “mantar kralı”, “ormanın tavuğu” ve “bulut mantarı” olarak isimlendirilmektedir (Mayell, 2001; He ve ark., 2017). Ülkemizde bilinmediği için, herkes tarafından bilinen yaygın bir adı yoktur.

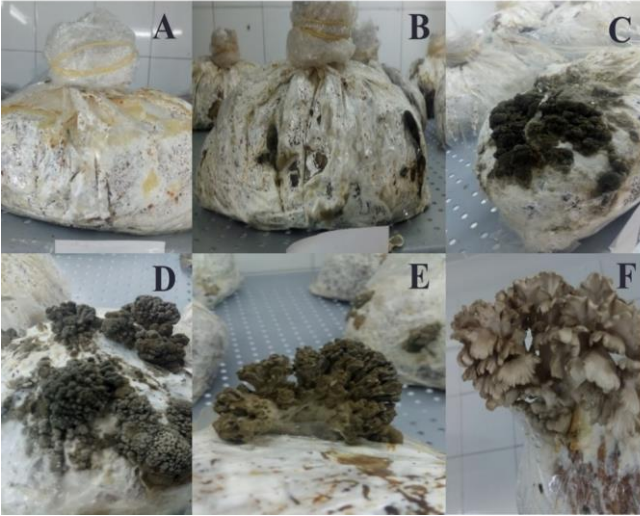
G. frondosa esas olarak Japonya, Avrupa ülkeleri ve Amerika'nın kuzeydoğu eyaletlerindeki kuzey ılıman bölgelerde dağılım gösterir ve subtropik bölgelerde ılıman iklime sahip yüksek rakımlarda da bulunabilir (Han, 1995; He ve ark., 2017). Japonya'nın kuzeydoğu

kesiminin çevresi, *G. frondosa*'nın doğada büyümesi için uygun yerlerdir. Aynı zamanda, Kuzeydoğu Amerika, Avrupa ve Asya'daki ılıman ormanlar da büyümesi için ideal bölgelerdir (Mayell, 2001). Maitake mantarı, doğal ortamlarda genellikle ağaç kütüklerinin veya meşe, karaağaç, akçaağaç, kara sakız, kayın ve kestane gibi ölmekte olan veya yaşlanan sert ağaçların dibine yakın yerlerde Eylül ve Kasım ayları arasında görölmektedir (Chen ve ark., 2000; He ve ark., 2017).

Bu mantar, bazı ÷lkelerde kırmızı listede yer almaktadır. Örneğin, İsveç'te yabani mantar toplamak pek çok kişi için değerli bir eğlencedir ve toplayıcılar mantar lokasyonlarını özenle korunan sınırlar olarak saklanmaktadırlar. Ancak, bu durum Maitake mantarı için geçerli değildir. Maitake mantarı kırmızı listededir (SLU Artdatabanken, 2020) ve toplanması yasaktır. Bu nedenle korunacak Maitake toplama noktaları yoktur. Bu mantar gibi ahşapta yaşayan mantarlar söz konusu olduğunda, doğadan toplanmaması gerekmektedir. Toprakta yaşayan mantarların miselleri uzun ömürlü olmakta, bu nedenle mantarların uygun yöntemlerle ve sistemli şekilde toplandıkları durumlarda, sürdürülebilirliklerini sağlayabilmektedirler. Maitake mantarı gibi odunda yaşayanlar, substratlarını parçalama doğaları nedeniyle daha kısa ömürlü misel yapısına sahip olmakta, bu durumda yayılmak için olgunluğa ulaşmaya ve sporları serbest bırakmaya daha fazla ihtiyaç duydukları anlamına gelmektedir (Nordiska Ministerrådet, 2012a). İskandinav ÷lkelerinde Maitake satışına, sadece yetiştiricilikten elde edilenler veya kırmızı listede olmayan ÷lkelerden geliyorsa izin verilmektedir (Nordiska Ministerrådet, 2012b).

MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Yenilebilir mantarların çoğunda sap ve şapkadan oluşan bireysel mantarlar söz konusu iken, *G. frondosa* üst üste binen çok sayıda yaprak benzeri yapıdan oluşan benzersiz bir şekle sahiptir. *G. frondosa*, kümeler halinde üst üste binen kısa saplara ve mercan benzeri dallara sahiptir ve görünümü krizantem gibi katmanlıdır (Chen ve ark., 2019; Zhang ve ark., 2022). Tek dallı bir gövde yapısından kaynaklanan büyük rozet kümeleri halinde organize olan dumanlı kahverengi, dalgalı başlıkları ile tanınan etli bir yapıdadır (He ve ark., 2017; Sun ve ark., 2023). Mantar gelişimi sırasında; beyin, karnabahar, boynuz ve salkım olmak üzere dört aşama görülür (Stott ve Mohammed, 2004) (Şekil 1). Olgun mantar görünümü, etli koyu grimsi kahverengidir ve renk yaşla birlikte giderek daha açık gri olur (Stamets, 2000). Mantarların alt yüzeyinde bulunan beyaz gözeneklerde sporlar bulunur ve bunlar 4 x 6 µm büyüklüğündedir (Stott ve Mohammed, 2004).



Şekil 1. Maitake mantarının gelişim aşamaları (A-primordium başlangıcı, B- koyu gri eksuda, C-primordium gelişimi için düzensiz topografya, D-beyin evresi, E- karnabahar evresi, F-olgun mantar) (Kara, 2020)

BESLENME VE SAĞLIK AÇISINDAN ÖNEMİ

Yenilebilir mantarlar, binlerce yıldır insanlar için önemli bir besin kaynağı olarak kabul edilmiştir. Yenilebilir mantarların kimyasal bileşimi, besin değeri ve tıbbi özellikler, birçok araştırmacı tarafından araştırılmıştır. Son yıllarda dünyada yenilebilir ve tıbbi mantarların tüketimi giderek artmaktadır (Ahmed ve ark., 2023).

Kanser hücreleri veya tümörijenik süreçler üzerinde seçici olarak etki edebilecek bileşiklerin araştırılması, bu alanda en yüksek önceliğe sahip bir sorundur. Bu bağlamda, mantarların tek başına ve geleneksel kanser tedavisiyle birlikte potansiyel kullanımları araştırılmaktadır. Tıbbi mantarlar, fonksiyonel antikanser doğal ürünlerden biri olarak kabul görmekte ve kontrollü klinik çalışmalardan elde edilen sonuçlar, kemoterapi ve radyasyon tedavilerinde immünomodülasyon ve bulantı, kemik iliği baskılanması, anemi ve düşük direnç gibi kanser yan etkilerine karşı koyarak yararlı olabileceklerini göstermektedir (Patel ve Goyal, 2012). Mantarların biyoaktif bileşikleri arasında polisakkaritler, anti-tümör ve immünomodülatör özelliklere sahip en iyi bilinen ve en güçlü mantar türevi maddelerdir (Meng ve ark., 2016; Steimbach ve ark., 2021; Garcia ve ark., 2022). Japon bilim insanları, *Grifola frondosa* polisakkaritinin (GFP) ve D-fraksiyonunun biyolojik olarak ana aktif bileşen olduğunu bulmuşlardır (He ve ark., 2019). Ayrıca, *G. frondosa* geleneksel Japon tıbbında önemli bir konuma sahiptir. Birçok kaynak, Maitake'yi tıbbi ve yenilebilir bir mantar olarak kaydetmiştir.

Mantarların kanser karşıtı potansiyelini kazandıran bazı β -glukanlardan bazıları; *Lentinula edodes*, *Grifola frondosa* ve *Schizophyllum commune*'den elde edilen lentinan, D-fraksiyonu ve şizofilan'dır. Bunlardan bazıları çeşitli klinik çalışmalarda tıbbi mantar

özütü olarak kullanılmıştır (Patel ve Goyal, 2012). Çalışma sonuçları, β -glukanın kanser tedavisi sırasında yaşam kalitesini iyileştirme, kemoterapi ve radyasyon tedavilerinin etkinliğini artırma konusunda sağlam bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Zhang ve ark., 2019). Tüm bu kanıtlara rağmen, mantarların herhangi bir hastalığın tedavisi esnasındaki kullanımının doktor tavsiyesine bağlı olduğu unutulmamalıdır. İçerisindeki bileşenler, tedavi esnasında kullanılan ilaç veya uygulamalarla bir araya geldiğinde ters tepkilerde oluşabilir.

G. frondosa, tıbbi ve yenilebilir bir mantardır (Yao, 2019) olup; polisakkaritler, protein, vitaminler, diyet lifi ve bazı eser elementler dahil olmak üzere çeşitli biyolojik olarak aktif bileşenler açısından zengindir (Chen ve ark., 2020). Aynı zamanda yapılarında polifenoller, steroidler ve alkaloidler olmak üzere aktif bileşenler de bulunmaktadır (Liu ve Tuli, 2018). Bu nedenle, Asya ülkelerinde sıklıkla geleneksel ilaç veya sağlıklı besin olarak kullanılmaktadır (Zhang ve ark., 2022). *G. frondosa*, son zamanlarda antitümör aktivite (Ji ve ark., 2019), immünomodülatör aktivite (Meng ve ark., 2017), antioksidan aktivite (Zhang ve ark., 2019) ve antidiyabetik aktivite (Xiao ve ark., 2015) nedeniyle büyük ilgi görmektedir. Tıbbi değeri ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır (Huang ve ark., 2011; Wu ve ark., 2021).

G. frondosa'daki uçucu olmayan tat bileşenleri, mantara yoğun tadı vermektedir (Huang ve ark., 2011). Ayrıca, *G. frondosa*'nın güçlü bir aroması olup, tadı gevrek ve yumuşaktır, bu da tüketicilerin tercih etmesine neden olmaktadır (Chen ve ark., 2019; Zhang ve ark., 2019). Hoş bir lezzet, nötr doğal, toksik olmayan ve faydalı bir gıda olarak tanımlanmaktadır. Araştırmacılar, düşük yağ ve düşük kalorili içeriğinin yanı sıra vitamin, mineral, protein, karbonhidrat ve fenolik bileşikler

açısından zengin kaynaklar oldukları için yenilebilir mantarları sağlıklı bir gıda olarak değerlendirmektedirler (Kalač, 2009; Guo ve ark., 2012). Yapılan farklı çalışmalarda *G. frondosa*'nın kuru ağırlık üzerinden yaklaşık %19.4 ile %35.53 protein içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir (Curvetto, 2009; Sato ve ark., 2017; Kara ve ark., 2021). Mau ve ark. (2001), *G. frondosa*'nın %83.06 oranında nem, %21.1 oranında toplam protein, %58.8 oranında toplam karbonhidrat ve %10.1 oranında ham lif içerdiğini bildirmişlerdir. Yapılan farklı bir çalışmada, Maitake mantarının yaklaşık %90.1 nem, %70.7 karbonhidrat, %6.1 ham kül, %3.8 ham yağ ve %19.3 ham proteinden oluştuğu belirtilmiştir (Wu ve ark., 2021). Aynı zamanda, *G. frondosa* zengin bir trehaloz kaynağıdır ve bu da gıda koruyucu, tatlandırıcı ve aşı stabilizatörü olarak yaygın olarak kullanılan bir maddedir (Huang ve ark., 2011).

MAİTAKE MANTARI YETİŞTİRİCİLİĞİ

Japonya, 1980'lerin ortalarında *G. frondosa*'yı kültüre alıp yetiştiriciliğine ilk başlayan ülkelerden biridir. İlk büyük ölçekli ticari üretim 1981 yılında Japonya'da geliştirilmiş ve yıllık 325 ton üretim yapılmıştır (Takama ve ark., 1981). On yıl sonra, Amerika Birleşik Devletleri ve Çin'de büyük ölçekli yetiştiriciliğe başlamıştır. Japon yetiştiriciler 1999 yılında yaklaşık 40.000 ton, Çin ise 2001 yılında 14.600 ton *G. frondosa* üretmiştir (Chang, 2004). 2003 yılına gelindiğinde Çin'de 24.900 tonluk üretim gerçekleştirilmiştir. Uzakdoğu ülkelerinin yanı sıra Amerika Birleşik Devletleri'nde de *G. frondosa* üretimi ve tüketimi hızla büyümeye devam etmektedir (Barreto ve ark., 2008). Yetiştirme ve ıslah teknolojisindeki gelişmeler

sayesinde *G. frondosa* günümüzde ülkemizde henüz olmasa da yurtdışı marketlerinde mevcuttur (Kawaguchi ve ark., 2019).

G. frondosa üretiminde başarıyı hem kullanılan substratlar hem de nem ve sıcaklık gibi büyüme parametreleri önemli ölçülerde etkilemektedir. *G. frondosa* yetiştiriciliği için genel olarak üç yöntem bulunmaktadır: şişe kültürü, kütükte yetiştiricilik ve torba kültürü. Şişe ve torba kültüründe substrat (meşe talaşı, kavak talaşı, asma budama atığı vb.) kullanılırken, kütükte yetiştiricilikte doğrudan ağaç gövdesi kullanılmaktadır (Kawaguchi ve ark., 2019).

Şişe kültürü yöntemi, kolayca mekanize edilebilen bir yöntemdir. Otomatik fabrikalarda seri üretimin 2000 yılında Japonya'da başladığı bilinmektedir. Bu yöntem işçilik maliyetlerini azaltmakta, ancak kabın kapasite sınırlamaları nedeniyle substrat miktarının az olması, ürün boyutunun küçülmesine neden olmaktadır (Stott ve Mohammed, 2004).

Kütükte yetiştiricilik yönteminde, genel olarak iki adım bulunmaktadır: ilk adımda, miseller plastik bir torba içinde bir ahşap kütüğün etrafında büyür ve ahşap kütük üzerinde yayılan miseller daha sonra ormandaki muhafaza substratlarına aktarılır. Literatür, muhafaza substratının içeriğinin çeşitli mantar türlerinin yetiştirilmesi için önemli bir faktör olduğunu göstermektedir (Liu ve ark., 2017; Dias ve ark., 2021).

Torbada Yetiştiricilik

Torba kültürü, plastik torbaların düşük maliyeti, küçük alan gereksinimi ve kolayca kontrol edilebilen iç mekân ortamı gibi avantajları nedeniyle, en popüler yetiştirme yöntemidir (Mayuzumi ve Mizuno, 1997). Torba yetiştiriciliğinin ana adımları; yetiştirme

ortamını hazırlama, ortamın sterilizasyonu, misel aşılama ve inkübasyonu içermektedir (Mayuzumi ve Mizuno, 1997). Mantara olan talebin yanı sıra, *G. frondosa*'nın misellerine ve biyoaktif metabolitlerine olan talep de hızla artmaktadır. Torba kùltürü, şişe kùltürüne göre daha fazla iş gücü gerektirmekte, ancak yetiştiricilik için en yaygın kullanılan yöntemdir. Bunun nedenleri arasında substrat hazırlama ile aşılama kolaylığı ve daha fazla substrat miktarı nedeniyle daha fazla mantar üretimi sayılabilir (Stott ve Mohammed, 2004).

Yetiştirme Koşulları ve Çevresel Gereksinimler

Sıcaklık

Sıcaklık, mantarların vejetatif büyüme evresini oluşturan misel gelişiminde etkilidir. Substratın sıcaklığı, misel gelişiminin hızlanması üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Sıcaklık; büyümeyi, adaptasyonu, üretilen mantarın boyutunu ve kalitesini etkilemektedir (Ahmed ve ark., 2023). Farklı çalışmalar, mantarın çeşitli lignoselülozik atıklar üzerinde 15-35°C'de büyüebileceğini göstermiştir (Sánchez, 2010). Shah ve ark. (2004), 25°C'nin misel gelişimi için iyi bir sıcaklık olduğunu belirtmişlerdir.

G. frondosa yetiştiriciliğinde en uygun sıcaklık değerleri; misel gelişimi aşamasında 23-25°C, primordium oluşum aşamasında 10±2°C ve mantar gelişimi aşamasında 16-18°C'dir (Kara ve ark., 2021). *G. frondosa*'nın optimum sıcaklık aralığı dışında inkübe edilmesi mantar oluşumunu etkilemekte, primordium oluşamamakta ve mantar gelişimi sağlanamamaktadır (Stamets, 2000).

Nem

G. frondosa'nın karakteristik taç yaprağı benzeri yapılarının açılmasını teşvik etmek için bağıl nem oldukça önemlidir. *G. frondosa*'nın misel gelişimi aşamasında nem ihtiyacı %70-80, primordium oluşum aşamasında %90-95, mantar gelişimi sırasında %85-90 oranlarındadır (Kara ve ark., 2021).

Işık (lux)

Maitake mantarı yetiştiriciliğinde misel gelişimi ve primordium oluşumu aşamasında karanlık ortam, mantar gelişimi aşamasında ise 200 lux ışık olması önerilmektedir (Kara ve ark., 2021).

Karbondioksit (CO₂) konsantrasyonu

Mantar gövdesi (bu mantarın özel yapısı nedeni ile gövde yazılmıştır) büyüyüp yaklaşık 5 cm'ye kadar uzadıktan sonra CO₂ seviyesinde azalma, taç yaprağı şeklindeki şapkaların gelişimini teşvik etmektedir. Aynı zamanda *G. frondosa*'nın karakteristik taç yaprağı benzeri yapılarının açılmasını teşvik etmek için bağıl nem kadar CO₂ seviyesinin kritik seviyelerin altında tutulmasını sağlamak önemlidir (Stott ve Mohammed, 2004).

Tohumluk misellerin çoğaltımı

Mantar miseli çoğaltımında en uygun ortamlardan birisi Patates Dekstroz Agar (PDA)'dır. PDA ortamı, hazır PDA'nın 1 litre saf suya 39 g olacak şekilde (miktar satın alınan PDA'ya göre değişebilir. Kutu üzerinde yazılır) tartılarak eklenip, sterilizasyon amaçlı otoklavda 121°C 1.2 atm basınçta 15 dakika steril edilmesiyle hazırlanır. Besin ortamının sterilizasyonu tamamlandıktan sonra, doku kültürü

laboratuvarında steril kabin içerisinde steril petrilere dökümü sağlanır ve soğuması beklenir. Ana kültürdeki miseller 1 cm'lik veya daha küçük parçalara ayrılarak, üst kısımları besin ortamına değecek şekilde yeni petrilere aktarılırlar (Şekil 2). Misel aktarımı biten petrilerin etrafı streç film ile sarılarak kontaminasyonun engellenmesi oldukça önemlidir. Misel gelişiminin sağlanması için kültürler 21 gün boyunca 25°C'lik sıcaklıktaki inkübasyon odasında, karanlık koşullarda bekletilmelidir.



Şekil 2. PDA ortamında Maitake mantar miselinin gelişimi

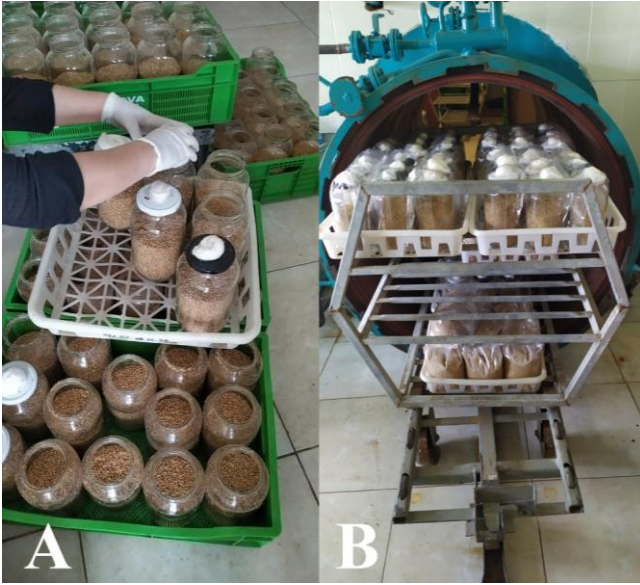
Misel sardırma ortamı (tohumluk misel elde edilmesi) olarak ise buğday, mısır, arpa veya yulaf daneleri kullanılmaktadır. Buğday, mısır, arpa veya yulaf daneleri, nem içeriğini ayarlamak amacıyla haşlanıp soğumaya bırakılır (Şekil 3). Soğuma tamamlandıktan sonra, danelere 1/4 oranında buğday kepeği eklenerek otoklava dayanıklı kavanozlara veya şişelere 1/3'ü boş kalacak şekilde doldurulur ve sterilizasyon amaçlı otoklavda 121°C 1.2 atm basınçta 15 dakika tutulur (Şekil 4, 5). Misel sarımı tamamlanan petriler steril kabin içerisinde parçalara ayrılır ve sterilizasyon aşaması tamamlanan

kavanozların kenarlarına her yöne bir parça olacak şekilde yerleştirilir (Şekil 6). Kavanozlar, toplam substrat kolonizasyonu gerçekleşene kadar 25 gün boyunca 25°C'de karanlık koşullarda inkübe edilir (Montoya ve ark., 2011; Kara ve ark., 2021). Doğada olduğu gibi, kültürde de miseller her zaman karanlık koşullarda gelişir.

Mantar miseli çoğaltımı ve tohumluk misel elde edilmesi doku kültürü laboratuvarı alt yapısı ve teknik uzmanlık gerektirdiği için, amatör üreticiler hazır tohumluk misel alımını tercih etmektedirler. Ayrıca, bu konuda uzmanlaşmış firmalarca satılan tohumluk miseller, ıslah çalışmaları ile elde edilmiş, verim ve hastalıklara dayanıklılık gibi çeşitli özelliklerce güçlendirilmiş olmaktadır.



Şekil 3. Tohumluk misel üretimi için yulaf danelerinin haşlanması (A-yulaf tanelerinin haşlanması, B-haşlama işlemi sonrası fazla suyun süzülmesi)



Şekil 4. Tohumluk misel üretimi için hazırlık aşaması (A-yulaf danelerinin soğuması, B-kepek eklenip karıştırıldıktan sonra kavanozlama işlemi)



Şekil 5. Tohumluk misel üretimi için hazırlık aşaması (A-kavanozların kapağının kapatılması, B-kavanozların sterilizasyonu)



Şekil 6. Steril koşullarda yulaf danelerine misel aşılama

Üretimde kullanılacak substratlar

Mantar üretiminde farklı tarımsal atıklar kullanılmaktadır. Bu atıklar, farklı ülkelerdeki ve ülkelerin farklı bölgelerindeki bulunabilirliklerine göre değişmektedir. Her ülke kendi tarımsal ürün atıklarını mantar üretiminde kullanmayı tercih etmektedir (Baktemur ve ark., 2020). Mantar üretiminde, farklı substrat karışımları ve oranları kullanılmaktadır. Literatür incelendiğinde, bazı bileşenlerin diğerlerine göre daha yaygın kullanıldığı görülmektedir. En yaygın olanı, meşe (*Quercus* sp.) ve kayın (*Fagus* sp.) talaşının, katkı maddesi olarak buğday kepeğiyle karışımıdır. Bunun yanı sıra mısır koçanı, üzüm posası, yeşil ceviz kabuğu, yer fıstığı kabuğu, ayçiçeği küspesi, asma

budama atığı, buğday kepeği, buğday sapı, buğday samanı kullanılarak yapılan pek çok çalışma bulunmaktadır (Aydın ve ark., 2021; Hal ve ark., 2021; Baştuğ ve ark., 2022; Baktemur ve ark., 2022a; Baktemur ve ark., 2022b; Kara ve ark., 2023). Maitake mantarı yetiştiriciliği için literatürde kullanılan atık ürünler arasında; meşe talaşı, mısır koçanı, mısır samanı, soya fasulyesi, pamuk tohumu kabukları, pirinç samanı, kullanılmış kahve telvesi, zeytin küspesi ve şeker pancarı posası bulunmaktadır (Gregori ve ark., 2009; Montoya ve ark., 2012; Liu ve ark., 2017; Song ve ark., 2018; Tanaka ve ark., 2019; Kara ve ark., 2021; Shimira ve ark., 2022). Bir çalışmada talaş, tamamen mısır koçanı ile ikame edilmiştir (Song ve ark., 2018).

Montoya ve ark. (2011), *G. frondosa* yetiştiriciliğinde iki farklı ortam kullanmıştır. Bunlardan ilki (kuru ağırlık bazında) %75 meşe talaşı (%25 nem içeriği), %23 mısır kepeği (%15 nem içeriği), %1 sakkaroz (%2 nem içeriği) ve %1 kalsiyum karbonattan oluşmaktadır. İkinci formülasyonda; %50 meşe talaşı ve %25 öğütölmüş kahve atığı (%70 nem içeriği) kullanmışlardır.

Tarafımızca yapılan çalışmalarda (Kara ve ark., 2021), Maitake mantarı yetiştiriciliğinde aşğıdaki substrat karışımları ve oranları kullanılmıştır:

2 Meşe talaşı + 1 Kepek

2 Kavak talaşı + 1 Kepek

1 Meşe talaşı + 1 Kavak talaşı + 1 Kepek

1 Buğday sapı + 1 Kepek

1 Meşe talaşı+ 1 Buğday sapı + 1 Kepek

Yetiştirme ortamı hazırlığı

Üretimde kullanılacak tarımsal atıklar, öğütücülerde 2-3 cm kalınlığına gelinceye kadar öğütülmelidir. İstenilen boyuta gelen tarımsal atıklar, uygun nem seviyelerine gelene kadar su dolu kaplarda bekletilir. İçerisine belirlenen oranlarda kepek, alçı ve kireç eklenerek torbalara doldurulur. Torbalara doldurulan kompostlar 121°C'de 1.2 atm. basınç altında 90 dk. süreyle sterilize edilir (Şekil 7). Büyük firmaların sahip olduğu gibi özel pastörizasyon odası ve otoklavı olmayan daha küçük boyutlu veya amatör üreticiler, sıcak su dolu kazanlarda bekletme gibi farklı yöntemlerde kullanmaktadırlar. Sterilizasyonu yapılan yetiştiricilik torbaları soğumaya bırakılır. Yeterince soğuyan torbalara steril kabin içerisinde veya steril bir ortamda tohumluk misellerinin ekimi (1 kg yetiştiricilik ortamına 25-30 g tohumluk misel) sağlanır ve torbaların ağzına steril pamuk konularak kapatılır (Şekil 8). Pamuk, kompostun gaz alış-verişini sağlamaktadır. Misel ekimi sağlanan torbalar, 23-25°C sıcaklık ve %70-80 nem içeren yetiştiricilik odasında bırakılır ve misel sarımının tamamlanmasına kadar karanlıkta bekletilir.



Şekil 7. Yetiştiricilik ortamının hazırlanması (A-öğütülen tarımsal atık, B-nemlendirme işlemi, C-karışımın hazırlanması, D-yetiştiricilik ortamlarının torbalara doldurulması, E-sterilizasyon işlemi)



Şekil 8. Yetiştiricilik ortamına tohumluk misel aşılması

İnkubasyon ve Hasat

Misel gelişimi sağlandıktan sonra torbaların etrafında küçük kesikler açılarak primordium (mantar taslağı) oluşumu teşvik edilir. Bu aşamada, torbalar kesiklerden nem kaybedeceğinden, yetiştiricilik ortamlarının kurumaması için oda neminin %85-90'nın altına düşmemesi oldukça önemlidir.

Mantarların oluşması ve taç yaprağa benzer şekillerin görülmesinin ardından mantar hasadı gerçekleştirilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'de tarımsal atıkların değerlendirilmesi ve bunların mantar üretiminde kullanılmasında bir bilinç oluşmuş ve ilerleme kaydedilmektedir. Aynı zamanda, Türkiye'de mantar tüketimine ilgi artmış ve pazarda farklı türlere olan talep gelişme göstermektedir. *G. frondosa*, hem yenilebilir hem de tıbbi değeri olan bir mantar türü olduğu için, pazara arz edildiğinde tercih edilebilecek bir potansiyele sahiptir. Bu nedenle sunulan bu kitap bölümünde, *G. frondosa*'nın önemi, morfolojik özellikleri ve yetiştiricilik koşulları anlatılmıştır. Sunulan bilgilerin, ülkemizde mantar yetiştiriciliğinin istenilen seviyelere ulaşması, farklı mantar türlerinin ülkemizde tanınması ve pazara sunulması açısından farklı bir bakış açısı sunacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, tüm tarımsal atıkların geri dönüştürüleceği sürdürülebilir bir tarım sisteminin döngüsel modeline tamamen ulaşmak için daha fazla araştırmaya ve mantar üreticilerinin daha fazla katılımına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Ahmed, A. F., Mahmoud, G. A. E., Hefzy, M., Liu, Z., and Ma, C. (2023). Overview on the edible mushrooms in Egypt. *Journal of Future Foods*, 3(1), 8–15. doi: 10.1016/j.jfutfo.2022.09.002
- Arai, H., Hosen, Y., Pham Hong, V. N., Thi, N. T., Huu, C. N., and Inubushi, K. (2015). Greenhouse gas emissions from rice straw burning and straw-mushroom cultivation in a triple rice cropping system in the Mekong Delta. *Soil Science and Plant Nutrition*, 61(4), 719–735. doi: /00380768.2015.1041862
- Aydın, M. Z., Süfer, Ö., Baktemur, G., and Shimira, F., and Taşkın, H. (2021). Effect of Different Substrate Mixtures on Volatile Aroma Compounds and Antioxidant Activity of Maitake (*Grifola frondosa*) Mushroom. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(6), 1037–1046. doi: 10.24925/turjaf.v9i6.1037-1046.4116
- Baktemur, G. (2021). Beyaz Şapkalı Mantar (*Agaricus bisporus*) Yetiştiriciliği. Akademisyen Kitabevi A.Ş., Ankara, Türkiye.
- Baktemur, G., Çelik, Z. D., Kara, E., and Taşkın, H. (2020). The effect of different agricultural wastes on aroma composition of shiitake (*Lentinula edodes* (berk.) pegler) mushroom. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(7), 1540–1547. doi: 10.24925/turjaf.v8i7.1540-1547.3415
- Baktemur, G., Kara, E., Yazar, M., Soylu, M. K., and Taşkın, H. (2022a). Use of different agricultural wastes in *Ganoderma carnosum* Pat. cultivation. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46(3), 352–358. doi:10.55730/1300-011X.3008
- Baktemur, G., Kara, E., Yazar, M., Yılmaz, N., Ağçam, E., Akyıldız, A., and Taşkın, H. (2022b). Yield, quality and enzyme activity of shiitake

- mushroom (*Lentinula edodes*) grown on different agricultural wastes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 50(1). Doi: 10.15835/nbha50112553
- Barreto, S. M., López, M. V., and Levin, L. (2008). Effect of culture parameters on the production of the edible mushroom *Grifola frondosa* (maitake) in tropical weathers. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24, 1361–1366. doi: 10.1007/s11274-007-9616-z
- Baştuğ, G., Hal, Y. B., Baktemur, G., Yarar, M., Kara, E., and Taşkın, H. (2022). Effect of growing mixtures including different agricultural wastes on yield and quality of *Pleurotus eryngii*. *Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences*, 27(3), 578–587. doi: 10.37908/mkutbd.1098660
- Chang, S. T. (2004). *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value Medicinal Effect Environmental Impact* (Second edition). CRC Press, Boca Raton, pp. 375–376.
- Chen, A. W., Stamets, P., Cooper, R. B., Huang, N. L., and Han, S. H. (2000). Ecology, morphology, and morphogenesis in nature of edible and medicinal mushroom *Grifola frondosa* (Dicks.: Fr.) S.F.Gray—maitake (Aphyllorphomycetidae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 2(3), 8. doi: 10.1615/IntJMedMushr.v2.i3.60
- Chen, F., Xiong, S., Sundelin, J., Martín, C., and Hultberg, M. (2020). Potential for combined production of food and biofuel: Cultivation of *Pleurotus pulmonarius* on soft- and hardwood sawdusts. *Journal of Cleaner Production*, 266, 122011. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122011
- Chen, P., Liu, H. P., Ji, H. H., Sun, N. X., and Feng, Y. Y. (2019). A cold-water soluble polysaccharide isolated from *Grifola frondosa* induces the apoptosis of HepG2 cells through mitochondrial passway. *International Journal of Biological Macromolecules*, 125, 1232–1241. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.09.098

- Chen, X., Ji, H., Zhang, C., Yu, J., and Liu, A. (2020). Structural characterization and antitumor activity of a novel polysaccharide from *Grifola frondosa*. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 272–282. doi: 10.1007/s11694-019-00289-z
- Curvetto, N. (2009). *Grifola frondosa* (Maitake): Su valor nutracéutico, nutricional, farmacéutico y cosmeceútico. *Tecnología de Producción, Bahía Blanca-Argentina*, pp. 5–7.
- Daba, A. S., Kabeil, S. S., Botros, W. A., and El-Saadani, M. A. (2008). Production of mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in Egypt as a source of nutritional and medicinal food. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4(5), 630–634.
- Das, K. (2010). Diversity and conservation of wild mushrooms in Sikkim with special reference to Barsey Rhododendron Sanctuary. *NeBIO*, 1(2), 1–13.
- Dias, E. S., Zied, D. C., and Pardo-Gimenez, A. (2021). Revisiting the casing layer: Casing materials and management in *Agaricus* mushroom cultivation. *Ciência e Agrotecnologia*, 45, e0001R21. doi: 10.1590/1413-70542021450001r21
- Feng, W., Zhang, L., He, L., Pang, Z., Guo, S. A. (2011). A mode research of straw recycling based on circular agriculture theory. *Agricultural Science & Technology–Hunan*, 12(12), 1921–1924.
- Frei, M. (2013). Lignin: Characterization of a Multifaceted Crop Component. *The Scientific World Journal*, 14, 436517, 1–25. doi: 10.1155/2013/436517
- Garcia, J., Rodrigues, F., Saavedra, M. J., Nunes, F. M., and Marques, G. (2022). Bioactive polysaccharides from medicinal mushrooms: A review on their isolation, structural characteristics and antitumor activity. *Food Bioscience*, 49, 101955. doi: 10.1016/j.fbio.2022.101955

- Gregori, A., Svagelj, M., Berovic, M., Liu, Y., Zhang, J., Pohleven, F., and Klinar, D. (2009). Cultivation and bioactivity assessment of *Grifola frondosa* fruiting bodies on olive oil press cakes substrates. *New Biotechnology*, 26(5), 260–262. doi: 10.1016/j.nbt.2009.08.001
- Gregori, A., Švagelj, M., Voglar, D., and Berovič, M. (2016). Growth Characteristics and Ergosterol Content of *Grifola frondosa* in Various Solid-state Substrates. *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*, 30(2), 183–188. doi: 10.15255/CABEQ.2015.2306
- Grimm, D., and Wösten, H. A. B. (2018). Mushroom cultivation in a circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102(4), 7795–7803. doi: 10.1007/s00253-018-9226-8
- Grimm, D., Kuenz, A., and Rahmann, G. (2021). Integration of mushroom production into circular food chains. *Organic Agriculture*, 11, 309–317. doi: 10.1007/s13165-020-00318-y
- Guo, Y. J., Deng, G. F., Xu, X. R., Wu, S., Li, S., Xia, E. Q., Li, F., Chen, F., Ling, W. H., and Li, H. B. (2012). Antioxidant capacities, phenolic compounds and polysaccharide contents of 49 edible macro-fungi. *Food & Function*, 3(11), 1195–1205. doi: 10.1039/c2fo30110e
- Hal, Y. B., Yarar, M., Kara, E., Baktetur, G., ve Taşkın, H. (2021). Farklı Tarımsal Atıkların *Ganoderma lucidum* (Reishi mantarı) Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 36(2), 275–288. doi: 10.36846/CJAFS.2021.55
- Han, S. H. (1995). Study on physiological and ecological characters of wild *Grifola frondosa* and its isolation method. China Agricultural Sciencetech Press, Beijing, pp. 111–117.
- He, X., Wang, X., Fang, J., Chang, Y. U., Ning, N., Guo, H., Huang, L., Huang, X., and Zhao, Z. (2017). Polysaccharides in *Grifola frondosa* mushroom and their health promoting properties: A review.

- International Journal of Biological Macromolecules*, 101, 910–921. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.03.177
- He, Y., Zhang, L., and Wang, H. (2019). The biological activities of the antitumor drug *Grifola frondosa* polysaccharide. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*, 163, 221–261. doi: 10.1016/bs.pmbts.2019.02.010
- Huang, S. J., Tsai, S. Y., Lin, S. Y., Liang, C. H., and Mau, J. L. (2011). Nonvolatile taste components of culinary-medicinal maitake mushroom, *Grifola frondosa* (Dicks.: Fr.) SF Gray. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 13(3), 265–72. doi: 10.1615/intjmedmushr.v13.i3.60
- Ji, H. Y., Chen, P., Yu, J., Feng, Y. Y., and Liu, A. J. (2019). Effects of heat treatment on the structural characteristics and antitumor activity of polysaccharides from *Grifola frondosa*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 188, 481–490. doi: 10.1007/s12010-018-02936-5
- Kalač, P. (2009). Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 113, 129–152. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.07.077
- Kara, E. (2020). Farklı Yetiştiricilik Ortamlarının Maitake Mantarı (*Grifola frondosa*) Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kara, E., Baktemur, G., Soylu, M. K., ve Taşkın, H. (2023). Farklı Tarımsal Atıkların *Pleurotus citrinopileatus* ve *Pleurotus ostreatus* Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 13(2), 249–260. doi: 10.54370/ordubtd.1350120
- Kara, E., Baktemur, G., Yarar, M., ve Taşkın, H. (2021). Farklı yetiştiricilik ortamlarının maitake mantarı (*Grifola frondosa*) yetiştiriciliğinde verim

- ve kalite üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2), 201–218. doi: 10.29278/azd.831748
- Kawaguchi, N., Hayashi, M., Chen, F. C., Shimomura, N., Yamaguchi, T., and Aimi, T. (2019). Genetic analyses of causal genes of albinism (white fruiting body) in *Grifola frondosa*. *Journal of Wood Science*, 65, 32. doi: 10.1186/s10086-019-1811-7
- Liu, J. B. H., and Tuli, G. (2018). Research progress on chemical constituents and pharmacological activities of *Grifola frondosa*. *Microbial Res.*, 16, 150–7.
- Liu, J., Shi, J., Qian, C., Zhao, Y., Chen, L., Huang, L., and Luo, X. (2017). Decolorization of Rhodamine-B from Aqueous Solutions by Spent Mushroom Substrate. *BioResources*, 12(4), 8612–8628.
- Maihara, V. A., Moura, P. L. D. C., Catharino, M. G. M., Moreira, E. G., Castro, L. P., and Figueira, R. C. L. (2012). Cadmium determination in *Lentinus edodes* mushroom species. *Food Science and Technology*, 32, 553–557. doi: 10.1590/S0101-20612012005000080
- Malek, S. N. A., Kanagasabapathy, G., Sabaratnam, V., Abdullah, N., and Yaacob H. (2012). Lipid Components of a Malaysian Edible Mushroom, *Termitomyces heimii* Natarajan. *International Journal of Food Properties*, 15(4), 809–814. doi: 10.1080/10942912.2010.506017
- Matsushima, Y., Eguchi, F., Kikukawa, T., and Matsuda, T. (2009). Historical overview of psychoactive mushrooms. *Inflammation and Regeneration*, 29(1), 47–58. doi: doi.org/10.2492/inflammregen.29.47
- Mau, J. L., Chang, C. N., Huang, S. J., and Chen, C. C. (2004). Antioxidant properties of methanolic extracts from *Grifola frondosa*, *Morchella esculenta* and *Termitomyces albuminosus* mycelia. *Food Chemistry*, 87(1), 111–118. doi: 10.1016/j.foodchem.2003.10.026

- Mau, J. L., Lin, H. C., Ma, J. T., and Song, S. F. (2001). Non-volatile taste components of several speciality mushrooms. *Food Chemistry*, 73(4), 461–466. doi: 10.1016/S0308-8146(00)00330-7
- Mayell, M. (2001). Maitake extracts and their therapeutic potential—A review. *Alternative Medicine Review*, 6, 48–60.
- Mayuzumi, Y., and Mizuno, T. (1997). Cultivation methods of maitake (*Grifola frondosa*). *Food Reviews International*, 13, 357–364. doi: 10.1080/87559129709541117
- Meng, M., Cheng, D., Han, L., Chen, Y., and Wang, C. (2017). Isolation, purification, structural analysis and immunostimulatory activity of water-soluble polysaccharides from *Grifola frondosa* fruiting body. *Carbohydrate Polymers*, 157, 1134–1143. doi: 10.1016/j.carbpol.2016.10.082
- Meng, X., Liang, H., and Luo, L. (2016). Antitumor polysaccharides from mushrooms: a review on the structural characteristics, antitumor mechanisms and immunomodulating activities. *Carbohydrate Research*, 424, 30–41. doi: 10.1016/j.carres.2016.02.008
- Montoya, S., Orrego, C. E., and Levin, L. (2011). Modeling *Grifola frondosa* fungal growth during solid-state fermentation. *Engineering in Life Science*, 11, 316–321. doi: 10.1002/elsc.201000087
- Montoya, S., Orrego, C. E., and Levin, L. (2012). Growth, fruiting and lignocellulolytic enzyme production by the edible mushroom *Grifola frondosa* (maitake). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28, 1533–1541. doi: 10.1007/s11274-011-0957-2
- Nordiska ministerrådet (2012a). Mushrooms traded as food. Vol II sec. 1. (TemaNord 2012:543). Köpenhamn: Nordiska ministerrådet. <https://www.norden.org/en/publication/mushrooms-traded-food-vol-ii-sec1> [2021-02-08]

- Nordiska ministerrådet (2012b). Handelssvamp. (TemaNord 2012:540). Köpenhamn: Nordiska ministerrådet. <https://www.norden.org/sv/publication/handelssvamp> [2021-02-06]
- Pandey, V. V., Kumari, A., Kumar, M., Saxena, J., Kainthola, C., and Pandey, A. (2018). Mushroom cultivation: Substantial key to food security. *Journal of Applied and Natural Science*, 10(4), 1325–1331. doi: 10.31018/jans.v10i4.1941
- Patel, S., and Goyal, A. (2012). Recent developments in mushrooms as anti-cancer therapeutics: a review. *3 Biotech*, 2, 1–15. doi: 10.1007/s13205-011-0036-2
- Rahi, D. K., and Malik, D. (2016). Diversity of mushrooms and their metabolites of nutraceutical and therapeutic significance. *Journal of Mycology*, 7654123. doi: 10.1155/2016/7654123
- Rahmann, G., Reza, A. M., Bärberi, P., Boehm, H., Canali, S., Chander, M., David, W., Dengel, L., Erisman, J. W., Galvis-Martinez, A. C., Hamm, U., Kahl, J., Köpke, U., Kühne, S., Lee S. B., Løes, A. K., Moos, J. H., Neuhof, D., Nuutila, J. T., Olowe, V., Oppermann, R., Rembiałkowska, E., Riddle, J., Rasmussen, I. A., Shade, J., Sohn, S. M., Tadesse, M., Tashi, S., Thatcher, A., Uddin, N., Niemsdorff, P. F., Wibe, A., Wivstad, M., Wenliang, W., and Zanolli, R. (2017). Organic agriculture 3.0 is innovation with research. *Organic Agriculture*, 7(3), 169–197. doi: 10.1007/s13165-016-0171-5
- Royse, D. J., Baars, J., and Tan, Q. (2017). Current Overview of Mushroom Production in the World. In: Diego, C. Z., Pardo-Giménez, A. (eds.). *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons Ltd. pp. 5–13. doi: 10.1002/9781119149446.ch2
- Safwat, M. S. I. A., and Al-Khuli, M. A. J. (2006). Recent trends, reality and future in the production, manufacture and marketing of medicinal and

- aromatic plants. Egyptian Association of Producers, Manufacturers and Exporters of Medical and Aromatic Plants Esmab, Giza, Egypt, 76.
- Sánchez, C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85, 1321–1337. doi: 10.1007/s00253-009-2343-7
- Sato, M., Miyagi, A., Yoneyama, S., Gisusi, S., Tokuji, Y., and Kawai-Yamada, M. (2017). CE–MS-based metabolomics reveals the metabolic profile of maitake mushroom (*Grifola frondosa*) strains with different cultivation characteristics. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 81(12), 2314–2322. doi: 10.1080/09168451.2017.1387049
- Shah, Z. A., Ashraf, M., and Ishtiaq, M. (2004). Comparative study on cultivation and yield performance of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates (wheat straw, leaves, saw dust). *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(3), 158–160. doi: 10.3923/pjn.2004.158.160
- Shimira, F., Baktemur, G., and Taşkın, H. (2022). The Agricultural Waste Valorization and Sustainable Mushroom Cultivation in Türkiye. In: Bellitürk, K., Solmaz, Y. (eds.). *Agricultural Practices and Sustainable Management in Türkiye*, pp. 235-253.
- SLU Artdatabanken (2020). Rödlistade arter i Sverige 2020. SLU, Uppsala.
- Song, B., Ye, J., Sossah, F. L., Li, C., Li, D., Meng, L., Xu, S., Fu, Y., and Li, Y. (2018). Assessing the effects of different agro-residue as substrates on growth cycle and yield of *Grifola frondosa* and statistical optimization of substrate components using simplex-lattice design. *AMB Express*, 8, 46. doi: 10.1186/s13568-018-0565-8
- Stamets, P. (1993). *Growing gourmet and medicinal mushrooms*, 3rd edn. Ten Speed Press, Berkeley.

- Stamets, P. E. (2000). Techniques for the cultivation of the medicinal mushroom royal sun *Agaricus-Agaricus blazei* Murr. (*Agaricomycetidae*). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 2(2), 10. doi: 10.1615/IntJMedMushr.v2.i2.50
- Steimbach, L., Borgmann, A. V., Gomar, G. G., Hoffmann, L. V., Rutckeviski, R., de Andrade, D. P., and Smiderle, F. R. (2021). Fungal beta-glucans as adjuvants for treating cancer patients—A systematic review of clinical trials. *Clinical Nutrition*, 40(5), 3104–3113. doi: 10.1016/j.clnu.2020.11.029
- Stott, K. G., and Mohammed, C. (2004). Specialty mushroom production systems maitake and morels. RIRDC Publication. Barton, ACT, Australia: Rural Industries Research and Development Corporation, Australian Governmen., No. 04/024, p. 86.
- Sun, N., Zhao, Y., and Yin, M. (2023). Extraction, purification, structure and bioactivities of polysaccharides from *Grifola frondosa* (maitake): a review. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(6), 6200–6213. doi: 10.1007/s11694-023-02133-x
- Švagelj, M., Berovič, M., Boh, B., Menard, A., Simčič, S., and Wraber, B. (2008). Solid-state cultivation of *Grifola frondosa* (Dicks: Fr) S.F. Gray biomass and immunostimulatory effects of fungal intra- and extracellular beta-polysaccharides. *New Biotechnology*, 25(2–3), 150–156. doi: 10.1016/j.nbt.2008.08.006
- Takama, F., Minomiya, S., Yoda, R., Ishii, H., and Muraki, S. (1981). Parenchyma cells, chemical components of maitake mushroom (*Grifola frondosa* S.F. Gray) cultured artificially, and their changes by storage and boiling. *Mushroom Science*, 11, 767–779.
- Wu, J. Y., Siu, K. C., and Geng, P. (2021). Bioactive ingredients and medicinal values of *Grifola frondosa* (Maitake). *Foods*, 10(1), 95. doi: 10.3390/foods10010095

- Xiao, C., Wu, Q., Xie, Y., Zhang, J., and Tan, J. (2015). Hypoglycemic effects of *Grifola frondosa* (Maitake) polysaccharides F2 and F3 through improvement of insulin resistance in diabetic rats. *Food & Function*, 6(11), 3567–3575. doi: 10.1039/c5fo00497g
- Yao, S. (2019). Extraction, Purification, Separation and *In Vivo* Bioavailability of *Grifola frondosa* Polysaccharides. Changchun: Jilin University.
- Zhang, J., Liu, D., Wen, C., Liu, J., Xu, X., Liu, G., Kan, J., Qian, C., and Jin, C. (2022). New light on *Grifola frondosa* polysaccharides as biological response modifiers. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 565–578. doi: 10.1016/j.tifs.2021.11.017
- Zhang, J., Wen, C., Duan, Y., Zhang, H., and Ma, H. (2019). Advance in *Cordyceps militaris* (Linn) Link polysaccharides: Isolation, structure, and bioactivities: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 132, 906–914. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.04.020

BÖLÜM 9

REİSHİ (*Ganoderma lucidum*) MANTARI YETİŞTİRİCİLİĞİ

Doç. Dr. Fuat BOZOK¹

Arş. Gör. Kağan VERYER²

¹ Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Osmaniye, Türkiye fbozok@osmaniye.edu.tr ORCID NO: 0000-0002-9370-7712

² Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyoloji Bölümü, , Osmaniye, Türkiye kaganveryer@osmaniye.edu.tr ORCID NO: 0000-0002-0227-1619

GİRİŞ

Regnum: Fungi (Mantarlar)

Dünya çapında yaklaşık 1,5 milyon tür barındırdığı düşünölen mantarlar alemi doğada kendi besinlerini üretemeyen birçok tüketici organizma gibi, besinini dışarıdan hazır olarak alan, besinlerini alırken saprofitik, parazitik ve hatta mikorizal birliktelikler kurabilen hem bitki hem de hayvanlara benzeyen ama 2 gruptan da belirli özellikler ile ayrılan, bir ya da çok hücreli ökaryotik canlılardır (Kirby, 1800; Whittaker, 1957; Hibbett ve ark., 2011; Listiana ve ark., 2024). Daha önce, mantarlar genellikle spor tiplerine, şapka şekillerine ve hatta benzersiz yaşam biçimlerine göre sınıflandırılmıştır (Wijayawardene ve ark., 2022). Ancak günümüzde, daha gelişmiş filogenetik sınıflandırma yöntemleri ve yeni nesil sekanslama teknikleri kullanılarak mantarların sınıflandırılması (Opisthokonta vb.) başarılı bir şekilde yapılmaktadır (Bozok ve ark., 2023). Mantarlar, biyosferde henüz keşfedilmeyi bekleyen birçok bilimsel sırrı barındıran önemli ve ilgi çekici organizmalardır (Fried, 1993; Whiteman, 2021). Adaptif evrimleri sayesinde, yeryüzünde yaklaşık 1.5 milyon türü olduğu düşünölen ve farklı morfolojiler göstererek geniş bir yelpazeye yayılan mantarlar, gıda, ilaç ve geri dönüşüm endüstrisi gibi birçok alanda potansiyel uygulama alanlarına sahiptirler (Levchenko ve ark., 2018; Bozok ve ark., 2023; Iftikhar ve ark., 2024; Gökmen ve ark., 2024). Ancak, mevcut literatür incelendiğinde, mantarların biyolojisi ve uygulama alanları konusunda derinlemesine bilgi eksikliği olduğu görölmektedir (Buckley, 2008; De Castro Leitão ve ark., 2024). Bu uygulama

alanlarında ve diğer bilimsel disiplinlerde yapılan araştırmaların artması, mantarların potansiyelini tam anlamıyla keşfetmek ve bu organizmaların sunduğu faydaları daha etkin bir şekilde kullanmak için gereklidir (Buckley, 2008). Yeni keşifler ve daha kapsamlı araştırmalar, mantarların kullanım alanlarını, davranışlarını ve endüstriyel süreçlerde daha geniş bir yelpazede kullanılmasını mümkün kılabılır. Bu nedenle, mantarlarla ilgili araştırmalara yapılan yatırımların artması ve bu alandaki çalışmaların desteklenmesi önemlidir.

Besin Olarak Fungusların Kullanımı

Gezegendeki sürekli artan nüfus ve bu nüfusun beslenme ihtiyacı, mantar yetiştiriciliğini dikkate değer bir şekilde önemli kılan faktörlerden biridir (Royse ve ark., 2017; Pandey ve ark., 2018). Mantarlar, oldukça yüksek protein içeriği ve çeşitli besin değerleriyle öne çıkmaktadırlar (Pandey ve ark., 2018). Bunların başında amino asitler, proteinler, lif, demir, potasyum ve hatta selenyum gibi elementleri bol bol içermeleri, mantarların dengeli bir beslenme için vazgeçilmez oldukları gerçeğini gün geçtikçe arttırmaktadır (Miletić ve ark., 2019; Dong ve ark., 2021). Ayrıca, vegan, vejetaryen ve düşük kalorili diyet biçimlerine uygun olmaları, toplumda her türden insana hitap etmelerini sağlamaktadır (Öztürk ve Kaya, 2022). Mantarlar zengin besin kaynakları olmalarının yanı sıra birçok antioksidan, antitümör ve antikanserojen ve aromatik bileşenlere sahiptirler (Anouhe ve ark., 2018; Zhao ve ark., 2020). Mantarlar bu özelliklerinden dolayı, bağışıklık sistemine destek olabilen sağlıklı bir besin grubunun da temellerini oluşturmaktadır (Zhao ve ark., 2020). Mantar üretim

teknikleri, daha az kaynağa (gübre, su, zaman, yetiştirme alanı, çalışma gücü vb.) ihtiyaç duyarak, çevreye duyarlı bir üretim modeli sunar (Rosmiza ve ark., 2016). Dahası mantarlar yetiştirilirken insanlar için besin değeri olmayan hatta atık olarak kabul edilen ürünleri karbon kaynağı olarak kullanarak çevresel sürdürülebilirliğe destek olarak sıfır atık projelerine katkı sağlayabilirler (Mülazımoğulları ve Ceylan, 2023). Literatürdeki çalışmalara bakıldığında; mantarlar kullandıkları metabolik yol çeşitliliği sayesinde bir çok mikro, makro, organik ve inorganik (polyester poliüretan, tekstil boyaları, tarım atıkları, herbisit, pestisit, ağır metal, farmasötik aktif bileşenler, vb.) malzemeleri metabolize etmeyi başarmışlardır (Magnin ve ark., 2019; Sahu ve ark., 2019; Ferreira ve ark., 2020; Raffa ve Chiampo, 2021; Dell'Anno ve ark., 2022; Amobonye ve ark., 2023; Rosa ve ark., 2024) Mantarların bu kadar geniş bir ürün yelpazesini metabolize edebilmesinin en büyük sebeplerinden biri, spesifik olmayan oksidaz ve peroksidazlar ile yakından ilişkili oksidatif enzimleri üretebilme ve bu enzimleri hücre içi ve dışına salgılayabilme yetenekleridir (Vaksmaa ve ark., 2023).

Phlum: Basidiomycota

Dünyada yaklaşık olarak 1.5 milyon mantar türü olduğu tahmin edilmektedir (Chang, 2006). Bu türlerin büyük bir kısmı henüz tespit edilememiştir (Dabhi, 2024). Sınıflandırılmış olan mantar şubelerinden; aktif bileşen içeriğinin oldukça fazla olduğu, birçok türü içeren Basidiomycota şubesi, suda, karada ve ekstrem koşullarda yaşayabilen, morfolojik olarak tek hücreli, filamentli ve endofitik türler de dahil olmak üzere yaklaşık 40.000 kadar mantar türünü içermektedir (He ve

ark., 2022). Bu şube, *Ganoderma lucidum* gibi birçok ligno-çürükçül mantar türünün yanı sıra, bitki büyümesini teşvik eden mutualistik mikorizal mantar türlerini de barındırmaktadır. Ayrıca, tarım zararlısı ve insan patojeni olan bazı mantar türlerini de içermektedir (Jones ve Fell, 2012; Coelho ve ark., 2017).

Ölümsüzlük Mantarı ve Morfolojik Yapısı

Ganoderma lucidum 2000 yılı aşkın bir süredir Uzak Doğu ülkelerinde özellikle Çin, Japonya, Kore ve diğer Asya ülkeleri tarafından ölümsüzlük mantarı olarak bilinmektedir (El Sheikha, 2022). Mantarın bu ülkelerde yıllarca geleneksel tıbbi uygulamalarda kullanılmasının yanı sıra Vikingler ve Yunanlılar tarafından savaşlardan önce güç takviyesi olarak tüketildiği bilinmektedir (El Sheikha, 2022; Dabhi, 2024).

Üst alem: Eukaryota

Alem: Fungi

Şube: Basidiomycota

Alt şube: Agaricomycotina

Sınıf: Agaricomycetes

Takım: Polyporales

Familiya: Ganodermataceae

Cins: *Ganoderma*

Tür: *Ganoderma lucidum* (Şekil 1)



Şekil 1. *Ganoderma lucidum* (Richter ve ark., 2015; Dabhi, 2024)

Ganoderma lucidum genç mantarları, sarımsı kahverengi veya sarımsı kırmızı renkte şapka yapısı gösterirken, yetişkin mantarlar turuncumsu kırmızıdan kahverengi veya siyaha değişen renklere sahiptir. Şapka yapısı parlak olup düz, yuvarlak veya böbrek şeklindedir. Bununla beraber şapkanın boyutları 5-20 cm arasında ve kalınlığı 4-8 cm olabilmektedir. Sap ise parlak ve düzensiz kıvrımlı olup, 5-12 x 1-2 cm boyutlarındadır ve şapkayla aynı veya daha koyu renktedir. Himenofor trimitik, süngerimsi, soluk, bej veya kahverengi renktedir. *Ganoderma lucidum* sporları elipsoid veya oval olup, iki kaplama katmanına sahiptir: dışta renksiz ve düzgün bir katman ve içinde sarımsı kahverengi, pütürlü bir katman. Sporların boyutları ise 6-17 µm aralığındadır. (Richter ve ark., 2015; Kumar, 2021; Dabhi, 2024).

Biyolojik Niş ve Enzim Üretimi

Ganoderma lucidum, yaşıyan ve ölü ağaçların gövdelerinde odun çürümesine neden olduğu için genellikle bitki patojeni olarak

sınıflandırılır (Kapoor ve Sharma, 2014; Wang ve ark., 2024). Bu mantarın odun çürümesinde; rol oynayan enzimleri arasında selülaz, lakkaz, mangan ve lignin peroksidaz gibi enzimler bulunmaktadır (Sanodiya ve ark., 2009; Oke ve ark., 2022; Galappaththi ve ark., 2024). Selülaz ve ksilenaz enzimleri, bitkinin hücre duvarlarını parçalayarak mantarın besin maddelerine erişimini sağlarken, oksidoredüktaz grubuna ait olan lakkaz ve mangan peroksidaz enzimleri ise lignini oksidatif olarak parçalayarak daha kolay sindirilebilir bileşiklere dönüştürmekte ve odunun sindirimine katkıda bulunurken diğer peroksidaz enzimleri ise çeşitli organik bileşikleri oksitleyerek mantarın beslenmesi için kullanılabilir hale getirmektedir (Hultberg ve Golovko, 2024; Zhang ve ark., 2024). *Ganoderma lucidum*'un bu enzimler aracılığıyla odun çürümesine katkıda bulunması, doğal ekosistemlerde ve mantar yetiştiriciliğinde önemli bir rol oynamaktadır (Liu ve ark., 2012; Wang ve ark., 2024).

Mantarın Habitatı

Reishi mantarı genellikle ormanlık, 30-34°C derece sıcaklıklarda, yüksek nemli ve loş ışıklı alanlarda yayılış göstermektedir (Du ve ark., 2024). Odun çürütücü olan bu mantar doğada meşe (*Quercus acutissima*), pikan cevizi (*Carya illinoensis*), erik (*Prunus domestica*), mürver (*Sambucus nigra*), kayısı (*Prunus armeniaca*, *Prunus ume*), Hint gül ağacı (*Dalbergia sissoo*), kestane (*Castanea henryi*), şeftali (*Prunus persica*), dut (*Morus alba*), çınar (*Platanus orientalis*) ve palmye ağaçları gibi sert odunlu ağaçların gövdelerinde karşımıza çıkmaktadır (Mahmood, 1971; Hiroshihitoshe ve Hiroko,

1999; Gao ve ark., 2004; Kamra ve Bhatt, 2013; Joshi ve Sagar, 2016; Kumar, 2021; Baktemur ve ark., 2022). *Ganoderma lucidum* yoğun çevre kirliliğinin olduğu ortamlarda bile büyüeyebilen oldukça toleratif bir mantar türüdür (Zahuri ve ark., 2024). Buna ek olarak biyoabsorbsiyon yeteneği sayesinde çevre kirliliği sorununa sürdürülebilir bir çözüm getirmektedir (Güçlü ve Ertan, 2011). Literatüre bakıldığında sadece misel yapısının bile tekstil boyaları ile kirlenmiş ortamlarda %63'lere yakın boya bozabilme yeteneği olduğu rapor edilmiştir (Chouhan, 2024; Zahuri ve ark., 2024).

Mantarın Medikal Önemi

Ganoderma lucidum, antik çağlardan itibaren hastalıkların tedavisi ve dini amaçlar için kullanılmış, dahası şans, şeref ve gücün simgesi olarak insanların ilgisini oldukça çekmiş bir mantar türüdür (Berovic ve Podgornik, 2019; Klaus ve Wan, 2024). Mantarın sağlığa etkileri birçok saygın kuruluş (Chinese Pharmacopoeia, Therapeutic Compendium, ve American Herbal Pharmacopoei) tarafından kabul edilmiştir (Ahmad ve ark., 2024).

Literatür incelendiğinde, reishi mantarının yaklaşık 400 biyoaktif bileşene (triterpenler, polisakkarit, ganodermin, 18 amino asit, b-glukan, peptit, sterol, nükleotid vb.) sahip olduğu görülmektedir (Gao ve ark., 2004; Sanodiya ve ark., 2009; Loyd ve ark., 2018; Du ve ark., 2024; Ji ve ark., 2024; Zahuri ve ark., 2024). Bunlara ek olarak bünyesinde pek çok vitamin (B1, B2, Niasin, Kolin, B6, İnositol), enzim, yağ asitleri ve birçok mineral (germanyum, bakır, selenyum, potasyum, çinko, kalsiyum, fosfat, magnezyum, sodyum, demir, vb.)

barındırmaktadır (Cör ve ark., 2018; Ahmad ve ark., 2024). Reishi mantarında temelde 2 bileşik grubunun farmasötik değeri önemli kabul edilmektedir: Bu bileşikler triterpenler ve polisakkaritlerdir (Cör ve ark., 2018; Cör-Andrejč ve ark., 2022).

Triterpenler

Terpenlerin; kimyasal bir alt grubu olan triterpenler, doğada sıklıkla bitkilerde bulunan ve farklı görevlerden sorumlu olan bileşiklerdir (Ghosh, 2020). Triterpenler ($C_{30}H_{48}$), izopren kuralını takip eden 6 izopren biriminin yeniden düzenlenmesi ile oluşturulan 30 karbon atomlu bir omurgadan biyosentetik olarak üretilen büyük bir bileşik sınıfını temsil ederler (Ruzicka, 1953; Cox-Georgian ve ark., 2019; Sommano ve ark., 2020). Terpenlerin sınıflandırılması Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Literatüre göre, 20.000'den fazla sayıda tanımlanmış ve izole edilmiş triterpen türü bulunmaktadır (Ghosh, 2020). Doğadaki triterpen çeşitliliğinin ana sebeplerinden biri, Oksido skualen siklaz (OSC) enzimlerinin (Transferazlar, oksijenazlar vb.) öncü molekül olan 2-3-oksido skualen molekülündeki (C-30) karbon atomlarını oksitlemesi veya yeniden düzenlemesidir (Ghosh, 2020). Güncel literatür incelendiğinde, 100'den fazla farklı karbon iskeletine sahip triterpen çeşidi rapor edilmiştir (Darshani ve ark., 2022).

Çizelge 1. Terpen sınıflandırması (Mabou ve Yossa, 2021)

Karbon sayısı	İsopren birim sayısı (n)	Terpen sınıfları
5	1	Hemi terpenler (C ₅ H ₈)
10	2	Mono terpenler (C ₁₀ H ₁₆)
15	3	Seski terpenler (C ₁₅ H ₂₄)
20	4	Di terpenler (C ₂₀ H ₃₂)
25	5	Ses terpenler (C ₃₀ H ₄₈)
30	6	Tri terpenler (C ₃₀ H ₄₈)
40	8	Tetra terpenler (C ₄₀ H ₆₄)
>40	>8	Poli terpenler (C ₄₀ H ₆₄) _n

Triterpenler, yapısal karbon iskeletlerine göre farklı alt sınıflara ayrılmakta olup, bu sınıflar arasında skualen, lanostan, dammaran, lupan, oleanan, ursan ve hopan bulunur (Mabou ve Yossa, 2021). Bu alt sınıflar, organizmalardaki biyosentetik yolların çeşitliliğini ve bu yolların ürettiği farklı fonksiyonel bileşiklerin zenginliğini yansıtır (Ghosh, 2020). Dahası, triterpenler, aldehit, alkol, keton ve karboksilik asit formunda olabilen ve birçok metil grubunu taşıma yeteneği olan kompleks bileşiklerdir (Mabou ve Yossa, 2021).

Bitkilerde sekonder metabolit olarak üretilen bu bileşikler, bitkinin hayatta kalması için zorunlu olmamakla birlikte, stres, mikroorganizmalar ve herbivor organizmalara karşı koruma sağlarlar (Nguyen ve ark., 2021; Darshani ve ark., 2022). Ayrıca, çeşitli böcek ve arıları çekerek tozlaşmayı destekleyebilir (Darshani ve ark., 2022).

Çizelge 2’de, triterpenlerde bulunan (oleanolik asit, ursolik asit vb.) biyoaktif bileşikler sebebi ile gösterdikleri antimikrobiyal, antienflamatuar, sitotoksik, antimalaryal, antimikrobiyal, antitümör ve antikanser özellikleri sıralanmıştır (Çulhaoğlu ve ark., 2012; Ghosh, 2020; Sevim, 2020). Dahası, fareler ile yapılan deneyler kanıtlamıştır

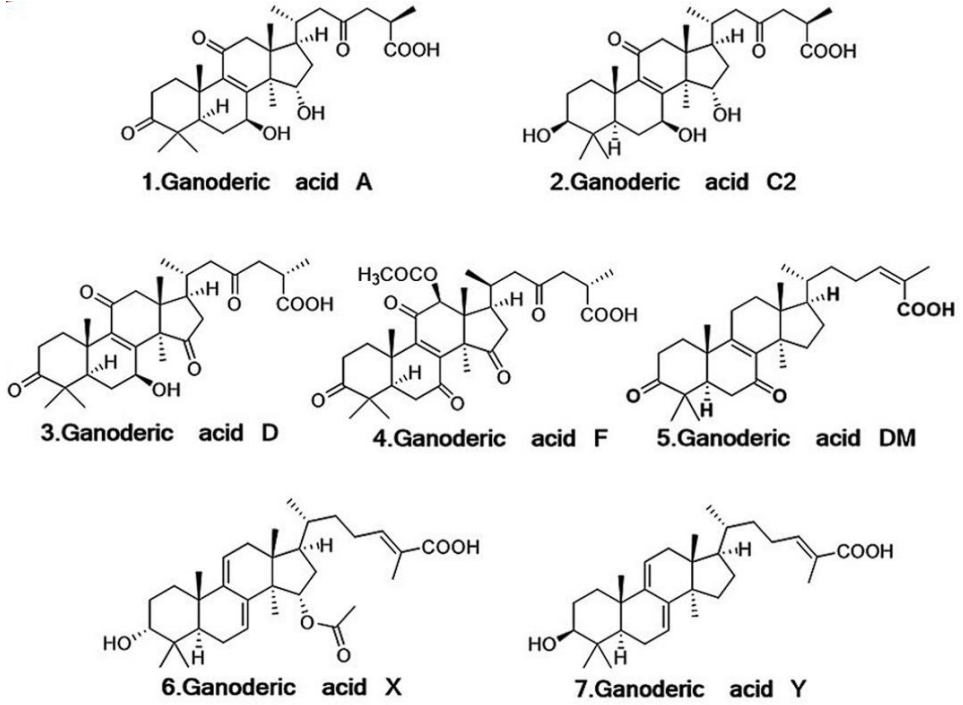
ki, triterpen bileşikler obezite, sinir hastalıkları ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu etki göstermektedir (Yılmaz, 2007; Nyugen ve ark., 2021). Ek olarak, diğer biyolojik organizmalarda steroidlerin öncüsü olarak rol oynarlar (Cox-Georgian ve ark., 2019; Nguyen ve ark., 2021).

Çizelge 2. Triterpen bileşikler ve farmasötik etkileri (Ghosh, 2020)

Farmasötik Etki	Triterpen Bileşik	Bildziukevich ve ark. (2023)
Antidiyabet	Ursolik asit Oleanolik asit Karasolik asit Maslinik asit Gimmemik asit Pomolik asit	Lee ve Thuong (2010), Chen ve ark. (2017), Sonar ve Rathod (2020), Dwivedi (2022), Gao ve Wu (2022), Tang ve ark. (2022)
Kardiyovasküler koruma	Ursolik asit Oleanolik asit Arjunolik asit Lupeol Arjunik asit Asiatik asit	Senthil ve ark. (2007), Al-Gayyar ve ark. (2014), Shukla ve ark. (2015), Huang ve ark. (2016), Li ve ark. (2022)
Karaciğeri koruma	Ursolik asit Oleanolik asit Ginsenosit Ro Lupeol Asiatik asit Bosvelik asit	Tran ve ark. (2001), Tang ve ark. (2012), Gutiérrez-Rebolledo ve ark. (2016), Gajapriya ve ark. (2019), Rehman ve ark. (2023)
Antioksidan	Ursolik asit Oleanolik asit 23-hidroksi ursolik asit 2-O-Asetilmaslinik asit	Kishikawa ve ark. (2017), Ahn ve ark. (2020), Lim ve ark. (2020), Zhao ve ark. (2023), Gao ve ark. (2024)

	11-oxo-Maslinik asit	
Antiviral	Ursolik asit Betulinik asit Pomolik asit Maslinik asit Korosilik asit	Kong ve ark. (2013), Loe ve ark. (2020), Soltane ve ark. (2021), Consul ve ark. (2022)
Antikanser	Ursolik asit Oleanolik asit Epi-Oleanolik asit Maslinik asit Korosilik asit	Jung ve ark. (2004); Lee ve ark. (2013), Yin ve ark. (2018), Heise ve ark. (2022), Ooi ve ark. (2023)
Antienflamatuar	Ursolik asit Oleanolik asit Betulinik asit Korosilik asit Lupeol Kukurbitasin	Saleem (2009), Lee ve ark. (2013), Kim ve ark. (2016), Yin ve ark. (2018), Oliveira- Costa ve ark. (2022), Silvestre ve ark. (2022)

G. lucidum mantarının antibakteriyal, antioksidan, antikanser özelliklerinin yanında karaciğeri koruyucu özellikleri olduğu modern farmakoloji tarafından kanıtlanmıştır (Liang ve ark., 2019). Mantarın sahip olduğu triterpenler arasında miktarı en fazla bulunanı ganoderik asittir (Şekil 2) (Liang ve ark., 2019; Ahmad ve ark., 2022). *Ganoderma lucidum*'un farmasötik etkileri Çizelge 3'de gösterilmektedir.



Şekil 2. *G. lucidum*'un bazı triterpen bileşikleri (Cör ve ark., 2018; Liang ve ark., 2019)

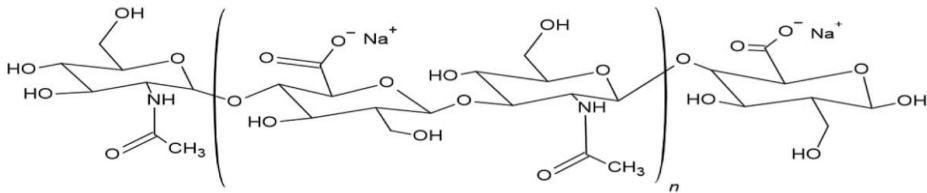
Çizelge 3. *G. lucidum*'un farmasötik Etkileri (Yılmaz, 2007; Cör ve ark., 2018)

Farmasötik etki	Triterpen bileşik
Anti kanser	Ganoderik asit α , β , A, C1, D, DM, H, Me, T, X Ganolusidik asit A Ganoderiol A, B, F Lusidenik asit A, B, C, N Lusidimol B Ganodermanondiol Ganodermanontriol
Yüksek tansiyon koruması	Ganoderik asit B, D, F, H, K, S, Y Ganoderol B Lusidenik asit A, D1 Lucidon A, C

Sitotoksik etki	Ganoderik asit E, T, V, X, W, Y, Z
Karaciğer koruması	Ganoderik asit R, S Ganosporerik asit A
Kolesterol düzenleyici etkisi	Ganoderik asit Mf Ganodermik asit B, T-O
Kan sulandırma etkisi	Ganodermik asit S
Histamin inhibisyonu	Ganoderik asit C, D Siklo-okta sülfür
Etkisiz	Ganoderik asit F

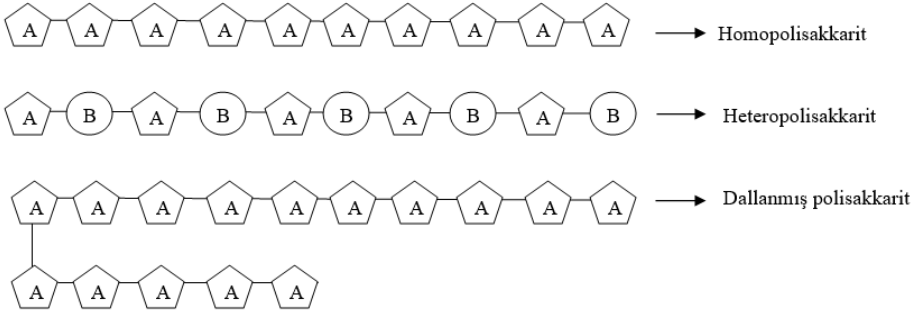
Polisakkaritler

Polisakkaritler birçok organizmada sıklıkla bulunan büyük moleküllerdir (Şekil 3) (Ganjoo ve ark., 2023). Genellikle canlı organizmalarda, enerji depolama, sinyal ve iletişim molekülleri olarak rol oynamaktadırlar (Aziz ve ark., 2022). Buna ek olarak geri dönüştürülebilir ve çevre dostu ürünler oldukları için çeşitli endüstriler (gıda, medikal, malzeme, tekstil, ambalaj vb.) tarafından dikkat çekici moleküller olarak değerlendirilmektedir (Nie ve ark., 2017; Chakraborty ve ark., 2019; Simsek ve ark., 2023).



Şekil 3 Bir polisakkaritin genel görünüşü (Nakajima ve ark., 2024)

Polisakkaritler, birçok şeker molekülünün glikozit bağı ile uzun zincirler halinde bağlanarak oluşturduğu büyük ve kompleks karbohidratlardır (Mahapatra ve Banerjee, 2013; Guo ve ark., 2017). Doğal kaynaklardan bol miktarda elde edilebilen bu moleküller, çeşitli biyolojik işlevler ve kimyasal yapılar sergilemektedirler (Yang ve ark., 2020; Ganjoo ve ark., 2023). Yapıları doğrusal veya dallanmış olabilir (Ganjoo ve ark., 2023). Tüm yapı taşları aynı şeker türünden oluşuyorsa homopolisakkaritler, farklı şeker türlerinden oluşuyorsa heteropolisakkaritler olarak adlandırılırlar (Nie ve ark., 2017; Ganjoo ve ark., 2023). Örneğin, selüloz homopolisakkarit, pektin ise heteropolisakkarittir (Şekil 4) (Ropartz ve Ralet, 2020; Aziz ve ark., 2022). Polisakkaritler, doğada sıklıkla diğer moleküllerle birleşik halde bulunur ve bu özellikleri onların fonksiyonel çeşitliliğine katkıda bulunur (Mahapatra ve Banerjee, 2013; Yang ve ark., 2020).



Şekil 4. Polisakkaritlerin sınıflandırılması

Tıbbi ve besleyici gıda olarak uzun yıllar kullanılan şapkalı mantarlar, tarihte polisakkaritlerin ilk izolasyonunun sağlandığı

canlılardandır (Mahapatra ve Banerjee, 2013; Chakraborty ve ark., 2019). 1969 yılında, *Lentinula edodes* mantarından Lentinan adı verilen bir glukan molekülü izole edilmiştir (Nie ve ark., 2017). Daha sonraki araştırmalarda, lentinan molekülünün toksik etkisi olmayan ve tümör büyümesini önemli ölçüde inhibe edebildiği keşfedilmiştir (Trivedi ve ark., 2022). Ek olarak fungusların ürettiği polisakkaritlerin; antioksidan, immunoregülatör, karaciğer koruyucu, antiaging, antiinflamator ve radyoprotektif özellikleri rapor edilmiştir (Wang ve ark., 2022). Fungusların ürettiği biyoaktif polisakkaritler, Asya ülkelerinin geleneksel diyet ve ilaçlarında (β -glucans vb.) kullanılmaktadır (Xiao ve ark., 2020). Literatüre bakıldığında mantarların ürettiği polisakkaritlerin başında kitin, hemiselülöz, heteropolisakkaritler (heteroglikan) ve glukanlar gelmektedir (Chakraborty ve ark., 2019). Son yıllarda yapılan çalışmalar, polisakkaritlerin yapısı ve aktivitesi arasında bir ilişki olduğunu ortaya çıkarmıştır (Xiao ve ark., 2020)

Kitin, selülözden sonra doğada en fazla bulunan polisakkarittir (Ahmad ve ark., 2020; Tsurkan ve ark., 2021). Kitin lineer yapıda amino şekerlerin (N-asetil-D-glukozamin) bir araya gelerek oluşturduğu biyopolimerdir ($C_8H_{13}O_5N$)ⁿ (Moussian, 2019). Kitinin temel olarak üç izoformu (α -kitin, β -kitin ve γ -kitin) bulunmaktadır ve ek olarak mantarların hücre duvarının temel yapı birimidir (Islam ve ark., 2017; Ahmad ve ark., 2020; Satitsri ve Muanprasat, 2020). Kitin ve türevi olan polimerler (Kitosan, Kitinoligosakkaritler) antimikrobiyal, antitümör, hipokolestrol, antioksidan, yara iyileştirici

ve yara örtüsü gibi özellikleri sebebi ile tıbbi olarak önemli polisakkaritlerdir (Islam ve ark., 2017; Usman ve ark., 2016).

Selülözden sonra bitkilerde en fazla bulunan ve yıllık 60 milyar ton üretimi ile öne çıkan bir biyopolimer (Rao ve ark., 2023) olan hemizselülöz endüstride film, hidrojel, etanol vb. ürünlerin üretiminde kullanılırken, tıbbi olarak yara iyileşmesi ve ilaç taşıma sistemlerinde rol oynadığı bilinmektedir (Rao ve ark., 2023). Hemiselülöz birden fazla monosakkarit (D-Ksiloz, D-Glikoz, L-Arabinoz, D-Galaktoz, D-Mannoz, D-Glukronik asit ve D-Galaktronik asit) içeren Heteropolisakkarit gruba girer ve biyoabsorbsiyon yeteneğine sahiptir (Xiang ve ark., 2022). Hemiselüloz, hidrojellerle birlikte kullanıldığında ilaç taşıma, yara örtüsü ve doku mühendisliği gibi tıbbi alanlarda etkin bir şekilde kullanılabilir (Liu ve ark., 2020).

Heteroglikanlar (Heteropolisakkarit), bağışıklık sistemi uyarıcı etkisi olan ve reaktif oksijen türlerine karşı koruma sağlayan bir polisakkarittir grubudur (Maity ve ark., 2020; Kanemoto ve ark., 2024).

Glukanlar, özellikle bağışıklık sistemi üzerinde düzenleyici görev yapmaları sebebiyle önemli makromoleküllerdir (Bastos ve ark., 2022). Birçok medikal mantar β -glukan yönünden zengindir (Chakraborty ve ark., 2019; Bastos ve ark., 2022). β -glukan ise doğal öldürücü hücreleri (NKH), T hücrelerini, makrofajları ve bu hücrelerin uyarılması için gerekli olan sitokininin salgılanmasını düzenlemeye yardımcı bir polisakkarittir (Chakraborty ve ark., 2019).

G. lucidum, özellikle polisakkarit yönünden zengin bir mantar türüdür (Ferreira ve ark., 2015; Ahmad ve ark., 2024). İçeriğindeki

polisakkaritlerin; antioksidan, antiaging, immunomodùlatör, antitümör ve antienflamatuar gibi tıbbi özellikleri bulunmaktadır (Liang ve ark., 2019). Mantarlardaki polisakkaritler, direkt tümör hücrelerini öldürmekten ziyade, bağışıklık sistemini güçlendirici regülatör gibi davranmaktadırlar (Xiao ve ark., 2020). Dahası radyasyona karşı koruyucu ve uyku ihtiyacını giderici aktif bileşenlere sahip değerli bir biyokaynaktır (Deepalakshmi ve Mirunalini, 2011).

Reishi Mantarının Besin Değerleri

G. lucidum, tıbbi özelliklerinin yanında önemli miktarda mineral ve besin değerlerine de sahiptir (Deepalakshmi ve Mirunalini, 2011). Bu değerler, doğada ve kùltür yetiştiriciliğinden elde edilme şekillerine göre değişiklik gösterse de temel olarak mantarın içerdiği besin değerleri şu şekilde özetlenebilir: yaklaşık olarak %60 glikoz, %16 protein, %7 lif, %1,5 yağ ve diğer bileşenler (Ogbe ve Obeka, 2013). Dahası, *G. lucidum* magnezyum, çinko, kadmiyum, demir, bakır ve germanyum açısından zengin bir kaynaktır ve bu özellikleri, mantarı besleyici ve mineral açısından değerli bir bileşen yapmaktadır (Deepalakshmi ve Mirunalini, 2011). *G. lucidum*'un tat spektrumu oldukça geniş olup, genel hatlarıyla değerlendirecek olursak sert ve acı bir mantar olması sebebi ile genellikle gıda takviyesi olarak diğer gıda maddeleri ile birlikte kullanılmaktadır (Çizelge 4) (Leskosek-Cukalovic ve ark., 2010; Ahmad ve ark., 2021).

Çizelge 4. Reishi mantarının tat spektrumu ve faydaları (Ahmad ve ark., 2021)

Çince/Japonca/Korece isimleri	Tat spektrumu	Organ ve sisteme faydası
zi-zhi, murasakishiba, ja-ji	Tatlı bir tadı vardır.	Deri ve göze faydalıdır.
Aoshiba, cheong-ji	Ekşi bir tadı vardır.	Karaciğer fonksiyonlarına faydalıdır.
Kishiba, hwang-ji	Tatlı bir tadı vardır.	Dalak için faydalıdır.
Shiroshiba, baek-ji	Acı bir tadı vardır.	Böbrek fonksiyonlarına faydalıdır.
Kuroshiba, jueak-ji	Tuzlu bir tadı vardır.	Akciğer fonksiyonlarına faydalıdır.
chi-zhi, akashiba	Buruk ve acı bir tadı vardır.	Hafıza için faydalıdır.

Mantar Yetiştiriciliği

Endüstri, modern dünyamızın vazgeçilmez unsurlarından biri haline gelmiştir (Ahmad ve ark., 2019). Bunun en önemli sebebi artan insan nüfusu ve artarak devam eden ihtiyaçlarının karşılanmasıdır (Gaur ve ark., 2020). Endüstriyel üretim gıda, enerji ve diğer tüketim malları gibi pek çok alanda hayati bir rol oynamaktadır (Sudarshan ve ark., 2023). Ancak endüstriyel üretimin sonucunda pek çok atık ürün ortaya çıkmaktadır (Çizelge 5) (Bharagava ve ark., 2020; Gaur ve ark., 2020). Endüstriyel atıklar doğal ekosistemleri ve genel çevre sağlığını olumsuz olarak etkilemektedir (Ahmad ve ark., 2019; Sudarshan ve ark., 2023). Bu bağlamda sıfır atık politikaları ve yeni geri dönüşüm sistemleri, sürdürülebilir bir gelecek için oldukça önemlidir (Lee ve

ark., 2020). Sıfır atık yaklaşımı atık ürünlerin daha işe yarar başka ürünlere dönüşerek yeniden kullanılması prensibine dayanır (Lee ve ark., 2020; Awasthi ve ark., 2021). Biyoloji ise bu süreçlerde kilit rol oynayan bir disiplindir (Sudarshan ve ark., 2023). Özellikle biyoremediyasyon, biyoteknoloji ve mikrobiyoloji alanındaki ilerlemeler, atıkların biyolojik organizmalar tarafından kullanılarak parçalanması ve yeniden kullanılması konusunda önemli bir katkı sağlanmaktadır (Shah ve ark., 2008; Ahmad ve ark., 2019; Gaur ve ark., 2020; Sudarshan ve ark., 2023).

Çizelge 5. Endüstriyel atıklar ve atık malzemeler

Endüstriyel atık tipi	Endüstriyel atıklar
Kimyasal atıklar (Doble ve Kumar, 2005; Ahmad ve ark., 2019; Sudarshan ve ark., 2023)	Boyalar, solventler, asitler, alkaliler, pestisit, herbisit vb.
Metal atıklar (Soliman ve Moustafa, 2020)	Ağır ve toksik metaller (Ag, Au, Hg, CN ⁻ , Ca, Pb vb.)
Plastik ve sentetik polimer atıklar (Shah ve ark., 2008; Sudarshan ve ark., 2023)	Poliüretan, polistiren, polivinil klorid, polietilen tereftalat, naylon, polikarbonat, politetrafloretilen vb.
Organik atıklar (Doble ve Kumar, 2005; Gaur ve ark., 2020)	Talaş atıkları, ağaç kabukları, kâğıt hamuru atıkları, bitki atıkları, hayvan gübreleri, çay posası, kahve telvesi, dallar ve budama atıkları, meyve kabukları, et ve balık işleme atıkları, bitkisel ve hayvansal yağlar vb.
Radyoaktif atıklar (Doble ve Kumar, 2005; Soliman ve Moustafa, 2020)	Nükleer santral atıkları, radyonüklitler

Petrol ve Petrol Türevi Atıklar (Bahadori, 2020)	Benzin ve dizel kalıntıları, tük yağlar vb.
İnşaat ve yapı malzemesi atıkları (Su, 2020; Manoharan ve ark., 2021)	Beton, asfalt, çimento, vernik, moloz, tuğla, ahşap ve diğer yapı malzemeleri
Elektronik atıklar (Makombe, 2022)	Pil ve aküler, devre kartları ve parçaları, neodyum mıknatıslar vb.

Doğada degradasyondan sorumlu yegâne canlı grupları funguslardır (Grinhut ve ark., 2007). Funguslar hemen hemen her organik atığı geri dönüştürebilir (Shah ve ark., 2016; Zhuo ve Fan, 2021; Stephenson ve Gall, 2022). Bu bağlamda mantar yetiştiriciliği dikkate değer bir öneme sahiptir (Vetter, 2019; Stephenson ve Gall, 2022). Mantarlar lignin, selülöz, hemiselülöz gibi doğada kolayca parçalanmayan organik materyalin geri dönüşümünde altın rol oynamaktadırlar (Goodell ve ark., 2020). Funguslar sadece biyodegradasyon süreçleri için değil aynı zamanda besin, mineral ve tıbbi önemleri dolayısıyla da yaygın olarak üretilmektedir (Chakravarty, 2011; Vetter, 2019). Bunlar arasında en yaygın üretilen türler; *Agaricus bisporus* başta olmak üzere, çeşitli *Pleurotus* türleri, *Lentinula edodes*, *Ganoderma lucidum* ve *Hericium* spp. türleridir (Vetter, 2019).

Reishi Mantarı Yetiştiriciliği

Reishi mantarları doğada oldukça nadir bulunmakta ve bu durum mantarın ticari olarak yetiştirilmesini zorunlu hale getirmektedir (Boh ve ark., 2007). İlk defa Çinli bir teknisyen spor ayrıştırma yöntemi ile ölümsüzlük mantarını yetiştirmiştir (Zhou ve ark., 2012). Tarımsal

bütün işletmelerde olduğu gibi mantar yetiştiriciliğinde de kaliteli ve yüksek ürün verebilen bir mantar türüyle çalışılması önemlidir: Bunun için son 20 yılda umut vadeden gelişmeler meydana gelmiştir (Zhou, 2017). Bu gelişmelerden bazıları; programlı mutasyon ile mevcut türün daha kaliteli olmasının sağlanması ya da çapraz melezleme ve transgenik ıslah gibi yöntemler ile aynı hedefe farklı yollardan ulaşmaya çalışılmıştır (Xu, 2021; Pradhan ve ark., 2024). Biyoteknolojinin gelişimi ile birlikte, protoplast füzyonu tekniği gibi mantar ıslahında önemli ilerlemeler rapor edilmiştir (Raman ve ark., 2022).

Mantar yetiştiriciliği, her ne kadar pahalı ekipmanlar veya geniş tarım alanları gerektirmese de mantarların büyüme süreci oldukça komplekstir ve bu durum, yeterli eğitimi olmayan pek çok üretici için olumsuz sonuçlar doğurmuştur (Chang ve Miles, 2004). Mantar yetiştirme alanlarının nemi, sıcaklığı, ışıklandırması ve havalandırması, mantarın ihtiyaçlarına uygun olarak kontrol edilmeli ve ayarlanmalıdır (Özdemir, 2010; Kurt ve ark., 2018).

Mantar yetiştiriciliğine başlarken dikkat edilmesi gereken noktalar

Mantar yetiştiriciliğine başlarken dikkat edilmesi gereken birkaç önemli nokta vardır (Hu ve ark., 2021; Nongthombam ve ark., 2021). Öncelikle, yetiştirilecek mantarın iyi tanınması ve yetiştiricinin bu konuda eğitim almış olması gerekmektedir (Suwannarach ve ark., 2022). Bu bilgi ve deneyim, yetiştirme sürecinin her aşamasında karşılaşılabilecek sorunların önlenmesinde ve çözümlenmesinde kritik

rol oynar (Gupta ve ark., 2022). Ayrıca, havalandırma, ısıtma, soğutma ve nem cihazlarının bakımı ve otomatik ayarlanması da büyük önem taşır. Bu cihazların doğru çalışması, mantarların optimum büyüme koşullarında yetişmesini sağlar (Naimuddin ve ark., 2021; Guan ve ark., 2023). Dahası, işletmenin elektrik kesintilerine karşı hazırlıklı olması, beklenmedik durumlarda üretimin aksamaması için gerekli bir önlemdir (Ariffin ve ark., 2020). Bu unsurların tümü, başarılı bir mantar yetiştiriciliği için dikkatle yönetilmelidir (Gupta ve ark., 2022).

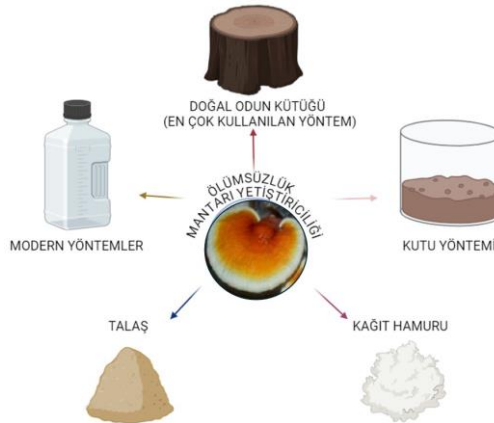
Ölümsüzlük mantarı genellikle misel ya da şapkalı formu için üretilmektedir (Campi ve ark., 2023). Son yıllarda, *Ganoderma* yetiştiriciliğinin büyük bir kısmı Avrupa, Malezya, Kuzey Amerika ve Singapur'da yapılmakla beraber Çin, Kore ve Japonya'da ekonomik olarak üretimini gerçekleştirmektedir (Singh ve ark., 2021).

Kompost hazırlama

Mantar yetiştiriciliğinin en temel adımlarından biri kompost hazırlama sürecidir (Suwannarach ve ark., 2022; Wang ve ark., 2021). Bu süreç, talaş, ağaç yongaları ve diğer organik materyallerin belli oranlarda karıştırılması ve hazırlanmasını içerir (Bijalwan ve ark., 2020). Mantarın ihtiyaçları düşünülerek kompostun besin değerlinin ayarlanması gerekmektedir ve eğer bu adım doğru bir şekilde gerçekleştirilmezse, ürün elde edilme zamanı gecikecektir (Suwannarach ve ark., 2022; Wang ve ark., 2021). Ek olarak hazırlanan kompostun steril olması ve başka bir mantar ya da bakteri tarafından kontamine olmaması mantar yetiştiriciliğinin en can alıcı noktalarından bir tanesidir (Chakraborty ve Archana, 2021; González ve ark., 2022).

Yetiştiricilerin büyük çoğunluğu mantar yetiştirme ortamı olan kompostu kendi hazırlarken, bir kısmı ise hazır kompost kullanmaktadırlar (Kurt ve ark., 2018).

Ganoderma lucidum yetiştirmek için uygun bir yetiştirme ortamı hazırlamak gerekmektedir (Oke ve ark., 2022, Şekil 6). Reishi mantarı lignin ve selülozu parçalayabilen, ağaç kabuğunda yetişen sert bir mantar türüdür (Elsacker ve ark., 2021). Bununla beraber, mantarın yetiştirilmesi için çeşitli kompost denemeleri uzun yıllar boyunca yapılmıştır. Bunlar arasında, çay posası, pamuk, talaş ve saman gibi birçok kompost kullanılmış (Bijalwan ve ark., 2020); ancak mantarın veriminin en yüksek olduğu kompost ortamı genellikle steril edilmiş veya steril edilmemiş odun kerestesi olmuştur (Du ve ark., 2019; Bijalwan ve ark., 2020; Berovic ve ark., 2022). Mantar yetiştirilirken, kalın kabuklu, sert, odun özü az, aromatik içerik yönünden fakir ve geniş kanallara sahip ağaçlar (şeftali, kayısı, meşe vb.) kullanılır (Du ve ark., 2019; Kumar, 2021).



Şekil 5. Ölümsüzlük mantarının yetiştirilme yöntemleri (Oke ve ark., 2022)

Reishi mantarları bitkisel atıklarda (kompost) ve kütüklerde olmak üzere iki farklı yetiştirme yöntemi kullanılarak üretilmektedir (Atila, 2020). Ticari işletmeler özellikle bitkisel atıkları küçük parçalar halinde öğütürerek, talaş kültürü denilen kompostlar içerisinde mantarları yetiştirmektedirler (Zimele ve ark., 2020). Talaş ortamı kullanılarak elde edilen kompostların kütük kültürüne göre daha avantajlı olmasının temel sebepleri, talaş kompostunda misel yayılma hızının daha yüksek olması ve kütüklerde bulunan mantar gelişimini engelleyen bileşiklerin bulunmamasıdır. (Bandaranayeke ve ark., 2012).

Reishi mantarlarının yetiştirilmesi için gerekli olan kompostların hazırlanması, diğer tarım alanlarında karşılaşılan karmaşıklık ve zorluklardan uzak olup, reçinesiz ağaç talaşı, buğday kepeği, kalsiyum sülfat (CaSO_4) ve melasın belirli oranlarda karıştırılması ile yapılabilen bir süreçtir (Ahmadifar ve ark., 2020): Bu yöntem, basit yapısı, ucuz malzeme ihtiyacı ve üretim verimliliği gibi avantajlar sunarken, özel malzemeler gerektirmesi, uzmanlık gereksinimi ve kalite kontrolü gibi dezavantajları da beraberinde getirir (Moore ve Chiu, 2001; Arya, 2007; Kalenius, 2022; Berovic ve Zhong, 2023) (Çizelge 6). Reishi mantarlarının yetiştirilmesi için hazırlanan kompost, su ile dolu, sızdırmaz kaplar içinde ve belirli bir sıcaklıkta sterilize edilebilmesine rağmen, bu işlem genellikle pastörizasyon odalarında veya laboratuvar koşullarında otoklavda gerçekleştirilir. Ancak, otoklav ve pastörizasyon odası bulunmayan hobi amaçlı yetiştiriciler, kendi tasarladıkları buhar veren sistemler ile bu işlemi kolay bir şekilde yapabilirler (Higgins ve ark., 2017; Ghimire ve ark., 2021; Nikšić ve ark., 2022). Bu yöntem,

zararlı mikroorganizmaların yok edilmesini sağlarken, kompostun içeriğindeki besin maddelerinin etkin bir şekilde kullanılmasına olanak tanır (Sánchez, 2010). Sterilizasyondan sonra kompost soğutulur ve mantar miseli ile aşılır (Mahari ve ark., 2020).

Çizelge 6. Mantar yetiştiriciliğinde kullanılacak kütüklerin hazırlanma süreci (Du ve ark., 2019)

1- Üretim yapılacak olan ağacın seçilmesi (meşe, dut, kavak vb. reçinesiz ağaçlar)
2- Kütüğün tam vaktinde kesilmesi (kıştan sonra, ilkbaharda filizlenmeden önce)
3- Kerestenin hazırlanması ve bağlanması (kabuğa zarar verilmeden dikkatlice bağlanır)
4- Kerestenin torbalanması (8-18 cm)

Kütük yöntemi kullanılarak da Reishi mantarları yetiştirilebilmektedir (Chanshorphea, 2019). Bu yöntemde ise belirli uzunluğa ve genişliğe sahip reçinesiz ağaçların kütükleri kullanılmaktadır (Chen, 1999). Kütüklere belirli aralıklarla 5 cm derinliğinde 2 cm genişliğinde matkap yardımıyla dikkatli bir şekilde delikler açılarak, miseller bu deliklere yerleştirilir ve delikler bal mumu ile kapatılır (Chen, 2002; Sukarno, ve ark., 2004). Misel aşılması yapılmış bu kütükler sıcaklığı 25°C'ye ve nemi de %70'e ayarlanmış odalarda yaklaşık 6 ay süre boyunca muhafaza edilir (Chen, 1999; Chanshorphea, 2019). Miseller kütükleri iyice sardıktan sonra seralarda tabanları toprakların içerisine gömülerek beklenir ve tekrar odaların sıcaklığı 25-30°C'ye ve nemi de %70-90 arasında olacak şekilde ayarlanır (Azizi ve ark., 2012; Chanshorphea, 2019).

Sterilizasyon

Mantar yetiştiriciliğinin kilit noktalarından biri de hazırlanan kompostun sterilizasyonudur (Gadade ve ark., 2021; González ve ark., 2022). Bu süreçte kompost veya diğer yetiştirme ortamları, zararlı veya istenmeyen mikroorganizmaların büyümesini engellemek amacıyla sterilize edilir (Gadade ve ark., 2021). Bu adım mantar miselyumunun sağlıklı bir şekilde gelişmesi için önemlidir (González ve ark., 2022). Steril edilen kompost malzemeleri torbalar içerisine konup, oda sıcaklığına soğuyuncaya kadar beklenir (Mirmazloum ve ark., 2021). Oda sıcaklığına gelen kompostların üzerine misellerin aşılması gerçekleştirilir (Raman ve ark., 2022).

Tohumluk misellerin elde edilmesi

Mantar miselinin elde edilmesi; mantarın vegetatif yapısı olarak kabul edilen miselyumun çeşitli tahıllar, talaş, kepek ve benzeri bir substrat üzerinde büyütülerek, daha sonra üretim ortamına ekilen formudur (Hadar ve Dosoretz, 1991; Khoo ve ark., 2020). Misel, mantarın filament benzeri yapıları olan hiflerin bir araya gelerek oluşturduğu ağsı bir yapıdır (Hadar ve Dosoretz, 1991). Bu yapı, toprak altında ya da üretim ortamında genişleyerek, mantarın beslenmesi ve gelişimi için gerekli olan enzimatik süreçleri sağlar (Khoo ve ark., 2020). Mantar yetiştiriciliğinin temel kısımlarından biri de yüksek verim, yüksek kontaminasyon direnci ve erişilebilir kaliteli misellerin elde edilmesidir (Borah ve ark., 2019). Bitki üretim tesislerinin merkezinde tohum varsa mantar yetiştiriciliğinin merkezinde ise tohumluk misel bulunmaktadır.

Tohumluk misellerin doğrudan elde edilmesi mümkün olmakla birlikte, mantar üreticisi saf bir şekilde elde ettiği miselleri hububat danelerine sardırarak suretiyle kendisi de üretebilir. Ancak, bu süreç belirli bir ön hazırlık gerektirir. Bu hazırlık süreci temel olarak üç ana aşamaya ayrılabilir: steril şartlar altında mantarın saf kültürünün hazırlanması, tahıl grubundan uygun (ekonomik, çevre şartlarına uygun vb.) materyalin seçilmesi ve son olarak misellerin yeterince büyümesidir (Borah ve ark., 2019).

Bununla beraber tohumluk miseller hazır olarak da satın alınabilir ya da yukarıda açıklandığı gibi iyi gelişmiş bir mantarın boyuna kesilerek; sap ve şapkasının birleştiği noktadan doku örneği veya sporlarının uygun besiyerine ekilmesiyle elde edilebilir (Borah ve ark., 2019; Yekini ve Egbontan, 2021). Baz hazırlama kısmı ise başta buğday, mısır vb. tahıllar kullanılarak sekonder misel üretim işlemlerini kapsamaktadır (Borah ve ark., 2019). Kısacası tohumluk misel üretimi; sterilizasyon, inokülasyon ve kuluçka aşamalarını içeren karmaşık bir süreçtir. Literatürde, *Ganoderma lucidum* sporlarının gelişmesi için genellikle ticari PDA (patates dekstroz agar) veya çeşitli içeriğe (%1 malt ekstraktı, %4 maya ekstraktı, %0.4 D-glikoz ve %2 agar) sahip besin ortamlarının kullanıldığı bilinmektedir (Wagner ve ark., 2003; Bijalwan ve ark., 2020; Berovic ve ark., 2022). Ancak, farklı besin ortamlarının kullanılması, mantarın içeriğinde farklı bileşenlerin oluşmasına neden olabilir (Ahmad ve ark., 2022). Besin ortamında geliştirilen miseller için optimum sıcaklık 26-30°C, pH 3-6, nem %80-90 arasında tutulmalıdır (Berovic ve ark., 2022; Azi ve ark., 2023).

Reishi mantarlarının yetiştirilmesinde üreticileri en çok zorlayan durumlardan bir tanesi de, misel kültürlerinin ve tohumluk misellerin elde edilmesidir. Bu zorluk göz önünde bulundurulduğunda, tohumluk miseller farklı firmalardan da temin edilebilir (De Escalante, 2023).

Büyüme ve gelişim evresi

G. lucidum'un tohumluk miselleri steril kompostlara ekilir ve miseller kompostun bütün yüzeyini kaplayana kadar 25°C'de bekletilir (Wagner ve ark., 2003). İnkübasyon süresi boyunca, belirli sıcaklık, nem ve havalandırma koşullarının sağlanması önemlidir (Ren ve ark., 2020). Uygun koşullar sağlanmışsa miselin kompostu kaplaması birkaç hafta sürebilir (Ueitele ve ark., 2014; Thaisuchat ve ark., 2023). Miseller tamamen geliştikten sonra, kompostların yüzeyinde mantarın çıkışını sağlamak için küçük kesikler atılır ve bu kesiklerden mantarların çıkması sağlanır (Bijalwan ve ark., 2021). Bu aşamada mantarların doğrudan güneş ışığına maruz kalması önlenmelidir (Zhou, 2017). Bununla birlikte, büyütme odasının sıcaklığı yaklaşık 25°C'ye, nemi %80'e ve aydınlatma ise günde yaklaşık 10-12 saat 1000 lux olacak şekilde ayarlanır (Zhou, 2017).

Diğer mantarlarda olduğu gibi, Reishi mantarlarının gelişimi için sıcaklık oldukça önemlidir. Sıcaklık isteklerine göre iki safha vardır (Chen, 2002; Bijalwan, ve ark., 2021). Bunlardan birincisi misel gelişme safhası, diğeri ise misellerin gelişip sap ve şapka oluşturduğu fruktifikasyon safhasıdır (Chen, 2002; Zhou, 2017). Misel gelişme safhasında en uygun sıcaklık 25-32°C, fruktifikasyon safhası için ise 27-32°C'dir (Yakupoglu, 2007). Eğer sıcaklık 30°C'nin üstüne veya

24°C'nin altına düşecek olursa misel sarım hızı yavaşlayacak ve verim düşecektir (Chanshorphea, 2019). Hücre oluşumu için gerekli bileşenlerden bir tanesi olan nem, biyolojik olayların meydana gelmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Ziyan ve ark., 2023). Mantarların üretildiği ortamlar olan kompostların nem içeriğinin yaklaşık %60 civarında olması, bununla birlikte mantarların gelişmesi sırasında yetiştirme odalarının nem içeriğinin ise yaklaşık %80-90 civarında olması gerekmektedir (Chen, 2002). Çok düşük nem içeriği büyümeyi durdurur ve dolayısıyla verim düşer (Yen ve ark., 2008). Aerobik (oksijenli solunum yapan) organizmalar olan mantarlar hayatları boyunca solunum yaptıklarından dolayı, temiz havaya gereksinim duymaktadırlar (Khalib ve ark., 2024). Kapalı ortamlar olan mantarhanelerde yetiştiricilik yaparken yetiştirme odalarının karbondioksit konsantrasyonları havalandırma yapılmadığı takdirde sürekli artacaktır (Subashini ve ark., 2024). Bunun için mantar yetiştirme odalarında karbondioksit miktarını ölçen cihazların olması elzemdir (Khalib ve ark., 2024). Ortamdaki karbondioksit miktarının belli standartların üstüne çıkması durumunda, mantarlarda deformasyon olacaktır (Goglio ve ark., 2024). Dolayısıyla mantarhanelerin düzenli olarak havalandırılması gerekmektedir (Subashini ve ark., 2024). Resihi mantarı yetiştiriciliğinde ışık önemli bir yer tutmaktadır (Derin ve Taşkın, 2014). Işık, misel gelişimi sırasında istenmezken, fruktifikasyon safhasında 8-12 saat arası ışığa ihtiyaç vardır (Cetin ve ark., 2024). Miseller tamamen karanlık bir ortamda daha iyi gelişirken,

fruktifikasyon safhasında yüksek ışığa maruz bırakılan mantarların gelişimleri yavaşlamaktadır (Hal ve ark., 2021).

Hasat

Ganoderma lucidum'un olgunlaşması, tohumluk misel ekiminden itibaren genellikle birkaç ay sürebilir (Bijalwan ve ark., 2021). Mantarlardaki kırmızımsı-kahverengi renkler ve karakteristik şapka, olgunlaştığının habercisidir (Şekil 7) (Chen, 2022). Hasat zamanı geldiğinde, mantarlar nazikçe komposttan alınır (Chen, 2022). Elde edilen ürünler, taze olarak kullanılabilir veya kurutulularak saklanabilir (Wachtel-Galor ve ark., 2012; Chen, 2022). Kurutma işlemi, düşük sıcaklıkta ve havalandırması olan bir ortamda gerçekleştirilir (Chen, 2022; Pradhan ve ark., 2024). Ayrıca, mantar toz haline getirilerek kapsül veya çay gibi yan ürünlerin yapımında da kullanılabilir (Bulam ve ark., 2019).



Şekil 6. Büyüyen *G. lucidum* (Oke ve ark., 2022)

Sonuç

Ùlkemizin ve dũnyanın hemen hemen her yerinde bilinen ve çeşitli amaçlar için kullanılan Reishi mantarının yetiştiriciliği gũn geçtikçe artmaktadır. Alternatif tıp alanında tıbbi mantar olarak birçok hastalığın tedavisi için ve ayrıca sağlıklı kişiler içinde kullanımının tavsiye edilmesi, Reishi mantarına olan ilgiyi artırmaktadır. Bu kitap bölümũ, *Ganoderma lucidum* olarak bilinen ölümsüzlük mantarının yetiştirilmesi ve kullanımıyla ilgilidir. Sunulan bilgilerin, mantar ve mantar yetiştiriciliği hakkında genel bir bilgi sunmakta, sürdürülebilir ekolojik uygulamalar, sıfır atık, sağlık ve gıda alanındaki faydaları üzerine odaklanan gelecek araştırmalara temel oluşturacağı düşünölmektedir. Gelecekte buna benzer çalışmaların yapılması, Reishi mantarının tam potansiyelini ve sürdürülebilir yetiştirme yöntemlerini ortaya çıkararak, daha sağlıklı ve çevre dostu bir gelecek için önemli bir adım olabilir.

KAYNAKLAR

- Ahmad, M. F., Ahmad, F. A., Hasan, N., Alsayegh, A. A., Hakami, O., Bantun, F., Tasneem, S., Alamier, W. M., Babalghith, A. O., Aldairi, A. F., Kambal, N., and Elbendary, E. Y. (2024). *Ganoderma lucidum*: Multifaceted mechanisms to combat diabetes through polysaccharides and triterpenoids: A comprehensive review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 268, 131644. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2024.131644
- Ahmad, M. F., Wahab, S., Ahmad, F. A., Ashraf, S. A., Abullais, S. S., and Saad, H. H. (2022). *Ganoderma lucidum*: A potential pleiotropic approach of ganoderic acids in health reinforcement and factors influencing their production. *Fungal Biology Reviews*, 39, 100–125. doi: 10.1016/j.fbr.2021.12.003
- Ahmad, R., Riaz, M., Khan, A., Aljamea, A., Algheryafi, M., Sewaket, D., and Alqathama, A. (2021). *Ganoderma lucidum* (Reishi) an edible mushroom; a comprehensive and critical review of its nutritional, cosmeceutical, mycochemical, pharmacological, clinical, and toxicological properties. *Phytotherapy Research*, 35(11), 6030–6062. doi: 10.1002/ptr.7215
- Ahmad, S. I., Ahmad, R., Khan, M. S., Kant, R., Shahid, S., Gautam, L., Hasan, G. M., and Hassan, M. I. (2020). Chitin and its derivatives: Structural properties and biomedical applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 164, 526–539. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.07.098
- Ahmad, T., Aadil, R. M., Ahmed, H., ur Rahman, U., Soares, B. C. V., Souza, S. L. Q., Pimentel, T. C., Scudino, H., Guimarães, J. T., Esmerino, E. A., Freitas, M. Q., Almada, R. B., Vendramel, S. M. R., Silva, M. C.,

- and Cruz, A. G. (2019). Treatment and utilization of dairy industrial waste: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 361–372. doi: 10.1016/j.tifs.2019.04.003
- Ahmadifar, S., Mohammadi Goltapeh, E., and Jahedi, A. (2020). Optimal method for production of mycelia biomass of *Ganoderma lucidum* in sugarcane molasses. *University of Yasouj Plant Pathology Science*, 9(1), 1–14. doi: 10.29252/pp.9.1.1
- Ahn, Y. J., Wang, L., Foster, S., and Asmis, R. (2020). Dietary 23-hydroxy ursolic acid protects against diet-induced weight gain and hyperglycemia by protecting monocytes and macrophages against nutrient stress-triggered reprogramming and dysfunction and preventing adipose tissue inflammation. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 86, 108483. doi: 10.1016/j.jnutbio.2020.108483
- Al-Gayyar, M. M., Al Youssef, A., Sherif, I. O., Shams, M. E. E., and Abbas, A. (2014). Protective effects of arjunolic acid against cardiac toxicity induced by oral sodium nitrite: effects on cytokine balance and apoptosis. *Life Sciences*, 111(1–2), 18–26. doi: 10.1016/j.lfs.2014.07.002
- Amobonye, A., Aruwa, C. E., Aransiola, S., Omame, J., Alabi, T. D., and Lalung, J. (2023). The potential of fungi in the bioremediation of pharmaceutically active compounds: a comprehensive review. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1207792. doi: 10.3389/fmicb.2023.1207792
- Anouhe, J. B. S., Niamké, F. B., Faustin, M., Virieux, D., Pirat, J. L., Adima, A. A., Kati-Coulibaly, S., and Amusant, N. (2018). The role of extractives in the natural durability of the heartwood of *Dicorynia guianensis* Amsh: new insights in antioxydant and antifungal

- properties. *Annals of Forest Science*, 75. doi: 10.1007/s13595-018-0691-0
- Ariffin, M. A. M., Ramli, M. I., Amin, M. N. M., Ismail, M., Zainol, Z., Ahmad, N. D., and Jamil, N. (2020, November). Automatic Climate Control for Mushroom Cultivation using IoT Approach. 2020 IEEE 10th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET), Shah Alam, Malaysia, 2020, pp. 123–128. doi: 10.1109/ICSET51301.2020.9265383
- Arya, C. (2007). Cultivation of Reishi mushroom (*Ganoderma lucidum* (Leyes) Karst). *Herbal Technology*, Scientific Pub., Jodhpur, pp. 69–76.
- Atila, F. (2020). Comparative study on the mycelial growth and yield of *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) Karst. on different lignocellulosic wastes. *Acta Ecologica Sinica*, 40(2), 153–157. doi: 10.1016/j.chnaes.2018.11.007
- Awasthi, A. K., Cheela, V. R. S., D'Adamo, I., Iacovidou, E., Islam, M. R., Johnson, M., Miller, T. R., Parajuly, K., Parchomenko, A., Radhakrishan, L., Zhao, M., Zhang, C., and Li, J. (2021). Zero waste approach towards a sustainable waste management. *Resources, Environment and Sustainability*, 3, 100014. doi: 10.1016/j.resenv.2021.100014
- Azi, F., Wang, Z., Chen, W., Lin, D., and Xu, P. (2023). Developing *Ganoderma lucidum* as a next-generation cell factory for food and nutraceuticals. *Trends in Biotechnology*, 42(2), 197–211. doi: 10.1016/j.tibtech.2023.07.008
- Aziz, T., Farid, A., Haq, F., Kiran, M., Ullah, A., Zhang, K., .Li, C., Ghazanfar, S., Sun, H., Ullah, R., Ali, A., Muzammal, M., Shah, M., Akhtar, N., Selim, S., Hagagy, N., Samy, M., and Al Jaouni, S. K.

- (2022). A review on the modification of cellulose and its applications. *Polymers*, 14(15), 3206. doi: 10.3390/polym14153206
- Azizi, M., Tavana, M., Farsi, M., and Oroojalian, F. (2012). Yield performance of Lingzhi or Reishi medicinal mushroom, *Ganoderma lucidum* (W. Curt.: Fr.) P. Karst. (higher Basidiomycetes), using different waste materials as substrates. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 14(5), 521–7. doi: 10.1615/intjmedmushr.v14.i5.110
- Bahadori, A. (2020). Waste management in the chemical and petroleum industries. John Wiley & Sons.
- Baktemur, G., Kara, E., Yazar, M., Soylu, M. K., and Taşkın, H. (2022). Use of different agricultural wastes in *Ganoderma carnosum* Pat. cultivation. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46(3), 352–358. doi: 10.55730/1300-011X.3008
- Bandaranayake, E. M. L. O. K., Rajapakse, P., and Weerakkody, N. S. (2012). Selection of suitable saw-dust as growing media for Reishi mushroom (*Ganoderma lucidum*) cultivation. Annual Academic Sessions 2012, University of Sri Lanka, ISSN 2012-9912.
- Bastos, R., Oliveira, P. G., Gaspar, V. M., Mano, J. F., Coimbra, M. A., and Coelho, E. (2022). Brewer's yeast polysaccharides—a review of their exquisite structural features and biomedical applications. *Carbohydrate Polymers*, 277, 118826. doi: 10.1016/j.carbpol.2021.118826
- Berovic, M., and Podgornik, B. B. (2019). Engineering aspects of lingzhi or reishi medicinal mushroom *Ganoderma lucidum* (Agaricomycetes) biomass submerged cultivation in bioreactors: A review. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 21(3), 253–265. doi: 10.1615/IntJMedMushrooms.2019030123

- Berovic, M., and Podgornik, B. B., and Gregori, A. (2022). Cultivation Technologies for Production of Medicinal Mushroom Biomass: Review. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 24(2), 1–22. doi: 10.1615/IntJMedMushrooms.2021042445
- Berovic, M., and Zhong, J. J. (2023). Advances in Production of Medicinal Mushrooms Biomass in Solid State and Submerged Bioreactors. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, 184, 125–161. doi: 10.1007/10_2022_208
- Bharagava, R. N., Saxena, G., and Mulla, S. I. (2020). Introduction to Industrial Wastes Containing Organic and Inorganic Pollutants and Bioremediation Approaches for Environmental Management. In: Saxena, G., Bharagava, R. (eds.). *Bioremediation of Industrial Waste for Environmental Safety*. Springer, Singapore. doi: 10.1007/978-981-13-1891-7_1
- Bijalwan, A., Bahuguna, K., Vasishth, A., Singh, A., Chaudhary, S., Tyagi, A., Thakur, M. P., Thakur, T. K., Dobriyal, M. JR., Kaushal, R., Singh, A., Maithani, N., Kumar, D., Kothari, G., and Chourasia, P. K. (2020). Insights of medicinal mushroom (*Ganoderma lucidum*): Prospects and Potential in India. *Biodiversity International Journal*, 4(5), 202–209.
- Bijalwan, A., Bahuguna, K., Vasishth, A., Singh, A., Chaudhary, S., Dongariyal, A., Thakur, T. K., Kaushik, S., Ansari, M. J., Alfarraj, S., Alharbi, S. A., Skalicky, M., and Brestic, M. (2021). Growth performance of *Ganoderma lucidum* using billet method in Garhwal Himalaya, India. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(5), 2709–2717. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.03.030

- Bildziukevich, U., Wimmerová, M., and Wimmer, Z. (2023). Saponins of selected triterpenoids as potential therapeutic agents: A review. *Pharmaceuticals*, 16(3), 386. doi: 10.3390/ph16030386
- Boh, B., Berovic, M., Zhang, J., and Zhi-Bin, L. (2007). *Ganoderma lucidum* and its pharmaceutically active compounds. *Biotechnology Annual Review*, 13, 265–301. doi: 10.1016/S1387-2656(07)13010-6
- Borah, T. R., Singh, A. R., Paul, P., Talang, H., Kumar, B., and Hazarika, S. (2019). Spawn production and mushroom cultivation technology. ICAR Research Complex for NEH Region, 46.
- Bozok, F., Veryer, K., and Özdal, M., (2023). Fungal Kingdom and Unveiling the Role of Fungi in Biotechnology. In: Özdal, M., Gürkök, S. (eds.). *Biotechnology in Action: Unveiling Nature's Potential*. Efe Academy, pp. 177–194.
- Buckley, M. (2008). The Fungal Kingdom: diverse and essential roles in earth's ecosystem: This report is based on a colloquium, sponsored by the American Academy of Microbiology, convened November 2–4, 2007 in Tucson, Arizona. Washington (DC): American Society for Microbiology; 2008. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559443/> doi: 10.1128/AAMCol.2Nov.2007
- Bulam, S., Üstün, N. Ş., and Pekşen, A. (2019). Health benefits of *Ganoderma lucidum* as a medicinal mushroom. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7, 84–93. doi: 10.24925/turjaf.v7isp1.84-93.2728
- Campi, M., Mancuello, C., Ferreira, F., Maubet, Y., Cristaldo, E., Gayoso, E., and Robledo, G. (2023). Does the Source Matter? Phenolic Compounds and Antioxidant Activity from Mycelium in Liquid Medium, Wild and Cultivated Fruiting Bodies of the Neotropical Species *Ganoderma*

- tuberculosis*. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 13(1), 6148–6148. doi: 10.55251/jmbfs.6148
- Cetin, M., Atila, F., Sen, F., and Yemen, S. (2024). The effect of different LED wavelengths used in the cultivation of *Pleurotus ostreatus* on quality parameters of the mushroom during the storage process. *Scientia Horticulturae*, 336, 113422. doi: 10.1016/j.scienta.2024.113422
- Chakraborty, B., and Archana, T. S. (2021). Diseases of mushrooms: A threat to the mushroom cultivation in India. *The Pharma Innovation Journal*, 10(12), 702–712.
- Chakraborty, I., Sen, I. K., Mondal, S., Rout, D., Bhanja, S. K., Maity, G. N., and Maity, P. (2019). Bioactive polysaccharides from natural sources: A review on the antitumor and immunomodulating activities. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 22, 101425. doi: 10.1016/j.bcab.2019.101425
- Chang, S. T. (2006). The world mushroom industry: Trends and technological development. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 8(4).
- Chang, S. T., and Miles, P. G. (2004). *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. 2nd ed. CRC Press.
- Chanshorphea, S. R. E. Y. (2019). Log and bag cultivation of Oyster (*Pleurotus ostreatus*) and Lingzhi (*Ganoderma lucidum*) mushrooms in Cambodia. *Cambodia Journal of Basic and Applied Research*, 1(2), 33–43. doi: 10.61945/cjbar.2019.1.2.2
- Chen, A. W. (1999). Cultivation of the medicinal mushroom *Ganoderma lucidum* (curt.: Fr.) P. Karst.(Reishi) in North America. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1(3), 263–282. doi: 10.1615/IntJMedMushrooms.v1.i3.90

- Chen, A. W. (2002). Natural log cultivation of the medicinal mushroom, *Ganoderma lucidum* (Reishi). *Mushroom Growers's Newsletter*, 3(9), 2–6.
- Chen, F. F., Wang, J. T., Zhang, L. X., Xing, S. F., Wang, Y. X., Wang, K., Deng, S. L., Zhang, J. Q., Tang, L., and Wu, H. S. (2017). Oleanolic acid derivative DKS26 exerts antidiabetic and hepatoprotective effects in diabetic mice and promotes glucagon-like peptide-1 secretion and expression in intestinal cells. *British Journal of Pharmacology*, 174(17), 2912–2928. doi: 10.1111/bph.13921
- Chouhan, R. (2024). Mycobial nanotechnology in bioremediation of wastewater. In *Microbiome-Based Decontamination of Environmental Pollutants*. Academic Press, pp. 167–177.
- Coelho, M. A., Bakkeren, G., Sun, S., Hood, M. E., and Giraud, T. (2017). Fungal sex: the Basidiomycota. *Microbiology Spectrum*, 5(3). doi:10.1128/microbiolspec.FUNK-0046-2016
- Consul, C., Beg, M. A., and Thakur, S. C. (2022). Terpenoids from *Centella asiatica*, a novel inhibitor against RNA-dependent-RNA polymerase activity of NSP12 of the SARS CoV-2 (COVID-19). *Indian Journal of Natural Products and Resources (IJNPR)*, 12(4), 527–537. doi: 10.56042/ijnpr.v12i4.43764
- Cox-Georgian, D., Ramadoss, N., Dona, C., and Basu, C. (2019). Therapeutic and medicinal uses of terpenes. *Medicinal Plants*, 333–359. doi: 10.1007/978-3-030-31269-5_15
- Cör Andrejč, D., Knez, Ž., and Knez Marevci, M. (2022). Antioxidant, antibacterial, antitumor, antifungal, antiviral, anti-inflammatory, and neuro-protective activity of *Ganoderma lucidum*: An overview.

- Frontiers in Pharmacology*, 13, 934982. doi: 10.3389/fphar.2022.934982
- Cör, D., Knez, Ž., and Knez Hrnčič, M. (2018). Antitumour, antimicrobial, antioxidant and antiacetylcholinesterase effect of *Ganoderma lucidum* terpenoids and polysaccharides: A review. *Molecules*, 23(3), 649. doi: 10.3390/molecules23030649
- Çulhaoğlu, B., Hatipoğlu, S. D., ve Topçu, G. (2012). Ursolik Asitin Potansiyel Antikolinesteraz Türevlerinin Yarı Sentezi. 26. Ulusal Kimya Kongresi, Muğla, Türkiye, 01 Ekim 2012, s.24.
- Dabhi, F. A. (2024). A Review on Medicinal Properties and Historical use of Reishi Mushroom. *Journal of Pharma Insights and Research*, 2(1), 037–041. doi: 10.5281/zenodo.10615529
- Darshani, P., Sen Sarma, S., Srivastava, A. K., Baishya, R., and Kumar, D. (2022). Anti-viral triterpenes: a review. *Phytochemistry Reviews*, 21(6), 1761–1842. doi: /10.1007/s11101-022-09808-1
- De Castro Leitão, M., de Albuquerque Vieira, H. L., Torres, F. A. G., Perez, A. L. A., Piva, L. C., Reis, V. C. B., and Coelho, C. M. (2024). Biotechnological applications of CRISPR-Cas systems in fungi. In *CRISPR-Cas System in Translational Biotechnology*. Academic Press, pp. 237–263.
- De Escalante, A. B. G. (2023). The development of an acoustic insulation solution using mushroom mycelium as an alternative to synthetic foams. Msc Thesis, Jönköping University, Jönköping, Sweden.
- Deepalakshmi, K., and Mirunalini, S. (2011). Therapeutic properties and current medical usage of medicinal mushroom: *Ganoderma lucidum*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2(8), 1922–1929. doi: 10.13040/IJPSR.0975-8232.

- Dell'Anno, F., Rastelli, E., Buschi, E., Barone, G., Beolchini, F., and Dell'Anno, A. (2022). Fungi can be more effective than bacteria for the bioremediation of marine sediments highly contaminated with heavy metals. *Microorganisms*, 10(5), 993. doi: 10.3390/microorganisms10050993
- Derin, G., ve Taşkın, H. (2014). Niğde İli için Alternatif Bir Gelir Kaynağı Ganoderma Mantarı Yetiştiriciliği. II. KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, Niğde, Türkiye, pp.132.
- Doble, M., and Kumar, A. (2005). Biotreatment of industrial effluents. Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-7506-7838-4.X5000-3
- Dong, Z., Xiao, Y., and Wu, H. (2021). Selenium accumulation, speciation, and its effect on nutritive value of *Flammulina velutipes* (Golden needle mushroom). *Food Chemistry*, 350, 128667. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128667
- Du, Y., Tian, L., Wang, Y., Li, Z., and Xu, Z. (2024). Chemodiversity, pharmacological activity, and biosynthesis of specialized metabolites from medicinal model fungi *Ganoderma lucidum*. *Chinese Medicine*, 19, 51. doi: 10.1186/s13020-024-00922-0
- Du, Z., Dong, C. H., Wang, K., and Yao, Y. J. (2019). Classification, biological characteristics and cultivations of *Ganoderma*. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1181, 15–58. doi: 10.1007/978-981-13-9867-4_2
- Duman, G., ve Sarper, F. (2023). Fonksiyonel Bir Gıda Olarak Yenilebilir Mantarlar: Mutfak Şeplerinin Kullanma ve Bilgi Durumlarının İncelenmesi. *Aydın Gastronomy*, 7(1), 43–56.

- Dwivedi, R. S. (2022). Vegetal Taste Modifiers. In *Alternative Sweet and Supersweet Principles: Natural Sweeteners and Plants*. Singapore: Springer Nature Singapore, pp. 621–707.
- El Sheikha, A. F. (2022). Nutritional profile and health benefits of *Ganoderma lucidum* “Lingzhi, Reishi, or Mannentake” as functional foods: Current scenario and future perspectives. *Foods*, *11*(7), 1030. doi: 10.3390/foods11071030
- Elsacker, E., Vandeloock, S., Damsin, B., Van Wylick, A., Peeters, E., and De Laet, L. (2021). Mechanical characteristics of bacterial cellulose-reinforced mycelium composite materials. *Fungal Biology and Biotechnology*, *8*, 1–14. doi: 10.1186/s40694-021-00125-4
- Ferreira, I. C., Heleno, S. A., Reis, F. S., Stojkovic, D., Queiroz, M. J. R., Vasconcelos, M. H., and Sokovic, M. (2015). Chemical features of *Ganoderma* polysaccharides with antioxidant, antitumor and antimicrobial activities. *Phytochemistry*, *114*, 38–55. doi: 10.1016/j.phytochem.2014.10.011
- Ferreira, J.A., Varjani, S. and Taherzadeh, M. J. A. (2020). Critical Review on the Ubiquitous Role of Filamentous Fungi in Pollution Mitigation. *Current Pollution Reports*, *6*, 295–309. doi: 10.1007/s40726-020-00156-2
- Fried, H. M. (1993). Review of The Secrets of Filamentous Fungi Unveiled by J. W. Bennett and L. L. Lasure. *American Scientist*, *81*(5), 480–482.
- Gadade, R. B., and Rathod, M. G. (2021). Sterilization and disinfection of agro-waste for mushroom cultivation. *Research Insights of Life Science Students*, Volume 3, pp. 710–711.
- Gajapriya, M., Selvaraj, J., Vishnpriya, V., Ponnulakshmi, R., Gayathri, R., Madhan, K., and Shyamaladevi, B. (2019). Hepatoprotective effect of

- lupeol is mediated through gluconeogenic enzymes: An experimental study. *Drug Invention Today*, 12(4).
- Galappaththi, M. C. A., Priyashantha, A. K. H., Patabendige, N. M., Stephenson, S. L., Hapuarachchi, K. K., and Karunarathna, S. C. (2024). Taxonomy, Phylogeny, and Beneficial Uses of *Ganoderma* (Ganodermataceae, Polyporales). In *Ganoderma*. CRC Press, pp. 1–18.
- Ganjoo, R., Sharma, S., Verma, C., Quraishi, M. A., and Kumar, A. (2023). Heteropolysaccharides in sustainable corrosion inhibition: 4E (Energy, Economy, Ecology, and Effectivity) dimensions. *International Journal of Biological Macromolecules*, 235, 123571. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2023.123571
- Gao, H., and Wu, H. (2022). Maslinic acid activates renal AMPK/SIRT1 signaling pathway and protects against diabetic nephropathy in mice. *BMC Endocrine Disorders*, 22(1), 25.
- Gao, J. J., Nakamura, N., Min, B. S., Hirakawa, A., Zuo, F., and Hattori, M. (2004). Quantitative determination of bitter principles in specimens of *Ganoderma lucidum* using high-performance liquid chromatography and its application to the evaluation of *Ganoderma* products. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 52(6), 688–95. doi: 10.1248/cpb.52.68
- Gao, X., Huo, H., Bao, H., Wang, J., and Gao, D. (2024). Changes of Active Substances in *Ganoderma lucidum* during Different Growth Periods and Analysis of Their Molecular Mechanism. *Molecules*, 29(11), 2591. doi: 10.3390/molecules29112591
- Gaur, V. K., Sharma, P., Sirohi, R., Awasthi, M. K., Dussap, C. G., and Pandey, A. (2020). Assessing the impact of industrial waste on environment and mitigation strategies: A comprehensive review.

- Journal of Hazardous Materials*, 398, 123019. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123019
- Ghimire, A., Pandey, K. R., Joshi, Y. R., and Subedi, S. (2021). Major fungal contaminants of mushrooms and their management. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 9(2), 80–93.
- Ghosh, S. (2020). Triterpenoids: Structural diversity, biosynthetic pathway, and bioactivity. *Studies in Natural Products Chemistry*, 67, 411–461. doi: 10.1016/B978-0-12-819483-6.00012-6
- Goglio, P., Ponsioen, T., Carrasco, J., Milenkovi, I., Kiwala, L., Van Mierlo, K., Helmes, R., Tei, F., Oosterkamp, E., and Pérez, M. (2024). An environmental assessment of *Agaricus bisporus* ((JE Lange) Imbach) mushroom production systems across Europe. *European Journal of Agronomy*, 155, 127108. doi: 10.1016/j.eja.2024.127108
- González, A. A. M., Zafra, L. M. C., Bordons, A., and Rodrãguez-Porrata, B. (2022). Pasteurization of agricultural substrates for edible mushroom production. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 12(1), 5729–5729. doi: 10.55251/jmbfs.5729
- Goodell, B., Winandy, J. E., and Morrell, J. (2020). Fungal Degradation of Wood: Emerging Data, New Insights and Changing Perceptions. *Coatings*, 10(12), 1210. doi: 10.3390/coatings10121210
- Gökmen, S. A., Ünal, K., Olgun, O., Sevim, B., and Sarmiento-García, A. (2024). Dietary supplementation with mushroom powder (*Agaricus bisporus*) on performance, carcass traits, meat quality, and bone biomechanical properties of quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Tropical Animal Health and Production*, 56(2), 79. doi: 10.1007/s11250-024-03920-4

- Grinhut, T., Hadar, Y., and Chen, Y. (2007). Degradation and transformation of humic substances by saprotrophic fungi: processes and mechanisms. *Fungal Biology Reviews*, 21(4), 179–189. doi:10.1016/j.fbr.2007.09.003
- Guan, J., Yan, H., Wu, Q., Lu, J., Liu, X., and Shang, W. (2023). Design and research of edible mushroom cultivation and preservation equipment based on temperature and humidity control system. *Reviews of Adhesion and Adhesives*, 11(3).
- Guo, M. Q., Hu, X., Wang, C., and Ai, L. (2017). Polysaccharides: Structure and Solubility. Solubility of Polysaccharides, Intech Open Science, pp. 8–21. doi: 10.5772/intechopen.71570
- Gupta, N., Mehta, M., and Singh, K. (2022). Benefits, challenges and opportunities in mushroom production: a review. *The Pharma Innovation Journal*, 11, 360–4.
- Gutiérrez-Rebolledo, G. A., Siordia-Reyes, A. G., Meckes-Fischer, M., and Jiménez-Arellanes, A. (2016). Hepatoprotective properties of oleanolic and ursolic acids in antitubercular drug-induced liver damage. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9(7):644–51. doi: 10.1016/j.apjtm.2016.05.015
- Güçlü, Z., ve Ertan, Ö. O. (2011). Atık Sulardan Ağır Metal İyonlarının Kaldırımında Alglerin Kullanımı. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(1), 19–23.
- Hadar, Y., and Dosoretz, C. G. (1991). Mushroom mycelium as a potential source of food flavour. *Trends in Food Science & Technology*, 2, 214–218. doi: 10.1016/0924-2244(91)90693-D
- Hal, Y. B., Yarar, M., Kara, E., Baktetur, G., ve Taşkın, H. (2021). Farklı Tarımsal Atıkların *Ganoderma lucidum* (Reishi mantarı)

- Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Enstitüsü*, 36(1), 275–288. doi: 10.36846/CJAFS.2021.55
- He, M. Q., Zhao, R. L., Liu, D. M., Denchev, T. T., Begerow, D., Yurkov, A., Kemler, M., Millanes, A. M., Wedin, M., McTaggar, A. R., Shivas, R. G., Buyck, B., Chen, J., Vizzini, A., Papp, V., Zmitrovich, V., Davoodian, N., and Hyde, K. D. (2022). Species diversity of Basidiomycota. *Fungal Diversity*, 114(1), 281–325. doi: 10.1007/s13225-021-00497-3
- Heise, N. V., Hoenke, S., Serbian, I., and Csuk, R. (2022). An improved partial synthesis of corosolic acid and its conversion to highly cytotoxic mitocans. *European Journal of Medicinal Chemistry Reports*, 6, 100073. doi: 10.1016/j.ejmcr.2022.100073
- Hibbett, D. S., Ohman, A., Glotzer, D., Nuhn, M., Kirk, P., and Nilsson, R. H. (2011). Progress in molecular and morphological taxon discovery in Fungi and options for formal classification of environmental sequences. *Fungal Biology Reviews*, 25(1), 38–47. doi: 10.1016/j.fbr.2011.01.001
- Higgins, C., Margot, H., Warnquist, S., Obeysekare, E., and Mehta, K. (2017). Mushroom cultivation in the developing world: A comparison of cultivation technologies. 2017 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC), IEEE, pp. 1–7.
- Hiroshihitoshe, M., Kin, I., and Hiroko, I. (1999). Research on effects of *Ganoderma lucidum* 'Reishi' and Japanese ume extract on hypersensitivity reaction.
- Hu, Y., Mortimer, P. E., Hyde, K. D., Kakumyan, P., and Thongklang, N. (2021). Mushroom cultivation for soil amendment and bioremediation.

- Circular Agricultural Systems*, 1(1), 1–14. doi: 10.48130/CAS-2021-0011
- Huang, X., Zuo, L., Lv, Y., Chen, C., Yang, Y., Xin, H., Li, Y., and Qian, Y. (2016). Asiatic acid attenuates myocardial ischemia/reperfusion injury via Akt/GSK-3 β /HIF-1 α signaling in rat H9c2 cardiomyocytes. *Molecules*, 21(9), 1248. doi: 10.3390/molecules21091248
- Hultberg, M., and Golovko, O. (2024). Use of sawdust for production of ligninolytic enzymes by white-rot fungi and pharmaceutical removal. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 47(4), 475–482. doi: 10.1007/s00449-024-02976-8
- Iftikhar, T., Majeed, H., Altaf, F., and Khalid, A. (2024). Upcycling of the industrial waste as a sustainable source of axenic fungal strain (*Aspergillus oryzae*) for scale up enzymatic production with kinetic analysis and Box–Behnken design application. *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, 238(1), 115–131. doi: 10.1515/zpch-2023-0311
- Islam, S., Bhuiyan, M. R., and Islam, M. N. (2017). Chitin and chitosan: structure, properties and applications in biomedical engineering. *Journal of Polymers and the Environment*, 25, 854–866. doi: 10.1007/s10924-016-0865-5
- Ji, R., Zha, X., and Zhou, S. (2024). Marine fungi: A prosperous source of novel bioactive natural products. *Current Medicinal Chemistry*. doi: 10.2174/0109298673266304231015070956.
- Jones, E., and Fell, J. (2012). 4 Basidiomycota. In: Jones, E., Pang, K. (eds.), *Marine Fungi* (pp. 49–64). Berlin, Boston: De Gruyter. doi: 10.1515/9783110264067.49

- Joshi, M., and Sagar, A. (2016). Culturing and spawning strategies for cultivation of *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 8(2), 326–328.
- Jung, M. J., Yoo, Y. C., Lee, K. B., Kim, J. B., and Song, K. S. (2004). Isolation of epi-oleanolic acid from Korean mistletoe and its apoptosis-inducing activity in tumor cells. *Archives of Pharmacal Research*, 27(8), 840–4. doi: 10.1007/BF02980176
- Kalenius, R. (2022). Mushroom cultivation in Temperate Agroforestry. Thesis, Swedish University, Sweden.
- Kamra, A., and Bhatt, A. B. (2013). First attempt of an organic cultivation of red *Ganoderma lucidum* under subtropical habitat and its economics. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(4), 0975–1491.
- Kanemoto, J. E. N., Ella, F. A., Woguia, A. L., Kanemoto, S. O., Boudjeko, T., Ngondi, J. L., and Njintang, N. Y. (2024). Heteroglycan of *Annona muricata* leaves: Extraction, characterization, modulation of the inflammatory response in raw 264.7 macrophages and peripheral Blood mononuclear cells. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 7, 100501. doi: 10.1016/j.carpta.2024.100501
- Kapoor, P., and Sharma, B. M. (2014). Studies on different growth parameters of *Ganoderma lucidum*. *International Journal of Science, Environment*, 3(4), 1515–1524.
- Khalib, Z. I. A., Ghazali, N. H., Elshaikh, M., Tai, W. J., Letchumanan, N., Azman, N. F. F., and Rodhi, M. N. Q. (2024). Design and analysis of small scale oyster mushroom cultivation. *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2898, No. 1). AIP Publishing.

- Khoo, S. C., Peng, W. X., Yang, Y., Ge, S. B., Soon, C. F., Ma, N. L., and Sonne, C. (2020). Development of formaldehyde-free bio-board produced from mushroom mycelium and substrate waste. *Journal of Hazardous Materials*, 400, 123296. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123296
- Kim, S. J., Cha, J. Y., Kang, H. S., Lee, J. H., Lee, J. Y., Park, J. H., Bae, J. H., Song, D. K., and Im, S. S. (2016). Corosolic acid ameliorates acute inflammation through inhibition of IRAK-1 phosphorylation in macrophages. *BMB Reports*, 49(5), 276–281. doi: 10.5483/BMBRep.2016.49.5.241
- Kirby, W. (1800). X. Observations upon certain Fungi, which are Parasitics of the Wheat. *Transactions of the Linnean Society of London*, 1, 112–125. doi: 10.1111/j.1096-3642.1800.tb00582.x
- Kishikawa, A., Amen, Y., and Shimizu, K. (2017). Anti-allergic triterpenes isolated from olive milled waste. *Cytotechnology*, 69(2), 307–315. doi: 10.1007/s10616-016-0058-z
- Klaus, A., and Wan, W. A. A. Q. I. (2024). *Ganoderma* in Traditional Culture. In *Ganoderma*. CRC Press, pp. 35–60.
- Kong, L., Li, S., Liao, Q., Zhang, Y., Sun, R., Zhu, X., Zhang, Q., Wang, J., Wu, X., and Zhu, Y. (2013). Oleanolic acid and ursolic acid: novel hepatitis C virus antivirals that inhibit NS5B activity. *Antiviral Research*, 98(1), 44–53. doi: 10.1016/j.antiviral.2013.02.003
- Kumar, M. (2021). Comparative study on cultivation of medicinal mushroom (*Ganoderma lucidum*) in different tree species of Garhwal Himalaya, India. PhD Thesis, VCSG Uttarakhand University of Horticulture and Forestry, India.

- Kurt, R., Can, A., ve Sivrikaya, H. (2018). Bartın ilinde kültür mantarı yetiştiriciliğinin mevcut durumu, sorunları ve bazı çözüm önerileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(2), 176–183.
- Lee, M. S., and Thuong, P. T. (2010). Stimulation of glucose uptake by triterpenoids from *Weigela subsessilis*. *Phytotherapy Research*, 24(1), 49–53. doi: 10.1002/ptr.2865
- Lee, R. P., Meyer, B., Huang, Q., and Voss, R. (2020). Sustainable waste management for zero waste cities in China: potential, challenges and opportunities. *Clean Energy*, 4(3), 169–201. doi: 10.1093/ce/zkaa013
- Lee, W., Yang, E. J., Ku, S. K., Song, K. S., and Bae, J. S. (2013). Anti-inflammatory effects of oleanolic acid on LPS-induced inflammation in vitro and in vivo. *Inflammation*, 36(1), 94–102. doi: 10.1007/s10753-012-9523-9
- Leskosek-Cukalovic, I., Despotovic, S., Lakic, N., Niksic, M., Nedovic, V., and Tesevic, V. (2010). *Ganoderma lucidum*—Medical mushroom as a raw material for beer with enhanced functional properties. *Food Research International*, 43(9), 2262–2269. doi: 10.1016/j.foodres.2010.07.014
- Levchenko, V. F., Kazansky, A. B., and Sabirov, M. A. (2018). Development of the Biosphere in the Context of Some Fundamental Inventions of Biological Evolution. *Evolutionary Physiology and Biochemistry: Advances and Perspectives*, 105, Intechopen. doi: 10.5772/intechopen.73297
- Li, D., Guo, Y. Y., Cen, X. F., Qiu, H. L., Chen, S., Zeng, X. F., Zeng, Q., Xu, M., and Tang, Q. Z. (2022). Lupeol protects against cardiac hypertrophy via TLR4-PI3K-Akt-NF- κ B pathways. *Acta*

- Pharmacologica Sinica*, 43(8), 1989–2002. doi: 10.1038/s41401-021-00820-3
- Liang, C., Tian, D., Liu, Y., Li, H., Zhu, J., Li, Xin, M., and Xia, J. (2019). Review of the molecular mechanisms of *Ganoderma lucidum* triterpenoids: Ganoderic acids A, C2, D, F, DM, X and Y. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 174, 130–141. doi: 10.1016/j.ejmech.2019.04.039
- Lim, J. G., Park, H. M., and Yoon, K. S. (2020). Analysis of saponin composition and comparison of the antioxidant activity of various parts of the quinoa plant (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Science & Nutrition*, 8(1), 694–702. doi: 10.1002/fsn3.1358
- Listiana, I., Fahda, N. M., Satitiningrum, Y., Oktafiani, R., and Kesumawardani, A. D. (2024). Identification of Macroscopic Fungi in the Gedong Wani Production Forest Area, South Lampung. *E3S Web of Conferences*, Vol. 482, p. 01011. EDP Sciences.
- Liu, D., Gong, J., Dai, W., Kang, X., Huang, Z., Zhang, H. M., Liu, W., Ma, J., Xia, Z., Chen, Y., Chen, Y., Wang, D., Ni, P., Guo, A. Y., and Xiong, X. (2012). The genome of *Ganoderma lucidum* provide insights into triterpene biosynthesis and wood degradation. *PloS One*, 7(5), e36146. doi: 10.1371/journal.pone.0036146
- Liu, H., Chen, T., Dong, C., and Pan, X. (2020). Biomedical applications of hemicellulose-based hydrogels. *Current Medicinal Chemistry*, 27(28), 4647–4659. doi: 10.2174/0929867327666200408115817
- Loe, M. W. C., Hao, E., Chen, M., Li, C., Lee, R. C. H., Zhu, I. X. Y., Teo, Z. Y., Chin, W. X., Hou, X., Deng, J. G., and Chu, J. J. H. (2020). Betulinic acid exhibits antiviral effects against dengue virus infection. *Antiviral Research*, 184, 104954. doi: 10.1016/j.antiviral.2020.104954

- Loyd, A. L., Richter, B. S., Jusino, M. A., Truong, C., Smith, M. E., Blanchette, R. A., and Smith, J. A. (2018). Identifying the “mushroom of immortality”: assessing the *Ganoderma* species composition in commercial Reishi products. *Frontiers in Microbiology*, *9*, 1557. doi: 10.3389/fmicb.2018.01557
- Mabou, F. D., and Yossa, I. B. N. (2021). TERPENES: Structural classification and biological activities. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, *16*, 2319–7676.
- Magnin, A., Hoornaert, L., Pollet, E., Laurichesse, S., Phalip, V., and Avérous, L. (2019). Isolation and characterization of different promising fungi for biological waste management of polyurethanes. *Microbial Biotechnology*, *12*(3), 544–555. doi: 10.1111/1751-7915.13346
- Mahapatra, S., and Banerjee, D. (2013). Fungal exopolysaccharide: production, composition and applications. *Microbiology Insights*, *6*, 1–16. doi: 10.4137/MBIS10957
- Mahari, W. A. W., Peng, W., Nam, W. L., Yang, H., Lee, X. Y., Lee, Y. K., Liew, R. K., Ma, N. L., Mohammad, A., Sonne, C., Le, Q. L., Show, P. L., Chen, W. H., and Lam, S. S. (2020). A review on valorization of oyster mushroom and waste generated in the mushroom cultivation industry. *Journal of Hazardous Materials*, *400*, 123156. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123156
- Mahmood, T. (1971). *Ganoderma lucidum*: a virulent incitant of basal stem rot, a malady of hardwoods in West Pakistan. *Plant. Dis. Rep.*, *55*, 1130–1131.
- Maity, P., Nandi, A. K., Pattanayak, M., Manna, D. K., Sen, I. K., Chakraborty, I., Bhanja, S. K., Sahoo, A. K., Gupta, N., and Islam, S. S. (2020). Structural characterization of a heteroglycan from an edible

- mushroom *Termitomyces heimii*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 151, 305–311. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.02.120
- Makombe, M. (2022). Spectroscopic determination of selected rare earth elements (lanthanum, neodymium and dysprosium) in electronic waste samples. PhD Thesis, Cape Peninsula University.
- Manoharan, E., Othman, N., Mohammad, R., Chelliapan, S., and Tobi, S. U. M. (2021). A review of hazardous compounds present in construction waste materials. *Environment and Ecology Research*, 9(5), 224–234. doi: 10.13189/eer.2021.090503
- Miletić, D., Turlo, J., Podsadni, P., Pantić, M., Nedović, V., Lević, S., and Nikšić, M. (2019). Selenium-enriched *Coriolus versicolor* mushroom biomass: potential novel food supplement with improved selenium bioavailability. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(11), 5122–5130. doi: 10.1002/jsfa.9756
- Mirmazloun, I., Ladányi, M., Omran, M., Papp, V., Ronkainen, V. P., Pónya, Z., Papp, I., Némedi, E., and Kiss, A. (2021). Co-encapsulation of probiotic *Lactobacillus acidophilus* and Reishi medicinal mushroom (*Ganoderma lingzhi*) extract in moist calcium alginate beads. *International Journal of Biological Macromolecules*, 192, 461–470. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.09.177
- Moore, D., and Chiu, S. W. (2001). Fungal products as food. Bio-exploitation of filamentous fungi. Fungal Diversity Press, Hong Kong, pp. 223–251.
- Moussian, B. (2019). Chitin: Structure, Chemistry and Biology. Yang, Q., Fukamizo, T. (eds.). Targeting Chitin-containing Organisms. Advances in Experimental Medicine and Biology—Vol 1142. Springer, Singapore.

- Mülazımoğulları, E., and Ceylan, F. (2023). Profit efficiency of mushroom cultivation in Antalya, Türkiye. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 36(2), 71–76. doi: 10.29136/mediterranean.1263967
- Naimuddin, D. S., Ujjainwala, H. K. A., Khobragade, S., Kausar, S., Sakhare, K., and Ejaz, A. P. S. (2021). A review on internet of things based humidifier for mushroom cultivation. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 8(3), 721–5.
- Nakajima, K., Tran Vo, T. M., and Adlin, N. (2024). Utilization of Multi-Ionic Interaction of Yumoto Hot Springs for Enhancing the Moisturizing Properties of Hyaluronic Acid Sodium Salt. *Polysaccharides*, 5(2), 100–111. doi: 10.3390/polysaccharides5020008
- Nguyen, H. N., Ullevig, S. L., Short, J. D., Wang, L., Ahn, Y. J., and Asmis, R. (2021). Ursolic acid and related analogues: triterpenoids with broad health benefits. *Antioxidants*, 10(8), 1161. doi: 10.3390/antiox10081161
- Nie, S., Cui, S. W., and Xie, M. (2017). *Bioactive Polysaccharides*. Academic Press, New York.
- Nikšić, M., Podgornik, B. B., and Berovic, M. (2022). Farming of Medicinal Mushrooms. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, pp. 29–76.
- Nongthombam, J., Kumar, A., Ladli, B. G. V. V. S. N., Madhushekhar, M., and Patidar, S. (2021). A review on study of growth and cultivation of oyster mushroom. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 22(5&6), 55–65.
- Ogbe, A. O., and Obeka, A. D. (2013). Proximate, mineral and anti-nutrient composition of wild *Ganoderma lucidum*: Implication on its utilization in poultry production. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 3(1), 161–166.

- Oke, M. A., Afolabi, F. J., Oyeleke, O. O., Kilani, T. A., Adeosun, A. R., Olanbiwoninu, A. A., and Adebayo, E. A. (2022). *Ganoderma lucidum*: Unutilized natural medicine and promising future solution to emerging diseases in Africa. *Frontiers in Pharmacology*, *13*, 952027. doi: 10.3389/fphar.2022.952027
- Oke, M. A., Afolabi, F. J., Oyeleke, O. O., Kilani, T. A., Adeosun, A. R., Olanbiwoninu, A. A., and Adebayo, E. A. (2022). *Ganoderma lucidum*: Unutilized natural medicine and promising future solution to emerging diseases in Africa. *Frontiers in Pharmacology*, *13*, 952027. doi: 10.3389/fphar.2022.952027
- Oliveira-Costa, J. F., Meira, C. S., Neves, M. V. G. D., Dos Reis, B. P. Z. C., and Soares, M. B. P. (2022). Anti-inflammatory activities of betulinic acid: a review. *Frontiers in Pharmacology*, *13*, 883857. doi: 10.3389/fphar.2022.883857
- Ooi, K. X., Poo, C. L., Subramaniam, M., Cordell, G. A., and Lim, Y. M. (2023). Maslinic acid exerts anticancer effects by targeting cancer hallmarks. *Phytomedicine*, *110*, 154631. doi: 10.1016/j.phymed.2022.154631
- Özdemir, C. (2010). Mantar Yetiştiriciliği. Samsun İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayın Şubesi, 1, 20.
- Öztürk, N., ve Kaya, E. E. (2022). Popüler mantarların besin değerleri ve sağlık üzerine etkileri. *Gıda*, *47*(4), 539–563. doi: 10.15237/gida.GD22027
- Pandey, V. V., Kumari, A., Kumar, M., Saxena, J., Kainthola, C., and Pandey, A. (2018). Mushroom cultivation: Substantial key to food security. *Journal of Applied and Natural Science*, *10*(4), 1325–1331. doi: 10.31018/jans.v10i4.1941

- Pradhan, P., De, J., and Acharya, K. (2024). Cultivation Strategies of *Ganoderma* or the Reishi Mushroom. In *Ganoderma*. CRC Press, pp. 19–34.
- Raffa, C. M., and Chiampo, F. (2021). Bioremediation of agricultural soils polluted with pesticides: A review. *Bioengineering*, 8(7), 92. doi: 10.3390/bioengineering8070092
- Raman, J., Jang, K. Y., Oh, Y. L., Oh, M., Im, J. H., Lakshmanan, H., and Kong, W. S. (2021). Interspecific hybridization between *Ganoderma lingzhi* and *G. applanatum* through protoplast fusion. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 37(7), 114. doi: 10.1007/s11274-021-03084-5
- Raman, J., Lakshmanan, H., Hyun-Jae, S., and Jang, K. Y. (2022). The Nutritional and Pharmacological Potential of Medicinal Mushroom “*Ganoderma lucidum* (Lingzhi or Reishi)”. *Biology, Cultivation and Applications of Mushrooms*. Singapore: Springer Singapore, pp. 161–183.
- Rao, J., Lv, Z., Chen, G., and Peng, F. (2023). Hemicellulose: Structure, chemical modification, and application. *Progress in Polymer Science*, 140, 101675. doi: 10.1016/j.progpolymsci.2023.101675
- Rehman, N. U., Ullah, S., Alam, T., Halim, S. A., Mohanta, T. K., Khan, A., Anwar, M. U., Csuk, R., Avula, S. K., and Al-Harrasi, A. (2023). Discovery of New Boswellic Acid Hybrid 1 H-1, 2, 3-Triazoles for Diabetic Management: In Vitro and In Silico Studies. *Pharmaceuticals*, 16(2), 229. doi: 10.3390/ph16020229
- Ren, X., Wang, J., Huang, L., Cheng, K., Zhang, M., and Yang, H. (2020). Comparative studies on bioactive compounds, ganoderic acid biosynthesis, and antioxidant activity of pileus and stipes of lingzhi or

- reishi medicinal mushroom, *Ganoderma lucidum* (Agaricomycetes) fruiting body at different growth stages. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 22(2), 133–144. doi: 10.1615/IntJMedMushrooms.2020033683
- Richter, C., Wittstein, K., Kirk, P. M., and Stadler, M. (2015). An assessment of the taxonomy and chemotaxonomy of *Ganoderma*. *Fungal Diversity*, 71, 1–15. doi: 10.1007/s13225-014-0313-6
- Ropartz, D., and Ralet, M. C. (2020). Pectin structure. Pectin: Technological and Physiological Properties, pp. 17–36. Springer Cham. doi: 10.1007/978-3-030-53421-9
- Rosa, F. M., Mota, T. F. M., Busso, C., de Arruda, P. V., Brito, P. E. M., Miranda, J. P. M., Trentin, A. B., Dekker, R. F. H., and da Cunha, M. A. A. (2024). Filamentous Fungi as Bioremediation Agents of Industrial Effluents: A Systematic Review. *Fermentation*, 10(3), 143. doi: 10.3390/fermentation10030143
- Rosmiza, M. Z., Davies, W. P., Aznie, R. C., Jabil, M., and Mazdi, M. (2016). Prospects for increasing commercial mushroom production in Malaysia: challenges and opportunities. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 7(1), 406–415.
- Royse, D. J., Baars, J., and Tan, Q. (2017). Current overview of mushroom production in the world. Diego, C. Z., Pardo-Giménez, A. (eds.). *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*, pp. 5–13. doi: 10.1002/9781119149446.ch2
- Ruzicka, L. (1953). The isoprene rule and the biogenesis of terpenic compounds. *Experientia*, 9(10), 357–367. doi: 10.1007/BF02167631
- Sahu, A., Manna, M. C., Bhattacharjya, S., Thakur, J. K., Mandal, A., Rahman, M. M., Singh, U. B., Bhargav, V. K., Srivastava, S., Patra, A.

- K., and Khanna, S. S. (2019). Thermophilic ligno-cellulolytic fungi: The future of efficient and rapid bio-waste management. *Journal of Environmental Management*, 244, 144–153. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.04.015
- Saleem, M. (2009). Lupeol, a novel anti-inflammatory and anti-cancer dietary triterpene. *Cancer Letters*, 285(2), 109–115. doi: 10.1016/j.canlet.2009.04.03
- Sánchez, C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85, 1321–1337. doi: 10.1007/s00253-009-2343-7
- Sanodiya, B. S., Thakur, G. S., Baghel, R. K., Prasad, G. B. K. S., and Bisen, P. S. (2009). *Ganoderma lucidum*: a potent pharmacological macrofungus. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 10(8), 717–742. doi: 10.2174/138920109789978757
- Satitsri, S., and Muanprasat, C. (2020). Chitin and chitosan derivatives as biomaterial resources for biological and biomedical applications. *Molecules*, 25(24), 5961. doi: 10.2174/138920109789978757
- Senthil, S., Sridevi, M., and Pugalendi, K. V. (2007). Protective effect of ursolic acid against myocardial ischemia induced by isoproterenol in rats. *Toxicology Mechanisms and Methods*, 17(1), 57–65. doi: 10.1080/15376510600822649
- Sevim, B. (2020). *Momordica charantia* bitkisinin içerdiği triterpenlerin vaskülarizasyonda görevli proteinlerle etkileşimlerinin in silico olarak değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik.

- Shah, A. A., Hasan, F., Hameed, A., and Ahmed, S. (2008). Biological degradation of plastics: a comprehensive review. *Biotechnology Advances*, 26(3), 246–265. doi: 10.1016/j.biotechadv.2007.12.005
- Shah, F., Nicolás, C., Bentzer, J., Ellström, M., Smits, M., Rineau, F., Canbäck, B., Floudas, D., Carleer, R., Lackner, G., Braesel, J., Hoffmeister, D., Henrissat, B., Ahrén, D., Johansson, T., Hibbett, D. S., Martin, F., Persson, P., and Tunlid, A. (2016). Ectomycorrhizal fungi decompose soil organic matter using oxidative mechanisms adapted from saprotrophic ancestors. *New Phytologist*, 209(4), 1705–1719. doi: 10.1111/nph.13722
- Shukla, S. K., Sharma, S. B., Singh, U. R., Ahmad, S., and Dwivedi, S. (2015). *Terminalia arjuna* (Roxb.) Wight & Arn. augments cardioprotection via antioxidant and antiapoptotic cascade in isoproterenol induced cardiotoxicity in rats. *Indian Journal of Experimental Biology*, 53(12), 810–8.
- Silvestre, G. F. G., de Lucena, R. P., and da Silva Alves, H. (2022). Cucurbitacins and the immune system: update in research on anti-inflammatory, antioxidant, and immunomodulatory mechanisms. *Current Medicinal Chemistry*, 29(21), 3774–3789. doi: 10.2174/0929867329666220107153253
- Simsek, M., Asiyanbi-Hammed, T. T., Rasaq, N., and Hammed, A. M. (2023). Progress in Bioactive Polysaccharide-Derivatives: A Review. *Food Reviews International*, 39(3), 1612–1627. doi:10.1080/87559129.2021.1935998
- Singh, C., Pathak, P., Chaudhary, N., Rathi, A., and Vyas, D. (2021). *Ganoderma lucidum*: cultivation and production of ganoderic and

- lucidenic acid. *Recent Trends in Mushroom Biology*. Global Books Organisation: Delhi, India.
- Soliman, N. K., and Moustafa, A. F. (2020). Industrial solid waste for heavy metals adsorption features and challenges; a review. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(5), 10235–10253. doi: 10.1016/j.jmrt.2020.07.045
- Soltane, R., Chrouda, A., Mostafa, A., Al-Karmalawy, A. A., Chouaïb, K., Dhahri, A., Pashameah, R. A., Alasiri, A., Kutkat, O., Shehata, M., Jannet, H. B., Gharb, J., and Ali, M. A. (2021). Strong inhibitory activity and action modes of synthetic maslinic acid derivative on highly pathogenic coronaviruses: COVID-19 drug candidate. *Pathogens*, 10(5), 623. doi: 10.3390/pathogens10050623
- Sommano, S. R., Chittasupho, C., Ruksiriwanich, W., and Jantrawut, P. (2020). The cannabis terpenes. *Molecules*, 25(24), 5792. doi: 10.3390/molecules25245792
- Sonar, M. P., and Rathod, V. K. (2020). Extraction of type II antidiabetic compound corosolic acid from *Lagerstroemia speciosa* by batch extraction and three phase partitioning. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 27, 101694. doi: 10.1016/j.bcab.2020.101694
- Stephenson, S., and Gall, I. E. (2022). The kingdom fungi. *Mycoagroecology*. Boca Raton: CRC Press, pp. 35–49. doi: 10.1201/9780429320415
- Su, Y. (2020). Multi-agent evolutionary game in the recycling utilization of construction waste. *Science of the Total Environment*, 738, 139826. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139826
- Subashini, P., Lavanya, D. L., Krishnaveni, M., Nisha, M. K., Narmadha, V., Abinaya, H., and Devi, E. G. (2024). A dynamic controlled environment model for sustainable mushroom cultivation by using

- machine learning methods. AIP Conference Proceedings, Vol. 3168, No 1, AIP Publishing.
- Sudarshan, S., Harikrishnan, S., RathiBhuvaneswari, G., Alamelu, V., Aanand, S., Rajasekar, A., and Govarthanan, M. (2023). Impact of textile dyes on human health and bioremediation of textile industry effluent using microorganisms: current status and future prospects. *Journal of Applied Microbiology*, 134(2), 1xac064. doi: 10.1093/jambio/1xac064
- Sukarno, N., Aini, A. A., Sumarna, V., Rohaeti, E., and Darusman, L. K. (2004). Development of *Ganoderma lucidum* on soft and hard wood logs and determination of organic germanium and ganoderic acid content of the fruiting body produced. *Journal of Mushroom*, 2(3), 157–162.
- Suwannarach, N., Kumla, J., Zhao, Y., and Kakumyan, P. (2022). Impact of cultivation substrate and microbial community on improving mushroom productivity: A review. *Biology*, 11(4), 569. doi: 10.3390/biology11040569
- Tang, L. X., He, R. H., Yang, G., Tan, J. J., Zhou, L., Meng, X. M., Huang, X. R., and Lan, H. Y. (2012). Asiatic acid inhibits liver fibrosis by blocking TGF-beta/Smad signaling in vivo and in vitro. *PloS One*, 7(2), e31350. doi: 10.1371/journal.pone.0031350
- Tang, S., Fang, C., Liu, Y., Tang, L., and Xu, Y. (2022). Anti-obesity and anti-diabetic effect of ursolic acid against streptozotocin/high fat induced obese in diabetic rats. *Journal of Oleo Science*, 71(2), 289–300. doi: 10.5650/jos.ess21258
- Thaisuchat, H., Karuehanon, W., Boonkorn, P., Meesumlee, J., Malai, S., and Ruttanateerawichien, K. (2023). Bamboo waste recycling using

- Dictyophora indusiata* mycelia cultivation. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 12(4).
- Tran, Q. L., Adnyana, I. K., Tezuka, Y., Nagaoka, T., Tran, Q. K., and Kadota, S. (2001). Triterpene Saponins from Vietnamese Ginseng (*Panax vietnamensis*) and Their Hepatocytoprotective Activity. *Journal of Natural Products*, 64(4), 456–461. doi: 10.1021/np000393f
- Trivedi, S., Patel, K., Belgamwar, V., and Wadher, K. (2022). Functional polysaccharide lentinan: Role in anti-cancer therapies and management of carcinomas. *Pharmacological Research-Modern Chinese Medicine*, 2, 100045. doi: 10.1016/j.prmcm.2022.100045
- Tsurkan, M. V., Voronkina, A., Khrunyk, Y., Wysokowski, M., Petrenko, I., and Ehrlich, H. (2021). Progress in chitin analytics. *Carbohydrate Polymers*, 252, 117204. doi: 10.1016/j.carbpol.2020.117204
- Ueitele, I. S., Chimwamurombe, P. M., and Kadhila-Muandingi, N. P. (2014). Optimization of indigenous *Ganoderma lucidum*. *International Science and Technology Journal of Namibia*, 3(1), 035–041.
- Usman, A., Zia, K. M., Zuber, M., Tabasum, S., Rehman, S., and Zia, F. (2016). Chitin and chitosan based polyurethanes: A review of recent advances and prospective biomedical applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 86, 630–645. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2016.02.004
- Vaksmaa, A., Guerrero-Cruz, S., Ghosh, P., Zeghal, E., Hernando-Morales, V., and Niemann, H. (2023). Role of fungi in bioremediation of emerging pollutants. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1070905. doi: 10.3389/fmars.2023.1070905
- Vetter, J. (2019). Biological values of cultivated mushrooms—A review. *Acta Alimentaria*, 48(2), 229–240. doi: 10.1556/066.2019.48.2.11

- Wachtel-Galor, S., Yuen, J., Buswell, J. A., and Benzie, I. F. (2012). *Ganoderma lucidum* (Lingzhi or Reishi): a medicinal mushroom. Benzie, I. F. F., Wachtel-Galor, S. (eds). *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*. 2nd edition. CRC Press/Taylor & Francis.
- Wagner, R., Mitchell, D. A., Lanzi Sasaki, G. L., de Almeida Amazonas, M. A. L., and Berovič, M. (2003). Current techniques for the cultivation of *Ganoderma lucidum* for the production of biomass, ganoderic acid and polysaccharides. *Food Technology and Biotechnology*, 41(4), 371–382.
- Wang, P., Feng, X., Lv, Z., Liu, J., Teng, Q., Chen, T., and Liu, Q. (2024). Temporal dynamics of lignin degradation in *Quercus acutissima* sawdust during *Ganoderma lucidum* cultivation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 268, 131686. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2024.131686
- Wang, Q., Juan, J., Xiao, T., Zhang, J., Chen, H., Song, X., Chen, M., and Huang, J. (2021). The physical structure of compost and C and N utilization during composting and mushroom growth in *Agaricus bisporus* cultivation with rice, wheat, and reed straw-based composts. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105, 3811–3823. doi: 10.1007/s00253-021-11284-0
- Wang, W., Tan, J., Nima, L., Sang, Y., Cai, X., and Xue, H. (2022). Polysaccharides from fungi: A review on their extraction, purification, structural features, and biological activities. *Food Chemistry X*, 15, 100414. doi: 10.1016/j.fochx.2022.100414
- Whiteman, M. (2021). Fungi Umwelt. CR: *The New Centennial Review*, 21(3), 225–243.

- Whittaker, R. H. (1957). The kingdoms of the living world. *Ecology*, 38(3), 536–538.
- Wijayawardene, N. N., Phillips, A. J., Pereira, D. S., Dai, D. Q., Aptroot, A., Monteiro, J. S., Druzhinina, I. S., Cai, F., Fan, X., Selbmann, L., Coleine, C., Castañeda-Ruiz, R. F., Kukwa, M., Flakus, A., Fiuza, P. O., Kirk, P. M., Rajesh Kumar, K. C., Ieperuma Arachchi, I. S., Suwannarach, N., Tang, L. Z., Boekhout, T., Tan, C. S., Jayasinghe, R. P. P. K., and Thines, M. (2022). Forecasting the number of species of asexually reproducing fungi (Ascomycota and Basidiomycota). *Fungal Diversity*, 114(1), 463–490. doi: 10.1007/s13225-022-00500-5
- Xiang, Z., Tang, N., Jin, X., and Gao, W. (2022). Fabrications and applications of hemicellulose-based bio-adsorbents. *Carbohydrate Polymers*, 278, 118945. doi: 10.1016/j.carbpol.2021.118945
- Xiao, Z., Zhou, W., and Zhang, Y. (2020). Fungal polysaccharides. *Advances in Pharmacology*, 87, 277–299. doi: 10.1016/bs.apha.2019.08.003
- Xu, J. W. (2021). Genetic transformation system. In *The Lingzhi Mushroom Genome*. Cham: Springer International Publishing, pp. 165–176.
- Yakupoğlu, G. (2007). Farklı yetiştirme ortamlarının *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst. mantarının verim ve kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Yang, X., Li, A., Li, X., Sun, L., and Guo, Y. (2020). An overview of classifications, properties of food polysaccharides and their links to applications in improving food textures. *Trends in Food Science & Technology*, 102, 1–15. doi: 10.1016/j.tifs.2020.05.020
- Yekini, B. A., and Egbontan, A. O. (2021). Mushroom farming (Economic mycology). *Agricultural Technology for Colleges*, 622.

- Yen, F., Taşkın, H., Kurt, ř., ve Büyùkalaca, S. (2008). Farklı Yetiştirme Ortamlarının Farklı *Ganoderma lucidum* Suşlarında Verime Etkisi. Türkiye VIII. Yemeklik Mantar Kongresi, Kocaeli, 15–17 Ekim 2008, ss. 124–128.
- Yılmaz, K. (2007). *Ganoderma* cinsi Basidiomycetlerde misel kitesinin optimal geliştiği sıvı ve katı besi yerlerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yin, R., Li, T., Tian, J. X., Xi, P., and Liu, R. H. (2018). Ursolic acid, a potential anticancer compound for breast cancer therapy. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(4), 568–574. doi: 10.1080/10408398.2016.1203755
- Zahuri, A. A., Wan Mohtar, W. H. M., Hanafiah, Z. M., Abdul Patah, M. F., Show, P. L., Gafforov, Y., and Wan-Mohtar, W. A. A. Q. I. (2024). Mycoremediation of Industrial Textile Wastewater Using *Ganoderma lucidum* Pellets and Activated Dolomite in Batch Bioreactor. *Molecular Biotechnology*. doi: 10.1007/s12033-023-01035-z
- Zhang, R., Cen, Q., Hu, W., Chen, H., Hui, F., Li, J., Zeng, X., and Qin, L. (2024). Metabolite profiling, antioxidant and anti-glycemic activities of Tartary buckwheat processed by solid-state fermentation (SSF) with *Ganoderma lucidum*. *Food Chemistry X*, 22, 101376. doi: 10.1016/j.fochx.2024.101376
- Zhao, M., Wu, F., Tang, Z., Yang, X., Liu, Y., Wang, F., and Chen, B. (2023). Anti-inflammatory and antioxidant activity of ursolic acid: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Pharmacology*, 14, 1256946. doi: 10.3389/fphar.2023.1256946
- Zhao, S., Gao, Q., Rong, C., Wang, S., Zhao, Z., Liu, Y., and Xu, J. (2020). Immunomodulatory effects of edible and medicinal mushrooms and

- their bioactive immunoregulatory products. *Journal of Fungi*, 6(4), 269. doi: 10.3390/jof6040269
- Zhou, X. W. (2017). Cultivation of *Ganoderma lucidum*. In Diego, Z. D., Pardo-Giménez, A. (eds.). *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*, pp. 385–413. doi: 10.1002/9781119149446.ch18
- Zhou, X. W., Su, K. Q., and Zhang, Y. M. (2012). Applied modern biotechnology for cultivation of *Ganoderma* and development of their products. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 93, 941–963. doi: 10.1007/s00253-011-3780-7
- Zhuo, R., and Fan, F. (2021). A comprehensive insight into the application of white rot fungi and their lignocellulolytic enzymes in the removal of organic pollutants. *Science of the Total Environment*, 778, 146132. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.146132
- Zimele, Z., Irbe, I., Grinins, J., Bikovens, O., Verovkins, A., and Bajare, D. (2020). Novel mycelium-based biocomposites (Mbb) as building materials. *Journal of Renewable Materials*, 8(9), 1067–1076. doi:10.32604/jrm.2020.09646
- Ziyan, L., Lingping, N., and Exploring X. G. (2023). The experimental teaching of high school biology based on the concept of life-The experimental design of "Observing the mitosis of tissue cells in the root tip meristem" as an example. *International Journal of Education and Research*, 11(6), 33-40.

BÖLÜM 10

TRÜF MANTARLARININ ÜRETİM SÜRECİ: SIFIR NOKTASINDAN HASADA KADAR TEKNİK REHBER

Dr. İsmail ŞEN¹

¹ Forest Science and Technology Centre of Catalonia (CTFC), Solsona, Spain
(İspanya) ismail.sen@ctfc.cat ORCID NO: 0000-0001-5760-5535

GİRİŞ

Trüf mantarları sahip oldukları eşsiz aromaları nedeniyle gastronomik açıdan oldukça değerlidir ve bu nedenle, dünyanın en popüler mantarları arasındadır. Günümüzde özellikle sosyal medyanın da etkisiyle trüflere olan ilginin her geçen gün artmasına rağmen, trüf mantarlarının popülaritesi yeni değildir. Trüfler, MÖ 1600'lü yıllarda "Toprağın Gizemli Ürünü" olarak tanımlanmış, sonraki yıllarda ise "Tanrıların Yiyeceği" olarak isimlendirilirken (Hall ve ark., 2007), günümüzde "Mutfağın Kara Elması" olarak bilinmektedir (Bonet ve ark., 2009). Yüzyıllardır yoğun ilgi gören trüf mantarlarıyla ilgili geçmişte birçok folklorik inanış bulunmaktadır ve çeşitli hikayelerle mistik özellikler atfedilmektedir. Bu nedenle, "trüf mantarı" denildiğinde herkes için farklı bir anlam ifade etmektedir (Bonito ve Smith, 2016) ve insanlar trüflerin aromasını ilk defa keşfettiklerinde bu eşsiz mantarlarla kendi bağlarını oluşturmaktadır. Yüzyıllardır süregelen bu bağlantı ile insanlar doğayı takip ederek trüfleri avlamış ve tüketmiştir. Özellikle, Avrupa'da trüflerin tüketilmesiyle birlikte bir gastronomi kültürü oluşarak günümüze kadar evrilerek gelmiştir. Günümüzde ise, trüf mantarı çevresinde oluşan bu kültür bir yaşam tarzı haline gelerek dünyanın her yerinde ilgi gören bir sektörün parçası olarak karşımıza çıkmaktadır.

Trüflerin doğadan toplanmasındaki zorluklar ve verimliliğinin gün geçtikçe azalmasıyla birlikte 1800'lü yıllarda trüf mantarı tarımı başlamıştır. Yapılan bilimsel çalışmaların ışığında trüf mantarı tarımı modernize edilerek marjinal tarım arazilerinde yüksek katma değere sahip bir tarımsal alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır (Bonet ve ark., 2009). Trüflerin yüksek ekonomik ve gastronomik değeri

nedeniyle tarımı üzerine birçok araştırma ve uygulama yapılmasına rağmen ülkemizde bu sektör yeni kurulmaktadır. Bu nedenle, trüf mantarı tarımının teknik detayları tartışılarak bu konuda yatırım yapmak isteyen yatırımcılara yol gösterilmesi amaçlanmaktadır. Fakat, trüf tarımını anlamak için öncelikle trüfün hayat döngüsü ve ekolojik özelliklerinin anlaşılması tarımsal uygulamaların başarıya ulaşmasında kritik öneme sahiptir.

TRÜF NEDİR?

Trüfler, tamamı veya bir bölümü toprağa gömülü, sporlarını kapalı bir doku içinde geliştiren ve patates benzeri bir fruktifikasyon üreten mantarlar grubudur (Bonito ve Smith, 2016). Bu mantar grubu bazı yazarlar tarafından “hypogeous funguslar” olarak değerlendirilmektedir. Bir mikolojik terim olan “hypogeous” toprak altında yetişen anlamındadır (Ulloa ve Hanlin, 2006) ve hayat döngülerini toprak altında tamamlayan mantarları ifade etmektedir. Buna göre, toprak altında hayat döngüsünü tamamlayan Zygomycotina, Ascomycotina ve Basidiomycotina üyesi mantarlar trüf olarak ifade edilmektedir (Şekil 1, Pegler ve ark., 1993). Fakat genellikle Ascomycetes üyesi trüf mantarları “gerçek trüf” olarak değerlendirilirken diğer trüfler “yalancı trüf” olarak ifade edilmektedir (Bonito ve Smith, 2016). Bu nedenle, trüf ifadesi kullanıldığında genellikle “*Tuber*” cinsi mantarlar akla gelmektedir. *Tuber* cinsi mantarlar eşsiz aromaları nedeniyle gastronomik olarak oldukça değerli mantarlardır ve yüzyıllardır insanların sofralarını süsleyerek muazzam bir gastronomik deneyim yaşamalarını sağlamışlardır. Bu nedenle,

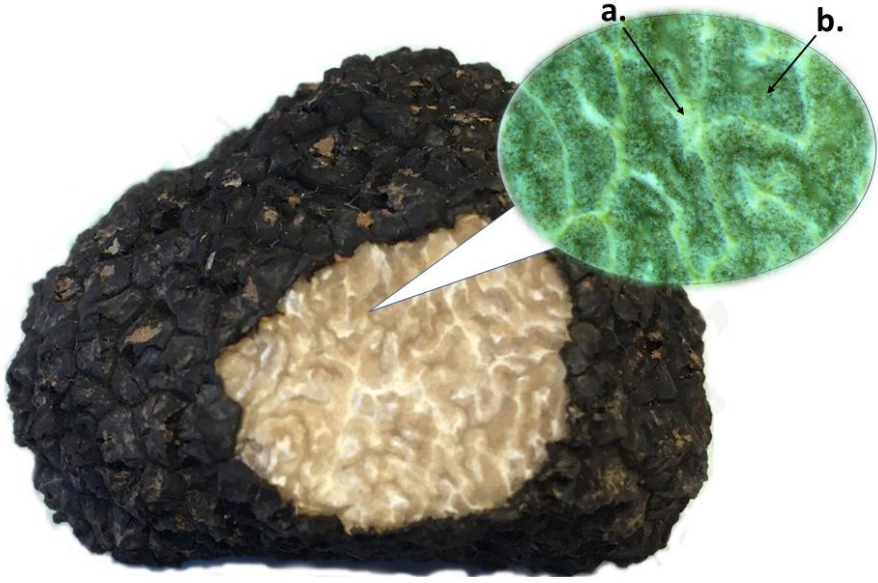
ilerleyen bölümlerde “trüf” ifadesi kullanıldığında *Tuber* cinsi mantarlar kastedilecektir.



Şekil 1. Ülkemizde belirlenmiş bazı trüf mantarı örnekleri. a. *Balsamia vulgaris*, b. *Delastria rosea*, c. *Genea* sp., d. *Schenella* sp.

Tuber cinsi mantarlar genel olarak dış yüzeyi düz veya çıkıntılı yapıda, açık kahverengiden kırmızı veya siyaha değişen tonlardadır (Hanlin, 1997; Hansen ve Knudsen, 2000). Peridium olarak isimlendirilen bu bölüm güçlü bir yapı oluşturmaktadır (Şekil 2, De Miguel Valesco ve Reyna, 2012). Trüfler hayat döngülerinin tamamını toprak altında tamamlamalarından dolayı sporlarını “gleba” olarak isimlendirilen kapalı dokular içinde geliştirmektedir. *Tuber* üyelerinin gleba yapıları ilk önce beyazdan krem tonlarına değişirken sporların gelişimine bağlı olarak daha koyu tonlara dönmektedir. Bu koyu gleba yapısının içinde “vein” olarak isimlendirilen beyazdan kreme değişen tonlarda daha açık damarsı yapılar bulunmaktadır ve trüflerin gleba yapılarına mermerimsi bir görünüm kazandırmaktadır (Şekil 2, De

Miguel Valesco ve Reyna, 2012). Veinler spor üretmeyen alanlardır ve veinler dışında kalan koyu kısımlar ise spor üreten bölümleri oluşturmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. *Tuber aestivum*'un askokarp yapısı. Peridium yapısı koyu kahverengiden siyaha değişen tonlarda siğilli yapıdadır. Sporlarını gleba yapısı içinde üretmektedir. a. Gleba içindeki veinler, b. spor üreten bölümler.

Trüfler toprak altında gelişmelerinden dolayı gündelik atmosferik olaylardan kolaylıkla etkilenmemektedirler (Trappe ve Claridge, 2010). Başka bir deyişle, ani kuraklık, yüksek sıcaklık gibi günlük olarak ortaya çıkan hava dalgalanmaları nedeniyle toprak üstünde yetişen diğer mantarlar hemen etkilenerek gelişimleri durmakta veya yavaşlamaktadır. Fakat trüfler bu ani değişikliklerden hemen etkilenmezken ortalama hava değişiklikleri trüflerin gelişimi üzerinde etkilidir. Bu durum diğer mantarların aksine trüflerin gelişim süresini

oldukça uzun olmasına olanak sağlamaktadır ve *Tuber* cinsi mantarların ilk primordiumlarını oluşturmasından sonra olgunlaşmasına kadar geçen süre 4–6 ay arasında değişirken, toprak üzerindeki yetişen mantarların gelişim süresi genellikle birkaç hafta ile sınırlıdır. Fakat toprak üstünde yaşayan mantarlar çeşitli renk ve şekil kombinasyonlarında fruktifikasyon organı üretmektedir. Bu fruktifikasyon organları gelişimi süresinde rüzgar, yağmur gibi çeşitli çevresel etkenlerle veya hilar drop gibi oluşturdukları çeşitli yapısal bileşenlerle sporlarını çevreye dağıtmaktadırlar (Trappe ve Claridge, 2010). Bu spor dağıtım mekanizması “aktif spor dağıtım” mekanizması olarak bilinmektedir ve çimlenme olgunluğuna erişen sporlar yeni miseller oluşturmak üzere çevreye saçılmaktadır. Sporların çevreye saçılması genetik materyalin popülasyonlar arasında dağıtılması bakımından oldukça kritiktir (Bonito ve Smith, 2016) ve canlıların nesillerini devam ettirebilmesi için elzemdir. Fakat trüflerin toprak altında gelişmeleri ve sporlarını gleba içinde geliştirmelerinden dolayı aktif spor dağıtım mekanizmasını kaybetmiştir. Trüfler sporlarının dağılımı problemini akıllıca bir yöntem ile aşmıştır. Bu yöntem “mikofaji” olarak isimlendirilmektedir.

Mikofaji en basit anlatımla “mantarların böcekler ve hayvanlar tarafından yenilmesi” olarak tanımlanmaktadır (Elliott ve ark., 2022). Trüf mantarları sporlarını dağıtılabilmek için böcekler, küçük memeli hayvanlar ve domuzlarla iş birliği yapmaktadır. Yani, trüflerin sporları çimlenme olgunluğuna erişmeye başladığında çevredeki hayvanlara “ye beni” diyebilmek için kendilerine has bir aroma yaymaktadır. Bu aroma, böcek ve hayvanları etkileyerek trüfleri aramasına neden olmaktadır. Olgunlaşan trüfleri buldukları yerden çıkartarak yiyen

hayvanlar sporların çevreye yayılmasını sağlamaktadır. Hayvanların kürklerine bulaşan sporların çevreye yayılmasının yanı sıra midesinden geçen trüf sporları dışkıyla birlikte çevreye dağılmaktadır. Bu etkin mekanizmada, hayvanların midelerinden geçen trüf sporlarının çimlenme oranının daha da arttığı bilinmektedir (Piattoni ve ark., 2014). Trappe ve Claridge (2010)'a göre trüflerin sporlarını mikofaji ile dağıtma mekanizması aktif spor dağıtım mekanizmasından daha etkindir. Çünkü diğer mantarlar çevresel koşullarla sporlarını dağıtırken sporlar çevreye rastgele dağılmaktadır. Fakat mikofaji ile birlikte hayvanlar daha fazla trüf tüketebilmek için yine trüflerin geliştiği uygun alanları aramaktadır ve böylece trüfler sporlarını güdümlü füzeler gibi kendi doğal gelişim alanlarına aktarabilmektedirler.

Trüflerin oluşturduğu bu etkin spor dağıtım mekanizması ekosistemler için oldukça önemlidir ve birçok hayvanın beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Trappe ve Claridge, 2010). Bu etkin mekanizma içindeki en önemli bileşen oluşturdukları kendine has aromalarıdır ve bu aromalar sayesinde gastronomik olarak oldukça değerli hale gelerek “mutfağın kara elması” veya “tanrıların yiyeceği” olarak isimlendirilmektedirler. Gastronomik olarak oldukça değerli olan trüfler oldukça popülerdirler ve bu nedenle dünyanın en pahalı mantarlar grubunu oluşturmaktadır. Gastronomik değerleri nedeniyle dünyanın birçok yerinde üretim çalışmaları başlamış ve dünyadaki trüf mantarı üretim sektörü günümüzde yaklaşık olarak 3 milyar €'ya ulaşmıştır (Lovrić ve ark., 2020) ve ilerleyen yıllarda trüf üretim sektörünün daha da artması beklenmektedir.

Mikorizal Simbiyoz ve Trüflerin Hayat Döngüsü

İlk defa 1885 yılında tanımlanan “mikoriza” (Frank, 1885) kelime anlamı olarak “fungus-kök” (mykos: fungus, rhiza: kök) anlamına gelmektedir. Mikoriza temel olarak bitkiler ile mantarlar arasındaki simbiyotik ilişkiyi tarif etmektedir. Buna göre, mikoriza oluşturan mantarlar bitkilerin köklerine enfekte olarak konukçu bitkinin kök sistemlerini genişletmekte ve böylece bitkilerin kökleriyle ulaşamayacakları alanlara ulaşarak fosfor gibi çeşitli besin elementlerinin bitkiye transfer edilmesini sağlamaktadır (Hall ve ark., 2007; Trappe ve ark., 2009). Bitkiler ise fungal partnerlerine bu yararlılıklarına karşılık olarak karbonhidrat temin ederek fungusların hayatta kalmalarını ve beslenmelerini sağlamaktadır (Hall ve ark., 2007). Mikoriza vasıtasıyla funguslar ve konukçu bitkiler karşılıklı fayda sağlamakta, ekosistemlerin sağlığının korunmasında önemli bir rol oynamaktadırlar. Bu simbiyotik birliktelik vasıtasıyla tarımsal uygulamaların sürdürülebilirliği ve orman ekosistemlerinin sağlıklı olarak gelişmesi garanti altına alınmaktadır (Siddiqui ve Pitchel, 2008).

Kara bitkilerinin yaklaşık olarak %90’ı mikoriza oluşturmaktadır ve 7 farklı mikoriza türü (arbuscular, ektomikoriza, ektendomikoriza, arbutoid, monotropoid, ericoid ve orchidaceous) tanımlanmıştır (Siddiqui ve Pitchel, 2008). Bu farklı mikoriza türleri arasında orman oluşturan ağaçların büyük bölümü “ektomikoriza” olarak isimlendirilen mikoriza tipini oluşturmaktadır (Siddiqui ve Pitchel, 2008). Trüf mantarlarının tamamı ektomikoriza oluştururken (Trappe ve ark., 2009), bazı orkide türleriyle birlikte orchidaceous mikoriza oluşturduğu da bilinmektedir (Selosse ve ark., 2004; Ouanphanivanh ve ark., 2008; Illyés ve ark., 2010).

Ektomikoriza temel olarak mantar misellerinin konukçu bitki kökünün çevresini sanki bir eldiven gibi giymesine benzetilebilir (Şekil 3). Başka bir deyişle “manto tabakası” olarak isimlendirilen bir misel ağı bitkinin kök çevresini sarmaktadır ve bu manto tabakası nedeniyle ektomikoriza olarak isimlendirilmektedir. Manto tabakasından orijinlenen ve “Hartig net” olarak isimlendirilen miseller kökün korteks tabakasından arasında dağılarak bir ağ oluşturmaktadır ve bu ağ tabakasının oluşturduğu temas noktalarından madde alışverişi sağlanmaktadır (Trappe ve ark., 2009). Yine, manto tabakasından orijinlenen external misel ağı ile mantarlar bitkilerin sanki ikinci bir kökü gibi davranarak kök yüzey alanını artırmaktadır ve çevreye yayılan external misel ağı vasıtasıyla su ve minerallerin bitkilere geçişi sağlanmaktadır (Trappe ve ark., 2009).

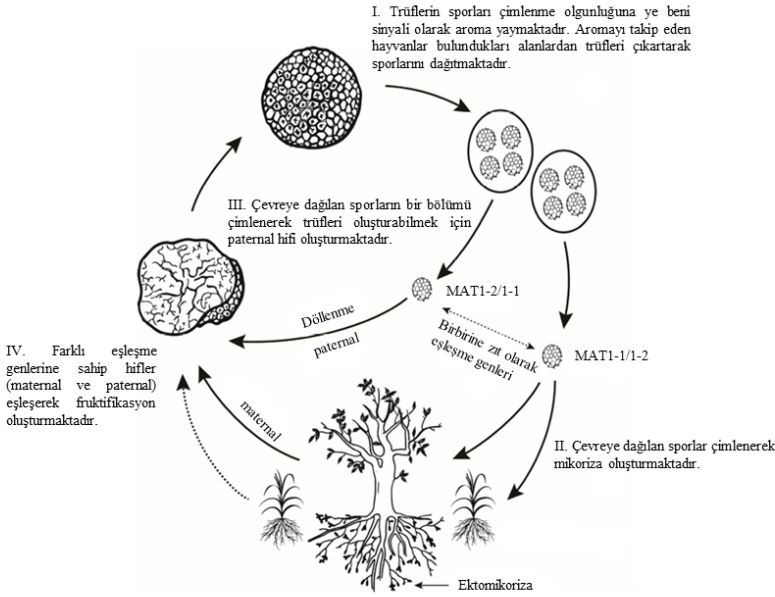


Şekil 3. *Tuber aestivum*'un *Quercus ilex* ile oluşturduğu ektomikoriza yapıları.

Trüflerin hayat döngülerinde saprofitik bir aşamanın olup olmadığı konusunda çeşitli fikir ayrılıkları bulunmaktadır. Fakat Le Tacon ve ark. (2013) karbon izotoplarıyla (^{13}C) yaptıkları bir deney sonrasında trüflerin sadece konukçu bitkilerden elde ettikleri karbon kaynaklarını kullandıklarını ortaya çıkartmıştır. Bu durum trüflerin hayat döngülerinde konukçu bitkilerin öneminin ortaya çıkartılması bakımından önemlidir ve trüfler gelişimleri süresince tamamen konukçu bitkilere gereksinim duymaktadır. Trüf mantarı tarımında konukçu bitkilerin sağlığının korunması başarılı sonuçlar elde edilebilmesi bakımından önem arz etmektedir.

Trüflerin hayat döngüleri ile ilgili birçok bilinmeyen olmasına rağmen (Le Tacon ve ark., 2016), moleküler analiz tekniklerindeki gelişmelerin bir sonucu olarak trüflerin hayat döngüleri konusunda her geçen gün bir detay ortaya çıkartılmaktadır ve elde edilen bu bilgiler trüf mantarı tarımındaki uygulamaların yeniden şekillendirilerek ürün verimliliğinin artırılmasında katkı sağlamaktadır. Mantarların hayat döngülerinin belirlenmesi konusunda ilk olarak üreme sistemlerinin belirlenmesi gerekmektedir (Qin ve Feng, 2022). Yapılan analizler sonucunda önce *Tuber magnatum*'un (Paolocci ve ark., 2006) daha sonra *T. melanosporum*'un (Riccioni ve ark., 2008) heterotallik yapıda olduğu ortaya çıkartılmıştır. Buna göre, trüflerin ektomikorizaları haploid misellerden oluşmaktadır ve fruktifikasyon oluşturabilmek için başka bir haploid misele ihtiyaç vardır. *Tuber melanosporum*'un sonraki yıllarda genomunun sekanslanması sonucunda MAT1 ve MAT 2 (myting type) olarak isimlendirilen eşleşme genlerinin belirlenmesi trüflerin heterotallik yapıda olduğunu kanıtlamıştır (Martin ve ark., 2010, 2012; Rubini ve ark., 2011).

Elde edilen bu bilgilere göre, trüflerin hayat döngüleri Şekil 4’de verilmiştir. Buna göre, trüfler olgunlaştığında aromalarını yayarak hayvanlara “ye beni” sinyali göndermektedirler ve hayvanlar trüfleri buldukları yerden çıkarttıklarında sporlarının çevreye dağılmasını sağlamaktadır (I). Çimlenen trüf sporları konukçu bitkilerle mikoriza oluşturmaktadır (II) veya trüf fruktifikasyonu oluşturabilmek için diğer genetik yapıdaki hiflerle birleşmektedir (III). Farklı genetik yapıdaki miseller birleştikten sonra trüf fruktifikasyonunu oluşturarak (IV) döngü tekrar başlamaktadır (Rubini ve ark., 2014; Qin ve Feng, 2022).



Şekil 4. Trüflerin hayat döngüsü (değiştirilerek Qin ve Feng, 2020).

Trüf Biyoçeşitliliği

Tuber cinsi mantarların dünya çapında yayılış gösterdiği bilinmektedir ve Bonito ve ark. (2010, 2013) tarafından dünyada 180

ile 220 arasında *Tuber* türünün olduğu filogenetik analizler sonucunda hesaplanmıştır. Günümüzde ise 130 civarında tanımlanmış *Tuber* türünün olduğu rapor edilmesine rağmen, özellikle Rufum ve Puberulum kladlarından yeni trüf türleri tanımlanmaktadır (Leonardi ve ark., 2021). Bu durum dünyadaki trüf biyoçeşitliliğinin tam olarak belirlenemediğini göstermektedir.

Ülkemiz eşsiz bir coğrafyaya sahiptir ve ekolojik özelliklerinden dolayı mantarların gelişimini desteklemektedir. Sesli ve ark. (2020) tarafından hazırlanan ülkemiz fungal biyoçeşitliliğini gösteren kitapta 5000'den fazla mantar türünün geliştiği rapor edilmiştir. Bu zengin fungal biyoçeşitlilik içinde trüf mantarları da rapor edilmektedir. Ülkemizde 100'den fazla trüf türü rapor edilmiştir ve bu trüf türlerinden 12 tanesi *Tuber* cinsi mantarken (Şen ve ark., 2016; Akata ve ark., 2022) *Tuber aestivum*, *T. borchii* gibi ekonomik olarak değerli türler de rapor edilmektedir. Türkiye'de yetişen tüm mantar türleri arasında trüflerin sayısı dikkate alındığında bu sayının az olduğu aşikardır. Bu durumun temel nedeni, trüflerin biyoçeşitliliği üzerine ülkemizdeki bilimsel çalışmaların oldukça yeni olmasıdır. Fakat, ülkemizin ekolojik özellikleri dikkate alındığında trüf mantarlarının gelişimi için oldukça uygun şartlara sahiptir ve trüf mantarı tarımı için oldukça büyük potansiyele sahiptir.

***Tuber aestivum* Vitt.**

Yazlık trüf veya *Burgundy Truffle* olarak da bilinen *Tuber aestivum*, ülkemizde yaygın olarak yetişmekte olan bir trüf türüdür. *Tuber aestivum*'un koyu kahverengiden siyaha değişen peridium yapısı 4–7 mm boyutlarında siğilli yapıdadır. Gleba yapısı gençken beyaz

tonlarda olgunlaştıkça kahverengi tonlara değişmektedir ve beyaz vein yapıları dolayısıyla mermerimsi bir görüğe sahiptir (Şekil 5).

Kokusu oldukça hoş olan *Tuber aestivum* özellikle yaz aylarında gelişmesine rağmen iklim şartları elverişli olduğu takdirde tüm yıl boyunca yetişebilmektedir. Fakat özellikle son bahar aylarında olgunlaşan *Tuber aestivum*'un aroması değişkenlik gösterebilmektedir ve bu nedenle bazı araştırmacılar ile üreticiler tarafından *Tuber uncinatum* olarak isimlendirilmektedir (Molinier ve ark., 2016). Fakat, yapılan moleküler analizler sonucunda *Tuber aestivum* ve *Tuber uncinatum*'un aynı tür oldukları belirlenmiştir (Paolocci ve ark., 2004; Molinier ve ark., 2016).

Tuber aestivum *Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Castanea*, *Fagus*, *Quercus*, *Tilia*, *Pinus* ve *Ostrya* ile birlikte yetişmektedir (Hall ve ark., 2007).



Şekil 5. *Tuber aestivum*'un askokarp yapısı

***Tuber borchii* Vitt.**

Tuber borchii (Bianchetto trüfü – Beyaz trüf) ðlkemizde doğal olarak yetişmekte olan bir trüf türüdür. Peridium yüzeyi sarıdan kırmızımsı kahverengiye değişen tonlardadır ve gençken yüzeyi ince tüylü bir yapıdayken yaşlandıkça tamamen tüysüz ve düzdür. Gleba yapısı gençken beyaz, olgunlaşma ile beraber kırmızımsı-kahverengi bir tona değişir. Beyaz veinler nedeniyle mermerimsi bir görüntüsü vardır (Şekil 6).

Kokusu oldukça güçlü ve hoş olan *Tuber borchii*, aroma özellikleri bakımından dünyanın en pahalı mantarı olan *Tuber magnatum*'u andırır. Aralık ayından nisan ayına kadar toplanan *Tuber borchii*, *Corylus*, *Fagus*, *Quercus*, *Ostrya*, *Pinus* ve *Tilia* ile birlikte yetişmektedir (Hall ve ark., 2007).



Şekil 6. *Tuber borchii*'nin askokarp yapısı

***Tuber brumale* Vitt.**

Ülkemizde yayılış gösteren *Tuber brumale* “kış trüfü” olarak bilinmektedir. Peridium yapısı siyah tonlardadır ve siğilli yapısıyla birlikte *Tuber melanosporum* ve *T. aestivum*'u andırır. Gleba yapısı gençken beyaz, olgunlaşmayla birlikte kahverengiden siyahımsı griye değişen tonlardadır. Veinler beyazdır ve mermerimsi bir görünüşe sahiptir (Şekil 7).

Aroması katran benzeri olmasına rağmen, bazen hoş kokuludur. *Tuber brumale*, *T. melanosporum* ile aynı bölgelerde ve zamanda toplanmaktadır ve genellikle *Corylus* ve *Quercus* ile birlikte yetişmektedir (Hall ve ark., 2007).



Şekil 7. *Tuber brumale*'nin askokarp yapısı

***Tuber macrosporum* Vitt.**

Tuber macrosporum (koca trüf) ülkemizde doğal olarak yayılış göstermektedir. Peridium yapısı kırmızımsı-kahverengiden siyah

tonlarına değişmektedir ve küçük siğilli yapıya sahiptir. Gleba yapısı kahverengi tonlardadır ve geniş veinlerle kaplıdır. Sporları oldukça büyük olan *Tuber macrosporum* bu özelliği ile diğer trüf türlerinden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir.

Tuber macrosporum'un kokusu sarımsak benzeri ve hoştur. *Betula*, *Corylus*, *Ostrya*, *Quercus*, *Tilia*, *Populus* ve *Salix* ile birlikte gelişmektedir (Hall ve ark., 2007).

***Tuber magnatum* Pico**

Günümüzde dünyanın en pahalı mantarı olarak etiketlenen *Tuber magnatum*'un (İtalyan beyaz trüfü) kilogram fiyatı yaklaşık olarak 4000€'ya ulaşabilmektedir. İtalya, Bulgaristan, Hırvatistan başta olmak üzere Doğu Avrupa'da yetişen bu mantar eşsiz aroma özellikleri bakımından dikkat çekmektedir. *Tuber magnatum* özellikle dere yataklarında yüksek yaz neminin olduğu alanlarda bulunmaktadır (Hall ve ark., 2007; Şen 2022), bu alanlar genellikle stabil olmayıp değişken ekolojik özelliklere sahiptir. Bu nedenle, uzun yıllar boyunca kültivasyon denemelerine rağmen ilk defa Fransa'da kurulan bir arazide yetiştirilebilmiştir (Bach ve ark., 2021).

Tuber magnatum'un peridium yapısı *T. borchii* gibi düz veya süet benzeri, açık sarımsı kahverengiden sarı okra tonlara değişkenlik göstermektedir. Gleba önce beyazımsı, olgunlaşma ile birlikte kırmızımsı-kahverengi tonlardadır, veinler ince, beyazımsı ve dallanmıştır (Şekil 8).

Kokusu türe karakteristik özelliklerini sağlamaktadır, sarımsak veya peynir benzeridir. *Alnus*, *Corylus*, *Ostrya*, *Populus*, *Pinus*, *Quercus*, *Salix* ve *Tilia* ile birlikte yetişmektedir (Hall ve ark., 2007).



Şekil 8. *Tuber magnatum*'un askokarp yapısı

***Tuber mesentericum* Vitt.**

Ülkemizde de yayılış gösteren *Tuber mesentericum* fenolik ve katran benzeri kokusu nedeniyle diğer trüf türlerinin aksine hoş kokulu değildir. Hoş olmayan kokusu nedeniyle diğer trüf türlerinden kolaylıkla ayırt edilebilen *Tuber mesentericum*'un peridium yapısı siyahımsı kahverengiden siyaha değişen tonlarda iken, yüzeyi düzensiz polygonal siğilli yapıdadır. Gleba önce tamamen beyaz iken olgunlaşmayla beraber kahverengi tonlarına değişmektedir. Beyaz veinler nedeniyle mermerimsi bir görünümü vardır (Şekil 9).

Tuber mesentericum, *Corylus*, *Castanea*, *Quercus*, *Tilia* ve *Pinus* türleriyle birlikte yetişmektedir (Hall ve ark., 2007).



Şekil 9. *Tuber mesentericum*'un askokarp yapısı

***Tuber melanosporum* Vitt.**

Tuber melanosporum dünyanın en popüler mantarları arasındadır ve kùltivasyonu üzerine en çok araştırma yapılan mantarlardan birisidir. Eşsiz aroması nedeniyle “mutfağın kara elması” ve “Périgord siyah trüf” ismiyle dünya mutfaklarının aranan mantarları arasındadır. Başta Fransa, İtalya ve İspanya olmak üzere kurulan bahçelerde en çok üretimi yapılan trüf türüdür. Ülkemizde doğal olarak yetiştiğine dair resmi bir kayıt olmamasına rağmen (Şen ve ark., 2016; Sesli ve ark., 2020; Akata ve ark., 2022), ülkemizin ekolojik özellikleri bu mantarın gelişimine uygundur ve bu nedenle bazı özel girişimler tarafından *Tuber melanosporum* bahçeleri kurulmuştur.

Tuber melanosporum'un peridium yapısı kahverengimsi siyahtan siyah tonlara değişmektedir ve hafifçe yivli sigilli bir yapıdadır (Şekil

10). Gleba önce beyaz, olgunlaşma ile birlikte koyu tonlara değişmektedir. Beyaz veya beyazımsı veinler nedeniyle mermerimsi bir görüşüne sahiptir.

Tuber melanosporum drenaj kabiliyeti yüksek topraklarda yetişmektedir. *Quercus*, *Corylus*, *Pinus*, *Tilia*, *Cistus*, *Ostrya* ve *Carpinus* ile birlikte yetişmektedir (Hall ve ark., 2007).



Şekil 10. *Tuber melanosporum*'un askokarp yapısı

***Tuber nitidum* Vittad.**

Tuber nitidum ülkemizde yaygın olarak yetişmekte olan bir trüf türüdür ve güçlü aroması nedeniyle köpekler tarafından kolaylıkla belirlenebilmektedir. Bu nedenle, ülkemizdeki trüf toplayıcıları tarafından “domuz mantarı” olarak isimlendirilmektedir.

Tuber nitidum düz veya hafifçe tüylü, kahverengi okra tonlarda peridium yapısına sahiptir. Gleba yapısı önce beyaz, olgunlaşmayla

birlikte koyu kahverengi tonlara değişmektedir. Beyaz ve daha koyu tonlarda vein yapısına sahiptir.

Tuber nitidum, konifer ve yaprak dökten ormanlarda bulunmaktadır.

***Tuber rufum* Pico**

Tuber rufum değişken morfolojik özelliklere sahiptir. Peridium yüzeyi kırmızımsı kahverengi, sarı-kahverengi veya siyah tonlardadır. Peridium yüzeyi hafifçe siğıilli yapıdadır. Gleba önce beyazımsı, olgunlaşmayla birlikte grimsi veya kırmızımsı tonlardadır ve genellikle çift renk kombinasyonu görölmektedir.

Kokusu hoş olmasına rağmen oldukça zayıftır. Oldukça yaygın bir tür olan *Tuber rufum* geniş yapraklı ve konifer ormanlarda yetişmektedir.

TRÜF MANTARLARININ EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Trüf mantarı tarımı uzun süreli bir yatırımdır ve yapılacak işlemlerin trüf mantarı gelişimini en iyi destekler nitelikte olması gerekmektedir. Bu nedenle, yetiştirilmek istenilen trüf mantarı türü belirlendikten sonra ekolojik istekleri dikkate alınarak en uygun arazilerin seçilmesi gerekmektedir.

Trüf mantarlarının ekolojik özelliklerini toprak özellikleri ve iklim özellikleri olmak üzere iki temel başlık altında incelemekte fayda vardır.

Toprak özellikleri

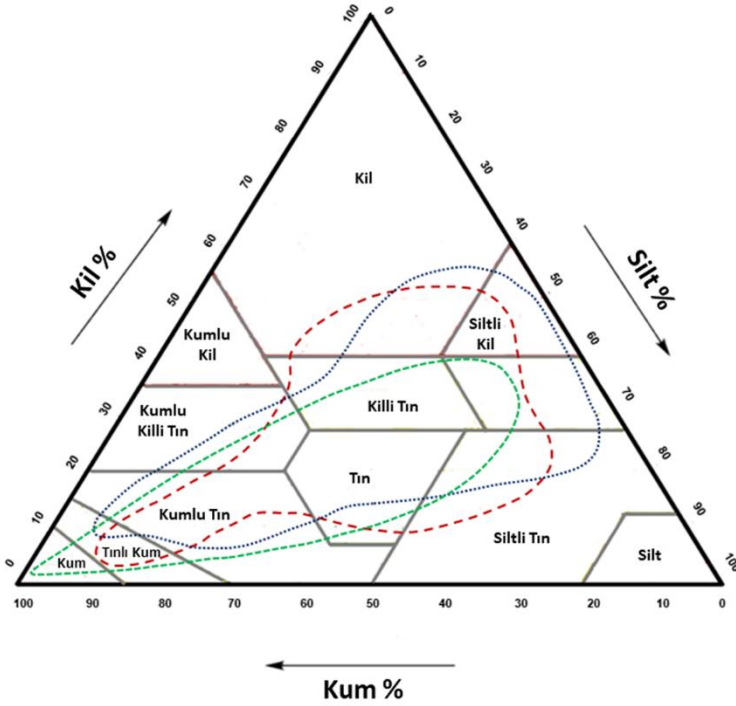
Trüf mantarları daha önce de bahsedildiği üzere hayat döngüsünün tamamını toprak altında tamamlamaktadır ve bu nedenle,

trüf mantarlarının gelişiminde toprak özellikleri oldukça önem kazanmaktadır. Özellikle, trüf mantarı üretmek isteyen yatırımcıların toprak özelliklerini dikkatle incelemesi gerekmektedir. Çünkü, yoğun trüf mikorizasına sahip fidanlar kullanılarak uygun iklim koşullarında arazinin bakımı optimal olarak yapılsa bile, toprak parametreleri trüf gelişimi için elverişsiz olması durumunda trüf üretilemeyebilecektir veya üretilse bile oldukça verimsiz olacaktır (Hilszczańska ve ark., 2019). Bu nedenle, trüflerin toprak istekleri dikkatle incelenmelidir.

Toprak tekstürü

Toprak, kil (<0.002mm), silt (0.002–0.05 mm) ve kum (0.06–2 mm) mineral partiküllerden oluşmaktadır (Hall ve ark., 2007) ve bu partiküllerin topraktaki dağılımı toprak tekstürünü ifade etmektedir (Hall ve ark., 2007; Jaillard ve ark., 2016). Tekstür yapısı toprağın gaz ve sıvı fazının nasıl çalıştığı konusunda bize fikir vermektedir ve özellikle *T. aestivum* ve *T. melanosporum* iyi havalanabilir, drenaj kabiliyeti yüksek toprakları tercih etmektedir (Jaillard ve ark., 2016; Robin ve ark., 2016; Şen, 2022).

Ticari değere sahip *T. aestivum*, *T. borchii* ve *T. melanosporum* genellikle dengeli tekstür yapısına sahip toprakları tercih etmektedir, fakat yüksek oranda kum veya kil içeren toprakları tolere edebilmektedir (Şekil 11, Şen, 2022). Ayrıca, arazilerin bakım çalışmalarında toprak tekstürü toprağın nasıl işlenmesi konusunda üreticilere bilgi vermesi bakımından önemlidir.



Şekil 11. Bazı ticari değere sahip trüf türlerinin toprak tekstürü istekleri. Lacivert çizgi *Tuber aestivum*, yeşil çizgi *T. borchii* ve kırmızı çizgi *T. melanosporum*'ün tekstür aralığını göstermektedir (Şen, 2022)

Toprağın pH derecesi

Trüf mantarlarının gelişiminde en önemli toprak parametrelerinden birisi toprağın pH derecesidir. Bu nedenle, trüf arazilerinde ilk önce kontrol edilmesi gereken parametredir. *Tuber melanosporum* 7–8.9 pH aralığında gelişim gösterirken (Colinas ve ark., 2007; Bonet ve ark., 2009; Jaillard ve ark., 2016), *Tuber aestivum* biraz daha asidik toprakları tolere ederek 6.5–8.20 pH aralığında gelişebilmektedir (Weden ve ark., 2004, 2009; Morcillo ve ark., 2015; Robin ve ark., 2016; Hilszczańska ve ark., 2018). Fakat, bu iki trüf türünün gelişimi için optimal pH aralığının 7.4–7.9 aralığında olduğu

dikkate alınmalıdır (Şen, 2022). *Tuber borchii* asidik toprakları tolere edebilmektedir ve tercih ettiği pH aralığı ise (5.2) 6–7 aralığındadır (Hall ve ark., 2007).

Dünyanın en pahalı mantarı olan *Tuber magnatum*'un ekolojik özellikleri üzerine araştırmalar sınırlıdır (Şen, 2022) ve mevcut literatüre göre tercih ettiği pH aralığı 6.8–8.4'tür (Leonardi ve ark., 2013; Iotti ve ark., 2014; Vasquez ve ark., 2014). Bununla beraber, ilk defa *Tuber magnatum* üretilen bahçede üretken ağaçların altında alınan toprakların pH aralığının 8.15–8.18 olduğu belirlenmiştir (Bach ve ark., 2021).

Organik madde

Toprağın organik madde miktarı; su tutma kapasitesi, pH düzenlenmesi gibi olumlu etkilerinden dolayı önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir (Bonet ve ark., 2009). Organik madde miktarı zamanla azalma eğilimindedir ve değişkenlik göstermektedir (Şen, 2022). Organik madde miktarı *Tuber melanosporum* bahçelerinde %0.8–17.4 (Colinas ve ark., 2007; Bonet ve ark., 2009; Jaillard ve ark., 2016; Oliach ve ark., 2020) aralığında değişirken, *Tuber aestivum* bahçelerinde bu değer %1–22 olarak rapor edilmektedir (Weden ve ark., 2004, Robin ve ark., 2016, Hilszczańska ve ark., 2018; Oliach ve ark., 2020).

Kalsiyum ve diğer makrobesin elementleri

Kalsiyum karbonat toprak pH'sının dengelenmesinde ve strüktür yapısının düzenlenmesinde önemlidir (Colinas ve ark., 2007) ve bu nedenle trüf bahçelerinde önemli bir parametredir (Bonet ve ark., 2009; Morcillo ve ark., 2015; Jaillard ve ark., 2016). *Tuber aestivum* ve *T.*

melanosporum'un fruktifikasyon gelişiminde toprağın aktif karbonat oranıyla pozitif korelasyona sahiptir (Jaillard ve ark., 2016; Hilszczańska ve ark., 2019). Buna rağmen, trüf bahçelerindeki kalsiyum karbonat oranı değişkenlik göstermektedir ve *T. aestivum* için %0–55 aralığında iken (Robin ve ark., 2016), *T. melanosporum* için bu değer %1–83.7'dir (Bonet ve ark., 2009).

Trüf bahçelerinde makrobesin elementleri dikkate alınmamaktadır (şen, 2022) ve genel olarak konukçu bitkilerin beslenmesi için gereken tüm elementler topraktan temin edilebilmektedir (Bonet ve ark., 2009). Konukçu bitkilerde besin elementlerinin noksanlığına tespit edildiği takdirde kolayca gübrelenerek bu semptomlar giderilebilmektedir. Fakat, gübreleme işlemlerinde oldukça dikkatli olmak gerekmektedir. Çünkü, trüf bahçelerinde toprakta besin elementlerinin çok yüksek olması, trüf gelişimi üzerine olumsuz etkiler oluşturabilecektir. Böyle bir durumda, konukçu bitkiler mikorizal partnerlere ihtiyaç duymadan besin elementlerini temin edebilecektir (Bonet ve ark., 2009).

İklim özellikleri

Trüf mantarları toprak altında gelişmelerinden dolayı günlük atmosferik olaylardan doğrudan etkilenmemektedir (Trappe ve Claridge, 2010). Fakat ortalama sıcaklık ve yağış trüf mantarlarının gelişimi için önemlidir ve doğrudan trüflerin gelişimi üzerinde etkileri vardır. Bu nedenle, trüf bahçelerinin bulunduğu alanlardaki ortalama sıcaklık ve yağış verileri dikkatle irdelenmelidir.

Yağış

Trüf mantarlarının gelişimine devam edebilmesi için yılın çeşitli zamanlarında suya erişimi gerekmektedir (Büntgen ve ark., 2012; Steidinger ve ark., 2022) ve yıl boyunca düzenli periyotlardaki yağışlar optimal olarak değerlendirilmektedir. *Tuber aestivum* yıllık 400–1550 mm aralığında yağışa ihtiyaç duyarken, benzer şekilde *T. melanosporum*'un 400–1500 mm aralığında yağışa ihtiyacı vardır (Oliach ve ark., 2020). *Tuber borchii*'nin ihtiyaç duyduğu yıllık yağış miktarı 600–1600 mm olarak rapor edilmektedir (Hall ve ark., 2007). *Tuber magnatum*'un diğer trüf türlerine göre daha fazla yağışa ihtiyacı vardır ve yıllık ortalama 500–2000 mm olarak rapor edilmektedir (Hall ve ark., 2007).

Sıcaklık

Trüflerin gelişim gösterdikleri optimal sıcaklık ile ilgili çeşitli raporlar bulunmasına rağmen, genel olarak sıcaklık isteklerinin 0–28°C aralığında olduğu görülmektedir (Şen, 2022). Trüflerin günlük sıcaklık dalgalanmalarından etkilenmemesine rağmen, uzun süreli olarak devam eden kış aylarındaki yoğun don ve yaz aylarındaki yüksek sıcaklıklar trüf gelişimini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle, ekstrem hava sıcaklıklarının ve donların olduğu alanlarda trüf bahçesi kurulmasından kaçınmak gerekmektedir. Bununla beraber, özellikle trüf bahçelerinin bakım çalışmalarıyla bu ekstrem hava koşulları tolere edilebilmektedir. Bu durumun en güzel örneği Bajaj ve ark. (2021) tarafından Suudi Arabistan'da kurulan *T. melanosporum* bahçesidir. Bu bahçede uygun sulama ile optimal sıcaklıktan oldukça yüksek bir sıcaklığı sahip alanda *T. melanosporum* mikorizalarının yaşaması sağlanabilmiştir. Bu

başarıya rağmen, yine de ekstrem hava şartlarına sahip alanlardan kaçınmakta yarar vardır.

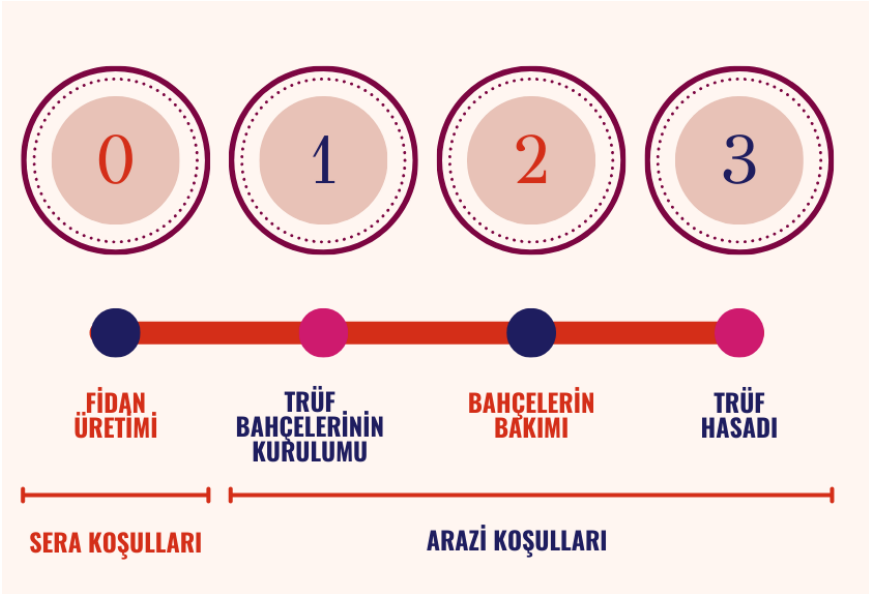
Trüf Mantarı Tarımı

Dünyanın en popüler mantarlarından birisi olan trüf mantarları ekonomik değerinden dolayı üzerine en fazla bilimsel araştırmanın yapıldığı mantar türleri arasındadır. Özellikle, marjinal tarım alanlarının trüf bahçelerine dönüştürülmesiyle birlikte trüf mantarı tarımı oldukça yüksek karlılık sağlayan bir tarımsal alternatif olarak öne çıkmaktadır (Bonet ve ark., 2009). Marjinal tarım alanlarına trüf mikorizalı fidanlar dikilerek trüf bahçesi/ormanı kurulmakta ve yapılacak tarımsal uygulamalarla birlikte trüf mantarı üretilebilmektedir. Trüf mantarı üretimi tarımsal alternatif olmasına rağmen, yapılacak uygulamalar bakımından ormancılık faaliyetlerini içermektedir. Bu nedenle, trüf mantarı üretimini tarımsal ve ormancılık faaliyetlerinin bir kesişim noktası olması nedeniyle “tarımsal ormancılık” olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Trüf mantarı tarımı ilk olarak 1800’lü yılların başlarında Josep Talon tarafından geliştirilen bir metot ile başlamıştır (Callot, 1999, Reyna ve García-Barreda, 2014). Talon, trüf üreten alanlardaki genç meşe fidanlarını kullanarak yeni alanlar kurmuş ve birkaç yıl sonra bu alanların trüf ürettiğini fark etmiştir (Hall ve ark., 2007). Mikorizanın keşfinden çok önce trüfler ile ağaçlar arasındaki ilişkiyi keşfeden Talon geliştirdiği yöntem ile yeni trüf bahçeleri kurmayı başarmıştır. Bu yöntem, “Talon Metodu” olarak yaklaşık 150 yıl kadar kullanılmasına rağmen (Hall ve ark., 2007), sahip olduğu sınırlılıklardan dolayı ürün verimliliği düşük veya başka kontaminantlara açıktı. Bu nedenle,

mikoloji ve ormancılık alanındaki gelişmelerle birlikte (Byé, 2000) 1960'lı yıllarda trüf mikorizası kontrollü seralarda oluşturulabilmiştir (Murat, 2015). Kontrollü ortamlarda trüf mikorizalı fidan üretimi trüf mantarı tarımının miladı olarak değerlendirilebilir ve günümüzdeki modern trüf mantarı tarımı uygulamalarının temelini oluşturmaktadır.

Modern trüf mantarı tarımı uygulamaları 4 temel aşamadan oluşmaktadır (Şekil 12). Kontrollü sera ortamında üretilen trüf mikorizalı fidanlar, üretilmek istenilen trüf türü için uygun arazilere dikilerek trüf bahçeleri oluşturulmaktadır. Bu bahçelerde gerekli bakım çalışmaları yapılarak bahçenin kurulumundan sonra yaklaşık 8–10 yıl sonra ilk trüfler toplanabilmektedir. Bu nedenle, trüf mantarı tarımı uzun soluklu bir yatırımdır ve yapılacak tüm uygulamalarda dikkatli olmak gerekmektedir. Çünkü, yapılacak yanlış uygulamalar zaman ve para kaybına neden olabilecektir.



Şekil 12. Trüf mantarı yetiştiriciliği aşamaları

Trüf Mikorizalı Fidan Üretimi

Trüf mikorizalı fidan üretimi trüf mantarı tarımının “sıfır noktası” olarak tanımlanabilir (Şekil 12). Mikorizalı fidan üretimi sonraki tüm başarıyı doğrudan etkilemektedir ve verimli trüf bahçelerinin temelini oluşturmaktadır. Çünkü trüf mantarı tarımı 8–10 yıllık bir süreçtir ve kalitesiz fidanlarla kurulan trüf bahçelerinde başarılı sonuçlar elde edilemeyebilecektir. Bu nedenle, trüf mantarı tarımının başlangıç noktası olması bakımından önemlidir.

Trüf mantarı tarımı bir bütün olarak değerlendirildiğinde (Şekil 12), fidan üretimi sera koşullarındaki tek adımdır. Trüf mikorizalı fidanlar, bu konuda uzmanlaşmış seralar tarafından üretilmektedir (Şekil 13). Teknik olarak fidan üretimi, üretilmek istenilen trüf türünün sporları ile uygun konukçu bitkinin köklerinin bir araya getirilmesi esasına dayanmasına rağmen (Hall ve ark., 2007), kendi içinde birçok sınırlılık ve zorluk barındırmaktadır. Bu nedenle, fidan üreticisi seralar kendine has aşılama metodu geliştirmiş ve metotlarını optimize ederek ticari sır olarak saklamakta veya patentleyip kullanım haklarını gizli tutmaktadır (Palazón ve Barriuso, 2012). Çünkü seraların fidan üretimi metotlarındaki farklılıklar fidan kalitesini doğrudan etkilemektedir ve dolaylı olarak sonraki yıllardaki trüf üretim başarısıyla ilişkilidir. Bu nedenle, fidan üretimi konusunda özelleşmiş her sera kendi özel metodunu optimize ederek en kaliteli fidanları elde etmek zorundadır. Trüf mantarı yetiştirmek isteyen potansiyel yatırımcıların seralardan en kaliteli fidanları temin etmesi gerekmektedir. Kalitesiz fidanlarla kurulan trüf bahçelerinde yapılan hata uzun yıllar sonra fark edilebileceğinden dolayı, trüf yatırımcılarına zaman ve para kaybetmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle, Avrupa’da çeşitli trüf

mikorizalı fidan sertifikasyon metotları geliştirilmiş ve üreticilerin yüksek kaliteli fidanları temin etmesi garanti altına alınmıştır (Palazón ve Barriuso, 2012; Andrés-Alpuente ve ark., 2014).



Şekil 13. Fidan üreticisi seradaki *Tuber melanosporum* mikorizalı *Quercus ilex* fidanları

Kaliteli fidanların tespitinde birkaç kriter bakımından fidanlar değerlendirilmektedir. Trüf mikorizalı fidanların sertifikasyonunda uzmanlaşmış ekipler tarafından fidan sağlığı (I), mikoriza yoğunluğu (II) ve başka mantarlara ait mikorizanın olup olmadığı (III) konuları irdelenmektedir. Trüf mikorizalı fidanların öncelikli olarak dikildiği araziye adapte olarak büyümesi beklenmektedir. Sağlıksız, tepe tomurcuğu zarar görmüş ve yeterli miktarda gelişmemiş fidanlar, sağlıklı şekilde büyüymeyip arazide kuruyabilecektir. Bu nedenle,

fidanların sağlıklı olması ve üzerinde herhangi bir yara veya hastalık izinin olmaması gerekmektedir.

Seralarda üretilen fidanların trüf yatırımcıları tarafından üretilmek istenilen trüf türünün yeterli miktarda mikorizasına sahip olması gerekmektedir. Yoğun mikorizaya sahip trüf fidanları sonraki yıllarda köklerinin genişlemesiyle birlikte mikorizanın yenilenmesine ve arazide daha iyi dağılmasını garanti edecektir. Kaliteli trüf fidanlarında dikkat edilmesi gereken en önemli husus, başka bir kontaminant mantarın ve özellikle başka bir trüf türüne ait mikorizanın olmamasıdır (Şekil 14). Üretilmek istenilen trüf türünden başka bir trüfe ait mikoriza tespit edildiği takdirde, diğer kriterler dikkate alınmadan tüm seri tamamen reddedilerek imha edilmelidir ve yatırımcılar tarafından bu fidanların kullanılmasından kesinlikle kaçınılmalıdır. Çünkü özellikle *T. melanosporum* bahçelerinde daha az ekonomik değere sahip olan *T. indicum* ve *T. brumale* gibi türler istilacı olarak değerlendirilmektedir ve zaman içinde *T. melanosporum* gelişimini durdurmaktadırlar. Özellikle, *Tuber indicum*'un adaptasyon yeteneği oldukça yüksektir ve doğal habitatlarından farklı alanlarda bile yetişebilmektedir (Bonito ve ark., 2011). İstenilmeyen trüf türleri ile kontamine olmuş trüf arazilerinin temizlenmesi için bir yöntem yoktur ve yanlış fidanlarla kurulan arazilerde üreticiler uzun yıllar sonunda büyük bir hüsrana karşılaşabilirler. Bu nedenle, trüf mantarı yatırımcılarının sertifikalandırılmış ve yüksek kalitede fidanları temin ederek arazilerini kurmaları ve yatırımlarını yapmaları tavsiye edilmektedir.



Şekil 14. *Tuber aestivum* aşılı bir fidanın saksında çıkmış *Sphaerosporella brunnea*'nin askokarp yapısı (Sera koşullarında sıklıkla rastlanan kontaminant bir fungustur)

Trüf Bahçelerinin Kurulumu

Bahçe kurulumu fidanlar temin edildikten sonraki trüf mantarı tarımının ilk adımıdır ve uzun yıllar boyunca sürececek uygulamaların da başlangıcıdır. Trüf bahçeleri kurulurken üretilmesi planlanan trüfün ekolojik özellikleri dikkate alınarak uygun alanlar belirlenmelidir. Özellikle, trüflerin hayatlarının tamamını toprak altında geçirmelerinden dolayı toprak özellikleri oldukça büyük önem taşımaktadır (Şen, 2022) ve toprak özellikleri uygun olmayan alanlarda bahçe kurulması durumunda trüf mantarı yetiştirilemeyebilir (Hilszczańska ve ark., 2019). Bu nedenle, üretilmek istenilen trüf türünün ekolojik özellikleri incelenerek bahçe kurulması planlanan

alanlar dikkatle seçilmelidir. Ayrıca, seçilecek alanların konukçu bitki gelişimini de destekler nitelikte olması gerekmektedir (Şen, 2022).

Trüf mantarı tarımında arazi seçilirken öncelikle bahçeden toprak örnekleri alınarak analiz laboratuvarlarda analiz yaptırılarak “trüflerin ekolojik özellikleri” bölümünde irdelenen parametreler bakımından değerlendirilmelidir. Toprak parametreleri yanında iklim parametreleri de uygun olan araziler trüf bahçesi kurulumu için seçilmelidir. Bahçe kurulması planlanan arazinin önceki yıllardaki kullanımına dikkat etmekte yarar vardır (Oliach ve ark., 2005; Hall ve ark., 2007; Bonet ve ark., 2009; Reyna ve Colinas, 2012). Genellikle Avrupa’da marjinal tarım alanları ve meyve bahçeleri trüf bahçesi kurulumu için tercih edilmektedir. Çünkü bu ürünlerin ektomikorizal olmaması nedeniyle trüfler için rekabetçi mantarları barındırmamaktadır. Ormanlık alanlar ise trüf bahçesi kurulumunda pek tercih edilmemektedir. Çünkü, ormanlık alanlar trüflerle rekabet içinde olabilecek birçok ektomikorizal mantarı doğal olarak bulundurmaktadır. Bununla birlikte, özellikle Yeni Zelanda’da pH derecesi düşük topraklara kireç uygulanarak trüflerin gelişimine uygun hale getirilmiş ve başarılı şekilde trüf mantarı yetiştirilebilmiştir (Hall ve ark., 2007; Şen, 2020). Seçilecek arazide bazı uygun olmayan toprak parametreleri yapılacak ıslah çalışmalarıyla istenilen seviyeye çıkartılabilesine rağmen, yatırımcılar için bahçe kurulumu maliyetlerini artırdığı ve sonraki yıllardaki bakım uygulamalarını değiştirdiği göze önünde tutulmalıdır.

Uygun arazi belirlendikten sonra, arazi trüf bahçesi kurulumu için hazırlanmalıdır. Öncelikle arazide kök kalıntıları var ise araziden uzaklaştırılması gerekmektedir. Çünkü bu kalıntılar zaman içinde özellikle *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. gibi bazı parazit

mantarların gelişmesine ve buradan da konukçu bitkilere enfekte olarak sonraki yıllarda konukçu bitkilerin ölmesine neden olabilmektedir (Bonet ve ark., 2009; Reyna ve Colinas, 2012; Fischer ve ark., 2017). Kök ve diğer kalıntılar temizlendikten sonra toprak derin sürülerek alt katmanların havalandırılması sağlanmalıdır. Çünkü, trüfler genel olarak drenaj kabiliyeti yüksek iyi havalanabilir toprakları tercih etmektedir (Hall ve ark., 2007; Bonet ve ark., 2009; Reyna ve Colinas, 2012). Toprağın nem dengesine göre gerekli görülmesi durumunda, fidanların dikimi öncesi arazinin tekrar sürülerek düzeltilmesinde yarar vardır.

Toprak hazırlandıktan sonra, fidan sıklığına karar vermek gerekmektedir. Bitki sıklığı konukçu bitkiye (Bonet ve ark., 2009), toprak nemine ve sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir (Hall ve ark., 2007) ve bitki sıklığı sonraki yıllardaki yapılacak bakım çalışmalarını etkilemektedir. Trüf üreticilerinin temel olarak toprağın güneşlenme süresi ve su miktarını kontrol etmeleri gerekmektedir (Reyna ve Colinas, 2012). Bitki sıklığı toprağın güneşlenme miktarını doğrudan etkilemesi nedeniyle trüf bahçelerinde önem kazanmaktadır. *Tuber melanosporum* bahçelerinde genel olarak 6 × 6 m, 5 × 5 m veya 7 × 5 m gibi bir dizilim kullanılmaktadır (Hall ve ark., 2007) ve bu dizilimler ile oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Toprağın güneşlenme süresinin dikkatli şekilde ayarlanması gerektiğinden, daha sık dikimlerde dikkatli olmak gerekmektedir. *Tuber aestivum* ve *T. borchii* doğal gelişim alanlarında *T. melanosporum*'a göre daha kapalı bir kanopiye ihtiyaç duymaktadır ve ticari olarak kurulan bazı *T. aestivum* bahçelerinde 6 × 3 m gibi daha sık bir fidan dizilimi tercih edilmiştir. Buna göre, bahçe kurulumunda tercih edilecek kurulum planı üretmek

istediğimiz trüf türüne göre değişmektedir ve bu kurulum planı sonraki yıllardaki bakım çalışmalarını etkilemektedir.

Seralardan temin edilen yüksek kaliteli trüf fidanlarının uygun arazilere dikilmesiyle, trüf bahçeleri kurulmaktadır. Fidanlar araziye dikilirken dikkat edilmesi gereken en önemli husus, kök yapılarının zarar görmemesidir. Bu nedenle, fidanlar dikimden bir gece önce suya doyurulmalı ve saksı içeriğinin dağılması engellenmelidir (Hall ve ark., 2007; Bonet ve ark., 2009; Reyna ve Colinas, 2012). Fidanlar açılan çukurlara biraz derin dikilerek çukur içinde hava boşlukları kalmayacak şekilde sıkıca toprağa yerleştirilmeli ve üzeri kapatılmalıdır (Şekil 15). Dikildiği gün fidan başına yaklaşık 10–15 litre su verilerek toprağın oturması ve fidanların dikim şokunun atılması sağlanmalıdır. Fidanların dikimiyle eş zamanlı olarak yanlarına bir çubuk dikilerek nazikçe sabitlenmesi gerekmektedir. Böylece fidanlar düzgün şekilde büyüyecek, rüzgar gibi çevresel etmenlerin tarafından eğilip bükülmesi engellenecektir. Yine, çevredeki hayvanlardan koruyabilmek için kurulan trüf bahçesinin çevresinin kalın çitlerle çevrelenmesi gerekmektedir. Bu koruyucu çitler trüf üretimi başladığında, trüf doğals olarak tüketen rekabetçi hayvanların araziye girerek trüfleri çıkarması ve zarar vermesi engellemesi açısından oldukça önemlidir.



Şekil 15. Trüf mikorizalı fidanların dikimi

Trüf Bahçelerinin Bakımı

Trüf bahçeleri kurulumundan sonra, yüksek verimlilikte trüf elde edebilmek için uygun bakım çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Kurulan tüm trüf bahçeleri kendi karakterine sahiptir ve bu nedenle bahçenin gereksinimleri dikkatle izlenerek uygun müdahaleleri yapmak gerekmektedir. Diğer tarımsal ürünlerden farklı olarak trüf bahçelerinde yetiştirmek istediğimiz ürünün toprak altında gelişmesinden dolayı yaptığımız uygulamaların etkilerini doğrudan gözlemleyememekteyiz. Bu nedenle, arazideki değişimler sürekli olarak dikkatle izlenmelidir. Toprak altında trüf aktivitesini gösteren en önemli değişiklik, 4 ile 7 yıl arasında ortaya çıkan ve “brulé” olarak bilinen yanık alanlardır (Şekil 16, Fischer ve ark., 2017). Trüflerin miselleri ve mikorizasının toprak altında gelişimiyle birlikte fitotoksik etkileri ortaya çıkmaktadır ve bu

fitotoksik etkiler dolayısıyla fidanların altındaki otların gelişimini sınırlandırılmaktadır (Streiblová ve ark., 2012). Otların daha koyu olması nedeniyle yanık anlamındaki “brulé” olarak isimlendirilen bu alanlar trüflerin toprak altındaki aktivitesini göstermesine rağmen, yanık alanların bulunması trüf üretimini garanti etmemektedir (Suz ve ark., 2008, Streiblová ve ark., 2012; Ficher ve ark., 2017). Fakat, trüf üreticileri için güzel bir sinyal olarak dikkat çekmektedir.



Şekil 16. Trüflerin fitotoksik etkilerinden dolayı ağaçların altındaki otların baskılandığı alanlar

Ot Kontrolü ve Toprağın İşlenmesi

Trüf bahçesi kurulumundan sonra öncelikli olarak dikilen fidanların sağlıklı şekilde gelişmesinin sağlamamız gerekmektedir. Bu nedenle, bahçelerin kurulumundan ilk brulélerin ortaya çıkmasına kadar geçen sürede fidanların çevresindeki otlar periyodik olarak

temizlenmeli ve yeni dikilen fidanlarla su rekabetine girmesi engellenmelidir. Fakat yapılacak bu çapalama işlemi veya toprağın işlenmesi yüzeysel olmalıdır ve fidanın kök sistemi rahatsız edilmemelidir. İlk bruléler ortaya çıktıktan sonra trüfler hayatta kalmaları için gereken alanı oluşturacak ve bu alandaki otları baskı altına alacaktır. Dikilen sıra aralarındaki ot mücadelesi için genellikle bir kültivatör ile sürülmektedir. Fakat toprak sürülürken derin sürülmeden kaçınılmalıdır ve 15–20 cm’yi geçmemelidir. Toprağın sürülmesi havalanabilir bir alan oluşturması bakımından trüf gelişimini destekler niteliktedir.

Sulama

Trüfler gelişimini tamamlayabilmeleri için özellikle yaz aylarında suya ihtiyaç duymaktadırlar (Büntgen ve ark., 2012; Steidinger ve ark., 2022). Bu nedenle, yaz aylarındaki sulama trüflerin gelişimi için oldukça önemlidir. Trüf bahçelerinde sulama topraktaki ve bitkilerdeki buharlaşma miktarına bağlı olarak yapılmalıdır. Özellikle, *Tuber melanosporum* bahçelerinde evapotranspirasyon katsayısının yarısı kadar yapılan sulamanın misel ve mikoriza gelişimi için en uygun sulama miktarı olduğu ortaya çıkartılmıştır (Olivera ve ark., 2014). Bu nedenle, trüf bahçelerinde toprağın ve arazinin su gereksinimi dikkatlice belirlenerek sulama yapılması tavsiye edilmektedir.

Gübreleme

Trüf bahçelerinde genellikle gübreleme gerekli görülmemektedir (Bonet ve ark., 2009). Çünkü trüf bahçelerinin büyük çoğunluğu trüflerin gelişimi için yeterli miktarda besin elementlerine sahiptir. Fakat düzenli aralıklarla toprak analizi yapılarak topraktaki element

dengesi takip edilebilir. Yapılan analizler sonrasında element eksikliği görüldüğünde gübrelemeye başvurulabilir, fakat toprağa verilen gübrelerin konukçu bitki–mantar arasındaki etkileşim üzerine olumsuz etkisi olabileceği unutulmamalıdır ve bu nedenle gübrelemenin genellikle yapraktan verilmesi tavsiye edilmektedir (Fischer ve ark., 2017).

Budama

Trüf bahçelerinde toprağın güneşlenme süresinin kontrol edilebilmesi ağaçların koni şeklinde veya oval şekillerde olması için budama yapılmaktadır. Bahçenin ilk yıllarında ağaç diplerinden çıkan alt sürgünler temizlenmektedir ve üst dallarda gerekli görüldüğü takdirde oldukça hafif bir budama tavsiye edilmektedir. Sonraki yıllarda ise ağaçların büyümesinin kontrol edilmesi ve istenilen şekilde kalması için 2–5 yılda bir budama tavsiye edilmektedir (Fischer ve ark., 2017).

Toprağa Spor Eklenmesi

Trüf mantarı tarımında doğada kendiliğinden gerçekleşen süreçlerin bir taklidini yapmamız gerekmektedir. Doğal süreçleri insan kontrolüyle uyguladığımız takdirde trüf üretimi konusunda başarılı sonuçlar elde edebiliriz. Trüf mantarlarının gelişiminden sonra doğal süreçleri irdelediğimizde, trüfler olgunlaştığında çevredeki hayvanlara ye beni sinyali göndererek kendilerini buldukları alandan çıkartılarak sporlarının dağılmasını sağlamaktadırlar. Böylece çevreye dağılan sporlar, buldukları bölgenin MAT1 ve MAT2 genleri bakımından zenginleşmesini sağlamaktadırlar (Şekil 4). Fakat üreticiler tarafından kurulan bahçelerde dışarıdan yabancı hayvanların girişi

sınırlandırılmasından dolayı trüflerin sporları arazide dağılamamaktadır. Bu nedenle, günümüzde “İspanyol Çukuru” ismiyle bilinen bir uygulamayla trüf sporları toprağa insan eliyle eklenmektedir. Böylece arazi genetik olarak zenginleştirilmektedir.

İspanyol çukuru uygulamasında yetişkin ağaçların altında çeşitli delikler açılmaktadır ve bu deliklerin içine substrat ve spor karışımı eklenerek kapatılmaktadır (Şekil 17). Eklenen substrat trüflerin gelişebileceği iyi havalanabilir yumuşak bir cep oluşturmaktadır. Sporlar ise çimlenerek alanın genetik olarak zenginleşmesini sağlamaktadır. Bu uygulamayla trüf üreten ağaç sayısı yıllar içinde artırılabilir (Murat ve ark., 2016).



Şekil 17. Trüf bahçelerinde İspanyol çukuru uygulamasında açılan çukurlara spor substrat karışımının eklenmesi

Hastalıklar

Trüf mantarı tarımı ilk hasadın genellikle 8–10 yıl sonra olduğu uzun soluklu bir yatırımdır ve uzun yıllar boyunca bir planlamayı gerektirmektedir. Bu gelişim süresi boyunca konukçu bitkilerin sağlığının korunması ve verimli şekilde trüf mantarı üretimini desteklemesi gerekmektedir. Konukçu bitkilerin sağlığı, çevresel şartlara iyi adapte olamaması, fungal ve bakteriyel etmenler veya böcekler gibi çeşitli etmenler tarafından etkilenebilmektedir. Trüf bahçelerinin monokültür olmasından dolayı bahçenin bir bölgesindeki hastalık bahçe boyunca çoğalarak konukçu bitkilerin ölmesine neden olabilmekte ve trüf üretimini tehlikeye sokabilmektedir. Bu nedenle, trüf üreticilerinin bahçelerini düzenli olarak kontrol ederek bahçedeki böcek, fungal veya bakteriyel etmenler konusunda dikkatli olması gerekmektedir.

Trüf bahçelerinde belirlenen hastalık etmenlerinin tespit edilerek hastalığa özgü kontrol mücadelesi yapılması gerekmektedir. Mesela belirlenen böcek türlerine özgü olarak feromon tuzakları veya yapışkan tuzaklar tavsiye edilmektedir. Fakat trüf bahçelerinin organik tarım olarak değerlendirilmesinden dolayı herhangi bir ilaçlama tavsiye edilmemektedir.

Trüf Hasadı

Daha önce de bahsedildiği üzere trüf yatırımı uzun soluklu bir yatırımdır ve bahçelerin kurulumundan sonra yaklaşık olarak 8–10 yıl sonra ilk trüf örnekleri toplanabilmektedir. Bununla beraber, Avrupa’da bazı çiftçilerin uyguladıkları bakım çalışmalarının ve arazinin ekolojik şartlarının trüfler için optimal olması durumunda ilk trüf hasadı süresi 5

yıla kadar inebilmektedir. Fakat geçen süre ne kadar olursa olsun trüf bahçelerinin kurulması ve uygun bakım çalışmalarından sonra artık ödülümüzü almamızda gerekmektedir. İlk trüf örnekleri araziden toplandıktan sonra yine iklim ve bakım çalışmalarına bağlı olarak trüf bahçesindeki verimliliğin artması için bir süreye daha ihtiyaç vardır. Bahçe maksimum verimliliğe ulaştıktan sonra, 35 yılı aşkın bir sürede trüf üretimine devam etmektedir (Fischer ve ark., 2017).

Trüf bahçelerinde her ağacın altı üretilen trüf türünün gelişim periyodunda haftada en az bir defa olarak bir trüf varlığı bakımından taranmalıdır. Çünkü trüfler toprak altında yaklaşık olarak 4–6 ay arasında olgunlaşmaktadır ve olgunlaştıklarında aromalarını yaymaktadır. Bu nedenle, trüflerin olgunlaşma zamanları aynı değildir ve dedektör köpekler yalnızca olgunlaşan trüflerin yerini tespit edebilmektedir (Şekil 18). Bu nedenle, periyodik olarak trüflerin toprak altındaki varlığının araştırılmasında yarar vardır.

Trüfler geleneksel olarak Avrupa’da domuzlar kullanılarak hasat edilmekteydi. Domuzların doğal olarak trüfleri tüketmek istemesi nedeniyle toplayıcı ile rekabet halindedir ve trüflerin topraktan çıkartılırken zarar görmesine neden olabilmekteydi. Ayrıca domuzların büyük ve ağır olması bir yerden başka yere taşınmasını zorlaştırmaktaydı. Günümüzde ise trüflerin yerlerini belirlemek için köpekler kullanılmaktadır (Şekil 18). Köpeklerin daha hafif olması ve doğal olarak trüfleri tüketmemesi nedeniyle daha uygun dedektör canlılardır. Ayrıca, köpekler için trüf avı bir oyundur ve trüflerin yerlerini tespit ettiklerinde toplayıcı köpeklere ödül olarak sevdiği mamalarını vermektedir. Böylece, ödülleri alan köpekler bir sonraki trüfün yerini tespit etmek için tekrar işe koyulmaktadır.



Şekil 18. Trüf avcısı köpeklerle bahçelerde trüf hasadı

Türkiye’de Trüf Mantarı Tarımı ve Uygulamaları

Ülkemiz ekolojik özellikleri bakımından mantarların gelişmesi için oldukça büyük bir potansiyele sahiptir ve yaklaşık olarak 5000’den fazla fungus türü rapor edilmiştir (Sesli ve ark., 2020). Ülkemizin trüflerin gelişimi için oldukça büyük potansiyele sahip olmasına rağmen, ülkemizde 100’den biraz fazla trüf türü rapor edilmiştir (Şen ve ark., 2016; Akata ve ark., 2022, 2023). Ülkemizden rapor edilen trüf türü sayısının az olmasının en büyük nedeni trüf biyoçeşitliliği üzerine yapılan araştırmaların son yıllarda hız kazanmasıdır. Fakat Türkiye trüf türleri gelişimi ve trüf mantarı tarımı için büyük potansiyele sahiptir. Özellikle, ülkemizin *Tuber aestivum*’un genetik olarak dağıldığı üç alandan birisi olması (Riccioni ve ark., 2019) sahip olduğumuz potansiyeli göstermektedir. Benzer şekilde, İspanya için endemik olduğu düşünülen *Delastria rosea*’nın ülkemizden rapor edilmesi

(Akata ve ark., 2023) trüf mantarı biyoçeşitliliği bakımından ne kadar zengin olabileceğimizi göstermektedir. Bu nedenle, ülkemizdeki trüf biyoçeşitliliği ve trüf tarımı çalışmalarının artması sahip olduğumuz potansiyelin ortaya çıkartılması bakımından önemlidir.

Ülkemizdeki trüf mantarı tarımı konusunda ilk defa Ağaoğlu ve Güler (1991) tarafından bir kitap yayınlanmıştır. Günün şartlarındaki mevcut bilimsel bilgi kapsamında oldukça değerli bir eser olan bu kitapta, trüf mantarı mikorizalı fidan üretimi konusunda bilgiler bulunmaktadır. Bu temel eserden sonra trüf konusundaki araştırmalar 2000’li yıllarda ülkemizdeki trüf biyoçeşitliliğinin belirlenmesi üzerine olmuştur. 2010’lu yılların başlarında bazı girişimciler tarafından ülkemizde trüf bahçeleri yatırımları yapılmaya başlanmıştır. Benzer şekilde, Orman Bakanlığı tarafından trüf bahçeleri tesisi projeleriyle trüf bahçeleri kurulumu hız kazanmıştır. Orman Bakanlığı tarafından kurulan bahçelerdeki mevcut durum tam olarak bilinmemesine rağmen, 2023 yılı itibariyle özel trüf bahçeleri girişimlerinden ilk trüf örnekleri toplanabilmiştir. Önümüzdeki yıllarda bahçelerde üretilen trüf miktarı artarak yüksek verimliliğe ulaşması ve karlı bir girişime dönüşmesi beklenmektedir.

Orman Genel Müdürlüğü Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığı tarafından 2014–2018 yılları arasında birinci “Trüf Ormanı Eylem Planı” hazırlanmıştır. Bu eylem planı kapsamında trüfler konusunda bilimsel çalışmaların yapılması, trüf avcılarının eğitilmesi, doğal alanların tespit edilerek trüf ormanına dönüştürülmesi ve gen kaynağı maksatlı trüf bahçelerinin haritalandırılması konusunda çalışmalar yapılması planlanmıştır. Bu kapsamda, çeşitli çalışmalar yapılmış, trüf fidanı üretmek için seralar kurulmuş ve çeşitli yapay veya

doğal trüf ormanları oluşturulmuştur. Ayrıca, ülkemizde trüf mantarı konusundaki farkındalığın ve toplayıcılara verilen eğitimlerin artmasıyla birlikte, doğal olarak yetişen trüfler toplanarak ekonomiye kazandırılmıştır. Yine, 2022–2026 yılları arasında gerçekleştirilmek üzere ikinci Trüf Ormanı Eylem Planı yayınlanmış ve önceki eylem planında elde edilen kazanımlar çerçevesinde planının içeriği genişletilmiştir. Doğal trüf alanlarının trüf ormanlarına dönüştürülmesi, yapay trüf ormanlarının kurulması ve eğitim çalışmalarının devam edilmesi ana çerçeve olarak belirlendiği görülmektedir. Bu eylem planlarıyla birlikte ülkemizde yeni gelişmekte olan trüf mantarı sektörünün desteklenmesi için oldukça önemli olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, sektörün hukuki kurallarıyla birlikte kurulması ilerleyen yıllarda paydaşların mağdur edilmeden sistemin çarklarının işlerliğini garanti altına alacaktır.

Ülkemizde özellikle son yıllarda amatör ve profesyonel trüf avcıları sayısı her geçen gün artmaktadır. Trüf avcılarının artmasıyla birlikte ülkemize ekonomik bir katkı sağlamaktadır. Ayrıca, trüf avcılarının üniversitelerle iş birliği içinde olması dolayısıyla ülkemizin trüf biyoçeşitliliğinin belirlenmesinde de oldukça önemli katkı sağlamaktadırlar ve böylece her geçen gün ülkemizden çeşitli trüf türleri yeni kayıt olarak belirlenmekte ve rapor edilmektedir.

Ülkemiz trüf üretimi konusunda oldukça büyük potansiyele sahiptir ve atılacak doğru adımlarla birlikte önümüzde 10–15 yıl içinde dünya trüf sektöründe önemli bir aktör olabilecek potansiyele sahiptir. Bu nedenle, yasal düzenlemelerin net bir şekilde yapılması, akademik bilginin oluşturularak trüf üreticileriyle paylaşılması, eğitim çalışmalarının düzenli olarak yapılması oldukça önemlidir. Böylece,

ülkemizde marjinal alanlar dönüştürülerek, yüksek katma değere sahip bir ürünle dünya pazarında önemli bir yere sahip olabilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2219–Yurt Dışı Doktora Sonrası Araştırma Burs programıyla maddi olarak desteklenmiştir. Maddi desteğinden dolayı TÜBİTAK’a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, S., ve Güler, M. (1991). Doğal ve kültüre alınabilir mantar türleri, I. yer mantarı (*Tuber* spp.) yetiştiriciliği. Ankara: Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Akata, I., Şen, İ., Sevindik, M., ve Kabaktepe, Ş. (2022). Truffle checklist of Turkey II with a new record. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 10(10), 1913–1920.
- Akata, I., Şen, İ., Şahin, E., Çöl, B., and Keskin, E. (2023). *Delastria*, a new genus of hypogeous fungi record for the Turkish mycobiota. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 24(2), 85–90. doi: 10.23902/trkjnat.1331537
- Andrés-Alpuente, A., Sánchez, S., Martín, M., Aguirre, A. J., and Barriuso, J. J. (2014). Comparative analysis of different methods for evaluating quality of *Quercus ilex* seedlings inoculated with *Tuber melanosporum*. *Mycorrhiza*, 24(Suppl 1), 29–37. doi: 10.1007/s00572-014-0563-x
- Bach, C., Beacco, P., Cammaletti, P., Babel-Chen, Z., Levesque, E., Todesco, F., Cotton, C., Robin, B., and Murat, C. (2021). First production of Italian white truffle (*Tuber magnatum* Pico) ascocarps in an orchard outside its natural range distribution in France. *Mycorrhiza*, 31, 383–388. doi: 10.1007/s00572-020-01013-2
- Bajaj, S. R., Marathe, S. J., Grebenc, T., Zambonelli, A., and Shamekh, S. (2021). First report of European truffle ectomycorrhiza in the semi-arid climate of Saudi Arabia. *3 Biotech*, 11, 24. doi: 10.1007/s13205-020-02559-w
- Bonet, J. A., Oliach, D., Fischer, C. R., Olivera, C., Martinez de Aragon, J., and Colinas, C. (2009). Cultivation methods of the black truffle, the most profitable Mediterranean non-wood forest product; a state of the art review. *EFI Proceedings*, 57: Modelling, Valuing and Managing

- Mediterranean Forest Ecosystems for Nontimber Goods and Services, pp. 57–71.
- Bonito, G. M., and Smith, M. E. (2016). General systematic position of the truffle: evolutionary theories. In: Zambonelli, A., Iotti, M., Murat, C. (eds.). True truffle (*Tuber* spp.) in the world. Soil ecology, systematics and biochemistry (pp. 3–18). Switzerland: Springer.
- Bonito, G. M., Gryganskyi, A. P., Trappe, J. M., and Vilgalys, R. (2010). A global meta-analysis of *Tuber* ITS rDNA sequences: species diversity, host associations and long-distance dispersal. *Molecular Ecology*, 19, 4994–5008. doi: 10.1111/j.1365-294X.2010.04855.x
- Bonito, G. M., Trappe, J. M., Donovan, S., and Vilgalys, R. (2011). The Asian black truffle *Tuber indicum* can form ectomycorrhizas with North American host plants and complete its life cycle in non-native soils. *Fungal Ecology*, 4(1), 83–93. doi: 10.1016/j.funeco.2010.08.003
- Bonito, G., Smith, M. E., Nowak, M., Healy, R. A., Guevara, G., Cázares, E., Kinoshita, A., Nouhra, E. R., Domínguez, L. S., Tedersoo, L., Murat, C., Wang, Y., Moreno, B. A., Pfister, D. H., Nara, K., Zambonelli, A., Trappe, J. M., and Vilgalys, R. (2013). Historical biogeography and diversification of truffles in the Tuberaceae and their newly identified southern hemisphere sister lineage. *Plos One*, 8(1), e52765. doi: 10.1371/journal.pone.0052765
- Büntgen, U., Egli, S., Camarero, J. J., Fischer, E. M., Stobbe, U., Kausserud, H., Tegel, W., Sproll, L., and Stenseth, N. (2012). Drought-induced decline in Mediterranean truffle harvest. *Nature Climate Change*, 2, 827–829. doi: 10.1038/nclimate1733
- Byé, P. (2000). Truffle cultivation, 1860–1960: The Limits of Domestication. *Food and Foodways*, 9(1), 1–20. doi: 10.1080/07409710.2000.9962098
- Callot, G. (1999). *La truffe, la terre, la vie*. Paris: INRA.

- Colinas, C., Capdevila, J. M., Oliach, D., Fischer, C. R., and Bonet, J. A. (2007). Mapa de aptitud para el cultivo de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt.) en Cataluña. Solsona: Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.
- De Miguel Valesco, A. M., and Reyna, S. (2012). Fundamentos de micología, Tuberáceas. In: Reyna S. (ed.). Truficultura, fundamentos y técnicas (pp. 75–104). Madrid: Mundi–Prensa.
- Elliott, T. F., Truong, C., Jackson, S.M., Zúñiga, C. L., Trappe, J. M., and Vernes, K. (2022). Mammalian mycophagy: a global review of ecosystem interactions between mammals and fungi. *Fungal Systematics and Evolution*, 9, 99–159. doi: 10.3114/fuse.2022.09.07
- Fischer, C., Oliach, D., Bonet, J. A., and Colinas, C. (2017). Best practices for cultivation of truffles. Solsona: Forest Sciences Centre of Catalonia.
- Frank, A. B. (1885). Ueber die auf wurzelsymbiose beruhende ernährung gewisser bäume durch unterirdische pilze. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 3, 128–145. doi: 10.1111/j.1438-8677.1885.tb04240.x
- Hall, I. R., Brown G. T., and Zambonelli, A. (2007). Taming the truffle. The history, lore, and science of the ultimate mushroom. Oregon: Timber Press.
- Hanlin, R. T. (1997). Illustrated Genera of Ascomycetes. Minnesota: APS Press.
- Hansen, L., and Knudsen, H. (2000). Nordic Macromycetes Vol. 1. Ascomycetes. Copenhagen: Nordsvamp.
- Hilszczańska, D., Rosa-Gruszecka, A., Gawryś, R., and Horak, J. (2018). Effect of soil properties and vegetation characteristics in determining the frequency of Burgundy truffle fruiting bodies in Southern Poland. *Écoscience*, 26(2), 113–122. doi: 10.1080/11956860.2018.1530327

- Hilszczańska, D., Szmidla, H., Sikora, K., and Rosa-Gruszecka, A. (2019). Soil properties conducive to the formation of *Tuber aestivum* Vitt. fruiting bodies. *Polish Journal of Environmental Studies*, 28(3), 1713–1718. doi: 10.15244/pjoes/89588
- Illyés, Z., Ouanphanivanh, N., Rudnóy, S., Orczán, A. K., and Bratek, Z. (2010). The most recent results on orchid mycorrhizal fungi in Hungary. *Acta Biologica Hungarica*, 61(Suppl), 68–76. doi: 10.1556/ABiol.61.2010.Suppl.8
- Iotti, M., Leonardi, M., Lancellotti, E., Salerni, E., Oddis, M., Leonardi, P., Perini, C., Pacioni, G., and Zambonelli, A. (2014). Spatio-temporal dynamic of *Tuber magnatum* mycelium in natural truffle grounds. *Plos One*, 9(12), e115921. doi: 10.1371/journal.pone.0115921
- Jaillard, B., Oliach, D., Sourzat, P., and Colinas, C. (2016). Soil Characteristics of *Tuber melanosporum* Habitat. In: Zambonelli, A., Iotti, M., Murat, C. (eds.). True Truffle (*Tuber* spp.) in the World, Soil Ecology, Systematics and Biochemistry (pp. 211–231). Switzerland: Springer.
- Le Tacon, F., Rubini, A., Murat, C., Riccioni, C., Robin, C., Belfiori, B., Zeller, B., De La Varga, H., Akroume, E., Deveau, A., Martin, F., and Paolocci, F. (2016). Certainties and uncertainties about the life cycle of the périgord black truffle (*Tuber melanosporum* Vittad.). *Annals of Forest Science*, 73, 105–117. doi: 10.1007/s13595-015-0461-1
- Le Tacon, F., Zeller, B., Plain, C., Hossann, C., Bréchet, C., and Robin, C. (2013). Carbon transfer from the host to *Tuber melanosporum* mycorrhizas and ascocarps followed using a ¹³C pulse-labeling technique. *Plos One*, 8(5), e64626. doi: 10.1371/journal.pone.0064626
- Leonardi, M., Iotti, M., Oddis, M., Lalli, G., Pacioni, G., Leonardi, P., Maccherini, S., Perini, C., Salerni, E., and Zambonelli, A. (2013). Assessment of ectomycorrhizal fungal communities in the natural

- habitats of *Tuber magnatum* (Ascomycota, Pezizales). *Mycorrhiza*, 23, 349–358. doi: 10.1007/s00572-012-0474-7
- Leonardi, M., Iotti, M., Pacioni, G., Hall, I. R., and Zambonelli, A. (2021). Truffles: biodiversity, ecological significances, and biotechnological applications. In: Abdel-Azeem, A. M., Yadav, A. N., Yadav, N., Usmani, Z. (eds.). *Industrially Important Fungi for Sustainable Development, Volume 1: Biodiversity and Ecological Perspectives* (pp. 107–146). Switzerland: Springer.
- Lovrić, M., Da Re, R., Vidale, E., Prokofieva, I., Wong, J., Pettenella, D., Verkerk, P. J., and Mavsar, R. (2020). Non-wood forest products in europe – a quantitative overview. *Forest Policy and Economics*, 116, 102175. doi: 10.1016/j.forpol.2020.102175
- Martin, F., Kohler, A., Murat, C., Balestrini, R., Coutinho, P. M., Jaillon, O., Montanini, B., Morin, E., Noel, B., Percudani, R., Porcel, B., Rubini, A., Amicucci, A., Amselem, J., Anthouard, V., Arcioni, S., Artiguenave, F., Aury, J. M., Ballario, P., Bolchi, A., Brenna, A., Brun, A., Buée, M., Cantarel, B., Chevalier, G., Couloux, A., Da Silva, C., Denoeud, F., Duplessis, S., Ghignone, S., Hilselberger, B., Iotti, M., Marçais, B., Mello, A., Miranda, M., Pacioni, G., Quesneville, H., Riccioni, C., Ruotolo, R., Splivallo, R., Stocchi, V., Tisserant, E., Viscomi, A. R., Zambonelli, A., Zampieri, E., Henrissat, B., Lebrun, M. H., Paolocci, F., Bonfante, P., Ottonello, S., and Wincker, P. (2010). Périgord black truffle genome uncovers evolutionary origins and mechanisms of symbiosis. *Nature*, 464, 1033–1038. doi: doi.org/10.1038/nature08867
- Martin, F., Murat, C., Paolocci, F., Rubini, A., Riccioni, C., Belfiori, B., and Arcioni, S. (2012). Molecular method for the identification of mating type genes of truffles species. *European Patent Application*, EP2426215.

- Molinier, V., Peter, M., Stobbe, U., and Egli, S. (2016). The Burgundy truffle (*Tuber aestivum* syn. *uncinatum*): a truffle species with a wide habitat range over Europe. In: Zambonelli, A., Iotti, M., Murat, C. (eds.), True truffle (*Tuber* spp.) in the world. Soil Ecology, Systematics and Biochemistry (pp. 33–48). Switzerland: Springer.
- Morcillo, M., Sánchez, M., and Vilanova, X. (2015). Cultivar trufas, una realidad en expansión. Barcelona: Micología Forestal & Aplicada.
- Murat, C. (2015). Forty years of inoculating seedlings with truffle fungi: past and future perspectives. *Mycorrhiza*, 25, 77–81. doi: 10.1007/s00572-014-0593-4
- Murat, C., Bonneau, L., De la Varga, H., Olivier, J. M., Sandrine, F., and Le Tacon, F. (2016). Trapping truffle production in holes: a promising technique for improving production and unravelling truffle life cycle. *Italian Journal of Mycology*, 45, 47–53. doi: 10.6092/issn.2531-7342/6346
- Oliach, D., Bonet, J. A., Fischer, C. R., Olivera, A., Martínez de Aragón, J., Suz, L. M., and Colinas, C. (2005). Guía para el cultivo de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt.). Solsona: Centre Tecnologic Forestal de Catalunya (CTFC).
- Oliach, D., Morte, A., Sánchez, S., Navarro-Ródenas, A., Marco, P., Gutiérrez, A., Martín-Santefé, M., Fischer, C., Albisu, L. M., García-Barreda, S., and Colinas, C. (2020). Las trufas y las turmas. In: Sánchez-González, M., Calama, R., Bonet, J. A. (eds.). Los Productos Forastales No Madereros en España: Del Monte a la Industria. Madrid: Monografías INIA: Serie Forestal, No: 31-2020.
- Olivera, A., Bonet, J. A., Oliach, D., and Colinas, C. (2014). Time and dose of irrigation impact *Tuber melanosporum* ectomycorrhizal proliferation and growth of *Quercus ilex* seedling host in young black truffle orchards. *Mycorrhiza*, 24, 73–78. doi: 10.1007/s00572-013-0545-4

- Ouanphanivanh, N., Merényi, Z., Orczán, A. K., Bratek, Z., Szigeti, Z., and Illyés, Z. (2008). Could orchids indicate truffle habitats? Mycorrhizal association between orchids and truffles. *Acta Biologica Szegediensis*, 52, 229–232.
- Palazón, C. F., and Barriuso, J. J. (2012). Viveros y producción de planta micorrizada. In: Reyna, S. (ed.). *Truficultura, fundamentos y técnicas*, 2nd edition (pp. 209–234). Ediciones Mundi–Prensa, Madrid.
- Paolocci, F., Rubini, A., Riccioni, C., and Arcioni, S. (2006). Reevaluation of the life cycle of *Tuber magnatum*. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(4), 2390–2393. doi: 10.1128/AEM.72.4.2390-2393.2006
- Paolocci, F., Rubini, A., Riccioni, C., Topini, F., and Arcioni, S. (2004). *Tuber aestivum* and *Tuber uncinatum*: two morphotypes or two species?. *FEMS Microbiology Letters*, 235, 109–115. doi: 10.1016/j.femsle.2004.04.029
- Pegler, D. N., Spooner, B. M., and Young T. W. K. (1993). *British Truffles, A Revision of British Hypogeous Fungi*. Edinburgh: Royal Botanic Garden, KEW.
- Piattoni, F., Amicucci, A., Iotti, M., Ori, F., Stocchi, V., and Zambonelli, A. (2014). Viability and morphology of *Tuber aestivum* spores after passage through the gut of *Sus scrofa*. *Fungal Ecology*, 9, 52–60. doi: 10.1016/j.funeco.2014.03.002
- Qin, J., and Feng, B. (2022). Life cycle and phylogeography of true truffles. *Genes*, 13, 145. doi: 10.3390/genes13010145
- Reyna, S., and Colinas, C. (2012). *Truficultura*. In: Reyna, S. (ed.). *Truficultura, fundamentos y técnicas*, 2nd edition (pp. 237–274). Madrid: Ediciones Mundi–Prensa.

- Reyna, S., and García-Barreda, S. (2014). Black truffle cultivation: a global reality. *Forest Systematic*, 23(2), 317–328. doi: 10.5424/fs/2014232-04771
- Riccioni, C., Belfiori, B., Rubini, A., Passeri, V., Arcioni, S., and Paolocci, F. (2008). *Tuber melanosporum* outcrosses: analysis of the genetic diversity within and among its natural populations under this new scenario. *New Phytologist*, 180, 466–478. doi: 10.1111/j.1469-8137.2008.02560.x
- Riccioni, C., Rubini, A., Türkoğlu, A., Belfiori, B., and Paolocci, F. (2019). Ribosomal DNA polymorphisms reveal genetic structure and a phylogeographic pattern in the Burgundy truffle *Tuber aestivum* Vittad. *Mycologia*, 111, 26–39. doi: 10.1080/00275514.2018.1543508
- Robin, C., Goutal-Pousse, N., and Le Tacon, F. (2016). Soil characteristics for *Tuber aestivum* (syn. *T. uncinatum*). In: Zambonelli, A., Iotti, M., Murat C. (eds.). True truffle (*Tuber* spp.) in the world, soil ecology, systematics and biochemistry (pp. 211–231). Switzerland: Springer.
- Rubini, A., Belfiori, B., Riccioni, C., Tisserant, E., Arcioni, S., Martin, F., and Paolocci, F. (2011). Isolation and characterization of MAT genes in the symbiotic ascomycete *Tuber melanosporum*. *New Phytologist*, 189, 710–722. doi: 10.1111/j.1469-8137.2010.03492.x
- Rubini, A., Riccioni, C., Belfiori, B., and Paolocci, F. (2014). Impact of the competition between mating types on the cultivation of *Tuber melanosporum*: Romeo and Juliet and the matter of space and time. *Mycorrhiza*, 24(Suppl 1), 19–27. doi: 10.1007/s00572-013-0551-6
- Selosse, M. A., Faccio, A., Scappaticci, G., and Bonfante, P. (2004). Chlorophyllous and achlorophyllous specimens of *Epipactis microphylla* (Neottieae, Orchidaceae) are associated with ectomycorrhizal septomycetes, including truffles. *Microbial Ecology*, 47, 416–426. doi: 10.1007/s00248-003-2034-3

- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F., Arabacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H. H., Erdoğan, M., Ergül, C. C., Eroğlu, G., Giray, G., Halik Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kıvanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkecul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu., ve Yoltaş, A. (2020). Türkiye Mantarları Listesi. İstanbul: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını.
- Siddiqui, Z. A., and Pitchel, J. (2008). Mycorrhizae: An Overview. In: Siddiqui, Z. A., Akhtar, M. S., Futai, K. (eds.). Mycorrhizae: Sustainable Agriculture and Forestry. Switzerland: Springer International Publishing.
- Steidinger, B. S., Büntgen, U., Stobbe, U., Tegel, W., Sproll, L., Haeni, M., Moser, B., Bagi, I., Bonet, J. A., Buée, M., Dauphin, B., Martínez-Peña, F., Molinier, V., Zweifel, R., Egli, S., and Peter, M. (2022). The fall of the summer truffle: recurring hot, dry summers result in declining fruitbody production of *Tuber aestivum* in Central Europe. *Global Change Biology*, 28(24), 7376–7390. doi: 10.1111/gcb.16424
- Streiblová, E., Gryndlerová, H., and Gryndler, M. (2012). Truffle brûlé: an efficient fungal life strategy. *FEMS Microbiology Ecology*, 80, 1–8. doi: 10.1111/j.1574-6941.2011.01283.x
- Suz, L. M., Martín, M. P., Oliach, D., Fischer, C. R., and Colinas, C. (2008). Mycelial abundance and other factors related to truffle productivity in *Tuber melanosporum* – *Quercus ilex* orchards. *FEMS Microbiology Letters*, 285, 72–78. doi: 10.1111/j.1574-6968.2008.01213.x
- Şen, İ. (2022). Trüf kültivasyonunda arazi seçimi. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 10(7), 1258–1263. doi: 10.24925/turjaf.v10i7.1258-1263.5189

- Şen, İ., Allı, H., and Civelek, H. S. (2016). Checklist of Turkish truffles. *Turkish Journal of Life Sciences*, 1/2, 103–109.
- Trappe, J. M., and Claridge, A. W. (2010). The Hidden Life of Truffles. *Scientific American*, pp. 78–84.
- Trappe, J. M., Molina, R., Luoma, D. L., Cázares, E., Pilz, D., Smith, J. E., Castellano, M. A., Miller, S. L., and Trappe, M. J. (2009). Diversity, ecology, and conservation of truffle fungi in forests of the Pacific Northwest. USDA, Forest Service, General Technical Report PNW-GTR-772.
- Ulloa, M., and Hanlin, R. T. (2006). *Illustrated Dictionary of Mycology*. Minnesota: Aps Press.
- Vasquez, G., Gargano, M. L., Zambonelli, A., and Venturella, G. (2014). New distributive and ecological data on *Tuber magnatum* (Tuberaceae) in Italy. *Flora Mediterranea*, 24, 239–245. doi: 10.7320/FIMedit24.239
- Weden, C., Chevalier, G., and Danell, E. (2004). *Tuber aestivum* (syn. *T. uncinatum*) biotopes and their history on Gotland, Sweden. *Mycological Research*, 108(3), 304–310. doi: 10.1017/s0953756204009256
- Weden, C., Petterson, L., and Danell, E. (2009). Truffle cultivation in Sweden: results from *Quercus robur* and *Corylus avellana* field trials on the island of Gotland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 24, 37–53. doi: 10.1080/02827580802562056

BÖLÜM 11

MANTARLARDA HASAT VE HASAT SONRASI İŞLEMLER

Öğr. Gör. Dr. Aslıhan AĞAR ÖZKAYA¹

Arş. Gör. Ebru KURT²

Prof. Dr. Okan ÖZKAYA³

¹ Çukurova Üniversitesi, Pozantı Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Adana, Türkiye asliagar@gmail.com ORCID NO: 0009-0004-0874-1636

² Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye kurte@cu.edu.tr ORCID NO: 0000-0003-0072-0879

³ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye oozkaya@cu.edu.tr ORCID NO: 0000-0002-9448-5576

GİRİŞ

Bu bölümde, mantarların hangi koşullarda hasat edilmesi gerektiği, besin değerin ve kalitesinin hasat sonrasında nasıl korunabileceği hakkında bilgi verilmektedir. Mantarlar; B, C ve D dahil olmak üzere çeşitli vitamin ve mineraller içerirler (demir, fosfor, bakır, potasyum ve selenyum) ve aynı zamanda kalorileri düşük ve lifli bir yapıya sahiptirler. Mantar tüketmek kanser, diyabet ve kalp hastalıkları gibi ciddi sağlık sorunlarını önlemeye veya bu hastalıklarla mücadeleye yardımcı olmaktadır. Proteini yüksek olan mantarların hayvansal protein alımına göre tüketim avantajı, vücuda protein alınırken kolesterolün yükselmemesidir. Hasat edildikten sonra mantarların kalitesi bozulmaya devam ederek renk değışikliğı, nem kaybı, doku değışikliğı, mikroorganizma sayısında artış, besin ve tat kaybı belirtileri gösterir. Bu durum, mantarların ticari ve besinsel değerin düşürür. Mantarların hasat sonrası kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak için çeşitli fiziksel, kimyasal ve termal işlemler uygulanmaktadır. Bu süreçte, öncelikle mantarların hızlı bir şekilde ön soğutulması önemlidir. Taze olarak kısa süreli depolama ya da işlenmiş halde uzun süreli muhafaza yöntemleri, kaliteyi koruma açısından etkili çözümler sunar. Bunun yanı sıra, modifiye atmosfer paketleme, nem kontrolü ve diğer ileri muhafaza tekniklerinin bir arada kullanılması, mantarların bozulma hızını yavaşlatarak besin değerin ve tazeliğini daha uzun süre korumaya yardımcı olur. Sonuç olarak, mantarların uygun koşullarda hasat edilmesi ve gelişmiş muhafaza yöntemlerinin bir araya getirilmesi hem besin değerin korunmasını hem de tüketiciye kaliteli ürün sunulmasını sağlamada kritik bir rol oynamaktadır (Aguirre ve ark., 2008).

HASAT

Hasat türe, tüketici tercihlerine ve pazar değerine bağlı olarak farklı olgunlaşma aşamalarında gerçekleştirilir. Şapkalı mantarlarda hasat zamanı, şapkanın henüz açılmadığı dönemdir. Genellikle şapkada gerçekleşen açılma bir kusur sayılmakta ve bu tip mantarlar hatalı mantarlar sınıfına sokulmaktadır. Mantarın hasat büyüklüğü, tür ve çeşitlerin şapka büyüklüğüne göre değişmektedir. Beyaz şapkalı mantarda (*Agaricus bisporus*) genellikle şapka çapının 3-5 cm olduğu dönemlerdir (Dündar ve ark., 2016; Anonim, 2024).

Mantarlar çok kırılğandır ve taze tüketilmedikçe raf ömrü kısadır. Hasattan sonra mantarlar tazeliğini kısa sürede kaybeden bir yapıya sahip olduğu için uygun işleme yöntemi ve soğutma yapılmadığı takdirde hızla bozulurlar. Bu değişikliklerin en kolay gözlemlenebilenleri arasında su kaybı, olgunlaşma, kahverengileşme, sıvılaşma, nem kaybı ve doku, aroma ve lezzet kaybı yer alır (Singh ve ark., 2016; Sharma, 2018).

HASAT SONRASI YENİLEBİLİR MANTARLARDA KALİTE

Tüm meyve ve sebzeler gibi mantarlar da çabuk bozulur ve hasattan sonra genellikle insan tüketimi için kabul edilemez hale gelen mantarların rengi olgunlukla değişebilmektedir. Taze yenilebilir mantarlar, uzun süreli depolama (3 hafta ve üzeri) ve sonrasında uzun mesafeli taşıma için uygun değildir (Nasiri ve ark., 2018). Sofralık mantar üretimi sonrasında pazarlanma aşamasında kısa sürede kalite bozulmaları, bu sektörün ticari olarak gelişimini kısıtlayan en önemli faktörlerden biridir. Mantarların kalite değişimlerinde şapkanın

açılması ve uzaması ile hasat sonrası dış renk, içsel kahverengileşme ve genel görünüm dikkate alınır. Tüketici açısından mantarda dikkat edilen başlıca kalite kriterleri; tazelik, temizlik, bir örneklik ve şapka kapalılığıdır. Mantarlar yumuşak bir dokuya sahip olduğundan, yüksek sıcaklıklarda 24 saatten daha uzun süre saklanamazlar (Dündar ve ark., 2016; Zhang ve ark., 2018; Sharma, 2018).

Mantarda su kaybına bağlı ağırlık kayıplarının oluşmaması, mantarın tazeliğini koruması açısından kritik bir faktördür. Kısa süre içerisinde nem ve ağırlık kaybı, aynı zamanda doku değişikliklerine neden olmaktadır (Cheng ve ark., 2020). Hasattan sonra mantarlar yoğun solunum ve yüksek enzimatik aktiviteye sahiptirler. Bu durum mantarların besin içeriğinin hızla bozulmasına, sapların uzamasına, şapkanın açılmasına, kahverengiye dönmesine ve aşırı olgunlaşmasına neden olur (Subramaniam ve ark., 2021). Ayrıca, koruyucu bir epidermal yapıya sahip olmamaları nedeniyle mantarlar, hasat sonrası depolama ve taşıma sırasında mekanik hasara ve mikrobiyal bozulmaya karşı hassastır. Tüm bu iç ve dış faktörler yenilebilir mantarların kalite kaybına neden olmaktadır. Görünüm ve dokudaki istenmeyen değişiklikler, mantarları tüketiciler için kabul edilemez hale getirir ve sonuçta ekonomik değerde önemli bir düşüşe neden olur. Bu nedenle, yenilebilir mantarların kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak için uygun yöntemlerin seçilmesi gereklidir (Rai ve Arumuganathan, 2008).

Bugüne kadar, termal, fiziksel ve kimyasal işleme dahil olmak üzere mantar kalitesini korumak için çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiş ve uygulanmıştır (Zhang ve ark., 2018). Koruyucu maddelerin eklenmesi; kolay, düşük fiyat gibi avantajları olan en yaygın kullanılan koruma yöntemidir. Fakat son yıllarda, istenmeyen kalıntıları, potansiyel

alerjenleri ve olası kanserojen bileşik oluşumu nedeniyle kimyasal sentetik koruyucuların kademeli olarak terk edildiği bildirilmiştir (Echegoyen ve Nerín, 2015). Buna karşılık, doğal ürünler genellikle biyoaktif bileşikler açısından zengindir ve insan sağlığı açısından çok az yan etkiye sahiptir (Tavakoli ve ark., 2022). Bu nedenle, hasat sonrası kalite bozulmasını geciktirmek için doğal ürünler kullanılmaktadır (Magesh ve ark., 2022; Felicia ve ark., 2022). Doğal ürünlerin uygun koruma teknolojisiyle etkili bir şekilde birleştirilmesi, hasat sonrası kalitenin korunmasına ve yenilebilir mantarların raf ömrünün uzatılmasına yardımcı olur; bu da endüstrinin ve küresel tüketicilerin gelişimi için faydalıdır (Gao ve ark., 2014).

MANTARLARDA HASAT SONRASINDA KALİTEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

1. Ağırlık Kaybı

Yenilebilir mantarların ağırlık kaybı, nem kaybından kaynaklanır. Bu nedenle, nemin korunması mantarın tazeliğini belirlemede önemli bir faktördür. Hasat sonrası depolama sırasında su, hücrelerden veya hücre dışı boşluklardan dış yüzeye doğru göç eder bu da hücre duvarı ve hücre zarının bozulmasına, böylelikle yenilebilir mantarların ağırlık kaybına yol açar. Sonuç olarak, nem içeriği kademeli olarak azalır ve genel ağırlık kaybına ve doku yumuşamasına neden olur (Cheng ve ark., 2020). Taze ağırlığın %5'ini aşan herhangi bir ağırlık kaybı, mantarların ticari satış için uygunsuz hale gelmesine neden olarak kalite bozulmasına yol açar (Ekinci ve ark., 2019). Nem kaybı oranı, öncelikle mantarların olgunluğuna ve depolama koşullarına (sıcaklık, nem, hava sirkülasyonu, atmosfer basıncı vb.) bağlıdır. Yenilebilir

mantarların tazeliğini korumak için, hasat sonrası dönemde nem kaybını nispeten düşük bir seviyede kontrol etmek esastır (Rai ve Arumuganathan, 2008).

2. Kahverengileşme

Yüzey rengi, yenilebilir mantarların en belirgin kalite özelliğidir. Uzun süreli depolama sırasında mantarlarda kahverengi lekeler oluşma eğilimi görülür ve bu duruma kahverengileşme denir. Mantarlarda kahverengileşme, içerdiği Tyrosinase bileşiğinin varlığından dolayı Melanin adı verilen çözünmeyen kahverengi pigmentin oluşmasına neden olmaktadır (Lin ve ark., 2017). Kahverengileşme, mantarların genel görünümünü ciddi şekilde etkiler ve tüketicilerin satın alma davranışlarını değiştirir (Liu ve ark., 2013; Predanócyová ve ark., 2023).

Hasat sonrası taşıma ve depolama dönemlerinde, mekanik hasar, sıcaklık, bağıl nem, solunum ve mikrobiyal kontaminasyon gibi çeşitli faktörler tarafından kahverengileşme meydana gelebilir. Doğrudan mekanik hasar, hücre zarlarının parçalanmasına neden olarak polifenol oksidazın (PPO), fenolik substratlar ve oksijen arasında temas oluşmasına izin verir ve böylece kısa bir süre içinde kahverengileşmeye neden olur (Fang ve ark., 2023). Yüksek sıcaklık, düşük bağıl nem ve yoğun solunum, PPO aktivitesini artırma ve renk bozulmasını hızlandırma eğilimindedir. Ek olarak; mantarlar, kahverengileşmeye neden olan potansiyel faktörler olarak kabul edilen patojenlere karşı oldukça hassastırlar (Fang ve ark., 2016).

3. Yumuşama

Sertlik, yenilebilir mantarların yumuşama derecesini temsil eden dokusal özelliklerden biridir. Hasat sonrası depolama sırasında sertlik hızla azalır ve bu da raf ömrünün kısalmasına ve mikrobiyal kontaminasyon riskinin artmasına neden olur (Zhang ve ark., 2018). Sertlikteki düşüş, ağırlıklı olarak hücre duvarı bileşenlerinin bozulması ve yapısal değişikliklerden kaynaklanır. Bitkilerin aksine, mantar hücre duvarlarının iskelet yapıları temel olarak glukan, kitin ve selülozdan oluşur. Kuru hücre duvarı ağırlığının %80-90'ını oluşturan glukan, hücre yüzeyinde bulunur ve hücreleri birbirine bağlamada, kitini birleştirmede ve hücre duvarı iskeleleri oluşturmada önemli bir rol oynar. Nispeten küçük ama yapısal olarak önemli bir bileşen olan kitin, esas olarak hücre duvarını doğrudan etkileyen sert mikrofibril yapısını oluşturmaktan sorumludur (Wang ve Zhang, 2021). Genellikle, bu bileşenlerin içeriği, uzun süreli depolamayla azalır ve bu eğilim sertlik eğilimiyle tutarlıdır (Khan ve ark., 2014). Depolama sırasında; mekanik hasar, mikrobiyal aktivite ve termal işlem gibi faktörler enzimlerin aktivitelerini artırarak mantarlarda yumuşamayı şiddetlendirir (Subramaniam ve ark., 2021).

4. Besin ve Lezzet Kaybı

Yenilebilir mantarlar karbonhidrat, lif ve protein açısından zengindir ve yağ oranı düşüktür. Örneğin, kurutulmuş yenilebilir mantarlar %74 karbonhidrat, %14.1 protein, %2.2 yağ ve %9.7 kül içerir (türlerle ve bazı farklı faktörlere göre değişir). Karbonhidratlar ve proteinler, hasat sonrası mantarların metabolizmasını destekleyen birincil besinlerdir (Wang ve ark., 2014). Şeker ve proteinlerdeki

azalma, mantar kalitesindeki bozulmanın önemli bir göstergesidir. Besin kaybı, yenilebilir mantarların besin değerini önemli ölçüde etkiler. Ek olarak, mantarların uçucu bileşenleri (alkoller, kükürt bileşikleri, aldehitler, ketonlar, asitler, esterler vb.) ve uçucu olmayan bileşenleri (çözünür şekerler, serbest amino asitler, organik asitler, nükleotidler vb.) benzersiz bir aroma ve tada sahiptir (Valverde ve ark., 2015). Araştırmalar, birçok taze mantar türünün 1-okten-3-ol, 3-oktanon ve 1-oktanol gibi farklı tatlara sahip olduğunu göstermektedir. Uzun süreli depolama, bu karakteristik maddelerde belirgin bir düşüşle tat kaybına yol açabilir (Samarasiri ve Chen, 2024).

DEPOLAMA VE İŞLEME

Mantar yetiştiriciliğinde en önemli nokta hasattan sonra solunum yapmaya devam ettiklerinden dolayı ilk günkü tazeliklerini korumak için uygun koşullarda muhafaza edilmesidir. Hasattan sonra da belirli depolama koşullarında, enzimler oksijenle reaksiyona girerek kahverengi pigmentler oluşturmaktadır. Bu tür bir renk bozulması, mantarların kalitesini ciddi şekilde düşürmektedir (Lin ve ark., 2017).

Mantarlar %85-95 oranında su içermektedir. Mantarlarda hasat sonrası su kaybı, mantarın kalitesi açısından önemli bir kalite kriteridir. Hasattan sonra mantarlardaki su kaybını önlemek için hasat döneminde ortam neminin %85, sıcaklığın 15-17°C olması gerekmektedir. Ayrıca mantar yetiştiriciliğinde havanın temiz olması oldukça önemlidir. Mantarda şapka oluşumu sırasında ortaya çıkan CO₂ gazının dışarıya atılıp, bu oranın istenen seviyeye getirilmesi gerekmektedir. Bu olumsuz durumların olmaması için havanın sirkülasyonuna ihtiyaç duyulur. Yetiştiricilik sırasında bu koşullar sağlanmazsa, mantarda

şekil bozukluğu anormallikleri meydana gelebilmektedir. Taze mantarlar kuruyup büzüştüğünde kalitesi düşmektedir. Aynı zamanda, taze mantarların raf ömrü kısadır. Hasat sonrası mantarlar, buldukları ortam koşullarına bağlı olarak, değişimlere uğrayarak kalite kayıplarına maruz kalmaktadırlar. Bu kayıpları en aza indirmek için kontrollü bir şekilde muhafaza edilmeleri gerekmektedir (Subramaniam ve ark., 2021).

Dünyada üretilen yemeklik mantarların %40-50'si taze tüketildiğinden, pazar istekleri ve besin değeri açısından kabul edilebilir olmaları için aşırı olgunlaşmayı geciktirmek veya önlemek gerekmektedir. Mantarlarda olgunlaşmayı geciktirmek için soğutma ve modifiye atmosfer paketleme gibi teknolojiler kullanılırken, olgunlaşmayı önlemek için konserve, kurutma, salamura ve dondurma gibi muhafaza etme yöntemleri kullanılmaktadır (Sharma, 2015).

1) Kısa Süreli Depolama

Mantarların raf ömrü, 1 günden 2 haftaya kadar değişebilir. Taze mantarların raf ömrü, 1-4°C'de soğutulmuş olarak uzatılabilir. Mantarların soğutulması, mantarların içindeki tüm fizyolojik süreçlerin daha düşük oranlarda gerçekleşmesine neden olmaktadır (Nerya ve ark., 2006).

Yenilebilir mantarları taze saklamanın en iyi yöntemi, plastik filme sarılmış ambalajlı kaplarda 8-10°C'de saklamaktır. Buna 'PVC film depolama' denir. Mantarların bu tür mikro gözenekli veya delikli plastik filmle sarılması, nem kaybını azaltacağı ve mantarların kalitesini koruyacağı için depolama ömrünü uzatabilir. Mantar solunumu nedeniyle sarılı kapta karbondioksit miktarı artar, oksijen miktarı azalır. Gaz bileşimi ambalajın içindeki mantarların solunumu

ile değiştirilebilir. Böylelikle solunum hızı yavaşlayarak, mantarların depolama ve raf ömrü süresi uzamaktadır (Kumar ve ark., 2013; Joshi ve ark., 2018; Singh ve ark., 2018). Günümüzde mantarların raf ömrünü ve tüketimini uzatmak için yenilikçi koruma prosedürleri geliştirilmiştir (Maral ve ark., 2021).

a) Paketleme

Mantarlar, yerel pazarlar için plastik torbalarda, kâğit veya plastik kutularda 150, 250, 500 ve 1000 g'lık paketler halinde ambalajlanmaktadır. Mantarlar, uzun mesafeli taşımaya dayanıklı olabilen polietilen veya kağit karton kutularda paketlenir. Bu kutuları örtmek için farklı geçirgenliğe sahip polivinil klorür veya poliasetat filmler kullanılabilir. Bu filmler, %10 karbondioksit ve %2 moleküler oksijen içeren kutularda modifiye edilmiş bir ortam yaratılmasına yardımcı olur ve mantarların 18°C'de 72 saat boyunca orijinal görünümlerini korumasını sağlar (Dawadi ve ark., 2022; Sing ve ark., 2016).

b) Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP)

Mantarların depolama mr "Polivinil Klorür Film (PVC)" ile kaplanarak uzatılabilir. Soğutulmuş koşullarda, mantarların paketlenmesi için %0.5 havalandırma alanına sahip 100 gauge şeffaf plastik torbaların kullanılması tavsiye edilir. Mantarları uzun mesafelere taşımak için polietilen torbalar kullanmak yerine polistiren veya kağit hamurundan yapılımiş sepetler kullanılmalıdır. Sepetleri kaplamak için farklı şekillerde geçirilebilir PVC veya poli asetat filmler önerilir (Guillaume ve ark., 2010).

MAP koşullarında, optimum paketleme malzemesi olan polietilen, taze mantar odalarının raf ömrünü 2 haftaya kadar artırır. Potasyum permanganat, kitosan, aktif karbon ve sorbitol yenilebilir mantarları oda sıcaklığında taze tutmak için MAP için kullanılacak ek paketleme malzemelerinden bazılarıdır (Öz ve ark., 2015). Yenilebilir mantarların klorlu suda yıkanması ve neminin alınması mikrobiyal kaynaklı bozulmayı azaltır ve depolama ömrünü uzatır.

c) Yeni Nesil Nem Koruyucu Modifiye Atmosfer Paketleme

Amaçlanan Paket İçi Bağlı Neme (IPRH) ulaşmak için iki yaklaşım bulunmaktadır:

Gerekli bağlı nemi koruyabilen kalsiyum klorür gibi paket içi nem emici bileşiklerin kullanılması ve paketin içinde değiştirilmiş atmosferik koşullara ulaşma olasılığını ortadan kaldıran, paketin delinmesidir. Modifiye atmosfer paketleme, değiştirilmiş nem paketlemeyle birlikte taze mantarların saklama ömrünü daha da artırmaktadır. Depolama sırasında mantarlarda optimum renk elde etmek için %87-90'lık bir IPRH tavsiye edilir (Rux ve ark., 2015).

d) Kontrollü Atmosfer Depolama

Mantar muhafazasında kontrollü atmosferli depolamada, depolama süresince kontrol edilen ürünün doğal solunum veya yapay yollarla oluşturulan düşük O₂ ve/veya yüksek CO₂ atmosferinde depolanması işlemidir. Kontrollü atmosfer depolamada, ürün, depo boyunca sabit tutulan atmosferik bir kompozisyon altında soğuk depolarda saklanır (Thompson ve ark., 2018).

Büyüme odasında daha düşük hava akış hızlarına maruz kalan mantarlar, daha yüksek hava akış hızlarına maruz kalanlara göre daha

beyaz kalır (Singh ve ark., 2010; Kibar ve Kibar, 2015). Paketlenmiş mantarların raf ömrünü uzatmak için Montmorillonit kili ve silika jel gibi piyasada satılan nem emiciler kullanılabilir (Li ve ark., 2017; Sun ve ark., 2018).

e) Soğutma

Depolama sırasında, solunum hızı depolama sıcaklığıyla birlikte arttığından, solunum nedeniyle sıcaklık sürekli olarak yükselir. Isınma nedeniyle ürünün kalitesi düşer. Bu nedenle mantarların sıcaklığı hızla 4-5°C'ye düşürülmelidir. Mantarları 2-4°C sıcaklığa kadar soğutmak için hidro soğutma, evaporatif soğutma, vakumlu soğutma, basınçlı soğutma havası ve buz bankası sistemlerinin tümü kullanılabilir. Paketlerde 10 kg'dan fazla mantar veya 15 cm kalınlığında mantar katmanları bulunduğunda sorunlar ortaya çıkar. Hava akışı olduğunda, soğutma daha etkilidir (Wakchaure, 2011; Xiangyou ve ark., 2014).

f) Vakumlu Soğutma

Vakumlu soğutma, 15 ile 20 dakika içinde ortam sıcaklığının (2°C'ye) ve basıncın düşürüldüğü ve mantarlarda suyun buharlaşarak gizli buharlaşma ısısının açığa çıkarıldığı daha hızlı ve daha tutarlı bir tekniktir. Vakumla soğutulan mantarların rengi ve görünümü, normal olarak soğutulan mantarlardan daha iyidir. Sistemin dezavantajları arasında, fazla başlangıç yatırımı ve kaçınılmaz taze ağırlık kaybı yer alır. Mantarlar ayrıca hava püskürtmeli nemlendirme soğutucuları kullanılarak, hızlı bir şekilde soğutulabilir. Nem kaybı olmadan, sıcaklık bir saatte 16-18°C kadar düşürülebilir (Işık ve ark., 2010; Mittal ve ark., 2014; Xiangyou ve ark., 2014).

g) Buz ile Soğutma

Bazı bölgelerde, mantarlar buz bankasıyla soğutulmaktadır. Vakumla soğutma sırasında ağırlık kaybını azaltmak için soğuk, nemli havanın basınçlı bir üflemesi kullanılarak bir mantar yığınının bir buz bankası boyunca itildiği bir yöntemdir (Dawadi ve ark., 2022; Fernandes ve ark., 2013).

h) Radyasyon ile Muhafaza

Kontaminasyonu azaltmak ve mantarların raf ömrünü uzatmak için düşük düzeyde gama radyasyonu kullanılabilir. En iyi sonuçları elde etmek için ışınlama, hasattan hemen sonra uygulanmalıdır (Jiang ve ark., 2010; Riberio ve ark., 2012). Radyasyona maruz kalma potansiyel olarak olgunlaşmayı geciktirebilir, ayrıca su kaybı, aroma, doku ve kalite kayıplarını azaltabilir. 10 KGy (Kilo Gray) dozunda, mikroorganizmalar tamamen öldürülür. 2 KGy'ye yakın gama ışınları kullanılarak ve beyaz şapkali mantarın 10°C'de depolanmasıyla, depolama ömrü 10 güne kadar artırılabilir. Işınlama ile mantar ve bakteri enfeksiyonu yoğunluğu azalır (Mami ve ark., 2014).

2) Uzun Süreli Depolama

Mantarların uzun süreli depolanması için aşağıdaki işlemler uygulanır:

a) Kurutma

Kurutma, enzimleri ve mikroorganizmaları etkisiz hale getirecek kadar suyu uzaklaştırarak mantarları korur. Kurutulmuş mantarlarda bozulma önlenir ve uzun süreli depolama ve taşımaya sağlanır. Kurutma, "Shiitake" ve "Ahşap-Orman Kulağı" mantarları gibi

yenilebilir mantarların korunmasına yönelik bir yöntemdir. ‘‘Beyaz Şapkalı’’ veya ‘‘İstiridye’’ mantarları için sıklıkla kullanılmaz, ancak istiridye mantarları kurutulmuş halde de depolanıp pazarlanabilir (Tolera ve Abera, 2017).

Taze mantarların nem içeriği hasat zamanı ve çevre koşullarına bağlı olarak %70-95, kurutulmuş mantarlarınkı ise %10'a yakındır. Mantar kurutmada yaygın olarak kullanılan çeşitli yöntemler bulunmaktadır (Ekinci ve ark., 2019)

b) Güneşte Kurutma

Bu kurutma yönteminde mantarlar şapkaları yukarı bakacak ve doğrudan güneş ışığına maruz kalmayacak şekilde raflara yayılır. Gerekli kuruma süresi hava koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak güneşte kurutulan mantarların kalitesi, termal güçle kurutma veya sıcak havayla kurutmayla kurutulan mantarlardan daha düşüktür. Nem içeriği de daha yüksektir ve bu da küflere ve zararlılara karşı daha yüksek duyarlılık anlamına gelir (Doğan ve ark., 2014).

c) Termal güçle kurutma

Termal güçle kurutma işleminde mantarların kurutulmasına, nispeten düşük bir sıcaklıkta başlamalıdır. Mantarlar güneşli günlerde 35°C başlangıç sıcaklığında, nemli günlerde ise 30°C başlangıç sıcaklığında kurutulmalıdır. Güneşli havalarda mantarlar için beş saat, yağışlı mevsimde ise yedi saat sıcaktan sonra, sıcaklık kademeli olarak yükseltilebilir ve ardından 12-18 saat süreyle 40-60°C'de tutulabilir. Güneşli koşullarda, beş saatlik, yağmurlu mevsimde ise yedi saatlik ısıtmanın ardından, sıcaklık kademeli olarak yükseltilebilir ve ardından 12-18 saat boyunca 40-60°C'de tutulabilir. Kurutma, ürünü korumanın

yanı sıra mantarların lezzetini ve görünümünü de geliştirebilir (Rai ve Arumuganathan, 2008; Doğan ve ark., 2014; Dawadi ve ark., 2022).

d) Sıcak hava ile kurutma

Sıcak havayla kurutma yönteminde kurutucunun içine sıcak hava üflenir ve raflarda bulunan mantarlar sıcak havaya maruz bırakılır. Havanın sıcaklığı ve nemi, ısıtıcılar ve devir daim delikleri kullanılarak optimum koşullarda kontrol edilebilir. Kurutma odasının büyüklüğü, üretim ölçeğine bağlı olarak değişmektedir. Mantarları yüklemeye önce kurutma odası 40-50°C'ye kadar ısıtılmalıdır. Uzun süreli depolama için mantarlar karton veya tahta kutulara paketlenmeli ve düşük sıcaklıktaki bir depolama alanında 2-5°C'de saklanmalıdır (Das ve Arora, 2018).

3. Konserveleme ve şişeleme

Konserveleme, mantarları korumak için kullanılan en yaygın işlemdir. Genel anlamda konserveleme yedi temel işleme (temizleme, haşlama, konserveleme, sterilizasyon, soğutma, etiketleme ve paketleme) ayrılır (Marçal ve ark., 2021). Bu yöntem endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Rengin korunması için uygun düzeyde sodyum metabisülfid veya askorbat eklenir. Daha sonra mantarlar durulanır ve iki dakika boyunca beyazlatılır. Haşlama, enzimlerin aktivitesini azaltmak için kullanılır. Haşlamadan sonra mantarlar %2.5 sodyum klorür ve %0.24-0.5 sitrik asit içeren kutulara yerleştirilir. Daha sonra kutular kapatılır ve sterilize edilir. Sterilizasyon yöntemleri, kullanılan ekipmanın türüne göre değişir. En yaygın kullanılan yöntem, kutuların otoklava yerleştirildiği ve 120-130°C'de bir saat süreyle sterilize edildiği toplu işlemdir. Şişeleme prensibi konservelemeyle aynı olup,

çok daha az alet gerektirir ve bu nedenle şişeleme küçük ölçekli yetiştiriciler tarafından zorlukla karşılaşmadan benimsenebilir. Mantarlar daha sonra büyüklük ve kaliteye göre ayrılarak %0.1 süksinik asit ve %1 tuz içeren suda 4-6 dakika haşlama işlemine tabi tutulmalıdır. Haşlama sırasında, %35-40 oranında ağırlık kaybı olması muhtemeldir (Rai ve Arumuganathan, 2008).

Salamura, tüketicilerin istediği tuzluluk oranına göre hazırlanmalıdır. Şişeler, salamura ve mantarlarla istenilen oranda doldurulur. Şişelerin havasının çıkması için kapağı yarıya kadar kapatıldıktan sonra, şişelerin büyüklüğüne göre 30 dakika veya daha fazla kaynatılır. Daha sonra şişeler çıkarılıp soğutulmadan önce kapaklar sıkıca kapatılır (Wakchaure, 2011).

4. Turşu

Bu süreçte mantarlar ayıklanıp yıkanır. İstenirse dilimlenebilir. Daha sonra %3 tuzlu su ile kaynar suda 3-4 dakika haşlanır. Suyu boşaltıldıktan sonra hemen soğuması için soğuk suya konulur. Daha sonra bir kavanoza veya şişeye aktarılır ve mantarlara daha taze bir renk vermek için biraz sirke, şeker ve C vitamini veya sitrik asit gibi diğer baharatlarla birlikte tuzlu su (%22 tuz) eklenir. Sonrasında kavanozlar gevşek bir şekilde kapatılır ve bir saat boyunca buharda pişirilir. Kapaklar, soğutulduğunda sıkılır (Zheng ve ark., 2017).

KAYNAKLAR

- Aguirre, L., Frias, J. M., Barry-Ryan, C., and Grogan, H. (2008). Assessing the effect of product variability on the management of the quality of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biology and Technology*, 49(2), 247–254. doi: 10.1016/j.postharvbio.2008.01.014
- Anonim (2024). <http://www.mantarsatis.com>. 11.10.2024
- Cheng, S. S., Ranran, L., Yang, H. M., Wang, S. Q., Lin, R., and Tan, M. Q. (2020). Characterisation of moisture migration of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) during storage and its relationship to quality deterioration. *International Journal of Food Science Technology*, 55(5), 2132–2140. doi: 10.1111/ijfs.14456
- Das, I., and Arora, A. (2018). Alternate microwave and convective hot air application for rapid mushroom drying. *Journal of Food Engineering*, 223, 208–219. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2017.10.018
- Dawadi, E., Magar, P. B., Bhandari, S., Subedi, S., Shrestha, S., and Shrestha, J. (2022). Nutritional and post-harvest quality preservation of mushrooms: A review. *Heliyon*, 8, e12093. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e12093
- Doğan, N., Doğan C., ve İbrahim H. (2014). Farklı Sıcaklık ve Süre Uygulamalarının *Pleurotus ostreatus* (İstiridyeye Mantarı)'un Bazı Özelliklerine Etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 18(4), 10–16.
- Dündar, Ö., Demircioğlu, H., Özkaya, O., ve Dündar, B. (2016). Kültür mantarlarının muhafazası ve kalite özellikleri üzerine yapılan araştırmalar. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 150–154.

- Echegoyen, Y., and Nerín, C. (2015). Performance of an active paper based on cinnamon essential oil in mushrooms quality. *Food Chemistry*, 170(1), 30–36. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.08.032
- Ekinci, M., Yıldırım, E., ve Dursun, A. (2019). Bazı Uygulamaların Mantar Muhafazasında Kullanımı. *Mantar Dergisi*, 10(özel sayı), 204–213. doi: 10.30708.mantar.638906
- Fang, D., Zhang, P., Kimatu, B. M., Pei, F., Yang, W., Hu, Q., and Ma, N. (2023). Metabolomic approach: Postharvest mushroom (*Agaricus bisporus*) browning inhibited by nanocomposite packaging materials. *Food Packaging and Shelf Life*, 40, 101186. doi: 10.1016/j.fpsl.2023.101186
- Fang, D., Yang, W., Kimatu, B. M., Mariga, A. M., Zhao, L., An, X., and Hu, Q. (2016). Effect of nanocomposite-based packaging on storage stability of mushrooms (*Flammulina velutipes*). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 33, 489–497. doi: 10.1016/j.ifset.2015.11.016
- Felicia, W. X. L., Rovina, K., Nur'Aqilah, M. N., Vonnice, J. M., Erna, K. H., Misson, M., and Halid, N. F. A. (2022). Recent advancements of polysaccharides to enhance quality and delay ripening of fresh produce: A review. *Polymers*, 14(7), 1341. doi: 10.3390/polym14071341
- Fernandes, Â., Barros, L., Barreira, J. C. M., Antonio, A. L., Oliveira, M. B. P. P., Martins, A., and Ferreira, I. C. F. R. (2013). Effects of different processing technologies on chemical and antioxidant parameters of *Macrolepiota procera* wild mushrooms. *LWT—Food Science and Technology*, 54(2), 493–499. doi: 10.1016/j.lwt.2013.06.027
- Gao, M. S., Feng, L. F., and Jiang, T. J. (2014). Browning inhibition and quality preservation of button mushroom (*Agaricus bisporus*) by essential oils fumigation treatment. *Food Chemistry*, 149, 107–113. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.10.073

- Guillaume, C., Schwab, I., Gastaldi, E., and Gontard, N. (2010). Biobased packaging for improving preservation of fresh common mushrooms (*Agaricus bisporus* L.). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(4), 69–696. doi: 10.1016/j.ifset.2010.05.007
- Işık, E., Akbudak, B., ve İzli, N. (2010). Mantarda Farklı Ön Soğutma Yöntemlerinin İşletim ve Kalte Özellikleri Üzerine Etkisi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 49–58.
- Jiang, T., Jahangir, M. M., Jiang, Z., Lu, X., and Ying, T. (2010). Influence of UV-C Treatment on Antioxidant Capacity, Antioxidant Enzyme Activity and Texture of Postharvest Shiitake (*Lentinus edodes*) Mushrooms During Storage. *Postharvest Biology and Technology*, 56, 209–215. doi: 10.1016/j.postharvbio.2010.01.011
- Joshi, K., Warby, J., Valverde, J., Tiwari, B., Cullen, P. J., and Frias, J. M. (2018). Impact of cold chain and product variability on quality attributes of modified atmosphere packed mushrooms (*Agaricus bisporus*) throughout distribution. *Journal of Food Engineering*, 232, 44–55. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2018.03.019
- Khan, Z. U., Aisikaer, G., Khan, R. U., Bu, J., Jiang, Z., Ni, Z., and Ying, T. (2014). Effects of Composite Chemical Pretreatment on Maintaining Quality in Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) During Postharvest Storage. *Postharvest Biology and Technology*, 95, 36–41. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2018.03.019
- Kibar, H., ve Kibar, B. (2015). Mantar Muhafazasında Hipobarik Depolama Tekniği. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, 1(2), 117–125.
- Kumar, S., Kaur, G., Arora, S., and Kumar, R. (2013). Modified Atmosphere Packaging and Storage of Mushrooms. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 32(2), 108–114.

- Li, L., Sun, H., Kitazawa, H., and Wang, X. (2017). Effects of a high O₂ dynamic-controlled atmosphere technology on the browning of postharvest white mushroom (*Agaricus bisporus*) in relation to energy metabolism. *Food Science and Technology International*, 23(5), 385–395. doi: 10.1177/1082013217695146
- Lin, Q., Y. Lu, J. Zhang, J., Liu, W. Guan, W., and Wang, Z. (2017). Effects of high CO₂ in-package treatment on flavor, quality and antioxidant activity of button mushroom (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, 123, 112–118. doi: 10.1016/j.postharvbio.2016.09.006
- Liu, J., Wu, Y. C., Kan, J., Wang, Y., and Jin, C. H. (2013). Changes in reactive oxygen species production and antioxidant enzyme activity of *Agaricus bisporus* harvested at different stages of maturity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93, 2201–2206. doi: 10.1002/jsfa.6027
- Magesh, S., Murthykumar, K., and Ganapathy, D. (2022). Different types of bio preservatives-a comprehensive review. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 13, 909–914. doi: 10.47750/pnr.2022.13.S04.107
- Mami, Y., Peyvast, G., Ziaie, F., Ghasemnezhad, M., and Salmanpour, V. (2014). Improvement of shelf life and postharvest quality of white button mushroom by electron beam irradiation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(4), 1673–1681. doi: 10.1111/jfpp.12129
- Marçal, S., Sousa, A. S., Taofiq, O., Antunes, F., Morais, A. M. M. B., Freitas, A. C., Barros, L., Ferreira, I. C. F. R., and Pintado, M. (2021). Impact of postharvest preservation methods on nutritional value and bioactive properties of mushrooms. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 418–431. doi: 10.1016/j.tifs.2021.02.007

- Mittal, T. C., Sharma, S. R., and Jindal, N. (2014). Effect of pre-cooling and packaging materials under ambient condition storage on postharvest quality of white button mushrooms. *Indian Journal of Science and Technology*, 2(6), 60–72.
- Nasiri, M., Barzegar, M., Sahari, M. A., and Niakousari, M. (2018). Application of Tragacanth gum impregnated with *Satureja khuzistanica* essential oil as a natural coating for enhancement of postharvest quality and shelf life of button mushroom (*Agaricus bisporus*). *International Journal of Biological Macromolecules*, 106, 218–226. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.08.003
- Nerya, O., Ben-Arie, R., Luzzatto, T., Musa, R., Khativ, S., and Vaya, J. (2006). Prevention of *Agaricus bisporus* postharvest browning with tyrosinase inhibitors. *Postharvest Biology and Technology*, 39(3), 272–277. doi: 10.1016/j.postharvbio.2005.11.001
- Öz, A. T., Ulukanlı, Z., Bozok, F., and Baktemur, G. (2015). The Postharvest Quality, Sensory and Shelf Life of *Agaricus bisporus* in Active MAP. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 100–106. doi: 10.1111/jfpp.12301
- Predanócyová, K., Árvay, J., and Šnirc, M. (2023). Exploring consumer behavior and preferences towards edible mushrooms in Slovakia. *Foods*, 12(3), 657. doi: 10.3390/foods12030657
- Rai, R. D., and Arumuganathan, T. (2008). Post Harvest Technology of Mushrooms. National Research Centre for Mushrooms, Indian Council of Agricultural Research, Chambaghat, India, pp. 7–29.
- Riberio, C., o Canada, J., and Alvarenga, B. (2012). Prospects of UV Radiation for Application in Postharvest Technology. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 24(6), 586–97. doi:10.9755/ejfa.v24i6.14677
- Rux, G., Mahajan, P. V., Geyer, M., Linke, M., Pant, A., Saengerlaub, S., and Caleb, O. J. (2015). Application of Humidity-Regulating Tray for

- Packaging of Mushrooms. *Postharvest Biology and Technology*, 108, 102–110. doi: 10.1016/j.postharvbio.2015.06.010
- Samarasiri, M., and Chen, W. N. (2024). Variations of nonvolatile taste components of mushrooms with different operating conditions and parameters from farm to fork. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(11), 3482–3501. doi: 10.1080/10408398.2022.2132211
- Sharma, K. (2015). Mushroom: Cultivation and Processing. *International Journal of Food Processing Technology*, 5(2), 9–12. doi: 10.15379/2408-9826.2018.05.02.02
- Singh, P., Langowski, H. C., Wani, A. A., and Saengerlaub, S. (2010). Recent advances in extending the shelf life of fresh *Agaricus* mushrooms: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90, 1393–1402. doi: 10.21474/IJAR01/2275
- Singh, N., Vaidya, D., Mishra, V., and Thakur, K. S. (2016). Shelf life and storage quality of white button mushrooms (*Agaricus bisporus*) as affected by packaging material. *International Journal of Advanced Research*, 4(11), 1790–1799. doi: 10.21474/IJAR01/2275
- Singh, S., Gaikwad, K. K., Lee, M., and Lee, Y. S. (2018). Thermally buffered corrugated packaging for preserving the postharvest freshness of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Journal of Food Engineering*, 216, 11–19. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2017.07.013
- Subramaniam, S., Jiao, S. S., Zhang, Z. T., and Jing, P. (2021). Impact of post-harvest processing or thermal dehydration on physiochemical, nutritional and sensory quality of shiitake mushrooms. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(3), 2560–2595. doi: 10.1111/1541-4337.12738
- Sun, H., Wang, X., and Li, L. (2018). Effects of a High-oxygen Dynamic Controlled Atmosphere on Cell Wall Metabolism and Lignification

- Process of *Agaricus bisporus*. *Shipin Kexue/Food Science*, 39(11), 255–262.
- Tavakoli, S., Regenstein, J. M., Daneshvar, E., Bhatnagar, A., Luo, Y., and Hong, H. (2022). Recent advances in the application of microalgae and its derivatives for preservation, quality improvement, and shelf-life extension of seafood. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(22), 6055–6068. doi: 10.1080/10408398.2021.1895065
- Thompson, A. K., Prange, R. K., Bancroft, R. D., and Puttongsiri, T. (2018). Controlled atmosphere storage of fruit and vegetables. 3rd Edition, CABI, 420 p., ISBN: 978-1-78639-373-9.
- Tolera, K. D., and Abera, S. (2017). Nutritional Quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as Affected by Osmotic Pretreatments and Drying Methods. *Food Science & Nutrition*, 5, 989–996. doi: 10.1002/fsn3.484
- Valverde, M. E., Hernández-Pérez, T., and Paredes-López, O. (2015). Edible mushrooms: improving human health and promoting quality life. *International Journal of Microbiology*, 2015, 376387. doi: 10.1155/2015/376387
- Wakchaure, G. C. (2011). Postharvest Handling of Fresh Mushrooms. Mushrooms: Cultivation, Marketing and Consumption. Directorate of Mushrooms Research, Indian Council of Agricultural Research (ICAR), Solan, India, pp. 197–206.
- Wang, X. M., Zhang, J., Wu, L. H., Zhao, Y. L., Li, T., Li, J. Q., Wang, Y. Z., and Liu, H. G. (2014). A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China. *Food Chemistry*, 151, 279–285. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.11.062
- Wang, Y., and Zhang, H. (2021). Advances in the extraction, purification, structural-property relationships and bioactive molecular mechanism of *Flammulina velutipes* polysaccharides: A review. *International Journal*

of *Biological Macromolecules*, 167, 528–538. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.11.208

Xiangyou, W., Jincui, T., and Juan, W. (2014). Effect of precooling temperature on physiological quality of cold stored *Agaricus bisporus*. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 7(2), 108–114.

Zhang, K., Pu, Y. Y., and Sun, D. W. (2018). Recent advances in quality preservation of postharvest mushrooms (*Agaricus bisporus*): A review. *Trends in Food Science & Technology*, 78, 72–82. doi: 10.1016/j.tifs.2018.05.012

Zheng, H. G., Chen, J. C., and Ahmad, I. (2017). Preservation of King Oyster Mushroom by the use of different fermentation processes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42, e13396. doi: 10.1111/jfpp.13396

BÖLÜM 12

KLTR MANTARLARINDA GÖRÜLEN FİZYOLOJİK BOZUKLUKLAR VE YÖNETİMİ

Prof. Dr. Glgen Bahar ZTEKİN¹

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmİr, Türkiye
golgen.oztekin@ege.edu.tr ORCID NO: 0000-0001-6023-013X

GİRİŞ

Günümüzde mantarlar, besin değeri nedeniyle tercih edilerek tüketilmekte ve yeni nesil yiyecekler olarak kabul edilmektedir. Ancak, mantar yetiştiricileri verim düşüşü, bilinmeyen nedenlerle mantarların ani bozulması, biyotik, abiyotik ve yetersiz uygulamalar nedeniyle üretimden pazarlamaya kadar olan aşamada birçok sorunla karşı karşıya kalmaktadır. Bu sorunların arasında, mantar yetiştiriciliği ile doğrudan ilişkili olan biyotik kaynaklı olmayan etkiler (abiyotik faktörler, çevresel etkiler), misel ekiminden hasat sonrasına kadar çeşitli sorunlara neden olmaktadır (Murali Sankar ve ark., 2021).

Mantarlar sağlıklı gelişebilmeleri için uygun çevre koşullarına ihtiyaç duyarlar. Doğal yapılarında korunma faktörlerine sahip olmadıklarından, çevresel faktörlerin (sıcaklık, nem, ışık gibi) direk etkisi altındadırlar. Şartlar uygun olmadığı zaman verim ve kalite yönünden önemli kayıplar verirler. Kalitede karşılaşılan sorunların başında hastalıklar gelse de üzerinde durulması gereken önemli bir konu da abiyotik kaynaklı fizyolojik bozukluklardır.

Mantarlar için misel ekiminden hasata kadar olan süreçte hastalık ve zararlılar tarafından meydana gelmeyen, kültürel işlemler ve çevre şartlarının etkisiyle meydana gelen, pazarlanabilir ürün verimi ve kalitesini azaltan problemler “fizyolojik bozukluklar” olarak tanımlanır. Fizyolojik bozukluklar genellikle eksik veya yanlış kültürel işlemlerden ve çevresel koşullarından (iklimsel faktörlerden) kaynaklandığı için ve bu etkiler abiyotik kaynaklı olduğu için “abiyotik bozukluklar” olarak da anılabilmektedir. Kültürel işlemleri ayrı tutarsak mantarların düzgün büyümesi için elverişsiz bir ortam yaratan çok sayıda abiyotik etmen bulunmaktadır. Mantar yetiştiriciliğinde nicel ve

nitel kayıplara yol açan bu etmenler arasında sıcaklık, oransal nem, odadaki CO₂ konsantrasyonu, havalandırma, substrattaki düşük veya yüksek nem ve pH sayılabilir (Singh Lagoriya, 2015).

Fizyolojik veya abiyotik bozukluklar tanımından da anlaşılacağı üzere hastalık ve zararlı etmeni gibi canlı bir etmen tarafından meydana getirilmezler. Ancak üreticilerimiz, çoğu durumda fizyolojik bozuklukları hastalık ve böcek zararı ile karıştırmakta, çare olarak gereksiz yere ilaç atmaktadırlar. Atılan ilacın etkisi görülmediği için de defalarca aynı veya farklı ilaç ile ilaçlama yapılmaktadır. Böylece üretici üründeki nicel ve nitel yönden kayıplar yanında artan ilaç giderleri ile ekonomik anlamda da zarara uğramakta ve aşırı ilaçlama nedeni ile sağlığı da tehdit etmektedir. Aslında aşırı ilaç kullanımı ile de verim ve ürün kalitesinde kayıplar yaşamakta, zararı arttırmaktadır. Fizyolojik bozuklukların tarım ilacı uygulamaları ile düzelebilecek anormallikler olmadığı unutulmamalıdır.

Kültür mantarları üretiminde hep hastalık konusu üzerinde durulduğu için fizyolojik bozukluklar nedeni ile olan anormallikler yeteri kadar bilinmediğinden hep ikinci plana atılmıştır. Oysaki ürün kalitesini düşürerek ve pazarlanamaz ürün oranını arttırarak kültür mantarı yetiştiriciliğinde karşılaşılan en önemli sorunlardan biri haline gelen fizyolojik bozuklukların üzerinde durulması ve tanınması gereklidir. Bu tür anormallikleri gidermenin en iyi yolu, bozukluğu iyi teşhis etmek ve bozukluğun kaynağını ortadan kaldırmaktır. Bu bozuklukları erken dönemlerde önleyici yaklaşımlarla düzeltmek, istenmeyen verim ve kalite kayıplarının önüne geçerek üreticilerin iyi ve net bir getiri elde etmesini sağlar.

FİZYOLOJİK BOZUKLUKLAR

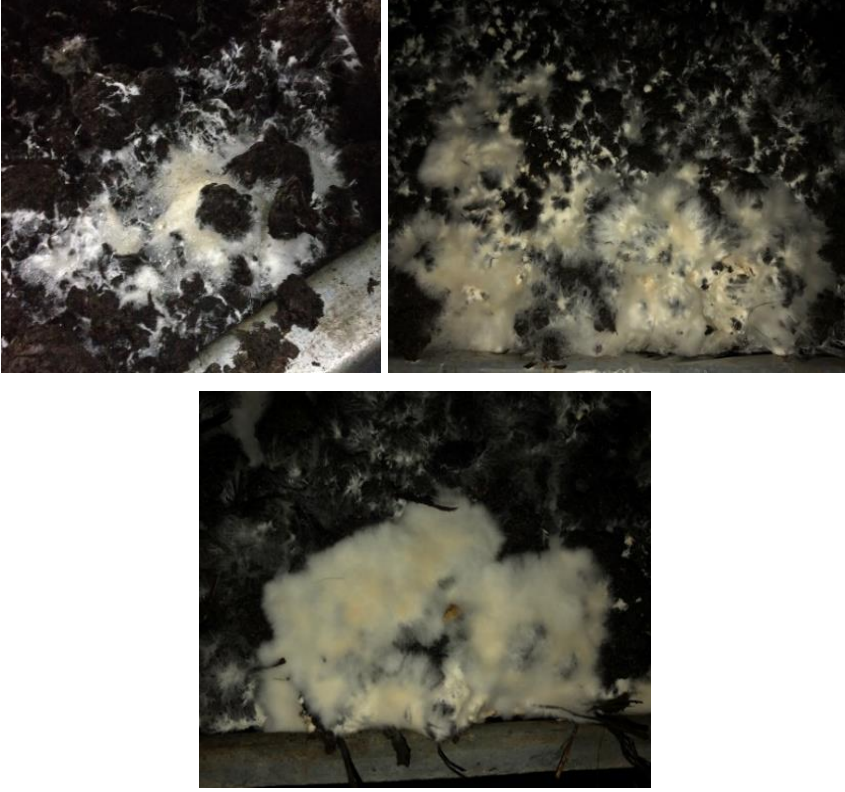
Kùltür mantarı yetiştiriciliğinde karşılaşılan en önemli fizyolojik bozukluklar şunlardır:

Yumaklaşma (Yüzen Misel – Keçeleşme)

Mantar miselyumunun kompost yüzeyinde toplanmış halidir. Genel olarak mantarın olağan misel gelişmesi görünümünden farklı bir gelişme görülür. Miselyum ekstra beyaz, ekstra yoğun ve tüylü bir görüntü ile kompost yüzeyinde ayrı ayrı küçük yerel alanlar (öbekler) oluşturur (Şekil 1). Bu küçük alanlar birleşip büyük alanlar da oluşturabilmektedir. Yoğun doku tabakası yumak oluşturduğu için “yumaklaşma”, görüntü keçeyi andırdığı için “keçeleşme” ve miseller kompost yüzeyinde yüzüyor gibi görüldüğü için de “yüzen misel” gibi farklı isimlendirmeler de bilinmektedir.

Yumaklaşma miselyumun genetik özelliği ile ilişkili olmakla beraber, bazen miselyum yanlış işlenirse, hazırlama, depolama ve taşıma sırasında zararlı petrol bazlı buharlara, kimyasallara veya belirli deterjanlara maruz kalırsa bu özelliği indüklenebilir. Mantarın üretim aşamasında, hasat sırasında yapılan anormallikler de bu görünümü etkiler, ancak bu ilişki henüz netlik kazanmamıştır. Aşırı CO₂ ve uzun misel sarım süresi de bu oluşumu etkilemektedir.

Kompostta veya örtü toprağında yumaklaşma görülebilir. Birkaç küçük yumaklaşma verimi olumsuz etkilemez, ancak aşırı ve büyük yüzey alanına sahip olması halinde verimi azaltabilir. Bu yumaklar ortam yüzeyinden kolayca temizlenebilir. 20-30 cm'e kadar olan yumaklaşmalar çıkartılabilir. Ancak bırakılmaları halinde, hasat yaklaştıkça genellikle kaybolurlar (Kumar, 2021).



Şekil 1. Kompot yüzeyinde yumaklaşma (keçeleşme, yüzen misel) görünümü
(Kaynak: Orijinal, G.B. Öztekin)

Pullanma (Timsah Derisi Görünümü)

Mantar şapkasında pullanma yüzey dokusunun büyümemesi ve şapkanın daha da gelişmesiyle oluşur. Mantar büyümeye devam ettikçe, dıştaki deri patlar ve "timsah" derisi olarak adlandırılan doku oluşur (Şekil 2). Beyaz olmayan kestane mantarı gibi kahverengi şapkaya sahip mantar çeşitleri, beyaz mantarlardan daha fazla pullanmaya duyarlıdır (Kumar, 2021).

Pulların oluşmasının ana nedeni, zayıf iklim kontrolüdür. Özellikle çok yüksek hava hızları yaratmış oldukları aşırı kuruma ile pullanmayı arttıırırlar. Aşırı formaldehit buharları veya zararlı kontrol

ürünlerinin fazlalığı da yarı büyümüş mantarların dış tabakasının yırtılmasına neden olabilir (Murli Sankar ve ark., 2021).



Şekil 2. Mantar şapkasında pullanma
(Kaynak: Orijinal, G.B. Öztekin)

Gül İbiği (Horoz İbiği)

Mantar şapkası üzerinde yumrular veya şişkinlikler görülür. Bu anormallikler, benzerliklerinden dolayı da “gül veya horoz ibiği” olarak isimlendirilir. Pembe lameller anormal bir şekilde büyüyerek şapkanın herhangi bir yerinde, genellikle şapkanın tepesinde şişkinlikler oluşturur (Şekil 3 ve 4). Şapka çatlayarak veya patlayarak düzensiz büyüme gösterir ve buradaki lameller görünür hale gelir. Pembe

lameller daha sonra kahverengileşir. Mantarlarda renk değiştirebilir. Düzensiz ve şekilsiz bu şişlikler süngerimsi bir yapı oluşturur. Bu nedenle de gül ibiği olmuş mantarlar pazarlanamazlar. Bu durum çoğunlukla örtü toprağının petrol bazlı ürünler ve kimyasal çözücülerin gaz veya buharına maruz kalmasından kaynaklanır.



Şekil 3. Mantar şapkasında lamellerin görünmesi şeklinde gül (horoz) ibiği
(Kaynak: Anonim, 2024)



Şekil 4. Mantar şapkası tepesinde süngerimsi doku şeklinde gül (horoz) ibiği
(Kaynak: Orijinal, G.B. Öztekin)

Uzun Sap (Davul Tokmağı)

Mantarın sap bõlgesi, küçük olgunlaşmamış şapkalarla birlikte düzensiz uzamış bir büyüme gösterir. Fazla uzamış sap, küçük şapka görüntüsü davul tokmağına benzetilir (Şekil 5). Virüs hastalıklarında da benzer görünüm elde edildiğinden, teşhis iyi yapılmalıdır. Bu anormallik, mahsul dönemi sırasında yetersiz havalandırma ile ilişkili yüksek CO₂ konsantrasyonu nedeniyle meydana gelir. Havalandırmanın iyileştirilmesiyle, bu tür anormallikler düzeltilbilir (Kumar, 2021; Murli Sankar ve ark., 2021).

İstiridye (kayın) mantarında normalden daha uzun ve kalın saplar ve beraberinde yaprakların (pileusun) kısmen küçülmesi üretim odasında ışık azalmasından kaynaklanır.



Şekil 5. Uzun saplı mantarlar (Kaynak: Orijinal, G.B. Öztekin)

Flock, Sert Şapka ve Açık Peçe

Her üç terimde mantarın erken olgunlaşması ve içteki lamel dokusunun anormal gelişmesini ifade eder. Aralarında küçük farklılıklar vardır (Kumar, 2021; Murli Sankar ve ark., 2021).

"Flock" kelimesi, İngilizce'de "sürü" anlamına gelir ve bir araya toplanmış bir grup şeyi ifade eder. Bu bağlamda, mantarların bir arada ve anormal şekilde büyümesini tanımlamak için kullanılır. Flock, mantarın şapka ve lamel dokusunda fizyolojik olarak oluşan bir anormalliktir. Bu durum, mantarların normal gelişimini engelleyerek, düzensiz ve anormal büyümelerine neden olur. Şapka erken açılır ve etkilenen mantarların lamelleri yeteri kadar gelişmemiş, ilkel yapıda ve az pigmentli olur. Bu tür mantarlar sürü halinde ve genellikle ilk flaşta görülür ve sonraki flaşlarda kaybolabilir. Ancak, bazen sonraki hasatlarda da görülebilir. Mantarın bu bozukluğa sahip olmasına neden olan mekanizma genetikdir ve belirli ırkların anormallik geliştirme eğilimi daha fazladır. Yetersiz havalandırma, özellikle yüksek CO₂ konsantrasyonu, mantarların normal büyümesini engelleyerek bu tür anormalliklere yol açabilir. Mantar yetiştirme veya depolama alanlarının dizel egzozu, petrol ürünü sızıntısı veya gazına, yağ bazlı boya buharlarına ve bazı antikorozyf kimyasallara maruz kalması ile geriye ölüm (die-back) virüsü, kahverengi alçı hastalığı gibi bazı hastalıklar flock belirtilerini tetikler. Flock anormalliği, doğru önlemler alındığında kontrol altına alınabilir ve mantar üretimindeki verimlilik artırılabilir.

Sert şapka, flock sendromunun bir varyasyonudur. Üst şapka bölgesi, "sert şapka" olarak adlandırılan sert dokularla kaba bir yapıya dönüşür. Şapkası sertleşen mantarlarda lamel ve şapka flock ile aynı

şekli verir ve şapka genellikle gövde çapına göre orantısız küçüktür. Sert şapkaya sahip mantarlar, örtü toprağında sınırlı bir alana sıkışmış olabilir. Ayrıca, çevresel kirleticilerin (örneğin, dizel egzozu, petrol sızıntıları) ve olumsuz iklim koşullarının etkisiyle meydana gelir.

“Açık perde” veya “açık zar” olarak da adlandırılabilen açık peçe anormalliği, mantarı saran dıştaki genel zarın erken açılmasıyla birlikte anormal lamel gelişimidir. Mantarın erken açılması, yetersiz gelişmiş lamellere sahip olmasına neden olur. Açık peçe, bazen aşırı sulama sonrası 1 ila 3 gün su stresi dönemlerinde veya bazı organik kimyasalların buharlarının yetiştirme odasına sızmasıyla oluşabilir. Eğer açık peçe ortaya çıkarsa, mantarın gelişimi sırasında stres altında olduğunu söylemek mümkündür. Bu anormallik, genetik arızalar yanında elverişsiz iklim dengesizliğinde ve genellikle hasadın sonlarına doğru veya yüksek sıcaklık koşullarında ortaya çıkar.

Büzülme, Damlama ve Sızma

Mantar üretiminde "büzülme, damlama veya sızma" terimleri, genellikle mantarların suyla ilgili sorunlarını tanımlamak için kullanılır. Bu terimler, mantar gelişiminde veya hasat sürecinde karşılaşılan ve aşağıda detayları verilen spesifik problemleri ifade eder (Kumar, 2021; Murli Sankar ve ark., 2021).

“Büzülme”, mantarların yüzeyinde suyun aniden çekilmesi ve mantarların büzülmesi durumunu tanımlar. Bir nevi kuruma olarak tanımlanabilir. Genellikle ani nem değişiklikleri (hava neminin azalması), kuvvetli havalandırma veya yetersiz sulama sonucunda meydana gelir. Susuzluk nedeni ile büzülüşen mantarların görünümü

bozulur ve pazar değeri düşer. İstiridye mantarında mantar yapraklarının kıvrıldığı da görülür (Şekil 6).



Şekil 6. Mantarda su kaybı nedeni ile görülen büzülme (Kaynak: Orijinal, G.B. Öztekin)

“Damlama”, mantarların terleme nedeni ile aşırı su kaybetmesi ve yüzeyinin ıslak görünmesi durumunu tanımlar. Bu durum, mantarların yüzeyinde su damlacıkları birikmesiyle karakterizedir. Genellikle nem seviyelerinin çok yüksek olduğu ortamlarda ortaya çıkar ve ürün kalitesini olumsuz etkiler. Damlamanın daha ileri aşaması olan “sızma” ise mantarların suyu bünyesinde tutamayıp sapından veya şapkasından dışarı sızdırması durumunu tanımlar. Bu durumdaki mantarların şeklinin ve iç yapısının da bozulduğu görülür. Mantar sünger gibi suyu bünyesine çekmiştir. Mantarlardan su damladığı veya sızdığı için böyle mantarlara “ağlayan mantar” (Şekil 7) adı verilir. Ağlayan mantarlar bir üretim alanı içinde oldukça nadirdir ve bu yüzden fark edilmeleri için mantar yetiştirme birimlerinde özel dikkat gerektirirler. Su damlacıklarının sıra dışı akışı, örtü toprağı yüzeyinde çürümeye ve kötü koku yayılmasına neden olabilir.

Bu problemler, genellikle mantarların yetiştirilme koşullarındaki nem, sıcaklık ve havalandırma dengesizliklerinden kaynaklanır.

Genellikle yetiştirme ortamının alt tabakasının dũřük nem (%65'den az) ile rtũ toprağının yũksek nem dengesizliğinden kaynaklanır. Uygun evresel kontroller ve doğru bakım yöntemleri ile bu sorunların nũne geçilebilir.



Şekil 7. Ağlayan mantarın dıştan ve iten görünümü
(Kaynak: Orijinal, G.B. ztekin)

Çatlama

Su ve nem dengesizliğinin bir göstergesi olarak mantar şapka ve sapında çatlamalar/yarılmalar grũlebilmektedir (Şekil 8). atlamalar genellikle boylamasına olmakla beraber ender olarak şapkada dairesel, istiridye mantarında yanal da olabilir. Aynı anda hem sapta hem şapkada olabileceği gibi, ayrı ayrı zamanlarda da tek bir kısımda çatlama olabilir. Ortam oransal nem değeri ve sulama dũzensizliklerinin yaratmış olduğu bu anormallikler havalandırma, oda içi nem kontrolleri ve sulamanın dũzenlenmesi ile giderilebilir.



Şekil 8. Mantarlarda görülen çatlamlar
(Kaynak: Orijinal, G.B. Öztekin)

İç Boşalması ve Kahverengi Öz

Mantarın sapında veya şapkasında uzunlamasına bir boşluk veya oyuk oluşumu “iş boşalmasını” (Şekil 9), mantarın iç yapısında gözle görülür şekilde kahverengi renkte bir doku veya madde oluşumu da “kahverengi özü” tanımlar. Bu iki anormallik de beyaz ve krem renkli mantarlarda çok daha fazla görülür. Ancak kestane mantarı gibi renkli mantarlarda da görülebilir. Üretim aşamasında fark edilmeyebilirler. Hasattan sonra sapların alt kısımları kesildiğinde, sap bölgesinin tabanından başlayarak şapka bölgesine kadar uzanan uzunlamasına dairesel bir boşluk görülür. Bu delik, boydan boyca sapın tamamında olabileceği gibi daha kısa da olabilir. Etkilenen uzunlamasına iç kısım,

'kahverengi öz' olarak adlandırılan sıra dışı renk değişikliği gösterir. Her iki durumda pazarlanabilir ürün miktarını azaltır, boş kesik u kısmı kahverengi olduğunda satış fiyatı önemli ölçüde düşer. İ boşalması kısa olduğunda saplar daha yukarıdan kesilerek (kısa saplı) satışa sunulabilir. Bu anormalliklerin su stresi ve genetik mutasyonlarla ilişkili olduğu belirlenmiştir (Kumar, 2021; Murli Sankar ve ark., 2021).

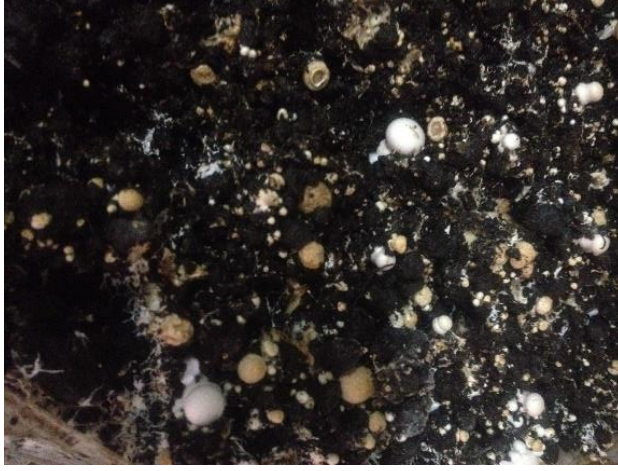


şekil 9. Mantar saplarında i boşalması
(Kaynak: Orijinal, G.B. ztekin)

Kahverengi Renk Değişikliği

Pin başlarının veya yarı büyümüş mantarların kahverengileşmesi (şekil 10) retimde çok karşılaşılan bir sorundur. Bu durum genellikle yüksek sıcaklık koşullarından, sulamanın yüksek basınçta su püskürtülerek (0.4 atm) yapılmasından, ařırđ klor kullanımından (100 m² alan için maksimum oran 500 mL/100 L su) veya sulama suyunun

yüksek klor içeriğinden, formalin yanlış kullanımından (mantar üzerine püskürtülmesi) veya üst raftan mantar üzerine damlama olmasından kaynaklanır (Kumar, 2021; Murli Sankar ve ark., 2021). Flaş (hasat) sayısının artmasıyla, ortaya çıkma riski artmaktadır.



Şekil 10. Kahverengi pinler
(Kaynak: Orijinal, G.B. Öztekin)

Mor Sap (Siyah Bacak)

Mantarların hasat edilmesinden veya hasat edildikten sonra bir gece boyunca düşük sıcaklıkta depolanmasından birkaç saat sonra, kesik saplarda önce pembemsi turuncu, sonrasında mor bir renk gelişir (Şekil 11). Bazen renk mor yerine siyaha daha yakın olur. Bu nedenle söz konusu anormallik “siyah bacak, depo yanığı” gibi isimler ile de ifade edilir. Düz beyaz, krem rengi ve kahverengi renkli tüm mantarlarda görülebilir bir durumdur. Genellikle ikinci flaştan sonraki flaşlarda daha çok görülür. Bu pigmentasyon, polifenol oksidaz enziminin yüksek birikiminden kaynaklanmaktadır. Enzim aktivitesinin artış nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte, hasattan önce verilen

suyun sıklığı ve miktarının bu durumun oluşumunu tetiklediğı belirtilmiştir (Kumar, 2021; Murli Sankar ve ark., 2021).



Şekil 11. Hasat edilmiş mantarların saplarında renk değışiminin başlaması
(Kaynak: Orijinal, G.B. Öztekin)

Toplu Pinlenme

Birçok durumda, özellikle mevsimsel yetiştiricilik sırasında, veya örtü toprağının altında toplu pinlenme (Şekil 12) belirtileri gözlemlenebilir. Birçok pin dar bir alanda topluca büyüme görüntüsü sergiler. Sıcaklıkta ani düşüş, aşırı havalandırma veya CO₂ konsantrasyonunun önerilenden erken düşürülmesi bu tür belirtilere yol açabilir (Singh Lagoriya, 2015).

İstiridye mantarında ise yetersiz havalandırma (%1-2 CO₂) ve düşük ışık varlığı pinlerin toplu büyümesini teşvik eder.



Şekil 12. Belirli bir bölgede toplanmış pinler
(Kaynak: Orijinal, G.B. Öztekin)

FİZYOLOJİK BOZUKLUKLARIN YÖNETİMİ

Hastalık ve zararlı yönetiminde olduğu gibi fizyolojik bozuklukların yönetiminde de entegre yaklaşım gerekmektedir. Bir fizyolojik anormalliği kontrol altına almak için öncelikle çok dikkatli değerlendirilip, nedeni saptanmalıdır. Üretim her aşamasında yapılan işlemler gözden geçirilmeli, varsa normal dışı davranışlar belirlenmelidir. Sıcaklık, nem ve havalandırma gibi ekolojik faktörler; kullanılan her türlü biyolojik veya kimyasal girdiler gözden geçirilerek kontroller yapılmalıdır. Tüm bunların yanı sıra işletme, kullanılan ekipmanlar ve çalışanların hijyeni ve sanitasyonunun çok önemli olduğu unutulmamalıdır. Hastalık oluşumunu engelleyen bir çok faktörün fizyolojik bozuklukları bertaraf etmede etkin olduğu da bir gerçektir.

Mantar yetiştiriciliğinde başarılı olmak ve bahsedilen fizyolojik bozukluklar ile karşılaşmamak için mantar üretiminin tüm aşamalarında rutin olarak aşağıdaki adımlar uygulanmalıdır (Patel, 2014; Kumar, 2021; Murali Sankar ve ark., 2021):

Üretim öncesi;

- Mantar işletmesi yeterli ışık alan, havalanması iyi, su kaynaklarına yakın bir yerde olmalıdır. Kimyasal endüstrilerin atıkları ve toksik buharların veya gazların suyu ve havayı kirletmediği bir alan seçilmelidir.
- Kompost hazırlığı için temiz zeminler ve bir çatı kullanılmalıdır.
- Kompost hazırlığı için kullanılan substratlar taze olmalı, yağmurdan korunmalı ve doğru oranda karıştırılmalıdır.
- Kompostun pastörizasyonu ve olgunlaştırılması optimum sürelerde ve doğru sıcaklıklarda yapılmalıdır. Aşırı/yetersiz pastörizasyonun, kötü kalite kompost ve birçok hastalığın başlamasına yol açacağı unutulmamalıdır.
- Sağlıklı bir kompost elde edilmelidir. Zayıf, sağlıksız veya tozlu alt tabakalar kullanılmamalıdır.
- Kompostun nem ve pH değerleri istenilen değerlerde olmalıdır.
- Üretimin her aşamasında hijyen çok önemlidir. Bu aşamada kompost hazırlama alanlarında çalışan kişilerin temiz alanlara geçiş yaparken kıyafet ve ayakkabılarını değiştirmesi gerekmektedir.

- Kullanılan tüm ekipman ve makineler yıkanmalı ve dezenfekte edilmelidir. Üretim odaları da üretim öncesi dezenfekte edilmelidir.
- Verimli, sağlıklı, sertifikalı ve dayanıklı bir mantar ırkı seçilmelidir.
- Misel, taze ve tüm kontaminantlardan arındırılmış olmalıdır.
- Büyüme odalarında havalandırma sistemleri ve hava filtreleri kullanılmalıdır.
- Örtü toprağı karışımı düzgün bir şekilde pastörize edilmeli (60-65°C'de 5-6 saat), temiz ve dezenfekte edilmiş bir yerde saklanmalıdır.
- Doğru oranda sağlıklı misel ile ekim yapılmalıdır.
- Misel ekiminden, örtü toprağı seriminden sonra hastalık ve zararlılar için ilaçlama yapılmalıdır. Formaldehitin aşırı kullanımdan kaçınılmalıdır.

Üretim aşaması, hasat ve sonrasında;

- Mutlaka düzenli izleme yapılmalıdır.
- Üretim odaları kemirgen hayvanlardan, zararlılardan ve hastalıklardan korumak için hijyenik tutulmalıdır.
- Üretim odalarında sıcaklık, ışık ve nem seviyeleri gelişim dönemlerine göre optimize edilmelidir.
- Sulamadan önce nem koşulları kontrol edilmeli, aşırı sulamadan kaçınılmalıdır.
- Gelişen mantarlarda yüzeyde su yoğunlaşması önlenmelidir.
- Üst raflardan alt kattaki mantar yüzeyine su damlaması olmamalıdır.

- Hastalıklar ile erkenden mücadele edilmelidir. Varsa enfekte, pazarlanamaz mantarlar uzaklaştırılmalıdır.
- Hasat yapan işçiler temiz tulum ve eldiven kullanmalıdır. Hasada, yeni veya daha temiz üründen daha eski ürünlere doğru başlamalıdır.
- Mantar saplarının kirli kısmını kesmek için sterilize edilmiş veya yeni bıçak veya makas kullanılmalıdır.
- Toplama atıkları, saplar, çöpler ve satılamaz mantarlar dikkatlice toplanmalı ve dikkatlice imha edilmelidir.
- Uzun süreli depolama yapılmamalıdır.

SONUÇ

Mantar yetiştiriciliği dünya genelinde bitkisel üretime göre genç ve ilerici bir endüstridir. Mantara olan talep, insanların lezzeti ve yüksek gıda değeri konusundaki farkındalığının artmasıyla gün geçtikçe artmaktadır. Bu bağlamda üreticilere düşen kaliteli ve temiz mantarı piyasaya sunmaktır. Mantar üretiminde hastalıklar, ruhsatlı ilaçların azlığı, kullanılan ruhsatsız ilaçlar, yapılan yanlış uygulamalar öncelikli sorunu teşkil etmektedir. Pazarlanabilir ürün veriminde ve ürün fiyatında önemli düşüöşlere neden fizyolojik bozukluklar göz ardı edilmektedir. Bilinçsiz üreticiler oluşan anormallikleri hastalık sanıp, gereksiz ilaçlama yaparak anormallikleri gidermeye çalışmakta; sağlığı tehdit etmeyen bu anormallikleri tehdit unsuru haline getirmektedir. Bu nedenle, üreticilerimiz fizyolojik bozukluklar konusunda bilinçlendirilmeli, bunların bir hastalık olmadığı, abiyotik kaynaklı olduğu kendilerine öğretilmelidir. Mantar yetiştiriciliğinden daha iyi sonuçlar almak için doğru ırk kullanımı yanında hijyen, kompost

yapımı ve bakımı ile iklim faktörlerinin (ışık, sıcaklık, nem ve havalandırma) optimize edilmesi unutulmamalıdır. Abiyotik bozuklukların çoğu türlere özgüdür ve bazı yüksek verimli türler daha hassas olabilir. Bu nedenle ırk/tür seçimine de özen gösterilmelidir. İstiridye mantarında görülen fizyolojik/abiyotik bozuklukların, beyaz şapkalı mantarlara göre daha az olduğu bilinmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim (2024). Insect, Mite and Nematodes of Mushrooms and their Management.<http://agridaksh.iasri.res.in/temp/8%20h%20ABIOTIC%20DISORDERS.pdf> (Erişim tarihi: 01.07.2024)
- Kumar, S. (2021). Abiotic diseases of mushroom and their management. *Just Agriculture Multidisciplinary e-Newsletter*, 2(4): 1–6. Article ID:002, E-ISSN: 2582-8223.
- Murali Sankar., P., Pooshna Sri, M., Shreedeevasena, S. and Syamala, M. (2021). Abiotic disorders and their Management: In mushrooms. *Vigyan Varta An International E-Magazine for Science Enthusiasts*, 2(8), 38–41. E-ISSN: 2582–9467.
- Patel, S. H. (2014). Review article on mushroom cultivation. *International Journal of Pharmacy Research and Technology*, 4(1), 47–59.
- Singh Lagoriya, D. (2015). Abiotic disorders in mushroom. <https://www.slideshare.net/slideshow/abiotic-disorders-in-mushroom/53483460> (Erişim tarihi: 01.07.2024)

BÖLÜM 13

MANTARLARIN KULLANIM ALANLARI

Arş. Gör. Kağan VERYER¹

Doç. Dr. Fuat BOZOK²

¹ Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Osmaniye, Türkiye kaganveryer@osmaniye.edu.tr ORCID NO: 0000-0002-0227-1619

² Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Osmaniye, Türkiye fbozok@osmaniye.edu.tr ORCID NO: 0000-0002-9370-7712

GİRİŞ

Mantarlar, dünya genelinde yaklaşık 1,5 milyon türü olduğu tahmin edilen, doğada kendi besinlerini üretmeyen, ancak besinlerini dışarıdan hazır olarak alan ökaryotik organizmalardır (William Kirby, 1800; Whittaker, 1957; Listiana ve ark., 2024). Çeşitli simbiyotik (saprofitik, parazitik ve mikorizal) birliktelikler kurarak hem bitki hem de hayvanlara benzeyen, fakat bu iki gruptan belirli özellikler ile ayrılan mantarlar, doğanın döngüsünde hayati rol oynarlar (Gouy ve Li, 1989). Mantarlar, insanlığın var oluşundan beri çeşitli amaçlarla kullanılan çok yönlü organizmalardır. Yüksek protein, vitamin ve mineral içeriği ile gıda endüstrisinde, antibiyotik, antitümör, anti kanser ve antiinflamatuvar özellikler bakımından zengin bileşikler (triterpen, polisakkarit vb.) barındırması ile tıbbi amaçlarla, çok yönlü metabolik yollar ile organik ve sentetik bileşenleri parçalayabilme yetenekleri sayesinde biyoteknoloji alanının ilgisini çekmeyi başaran organizmalardır (Azeem ve ark., 2020). Bu kitap bölümünde mantarların gıda, tıbbi, çevre ve benzeri endüstrilerde kullanımı detaylı bir şekilde incelenecektir. Ayrıca, mantarların biyolojik özelliklerinin yanı sıra ekonomik potansiyeli ve insanlığa olan katkıları ele alınacak ve önemi vurgulanacaktır.

Mantarların Sınıflandırılması

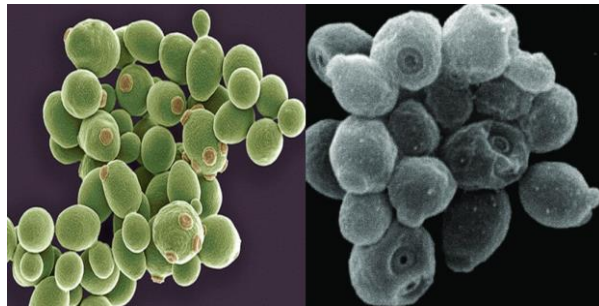
Mantarlar alemi oldukça farklı organizma gruplarını içeren oldukça büyük bir alemdir (Carris ve ark., 2012). Bu organizmaların başında mayalar, küfler, mikorizal mantarlar ve hatta liken gibi simbiyotik ilişkiler kurabilen yaşam formları gelir (Bozok ve ark.,

2023; Carris ve ark., 2012). Geçmişte, funguslar sadece şapka ve spor yapıları gibi morfolojik özelliklerine göre sınıflandırılırken, günümüzde daha modern ve gelişmiş sınıflandırma teknikler kullanılarak sınıflandırılmaktadır (Bozok ve ark., 2023). Moleküler biyoloji ve genetik alanındaki ilerlemeler, mantarların filogenetik ilişkilerinin daha doğru bir şekilde belirlenmesini sağlamış ve bu sayede daha kesin sınıflandırma sistemleri geliştirilmiştir (Jayasiri ve ark., 2015). Ancak bu inceleme kapsamında, mantarlar basitçe üç temel grupta; mayalar, küfler ve şapkali mantarlar olarak incelenecektir (Bozok ve ark., 2023; Al Arni ve ark., 2024). Bu gruplar mantarlar aleminin temel özelliklerini gösteren, ancak belirli özellikler bakımından birbirlerinden farklı organizma gruplarıdır ve her biri, ekolojik rollerinden biyoteknolojik uygulamalara kadar geniş bir yelpazede incelemeye değerlidir (Jayasiri ve ark., 2015). Mayalar fermantasyon süreçlerinde yaygın olarak kullanılırken, küfler antibiyotik üretiminde ve biyoremediasyon gibi ekosistemde önemli görevlerde bulunmaktadır (Burge ve Otten, 1990). Şapkali mantarlar ise organik madde döngüsünde kritik bir yere ve aynı zamanda gıda olarak da büyük öneme sahiptirler (Gao ve ark., 2024). Mantarların bu çeşitli fonksiyonları, onların biyolojik ve ekonomik açıdan ne kadar değerli olduklarını gösterir.

Mayalar

Mayalar, yaklaşık 1500 türü bulunan ve tamamı tek hücreli, ökaryotik yapı gösteren, heterotrofik organizmalardır (Şekil 1) (Pesic, 2021; Sundaramahalingam ve ark., 2022). Dikkate değer biyoaktif

bileşenleri ve çeşitli metabolik yolları ile karakterize edilen bu organizmalar, insanlık tarafından yıllarca hem bilinçli hem de bilinçsiz olarak kullanılmıştır (Tagliazucchi, 2019; Sundaramahalingam ve ark., 2022). Şekerleri alkol ve karbondioksite dönüştürebilmelerini sağlayan, metabolik yolları; peynir, ekmek, bira ve şarap gibi önemli ürünlerin üretiminde kritik bir rol oynamaktadır (Vamvakas ve Kaposos, 2020; Dadkhodazade ve ark., 2021). Hem aerobik hem de anaerobik koşullarda yaşayabilmeleri hemen hemen her ortamda kolonize olmalarını sağlayan önemli bir adaptif özelliktir (Bozok ve ark., 2023; Krause, 2023). Ayrıca, kseroofilik veya kserotolerant olan bazı türlerin, canlılar için yaşaması zor olan ortamlarda (hipertonik, halofilik, asidofilik vb.) hayatta kalabilme yetenekleri vardır (Sundaramahalingam ve ark., 2022). Küçük boyutları ve hızlı üreme yetenekleri mayalara evrimsel olarak yüksek avantaj sağlamakta ve bu özellikleri sebebi ile bilimsel araştırmalarda, biyoteknolojik uygulamalarda, genetik biliminde ve temel biyolojik süreçlerin incelenmesinde değerli organizmalar olarak kabul edilmektedirler (Pesic, 2021).

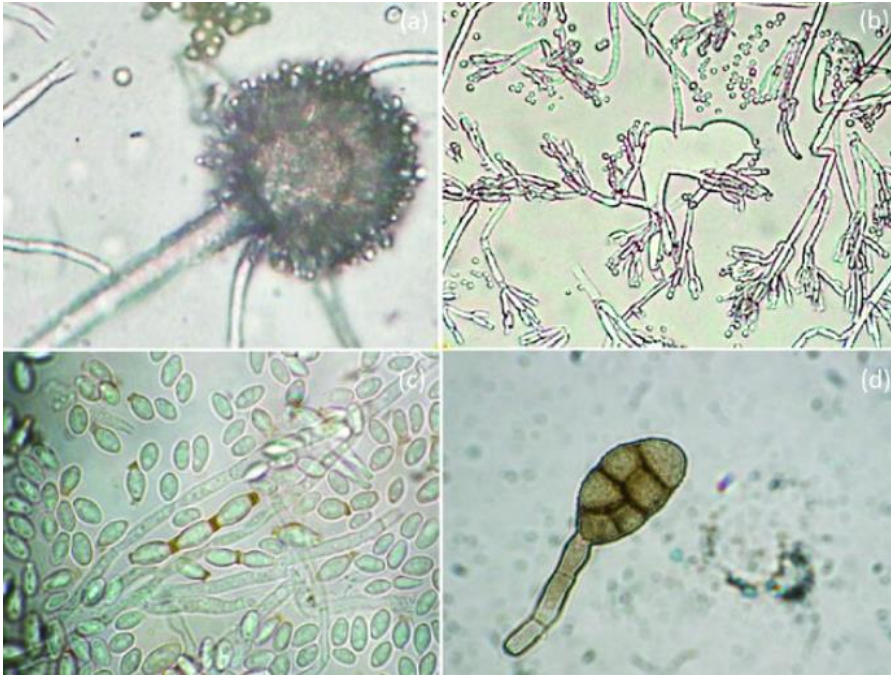


Şekil 1. Bir mayanın görüntüsü (Jones, 2018; De Oliveira ve Vetvicka, 2020)

Küfler

Mantarlar aleminin bir üyesi olan, çok hücreli ve ipliksi yapılarıyla karakterize edilen organizmalar grubudur (Şekil 2) (Bozok ve ark., 2023). Ökaryotik hücre yapısı gösteren bu mikroorganizmalar, ekosistemde bulunan besin döngüsü ve ayrışma süreçlerine oldukça önemli katkılarda bulunurlar (Jayasiri ve ark., 2015). Küflerin en belirgin özelliklerinden biri, hif adı verilen ince ipliksi hücresel yapılar oluşturmalarıdır (Gabrio ve Fischer, 2024). Hifsi yapıları sayesinde hızla yayılabilir ve bir araya gelerek miselyum adı verilen ağsı yapıyı meydana getirebilirler (Aiduang ve ark., 2024). Genellikle çürüten organik maddeler üzerinde bulunup, çevresel biyomların çeşitliliği ve stabilitesinde hayati bir rol oynarlar. Özellikle ekosistemlerde, ölü bitki ve hayvan materyallerinin bozunmasında görev alarak, toprağın zenginleşmesini sağlarlar. Ayrıca, küfler, diğer organizmalarla mutualistik veya parazitik ilişkiler kurarak ekolojik sistemlerin temelini destekleyen organizma gruplarıdır. Bazı küf türleri, bitkilerle mikoriza oluşturarak bitki köklerinin su ve besin maddelerini daha etkili bir şekilde alabilmesini destekler. Bu simbiyotik ilişkiler, bitkilerin stres koşullarına dayanıklılığını artırabilir ve dahası bitkisel hormon üretimine destek olabilir bu sayede ekosistemdeki karbon döngüsüne ve sürdürülebilirliğine katkıda bulunur. Küflerin büyüme ve gelişimi, sıcaklık, nem ve besin maddelerinin bileşimi gibi çevresel faktörlerden büyük ölçüde etkilenir. Optimum koşullar altında, küfler hızla büyüyerek büyük koloniler oluşturabilir. Ayrıca, bazı küf türleri ekstrem çevre koşullarında da yaşayabilirler. Küflerin bu geniş ekolojik

rollerinin anlaşılması, doğal kaynakların korunması ve çevre yönetimi stratejilerinin geliştirilmesinde büyük önem taşır. Bilimsel ve biyoteknolojik araştırmalarda, küfler değerli organizmalar olarak kabul edilirler. Küflerin metabolik çeşitliliği, biręok enzim ve biyoaktif bileşiklerin üretiminde sıklıkla kullanılırlar. Özellikle hücre içi ve dışı salgıladıkları; antibiyotikler, organik asitler, polisakkarit ve enzim gibi endüstriyel olarak önemli maddelerin üretiminde küflerden yararlanılmaktadır. Bu nedenle, küflerin yapısı, büyüme koşulları, biyolojik süreçlerdeki rolü, insan yaşamına etkisi ve potansiyel uygulamaları üzerine yapılan araştırmalar, bütün bilimsel disiplinler açısından büyük önem taşımaktadır.



Şekil 2. Bazı küf mantarlarının görüntüsü (Caselli ve ark., 2018)

Şapkalı Mantarlar

Şapkalı mantarlar (sporofor), çoğunlukla toprak üstünde gelişen ve gözle görülür şekilde sap, şapka ve lamel gibi yapılar içeren çok hücreli organizmalardır (Money, 2016; Berger ve ark., 2022) (Şekil 3). Mantarlar aleminin karakteristik bütün özelliklerini taşıyan şapkalı mantarlar, hif ve miselyumlardan oluşan üreme yapılarıdır. Şapkalı mantarların morfolojik özellikleri, onları diğer mantar türlerinden ayıran belirgin yapılar içerir. Genellikle Basidiomycetes ve Ascomycetes sınıfı mantarlar şapka yapısı gösterir. Şapka (pileus), lameller (gills) veya tüpler spor üretiminden sorumluyken sap (stipe) ise şapkayı yerden yükselterek sporların daha geniş bir alana yayılmasını sağlar (Berger ve ark., 2022). Nem, sıcaklık, ışık ve besin maddeleri gibi faktörler, miselyumun ve şapkalı mantarın gelişimini etkiler. Genellikle nemli, karanlık ve sıcak alanlarda yaşamayı tercih etmelerinin yanı sıra birkaç istisna dışında oksijen yetersizliği sebebiyle suda yaşayamazlar (Johnson, 2001). Şapkalı mantarlar ekosistemde ölü organik bileşikleri parçalayarak besin döngüsü ve ayrışma süreçlerinde önemli roller üstlenir. Ayrıca, şapkalı mantarlar birçok triterpen, polisakkarit ve fenolik bileşen içermektedirler. Selüloz ve lignin gibi doğada kolaylıkla çözünmeyen bileşikleri parçalayabilen nadir organizmalardandır (Johnson, 2001). Bu mantarlar, biyoaktif bileşikleri ve besin değerleri sebebiyle hem bilimsel hem de pratik uygulamalarda, çeşitli endüstriler açısından değerli kabul edilen organizmalardır. Gelecekte yapılacak çalışmaların desteklenmesi durumunda açığa

çıkabilecek pek çok değerli ürün ve çalışmanın temelinde şapkalı mantarların yer alacağı öngörülmektedir.



Şekil 3. Sporofor yapısı (Doç. Dr. Fuat BOZOK tarafından fotoğraflanmıştır)

Gıda Endüstrisinde Mantarlar

Funguslar insanlık tarihi boyunca, gıda maddesi olarak hem insanlar hem de çeşitli hayvanlar (yaprak kesici karıncalar vb.) tarafından yetiştirilmiştir (Mueller ve ark., 2017; Barzee ve ark., 2021). Yaklaşık 13000 yıl önce Şili’de mantar yetiştiriciliği yapıldığına dair kanıtlar bulunmaktadır (Ghorai ve ark., 2009). Dünya üzerinde bilinen en az 14000 tür bulunmaktadır ve bunların arasından en az 2000 farklı mantar türünün yenilebilir olduğu ve yaklaşık 200 türün de ticari olarak

yetiştirildiği tahmin edilmektedir (Bains ve ark., 2021). Mantarların düşük kalorili, yüksek proteinli, lifli, mineral (selenyum, magnezyum vb.) ve vitamin (B vitamini, D vitamini vb.) bakımından oldukça zengin olması; biyoaktif polisakkaritler, antioksidan ve fenolik bileşikler sayesinde immunoregülatör, antikanser ve antitümör özelliklere sahip olması ve düşük yağ seviyesi ve kolesterol içermemesi mantarları toplumda hemen hemen her kesime (vegan, vejetaryen, düşük kalori diyeti uygulayan) hitap eden, beslenme ve sağlık açısından değerli doğal kaynaklar yapmaktadır (Ghorai ve ark., 2009; Barzee ve ark., 2021). Mantar yetiştiriciliğinin, bitki bazlı tarıma karşı bazı ek avantajları bulunmaktadır: Bunların başında, tarımsal üretimin çok büyük atık oluşturmasına karşılık mantar yetiştiriciliğinde atık maddelerin kompost olarak kullanımı ve ekonomik kazancı fazlasıyla arttırması yer almaktadır (Ghorai ve ark., 2009). Ayrıca, üretilmiş olan mantarlar içerdikleri yüksek protein oranlarıyla hayvan yemi veya katkı maddesi olarak kullanılabilir. Mantarlar tüketilirken farklı şekillerde tüketilebilmektedir; taze ve şapkalı kısımları tüketilebileceği gibi miselyum yapıları da tüketilebilmektedir (Ghorai ve ark., 2009).

Mayaların Gıda Sektöründe Kullanımı

Mantarların farklı bir grubu olan mayalar bilinçli olarak kullanılmasa bile insanlık tarafından binlerce yıldır kullanılmış besin gruplarıdır (Tagliazucchi ve ark., 2019). Mayalar, gıda endüstrisinde alkollü içeceklerde, peynir gibi fermente süt ürünlerinde, ekmek gibi tahıl bazlı kabarmış ürünlerde ve çeşni olarak sıklıkla kullanılmış ve kullanılmaya devam edilmektedir (Rai ve ark., 2019). Ek olarak

mayaların yaptığı fermentasyon son ürünleri, kullanılan karışık kültürler ve başka organizmaların desteği ile değişebilmektedir (Rai ve ark., 2019). Mayalar kolaylık bir besinin tadını, aromasını, dokusunu ve besin değerlerini değiştirebilmektedirler. Ayrıca, tarihte tek hücre proteini terimi ilk kez mayalar üzerinde yapılan çalışmalarda kullanılmıştır (Obaada, 2021). Literatüre bakıldığında mayalar, probiyotik, prebiyotik, glutasyon, karotenoidler, bütirik asit, oligosakkarit, polisakkarit (glukan vb.) melatonin ve çeşitli enzimlerin üretiminde kullanılan organizmalardır (Rai ve ark., 2019).

Küflerin Gıda Sektöründe Kullanımı

Mantarların bir diğer grubu olan küflerin besinlerin bozulması ve besin zehirlenmelerinden sorumlu tutuldukları için genellikle yenilebilir olmaya uygun olmadığı düşünülür (Uraz ve Özer, 2014; Awasti ve Anand, 2020). Ancak, pek çok küf türü gıda endüstrisinde sıklıkla kullanılmaktadır (Copetti, 2019). Küfler yüksek adaptasyon yeteneğine sahiptirler (Awasti ve Anand, 2020). Küfler mandıra ve şarküteri ürünlerinde sıklıkla yüzey ve iç olgunlaştırmasında kullanılmakta olup, peynir yapımının ayrılmaz bir parçasıdır (Copetti, 2019). Ayrıca, süt ürünlerinde laktik asit fermentasyonu ile kefir gibi ticari değere sahip ürünlerin üretimine destek olmaktadır. Küflerin bu ürünlerdeki temel rolü ise sahip oldukları biyoaktif bileşenler (proteolitik, lipolitik enzimler, amin grupları, amonyak, metilketonlar ve diğer bileşikler) ile arzu edilen tat, doku ve görünümü üretmektir (Awasti ve Anand, 2020). Ayrıca, soya sosu, sake ve pirinç şarabı gibi Asya lezzetleri içinde sıklıkla küfler kullanılmaktadır (Edelman ve ark.,

1983; Copetti, 2019). Gıda sektöründe sıklıkla kullanılan bazı küf cinsleri şu şekilde sınıflandırılabilir: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Geotrichum*, *Sporotrichum* (Copetti, 2019; Awasti ve Anand, 2020).

Şapkalı mantarların gıda sektöründe kullanımı

Şapkalı mantarların, gıda sektöründe de oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir (McClain, 2022). Bu mantarlardan taze tüketime uygun olanlar, market ve pazarlarda satılarak, salata, çorba ve ana yemeklerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Edelman ve ark., 1983; Nanagulyan ve ark., 2020). Kurutulmuş mantarlar ise daha uzun bir raf ömrü ve yoğun aromaları sayesinde yemeklerde lezzet, kıvam ve aroma olarak tercih edilir (Meuninck, 2015). Konserve ve turşu şeklinde tüketime hazır hale getirilmiş mantarlar ise hızlı ve pratik kullanım için hazır gıda ürünleri olarak sunulmaktadır (Edelman ve ark., 1983). Ayrıca, öğütülerek toz haline getirilmiş mantarlar ve mantar ekstraktları, sos, çorba ve hazır yemeklerde besin takviyesi, lezzet ve kıvam artırıcı olarak kullanılmaktadır (Meuninck, 2015). Mantarlardan elde edilen tat, et (kümes, küçük ve büyükbaş, balık ve karides vb) yerine geçen ürünlerde doğal bir tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır (Meuninck, 2015). Gıda sektöründe, mantar bazlı proteinler, vejeteryen ve vegan ürünlerde önemli bir bileşen olarak öne çıkmaktadır (Kostrakiewicz-Gieralt, 2022). Fermente mantar ürünleri ise, probiyotik ve prebiyotik özellikleri ile sağlık destekleyici gıdalar arasında yer almaktadır (Fazenda ve ark., 2008). Ek olarak, şapkalı mantarlar, gurme

yemeklerde ve yüksek mutfaklarda değerli bir bileşen olarak sıkça kullanılmakta, zengin tatları ve dokuları ile yemeklere benzersiz bir katkı sağlamaktadırlar (Patel ve ark., 2017). İnsanlık yıllardır mantarlardan hem besin hem de tıbbi olarak yararlanmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Kùltüre alınabilen bazı mantarların gıda ve tıbbi değerleri

Mantarın Latince Adı	Besin Değerleri	Tıbbi Değeri	Referans
<i>Agaricus bisporus</i>	Yüksek B vitamini, sodyum, potasyum ve selenyum	Kolesterol düşürme, bağışıklığı güçlendirme	Jeong ve ark. (2010)
<i>Valvariella volvacea</i>	Beta-karoten kaynağı, yüksek antioksidan, fruktoz, glikojen	İmmunomodülatör proteinler ile sitokin üretimini destekler	Azeem ve ark. (2020)
<i>Tremella fuciformis</i>	Yüksek lif kaynağı	Hipokolesterol etkisi	Zhang ve ark. (2023)
<i>Morchella esculenta</i>	Yüksek antioksidan	Makrofaj aktivitesini destekler	Wu ve ark. (2021)
<i>Morchella elata</i>	Yüksek D2 vitamini	Yüksek kan basıncı ve soğuk algınlığı semptomlarının tedavisinde	Raşeta ve ark. (2023)
<i>Ganoderma lucidum</i>	Germanyum ve kalsiyum kaynağı	İmmunomodülatör, sitokin üretimi	Shin ve ark. (1985)

<i>Auricularia polytricha</i>	Fosfor, magnezyum, potasyum ve selenyum kaynağı	İmmunomodülatör	Yu ve ark. (2009), Tabuchi ve ark. (2021)
<i>Flammulina velutipes</i>	Mannofukogalaktan (heteropolisakkarit) kaynağı	Antitümör, antihipertansiyon, antihiperkolestrol	Sharma ve ark. (2021)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Fenolik bileşikler ve protein kaynağı	Antitümör, antibakteriyal hipokolestrol ve immunoregülatör aktivite	Azeem ve ark. (2020)
<i>Tuber melanosporum</i>	Eşsiz trüf aroması ve fenolik bileşikler	Antikolestrol, antiviral ve anti karsinojenik etki	Savini ve ark. (2017)
<i>Lentinula edodes</i>	Yüksek protein, D vitamini kaynağı	Yüksek kan basıncı tedavisinde, antikanser özellik	Morales ve ark. (2017)

Mantarların tıbbi değeri

Geçmişten günümüze, funguslar özel olarak insan sağlığı için umut vadeden organizmalar olmuştur (Azeem ve ark., 2020). Mantarlar, geniş bir mikokimyasal bileşik yelpazesine sahiptir. Dünya üzerinde 1,5-5 milyon arası mantar bulunduğu tahminlerine karşılık bunların arasından çok azı tanımlanmış ve tıbbi olarak kullanılmaktadır. Tanımlanmış bu mantar türleri arasında özellikle *Lentinus*, *Auricularia*, *Cantharellus*, *Pleurotus*, *Ganoderma*, *Flammulina*, *Trametes* ve

Tremella cinsleri dikkat çekmektedir (Azeem ve ark., 2020; Sharma ve ark., 2021). Bu cinsler antitümör, antimikrobiyal, antioksidan, immunoregülatör, hipoglisemik ve anti-hiperkolestrol etkiye sahip bileşenlere sahip oldukları için tıbbi olarak değeri olan mantar cinsleridir. Polisakkaritler, terpenler, triterpenler, aromatik hidrokarbonlar ve fenolik bileşenlerin yer aldığı bu mikokimyasal maddeler kanser, diyabet, karaciğer hastalıkları, enfeksiyonlar, oksidatif stres ve benzeri hastalıklara karşı çeşitli farmakolojik aktiviteler göstermektedirler (Azeem ve ark., 2020). Bu alanda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Antioksidan aktivite

Canlılarda metabolik aktiviteler veya çeşitli dış etkenler (Ağır metal maruziyeti vb.) sebebiyle reaktif oksijen adı verilen kararsız ve çabuk tepkimeye giren bileşikler oluşur (Wei ve ark., 2024). Bu bileşikleri nötralize edebilme yeteneğine sahip olan bileşenlere ise antioksidan adı verilmektedir (Halliwell, 2024). Reaktif oksijenler hücrede zar yapılarına, DNA ve RNA'ya doğrudan veya dolaylı olarak zarar verebilirler ve bu durum hücre fonksiyonlarının bozulması, kanserleşme ve hatta hücre ölümleri gibi ciddi sorunlara neden olabilmektedir (Alfei ve ark., 2024). Mantarlar içerdikleri yüksek antioksidan seviyeleri ile kanser, yaşlanma ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine destek olan süper yiyeceklerdir (Luo ve ark., 2024; Wang ve ark., 2024).

Antimikrobiyal aktivite

Yaşayan her canlı mikrobiyal aktiviteye maruz kalmakta ve mantarlar ile diğer mikroorganizmalar arasında ciddi bir rekabet ortamı bulunmaktadır (Vasse ve ark., 2024). Bu sebeple mantarlar bu rekabeti kazanabilmek için çeşitli antimikrobiyal bileşenler üretmeleri sayesinde virüs, bakteri ve diğer mikroorganizmalara karşı kendilerini etkili bir şekilde savunabilirler (Waksman ve Horning, 1943). Bu bileşenler arasında polisakkaritler, triterpenler ve fenolik bileşenler bulunmaktadır (Kolniak-Ostek ve ark., 2022). Tarihte üretilen ilk antibiyotik Alexander Flemming tarafından *Penicillium* cinsinden üretilen penisilindir (Ligon, 2004). Antimikrobiyal ilaçlar hücrelerde zar yapılarına, duvar yapılarına ve sentezine, protein sentezine ve metabolik yollarına zarar vererek mikroorganizmaları etkisiz hale getirir (Park ve ark., 1998). Mantarlar bu bileşenler yönünden oldukça zengin ve insanlığa faydalı organizmalardır (Azeem ve ark., 2020).

İmmunoregülatif aktivite

İmmünoregülatif bileşenler, bağışıklık sisteminin yanıtını düzenleyerek (güçlendirmek veya azaltarak) dengenin korunmasını sağlar ve bu sayede hastalık septomlarının azalması ve hatta iyileştirmesine katkıda bulunur (Li ve ark., 2011; Marshall, 2011). Bu etkiler, özellikle bağışıklık sisteminin aşırı tepkilerini baskılayarak otoimmün hastalıkların ve kronik inflamasyonun tedavisinde kullanılır (Wang ve ark., 2004). İmmünoregülatif bileşikler, bağışıklık hücrelerinin aktivasyonunu ve çoğalmasını düzenler, böylece hastalıklara karşı en uygun yanıtı oluşturur (Wang ve ark., 2012; Diling

ve ark., 2017). Bazı mantar türlerinde bulunan beta-glukanlar, monositlerin ve doğal öldürücü hücrelerin (NK) aktivitesini artırarak bağışıklık sistemini olması gerektiğinden daha güçlü bir hale getirirler (Wang ve ark., 2012; Diling ve ark., 2017). Ayrıca, bu bileşikler sitokin üretimini arttırıp azaltarak inflamatuvar yanıtların kontrol altında tutulmasını sağlar (Ejike ve ark., 2020). Böylece, immünoregülatif etkiler hem savunma sistemini güçlendirir hem de bağışıklık sisteminin baskılanmasında rol alarak otoimmün ataklarını önler (Wang ve ark., 2004; Marshall, 2011).

Mantarların biyoteknolojide kullanım alanları

Mantarlar biyoteknoloji alanında sıklıkla kullanılan ve geniş bir uygulama alanı bulan organizma gruplarıdır (Anchang, 2014). Mantarlar, enzim üretiminde rol oynayan önemli kaynaklardan biridir (Adrio ve Demain, 2003). Selülaz, proteaz, lipaz ve pektinaz gibi endüstriyel sanayide sıklıkla kullanılan enzimlerin üretiminde mantarlar popüler organizmalardır (Souza ve ark., 2015; Kango ve ark., 2019). Ayrıca, mantarlar Alexander Flemming'in antibiyotikleri keşfinden itibaren biyoteknolojide antibiyotik üretiminde kullanılmaya devam etmektedir (Boruta, 2018). Ek olarak funguslar, biyoremediasyon süreçleri ile çevre temizliğinde etkin bir şekilde kullanılmakta olan, ağır metal absorpsiyonunda ve organik kirleticilerin biyolojik olarak parçalanmasında aktif rol oynarlar (Gadd, 2001). Biyoyakıt, biyodizel ve etanol gibi ürünlerin üretiminde sıklıkla kullanılırlar ve fermentasyon işlemlerinde en sık kullanılan

organizmaların başında gelirler (Adrio ve Demain, 2003; Sibirny, 2017; Raven ve ark., 2019). Bazı mantar türleri probiyotik ve prebiyotik ürünlerin üretiminde doğrudan veya dolaylı olarak kullanılan organizmalardır (Sridhar ve Mahadevakumar, 2022). Bunun yanı sıra, yeni ilaç ve gıda ürünlerinin geliştirilmesi ve optimizasyonu çalışmalarında sıklıkla kullanılırlar (Adrio ve Demain, 2003). Son olarak kısa yaşam döngüleri ve biyoçeşitlilikleri sebebiyle genetik ve biyolojik çalışmalarda model organizma olarak yıllardır hizmet vermektedirler (McCluskey ve Baker, 2017). Bu çeşitlilik sayesinde mantarların biyoteknolojideki kullanımları hem sürdürülebilir çevre için hem de ekonomik açıdan oldukça önemli bir yer tutmaktadır (Chambergo ve Valencia, 2016; Rana ve ark., 2019; Tiwari ve Park, 2024).

Sonuç

Mantarlar alemine ait organizmaların gıda, medikal ve biyoteknoloji alanında eşsiz bir önemi olduğu açıktır. Bu üç alanda da geniş bir uygulama alanına sahip olan bu organizmalar; fermentasyon süreçlerinde, enzim üretiminde, probiyotik ve prebiyotik ürünlerin elde edilmesinde kritik rol oynayan hem besin hem de farmasötik faydaları ile dikkat çekmektedir. Biyoremediasyon, biyoabsorbsiyon ve biyoyakıt üretimi ile sürdürülebilir yaşam ve çevre kirliliğinin azaltılması gibi alanlarda da biyoteknolojik çözümler sunan mantarların sahip olduğu çeşitlilik ve gen havuzu genetik ve moleküler biyoloji disiplinleri için yeni çalışma konuları sağlamaktadır. Ayrıca, yeni ilaçların veya hormonların üretiminde kullanım alanlarının araştırılması ve

geliştirilmesi ile hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

Gelecekte mantarların bu çok yönlü uygulamaları, insanlığın karşılaştığı ve karşılaşacağı pek çok sağlık, besin ve çevre sorununa biyoteknolojik çözümler sunarak, bu alanlardaki bilimsel ve teknolojik ilerlemelere önemli katkılar sağlayacağı ön görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Adrio, J. L., and Demain, A. L. (2003). Fungal Biotechnology. *International Microbiology*, 6, 191–199. doi: 10.1007/s10123-003-0133-0
- Aiduang, W., Jatuwong, K., Luangharn, T., Jinanukul, P., Thamjaree, W., Teeraphantuvat, T., Waroonkun, T., and Lumyong, S. (2024). A Review Delving into the Factors Influencing Mycelium-Based Green Composites (MBCs) Production and Their Properties for Long-Term Sustainability Targets. *Biomimetics*, 9(6), 337. doi: 10.3390/biomimetics9060337
- Al Arni, S., Saidani, T., Majeed, A., Abdelbacki, A. M., Ijaz, N., and Saleem, N. (2024). Activation Energy and Angular Momentum in Electromagnetic Radiation Micropolar Nanofluids: Focus on Microbial Eukaryotic Species. *Case Studies in Thermal Engineering*, 104811. doi: 10.1016/j.csite.2024.104811
- Alfei, S., Schito, G. C., Schito, A. M., and Zuccari, G. (2024). Reactive Oxygen Species (ROS)-Mediated Antibacterial Oxidative Therapies: Available Methods to Generate ROS and a Novel Option Proposal. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(13), 7182. doi: 10.3390/ijms25137182
- Anchang, K. Y. (2014). Current developments in mushroom biotechnology in sub Saharan Africa. *WSMBMP Bulletin*, 11.
- Awasti, N., and Anand, S. (2020). The Role of Yeast and Molds in Dairy Industry: An Update. In: Minj, J., Sudhakaran V, A., Kumari, A. (eds.). *Dairy Processing: Advanced Research to Applications*. Springer, Singapore.

- Azeem, U., Hakeem, K. R., and Ali, M. (2020). Fungi for human health. Current Knowledge and Future Perspectives. Springer Cham., pp. 5–11. doi: 10.1007/978-3-030-58756-7
- Bains, A., Chawla, P., Kaur, S., Najda, A., Fogarasi, M., and Fogarasi, S. (2021). Bioactives from mushroom: health attributes and food industry applications. *Materials*, 14(24), 7640. doi: 10.3390/ma1424764
- Barzee, T. J., Cao, L., Pan, Z., and Zhang, R. (2021). Fungi for future foods. *Journal of Future Foods*, 1(1), 25–37. doi: 10.1016/j.jfutfo.2021.09.002
- Berger, R. G., Bordewick, S., Krahe, N. K., and Ersoy, F. (2022). Mycelium vs. fruiting bodies of edible fungi—A comparison of metabolites. *Microorganisms*, 10(7), 1379. doi: 10.3390/microorganisms10071379
- Boruta, T. (2018). Uncovering the Repertoire of Fungal Secondary Metabolites: From Fleming's laboratory to the International Space Station. *Bioengineered*, 9(1), 12–16. doi: 10.1080/21655979.2017.1341022
- Bozok, F., Veryer, K., and Özdal, M., (2023). Fungal Kingdom and Unveiling the Role of Fungi in Biotechnology. In: Özdal, M., Gürkök, S. (eds.). *Biotechnology in Action: Unveiling Nature's Potential*. Efe Academy, pp. 177–194.
- Burge, H. A., and Otten, J. A. (1990). Fungi. *ASTM Special Technical Publication*, 1071, 136–162.
- Carris, L. M., Little, C. R., and Stiles, C. M. (2012). Introduction to Fungi. The Plant Health Instructor.
- Caselli, E., Pancaldi, S., Baldisserotto, C., Petrucci, F., Impallaria, A., Volpe, L., D'Accolti, M., Soffritti, I., Coccagna, M., Sassu, G., Bevilacqua, F., Volta, A., Bisi, M., Lanzoni, L., and Mazzacane, S. (2018). Characterization of biodegradation in a 17th century easel painting and

- potential for a biological approach. *PLoS One*, 13(12), e0207630. doi: 10.1371/journal.pone.0207630
- Chambergo, F. S., and Valencia, E. Y. (2016). Fungal Biodiversity to Biotechnology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100, 2567–2577. doi: 10.1007/s00253-016-7305-2
- Copetti, M. V. (2019). Yeasts and molds in fermented food production: an ancient bioprocess. *Current Opinion in Food Science*, 25, 57–61. doi: 10.1016/j.cofs.2019.02.014
- Dadkhodazade, E., Khanniri, E., Khorshidian, N., Hosseini, S. M., Mortazavian, A. M., and Moghaddas Kia, E. (2021). Yeast cells for encapsulation of bioactive compounds in food products: a review. *Biotechnology Progress*, 37(4), e3138. doi: 10.1002/btpr.3138
- De Oliveira, C. A., and Vetvicka, V. (2020). Unraveling yeast and yeast derivatives: immunological effects. *Pathology Discovery*, 8(1). doi: 10.7243/2052-7896-8-1
- Diling, C., Chaoqun, Z., Jian, Y., Jian, L., Jiyan, S., Yizhen, X., and Guoxiao, L. (2017). Immunomodulatory activities of a fungal protein extracted from *Hericium erinaceus* through regulating the gut microbiota. *Frontiers in Immunology*, 8, 666. doi: 10.3389/fimmu.2017.00666
- Edelman, J., Fewell, A., and Solomons, G. L. (1983). Myco-protein-a new food. *Commonwealth Agricultural Bureaux*, 53(6), 472–480.
- Ejike, U. C., Chan, C. J., Okechukwu, P. N., and Lim, R. L. H. (2020). New advances and potentials of fungal immunomodulatory proteins for therapeutic purposes. *Critical Reviews in Biotechnology*, 40(8), 1172–1190. doi: 10.1080/07388551.2020.1808581
- Fazenda, M. L., Seviour, R., McNeil, B., and Harvey, L. M. (2008). Submerged culture fermentation of “higher fungi”: the macrofungi.

- Advances in Applied Microbiology*, 63, 33–103. doi: 10.1016/S0065-2164(07)00002-0
- Gabrio, T., and Fischer, G. (2024). Classification of molds and definition of mold contamination. *Allergo Journal International*, 33, 110–123. doi: 10.1007/s40629-024-00292-x
- Gadd, G. M. (2001) (by edited). *Fungi in bioremediation* (No. 23). Cambridge University Press. ISBN: 9780521065313
- Gao, X., Wei, M., Zhang, X., Xun, Y., Duan, M., Yang, Z., Zhu, M., Zhu, Y., and Zhuo, R. (2024). Copper removal from aqueous solutions by white rot fungus *Pleurotus ostreatus* GEMB-PO1 and its potential in co-remediation of copper and organic pollutants. *Bioresource Technology*, 395, 130337. doi: 10.1016/j.biortech.2024.130337
- Ghorai, S., Banik, S. P., Verma, D., Chowdhury, S., Mukherjee, S., and Khowala, S. (2009). Fungal biotechnology in food and feed processing. *Food Research International*, 42(5–6), 577–587. doi: 10.1016/j.foodres.2009.02.019
- Gouy, M., and Li, W. H. (1989). Molecular phylogeny of the kingdoms Animalia, Plantae, and Fungi. *Molecular Biology and Evolution*, 6(2), 109–122. doi: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a040536
- Halliwell, B. (2024). Understanding mechanisms of antioxidant action in health and disease. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 25(1), 13–33. doi: 10.1038/s41580-023-00645-4
- Institute]. 230. https://digitalcommons.usf.edu/tropical_ecology/230
- Jayasiri, S. C., Hyde, K. D., Ariyawansa, H. A., Bhat, J., Buyck, B., Cai, L., Dai, Y. C., Abd-Elsalam, K. A., Ertz, D., Hidayat, I., Jeewon, R., Jones, E. B. G., Bahkali, A. H., Karunarathna, S. C., Liu, J. K., Luangsa-ard, J. J., Lumbsch, H. T., Maharachchikumbura, S. S. N., McKenzie, E. H.

- C., Moncalvo, J. M., Ghobad-Nejhad, M., Nilsson, H., Pang, K. L., Pereira, O. L., Phillips, A. J. L., Raspé, O., Rollins, A. W., Romero, A. I., Etayo, J., Selçuk, F., Stephenson, S. L., Suetrong, S., Taylor, J. E., Tsui, C. K. M., Vizzini, A., Abdel-Wahab, M. A., Wen, T. C., Boonmee, S., Dai, D. Q., Daranagama, D. A., Dissanayake, A. J., Ekanayaka, A. H., Fryar, S. C., Hongsanan, S., Jayawardena, R. S., Li, W. J., Perera, R. H., Phookamsak, R., de Silva, N. I., Thambugala, K. M., Tian, Q., Wijayawardene, N. N., Zhao, R. L., Zhao, Q., Kang, J. C., and Promputtha, I. (2015). The Faces of Fungi database: fungal names linked with morphology, phylogeny and human impacts. *Fungal Diversity*, 74, 3–18. doi: 10.1007/s13225-015-0351-8
- Jeong, S. C., Jeong, Y. T., Yang, B. K., Islam, R., Koyyalamudi, S. R., Pang, G., Cho, K. Y., and Song, C. H. (2010). White button mushroom (*Agaricus bisporus*) lowers blood glucose and cholesterol levels in diabetic and hypercholesterolemic rats. *Nutrition Research*, 30(1), 49–56. doi: 10.1016/j.nutres.2009.12.003
- Johnson, V. (2001). The effect of elevation on fungal community species richness and composition in Monteverde, Costa Rica, September 2001. *Tropical Ecology and Conservation* [Monteverde
- Jones, S. (2018). SCRaMbLE does the yeast genome shuffle. *Nature Biotechnology*, 36(6), 503–503. doi: 10.1038/nbt.4164
- Kango, N., Jana, U. K., and Choukade, R. (2019). Fungal enzymes: sources and biotechnological applications. In: Satyanarayana, T., Deshmukh, S., Deshpande, M. (eds). *Advancing Frontiers in Mycology & Mycotechnology*. Springer, Singapore. doi: 10.1007/978-981-13-9349-5_21

- Kolniak-Ostek, J., Oszmiański, J., Szyjka, A., Moreira, H., and Barg, E. (2022). Anticancer and antioxidant activities in *Ganoderma lucidum* wild mushrooms in Poland, as well as their phenolic and triterpenoid compounds. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(16), 9359. doi: 10.3390/ijms23169359
- Kostrakiewicz-Gieralt, K. (2022). Plants, algae, cyanobacteria and fungi in Diet of vegan and vegetarian sportsmen-a systematic review. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 37(1), 23–43 doi: 10.18276/cej.2022.1-03
- Krause, D. J. (2023). The evolution of anaerobic growth in Saccharomycotina yeasts. *Yeast*, 40, 395–400. doi: 10.1002/yea.3890
- Li, Q. Z., Wang, X. F., and Zhou, X. W. (2011). Recent status and prospects of the fungal immunomodulatory protein family. *Critical Reviews in Biotechnology*, 31(4), 365–375. doi: 10.3109/07388551.2010.543967
- Ligon, B. L. (2004). Penicillin: its discovery and early development. In *Seminars in pediatric infectious diseases* (Vol. 15, No. 1, pp. 52–57). WB Saunders.
- Listiana, I., Fahda, N. M., Satitiningrum, Y., Oktafiani, R., and Kesumawardani, A. D. (2024). Identification of Macroscopic Fungi in the Gedong Wani Production Forest Area, South Lampung. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 482, p. 01011). EDP Sciences.
- Luo, J., Ganesan, K., and Xu, B. (2024). Unlocking the Power: New Insights into the Anti-Aging Properties of Mushrooms. *Journal of Fungi*, 10(3), 215. doi: 10.3390/jof10030215
- Marshall, G. D. (2011). The adverse effects of psychological stress on immunoregulatory balance: applications to human inflammatory

- diseases. *Immunology and Allergy Clinics of North America*, 31(1), 133–140. doi: 10.1016/j.iac.2010.09.013
- McClain, O. (2022). Influence of Soil pH, Temperature, Elevation, and Substrate on Macrofungal Density in a Pacific Slope Tropical Rainforest of Costa Rica. *Tropical Ecology and Conservation*, 11.
- McCluskey, K., and Baker, S. E. (2017). Diverse data supports the transition of filamentous fungal model organisms into the post-genomics era. *Mycology*, 8(2), 67–83. doi: 10.1080/21501203.2017.1281849
- Meuninck, J. (2015). Basic illustrated edible and medicinal mushrooms. Montana: Falcongüdes.
- Money, N. P. (2016). Fungi: a very short introduction. Oxford University Press.
- Morales, D., Gil-Ramirez, A., Smiderle, F. R., Piris, A. J., Ruiz-Rodriguez, A., and Soler-Rivas, C. (2017). Vitamin D-enriched extracts obtained from shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) by supercritical fluid extraction and UV-irradiation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 41, 330–336. doi: 10.1016/j.ifset.2017.04.008
- Mueller, U. G., Ishak, H. D., Bruschi, S. M., Smith, C. C., Herman, J. J., Solomon, S. E., Mikheyev, A. S., Rabeling, C., Scott, J. J., Cooper, M., Rodrigues, A., Ortiz, A., Brandão, C. R. F., Lattke, J. E., Pagnocca, F. C., Rehner, S. A., Schultz, T. R., Vasconcelos, H. L., Adams, R. M. M., Bollazzi, M., Clark, R. M., Himler, A. G., LaPolla, J. S., Leal, I. R., Johnson, R. A., Roces, F., Sosa-Calvo, J., Wirth, R., Bacci, M., and Bacci Jr. M. (2017). Biogeography of mutualistic fungi cultivated by leafcutter ants. *Molecular Ecology*, 26(24), 6921–6937. doi: 10.1111/mec.14431

- Nanagulyan, S., Zakaryan, N., Kartashyan, N., Piwowarczyk, R., and Łuczaj, Ł. (2020). Wild plants and fungi sold in the markets of Yerevan (Armenia). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16, 26. doi: 10.1186/s13002-020-00375-3
- Obaeda, B. A. R. M. (2021). Yeasts as a source of single cell protein production: A review. *Plant Archives*, 21(1), 324–328. doi: 10.51470/PLANTARCHIVES.2021.v21.S1.051
- Park, C. B., Kim, H. S., and Kim, S. C. (1998). Mechanism of action of the antimicrobial peptide buforin II: buforin II kills microorganisms by penetrating the cell membrane and inhibiting cellular functions. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 244(1), 253–257. doi: 10.1006/bbrc.1998.8159
- Patel, S., Rauf, A., Khan, H., Khalid, S., and Mubarak, M. S. (2017). Potential health benefits of natural products derived from truffles: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 70, 1–8. doi: 10.1016/j.tifs.2017.09.009
- Pesic, D. (2021). Why is yeast such a widely used eukaryotic model organism? A literature review. *Undergraduate Research in Natural and Clinical Science and Technology Journal*, 5, 1–6. doi: 10.26685/urncst.259
- Rai, A. K., Pandey, A., and Sahoo, D. (2019). Biotechnological potential of yeasts in functional food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 83, 129–137. doi: 10.1016/j.tifs.2018.11.016
- Rana, K. L., Kour, D., Sheikh, I., Dhiman, A., Yadav, N., Yadav, A. N., Rastegari, A. A., Singh, K., and Saxena, A. K. (2019). Endophytic Fungi: Biodiversity, Ecological Significance, and Potential Industrial Applications. In: Yadav, A., Mishra, S., Singh, S., Gupta, A. (eds).

- Recent Advancement in White Biotechnology Through Fungi. *Fungal Biology*. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-030-10480-1_1
- Rašeta, M., Kebert, M., Mišković, J., Rakić, M., Kostić, S., Čapelja, E., and Karaman, M. (2023). Novel Insights into the Neuroprotective Attributes of Polyamines in Selected Edible and Medicinal Fungi: A Pioneering Report. doi: 10.20944/preprints202311.1948.v1
- Raven, S., Francis, A., Srivastava, C., Kezo, S., and Tiwari, A. (2019). Fungal Biofuels: Innovative Approaches. In: Yadav, A., Singh, S., Mishra, S., Gupta, A. (eds). *Recent Advancement in White Biotechnology Through Fungi*. Fungal Biology. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-030-14846-1_13
- Savini, S., Loizzo, M. R., Tundis, R., Mozzon, M., Foligni, R., Longo, E., Morozova, K., Scampicchio, M., Martin-Vertedor, D., and Boselli, E. (2017). Fresh refrigerated *Tuber melanosporum* truffle: Effect of the storage conditions on the antioxidant profile, antioxidant activity and volatile profile. *European Food Research and Technology*, 243, 2255–2263. doi: 10.1007/s00217-017-2927-x
- Sharma, V. P., Barh, A., Bairwa, R. K., Annepu, S. K., Kumari, B., and Kamal, S. (2021). Enoki mushroom (*Flammulina velutipes* (Curtis) singer) breeding. *Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops: Volume 10: Leaves, Flowerheads, Green Pods, Mushrooms and Truffles*, pp. 423–441.
- Shin, H. W., Kim, H. W., Choi, E. C., Toh, S. H., and Kim, B. K. (1985). Studies on inorganic composition and immunopotentiating activity of *Ganoderma lucidum* in Korea. *Korean Journal of Pharmacognosy*, 16(4), 181–190.

- Sibirny, A. A. (2017) (by edited). *Biotechnology of yeasts and filamentous fungi*. Springer. doi: 10.1007/978-3-319-58829-2
- Souza, P. M. D., Bittencourt, M. L. D. A., Caprara, C. C., Freitas, M. D., Almeida, R. P. C. D., Silveira, D., Fonseca, Y. M., Filho, E. X. F., Pessoa, A., and Magalhães, P. O. (2015). A biotechnology perspective of fungal proteases. *Brazilian Journal of Microbiology*, 46, 337–346. doi: 10.1590/S1517-838246220140359
- Sridhar, K. R., and Mahadevakumar, S. (2022). *Fungal Probiotics and Prebiotics*. Fungal Biotechnology. CRC Press, pp. 260–279.
- Sundaramahalingam, M. A., Sivashanmugam, P., Rajeshbanu, J., and Ashokkumar, M. (2022). A review on contemporary approaches in enhancing the innate lipid content of yeast cell. *Chemosphere*, 293, 133616. doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.133616
- Tabuchi, A., Okuda, Y., Ushijima, S., and Fukushima-Sakuno, E. (2021). Comparison of element content of dried mushrooms: *Auricularia polytricha* from Japan and China and *Auricularia auricula-judae* from China. *Mushroom Science and Biotechnology*, 29(3), 113–118.
- Tagliazucchi, D., Martini, S., and Solieri, L. (2019). Bioprospecting for bioactive peptide production by lactic acid bacteria isolated from fermented dairy food. *Fermentation*, 5(4), 96. doi: 10.3390/fermentation5040096
- Tiwari, P., and Park, K. I. (2024). Advanced Fungal Biotechnologies in Accomplishing Sustainable Development Goals (SDGs): What Do We Know and What Comes Next?. *Journal of Fungi*, 10(7), 506. doi: 10.3390/jof10070506
- Uraz, T., and Özer, B. H. (2014). Starter cultures: Molds employed in food processing. *Enclopedia of Food Microbiology*, 2, 522–528.

- Vamvakas, S. S., and Kapolos, J. (2020). Factors affecting yeast ethanol tolerance and fermentation efficiency. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36(8), 114. doi: 10.1007/s11274-020-02881-8
- Vasse, M., Fiegna, F., Kriesel, B., and Velicer, G. J. (2024). Killer prey: Ecology reverses bacterial predation. *PLoS Biology*, 22(1), e3002454. doi: 10.1371/journal.pbio.3002454
- Waksman, S. A., and Horning, E. S. (1943). Distribution of antagonistic fungi in nature and their antibiotic action. *Mycologia*, 35(1), 47–65. doi: 10.1080/00275514.1943.12017463
- Wang, P. H., Hsu, C. I., Tang, S. C., Huang, Y. L., Lin, J. Y., and Ko, J. L. (2004). Fungal immunomodulatory protein from *Flammulina velutipes* induces interferon- γ production through p38 mitogen-activated protein kinase signaling pathway. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(9), 2721–2725. doi: 10.1021/jf034556s
- Wang, X. F., Su, K. Q., Bao, T. W., Cong, W. R., Chen, Y. F., Li, Q. Z., and Zhou, X. W. (2012). Immunomodulatory Effects of Fungal Proteins. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 10(1), 1–12.
- Wang, X., Han, Y., Li, S., Li, H., Li, M., and Gao, Z. (2024). Edible fungus-derived bioactive components as innovative and sustainable options in health promotion. *Food Bioscience*, 104215. doi: 10.1016/j.fbio.2024.104215
- Wei, M., He, X., Liu, N., and Deng, H. (2024). Role of reactive oxygen species in ultraviolet-induced photodamage of the skin. *Cell Division*, 19(1), doi: 10.1186/s13008-024-00107-z
- Whittaker, R. H. (1957). The kingdoms of the living world. *Ecology*, 38(3), 536–538.

- William Kirby, F. L. S. (1800). X. Observations upon certain Fungi, which are Parasitics of the Wheat. Transactions of the Linnean Society of London, pp. 112–125. doi: 10.1111/j.1096-3642.1800.tb00582.x
- Wu, H., Chen, J., Li, J., Liu, Y., Park, H. J., and Yang, L. (2021). Recent advances on bioactive ingredients of *Morchella esculenta*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 193(12), 4197–4213. doi: 10.1007/s12010-021-03670-1
- Yu, M., Xu, X., Qing, Y., Luo, X., Yang, Z., and Zheng, L. (2009). Isolation of an anti-tumor polysaccharide from *Auricularia polytricha* (jew's ear) and its effects on macrophage activation. *European Food Research and Technology*, 228, 477–485. doi: 10.1007/s00217-008-0955-2
- Zhang, S., Xu, X., Cao, X., and Liu, T. (2023). The structural characteristics of dietary fibers from *Tremella fuciformis* and their hypolipidemic effects in mice. *Food Science and Human Wellness*, 12(2), 503–511. doi: 10.1016/j.fshw.2022.07.052

BÖLÜM 14
YEMEKLİK MANTAR TARİFLERİ
Sevim ŞAHİN¹

¹ Anadolu Üniversitesi Aşçılık Programı, Eskişehir, Türkiye sevikay@gmail.com



İSTİRDYE MANTARLI BALIK GÜVECİ

Kullanılan mantar türü: *Pleurotus ostreatus*

İstiridye mantarı, Kavak mantarı, Yaprak mantar

Malzemeler: 300 g istiridye mantarı, ½ kg sardalya balığı (hamsi balığı da olur), 1 adet orta boy kuru soğan, 1 adet orta boy havuç, 1 adet orta boy patates, 3 adet yeşil biber, 5 diş sarımsak, 10-12 adet küçük domates, yarım demet maydanoz, ¼ demet dereotu, 100 g brokkoli, 1 tatlı kaşığı karabiber, 3 çorba kaşığı zeytinyağı, 1 adet limon

Yapılışı: Sardalye balıkları temizlenip yıkanır ve süzgece alınır. Arzu edilirse kılçığı çıkarabilir. Kuru soğan piyazlık, havuç küçük, patates ve yeşil biberler iri küpler halinde doğranır. Brokoliler enine iri, sarımsaklar ve yeşillikler de iri doğranır. Domatesler dörde bölünür. Limon da ince yarım halkalar şeklinde dilimlenir. Fırça ve nemli bez ile temizlenen mantarlar, 3-4 cm uzunluğunda ve 1-1.5 cm eninde doğranır. Arzu edilirse iri parçalar halinde de doğranabilir. Doğranmış limonun yarısı, 5-6 parça domates ile 2 sarımsak tepsinin üzerine eklenmek üzere ayırılır. Balık dışında tüm malzeme, baharat, tuz ve 2 çorba kaşığı zeytinyağı karıştırılır ve karışımın 2/3'ü tepsiye yayılır. Üzerine balıklar düzgünce sıralanır. Kalan mantar ve sebze karışımı, balıkların üzerine yayıldıktan sonra, limon ve domates dilimleri ve sarımsaklar da yemeğin üzerine yerleştirilir. 1 kaşık zeytinyağı da yemeğin üzerine gezdirilip 200°C fırında üstü kızarıncaya kadar pişirilir. Yemek sıcak servis edilir.

Mantara ve yemeğe ait görseller aşağıda sunulmuştur:





YOĞURLU İSTİRİDYE MANTARI

Kullanılan mantar türü: *Pleurotus ostreatus*

İstiridye mantarı, Kavak mantarı, Yaprak mantar

Malzemeler: ½ kg istiridye mantarı, 1 su bardağı zeytinyağı, 1 kâse un, 2 adet yumurta, 1 tatlı kaşığı karabiber, 1 çay kaşığı kimyon, 300 g süzme yoğurt (normal yoğurt da olabilir), 4-5 diş sarımsak, yeteri kadar tuz

Yapılışı: İstiridye mantarları fırça ve nemli bez ile temizledikten sonra, sotelik iri parçalar halinde kesilir. 2 adet yumurta bir kâseye konulup çırpılır. Una tuz ve baharatlar eklenerek karıştırılır. Zeytinyağı tavaya konulup ısıtıldıktan sonra, mantarlar önce yumurtaya ardından una bulanıp yağda her iki tarafı da iyice kızarıncaya kadar pişirilir. Fazla yağımı alması için kızaran mantarlar, havlu kâğıt üzerine alınır. Tuzla ezilen sarımsak süzme yoğurda eklenerek bir miktar su ile yeterli kıvama gelinceye kadar açılır. Servis tabağına alınan kızarmış istiridye

mantarlarının üzerine sarımsaklı yoğurt döküldükten sonra, toz kırmızı biber veya pul biber serpilerek servis edilir.

Mantara ait görsel aşağıda sunulmuştur:



ÇINTAR EKŞİLEMESİ

Kullanılan mantar türü: *Lactarius deliciosus*, *Lactarius salmonicolor*

Çıntar, Kanlıca, Çam mantarı, Kırmızı mantar

Malzemeler: ½ kg Çıntar mantarı, 1 su bardağı zeytinyağı, ½ su bardağı un, 1 adet limon, 5-6 diş sarımsak, yeteri kadar tuz

Yapılışı: Çıntar mantarları fırça ve nemli bez ile temizlenir. Çok topraklı ise yıkanır ve kurulanır. Saplar kesilir, iri olanlar ikiye veya dörde bölünür. Küçükler bölünmez. Mantarlar pane yapacak şekilde hazırlanır. Zeytinyağı tavada ısıtılır ve una bulanana mantarlar eklenir. Her iki tarafı güzelce kızaran mantarlar, fazla yağını çekmesi için havlu kâğıt üzerine alınır. Mantar sapları da unlanarak kızartılır. Sarımsaklar,

havanda tuz ile dövüldükten sonra, bir limonun suyu ile karıştırılıp, kızarmış mantarların üzerine dökülür. Biraz karabiber ve ince kıyılmış maydanozla süslenerek servis yapılır. Bu tarif Muğla yöresine ait olup, Çıntar ekşilemesi farklı Şekillerde de yapılılabilmektedir. Bazı yerlerde kızartılan mantarların yağında sarımsaklar bir miktar pişirilip, içerisine limon eklenerek hazırlanan bu sos, mantarların üzerine dökülmektedir. Ya da mantarlar unlanmadan kızartılmakta ve kalan kızartma yağında bir miktar un kavrulmaktadır. Ardından sarımsaklar eklenip, en son limon suyu da konulup yoğun bir sos hazırlanmaktadır. Kızaran mantarlar bu sosa eklenip bir iki taşım kaynadıktan sonra, bir süre bu sosta bekletilip servis edilmektedir.

Mantara ve yemeğe ait görseller aşağıda sunulmuştur:





KULAK MANTARI TATLISI

Kullanılan mantar türü: *Auricularia auricula-judae*

Ahşap kulak mantarı, Kulak mantarı

Malzemeler: 300 g kuru kulak mantarı, ½ litre süt, 1.5 su bardağı toz şeker, 1 tatlı kaşığı tereyağı, 1-2 parça damla sakızı, süslemek için nar taneleri ve tarçın

Yapılışı: Kuru mantarları yıkadıktan sonra üzerine kaynar su dökülerek yumuşayınca kadar beklenir. Yumuşayan mantarlar süzülüp küp küp doğranır. Tencereye eklenen tereyağına mantarlar eklenip kapağı kapatılarak 5 dakika pişirildikten sonra, 1 su bardağı su eklenip 15 dakika daha pişirilir. Şeker sütte eritilip mantarlara ekledikten sonra, arada karıştırılarak 15 dakika daha pişirilir. Havanda dövülen damla sakızı da eklenip 5 dakika daha kaynatılıp ocak kapatılır. Tatlımız mikser ile pürüzsüz bir kıvam alınca kadar karıştırılıp kasele boşaltılır. Servis sırasında tarçın ve nar daneleri ile süslenir.

Mantara ve yemeğe ait görseller aşağıda sunulmuştur:



KULAK MANTARI ÇORBASI

Kullanılan mantar türü: *Auricularia auricula-judae*

Ahşap kulak mantarı, Kulak mantarı

Malzemeler: 100 g kuru kulak mantarı, 1 fincan dolusu kuru semizotu, 1 fincan dolusu kuru horoz ibiği bitkisi, 1 fincan dolusu kuru yabani ıspanak (sirken), 1 su bardağı kuru çörtük (tarhana otu), ½ su bardağı çorbalık erişte, 1 adet orta boy kuru soğan, 1 adet orta boy kapy biber, 1 tatlı kaşığı zerdeçal, 1 tatlı kaşığı zencefil, 1 tatlı kaşığı karabiber, 1 çay kaşığı kekik, 1 çay kaşığı ezilmiş tohum kişniş, 1 tatlı kaşığı kırmızı toz biber (acı/ tatlı), ½ çay bardağı zeytinyağı, 1 adet küçük defne yaprağı

Yapılışı: Kuru kulak mantarları bir kâseye alınıp, üzerine gelecek kadar kaynar su eklendikten sonra yumuşaması için bir kenara alınır. Mantarlar yumuşayınca suyu süzülüp, kum vs. için kontrol edildikten sonra, bu su bir kenara alınır. Çörtük otu ve defne yaprağı, 1 su bardağı suda 10 dakika kaynatıldıktan sonra bu su da kenara alınır. Yumuşamış mantarlar, önce küp küp veya jülyen doğranır. Kuru soğan da minik küpler halinde doğranır. Önce kuru soğan yumuşayınca kadar zeytinyağında kavrulduktan sonra, üzerine mantarlar eklenir. Küp küp doğranan kapy biberi de eklenir. Süslemek için kapy biberin bir kısmı ayrılabilir. 5 dakika da mantarlarla kavrulduktan sonra, mantarın yumuşatıldığı su, çörtük otunun suyu, kuru otlar ve karabiber dışında tüm baharatlar eklenip, birlikte 5 dakika kadar daha kaynatıldıktan sonra çorbalık erişte eklenir. Çorba, 10 dakika daha pişirildikten sonra karabiber eklenip, bir iki taşım daha kaynatıldıktan sonra altı söndürülür. Sıcak servis esnasında keş peyniri rendesi de eklenebilir.

Kuru yaban otları yerine taze otlar (ıspanak, kereviz, taze semizotu, pazı vb.) kullanabilir.

Yemeğe ait görseller aşağıda sunulmuştur:



KULAK MANTARLI AŞURE

Kullanılan mantar türü: *Auricularia auricula-judae*

Ahşap kulak mantarı, Kulak mantarı

Malzemeler: 75 g kuru kulak mantarı, 1 su bardağı aşurelik buğday, yarım su bardağı fasulye, yarım su bardağı nohut, 5-6 adet kuru kayısı, 5-6 adet kuru incir, 2, 5 su bardağı toz şeker, 1 çay bardağı badem, 1 çay bardağı fındık, 1 çay bardağı kuru üzüm, 10 adet ceviz içi, 5-6 adet karanfil, yarım çubuk tarçın, süslemek için 1 su bardağı nar tanesi

Yapılışı: Kuru kulak mantarları kaynamış su eklenerek yumuşayınca kadar bekletilir. Mantarlar yumuşayınca suyu süzülüp küp küp veya jülyen doğranır. Mantarlar tencereye alınıp üzerine gelecek kadar su, karanfil ve tarçın kabuğu da eklenerek, suyu azalınca kadar 10-15 dakika pişirilir. Aşurelik buğday akşamdan tencereye alınıp, üzerini geçecek kadar su konulup 15-20 dakika kaynatılıp ocaktan alınıp kapağı kapatılır ve sabaha kadar şişmeye

birakılır. Nohut ve fasulye de sıcak suda ıslatıp bırakılır. Ertesi gün suyu dökülüp yeniden su eklenerek nohut ve fasulye yumuşayınca kadar kaynatılır. Buğday da kendi suyunda 1-15 saat koyulaşınca kadar pişirilir. Suyu eksilirse sıcak su eklenebilir. İyiye pişen buğdaya nohut, fasulye, kuru üzüm, küçük parçalar halinde doğradığımız kayısı, incir, badem, fındık ve ceviz içi eklenip karıştırılır. Toz şeker ve yeteri kadar sıcak su da ekledikten sonra 30 dakika pişirilir. Ardından pişirilen mantarın içindeki tarçın kabuğu ve karanfiller alınarak, pişen mantarlar kalan suyu ile beraber aşureye eklenir. 15 dakika da bu şekilde pişirildikten sonra aşure hazır hale gelir. Kâselere aktarılıp soğuduğunda üzerine nar taneleri, ezilmiş fıstık, ceviz vb. eklenerek servis edebilir. Arzu edilirse aşureye mantarlar eklenirken 1 çay bardağı süt de ilave edilebilir.

Yemeğe ait görseller aşağıda sunulmuştur:



İMPARATOR MANTARLI PİDE

Kullanılan mantar türü: *Amanita caesarea*

İmparator mantarı, Padişah mantarı, Yumurta mantarı, Gelincik mantarı

Malzemeler: İç harcı: ½ kg imparator mantarı, 2 orta baş soğan, 1 çorba kaşığı toz kırmızı biber, 1 çorba kaşığı karabiber, 1 tatlı kaşığı kekik, 4 diş ezilmiş sarımsak, 2 çorba kaşığı tereyağı, 1 çorba kaşığı zeytinyağı, yeterince tuz

Yapılışı: Mantarlar nemli bir bez ve fırça yardımı ile temizlenir ve küp küp doğranır. Soğanlar küçük küçük doğranır. Ezilmiş sarımsak, soğan, mantar, baharatlar ve tuz karıştırılır. Tereyağı eritilerek, zeytinyağı ile birlikte karışıma eklenir. Bu iç harç evde yapılan pidelerde veya pideciye yollanarak yaptırılan pidelerde kullanılır. Ayrıca lahmacun, börek ve poğaçaya harcı olarak da kullanılır. İçli köfte harcı olarak kullanılabilen bu harcı hayal ettiğiniz birçok yemekte kullanabilirsiniz.

İmparator mantarı çiğ olarak yenebilen mantarlardan birisidir. Çiğden küp küp doğrayıp, zeytinyağı, limon ve az kekik serpererek nefis bir salata yapılabilir.

Mantara ve yemeğe ait görseller aşağıda sunulmuştur:



FIRINDA KAŞARLI KÙLTÜR MANTARI

Kullanılan mantar türü: *Agaricus bisporus*

Kùltür mantarı, Beyaz şapkalı mantar

Malzemeler: ½ kg kùltür mantarı, 150 g tereyağı, 250 g kaşar peyniri, karabiber, tuz

Yapılışı: Mantarlar nemli bir bez ve fırça yardımı ile temizlenir. Sapları çekilerek çıkarıldıktan sonra, yağlı kağıt serilmiş tepsiye, ters şekilde (sap boşluğu yukarı gelecek şekilde) dizilir. Tereyağı katı iken, mantarların içine sığacak boyutta küp küp kesilir. Bunun için tereyağı bir süre buzdolabında tutabilir. Doğranan tereyağları tepsideki mantarların iç boşluklarına yerleştirilip, üzerine tuz ve karabiber serpilir. Kaşar peyniri de mantarın tereyağlı boşluğunu örtecek şekilde kare kesilip mantarların üzerine yerleştirilir. Kalan tereyağı eritilip, mantar sapları da erimiş tereyağına bulanır, tuz ve karabiber serildikten sonra, sapları da tepsiye yerleştirilip 200°C ısıtılmış fırında, kaşarlar eriyinceye kadar tepsi fırında tutulur. Mantarlar piştiğinde sıcak servis yapılır.

Yemeğe ait görsel aşağıda sunulmuştur:



TAZE AYI-ÇÖREK MANTARI KIZARTMASI

Kullanılan mantar türü: *Boletus reticulatus*

Çörek mantarı, Bolet, Ayı mantarı, Porçini

Malzemeler: ½ kg taze ve küçük ayı-çörek mantarı, yarım çay bardağı zeytinyağı, 1 çorba kaşığı tereyağı, tuz, karabiber

Yapılışı: Çörek-ayı mantarları fırça ve nemli bez yardımı ile temizlenir. Mümkün olduğunca yarım santim geniş dilimler halinde kesilir. Genişçe bir tavaya zeytinyağı ve tereyağı konulup, yağ ısınınca mantarlar yerleştirilir. Tuzu atılıp, tavanın kapağını kapatılarak kısık ateşte altları kızarıncaya kadar pişirildikten sonra (arada kontrol edilir), mantarlar ters çevrilip diğer tarafları da aynı şekilde pişirilir. Mantarların iki tarafı da kızarıncaya, (kapaksız), suyu çekilinceye kadar mantarlar kızartılıp, az karabiber serpererek servis tabağına alınır.

Mantara ve yemeğe ait görseller aşağıda sunulmuştur:





KURU AYI-ÇÖREK MANTARI ÇORBASI

Kullanılan mantar türü: *Boletus aereus*

Çörek mantarı, Bolet, Ayı mantarı, Porçini

Malzemeler: 300 g kuru ayı-çörek mantarı, 1 adet küçük boy kuru soğan, 2-3 diş sarımsak, 1.5 su bardağı süt veya 1 paket krema, 3 çorba kaşığı un, 2 çorba kaşığı tereyağı, 1 çorba kaşığı zeytinyağı, karabiber

Yapılışı: Süt kaynama noktasına gelinceye kadar ısıtılıp, kuru çörek-ayı mantarlarının üzerine dökülür. Çörek-ayı mantarları yumuşayınca, süzgece alınıp süzdükten sonra, bir miktar sıkılıp fazla sıvı uzaklaştırılır. Sütü ise içinde toprak kalıntıları için kontrol edilerek bir kaba aktarılıp kenara alınıp, çorbada kullanılır. Kuru soğan küçük küpler halinde doğranıp, tencereye alınan tereyağı ve zeytinyağında kavrulurken, yumuşamış mantarlar da olabildiğince küçük doğranır. Soğanlar pembeleşince, ezilmiş sarımsaklar eklenip, kokusu çıkınca doğranmış mantarlar da eklenip, 5 dakika birlikte pişirilir. Ardından çorbaya 3 su bardağı veya göz kararı sıcak su eklenir. 15 dakika piştikten sonra un ve mantarların ıslatıldığı süt çırpılarak (krema kullanacak iseniz un ve kremayı çırparak) çorbaya eklenir. Bu şekilde 5 dakika daha kaynatılıp, tuz ve karabiber eklenerek çorbanın altı söndürülür. Arzu edilirse çorba rondodan geçirebilir.

Mantara ve yemeğe ait görseller aşağıda sunulmuştur:



GEYİK SÜTÜ MANTARLI TARHANA ÇORBASI

Kullanılan mantar türü: *Lactifuuls volemus*

Geyik sütü mantarı

Malzemeler: 250 g taze geyik sütü mantarı, 3 yemek kaşığı tarhana, 6 su bardağı su, 2 çorba kaşığı tereyağı, 2 adet domates rendesi, 3 diş sarımsak, 1 tatlı kaşığı kuru nane, 1 çay kaşığı karabiber

Yapılışı: Geyik sütü mantarları fırça ve nemli bez ile temizledikten sonra, minik küpler halinde doğranır. Tarhana 1 su bardağı suda eritilir. Domates rendelenir. Tencerede eritilen tereyağına, ezilmiş sarımsaklar eklenir. Kokusu çıkınca doğranmış mantarlar eklenip kapağı kapatılarak bir süre suyu salınıp pişirilir. Mantarlar piştikten sonra rendelenmiş domates eklenip 5 dakika daha pişirilir. Ardından tarhana ve kalan suyu eklenip, çorba kaynayıp koyulaşmaya kadar pişirilir. Piştiğinde nane ve karabiberi eklenip altı söndürülür. Arzu edilirse çorba rondodan geçirilerek, dilenirse bu şekilde tüketebilir.

Mantara ve yemeğe ait görseller aşağıda sunulmuştur:





DANABURNU MANTARI ÇORBASI

Kullanılan mantar türü: *Volvopluteus gloiocephalus*

Danaburnu mantarı, Anız gülü mantarı

Malzemeler: 1/2 kg. danaburnu mantarı, 1 orta boy kuru soğan, 2-3 diş sarımsak, 1.5 su bardağı süt veya 1 paket krema, 3 çorba kaşığı un, 1 tatlı kaşığı karabiber, 1 tatlı kaşığı kekik, 2 çorba kaşığı tereyağı, 1 çorba kaşığı zeytinyağı, üzeri için kıyılmış maydanoz

Yapılışı: Özellikle şapka açılmamış veya şapka altı pembe mantarlar fırça ve nemli bezle temizlenir. Çok topraklı ise tek tek yıkanıp kurulanır. Ardından mantarlar küp küp doğranır. Küçük küçük doğranmış kuru soğan, tereyağı ve zeytinyağında pembeleşinceye kadar pişirildikten sonra ezilmiş sarımsak eklenir. Sarımsak kokusu çıkınca

mantarlar eklenerek tencerenin kapağı kapatılıp orta ateşte arada karıştırılarak 15 dakika pişirilir. Çok su salan bir mantar olduğu için bu pişme sırasındaki sulu haline göre çorbaya 1 su bardağı veya daha fazla sıcak su eklenip 5 dakika daha pişirilir. Ardından süt veya krema unla çırpılarak çorbaya eklenir. Çorba, koyulaşıp bir kaç taşım daha kaynadığında karabiber ve kekiği eklenip tencerenin altı söndürülür. Bu çorbayı taneli veya rondodan geçirerek servis edebilirsiniz. Servisi sırasında ince kıyılmış maydanoz ve taze soğan eklenebilir.

Mantara ve yemeğe ait görseller aşağıda sunulmuştur:



KUZUGÖBEĞİ MANTARI DOLMASI

Kullanılan mantar türü: *Morchella* sp.

Kuzugöbeği mantarı, Göbelek, Göbek mantarı

Malzemeler: 300 g iri ve kuru kuzugöbeği mantarı, 200 g dana kuzu karışık kıyma, 1 orta boy kuru soğan (veya yarım demet taze soğan), 1 diş sarımsak, 1 su bardağı pirinç, yarım demet maydanoz, 2-3 dal yabani kereviz (*Smyrnium creticum*) (bulamazsanız kültür kereviz), 3-4 dal roka, 1 tatlı kaşığı karabiber, 1 çay kaşığı kimyon, 1 çay kaşığı kajun, 1 çay kaşığı reyhan, ¼ demet taze nane, 1 çorba kaşığı soya sosu, 1 adet orta boy ezilmiş defne yaprağı, 2 çorba kaşığı tereyağı, 1 çorba kaşığı domates salçası

Yapılışı: Kuzugöbeği mantarları derin bir kaba alınıp yumuşaması için üzerine kaynar su dökülerek bekletilir. Bu sırada kuru soğan, maydanoz, roka, taze nane ve yabani kereviz çok ince kıyılır. Ezilen sarımsak, baharatlar, yıkanmış pirinç, 1 çorba kaşığı tereyağı, salça, soya sosu ve kıyma tuz da eklenerek iyice karıştırılır. Yumuşayan mantarlar sudan çıkarılıp süzülür ve bir bez yardımı ile fazla suyu alınır. Mantarların ıslatıldığı su, kum vb. için kontrol edilip süzülerek kenara alınır. Mantarların sapları, dolma ağzında kullanmak üzere kesilip ayrılır ve iç harç ile doldurulan mantarların, saplarıyla ağzları kapatılarak tencereye dizilir. Mantarların ıslatıldığı suya tuz ve bir çorba kaşığı tereyağı eklenerek, mantarların üzerine dökülür. Pişirme suyunun dolmaların hizasına gelmesine dikkat edilir. Eksikse bir miktar sıcak su eklenebilir. Üzerine bir tabak ters çevrilerek yerleştirilir (veya dolma aparatı), kapak kapatılır, dolmaların suyu çekilinceye kadar pişirilir. Dolmalar sıcak servis yapılır. Bu dolma,

istenilen baharatlar çıkarılıp eklenerek zeytinyağlı veya kuşbaşı etli de yapılabilir. Zeytinyağlı dolma, soğuk veya ılık servis edilir.

Mantara ve yemeğe ait görseller aşığıda sunulmuştur:



KÜKÜRT MANTARLI MANTAR BLUE

Kullanılan mantar türü: *Laetiporus sulphureus*

Koruluktaki tavuk mantarı, Kükürt mantarı, Kiraz mantarı

Malzemeler: ½ kg taze kükürt mantarı, 1,5 su bardağı mısır unu, 300 g kaşar peyniri, 3 yumurta, 2 su bardağı zeytinyağı, 1 tatlı kaşığı karabiber, tuz

Yapılışı: Kükürt mantarlarını nemli bez ve fırça ile temizlenir. Topraklı kısımları var ise yıkanıp kurulanır. Mantarlar panelik ince ve geniş şekilde kare veya dikdörtgen dilimlenir. Yumurtalar tuz ve karabiber ile iyice çırpılır. Kaşar peyniri de mantar parçalarının arasına yerleştirilecek şekilde dilimlenir. Zeytinyağı tavaya konulup iyice ısınca, mantar dilimleri önce yumurtaya sonra mısır ununa bulanıp, yağda her iki tarafı da kızarıncaya kadar bekletilir, fazla yağ için havlu kâğıt üzerine alınır. Tüm mantarlar kızardıktan sonra her bir kızarmış dilimin arasına kaşar peyniri yerleştirilip, tekrar önce yumurtaya sonra mısır ununa bulanıp yeniden kızartılır. Mantarın iki tarafı da içindeki peynir erimeye başlayıncaya kadar kızartılır ve yine havlu kağıt üzerine alınır. Sıcak sıcak herhangi bir dip sos veya soya sosu ile servis edilir. Ayrıca üzerlerine domates sos da dökülerek servis edilebilir.

Mantara ve yemeğe ait görseller aşağıda sunulmuştur:





SALAMLI VEYA PASTIRMALI ENOKİ MANTARI SOTE

Kullanılan mantar türü: *Flammulina filiformis*

Enoki mantarı

Malzemeler: 200 g. Enoki mantarı, 150 g salam veya pastırma, 1 çay bardağı zeytinyağı, 1 çay kaşığı karabiber, 1 tatlı kaşığı soya sosu

Yapılışı: Enoki mantarlarının alt kalın kısmı kesilir ve elle parçalamadan esneterek açılır. Tavaya konulan zeytinyağı ısındığında önce salam veya pastırmaların altı ve üstü kızarıncaya kadar pişirilir. Salam veya pastırmalar tavadan alınıp enoki mantarları tavaya konulur ve arada karıştırarak kızarıncaya kadar bekletilir. Sonrasında salam veya pastırmalar eklenip, karıştırılır, tuz ve karabiber eklenir. Arzu edilirse soya sosu gezdirilip servis yapılır.

Mantara ve yemeğe ait görseller aşağıda sunulmuştur:





PRENS MANTARLI MAKARNA

Kullanılan mantar türü: *Agaricus augustus*

Prens/Şehzade mantarı

Malzemeler: ½ kg prens mantarı, 1 adet orta boy kuru soğan, 2 diş sarımsak, 3 çorba kaşığı tereyağı, 1 çorba kaşığı zeytinyağı, 1 su bardağı süt veya 1 paket krema, yarım su bardağı rendelenmiş keş peyniri veya kaşar peyniri, 1 tatlı kaşığı karabiber, 1 paket dilediğiniz tür makarna

Yapılışı: Prens mantarları fırça ve nemli bez ile temizledikten sonra küp küp doğranır. Tencereye 2 çorba kaşığı tereyağı (1 çorba kaşığı tereyağı makarna piştikten sonra eklenecek) ve zeytinyağı eklenir. Küçük küçük doğranmış kuru soğan pembeleşinceye kadar pişirildikten sonra, ezilmiş sarımsaklar eklenip kokusu çıkıncaya kadar

pişirildikten sonra doğranmış mantarlar tencereye eklenip, suyunu salıp bir miktar pişinceye kadar karıştırılarak pişirilir. Ardından makarna ve yeteri kadar su eklenip kapağı kapatılarak orta ateşte suyunu çekinceye kadar pişirilir. Suyunu çekince kalan 2 kaşık tereyağı, karabiber eklenerek karıştırılır ve altı söndürülerek çekmesi beklenir. Pilav gibi pişen makarna karıştırılarak, üzerine keş peyniri rendesi, ceviz, fındık kırığı veya kaşar peyniri rendesi eklenerek servis yapılır.

Mantara ve yemeğe ait görseller aşağıda sunulmuştur:





ŞEMSIYE MANTARI DOLMASI

Kullanılan mantar türü: *Macrolepiota procera*

Şemsiye mantarı, Turna bacağı, Dedebölük mantarı

Malzemeler: 6 adet henüz açılmamış saplı şemsiye mantarı, 150 g kıyma (dana/kuzu karışık), 1 orta boy soğan, ½ demet maydanoz, 4 diş sarımsak, 1 tatlı kaşığı kimyon, 1 çay kaşığı kekik, 1 tatlı kaşığı karabiber, 1 çorba kaşığı domates salçası, yarım çay bardağı zeytinyağı, yeteri kadar tuz, 7 çorba kaşığı pirinç (mantar şapkaları dolmalık biberden büyük ise pirinç miktarı arttırılabilir)

Yapılışı: Mantarlar fırça ve nemli bez ile temizlenir. Ardından mantarların sapları şapkayı parçalamadan çıkartılıp şapkaları kenara alınır. Sapların bir kısmı kesilip, el ile basılarak düzleştirilerek mantar

dolmalarının ağzını kapatmak için ayrılır, kalanı çok küçük doğranır. Kuru soğanlar kùp kùp, maydanozlar da olabildiğince ince doğranır. Kıyma, soğan, maydanoz, salça, tüm baharatlar, doğranmış mantar sapları, yıkanmış süzölmüş pirinç ve zeytinyağının 2/3'ü, tuz eklenip hepsi karıştırılır. Hazırlanan dolma içi ile mantarların içi eşit bir şekilde doldurulup ağızları hazırlanan sapların çapraz eklenmesiyle kapatılır ve tencereye yerleştirilir. Mantar dolmasının ağzı arzu edilirse halka kesilmiş domates veya kaşar peyniri ile de kapatılabilir. Kaynamış suya kalan zeytinyağı ve tuz eklenir. Mantar dolmalarının yarısını geçecek kadar bu su eklenip, orta ateşte 30-40 dakika pişirilir. Bir süre dinlendikten sonra sıcak servis yapılır.

Mantara ve yemeğe ait görseller aşaağıda sunulmuştur:



SARIKIZ MANTARI SOTE

Kullanılan mantar türü: *Cantharellus cibarius*

Kazayağı mantarı, Sarıkız mantarı

Malzemeler: ½ kg sarıkız mantarı, 1 adet orta boy kuru soğan, 4 adet çarliston biber, 2 adet orta boy domates, 50 g kaşar peyniri, 3 diş sarımsak, 2 çorba kaşığı tereyağı, 1 tatlı kaşığı zeytinyağı, 1 çay kaşığı karabiber, 1 çay kaşığı kimyon

Yapılışı: Sarıkız mantarları fırça ve nemli bez yardımı ile temizlenir. Çok topraklı iseler yıkanır ve kurulanır. Tereyağı ve zeytinyağı tavada eritilip, önce küp küp doğranmış kuru soğanlar eklenip sararıncaya kadar kavrulur. Ardından küçük küçük doğranmış sarımsaklar eklenip, sarımsağın kokusu çıkıncaya kadar birlikte kavrulur. İri doğranan sarıkız mantarları tavaya eklenip karıştırılarak tavanın kapağı kapatılır, 5 dakika bu şekilde pişirildikten sonra, sotelik doğranan biberler eklenir. Biber ve mantarlar 5 dakika yine tavanın kapağı kapalı şekilde pişirildikten sonra kabuksuz olarak doğranmış domatesler, baharat ve tuz eklenip arada tavanın kapağı kaldırılıp karıştırılarak 10 dakika daha pişirildikten sonra servis tabağına alınır. Üzerine rendelenmiş keş veya doğranmış kaşar peyniri eklenerek servis yapılır.

Mantara ve yemeğe ait görseller aşağıda sunulmuştur:



BÖLÜM 15

MANTARLARIN SANATTA KULLANIMI

Prof. Dr. Hatıra TAŞKIN¹

¹ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye
hatirataskin1@gmail.com ORCID NO: 0000-0002-1784-4731

Mantarların bilinirliği ve farklı amaçlarla kullanımını çok eskiye dayanmaktadır. Bu bilinirlik, sadece onların beslenme amaçlı tüketimi şeklinde olmamış, alternatif tıpta kullanımlarının yanı sıra *Psilocybe* türleri ya da *Amanita muscaria* (sinek mantarı, aynı zamanda zehirli) gibi halüsinojen (sihirli) mantarlarda ilgi odağı olmuş ve bunlara ezoterik ve sembolik anlamlar yüklenmiştir. Bu durum, mantarların sanatın farklı dallarında, edebiyatta, sinema ve çizgi film sektöründe de kullanımına neden olmuştur.

Avrupa sanatında on altıncı yüzyıldan önce mantar temsilleri nadir görölmektedir. Yine de, Hıristiyan sanatında sembolik bir şekilde bulunan örneklere rastlanılmaktadır. Örneğin on dördüncü yüzyılın sonunda Anjou Dükü I. Louis tarafından görevlendirmesiyle yapılan Mahşerin Goblen'inin (La Tenture de l'Apocalypse, 6 x 140 m orijinal, 450 × 10 000 cm, 1373-1377 ve 1382 arasında) bir panelinde kıtlık getiren siyah atın bacakları arasında (https://fr.wikipedia.org/wiki/Champignon_dans_l'art_et_la_littérature) mantar bulunmaktadır. Apocalypse Gobleni (veya Apocalypse Goblenleri veya Apocalypse of Angers), Anjou Dükü I. Louis'in emriyle 14. yüzyılın sonunda yapılan John Apocalypse'in bir temsilidir. Bu eser, dünyadaki hayatta kalan en büyük ortaçağ duvar halıları grubudur. Her biri on dört resme bölünmüş altı ardışık parçadan oluşan set, Hennequin de Bruges tarafından karikatürlerden yapılmış ve sponsorunun prestijine tanıklık etmektedir. Goblen, 15. yüzyılda Kral René tarafından Angers Katedrali'ne bırakılmıştır. Uzun bir süreden sonra, 19. yüzyılın ortalarından itibaren kısmen yeniden oluşturulmuş, muhafaza edilmiş ve Fransa Mahşerin Gobleni Müzesi'nde (Musée de la Tapisserie de l'Apocalypse, Château d'Angers, Angers)

sergilenmiştir. Château d'Angers'de bu amaç için inşa edilmiş ve 1954'te açılmış çok uzun bir galeride yer almaktadır (https://fr.wikipedia.org/wiki/Tenture_de_1%27Apocalypse,https://fr.wikipedia.org/wiki/Tenture_de_1%27Apocalypse)

Çalışmanın görseli aşağıda sunulmuştur.



https://fr.wikipedia.org/wiki/Tenture_de_1%27Apocalypse

İspanya, Cuenca'daki Villar del Humo kültür alanında tarih öncesi kaya sanatının önemli bir çalışması, Selva Pascuala duvar resmi bulunmuş, incelenmiş ve detaylandırılmıştır (Akers ve ark., 2011). Bu duvar çalışmasındaki mantara benzeyen figürler önce çapa benzeri (Akers ve ark., 2011: Acosta, 1968), daha sonra ise mantar benzeri (Akers ve ark., 2011: Alonso, 1983) olarak tanımlanmış, sonrasında Levanten ve Meksika kaya sanatında deneyimli İspanyol bir arkeolog olan Ramón Viñas tarafından, bu figürlerin aslında mantarı temsil edebileceği önerilmiştir (Akers ve ark., 2011: Viñas ile J. F. Ruiz ve J. F. Jordán'ın kişisel konuşması, 2007). Akers ve ark. (2011), kaya

sanatındaki şamanistik açıklamalardan sonra, *Psilocybe* ve *Amanita*'nın kullanımına ilişkin etnografik analogilerin, Selva Pascuala'nın muhtemelen benzer bir nörotropik mantar tüketimini yansıttığını düşünmüşler, buradaki mantarı *Psilocybe hispanica* olarak tahmin etmişler ve bu durumda Selva Pascuala'nın tarih öncesi Avrupa'da *Psilocybe*'nin olası kullanımını için ilk doğrudan kanıtı sunduğunu belirtmişlerdir. Nörotropik mantarların tarih öncesi kullanımının daha önce Pegtymel ve Tassilli'den bildirildiği, Selva Pascuala'nın üçüncü örnek olduğu vurgulanmıştır (Akers ve ark., 2011). *Psilocybe* mantarı içinse Selva Pascuala, Tassilli'den sonra ikinci örneği sunmuştur (Akers ve ark., 2011). Cezayir'de Sahra Çölü'nde bulunan Tassili'de, Samorini (1992), Cezayir ve Fas'tan bilinen bir tür olan ve G. Guzmán (kişisel konuşma)'a göre muhtemelen *Psilocybe mairei* Singer olarak tanımlanan ve 7000-9000 B.P. tarihli boyalı bir duvar resmi bulmuştur (Akers ve ark., 2011). Kuzeydoğu Sibiry'a'da Dikov (1971), Pegtymel Nehri bölgesinde büyük kayalık oluşumlar üzerinde, görünüşe göre şamanistik öneme sahip ve muhtemelen *Amanita muscaria*'yı temsil eden mantarsı petroglifler keşfedilmiştir (Akers ve ark., 2011). Selva Pascuala'daki büyükbaş hayvan betimlemeleri ile *Psilocybe* mantarı arasındaki ilişkisi, klasik Akdeniz tarihine uzanan boğa ve mantarlar arasındaki efsanevi bağlantıya dikkat çekmiştir (Akers ve ark., 2011). Yunan mitolojisinde mantarlar fruktifikasyon dönemlerinde boğalar gibi böğürürler ve şarap tanrısı Dionysus, kendinden geçmiş adanmışlarının çıplak elle parçaladığı bir boğa olarak tezahür eder (Ruck, 2006). Mantarlar, benzer şekilde, efsanevi kahraman tarafından şapkaları hasat edilen, kafaları kesilen bir tür taurin canavarları olarak tanımlanırlar (Ruck ve ark., 2000). Kahramanın boğa ile bu efsanevi

karşılaşması ve büyüğü olarak toplanması, Mithraizm'e ve en eski tek tanrılı din olan Zerdüştük'e kadar izlenebilir. Boğanın şamanistik bağlamlarda tanrılaştırılması, Anadolu'da Çatal Höyük'te kazılan türbeler ve kutsal alanlarda, Selva Pascuala dönemine kadar uzanan bir gelenek olarak belgelenmiştir (Ruck ve ark., 2009). Selva Pascuala duvar resmi de bu yaygın metaforik yakınlaştırmayı ifade ediyor gibi görünmektedir (Akers ve ark., 2011).

Çalışmaya dair görseller aşağıda sunulmuştur.





Akers ve ark. (2011)'nin çalışmasında Selva Pascuala duvar resmi

Ksenia mozaïği (Mosaïque des Xenia, 700-750 cm, Mozaik), 1967 yılında Saint-Romain-en-Gal'de keşfedilen bir Roma mozaïğidir. Rhône bölümündeki Gallo-Romain de Saint-Romain-en-Gal-Müzesi'nde sergilenmektedir. Ksenia mozaïği, 1967 yılında Rhône Nehri'nin sağ kıyısındaki Fransa'da Saint-Romain-en-Gal arkeolojik alanında keşfedilmiştir. Mozaïğin mantarları temsil eden bölümü (Tablo XXIII) oldukça iyi korunmuş ve *Boletus* cinsi mantar örnekleri görülmektedir. Mozaïğin mantarları temsil eden kısmı mermer, taş ve camdan oluşan tesseralardan oluşmakta olup, 3. yüzyılın ilk çeyreğine tarihlenmektedir. Mantar tablosu, 2018 yılında, imparator Claude sergisinde sergilenmiştir ve Claudius'un zehirlenmesiyle bağlantılandırılmaktadır

(https://fr.wikipedia.org/wiki/Mosaïque_des_Xenia).

Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



https://fr.wikipedia.org/wiki/Mosaique_des_Xenia

Mantar mistisizmine diğerk bir örnek, “Peri Halkaları” olmuştur. Bu halkaların, geleneksel olarak, yaz ortası gecesinde daireler çizerek dans eden periler tarafından yapıldığına inanılmıştır. Yaz ortasından beri çok fazla dans etmiş yorgun periler için, genellikle sonbaharda halkalarda görünen mantarların (en yaygın olarak *Marasmius oreades*) sağladığı oturma yerleri olarak açıklanmıştır. Perileri kızdırmamak veya gezginin büyülenmesine neden olmamak için dairelerin içindeki çimenlerden kaçınılması gerektiği düşünülmektedir. Halkanın hemen dışındaki yeşil çimenlerden gelen çiy, taşralı kızlar tarafından ciltleri için, hatta bir aşk iksiri olarak kullanılmıştır. Halkanın içinden çıkan

çimenin ise, daha ciddi risklere ek olarak, ciltte sivilce yapabileceği görüşleri bildirilmiştir. Halkaların aslında basit bir mekanizma ile oluştukları, mantarların sadece dışa doğru yayılabileceğinden, ilk oluştuğu noktadan basitçe yayıldığı, mantarın ihtiyaç duyduğu besinlerin oluştuğu yerde tükenince kaçınılmaz halka oluşturularak, dışa doğru sadece bir yönde ilerleme olduğu (ancak, diğer çayır mantarlarının, örneğin *Agaricus* türlerinin neden halka oluşturmadığı sorusu ortaya çıkmaktadır), ilerleyen hifler tarafından fazla amonyağın salınması ve çimlere azot sağlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Halkanın çıplak zemini, mantar tarafından topraktaki besin maddelerinin çok etkili bir şekilde tükenmesinden (ve muhtemelen ayrıca çimlerin parazitliğinden dolayı) kaynaklanmakta olduğu ve halka içindeki canlılığa geri dönüşün, çürüten miseller tarafından toprağa besinlerin geri salınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Halkaların süresiz olarak büyüdüğü, ancak parçalanarak tanınmasının zorlaştığı, yılda ortalama 12.5 cm çapında büyüdüğü, çoğu kayıtta 8 ila 34 cm arasında değiştiği, büyümenin türlere, toprağa ve havaya bağlı olduğu da verilen bilgiler arasında olmuştur (<http://fungus.org.uk/nwfg/funmay98.htm>). Walter Jenks Morgan tarafından 1847-1924 yılları arasında yapılan “A Fairy Ring (Perisel Halka)” kağıt üzerine suluboya çalışmasında (6 1/8 x 9 inch, 15.5 x 23 cm) mantar peri halkası görülmektedir (<https://victorianweb.org/painting/fairy/morgan1.html>). Farklı bir perisel halka ile ilgili çalışma, Richard Doyle tarafından 1875 yılında yapılan “Cercles de fées et champignons (Peri Halkaları ve Mantarlar)” çalışmasıdır

(https://fr.wikipedia.org/wiki/Champignon_dans_l%27art_et_la_littérature).

Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



<https://victorianweb.org/painting/fairy/morgan1.html>



Cercles de fées et champignons, par Richard Doyle, 1875
https://fr.wikipedia.org/wiki/Champignon_dans_l%27art_et_la_littérature

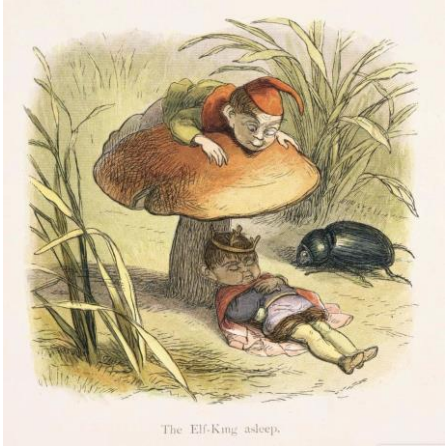
Peri halkaları ile birlikte elflerde mantarlar diyarının simgesi haline gelmiştir. “In Fairyland--A Series of Pictures from the Elf-World” “Peri Dünyasında- Elf Dünyasından Fotoğraflar”da (Yazar: William Allingham (İngiliz, 1824–1889), Resimler: Richard Doyle (İngiliz, 1824–1883), Gravürler: Edmund Evans (İngiliz, 1826–1905), Yayıncı: D. Appleton and Company (Amerika, 19. yy) 1870 Basım yeri: New York, ABD) mantarlarla birlikte elfler görülmektedir. Çalışmaya dair görseller aşağıda sunulmuştur.



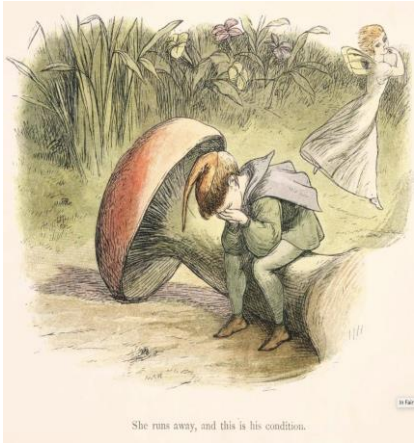
Enter, an Elf in search of a Fairy.



He finds her, and this is the consequence.



The Elf-King asleep.



She runs away, and this is his condition.



<https://collections.mfa.org/objects/160803/in-fairylanda-series-of-pictures-from-the-elfworld;jsessionid=7527C5D8C33C9415AF5A65EC964E77C1>

In Fairyland--A Series of Pictures from the Elf-World (Peri Dünyasında- Elf Dünyasından Fotoğraflar)

Yazar: William Allingham (İngiliz, 1824–1889)

Resimler: Richard Doyle (İngiliz, 1824–1883)

Gravürler: Edmund Evans (İngiliz, 1826–1905)

Yayıncı: D. Appleton and Company (Amerika, 19. yy) 1870
Basım yeri: New York, ABD

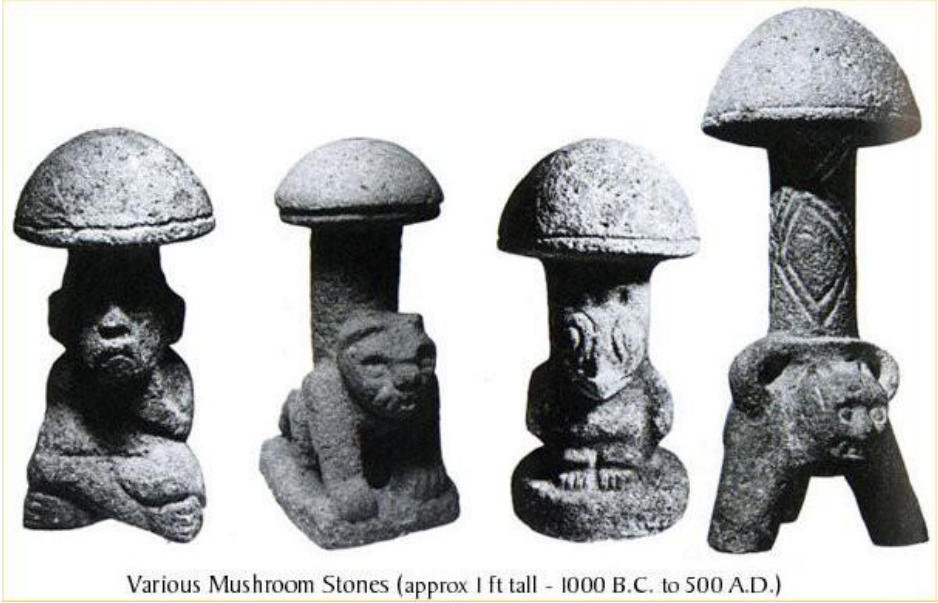
Başka bir yazıda (<https://publicdomainreview.org/essay/fungi-folklore-and-fairyland/>) yine, peri halkalarından, Lewis Carroll'ın Alice'ine kadar, mantarların sanat ve edebiyatta uzun zamandır doğüstü şeylerle iç içe anlatımından bahsedilmektedir. Bu yazıda, İngiltere'de bir adamın, sonbaharda sabahları parktan küçük mantarları toplayıp ailesi için kahvaltıda pişirmeyi adet edindiği, ama bir sabah, bitirdikten bir saat sonra, her şeyin çok garipleşmeye başladığı, görüşünü kesintiye uğratan siyah noktalar ve tuhaf renk parlamaları fark ettiği, oryantasyonunun bozulduğu ve ayakta durmakta ve hareket etmekte zorlandığı, ailesinin mide krampları ve soğuk, uyuşmuş ekstremitelerden şikayet ettiği, zehirli mantarlar fikrinin aklına geldiği ve yardım aramak için sendeleyerek dışarı çıktığı, yüz metre sonra nereye ve neden gittiğini unutmuş ve kafası karışmış bir halde dolaşırken bulunduğu, şans eseri bir doktorun şehrin bu bölgesinden geçtiği, aileyi tedavi etmesi için çağrıldığı bilgileri verilmiştir. Doktor tanık olduğu sahneyi çok sıra dışı olarak tanımlanmış, detaylı not almış ve birkaç ay sonra “The Medical and Physical Journal”da yayınlamıştır. Bu notlara göre, ailenin semptomları baş döndürücü dalgalar halinde yükseliyor ve düşüyor, gözbebekleri büyüyor, nabızı atıyor, nefes almak zorlaşıyor, başka bir krizden önce periyodik olarak normale dönüyor şeklinde belirtilmiştir. Doktor, ailenin durumunu “şimdiye kadar zehirli olduğundan şüphelenilmeyen çok yaygın bir mantar türünün zararlı etkileri” olarak teşhis etmiştir. Bugün bu mantar, her sonbaharda

Britanya'nın tepelerinde, bozkırlarında, golf sahalarında ve oyun sahalarında bolca çıkan “sihirli mantarlar” (*Psilocybe*) tarafından yapılan sarhoşluk olarak değerlendirilmektedir. Psychedelic bileşik, LSD'yi keşfeden İsviçreli kimyager Albert Hoffman'ın dikkatini Meksika'nın halüsinojenik mantarlarına çevirdiği 1950'lere kadar bilinmemiştir. LSD'nin kimyasal kuzeni olan Psilosibin, 1958'de mantarlardan izole edilmiş, 1959'da bir İsviçre laboratuvarında sentezlenmiş ve 1963'te tanımlanmıştır. Samuel Taylor Coleridge, 1812'de *Omniana*'da yayınlanan ve Robert Southey ile birlikte yazılan bir kısa metinde, ortak adını öneren ilk kişi gibi görünmektedir. Toksik ve halüsinojenik mantarlara olan artan bilimsel ilgiye paralel olarak, Viktorya dönemi peri ilmi, mantarları elfler ve perilerle ilişkilendirmiştir. John Anster Fitzgerald'ın 1860 tarihli “The Intruder (Davetsiz Misafir) (fotoğraf için: <https://www.flickr.com/photos/sofi01/5978090396/in/set-72157624013737148/>) ve “In Fairyland-A Series of Pictures from the Elf-World (Peri Dünyasında- Elf Dünyasından Fotoğraflar)” (Yazar: William Allingham (İngiliz, 1824–1889), Resimler: Richard Doyle (İngiliz, 1824–1883), Gravürler: Edmund Evans (İngiliz, 1826–1905), Yayıncı: D. Appleton and Company (Amerika, 19. yy) 1870 Basım yeri: New York, ABD fotoğraflar için <https://collections.mfa.org/objects/160803/in-fairylanda-series-of-pictures-from-the-elfworld;jsessionid=7527C5D8C33C9415AF5A65EC964E77C1>) örnek verilebilir. *Amanita muscaria*, sinek mantarı psikoaktif olmakla birlikte, önceden ne yapacağı tahmin edilemeyen ve toksik etki oluşturan bir alkaloid karışımı (muskarin, muscimol, ibotenik asit)

içerir. Bunlar arasında sersemlik ve oryantasyon bozukluğu, salya akması, terleme, dudaklarda ve ekstremitelerde uyuşma, mide bulantısı, kas seğirmeleri, uyku ve belirsiz, genellikle geçmişe dönük eşik bilinci ve uyanık rüyalar sayılmıştır. Yüksek dozlarda komaya ve ölüme neden olabilirler. On sekizinci yüzyıl boyunca bazı İsveçli ve Rus kaşifler Sibirya'dan gezginlerin şamanların, bu mantarları kullanma hikayeleriyle dönmüşlerdir. On dokuzuncu yüzyılın ortalarında, sinek mantarı masallar diyarı ile eşanlı hale gelmiştir. Sibirya anlatılarından çok önce, hem sanatta hem de edebiyatta her türden mantar, masallar diyarının bir parçası olarak tasvir edilmiştir. Margaret Cavendish'in 17. yüzyıl ortalarında yazdığı "The Passtime of the Queen of Fairies" adlı şiirinde, bir mantar, Kraliçe Mab'ın yemek masası görevi görür ve Henry Fuseli ve Joshua Reynolds'ın 18. yüzyıl sonlarında yaptığı resimlerinde, mantar, periler ve benzerlerinin bir araya geldiği bir yüzey görevi görme olarak tasvir edilmiştir (<https://publicdomainreview.org/essay/fungi-folklore-and-fairyland/>)

200 CE'e (2. yüzyıl) geriye tarihlenen mantar taş motifleri, Orta Amerika'nın yerli halkı tarafından mantarların dini törenlerde, kehanet ve şifa için kullanılmış olabileceğini göstermiştir (Kaynak: Wikipedia, fotoğraf için <https://medium.com/the-collector/illustrations-of-magic-mushrooms-in-early-christian-iconography-c92b5afa13b0>)

Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



Various Mushroom Stones (approx 1 ft tall - 1000 B.C. to 500 A.D.)

200 CE'e geriye tarihlenen mantar taş motifleri (Kaynak: Wikipedia)
<https://medium.com/the-collector/illustrations-of-magic-mushrooms-in-early-christian-iconography-c92b5afa13b0>

Mantarlar, bu gizemli dünyaları ve farklı görüntüleri nedeni ile sanatta sıklıkla yer almışlardır. Mantarların sanatta kullanımı, herhangi bir sembolik anlam içermeden olabileceği gibi, sembolik anlamlarda da olmuştur. Bu açıdan, Hieronymus Bosch'un eserleri ilginçtir. Bu nedenle, aşağıda iki eseri ayrıntılı sunulmuştur.

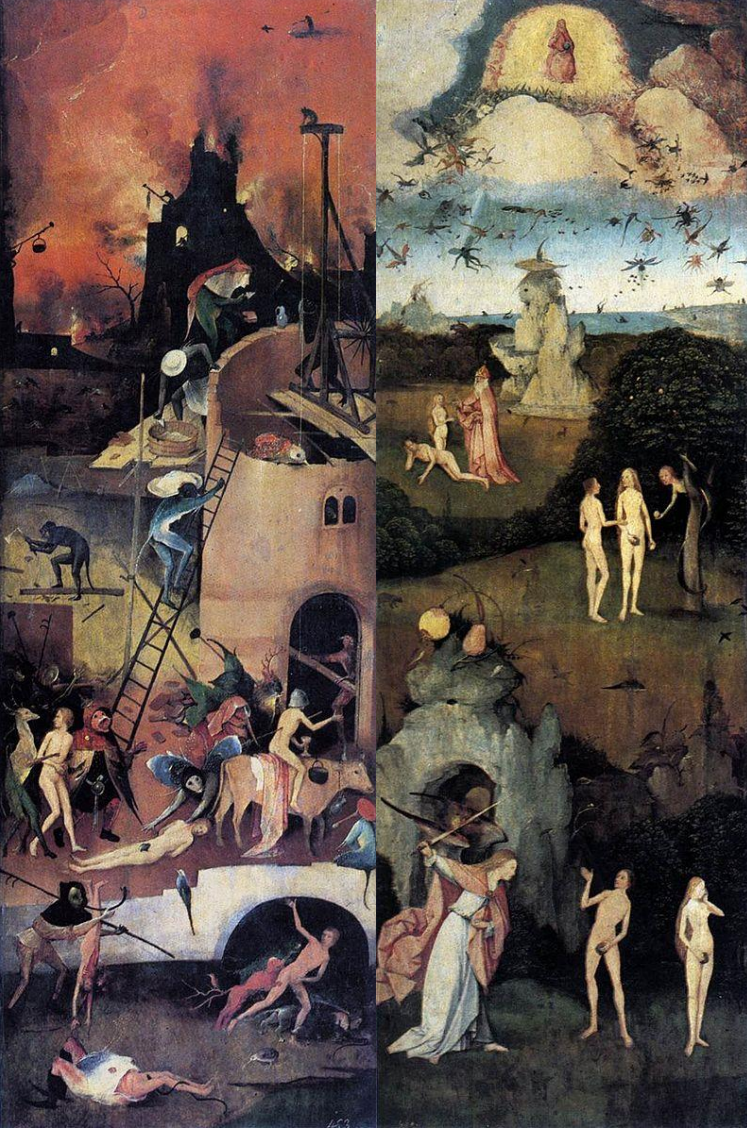
İspanya Madrid Prado Müzesi'nde bulunan Hieronymus Bosch (Jérôme Bosch) tarafından yapılan, 1462-1516 yıllarına tarihlenen, yağlıboya (oil in canvas, 135 × 100 cm) "La Charrette de Foin (Saman Arabası)" çalışmasında, "saman arabası" cennetten cehenneme geçişi temsil etmektedir. *Boletus satanas* mantarı günahkarlık, lanet manasında kullanılmıştır (satanas) (http://mycologiemontgeron.free.fr/page_boletus_satanas.php). Saman arabası, Hollandalı ressam Hieronymus Bosch (ve atölyesi) tarafından

1501-1502 civarında yapılan bir triptiğin orta paneline ve buna ek olarak triptiğin kendisine verilen isimdir. Her ikisi de İspanya'da korunmuş olan bu triptiğin iki versiyonu bulunmaktadır: İlki şu anda Madrid'deki Prado Müzesi'nde, ikincisi Escorial Manastırında. Hieronymus Bosch'un seçtiği konu, sanat tarihçisi Charles de Tolnay'ın alıntılacağı popüler Flaman folklorundan bir atasözünün bir örneğine tekabül etmektedir: "Hayat saman vagonu gibidir, herkes ne alabiliyorsa alır". Birkaç Flamanca ifade, samanı dünyevi malların kibriyle ilişkilendirmektedir (https://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Chariot_de_foin).

Çalışmaya dair görseller aşağıda sunulmuştur.



https://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Chariot_de_foin



https://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Chariot_de_foin

İspanya Madrid Prado Müzesi'nde bulunan yine Hieronymus Bosch (Jérôme Bosch) tarafından yapılan, 1494-1505 yıllarına tarihlenen, ahşap üzerine yağlıboya (oil in canvas, 220 × 386 cm) "Le Jardin des Délices Terrestres (Dünyevi Zevkler Bahçesi)" çalışmasında,

sanatçı, zehirli *Amanita muscaria* (sinek mantarı) ve *Boletus satanas* olmak üzere iki mantar kullanmış ve muhtemelen günahkarlıkla ilişkilendirmiştir. Ressam, bu mantarların Orta Çağ'daki bilinirliğini göstermektedir

(http://mycologiemontgeron.free.fr/page_boletus_satanas.php). Eser, Avrupa'nın kuzey kesiminde 15. yüzyılın başından 17. yüzyılın başına kadar ressamlar tarafından sıklıkla kullanılan bir format olan triptikte yapılandırılmıştır. Bilim adamları yapılışını, 1480'lere kadar iletmesine rağmen, çoğu zaman 1494 ile 1505 arasında tarihlendirilmiştir. Bugün, bu eser, özellikle onu oluşturan motiflerin zenginliği nedeniyle Hieronymus Bosch'un çalışmalarının en ünlüsü kabul edilmektedir. Bu nedenle, muamma olarak kalmış ve geçmişte pek çok ezoterik yoruma konu olmuştur (https://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Jardin_des_délices).

Çalışmaya dair görseller aşağıda sunulmuştur.



https://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Jardin_des_délices



https://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Jardin_des_délices

İspanya Madrid Prado Müzesi'nde bulunan Andrea Mantegna tarafından yapılan, 1456-59 yıllarına tarihlenen, "Agonie dans le Jardin des Oliviers (Zeytin Bahçesindeki İzdırıp veya Dua)" çalışmasında, *Fomes fomentarius* (kav mantarı), kan akışını durdurmak için kullanılmıştır. Mantegna'nın "Zeytin Bahçesinde Dua" adlı tablosunda ölü ağacın dibinde resmettiği bu özellik olmuştur. İsa'nın çarmıhtayken kanını durdurması, yaralarının kanını emmesi için ölü ağaçta kav

mantarı resmedilmiştir
(http://mycologiemontgeron.free.fr/page_amadouvier_mantegna.php).

Çalışma Mesih'in hayatındaki bir bölümdür. İsa, Kudüs'teki Zeytin Dağı olduğunu bildiğimiz bir bahçede geceleri dua ederken tasvir edilmiştir. Yeruşalim şehrinin surlarının uzak manzarası, yerin kesin bir hatırlatıcısı olmuştur

(https://fr.wikipedia.org/wiki/Agonie_dans_le_Jardin_des_Oliviers).

Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



https://fr.wikipedia.org/wiki/Agonie_dans_le_Jardin_des_Oliviers

İspanya Madrid Prado Müzesi'nde bulunan Hans Grien Baldung tarafından yapılan, 1541-1544 yıllarına tarihlenen, "The Ages of Woman and Death" (Kadının Üç Çağı ve Ölüm)" çalışmasında (<https://www.museodelprado.es/en/the-collection/art-work/the-ages-of-woman-and-death/d5ef2c3e-48d1-40a8-8bb7-745314a1197c>), sanatçı

güzelliğın geçiciliğine ve insan hayatının kırılğanlığına gönderme yapan alegorik bir tablo sunmuştur. Çalışmada, ağaç mantarına da yer verilmiştir. Bu çalışma, Baldung'un, “Kadın ve Ölümün Üç Çağı” ve “Üç Güzeller” adlı benzer temalı resimlerinin bir parçasıdır (https://en.wikipedia.org/wiki/The_Three_Ages_of_Man_and_Death).

Mevsimler, İtalyan ressam doğa portrecisi Guiseppe Arcimboldo (1526-1593) tarafından 1563, 1569, 1572 ve 1573'de yapılmış dört resimden oluşan bir seridir. Her resim, mevsimi anımsatan unsurlardan oluşan bir profil portresinden oluşmuş, dört mevsim, ergenlikten yaşlılığa kadar bir erkek kılığında temsil edilmiştir. Ayrıca her mevsimle bağlantılı mizacını da ifade ederler: İlkbaharın iyimser karakteri, kızgın yaz, sonbaharın melankolisi ve kışın soğukkanlılığı. Orijinal versiyondan, Avusturya Viyana'da sergilenen “Kış” ve “Yaz” ile İspanya Madrid'deki Kraliyet Güzeli Sanatlar Akademisi'nde sergilenen “Bahar” kalmıştır. En iyi bilinen versiyonları, Fransa Paris Louvre Müzesi'nde bulunanlar, ressam tarafından II. Maximilian'ın Saksonya Augustus'una hediye olarak yapılan kopyalarıdır. Resimler, ilk versiyonda olmayan çiçekli bir çerçeve ile karakterize edilmişlerdir ([https://fr.wikipedia.org/wiki/Les_Saisons_\(Arcimboldo\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Les_Saisons_(Arcimboldo))). Guiseppe Arcimboldo'nun "L'Hiver (Kış)" adlı eseri Fransa Paris Louvre Müzesi'nde sergilenmektedir [(Louvre Müzesi Bilgileri: Ad: Kış, Tarih: 16. yüzyılın 3. çeyreği (1573), Arcimboldo, Giuseppe, İtalya (<https://collections.louvre.fr/en/ark:/53355/cl010065017>)]. Eserdeki mantar, *Fomitopsis pinicola* (*Ungulina marginata*) olarak tahmin edilmiştir (http://mycologiemontgeron.free.fr/page_arcimboldo.php). Guiseppe Arcimboldo'nun "L'Automne (Sonbahar)" adlı eseri Fransa Paris Louvre Müzesi'nde sergilenmektedir [(Louvre Müzesi Bilgileri:

Ad: Sonbahar, Arcimboldo, Giuseppe, İtalya
(<https://collections.louvre.fr/en/ark:/53355/cl010065017>]. Eserdeki
mantar, *Russula emetica* olarak tahmin edilmiştir
(http://mycologiemontgeron.free.fr/page_arcimboldo.php).
Çalışmaya dair görseller aşağıda sunulmuştur.



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Les_Saisons_\(Arcimboldo\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Les_Saisons_(Arcimboldo))



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Les_Saisons_\(Arcimboldo\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Les_Saisons_(Arcimboldo))

İtalyan sanatçı Giovanni Francesco Barbieri tarafından 1591 ile 1666 yılları arasında yağlıboya olarak yapılan "The Greengrocer (Manav)" adlı çalışmada, *Boletus edulis* (ayı mantarı) yer almıştır. Çalışma özel koleksiyondur (<https://schaechter.asmblog.org/schaechter/2012/04/what-is-this-link-to-mushrooms-in-works-of-art.html>, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Guercino_Fruttivendola.jpg). Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Guercino_Fruttivendola.jpg

İtalyan ressam Pseudo Fardella tarafından 17. yüzyılda (1670-1752) kanvas üzerine yağlıboya olarak yapılan (69.8 x 93 cm, 27.5 x 36.6 in.) “A basket of cherries, apple, plums, chesnuts, asparagus and porcini on a ledge (Kiraz sepeti ve kenarında elma, erik, kestane, kuşkonmaz ve porcini)” çalışma bir özel koleksiyondur ve tanımlanan mantar türü *Boletus edulis* (Ayı mantarı) olmuştur (<https://schaechter.asmblog.org/schaechter/2012/04/what-is-this-link-to-mushrooms-in-works-of-art.html>, https://www.mykoweb.com/art-registry/italian_baroque.html).

Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



<https://schaechter.asmblog.org/schaechter/2012/04/what-is-this-link-to-mushrooms-in-works-of-art.html>

İtalyan ressam Felice Boselli tarafından 17. yüzyılda (1670-1752) kanvas üzerine yağlıboya olarak yapılan (41 x 55 cm, 16.1 x 21.7 in.) “A Still Life of Caesar’s Mushrooms Scattered on the Ground (Yere Dağılmış Sezar Mantarlarından Bir Natürmort)” çalışma bir özel koleksiyondur ve tanımlanan mantar türü çalışmanın isminden de anlaşılacağı gibi *Amanita caesarea* (Sezar mantarı)’dır (http://www.artnet.com/artists/felice-boselli/a-still-life-of-caesars-mushrooms-scattered-on-7qdVv_WgNHn9B6lxVF2KIg2, https://www.mykoweb.com/art-registry/italian_baroque.html).

Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



http://www.artnet.com/artists/felice-boselli/a-still-life-of-caesars-mushrooms-scattered-on-7qdVv_WgNHn9B6lxVF2KIg2

İtalyan ressam Paolo Antonio Barbieri tarafından 17. yüzyılda (1635–1645) tuval üzerine yağlıboya olarak yapılan ($26 \frac{1}{8} \times 31 \frac{3}{16}$ in., 66.3×79.2 cm) “Kitchen Still Life (Mutfak Natürmort)” veya “Still life with basket of chestnuts (Kestane sepeti ile natürmort)” çalışma bir özel koleksiyondur (Şikago Sanat Enstitüsü, ABD) ve tanımlanan mantar türü *Agaricus bisporus* (beyaz şapkallı mantar, düğme mantarı) olarak tahmin edilmektedir. *Tricholoma personatum* tahmini de bulunmaktadır (<https://www.artic.edu/artworks/19333/kitchen-still-life>, https://www.mykoweb.com/art-registry/italian_baroque.html).

Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



<https://www.artic.edu/artworks/19333/kitchen-still-life>

İtalyan ressam Felice Boselli tarafından 1710 yılında yapılan “Mushrooms and Pigeons (Mantarlar ve Güvercinler)” çalışması (58,5 cm genişlik x 45 cm yükseklik) Civici di Palazzo Farnese Müzesi’nde bulunmakta ve tanımlanan mantar türü *Boletus edulis* (Ayı mantarı) olmuştur (<https://artsandculture.google.com/asset/mushrooms-and-pigeons-felice-boselli/zgEyRkdyFnESAg>, https://www.mykoweb.com/art-registry/italian_baroque.html).

Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



<https://artsandculture.google.com/asset/mushrooms-and-pigeons-felice-boselli/zgEyRkdyFnESAq>

Rus ressam Ilya Mashkov tarafından 1915 yılında tuval üzerine yağlıboya (oil in canvas) olarak yapılan (97 x 126 cm) “Натюрморт с грибами, Still Life with Mushrooms (Mantarlı Natürmort)” çalışmasında tanımlanan mantar türü *Boletus edulis* (Ayı mantarı) olmuştur (<https://www.wikiart.org/en/ilya-mashkov/still-life-with-mushrooms-1915>).

Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



<https://www.wikiart.org/en/ilya-mashkov/still-life-with-mushrooms-1915>

Otto Marseus van Shrieck, genellikle ormandaki yaşamı çalışmalarına aktarmaktadır. Bu nedenle, çoğu çalışmalarında farklı mantar türlerine rastlamak mümkündür. Mantarları genellikle sürüngenlerle birlikte işlemiştir. Bu nedenle, çalışmalarında mantarları daha çok sembolik işlediğini düşünülmektedir. Sanatçının mantarlarla ilişkilendirilmiş çok fazla eseri bulunmaktadır. Burada bazılarını yer verilmiştir. Otto Marseus van Shrieck tarafından 1657 yılında tuval üzerine yağlıboya (oil in canvas) olarak yapılan (50,7 x 68,5 cm) “A Forest Floor Still Life with Mushrooms, Butterflies and a Snake” (Ormanda Yaşam: Mantarlar, Kelebekler ve bir Yılan)” çalışmasında tanımlanan mantar türleri iki adet *Amanita caesarea* (sezar mantarı), *Tricholoma cf. populinum*, *Ramaria botrytis* ve *Boletus erythropus* (= *luridiformis*, = *miniatoporus*) olarak tahmin edilmektedir. (<https://www.wikiart.org/en/otto-marseus-van-schrieck/a-forest-floor-still-life-with-mushrooms-and-a-snake-1657>, <https://www.mykoweb.com/art-registry/schrieck.html>)

Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



<https://www.wikiart.org/en/otto-marseus-van-schrieck/a-forest-floor-still-life-with-mushrooms-and-a-snake-1657>

Otto Marseus van Shrieck tarafından 1657 yılında tuval üzerine yağlıboya (oil in canvas) olarak yapılan (50,7 x 68,5 cm) “Reptiles, Mushrooms, Butterflies (Sürüngenler, Mantarlar ve Kelebekler)” çalışmasında birçok mantar türü yer almıştır (<https://artvee.com/dl/reptiles-mushrooms-and-butterflies>).

Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



<https://artvee.com/dl/reptiles-mushrooms-and-butterflies>

Otto Marseus van Shrieck tarafından 1657 yılında tuval üzerine yağlıboya (oil in canvas) olarak yapılan (50,7 x 68,5 cm) “A Forest Floor Still Life with Mushrooms, a Snake and a Butterfly (Ormanda Yaşam: Mantarlar, Bir Yılan ve Bir Kelebek)” çalışmasında birçok mantar türü ile *Amanita* cinsi mantar türleri yer almıştır (<https://www.wikiart.org/en/otto-marseus-van-schrieck/a-forest-floor-still-life-with-mushrooms-a-snake-and-a-butterfly-1657>).

Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



<https://www.wikiart.org/en/otto-marseus-van-schrieck/a-forest-floor-still-life-with-mushrooms-a-snake-and-a-butterfly-1657>

Otto Marseus van Shrieck tarafından 1670 yılında tuval üzerine yağlıboya (oil in canvas) olarak yapılan (26 7/8 x 20 3/4 in., 68.3 x 52.7 cm) “Still Life with Poppy, Insects and Reptiles (Yaşam: Haşhaş, Böcekler ve Sürüngenler)” çalışmasında birçok mantar türü ile *Amanita* cinsi mantar türleri yer almıştır (<https://www.wikiart.org/en/otto-marseus-van-schrieck/a-forest-floor-still-life-with-mushrooms-a-snake-and-a-butterfly-1657>). Çalışma, ABD NewYork’da Metropolitan Müzesi’nde bulunmaktadır (<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/436976>).

Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/436976>

Japonya’da Edo döneminde Katsushika Hokusai tarafından yapılan "The Harvesting of Mushrooms (Hasat Edilen Mantarlar, Edo dönemi, 1603-1867)" isimli bir çalışmada mantar hasadı görölmektedir. Çalışma, Fransa Paris’de Guimet Müzesi’nde bulunmaktadır. Yapım şekli, Ukiyo-e olarak tanımlanmıştır. Ukiyo-e, Edo döneminde ortaya çıkan Japon tarzı olarak bilinmektedir. Anlamında modern olmayı barındırmakta, günlük yaşamı doğa manzaraları eşliğinde kültürel bir arka plan ile sunma şeklindedir (<https://tr.wikipedia.org/wiki/Ukiyo-e>, <https://www.wikiart.org/en/katsushika-hokusai/the-harvesting-of-mushrooms>). Yine Edo döneminde Shibata Zeshin tarafından yapılan "Wild Mushrooms (Yabani Mantarlar, Edo dönemi (1603-1867), 1880)" mantarlar resmedilmiş ve yine dönemin modası Ukiyo-e tekniği

kullanılmıştır (https://www.wikiart.org/en/shibata-zeshin/wild-mushrooms-1880).

Çalışmaya dair görseller aşağıda sunulmuştur.



<https://www.wikiart.org/en/katsushika-hokusai/the-harvesting-of-mushrooms>



<https://www.wikiart.org/en/shibata-zeshin/wild-mushrooms-188>

Farklı bir coğrafyada Jane Sutherland tarafından yapılan "The Mushroom Gatherers (Mantar Toplayıcıları, 1895, İzlenimcilik, 41.8 x 99.3 cm, yağlıboya)" adlı çalışmada kadınlar doğada mantar toplamaktadırlar. Eser Avustralya Melborn'de Viktorya Ulusal Galerisi'nde sergilenmektedir (<https://www.wikiart.org/en/jane-sutherland/the-mushroom-gatherers-1895>).

Çalışmaya dair görsel aşağıda sunulmuştur.



<https://www.wikiart.org/en/jane-sutherland/the-mushroom-gatherers-1895>

Mantarlar edebiyatta da sıklıkla kullanılmaktadır. Birçok ünlü yazarın eserlerinde mantarlara rastlanılmaktadır. Bir internet makalesinde "Mushroom in Literature" başlığı ile mantarların edebiyat eserlerinde kullanımı incelenmiştir (<https://blog.organogold.com/mushrooms-in-literature/>). Bu makalede, birçok şaşırtıcı canlıya ev sahipliği yapan gerçeküstü bir diyarda geçen, yaratıklar ve bol miktarda devasa mantardan bahsedilen Lewis Carroll'un ünlü "Alice Harikalar Diyarında" kitabından bahsedilmiştir. Kitapta "Alice, üzerinde aynı derecede büyük bir tırtıl bulunan büyük bir mantarla karşılaşır. Tırtıl, Alice'e mantarın bir tarafının onu daha uzun, diğer tarafının ise daha kısa yapacağını söyler. Mantardan iki

parça koparır, bir tarafı onun her zamankinden daha da küçülmesine neden olurken, diğer tarafı boyunun ağaçlara doğru büyümesine neden olur. Alice biraz çaba harcayarak mantarı kullanarak kendini normal boyuna getirir”. Aynı makalede, Shakespeare’in “The Tempest” “Fırtına” kitabını yazarken, aklında mantar olduğundan bahsedilir. Shakespeare’in bu kitabında “Prospero, elflerin "gece yarısı mantarı yapma" eğlencesi olduğunu gözlemliyor ve bir bilim adamı, Caliban'ın krizlerinde onun ergot zehirlenmesinden (ergot bir tür mantardır) muzdarip olduğunu öne sürüyor” gibi mantarla ilişkili olaylar öne çıkıyor (<https://blog.organogold.com/mushrooms-in-literature/>). Harry Potter hikayelerinde 'Hogwarts Büyücülük ve Sihirbazlık Okulu’nda mantarla ilgili göndermeler bulunmaktadır. Karakter Ronald Weasley, Severus Snape’i zehirli bir mantarla karşılaştırarak onun hakkındaki fikrini paylaşır: "Zehirli mantarlar lekelerini değiştirmez." Ayrıca, Ron Weasley yanlışlıkla bir yemek tabağını büyük bir mantara dönüştürür. Ve Harry, Ron ve Hermione Granger, Voldemort’un Hortkuluklarını avlarken geçimlerini sağlamak için yabani mantarlar gibi serbest büyüyen yiyeceklere bağımlı olurlar. (<https://blog.organogold.com/mushrooms-in-literature/>). H.G. Wells'in hikayesi “The Purple Pileus”da, bir mantar, bir adamın hayatının gidişatını değiştirir. Ray Bradbury ve John Wyndham'ın da aralarında bulunduğu birçok ünlü bilim kurgu yazarı, mantarları öne çıkaran hikayeler yazmışlardır. (<https://blog.organogold.com/mushrooms-in-literature/>).

Bu makalede; yazarların çürüme veya çürümüşlük için bir metafor ararken sıklıkla mantarlara başvurduğu belirtilmiş; Shelley, Keats, Tennyson, Sir Arthur Conan Doyle, D.H. Lawrence ve Emily

Dickinson gibi birçok büyük şair ve yazarın eserleri bu duruma örnek gösterilmiştir (<https://blog.organogold.com/mushrooms-in-literature/>).

Fransız oyun yazarı ve hicivci Molière, en ünlü kahramanına Tartuffe (eski Fransızca bir kelime, truffle anlamına gelmektedir) adını vermiştir. Molière'in mantarlara olan düşkünlüğü, mülküne verdiği isim olan Perigord'a da (siyah trüf mantarları ile tanınan bir bölge) yansımıştır (<https://blog.organogold.com/mushrooms-in-literature/>).

Mantarlar günümüz yazarlarına da kaynak sağlamaya devam etmektedir. Gizem yazarı Sue Grafton, “Ben” Masum İçindir adlı kitabında en zehirli mantar türlerinden birisi olan *Amanita phalloides*'e yer vermiştir. Bu türün, MS 54'te Roma İmparatoru Claudius'un ve 1740'ta Kutsal Roma İmparatoru VI. Charles'ın ölümlerine neden olduğuna inanılmaktadır (<https://blog.organogold.com/mushrooms-in-literature/>).

Mantarlar sinema ve belgesellere de konu olmuştur. Çok fazla sinema filminde mantarlarla ilgili konular veya olaylar olduğu için hepsinden burada bahsetmek oldukça zor. Bu nedenle burada sadece bir internet sitesi tarafından paylaşılmış (<https://www.mindfulecotourism.com/mushroom-documentaries/>) 15 belgeselin ismi sunulmuştur:

1- “Fantastic Fungi” “Fantastik Mantarlar”: Paul Stamets'in çalışmalarını ve görüntü yönetmeni Louie Schwartzberg'in hızlandırılmış çekimlerini içermektedir.

2- “What Was The First Fungus?” “İlk Mantar Neydi?”: Mantarların dünyanın şekillenmesindeki rollerinden bahsedilmektedir.

3- “Sacred Mushroom: A Lost History” “Kutsal Mantar: Kayıp Bir Tarih”: Mantar türlerinin çok eski zamanlardan bu yana kutsal

kullanımını araştırıyor ve Eski Mısır, Hindistan, Çin ve ötesindeki kullanımlarına ilişkin kanıtları inceleniyor.

4- “Know Your Mushrooms” “Mantarlarınızı Tanıyın”: Telluride Mantar Festivali'nde çekilen materyallerin animasyon ve arşiv görüntüleri ile birleştirilerek mantarların mucizevi ve gizli dünyasının araştırılması konu ediliyor.

5- “The Magic of Mushrooms” “Mantarların Büyüsü”: Mantarların büyüleyici ve gizli kalmış krallığı araştırılıyor.

6- “A New Understanding: The Science of Psilocybin” “Yeni Bir Anlayış: Psilosibin Bilimi”: Psilosibin'in psikolojide kullanımı anlatılıyor.

7- “Magic Medicine: The Possible Effect of Mushrooms Treating Depression” “Sihirli İlaç: Mantarların Depresyon Tedavisindeki Olası Etkisi”: Psilosibin'in psikolojik tedavilerde kullanımı anlatılıyor.

8- “Planet Fungi: The Fungi Photography of Stephen Axford” “Gezegen Mantarları: Stephen Axford'un Mantar Fotoğrafçılığı”: Ünlü bir fotoğrafçının, uzmanlığını makro görüntüler ve mantarların hızlandırılmış fotoğrafçılıkta kullanımı konu ediliyor.

9- “Discover Mushrooms In The Pacific Northwest” “Kuzeybatı Pasifik'teki Mantarları Keşfedin”: Kuzeybatı Pasifik'in verimli ılıman yağmur ormanlarında mantar toplama maceraları anlatılıyor.

10- “Is Mycelium Fungus the Plastic of the Future?” “Mantar Miselyumu Geleceğin Plastiği mi?: Miselyum teknolojisi ile pek çok kullanıma ve yeni fırsatlara sahip, sürdürülebilir, biyolojik olarak parçalanabilen plastiğe benzer bir alternatif hayal edin.

11- “Flora, Fauna, Funga” “Flora, Fauna, Fungi”: Şili'nin en güneyindeki Tierra del Fuego ana adasında yeni mantar aramaları konulu National Geographic belgeseli.

12- “Fungi And The Life Of A Forest” “Mantarlar ve Bir Ormanın Hayatı”: Mantarların orman ekolojisindeki kritik rolü inceleniyor.

13- “The Kingdom: How Fungi Made Our World” “Krallık: Mantarlar Dünyamızı Nasıl Oluşturdu?”: Mantarların karasal yaşamı nasıl şekillendirdiği konu ediliyor.

14- “The Mysterious Mushroom Man” “Gizemli Mantar Adam”: Psilocybin mantar maceraları hakkında.

15- “Fungi: Web of Life Trailer” “Mantarlar: Yaşam Ağı Fragmanı”: Mantarların büyüdü dünyası anlatılıyor.

Mantarın sanatta kullanımını konusunda Anadolu'nun da çok iyi araştırılması gerekmektedir. Birçok medeniyete ve farklı inanışlara ev sahipliği yapan Anadolu'da mantar figürlerine rastlanılmaması imkânsız görünmektedir. Aslında, Kapadokya'da satış mağazalarında mantar benzeri figürler magnet vb. olarak satılmakta, ancak yöre halkı tarafından bu tür figürler çift başlı ana tanrıça olarak bilinmektedir. Kapadokya örneğinde olduğu gibi, Anadolu'nun birçok bölgesinde de bu şekilde tanımlamalar yapıldığına şüphe yoktur. Bu nedenle, mantar benzeri buluntuların tekrar dikkatlice incelenmesi ve yorumlanması gerektiği kanaatindeyim.

Yıllardır ülkemizin ormanlarında projeler dâhilinde farklı cinslere ait mantarları, proje ekiplerimizle toplayarak tanımlamaktayım. Ülkemizin güzel ormanlarının bana verdiği ilhamla, mantarların sanatta ve edebiyatta kullanımını hakkında derleyebildiğim bilgileri sunduğum

bu kitap bölümünü aşağıda sunmuş olduğum kısa yazımı sizlerle paylaşarak bitirmek isterim:

Çınar güven, destek, sırdaşlık, anlayıştır
Sedir asalet, eğilmezlik, onurdur
Çam bolluk, berekettir
Meşe cömertlik, sevimlilik, sempatikliktir
Selvi zarafettir
Kestane mutluluk, mucize, sürprizdir
Kavak samimiyet, sıcaklık, göğe ulaşmaktır
Kayın kanatlarının altına alma, sahip çıkmadır
Ladin sempatiklik, arkadaşlık, paylaşımıdır
Kökнар alışkanlık, orda olduğunu bilmek, güvendir
Akasya zorluklardan sonra gelen güzelliştir
Ihlamur ferahlıktır, şifadır
Söğüt güzelliştir, içsel mutluluktur, görsel şölendir
Kızılağaç dayanımdır, mücadeledir
Huş huzurdur, ferahlıktır, ağırlıklardan kurtulmaktır
Fındık arayış, gizem, bilgelik
Dişbudak aşktır, sevgidir
Akçaağaç melodidir, müziktir, sanattır
Zeytin barıştır, hediye dir
Defne mitolojidir, güçtür, zaferdir, barıştır

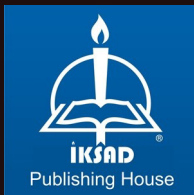
Prof. Dr. Hatıra TAŞKIN



KAYNAKLAR

- Akers, B. P., Ruiz, J. F., Piper, A., Ruck, C. A. P. (2011). A Prehistoric Mural in Spain Depicting Neurotropic Psilocybe Mushrooms?. *Economic Botany*, (XX)X, 1–8.
- Alonso, A. (1983–84). Los conjuntos rupestres de Marmalo y Castellón de los Machos (Villar del Humo, Cuenca). *Empúries*, 45-46, 8–29.
- <http://fungus.org.uk/nwfg/funmay98.htm>
- http://mycologiemontgeron.free.fr/page_amadouvier_mantegna.php
- http://mycologiemontgeron.free.fr/page_arcimboldo.php
- http://www.artnet.com/artists/felice-boselli/a-still-life-of-caesars-mushrooms-scattered-on-7qdVv_WgNHn9B6lxVF2KIg2
- <https://artsandculture.google.com/asset/mushrooms-and-pigeons-felice-boselli/zgEyRkdyFnESAg>
- <https://artvee.com/dl/reptiles-mushrooms-and-butterflies>
- <https://blog.organogold.com/mushrooms-in-literature/>
- <https://collections.mfa.org/objects/160803/in-fairylanda-series-of-pictures-from-the-elfworld;jsessionid=7527C5D8C33C9415AF5A65EC964E77C1>
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Guercino_Fruttivendola.jpg
- https://en.wikipedia.org/wiki/The_Three_Ages_of_Man_and_Death
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Agonie_dans_le_Jardin_des_Oliviers
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Champignon_dans_l%27art_et_la_littérature
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Chariot_de_foin
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Jardin_des_délices
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Les_Saisons_\(Arcimboldo\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Les_Saisons_(Arcimboldo))
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Mosaïque_des_Xenia
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Tenture_de_l%27Apocalypse

- <https://medium.com/the-collector/illustrations-of-magic-mushrooms-in-early-christian-iconography-c92b5afa13b0>
- <https://publicdomainreview.org/essay/fungi-folklore-and-fairyland/>
- <https://schaechter.asmblog.org/schaechter/2012/04/what-is-this-link-to-mushrooms-in-works-of-art.html>, https://www.mykoweb.com/art-registry/italian_baroque.html
- <https://tr.wikipedia.org/wiki/Ukiyo-e>, <https://www.wikiart.org/en/katsushika-hokusai/the-harvesting-of-mushrooms>)
- <https://victorianweb.org/painting/fairy/morgan1.html>
- <https://www.artic.edu/artworks/19333/kitchen-still-life>
- <https://www.flickr.com/photos/sofi01/5978090396/in/set-72157624013737148/>
- <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/436976>
- <https://www.mindfulecotourism.com/mushroom-documentaries/>
- <https://www.museodelprado.es/en/the-collection/art-work/the-ages-of-woman-and-death/d5ef2c3e-48d1-40a8-8bb7-745314a1197c>
- https://www.mykoweb.com/art-registry/italian_baroque.html
- <https://www.mykoweb.com/art-registry/schrieck.html>
- https://www.wga.hu/html_m/m/marseus/insects.html
- <https://www.wikiart.org/en/ilya-mashkov/still-life-with-mushrooms-1915>
- <https://www.wikiart.org/en/jane-sutherland/the-mushroom-gatherers-1895>
- <https://www.wikiart.org/en/otto-marseus-van-schrieck/a-forest-floor-still-life-with-mushrooms-a-snake-and-a-butterfly-1657>
- <https://www.wikiart.org/en/shibata-zeshin/wild-mushrooms-188>
- <https://www.wikiart.org/en/shibata-zeshin/wild-mushrooms-1880>
- Ruck, C. A. P. (2006). *Sacred mushrooms of the goddess: The secrets of Eleusis*. Ronin Publishing, Inc., Oakland, California.
- Ruck, M. A., Hoffman, and González Celdrán, J. A. (2009). *Mushrooms, myths and mithras*. City Lights Publisher, San Francisco.



ISBN: 978-625-367-955-2