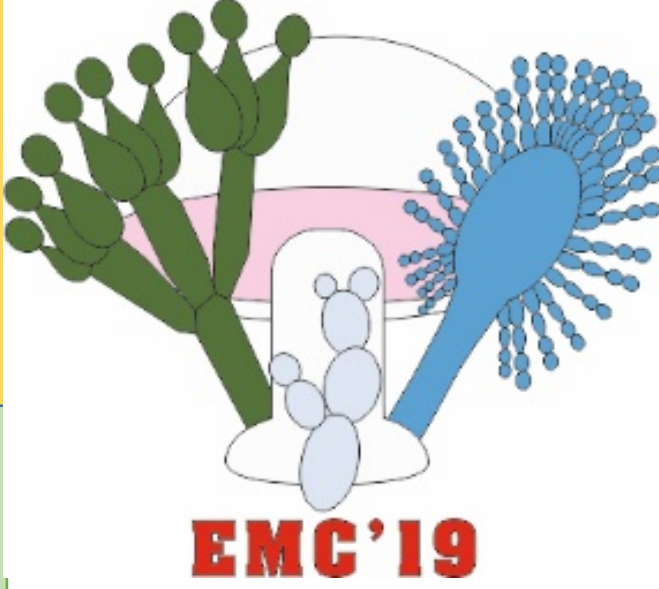


e-ISSN:2147-6845

E-JOURNAL

December 2019 Volume:10

Issue:3 - Special Issue



Dergimizin Özel Sayısı,
'2nd International Eurasian Mycology Congress
ve
XI. Türkiye Yemelik Mantar Kongresi'nde
sunulan bildirileri içermektedir.

Selçuk University Mushroom Application and
Research Center-KONYA-TURKEY

JOURNAL OF FUNGUS



Selçuk Üniversitesi
Mantarcılık
Uygulama ve Araştırma Merkezi
KONYA-TÜRKİYE



MANTAR DERGİSİ

E-DERGİ/ e-ISSN:2147-6845

Aralık 2019

Cilt:10

Sayı:3 - Özel Sayı



e-ISSN 2147-6845
Aralık 2019 / Cilt: 10 / Sayı:3 - Özel Sayı
December 2019 / Volume:10 / Issue:3 - Special Issue

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
MANTARCILIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ MÜDÜRLÜĞÜ

ADINA SAHİBİ

PROF.DR. GIYASETTİN KAŞIK

YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ
DR. ÖĞR.ÜYESİ SİNAN ALKAN

Haberleşme/Correspondence

S.Ü.
Mantarcılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü
Alaaddin Keykubat Yerleşkesi, Fen Fakültesi B Blok,
Zemin Kat-42079/Selçuklu-KONYA

Tel:(+90)0 332 2233998/ Fax: (+90)0 332 241 24 99

Web: <http://mantarcilik.selcuk.edu.tr>
<http://dergipark.gov.tr/mantar>

E-Posta:mantarcilik@gmail.com

Yayın Tarihi/Publication Date
26/12/2019



e-ISSN 2147-6845
Aralık 2019 / Cilt: 10 / Sayı:3 - Özel Sayı
December 2019 / Volume:10 / Issue:3 - Special Issue

EDİTÖRLER KURULU / EDITORIAL BOARD

- Prof.Dr. Abdullah KAYA (Karamanoğlu Mehmetbey Üniv.-Karaman)
Prof.Dr. Abdulnasır YILDIZ (Dicle Üniv.-Diyarbakır)
Prof.Dr. Abdurrahman Usame TAMER (Celal Bayar Üniv.-Manisa)
Prof.Dr. Ahmet ASAN (Trakya Üniv.-Edirne)
Prof.Dr. Ali ARSLAN (Yüzüncü Yıl Üniv.-Van)
Prof.Dr. Aysun PEKŞEN (19 Mayıs Üniv.-Samsun)
Prof.Dr. A.Dilek AZAZ (Balıkesir Üniv.-Balıkesir)
Prof.Dr. Ayşen ÖZDEMİR TÜRK (Anadolu Üniv.- Eskişehir)
Prof.Dr. Beyza ENER (Uludağ Üniv.Bursa)
Prof.Dr. Cvetomir M. DENCHEV (Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaristan)
Prof.Dr. Celaledin ÖZTÜRK (Selçuk Üniv.-Konya)
Prof.Dr. Ertuğrul SESLİ (Trabzon Üniv.-Trabzon)
Prof.Dr. Fatih KALYONCU (Celal Bayar Üniv.-Manisa)
Prof.Dr. Giovanni PACIONI (Università Degli Studi Dell'Aquila- L'Aquila, İtalya)
Prof.Dr. Hacı Halil BIYIK(Adnan Menderes Üniv.-Aydın)
Prof.Dr. Hasan Hüseyin DOĞAN (Selçuk Üniv.- Konya)
Prof.Dr. Kadir KINALIOĞLU(Giresun Üniv.-Giresun)
Prof.Dr. Macit İLKİT (Çukurova Üniv.-Adana)
Prof.Dr. Mitko KARADALEV (Ss.Cyril and Methodius Univ.-Macedonia)
Prof.Dr. Mustafa YAMAÇ (Eskişehir Osmangazi Üniv.-Eskişehir)
Prof.Dr. Nur Münevver PINAR (Ankara Üniv.-Ankara)
Prof.Dr. Sevda KIRBAĞ (Fırat Üniv.-Elazığ)
Prof.Dr. Süleyha Hilmioğlu POLAT (Ege Üniv.-İzmir)
Prof.Dr. Şule ÖZTÜRK (Uludağ Üniv.- Bursa)
Prof.Dr. Vasyl P. HELUTA (M.G.Kholodny Botany Institute Mycology,Kiev, Ukraine)
Prof.Dr. Yusuf UZUN(Yüzüncü Yıl Üniv. Van)
Doç.Dr. Burhan ŞEN (Trakya Üniv.-Edirne)
Doç.Dr. Cem ERGÜL (Uludağ Üniv.-Bursa)
Doç.Dr. Faruk SELÇUK (Ahi Evran Üniv.-Kırşehir)
Doç.Dr. Hasan AKGÜL (Akdeniz Üniv.-Antalya)
Doç.Dr. Ilgaz AKATA(Ankara Üniv.-Ankara)
Doç.Dr. Mehmet CANDAN(Anadolu Üniv. Eskişehir)
Dr.Öğr.Üyesi Gönül EROĞLU(Selçuk Üniv.-Konya)
Dr.Öğr.Üyesi İskender KARALTI(Azerbaijan Medical University-Bakü)
Dr.Öğr.Üyesi Sinan AKTAŞ(Selçuk Üniv.-Konya)
Dr.Öğr.Üyesi Sinan ALKAN(Selçuk Üniv.-Konya)
Dr.Öğr.Üyesi Şanlı KABAKTEPE(İnönü Üniv.-Malatya)



e-ISSN 2147-6845
Aralık 2019 / Cilt: 10 / Sayı:3 - Özel Sayı
December 2019 / Volume:10 / Issue:3 - Special Issue

Özel sayımızda yer alan eserler hakkında aşağıda isimleri yazılı hakemlerimize yaptıkları değerlendirmeler için teşekkür ederiz.

Prof.Dr. Abdullah KAYA
Prof.Dr. Ahmet ASAN
Prof.Dr. Celaleddin ÖZTÜRK
Prof.Dr. Fatih KALYONCU
Prof.Dr. Hasan Hüseyin DOĞAN
Prof.Dr. İbrahim TÜRKEKUL
Prof.Dr. Mustafa YAMAÇ
Doç.Dr. Beyhan KİBAR
Doç.Dr. Burhan ŞEN
Doç.Dr. Faruk SELÇUK
Doç.Dr. Fuat BOZOK
Doç.Dr. Hakan ALLI
Doç.Dr. Hakan KİBAR
Doç.Dr. Hasan AKGÜL
Doç.Dr. Hatıra TAŞKIN
Doç.Dr. Ilgaz AKATA
Doç.Dr. Şanlı KABAKTEPE
Doç.Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU
Dr.Öğretim Üyesi Esin HAZNECİ
Dr.Öğretim Üyesi Funda ATİLA
Dr.Öğretim Üyesi Nebahat Şule ÜSTÜN
Dr.Öğretim Üyesi Sinan AKTAŞ
Dr.Öğretim Üyesi Sinan ALKAN
Dr. Mustafa ÖZTÜRK
Dr. Nur İlkay ABACI
Öğr.Gör. Sanem BULAM



e-ISSN 2147-6845
Aralık 2019 / Cilt: 10 / Sayı:3 - Özel Sayı
December 2019 / Volume:10 / Issue:3 - Special Issue

İÇİNDEKİLER/ CONTENTS

2nd INTERNATIONAL EURASIAN MYCOLOGY CONGRESS-2019

- A New Macrofungi Record for Turkey and Asia with Molecular Characterization:
Xerocomellus redeuilhii (*Boletales*, *Basidiomycota*).....1
Moleküler Karakterizasyonla Türkiye ve Asya'dan Yeni Bir Makromantar Kaydı: *Xerocomellus redeuilhii*
(*Boletales*, *Basidiomycota*)
Fuat BOZOK, Boris ASSYOV, Hatıra TAŞKIN, Saadet BÜYÜKALACA
-
- In vitro* Antimicrobial Activity of *Desarmillaria tabescens*.....10
Desarmillaria tabescens'in *in vitro* Antimikrobiyal Aktivitesi
Kerem CANLI, Atakan BENEK, Merve ŞENTURAN, Ilgaz AKATA, Ergin Murat ALTUNER
-
- Determination of Genetic Diversity by Classification of Vegetative Compatibility Groups of Tomato
Pathogen *Fusarium oxysporum* in Aegean Region.....17
Ege Bölgesindeki Domates Patojeni *Fusarium oxysporum*'un Vejetatif Uyumluluk Gruplarının Belirlenmesi İle Genetik
Çeşitlilik Saptanması
Tanay UZGAN, Yiğit TERZİ, Füsun Bahriye UÇAR
-
- Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. ve *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer'in GC-FID İle Yağ Asit
Kompozisyonlarının Belirlenmesi.....23
Determination of Fatty Acid Compositions of *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill.
and *Lyophyllum decastes* (Fr.) by GC-FID
Merve KOÇAK, Sinan AKTAŞ, Fatih DURMAZ
-
- In vitro* Antimicrobial Activity of *Morchella esculenta* and *Trametes versicolor*.....28
Morchella esculenta ve *Trametes versicolor*'un *In Vitro* Antimikrobiyal Aktivitesi
Kerem CANLI, Atakan BENEK, Merve ŞENTURAN, Ilgaz AKATA, Ergin Murat ALTUNER
-
- Tricholoma anatolicum* ve *Tricholoma caligatum*'un Morfolojik ve Moleküler
Yönden Karşılaştırılması.....34
The Comparison of *Tricholoma anatolicum* and *Tricholoma caligatum* Species by Morphological and Molecular Methods
Meryem BOZKURT, Şenay İLBAN, Sinan AKTAŞ, Tuna UYSAL
-
- Küresel Gıda Güvenliği Riski: Ug99 Kara Pas Irkı.....41
Global Food Safety Risk: Ug99 Stem Rust Race
Kander KOÇ, Kadir AKAN
-
- Single name nomenclature of fungi and its some reflections since 2011 especially in Turkey.....50
Fungusların tek isimle isimlendirilmesi ve 2011'den bu yana özellikle Türkiye'deki yansımaları
Ahmet ASAN, Gulay GİRAY, Rasime DEMİREL, Halide AYDOĞDU
-
- Preliminary Study on the Determination of Heat Resistant Fungi in Agricultural Soils.....60
Tarım Topraklarındaki Isıya Dirençli Fungusların Belirlenmesi Üzerine Ön Çalışma
Suat SEZEN, Rasime DEMİREL



e-ISSN 2147-6845
Aralık 2019 / Cilt: 10 / Sayı:3 - Özel Sayı
December 2019 / Volume:10 / Issue:3 - Special Issue

Biodiversity of Heat Resistance Soil Microfungi in Agricultural Areas of Eskisehir Province.....67
Eskişehir İli Tarım Topraklarındaki Isıya Dirençli Toprak Mikrofunguslarının Biyoçeşitliliği
Fatma AYVA, Goulsoum OUZEIR, Rasime DEMİREL, Burhan ŞEN,
Ahmet ASAN, Duygu KADAİFÇİLER

Microfungi of Nezahat Gökyiğit Botanic Garden I.; New Family and Species Records79
Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi'nin Mikrofungusları I.: Yeni Familya ve Tür Kayıtları
Faruk SELÇUK, Merve ULUKAPI

Konya Selçuk Üniversitesi Hastanesi'ne Başvuran Hastalarda Saptanan Dermatofitler.....84
Dermatophytes in Patients Attending to Selcuk University Hospital in Konya
Ekin ERYILMAZ, Ruğyaya SAMADZADE, Salih MAÇİN, Duygu FINDIK

Butyriboletus fuscroseus; A New Boletoid Macrofungus Record for Turkish Mycota.....89
Butyriboletus fuscroseus; Türkiye Mikotası için Yeni Bir Boletoid Makrofungus Kaydı
Hakan ALLI, İsmail ŞEN, Roni Aran ADIBELLİ

A Research on Disease-Causing Microfungi on Golden Sesame Plant Growing
in Manavgat District.....93
Manavgat İlçesinde Yetiştirilen Altın Susam Bitkilerinde Hastalığa Neden Olan Mikrofunguslar Üzerine Bir Araştırma
Fatma AKDENİZ, Hacer SERT

XI. TÜRKİYE YEMEKLİK MANTAR KONGRESİ-2019

Hericum erinaceus (Bull.) Pers. için Yüksek Verimli Hibrit Bireylerin Belirlenmesi.....100
Determination of High Yield Hybrid Strains for Hericum erinaceus (Bull.) Pers.
Erbil KALMIŞ, Mehmet ATMACA, Fatih KALYONCU

Yield and Fruit Body Properties of *Pleurotus eryngii* Isolates Grown on Poplar Sawdust Supplemented
with Different Additive Materials.....106
Farklı Katkı Maddeleri ile Takviye Edilmiş Kavak Talaşında
Yetiştirilen Pleurotus eryngii İzolatlarının Verim ve Şapka Özellikleri
Funda ATİLA

Doğal Ortamdan Toplanan *Lepista irina* (Fr.) H.E. Bigelow'nun
Yağ Asidi İçeriğinin Belirlenmesi.....114
Determination of Fatty Acid Content of Lepista irina (Fr.) H.E. Bigelow Collected From Natural Environment
İbrahim TÜRKÜKUL, Aydın Şükrü BENGÜ, Handan ÇINAR YILMAZ, Hakan IŞIK

İstiridye Mantarının (*Pleurotus ostreatus*) Bazı Biyoteknik Özellikleri ve Kurutma Karakteristiklerinin
Belirlenmesi.....119
Determination of Some Bio-Technical Properties of Oyster Mushroom (Pleurotus ostreatus) and Drying Characteristics
Fatih BAYDAŞ, Ebubekir ALTUNTAŞ

Yenebilir ve Tıbbi Mantarların Gıda Ürünlerinde Kullanım Potansiyeli.....137
The Utilization Potential of Edible and Medicinal Mushrooms in Food Products
Sanem BULAM, Aysun PEKŞEN, Nebahat Şule ÜSTÜN

Flammulina velutipes Mantarı.....152
Flammulina velutipes Mushroom
Ahmet Faruk KARASOY, Havva OKUYUCU, Aysun PEKŞEN



e-ISSN 2147-6845

Aralık 2019 / Cilt: 10 / Sayı:3 - Özel Sayı
December 2019 / Volume:10 / Issue:3 - Special Issue

-
- Nemlendirme sıvısı olarak kullanılan alternatif endüstriyel atıkların bazı makrofungusların misel gelişimi ve ligninolitik enzim aktiviteleri üzerine etkisi.....163
The effect of alternative industrial wastes used as wetting agents on mycelial growth and ligninolytic enzyme activities of some macrofungi
Bahar Gülce KORKMAZ, Göksu CEYLAN, İbrahim SARI, Burak Nuri ACAR, Mustafa YAMAÇ
-
- Halojen Isıticılı Kurutucuda Kurutma Sıcaklığının Beyaz Şapkalı Mantarının
(*Agaricus bisporus*) Kuruma Süresi ve Rehidrasyon Oranına Etkisi.....172
The Effect of Drying Temperature on Drying Time and Rehydration Rate of White Button Mushroom (Agaricus bisporus) in Halogen Heater
Elif Sena KIRMIZIKAYA, İnci ÇINAR
-
- Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. Kullanılarak Dondurmanın
Protein Zenginleştirilmesi.....178
Protein Enriched Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm. Used for Ice Cream
İslam BEŞİR, Elif Sena KIRMIZIKAYA, Mahmut ÇAYLAR, Ferudun KOÇER
-
- Use of pomegranate peel mixed with wheat straw as the substrate
to cultivation of two *Pleurotus* species.....186
İki Pleurotus Türünün Üretiminde Buğday Sapı ve Nar Kabuğu Karışımlarının Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanımı
Hawrez Ali NADIR
-
- Yenebilir Doğa Mantarlarının Bazı Fiziksel ve Fizikokimyasal Özellikleri ile
Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi.....193
Determination of Some Physical and Physicochemical Properties and Mineral Contents of Edible Wild Mushrooms
Sanem BULAM, Nebahat Şule ÜSTÜN, Aysun PEKŞEN
-
- Bazı Uygulamaların Mantar Muhafazasında Kullanımı.....204
Use of some Applications in Mushroom Preservation
Melek EKİNCİ, Ertan YILDIRIM, Atilla DURSUN
-
- Türkiye’de *Pleurotus ostreatus* Üreticilerinin Karşılaştığı Sorunlar ve Çözüm Önerileri.....214
Problems and Solution Proposals of Pleurotus ostreatus Producer in Turkey
Mesut YALÇIN, Selim GÜVEN
-
- Türkiye’de Kültür Mantarı Üretimi ve Teknolojik Gelişmeler.....225
Mushroom Production and Technological Developments in Turkey
Erkan EREN, Aysun PEKŞEN
-



Geliş(Received) :11/09/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.618649

A New Macrofungi Record for Turkey and Asia with Molecular Characterization: *Xerocomellus redeuilhii* (Boletales, Basidiomycota)

Fuat BOZOK^{1*}, Boris ASSYOV², Hatıra TAŞKIN³, Saadet BÜYÜKALACA⁴

*Corresponding author: fbozok@osmaniye.du.tr

¹Department of Biology, Faculty of Arts and Science, Osmaniye Korkut Ata University, 80000 Osmaniye, Turkey

Orcid ID:0000-0002-9370-7712 / fbozok@osmaniye.edu.tr

²Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences, 2 Gagarin Str., 1113 Sofia, Bulgaria

Orcid ID: 0000-0002-7365-2443 / contact@boletales.com

^{3,4}Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Çukurova University, 01330 Adana, Turkey

³Orcid ID: 0000-0002-1784-4731 / hatirataskin1@gmail.com

⁴Orcid ID: 0000-0002-1129-2729 / sbircan@cu.edu.tr

Abstract: *Xerocomellus redeuilhii* A.F.S. Taylor, U. Eberh., Simonini, Gelardi & Vizzini, an uncommon southern bolete, is recorded for the first time from Asia and Turkey, based on phylogenetic analysis of ITS rDNA sequence and morphological characters. Description and illustrations of the species collected from Osmaniye province (East Mediterranean region) of Turkey are given. An updated key to the Turkish and European members of the genus *Xerocomellus*, based on macroscopic and microscopic characters, is also presented.

Key words: *Boletaceae*, boletoid fungi, *Xerocomus*, Turkish mycobiota, xerocomoid boletes

Moleküler Karakterizasyonla Türkiye ve Asya'dan Yeni Bir Makromantar Kaydı: *Xerocomellus redeuilhii* (Boletales, Basidiomycota)

Öz: Güney kesimlerde nadiren bulunan bir Bolet olan *Xerocomellus redeuilhii* morfolojik karakterlere ve ITS rDNA diziliminin filogenetik analizine dayanarak Türkiye ve Asya kıtasından ilk kez kayıt altına alınmıştır. Türkiye'nin Osmaniye ilinden (Doğu Akdeniz bölgesi) toplanan türün fotoğrafları ve betimlemeleri verilmiştir. *Xerocomellus* cinsinin Türkiye ve Avrupa üyeleri için makroskopik ve mikroskopik karakterlere dayanarak güncel bir teşhis anahtarı sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: *Boletaceae*, boletoid mantar, *Xerocomus*, Türkiye mikobiyotası, xerocomoid boletes



Introduction

The genus *Xerocomellus* Šutara unites about ten species in Europe, characterized by their relatively small, xerocomoid basidiomata, tubulate hymenium with angular pores, encrusted pileipellis hyphae, smooth or longitudinally striate and sometimes truncate basidiospores; particular morphologically distinct type of amyloid hyphae ('pruinatus'-type) are also typical for some members (Ladurner and Pöder 2000, Ladurner and Simonini 2003, Peintner et al. 2003, Šutara 2008, Ariyawansa et al. 2015, Moreno et al. 2016). In Turkey four species (*X. zelleri*, *X. truncatus*, *X. chrysenteron*, *X. porosporus*) have been recorded so far (Sesli & Denchev 2008), while others are yet to be recognized. In November 2017, the first author collected a boletoid fungus with distinct appearance, which after morphological and molecular assessment was determined to belong to *X. redeuilhii* A.F.S. Taylor, U. Eberh., Simonini, Gelardi & Vizzini. It is presented here as first record for Turkey and Asia.

Material and methods

Macrofungal samples were collected under *Arbutus andrachne* L. from Osmaniye province of Turkey in 2017 (Figure 1). The samples were photographed in the field and salient characters and habitat features were recorded. The specimens were dried by dehydrator for 24 h at 60°C and deposited in the Fungarium of Osmaniye Korkut Ata University, as accession number FBozok00136. The microscopic study was held with AmScope T360B compound microscope, fitted with AmScope MU900 digital camera. Microscopic slides for observation of basidiospores were prepared with tap water. The remaining microscopic structures were studied on slides prepared by submerging sections of dry material in 10% KOH. Preparations were left for approximately one minute and Congo red in ammonia was added. Measurements were conducted with Piximetre v. 5.9 on calibrated microphotographs. The size of basidiospores is based on 50 measurements of random, normally developed spores

in lateral view (with the apiculus clearly visible). The sizes of the remaining structures are derived from 15 measurements. In addition, preparations with Melzer's reagent (Langeron's modification) were also observed for peculiar iodine reactions of any structure.

Total genomic DNA was extracted from dried samples by using Eurx GeneMatrix Plant & Fungi DNA Purification Kit with slight modifications (increasing the concentration (100 mg/mL and 20 mg/mL) and the volume (20 µL) of RNase A and Proteinase K, respectively (Bozok et al 2018). ITS1F–ITS4 primers were used for PCR amplification of ITS rDNA (White et al., 1990). PCR conditions were set as follows: 94°C for 5 min, followed by 30 cycles of 45 s at 94°C, 60 s at 51°C and 90 s at 72°C and final extension 10 min at 72°C. PCR amplification was verified by electrophoresis on a 1.5% agarose gel. DNA sequencing of successful amplification was performed using the BigDye Terminator v3.1 Sequencing Kit, again with ITS1F–ITS4 (for ITS rDNA) primers. An ABI 3730XL Sanger Sequencer (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA) was used for running of sequencing reactions. Raw sequence chromatogram was edited and aligned using Sequencher version 5.4.5 (Gene Codes, Ann Arbor, MI, USA). The sequence obtained from this study was deposited in GenBank as accession MH472623.

The phylogenetic tree was drawn by using the Maximum Likelihood method based on the Tamura-Nei model (Tamura and Nei, 1993) in Mega7.0 software by using *Suillus lakei* (Murrill) A.H. Sm. & Thiers as outgroup (Figure 2) (Kumar et al. 2016). The highest log likelihood of the tree with is -5096.76. Bootstrap values are shown next to the branches. Initial tree for the heuristic search were obtained automatically by applying Neighbor-Join and BioNJ algorithms to a matrix of pairwise distances estimated using the Maximum Composite Likelihood (MCL) approach and then selecting the topology with superior log likelihood value. The analysis involved 31 nucleotide sequences. All positions containing gaps and missing data were eliminated. The final dataset contained a total of 1221 positions.



Figure 1. Macro and microscopic features of *Xerocomellus redeuilhii* (a, b, c: Basidiomata, d: Cystida, e: Basidia, f: Basidiospores). Scale bars = 20 µm.



Results and discussion

Phylogenetic affiliation

As a result of morphological assessment, the bolete samples collected under *Arbutus andrachne* were identified as *Xerocomellus redeuilhii*. This was further verified through phylogenetic analysis based on ITS rDNA region. When GenBank and UNITE databases were searched for *X. redeuilhii*, nine sequences (KU721022,

KU721023, KU721024, KX889920, KX905051, MH011842, MH011929, NR155981, UDB000448) were found – unpublished or submitted by Simonini et al (2016) and Loizides et al (2019). When compared to those sequences, the one obtained from the Turkish specimen was found to show similarity at rate of 99%. The sequences downloaded for comparison from GenBank and UNITE databases are shown in Table 1.

Table 1. Taxa, their accession numbers from GenBank and Unite databases for specimens used in the phylogenetic tree

Taxa	Location	Accession No	References
<i>Xerocomellus chrysenteron</i>	Cyprus,	MH011839	Loizides et al. 2019
<i>Xerocomellus chrysenteron</i>	Cyprus	MH011845	Loizides et al. 2019
<i>Xerocomellus chrysenteron</i>	Italy	UDB000441	Unpublished
<i>Xerocomellus chrysenteron</i>	Germany	UDB000439	Unpublished
<i>Xerocomellus sarnarii</i>	France	MH011926	Loizides et al. 2019
<i>Xerocomellus sarnarii</i>	Cyprus	MH011930	Loizides et al. 2019
<i>Xerocomellus porosporus</i>	Italy	KT271744	Unpublished
<i>Xerocomellus porosporus</i>	United Kingdom	UDB000475	Unpublished
<i>Xerocomellus poederi</i>	Spain	KU355479	Crous et al. 2016
<i>Xerocomellus poederi</i>	Spain	KU355480	Crous et al. 2016
<i>Xerocomellus pruinaus</i>	United Kingdom	UDB000477	Unpublished
<i>Xerocomellus pruinaus</i>	United Kingdom	UDB000479	Unpublished
<i>Xerocomellus ripariellus</i>	France	UDB000484	Unpublished
<i>Xerocomellus ripariellus</i>	Denmark	UDB001397	Unpublished
<i>Xerocomellus aff. redeuilhii</i>	Greece	KU721022	Unpublished
<i>Xerocomellus redeuilhii</i>	Cyprus	MH011929	Loizides et al. 2019
<i>Xerocomus dryophilus</i>	Italy	UDB000448	Unpublished
<i>Xerocomellus aff. redeuilhii</i>	Spain	KU721023	Unpublished
<i>Xerocomellus aff. redeuilhii</i>	Croatia	KU721024	Unpublished
<i>Xerocomellus redeuilhii</i>	Italy	KX905051	Unpublished
<i>Xerocomellus redeuilhii</i>	Cyprus	MH011842	Loizides et al. 2019
<i>Xerocomellus redeuilhii</i>	Italy	NR155981	Simonini et al. 2016
<i>Xerocomellus redeuilhii</i>	Italy	KX889920	Simonini et al. 2016
<i>Xerocomus cisalpinus</i>	Estonia	UDB023759	Unpublished
<i>Xerocomus cisalpinus</i>	Estonia	UDB011445	Unpublished
<i>Xerocomus communis</i>	Denmark	UDB001386	Unpublished
<i>Xerocomus communis</i>	Denmark	UDB001387	Unpublished
<i>Xerocomus rubellus</i>	Denmark	UDB001405	Unpublished
<i>Xerocomus rubellus</i>	Denmark	UDB001406	Unpublished
<i>Suillus lakei</i>	Turkey	MG279701	Akata et al. 2018



The phylogenetic tree (Figure 2) revealed two highly supported clades, corresponding to the genera of *Xerocomellus* and *Hortiboletus* Simonini, Vizzini & Gelardi, which representatives were included in the analysis. The clade of *Hortiboletus* holds basal position to *Xerocomellus* and includes the sequences of *H. engelii* (Hlaváček) Biketova & Wasser (originally accessioned as *Xerocomus communis*) and *H. rubellus* (Krombh.) Simonini, Vizzini & Gelardi. The *Xerocomellus* lineage further splits into seven clades, each one corresponding to the species which sequences were included in the analysis – *X. chrysenteron* (Bull. : Fr.) Šutara, *X. cisalpinus* (Simonini, H. Ladurner & Peintner) Klofac, *X. poederi* G. Moreno, Heykoop, Esteve-Rav., P. Alvarado & Traba, *X. porosporus* (Imler ex Watling) Šutara, *X. pruinatus* (Fr. & Hök) Šutara, *X. redeuilhii*, *X. ripariellus* (Redeuilh) Šutara, *X. sarnarii* Simonini, Vizzini & U. Eberh., with all above clades receiving high statistical support. The topology of the tree is generally congruent with the one, published by Ariyawansa et al. (2015) with *X. cisalpinus* holding basal position within its generic clade. The sequence from the Turkish specimen of *X. redeuilhii* nests firmly in a clade with the publicly available sequences of this taxon from Italy, Greece and Cyprus, including the sequences from type materials of the species.

Description of species

Xerocomellus redeuilhii A.F.S. Taylor, U. Eberh., Simonini, Gelardi & Vizzini, Rivista di Micologia 59: 2 (2016); *Xerocomus dryophilus* auct. Eur. nonnul., non *Boletus dryophilus* Thiers, California Mushrooms, p. 82 (1975).

Pileus up to 9 cm, at first hemispherical, then more or less flat, dry, velvety, viscid when wet, red, dark red, pinkish red, paler towards the margin; surface pruinose to very finely cracked (lens), unchanging on touch. **Stipe** 6–12 × 1.5–2 cm, slender, cylindrical, straight or curved, tapering at the base, lemon yellow in the upper part, downwards becoming yellowish orange and sometimes spotted reddish brown, dark red in the lower part when young, blackish red, purplish or brownish red when old; surface smooth or in places somewhat fibrillose. **Context** bright yellow in the pileus and the upper part of stipe when young, then pale yellow, dark red to brownish red or blackish red up to half of stipe, unchanging or slightly blueing when exposed to air. **Tubes** up to 14 mm long, adnate, lemon yellow to bright yellow when young, olive yellow when old, unchanging or slightly blueing when bruised or cut. **Pores** up to 2 mm diam., concolorous with the tubes, unchanging to slightly blueing when bruised. **Basidiospores** 12.4–(13.9±0.7)–15.7 × 5.5–(6.6±0.3)–7.5

µm, Q=1.9–(2.1±0.1)–2.5 (n=50), thick-walled (ca 0.7 µm), ellipsoid, brownish yellow in water and KOH, inamyloid, smooth, with one or two large guttules. **Basidia** 30.9–37.3 × 10.7–14.2 µm, 4-spored (2-spored basidia also seen), clavate, hyaline. **Pleurocystidia** abundant, 50.7–82.3 × 13.7–18.6 µm, fusoid-ventricose, hyaline. **Cheilocystidia** similar to pleurocystidia. **Hymenophoral trama** phylloporoid. **Hyphae** of context in the stipe base inamyloid; 'pruinatus'-type hyphae not seen. Hyphae of pileus hyaline, 6–28 µm broad, many distinctly inflate. **Pileipellis** a trichodermium of somewhat interwoven, 6–15 µm broad, finely encrusted in KOH and Melzer's reagent hyphae; terminal elements 23.5–48.2 × 6.7–13.7 µm, not or slightly encrusted, mostly with tapering, but also with obtuse apex, occasionally slightly inflate or ampuliform.

Specimen examined: Turkey, Osmaniye, Amanos Mountains, 37°01'32"N, 36°13'58"E, 444 m elev., under *Arbutus andrachne* (sandal ağacı in Turkish), 12 November 2017, leg. Fuat Bozok (FBozok00136; GenBank MH472623).

The macroscopic and micromorphological features of the Turkish specimen agree well with the available descriptions of *X. redeuilhii* from Europe (Simonini 1994, Ladurner and Simonini 2003, Galli 2007, Simonini et al. 2016; in some of the works as *Xerocomus dryophilus*). Furthermore, the phylogenetic analysis confirmed the identity of the sequence obtained from the Turkish specimen to the publicly available sequences of this species, including such from type materials.

Xerocomellus redeuilhii appeared previously in the European mycological literature as *X. dryophilus* (Thiers) Singer, a bolete described originally from North America (Thiers 1975, as *Boletus dryophilus* Thiers). The two species indeed share a certain degree of similarity, but Simonini et al (2016) found that *X. redeuilhii* is different from *X. dryophilus* morphologically (as well as phylogenetically) on account of the usually slenderer habit and pileipellis terminal cells with more acute apex and less evident epiparietal incrustations. *X. redeuilhii* also shows some similarity to other European species of the genus. Due to the red-coloured pileus it may appear similar to *X. fennicus* (Harmaja) Šutara and *X. ripariellus* (Redeuilh) Šutara. Both of them are however easily set apart due to their basidiospores, which are longitudinally striate and also truncate in the former (Ladurner and Simonini 2003). *H. rubellus* (Krombh.) Simonini, Vizzini & Gelardi is superficially similar, due to the red-coloured pileus, but it may be distinguished undoubtedly in the field due to the very characteristic orange-red dots in the context of the stipe base.

2nd International Eurasian Mycology Congress 2019

Xerocomellus redeuilhii seems to be less common southern species, spread in the Mediterranean area of Europe and Asia (incl. some Mediterranean islands), but absent elsewhere. Published records (some as *Xerocomus dryophilus*) are known from Croatia (Ladurner and Simonini 2003), Cyprus (Loizides et al. 2019), France (Galli 2007), Greece (Polemis et al. 2012), Italy (Simonini 1994, Ladurner and Simonini 2003, Galli 2007, Simonini et al. 2016), Malta (Briffa 2002), Spain (Ladurner and Simonini 2003, Muñoz et al. 2008, Siquier et al. 2011) and Turkey (this paper).

In Turkey, *X. redeuilhii* is so far known from a single locality in the East Mediterranean region. However, it may well appear to be more widespread in the country and should be further looked for. Reddish-coloured pileal surface, yellow in the upper and dark red in the lower part of stipe and similarly tinted stipe context, coupled with

thermophilous habitats, are useful field characters pointing towards this species.

The members of the genus *Xerocomellus* seem scarcely presented in the Turkish mycological literature and apparently need further attention. Together with the addition of this paper a total of five species are so far recorded in this country, which is about half of the species currently recognized in Europe. Among them, *X. truncatus* (Singer, Snell & E.A. Dick) Klofac and *X. zelleri* (Murrill) Klofac, species described from North America and previously reported from Europe and Turkey, need to be carefully revisited as records under those names may represent other taxa. For further details on this topic the reader is referred to Ladurner & Simonini (2003).

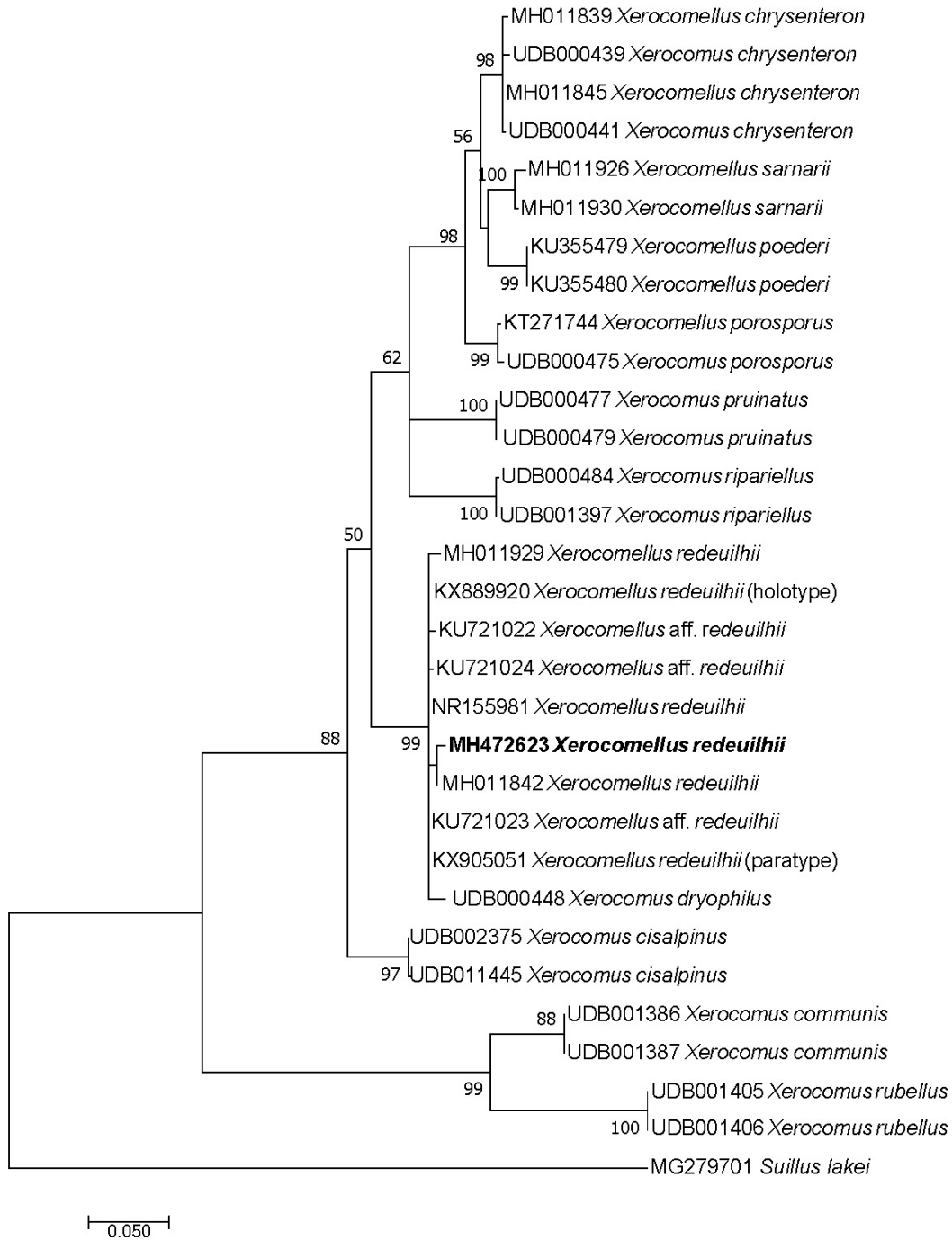
2nd International Eurasian Mycology Congress 2019

Figure 2. Maximum likelihood phylogenetic tree of ITS rDNA sequences of *Xerocomellus redeuilhii* obtained from the present study and related species selected from GenBank database. Bootstrap values (>50%) are given near the branches. *X. redeuilhii* sequence in this study is indicated as bold in phylogenetic tree.



A key to the Turkish and European species of *Xerocomellus*

1. At least part of the basidiospores truncate.....2
- 1* Basidiospores not truncate.....5
2. Pileus coloured red or reddish at least in young basidiomata.....3
- 2* Pileus differently coloured, but lacking reddish tints.....4
3. Basidiospores striate (under SEM or in LM with heated lactophenol+Cotton blue and magnification $\geq 1000\times$). Species associated with *Betula* and *Alnus* in Northwestern and Central Europe, not yet known from Turkey..... ***X. fennicus***
- 3* Basidiospores smooth. Species allegedly associated with *Quercus*. Considered by some authors to represent a synonym of *X. porosporus*, but molecular evidence of its phylogenetic position is pending. Records exist from the Czech Republic and Hungary..... ***X. marekii***
4. Context usually blueing evidently, in stipe base with vinaceous or purple colour and amyloid 'pruinatus'-type hyphae. Not yet recorded in Turkey..... ***X. sarnarii***
- 4* Context usually unchanging or blueing slightly and patchy, in stipe base more or less brownish to greyish or blackish, sometimes pinkish red, but lacking vinaceous or purple tints, and amyloid 'pruinatus'-type hyphae absent... ***X. porosporus***
5. Context of stipe blueing slowly and often strongly, with 'pruinatus'-type hyphae6
- 5* Context of stipe usually not blueing or turning faint blue (mostly patchy) relatively quickly after exposure to air; 'pruinatus'-type hyphae absent.....8
6. Pileus with obvious red colours, sometimes partly discolouring to brownish; species found in more or less humid habitats, often associated with *Salix*, *Populus* or *Betula*. Not yet recorded from Turkey..... ***X. ripariellus***
- 6* Pileus with prevailing brownish colours; species associated with Pinaceae or Fagaceae.....7
7. Pileus initially finely velutinous, but still in young stage becoming strongly and finely cracked; basidiospores on average $< 5 \mu\text{m}$ broad. Species mostly associated with *Quercus*, but also with *Fagus*, *Pinus* and *Cedrus* in thermophilous habitats. Not yet found in Turkey..... ***X. cisalpinus***
- 7* Pileus long time finely velutinous, even in stage of maturity rarely with very few cracks; basidiospores on average $> 5 \mu\text{m}$ broad. Species associated with Fagaceae (*Fagus*, *Castanea*) or Pinaceae (*Picea*, *Pinus*), mostly found in cooler or mountain habitats. Not yet recorded in Turkey ***X. pruinatus***
8. Pileus with prevailing red colours, sometimes discolouring brownish or somewhat olivaceous in places; stipe surface smooth, finely flocculose to somewhat fibrillose; context in stipe base blood red to reddish brown, in rest of the stipe bright yellow; basidiospores on average $> 6 \mu\text{m}$ broad and with $Q_m < 2.4$; species from thermophilous habitats..... ***X. redeuilhii***
- 8* Pileus with prevailing brownish colours; stipe surface at least in the lower part with coloured granules or fine scales; context in stipe base reddish, pinkish red or vinaceous red coloured, in rest of the stipe pale yellow or whitish; basidiospores on average $< 6 \mu\text{m}$ broad and with $Q_m > 2.5$9
9. Basidiospores on average $\geq 5 \mu\text{m}$ broad; pleurocystidia up to $100 \mu\text{m}$ long; species associated with Pinaceae or *Fagus* in \pm cooler or mountain environment..... ***X. chryseron***
- 9* Basidiospores on average $< 5 \mu\text{m}$ broad; pleurocystidia up to $60 \mu\text{m}$; species associated with *Quercus* in \pm thermophilous habitats. So far only known from the Iberian Peninsula..... ***X. poederi***

References

- Akata, I., Doğan, H. H., Öztürk, Ö. and Bozok, F. (2018). *Suillus lakei*, An Interesting Record for Turkish Mycobiota. *The Journal of Fungus*, 9(2) 110-116.
- Ariyawansa, H.A., Hyde, K.D., Jayasiri, S.C., et al. (2015). Fungal Diversity Notes 111–252 – Taxonomic and Phylogenetic Contributions to Fungal Taxa. *Fungal Divers.*, 75 27-274.
- Bozok, F., Taşkın, H., Büyükalaca, S., Doğan and H. H., Assyov, B. (2018). *Cryptomarasmius corbariensis* (Phyalacriaceae, Agaricales) in Turkey with First Molecular Data on The Species from Eurasia. *Nova Hedwigia*, 107(1) 179-187.
- Briffa, M. (2002). Some Additions to The Macrofungi of Malta. *The Central Mediterranean Naturalist* 3(4) 197-202.
- Crous, P. W., Wingfield, M. J., Richardson, D. M., Le Roux, J. J., Strasberg, D., et al. (2016). Fungal Planet Description Sheets: 400–468. *Persoonia* 36 316–458.
- Galli, R. (2007). *I Boleti. Atlante Pratico-monografico per la Determinazione dei Boleti*. 3rd ed. – Dalla Natura, Milano.

2nd International Eurasian Mycology Congress 2019

- Kumar, S. Stecher, G. and Tamura, K. (2016). Mega7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for Bigger Datasets. *Mol.Biol.Evol.*, 33 1870-1874.
- Ladurner, H. and Pöder, R. (2000). A New Hyphal Type Found in *Xerocomus pruinatus* (Fr.) Quélet. *Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde* 9 11-15.
- Ladurner, H. and Simonini, G. (2003). *Xerocomus s. l. in Europa*. – In: *Fungi Europaei*. Vol. 8. Edizioni Candusso. Alassio.
- Loizides, M., Bellanger, J. M., Assyov, B., Moreau, P. A. and Richard, F. (2019). Present Status and Future of Boletoid Fungi (Boletaceae) on The Island of Cyprus: Cryptic and Threatened Diversity Unravelling by Ten-Year Study. *Fungal Ecol.*, 41 65-81.
- Moreno, G., Heykoop, M., Esteve-Raventós, F., Alvarado, P. and Traba, J. M. (2016). Fungal Planet 458: *Xerocomellus poederi*. Fungal Planet Description Sheets. *Persoonia* 36 434-435.
- Muñoz, J. A., Cadiñanos Aguirre, J. A. and Fidalgo, E. (2008). Contribución al catálogo corológico del género *Xerocomus* en la Península Iberica. *Bol.Soc.Micol.Madrid*, 32 249–277.
- Peintner, U., Ladurner, H. and Simonini, G. (2003). *Xerocomus cisalpinus* sp. nov., and The Delimitation of Species in The *X. chrysenteron* Complex Based on Morphology and rDNA-LSU Sequences. *Mycol.Res.*, 107 659–679.
- Polemis, E., Dimou, D. M., Tzanoudakis, D. and Zervakis, G. I. (2012). Diversity of Basidiomycota (subclass Agaricomycetidae) in The Island of Andros (Cyclades, Greece). *Nova Hedwigia* 95 25–58.
- Sesli E. and Denchev C. M. (2008). Checklists of The Myxomycetes, Larger Ascomycetes, and Larger Basidiomycetes in Turkey. *Mycotaxon* 106 65–67. + online version (2014): 1-136.
- Simonini, G. (1994) *Boletus dryophilus* Thiers, specie nuova per l'Europa. *Rivista di Micologia* 37 (3) 205–219.
- Simonini, G., Gelardi, M. and Vizzini, A. (2016). *Xerocomellus redeuilhii* sp. nov. *Rivista di Micologia* 59 (2) 123–127.
- Siquier, J. L., Salom, J. C., Espinosa, J. and Serra, A. (2011). Notes Corològiques Sobre La Flora Micològica D' Eivissa (Illes Balears). *RevistaSoc.CatalanaMicol.*, 33 51–87.
- Šutara, J. (2008). *Xerocomus s. l.* in The Light of The Present State of Knowledge. *Czech Mycology* 60 (1) 29–62.
- Tamura, K. and Nei, M. (1993). Estimation of Number of Nucleotide Substitutions in The Control Region Mitochondrial DNA in Humans a Chimpanzees. *Mol.Biol.Evol.*, 10 512–526.
- Thiers, H. D. (1975). *California Mushrooms. A field guide to the boletes*. Hafner Press, New York.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S. and Taylor, J.W. (1990). *Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal RNA Genes for Phylogenetics*. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ, editors. PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications. New York, NY, USA: Academic Press, pp. 315-322.



Geliş(Received) :20/09/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article

Doi:10.30708.mantar.622854

In vitro* Antimicrobial Activity of *Desarmillaria tabescens

Kerem CANLI¹, Atakan BENEK², Merve ŞENTURAN³
İlgaz AKATA⁴, Ergin Murat ALTUNER^{5*}

*Corresponding author: ergin.murat.altuner@gmail.com

¹ Dokuz Eylül University, Faculty of Science, Department of Biology, İzmir, Turkey

¹ Orcid ID: 0000-0001-6061-6948 / biyoloji@gmail.com

^{2,3,5} Kastamonu University, Faculty of Science and Arts, Department of Biology, Kastamonu, Turkey

² Orcid ID: 0000-0001-6726-5968 / atakan.benek1914@gmail.com

³ Orcid ID: 0000-0003-2700-7088 / msenturan@gmail.com

⁵ Orcid ID: 0000-0001-5351-8071 / ergin.murat.altuner@gmail.com

⁴ Ankara University, Faculty of Science, Department of Biology, Ankara, Turkey

⁴ Orcid ID: 0000-0002-1731-1302 / akata@ankara.edu.tr

Abstract: Mushrooms are known to be nutritive and medicinal food stuff, which are good sources of some vitamins and essential minerals. They also contain some therapeutic agents, thus they have been used against several health problems for hundreds of years. The aim of this study is to determine the *in vitro* antimicrobial activity of *Desarmillaria tabescens* (Scop.) R.A. Koch & Aime 2017.

D. tabescens samples were air dried and extracted by using ethanol. Antimicrobial activity of *D. tabescens* ethanol extracts were investigated against several Gram positive and Gram negative bacteria strains, fungal strains, which are either standard or isolated from food and some multi drug resistant (MDR) clinical isolate bacteria namely, *Bacillus subtilis* DSMZ 1971, *Candida albicans* DSMZ 1386, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, *Enterococcus durans*, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae*, *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Pseudomonas aeruginosa* DSMZ 5071, *Pseudomonas fluorescens* P1, *Salmonella enteritidis* ATCC 13075, *Salmonella infantis*, *Salmonella kentucky*, *Salmonella typhimurium* SL 1344, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* DSMZ 20044, *Staphylococcus aureus* (MDR), *Escherichia coli* (MDR), *Klebsiella pneumoniae* (MDR), *Acinetobacter baumannii* (MDR) and *Streptococcus pneumoniae* (MDR) by using the disk diffusion method.

As a result, it was observed that ethanol extracts of *D. tabescens* has low to medium antimicrobial activity against several Gram positive and Gram negative microorganisms tested. The antimicrobial activity of *D. tabescens* especially observed against *K. pneumoniae* (MDR) and *S. pneumoniae* (MDR) is found to be remarkable.

Key words: *Desarmillaria tabescens*, antimicrobial activity, disk diffusion, multi drug resistant bacteria, MDR

***Desarmillaria tabescens*'in *in vitro* Antimikrobiyal Aktivitesi**

Öz: Mantarların, bazı vitaminlerin ve temel minerallerin kaynağı olan besleyici ve tıbbi gıda maddeleri olduğu bilinmektedir. Ayrıca bazı terapötik maddeler içerirler, bu yüzden yüzlerce yıldır çeşitli sağlık problemlerine karşı kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı *Desarmillaria tabescens* (Scop.) R.A. Koch & Aime 2017'nin *in vitro* antimikrobiyal aktivitesini belirlemektir.



D. tabescens örnekleri kurutulmuş ve etanol kullanılarak ekstre edilmiştir. *D. tabescens* etanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi, *Bacillus subtilis* DSMZ 1971, *Candida albicans* DSMZ 1386, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, *Enterococcus durans*, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae*, *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Pseudomonas aeruginosa* DSMZ 5071, *Pseudomonas fluorescense* P1, *Salmonella enteritidis* ATCC 13075, *Salmonella infantis*, *Salmonella kentucky*, *Salmonella typhimurium* SL 1344, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* DSMZ 20044, *Staphylococcus aureus* (MDR), *Escherichia coli* (MDR), *Klebsiella pneumoniae* (MDR), *Acinetobacter baumannii* (MDR) ve *Streptococcus pneumoniae* (MDR) gibi Gram pozitif ve Gram negatif standart, gıdadan izole edilmiş bakteri suşları, mantar suşları ve klinik izole bazı çoklu ilaca dirençli (MDR) klinik izolat bakteriler kullanılarak disk difüzyon yöntemini ile araştırılmıştır.

Sonuç olarak, *D. tabescens*'in etanol ekstraktlarının, test edilen bazı Gram pozitif ve Gram negatif mikroorganizmaya karşı düşük ila orta antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu gözlenmiştir. *D. tabescens*'in özellikle *K. pneumoniae* (MDR) ve *S. pneumoniae*'ye (MDR) karşı gözlenen antimikrobiyal aktivitesinin dikkat çekici olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: *Desarmillaria tabescens*, antimikrobiyal aktivite, disk difüzyon, çoklu ilaca dirençli bakteriler, MDR

Introduction

Mushrooms are known to be medicinal and nutritive food stuff, which are good sources of some vitamins, such as vitamin B and vitamin D, and some essential minerals, such as selenium (Bonatti et al., 2004; Agrahar-Murugkar and Subbulakshmi, 2005; Cheung and Cheung, 2005; Imtiaj and Lee, 2007; Falandysz, 2008; Watanabe et al., 2014; Cardwell et al., 2018). In addition, they contain some therapeutic agents, thus they have been used against several health problems for hundreds of years, as antibacterial and antifungal agents against several infectious diseases, anti-hypertensives, anti-arrhythmic agents, medications for asthma, anti-neoplastic drugs, analgesics and anti-inflammatory drugs (Clardy and Walsh, 2004; Webster et al., 2008; Canli et al., 2016a,b).

Antibiotics are known as the compounds, which are in use for preventing and treating bacterial diseases, but unfortunately bacteria have capability of changing their responses to antibiotics, which will led to antibiotic resistance (WHO, 2019). World Health Organization (WHO) (WHO, 2019) stated that the resistance to commonly used antibiotics is increasing tremendously all over the world and this causes a lack in treating common infections, since these antibiotics become less effective day by day. As a result of this, scientists are intensively working on determining new antibiotic candidates (Paudel et al., 2008; Altuner et al., 2014).

Starting with the discovery of penicillin by Fleming from a fungi, namely *Penicillium*, scientists interested in the antimicrobial potential of fungi in determining new antibiotic candidates (Bala et al., 2011). Until now, several compounds originating from fungi have been isolated and identified by researchers, which presented biological activities such as antimicrobial, antiviral, antidiabetic, anti-inflammatory, anti-fibrotic, liver protective and immune modulatory (Dülger et al., 1999; Gunde-Cimerman, 1999; Wasser and Weis, 1999a,b; Dulger et al., 2005; Ooi, 2010).

In this study the antimicrobial activity of *Desarmillaria tabescens* (Scop.) R.A. Koch & Aime 2017 is investigated against *Bacillus subtilis* DSMZ 1971, *Candida albicans* DSMZ 1386, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, *Enterococcus durans*, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae*, *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Pseudomonas aeruginosa* DSMZ 5071, *Pseudomonas fluorescense* P1, *Salmonella enteritidis* ATCC 13075, *Salmonella infantis*, *Salmonella kentucky*, *Salmonella typhimurium* SL 1344, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* DSMZ 20044, *Staphylococcus aureus* (MDR), *Escherichia coli* (MDR), *Klebsiella pneumoniae* (MDR), *Acinetobacter baumannii* (MDR) ve *Streptococcus pneumoniae* (MDR) by using the disk diffusion method.



Material and Method

Macrofungi samples

The samples of *Desarmillaria tabescens* (Scop.) R.A. Koch & Aime 2017 in order to use in these experiments were supplied through a field study in Belgrad Forest, İstanbul, TURKEY. As a reference *D. tabescens* sample was kept in Biology Department of Ankara University.

Extraction of active compounds

Air dried macrofungi were ground and active compounds were extracted by using ethanol (Merck, Germany) through shaking. A filtration process was followed by using filter paper (Whatman No. 1) and ethanol was removed at low temperature (30°C) by a rotary evaporator (Heidolph Hei-Vap Value HL/HB-G1) (Altuner and Canli, 2012). The residue was used for preparing stock for extract (54.69 mg/mL).

Microorganism inocula

The list of microorganisms used is given in Table 1.

Table 1. The list of microorganisms used in the study

Microorganism	Strain/Isolate
<i>Bacillus subtilis</i>	DSMZ 1971
<i>Candida albicans</i>	DSMZ 1386
<i>Enterobacter aerogenes</i>	ATCC 13048
<i>Enterococcus durans</i>	Food isolate
<i>Enterococcus faecalis</i>	ATCC 29212
<i>Enterococcus faecium</i>	Food isolate
<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922
<i>Escherichia coli</i> (MDR)	Clinical isolate
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Food isolate
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (MDR)	Clinical isolate
<i>Listeria innocua</i>	Food isolate
<i>Listeria monocytogenes</i>	ATCC 7644
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	DSMZ 5071
<i>Pseudomonas fluorescense</i>	P1
<i>Salmonella enteritidis</i>	ATCC 13075
<i>Salmonella infantis</i>	Food isolate
<i>Salmonella kentucky</i>	Food isolate
<i>Salmonella typhimurium</i>	SL 1344
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923
<i>Staphylococcus aureus</i> (MDR)	Clinical isolate
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	DSMZ 20044
<i>Staphylococcus pneumoniae</i> (MDR)	Clinical isolate

The incubation conditions were 24 hours - 37 °C, and 48 hours - 27 °C for bacteria and *C. albicans* respectively. Inoculum for each microorganism was prepared in 0.9% sterile saline solution and the turbidity of all inocula were adjusted according to 0.5 McFarland standard (Hammer et al., 1999; Altuner et al., 2012; Canli et al., 2016c).

Antimicrobial activity test

In order to determine the antimicrobial activity of *D. tabescens*, a very commonly used test, namely disk diffusion test was chosen (Andrews, 2007). Three different volumes of extract (50, 100 and 200 µL) were loaded on 6 mm diameter sterile paper disks (Mahasneh and El-Oqlah,



1999; Silici and Koc, 2006). Ethanol in the extract was removed by leaving the disks in a sterile environment at a low temperature (30°C) for about 8 hours (Silici and Koc, 2006; Altuner et al., 2014). Right after the disks were completely dried out, inoculum of each microorganism was transferred on Müller Hinton Agar (MHA) plates and disks were placed on the plate surfaces. After incubation of MHA plates at suitable time and temperature combinations defined previously, the inhibition zones were measured by a ruler and recorded in millimeters (Onbasili et al., 2011)

Positive and negative controls

Ethanol loaded disks and empty sterile disks, and ciprofloxacin were used as negative and positive controls respectively.

Statistics

All tests were applied as triplicates and results were analyzed by the ANOVA test with $p = 0.05$ and Pearson's

correlation coefficient was used to put forward any correlation between the antimicrobial activity of the extract and increasing concentrations. R Studio, version 3.3.2 was used for statistical analysis (Core R Team, 2019).

Results

Table 2 clearly shows the disk diffusion test results for *D. tabescens* ethanol extract, which are the arithmetic means of triplicates with standard errors.

Ethanol and empty sterile disks, which are negative controls didn't present any activity. In addition, the ANOVA test showed that the difference between disk diffusion test results obtained from triplicates is not statistically significant ($p > 0.05$). Pearson's correlation coefficient (0.0632) presented that there is a very weak correlation between the antimicrobial activity of the extract and increasing concentrations.

Table 2. The disk diffusion test results for *D. tabescens* ethanol extract

Microorganism	50 µL	100 µL	200 µL	Ciprofloxacin
<i>B. subtilis</i> DSMZ 1971	-	-	-	36.00 ± 0.00
<i>C. albicans</i> DSMZ 1386	-	-	-	-
<i>E. aerogenes</i> ATCC 13048	-	-	-	30.00 ± 0.00
<i>E. durans</i>	-	-	-	24.00 ± 0.00
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	-	-	7.00 ± 0.00	19.00 ± 0.00
<i>E. faecium</i>	-	8.00 ± 0.71	9.00 ± 0.00	29.00 ± 0.00
<i>E. coli</i> ATCC 25922	-	-	-	-
<i>E. coli</i> (MDR)	-	-	-	-
<i>K. pneumoniae</i>	-	7.00 ± 0.00	7.00 ± 0.71	30.00 ± 0.00
<i>K. pneumoniae</i> (MDR)	9.00 ± 0.00	9.00 ± 0.00	9.00 ± 0.00	-
<i>L. innocua</i>	-	-	-	18.00 ± 0.00
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 7644	-	-	-	20.00 ± 0.00
<i>P. aeruginosa</i> DSMZ 5071	-	7.00 ± 0.00	7.00 ± 0.71	28.00 ± 0.00
<i>P. fluorescens</i> P1	-	-	-	19.00 ± 0.00
<i>S. enteritidis</i> ATCC 13075	-	-	7.00 ± 0.00	36.00 ± 0.00
<i>S. infantis</i>	-	-	-	24.00 ± 0.00
<i>S. kentucky</i>	-	-	-	34.00 ± 0.00
<i>S. typhimurium</i> SL 1344	-	-	-	35.00 ± 0.00
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	7.00 ± 0.00	7.00 ± 0.00	8.00 ± 0.00	22.00 ± 0.00
<i>S. aureus</i> (MDR)	-	-	9.00 ± 0.00	22.00 ± 0.00
<i>S. epidermidis</i> DSMZ 20044	-	-	-	34.00 ± 0.00
<i>S. pneumoniae</i> (MDR)	-	-	7.00 ± 0.00	-

“-”: No activity



According to the data given in Table 2, 50 µL ethanol extract of *D. tabescens* presented activity against only *K. pneumoniae* (MDR) and *S. aureus* ATCC 25923 with inhibition zones of 9 mm and 7 mm respectively. 100 µL ethanol extract of *D. tabescens* showed antimicrobial activity against *E. faecium*, *K. pneumoniae*, *K. pneumoniae* (MDR), *P. aeruginosa* DSMZ 5071 and *S. aureus* ATCC 25923 with inhibition zones ranging between 7 mm and 9 mm. In addition, 100 µL ethanol extract of *D. tabescens* presented antimicrobial activity against *E. faecalis* ATCC 29212, *E. faecium*, *K. pneumoniae*, *K. pneumoniae* (MDR), *P. aeruginosa* DSMZ 5071, *S. enteritidis* ATCC 13075, *S. aureus* ATCC 25923, *S. aureus* (MDR) and *S. pneumoniae* (MDR) with inhibition zones ranging between 7 mm and 9 mm.

Discussion

According to the results, it was observed that ethanol extracts of *D. tabescens* has low to medium antimicrobial activity against several Gram positive and Gram negative microorganisms tested. There are limited studies in the literature about the antimicrobial activity of *Armillaria tabescens* (Scop.) Emel, which is the synonym of *D. tabescens*.

Previous studies showed that *A. tabescens* contains several protoilludane sesquiterpene aryl esters, which have some biological activities (Donnelly et al., 1997).

Dundar et al. (2015) tested the methanol extract of *A. tabescens* against *E. coli* ATCC 10536, *S. aureus* ATCC 6538, *B. subtilis* ATCC 6051, *Enterococcus hirae* ATCC 10541, *Micrococcus luteus* ATCC 9341 and *P. aeruginosa* ATCC 9027 by disk diffusion test and observed antimicrobial activity against *E. coli* ATCC 10536 with an inhibition zone of 5.00 ± 0.87 mm, *B. subtilis* ATCC 6051 with an inhibition zone of 3.00 ± 0.54 mm, *E. hirae* ATCC 10541 with an inhibition zone of 2.00 ± 0.72 mm and *M. luteus* ATCC 9341 with an inhibition zone of 4.00 ± 0.65 mm. In addition they didn't observe activity against *S. aureus* ATCC 6538 and *P. aeruginosa* ATCC 9027.

In our study, we observed an antimicrobial activity against *S. aureus* ATCC 6538 with inhibition zones of either 7 mm or 8 mm depending on the amount of extract used, in

addition we observed 9.00 ± 0.00 mm inhibition zone against *S. aureus* (MDR).

In contrary to Dundar et al. (2015), we haven't observed any antimicrobial activity against *E. coli* ATCC 25922, *E. coli* (MDR); but as Dundar et al. (2015) observed, antimicrobial activity wasn't determined against *B. subtilis* and *P. aeruginosa* in our study.

Bandara Herath et al. (2013) tested the antimicrobial activity of ethyl acetate extract of *A. tabescens* against *C. albicans* ATCC 90028, *Candida glabrata* ATCC 90030, *Cryptococcus neoformans* ATCC 90113, *Aspergillus fumigatus* ATCC 204305, *S. aureus* ATCC 29213, methicillin-resistant *S. aureus* ATCC 33591 (MRSA), *E. coli* ATCC 35218, *P. aeruginosa* ATCC 27853 and *Mycobacterium intracellulare* ATCC 23068, and observed antimicrobial activity against *C. albicans* ATCC 90028, *C. neoformans* ATCC 90113, *E. coli* ATCC 35218 and *M. intracellulare* ATCC 23068, which are contrary to our observations.

The differences in these results can be explained as the microorganisms used in these two studies were not the same strains. Also since the extraction solvents used in previous two studies were not the same with the one used in our study; the extracted compounds, thus the results are different.

When the results are compared with the results obtained from positive control, ciprofloxacin, they can be clearly found to be lower than the inhibition zones obtained from ciprofloxacin. Isolation and purification of active compounds from *D. tabescens* and applying these compounds separately on microorganisms with higher concentrations could possibly increase the activity. Although the results are lower than ciprofloxacin, two results, which are the activity against *K. pneumoniae* (MDR) and *S. pneumoniae* (MDR) is found to be remarkable, because *D. tabescens* extract presented antimicrobial activity against these multi drug resistant strains, while ciprofloxacin didn't.

As a result, our study clearly presents that *D. tabescens* have antimicrobial activity, but further researches are needed in order to analyze active substances and their activity mechanisms in details.



References

- Agrahar-Murugkar, D., and Subbulakshmi, G. (2005). Nutritional value of edible wild mushrooms collected from the Khasi hills of Meghalaya. *Food Chemistry*, 89(4), 599-603.
- Altuner, E. M., Akata, I., and Canlı, K. (2012). In vitro Antimicrobial Activity Screening of *Bovista nigrescens* Pers. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12(1), 90-96.
- Altuner, E. M., and Canlı, K. (2012). In vitro antimicrobial screening of *Hypnum andoi* AJE Sm. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12(1), 97-101.
- Altuner, E. M., Canlı, K., and Akata, I. (2014). Antimicrobial screening of *Calliergonella cuspidata*, *Dicranum polysetum* and *Hypnum cupressiforme*. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 8(1), 539-545.
- Andrews, J. M. (2007). BSAC standardized disc susceptibility testing method (version 6). *Journal of antimicrobial chemotherapy*, 60(1), 20-41.
- Bala, N., Aitken, E. A., Fechner, N., Cusack, A., and Steadman, K. J. (2011). Evaluation of antibacterial activity of Australian basidiomycetous macrofungi using a high-throughput 96-well plate assay. *Pharmaceutical biology*, 49(5), 492-500.
- Bonatti, M., Karnopp, P., Soares, H. M., and Furlan, S. A. (2004). Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. *Food chemistry*, 88(3), 425-428.
- Canlı, K., Akata, I., and Altuner, E. M. (2016b). In vitro antimicrobial activity screening of *Xylaria hypoxylon*. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative medicines*, 13(4), 42-46.
- Canlı, K., Altuner, E. M., Akata, I., Turkmen, Y., and Uzek, U. (2016a). In vitro antimicrobial screening of *Lycoperdon lividum* and determination of the ethanol extract composition by gas chromatography/mass spectrometry. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 11(2), 389-394.
- Canlı, K., Yetgin, A., Akata, I., and Altuner, E. M. (2016c). In vitro antimicrobial screening of *Aquilaria agallocha* roots. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 13(5), 178-181.
- Cardwell, G., Bornman, J., James, A., and Black, L. (2018). A review of mushrooms as a potential source of dietary vitamin D. *Nutrients*, 10(10), 1498.
- Cheung, L. M., and Cheung, P. C. (2005). Mushroom extracts with antioxidant activity against lipid peroxidation. *Food Chemistry*, 89(3), 403-409.
- Clardy, J., and Walsh, C. (2004). Lessons from natural molecules. *Nature*, 432(7019), 829-837.
- Core R Team, R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, <https://www.R-project.org/> (last accession: 15.08.2019).
- Donnelly, D. M., Konishi, T., Dunne, O., and Cremin, P. (1997). Sesquiterpene aryl esters from *Armillaria tabescens*. *Phytochemistry*, 44(8), 1473-1478.
- Dülger, B., Fedai, Ş. E. N., and Gücin, F. (1999). Antimicrobial Activity of The Macrofungi *Russula delica* Fr. *Turkish Journal of Biology*, 23(1), 127-134.
- Dulger, B., Suerdem, T. B., Yesilyurt, D., Hacıoglu, N., and Camdeviren, A. (2005). Evaluation of antimicrobial activity of the macrofungus *Phellinus torulosus*. *Journal of Biological Sciences*, 5(4), 436-439.
- Dundar, A., Okumus, V., Ozdemir, S., Celik, K. S., Boga, M., Ozcagli, E., Ozhan, G., and Yildiz, A. (2015). Antioxidant, antimicrobial, cytotoxic and anticholinesterase activities of seven mushroom species with their phenolic acid composition. *Journal of Horticulture*, 2(4), 1000161.
- Falandysz, J. (2008). Selenium in edible mushrooms. *Journal of Environmental Science and Health Part C*, 26(3), 256-299.
- Gunde-Cimerman, N. (1999). Medicinal value of the genus *Pleurotus* (Fr.) P. Karst.(agaricales sl, Basidiomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1(1), 69-80.
- Hammer, K. A., Carson, C. F., and Riley, T. V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of applied microbiology*, 86(6), 985-990.



- Herath, H. B., Jacob, M., Wilson, A. D., Abbas, H. K., and Nanayakkara, N. D. (2013). New secondary metabolites from bioactive extracts of the fungus *Armillaria tabescens*. *Natural product research*, 27(17), 1562-1568.
- Imtiaj, A., and Lee, T. S. (2007). Screening of antibacterial and antifungal activities from Korean wild mushrooms. *World journal of agricultural sciences*, 3(3), 316-321.
- Mahasneh, A. M., and El-Oqlah, A. A. (1999). Antimicrobial activity of extracts of herbal plants used in the traditional medicine of Jordan. *Journal of Ethnopharmacology*, 64(3), 271-276.
- Onbasili, D., Altuner, E. M., and Çelik, G. Y. (2011). *Mnium marginatum* özütlerinin antimikrobiyal aktivitesi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11(2), 205-208.
- Ooi, V.E.C. (2010) *Medicinally important fungi*. In: Van Griensven editor. Science and cultivation of edible fungi, Rotterdam: Balkema.
- Paudel, B., Bhattarai, H. D., Lee, J. S., Hong, S. G., Shin, H. W., and Yim, J. H. (2008). Antibacterial potential of Antarctic lichens against human pathogenic Gram-positive bacteria. *Phytotherapy research*, 22(9), 1269-1271.
- Silici, S., and Koc, A. N. (2006). Comparative study of in vitro methods to analyse the antifungal activity of propolis against yeasts isolated from patients with superficial mycoses. *Letters in applied microbiology*, 43(3), 318-324.
- Wasser, S. P., and Weis, A. L. (1999a). Medicinal properties of substances occurring in higher basidiomycetes mushrooms: current perspectives. *International Journal of medicinal mushrooms*, 1(1), 31-62.
- Wasser, S. P., and Weis, A. L. (1999b). Therapeutic effects of substances occurring in higher Basidiomycetes mushrooms: a modern perspective. *Critical Reviews™ in Immunology*, 19(1), 65-96.
- Watanabe, F., Yabuta, Y., Bito, T. and Teng, F. (2014). Vitamin B12-containing plant food sources for vegetarians. *Nutrients*, 6(5), 1861-1873.
- Webster, D., Taschereau, P., Belland, R. J., Sand, C., and Rennie, R. P. (2008). Antifungal activity of medicinal plant extracts; preliminary screening studies. *Journal of Ethnopharmacology*, 115(1), 140-146.
- WHO, Antibiotic resistance, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antibiotic-resistance> (last accession: 15.08.2019).



Geliş(Received) :20/09/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.624149

Determination of Genetic Diversity by Classification of Vegetative Compatibility Groups of Tomato Pathogen *Fusarium oxysporum* in Aegean Region

Tanay UZGAN*¹, Yiğit TERZİ², Füsün Bahriye UÇAR³

*Corresponding author: Tanayuzgan92@gmail.com

Ege University, Faculty of Science, Department of Biology, İzmir, Turkey

¹Orcid ID: 0000-0003-4784-4393/ Tanayuzgan92@gmail.com

²Orcid ID:0000-0003-2572-7508/ yigit.trz@gmail.com

³Orcid ID:0000-0002-8140-7448/ fusun.b.ucar@gmail.com

Abstract: Tomatoes are one of the widely grown vegetables worldwide. *Fusarium oxysporum* (Schltdl, 1824) is a pathogen of plants which causes vascular wilt. The phytopathogenic strains cause destructive vascular wilt disease and often limit the production. However, isolates in the same vegetative compatibility group (VCG) are more genetically similar than vegetatively incompatible ones. Therefore, VCG tests are useful to determine genetic diversities or similarities.

Sixty *Fusarium oxysporum* samples were taken from twenty different regions. Samples were phenotypically identified as *Fusarium* sp. (Link, 1809) according to microscopic observations and media characteristics. After identification, nitrate non-utilizing (nit) mutants were determined. Then, they were divided into four phenotypic mutant classes and then vegetative compatibility tests are performed.

Six nit1 mutants, six nitM mutants and, five nit3 mutants are found for every district. Sixty-six crossing show that twenty-seven pair of samples are determined as same VCG, thirty-nine couple of samples is defined as different VCG.

According to these results, minimum genetic variants have been found between samples. Our study could help to understand linkages between parasexual recombination and pathogenicity.

This study financially supported by Ege University Scientific Research Projects Coordination Foundation.

Key words: *Fusarium oxysporum*, Vegetative compatibility, Fungus, Tomatoes

Ege Bölgesindeki Domates Patojeni *Fusarium oxysporum*'un Vejetatif Uyumluluk Gruplarının Belirlenmesi İle Genetik Çeşitliliğ Saptanması

Öz: Domates bitkisi dünya çapında geniş dağılıma sahip bir bitkidir. *Fusarium oxysporum* (Schltdl, 1824) ise domateste fide baygınlığına sebep olan bir patojendir. Fitopatojen olan suşların sıklıkla yıkıcı vasküler baygınlık ile üretimin sınırlandırılmasına sebep olurlar. Aynı vejetatif uyumluluk grubunda (VCG) bulunan izolatlar, genetik olarak birbirine uyumsuz olanlara göre daha fazla genetik benzerliğe sahiptirler. Bu sebep ile VCG testleri genetik çeşitliliği veya benzerliği saptamak için kullanışlı yöntemlerdir.

Altmış *F. oxysporum* yirmi farklı bölgeden toplanmıştır. Sonrasında, örnekler fenotipik olarak mikroskopik gözlemler ve besiyeri karakteristiklerine göre *Fusarium* sp. (Link, 1809) olarak tanımlanmıştır. Tanılama sonrasında, nitrati kullanamayan (nit) mutantları tanımlanmıştır. Sonrasında



örnekler dört farklı fenotipik mutant sınıfına ayrılmışlardır. Daha sonrasında vejetatif uyumluluk testleri gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, her bir bölge için altı adet nit1 mutanı, altı adet nitM mutanı, beş adet nit3 mutanı saptanmıştır. Altmışaltı çaprazlama sonucunda; yirmi yedi çift örnek aynı VCG'de gruplanmıştır, otuz dokuz çift örnek ise farklı VCG'de bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre, toplanan örnekler arasındaki minimum genetik çeşitlilik belirlenmiştir. Bu çalışma paraseksüel rekombinasyon ile patojenite arasındaki ilişkinin anlaşılabilmesine katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Fusarium oxysporum*, Vejetatif uyumluluk, Fungus, Domates

Introduction

F. oxysporum (Schltdl, 1824) is a necrotrophic pathogen causing a disease known worldwide as tomato wilt. It starts with yellowing the leaves by clogging the plant veins under appropriate conditions, resulting in the whole plant dying. Tomato is an essential crop in terms of agricultural worldwide, and it is an important model organism in molecular and genetic studies of resistance mechanisms (Zhao et al., 2018; Okungbowa & Shittu, 2012).

The studies on *F.oxysporum* have been carried out with pathogenic strains as they cause damages such as vascular wilt, root decay, and cellular destruction in more than 150 plants. Examples include bananas, cotton, tomatoes, cabbages, many flowering plants, trees, and agricultural importance other plants. Non-pathogenic strains, however, are generally more frequent and more diverse than pathogenic ones (Bacon & Yates, 2006; Gordon & Martyn, 1997).

When two different mycelia of different genotypes combine, a bi-nucleated form of mycelium occurs. In this mycelium, two different haploid strains are present at the same time and undergo mitotic division within the same cytoplasm. In this type of cytoplasm, more than one genetically different nucleus containing, are called heterokaryon. In this case, cell fusion and diploidization rarely take place. In the meantime, mitosis can appear infrequently. With these divisions, the diploid nucleus becomes a haploid. During the mitotic phase of this diploid nucleus, recombination between homologous chromosomes can occur. For this reason, the parasexual system is a genetic recombination system without meiosis (Pál et al., 2007).

In most of their lives, most fungi are haploid and do not show sexual reproduction. While in a vegetative state,

fungi may undergo mitotic recombination known as hyphal fusion, karyogamy, and parasexual cycle. Finding the proper partner is crucial for the mitotic recombination of the parasexual cycle as well as a sexual one (Moore et al., 1978).

The first step of the parasexual cycle in fungi is pheromone secreting. Pheromone production genes are controlled by heterokaryon self-incompatibility (*hsi*) genes and receptor genes. *hsi* and vegetative incompatibility (*vic*) genes are responsible for the fusion step in which hyphae anastomosis occurs (Leslie, 1993).

Different hyphae can utilize the physiological and genetic advantages of heterokaryons without anastomosis and risk. The incompatibility of the two strains is due to genetic similarities and differences in the heterokaryon incompatibility (*het*) and *vic* loci. The isolates found in the same vegetative compatibility group (VCG) have the same alleles in *vic* and *het* loci. Those indifferent VCGs differ in terms of at least one allele in *vic* and *het* loci. The more *vic* loci in the cell, the more diverse the possible VCGs are (Glass et al., 2000; Klein & Correll, 2001).

As the number of possible *vic* loci increases, so does the number of VCGs in which organisms can be found. If an organism crosses with its lineage and becomes involved in more than one compatible VCG, the parental organism has so many different alleles. For example, the presence of two different alleles at one locus of parental of the lineage involved in two VCGs is shown as 2^1 in different VCGs. If there are differences in the two loci, this gives us four (2^2) different VCGs. *Fusarium moniliforme* has 10 *vic* loci that control vegetative compatibility. This shows us that 2^{10} different VCGs can be found. If two different strains are clones made from the same strain, then they must be in a different VCG; but the presence of these strains in different VCGs does not mean they are clones (Krnjaja et al., 2013).



For this reason, the use of different nitrate non-utilizing (nit) mutants for VCG tests is preferred because it can quickly gain strain phenotypic discrimination and targets essential genes (Puhalla, 1985).

Material and method

1-Collection of samples

Three different fields of Karakuyu village of Menderes in İzmir were visited, and twenty different disease regions were detected in the fields. Three plants are collected from each of these regions, reaching a total of sixty samples.

Plant samples were selected considering *Fusarium* wilt and characteristic features. Browning in xylems and leaves are selected during the collection, which is specific to this disease. The disease starts only on one side of plants, top leaves were seen as a yellow flag. Therefore, in the early period this situation called as "yellow flag" in fields (ignjatov et al., 2012).

2-Microbiological Analysis

First, samples are isolated with Komada's Medium just after three minutes of surface sterilization with 0,01 % mercury chloride (Alborch et al., 2009; Komada, 1975). After that, samples were sliced into 1mm disks for transferring to medium. Then, all samples were analyzed by their micro- and macro-morphological characteristics by using Malt Extract Agar (MEA), Potato Dextrose Agar (PDA) ve Dikloran Gliserol Agar (DG18) (Samson et al., 2010).

As a result of the observations made under the microscope, microconidia and macroconidia of organisms were compared with the literature in terms of shape, size, and structure. Studies were continued with isolates that matched the targeted morphology.

3-Determining of Nitrate Non-utilizing Mutants

Nitrate non-utilizing (nit) mutants were found by the medium which contains 3% potassium chlorate (KClO₃). Chlorate is nitrate analog which can be used by nitrate reductase enzyme. This enzyme transform chlorate into

chlorite, which is extremely toxic for fungi. When wild type organisms were die, mutants can survive because mutants do not have nitrate reductase enzyme (Zainudin et al., 2009).

Four different media are used for the detection of nit1, nit3, nitM, and crn mutants. The first one contains nitrate as the sole nitrogen source; the second one contains nitrite as the sole nitrogen source; the third one contains hypoxanthine as the sole nitrogen source; the fourth one contains ammonium tartrate as the sole nitrogen source which is presented in table 1. The petri dishes is stored at 25°C for 10-15 days. As a result of the process, it is determined which sub-mutant group. Organisms are grouped according to the combinations on media in which the growth looks like the wild type form. In the negative result, growth is thin or morphologically damaged. The mutants are recovered with minimal media (Krnjaja et al., 2013).

Table 1. Combinations of different nitrogen sources and mutant types by their growth like a wild type.

	NO ₃	NO ₂	Hypoxanthine	NH ₄ ⁺	Chlorate
WT	+	+	+	+	-
nit1	-	+	+	+	+
nit3	-	-	+	+	+
nitM	-	+	-	+	+
crn	+	+	+	+	+

4-Vegetative Compatibility Group Tests

VCG tests are performed in minimal medium containing nitrate as the sole nitrogen source. During this process, the nit1 mutant strains are planted in the center of the petri dish, while the nit3 and nitM mutants are placed around it. Crn mutants were excluded from the study because they were able to grow in the presence of nitrate as the sole nitrogen source and were resistant to chlorite. In order to prevent possible errors, mutants were placed not to exceed four in the surround of nit1 mutants on the petri dish, which shown as figure 1.

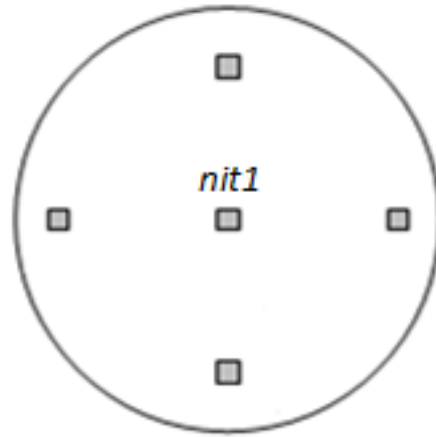
2nd International Eurasian Mycology Congress 2019

Figure 1. Locations of mutants on petri dish.

The petri dishes are kept at 25°C. for 10-15 days, and if the micelles have grown by combining micelles, the two crossing strains are grouped in the same VCG. If there is no reproduction or a zone of death occurs, these two strains are grouped in different VCG. Isolates from the

same VCG are also tested by dual cross-control again. At the end of 7-10 days, hyphae begin to contact each other, as shown in figure 2. If a positive result occurs, dam form will occur between 10-15 days, as shown in figure 3.



Figure 2. First contact between different strains at 7-10 days of incubation

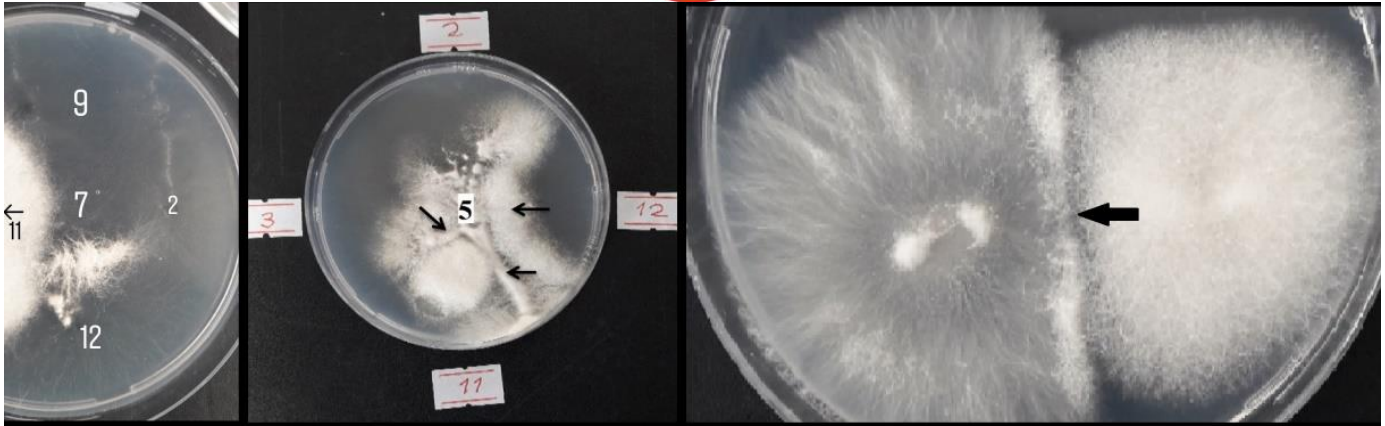


Figure 3. Example of vegetative compatibility group tests. Arrows indicate the formation of the dam form between the isolates. In the first frame, 12 to 7 and 11 to 7 are in the same VCG while 9 to 7 and 2 to 7 are in different VCG. In the second frame, between 5 to 11, between 11 to 12 and between 5 to 12 dam forms have occurred. In the last frame, the form of the dam is seen obviously.

Results

1-Nitrate Non-utilizing Mutants

Nit mutants were obtained from all samples except seven of the sixty samples. Nit mutants were categorized according to the media in which they were produced. Their results show which groups they belong to. This categorization takes place with the obtained medium combinations.

The desired mutant group was not detected in 3 of 20 regions. In the remaining 17 regions, six nit1 mutants, six nitM mutants, and five nit3 mutants were obtained. The crn mutants are separated because they will not use in VCG assays. No nit3 or nitM mutant was detected in any region where the nit1 mutant was detected, and vice versa. A total of 36 crn mutants were obtained, and all isolates accounted for 60% of the crn mutant. The nit1, nit3, and nitM mutants from each region were recovered in the minimal medium for use in VCG assays.

2-Vegetative Compatibility Group Test Results

As a result of 66 crossings; 8 nit1 x nit3 pairs are grouped in the same VCG and 19 nit1 x nitM pairs are grouped in the same VCG. It was determined that 27 pairs of organisms were in the same VCG and 39 pairs of organisms were in different VCGs.

Discussion

Chlorate resistant and nitrate utilizing crn mutants are rare mutants found in *Aspergillus nidulans* and *Fusarium oxysporum*. However, at the same rate, they are abundant in these species. The crn1 locus of nit3 was found to be directly associated with the control of the nitrate reductase pathway and is thought to be allelic. The crn5 locus was found to be linked to the region where nit1 encodes the gene for the nitrate reductase enzyme (Klitticht & Leslie, 1999). Because of these, it was not surprising to see that 60 % of all samples were crn mutants. The presence of a large number of crn mutants is inevitable. In this study, the isolation results of the mutants were consistent with the literature. The categorization of the results according to the regions in which they were collected constituted an important distinction in terms of geographical distribution.

Knowing the minimum diversity found in the field has a vital role in finding the source of outbreaks, in determining pathogen distribution and in detecting resistant strains. It is critical issue to understand mechanisms of VCGs therefore more studies are required on this topic in future. By observing the genetic distribution of organisms that can cause significant outbreaks such as *Fusarium oxysporum*, it may be possible to detect these outbreaks in advance. Therefore, vcg tests have great potential for today's studies.

2nd International Eurasian Mycology Congress 2019

The results of 27 same VCGs found in this study show us the minimum diversity in the population. While these 27 pairs of organisms are similar in many genes, but they also differ by key genes. This difference may be related to nutrition as it results from a nitrogen-based separation. The phenomenon identified as pathogenicity

for fungi is also basically a form of nutrition, and the connection between pathogenicity and VCGs should be investigated in detail. Perhaps with the early detection of outbreaks in the future, losses can be minimized.

References

- Alborch, L., Bragulat, M.R., & Cabanes and F.J. (2009). Comparison of two selective culture media for the detection of *Fusarium* infection in conventional and transgenic maize kernels. Letters in *Applied Microbiology*, 50 (3), 266-294.
- Bacon, C. W., & Yates, I. E. (2006). Endophytic root colonization by *Fusarium* Species: 21 Histology, plant interactions, and toxicity in microbial root endophytes. *Springer Berlin Heidelberg*, 133–152.
- Glass, N.L., Jacobson, D.J. & Shiu, P.K. (2000). The genetics of hyphal fusion and vegetative incompatibility in filamentous ascomycete fungi. *Annual Review of Genetics*, 34, 165-186.
- Gordon, T. R. and Martyn, R. D. (1997). The evolutionary biology of *Fusarium oxysporum*, *Annual Review of Phytopathology*, 35, 111–128.
- Ignjatov M., Milošević D., Nikolić, Z., Gvozdanović-Varga, J., & Jovičić Gordana Zdjelar J. (2012) *Fusarium oxysporum* as causal agent of tomato wilt and fruit rot, *Pesticides and Phytomedicine*, 27(1), 25–31.
- Klein, K.K., & Correll, J.C. (2001). Vegetative compatibility group diversity in *Fusarium*. In B.A. Summerell, J.F. Leslie, D. Backhouse, W.L. Bryden, & L.W. Burgess (Eds.), *Fusarium - Paul E. Nelson Memorial Symposium*, 392.
- Klitticht, C.J.R., & Leslie, J.F. (1999) Chlorate-resistant, nitrate-utilizing mutants of *Fusarium*, *J. Gen. Microbiol.*, 721- 727.
- Komada, H. (1975) Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium oxysporum* from natural soil, *Rev. Plant Protec. Res.*, 8 (13), 114-124.
- Krnjaja, V., Lević, J., Stanković, S., & Vasić, T. (2013). The use of vegetative compatibility tests for identification of biodiversity of phytopathogenic fungi, *Pestic. Phytomed.*, 28 (3), 157–165.
- Leslie, J.F. & Summerall, B.A. (2006). The *Fusarium* Laboratory Manual, *Blackwell Publishing*, 388.
- Leslie, J.F., (1993). Fungal vegetative compatibility, *Ann. Rev. Phytopathol.*, 31, 127-150.
- Link, H.F., (1809). Observaciones in ordines plantarum naturales, *Dissertatio I. Magazin der Gesellschaft Naturforschenden Freunde Berlin*. 3(1):3-42
- Moore, D., Robson, G.D., & Trinci, A.P.J. (1978). 21st Century Guidebook to Fungi, *Second Edition, Cambridge University Press* 7.5, 1-7.
- Okungbowa, F. I., & Shittu, H. O. (2012). *Fusarium* wilts: an overview, *Environ. Res. J.*, 6 (2) 122-134.
- Pál, K., Diepeningen, A.D., Varga, J., Hoekstra, R.F., Dyer, P.S., & Debets, A.J.M. (2007). Sexual and vegetative compatibility genes in the aspergilli, *Stud. in Mycol.*, vol. 59, 19-30.
- Puhalla, J.E. (1985). Classification of strains of *Fusarium oxysporum* on the basis of vegetative compatibility, *Can. J. Bot.*, 63(2), 179-183.
- Samson, R.A., Houbraken, J., Thrane, U., Frisvad, J.C., & Andersen, B. (2010). Food and indoor fungi, *CBS Laboratory Manual Series*, 192-193.
- Snyder, W.C. & Hansen, H.N. (1940). The species concept in *Fusarium*. *Amer. J. Bot.*, 27, 64-67
- Zainudin, N.A.I.M., Ismail, N.A., Nor, N.M.I.M., Razak, A.B., Sidique, S.N.M., & Salleh, B. (2009). Nitrate non-utilizing mutants and vegetative compatibility groups of *Fusarium proliferatum* and *f. sacchari* isolated from rice in the peninsular malaysia and kalimantan, Indonesia, *J. Plant Protect. Res.*, 49 (2) 233-238.
- Zhao M., Ji H., Gao Y., Cao X., Mao H.Y., & Ouyang S-Q. (2018). An integrated analysis of mRNA and sRNA transcriptional profiles in tomato root: Insights on tomato wilt disease, *PLoS ONE*, vol. 13(11), 238.



Geliş(Received) :24/10/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.637601

***Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. ve *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer'in GC-FID İle Yağ Asit Kompozisyonlarının Belirlenmesi**

Merve KOÇAK¹, Sinan AKTAŞ^{2*}, Fatih DURMAZ³

*Sorumlu yazar: sinaktas@yahoo.com

¹Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoteknoloji Bölümü, Selçuklu/Konya/TÜRKİYE

Orcid No: 0000-0001-7590-7190/mrv2kocak@gmail.com

²Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Selçuklu/Konya/TÜRKİYE

Orcid No: 0000-0003-1657-5901/sinaktas@yahoo.com

³Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Selçuklu/Konya/TÜRKİYE

Orcid No: 0000-0001-9878-7961/fatihkaan@gmail.com

Öz: Çalışma materyalini oluşturan *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. ve *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer türleri Bozkır (Konya) ilçesinden toplanmıştır. Toplanan örnekler kese kâğıtları içerisinde laboratuvara getirilerek kurutma işlemine tâbi tutulmuştur. Uygun formlara dönüştürülen kurutulmuş mantar örnekleri, hexane kullanılarak soxhlet cihazı ile 6 saat boyunca ekstrakte edilerek GC analiz formu için hazır hale getirilmiştir. GC-FID analiz cihazı ile yağ asit kompozisyonlarının tayinleri yapılmıştır. *L. sulphureus*' ta: Cis-11-Eicosenoic asit (%52.8213), gama-Linolenic asit (%10.3900), Capric asit (%8.2087); *L. decastes*' de: gama-Linolenic asit (%42.6720), Linoleic asit (%38.2950) ve Palmitic asit (%11.1383) ile en yüksek yüzde alanlarına sahip serbest yağ asidi (FFA) değerlerini oluşturduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Laetiporus sulphureus*, *Lyophyllum decastes*, Ekstraksiyon, GC-FID, Serbest yağ asidi

Determination of Fatty Acid Compositions of *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. and *Lyophyllum decastes* (Fr.) by GC-FID

Abstract: *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. and *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer species were collected from Bozkır (Konya) district. The collected samples were brought to the laboratory in paper bags and the drying process was performed. The dried fungus samples, which were converted into suitable forms, were extracted for 6 hours with a soxhlet device using hexane and made ready for GC analysis form. Fatty acid compositions were determined by GC-FID analyzer. *L. sulphureus*: Cis-11-Eicosenoic acid (52.8213%), gamma-Linolenic acid (10.3900%), Capric acid (8.2087%); *L. decastes*: gamma-Linolenic acid (42.6720%), Linoleic acid (38.2950%) and Palmitic acid (11.1383%) with the highest percentage of free fatty acid (FFA) values were found to form.

Key words: *Laetiporus sulphureus*, *Lyophyllum decastes*, Extraction, GC-FID, Free Fatty Acid



Giriş

Doğada birçok mantar cinsi yenilebilir ve bunlar karbonhidrat, protein, vitamin, mineral, yağ, lif ve çeşitli amino asitler gibi temel besinler bakımından zengindir (Heleno ve ark., 2010). Çok sayıda temel besin içermeleri dolayısıyla, mantarlar genellikle besleyici gıdaların (Et, süt, yumurta gibi) niteliklerinin çoğuna sahiptir (Kalac, 2009). Ancak diğer besinlere göre yağ oranının daha düşük seviyelerde olması dolayısıyla diyet özellikleri bakımından ön plana çıkmaktadır. Düşük seviyelerde bulunan yağların, temel özelliklerini yüksek oranda doymamış yağ asitleri ve daha az oranda da doymuş yağ asitleri teşkil etmektedir. Bu yağ asitleri MUFA (Tekli doymamış yağ asitleri), PUFA (Çoklu doymamış yağ asitleri), SFA (Doymuş yağ asitleri) olarak tanımlanmaktadır. Doymamış yağ asitlerinin insan sağlığı bakımından yararı göz önüne alındığında bu yağların tüketilmesinin gerekliliği yapılan birçok çalışmayla ortaya konulmuştur. Örnek olarak insanlarda koroner kalp hastalıklarının, kanserin, damar sertliğinin ve şeker hastalığının önlenmesinde etkili oldukları bildirilmektedir (Lopez-Ferrer ve ark. 1999). Tabiatda doğal olarak yetişen mantarların yağ asit kompozisyonlarının incelenmesi, besin değerlerinin yanı sıra, içermiş olduğu doymuş ve doymamış yağ asitlerinin belirlenmesi bu canlı grubunun farklı bir açıdan önemini ortaya çıkaracaktır. Yenilebilir doğal mantarlardaki yağ asit kompozisyonlarının belirlenmesi için farklı standart metotlar (GC, GC-MS, GC-FID) kullanılmaktadır. Karışım yağ asitlerinden oluşan standart çözeltilerle karşılaştırmalı olarak doymuş ve doymamış yağ asitlerinin tayinleri yapılmaktadır. İncelemeler sonucunda elde edilen yağ asit oranlarına bakılarak, doğal beslenme ile alınan mantar türlerinin sağlık açısından yararları ve önemi açığa çıkarılmaktadır (Diez ve ark., 2001; Çolak ve ark., 2009; Ribeiro ve ark., 2009; Yılmaz ve ark. 2016; Durmaz ve ark. 2017-2018).

Çalışma materyalini oluşturan *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. genel olarak Avrupa ve Kuzey Amerika'da bulunan bir türdür. Halk arasında kükürt mantarı olarak bilinir ve tadının yengeç veya istakozaya benzediği belirtilir. Bazidyokarp altın sarısı renkte ve raf benzeri şeklinde ağaç gövdelerinin ve dallarının üzerinde yetişir. Yaprak dökün

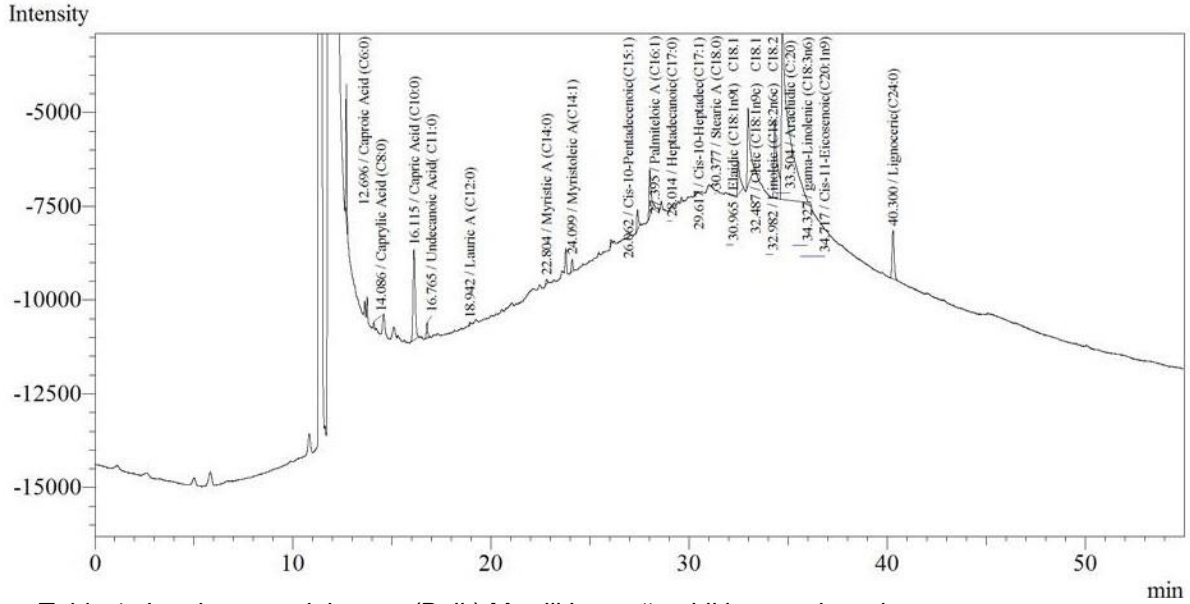
ağaçlarda saprofittir. Sarı veya turuncu rengi ile kolaylıkla fark edilir (Vasaitis ve ark. 2009). *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer, genellikle tavuk mantarı olarak bilinen, hafifçe turp benzeri bir tada sahip, çürümekte olan döküntüler üzerinde kümeler halinde yetişen *Lyophyllaceae* familyasına ait yenilebilir bir mantar türüdür (Breitenbach ve Kränzlin, 1991).

Materyal ve Metot

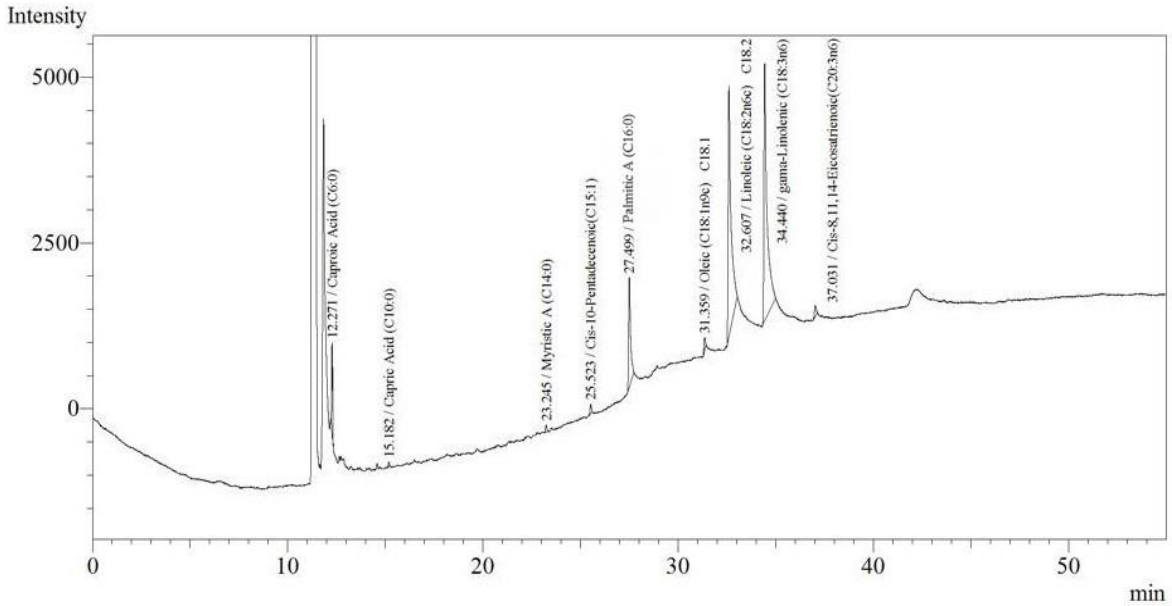
Analizleri yapılacak olan *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. ve *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer türleri 2018 yılında Bozkır (Konya) ilçesinden toplanmıştır. Toplanan örnekler kese kağıtları içerisinde laboratuvara getirilerek kurutma işlemine tâbi tutulmuş ve makroskopik-mikroskopik özellikleri belirlenerek mevcut literatür yardımıyla teşhisleri yapılmıştır (Moser, 1983; Ellis ve Ellis, 1990; Breitenbach ve Kränzlin, 1986-1991; Dähncke, 1993). Teşhisi yapılan ve kurutulan örnekler, değirmende çekilerek toz haline getirildikten sonra, yağ asit kompozisyonlarının belirlenmesi için ön işlem olan ekstraksiyon işlemi, uygun çözücü ile soxhlet cihazı kullanılarak tamamlanmıştır. Ekstraktı yapılan karışım çözeltisi, çözücüsünden damıtma yoluyla ayrıştırılarak GC analiz formu için hazır hale getirilmiştir. SHIMADZU GC-2010 plus analiz cihazı ve FID dedektör (Alev İyonizasyon Dedektörü) ile yağ asit kompozisyonlarının tayinleri yapılmıştır. Taşıyıcı gaz He (1,03 ml/dk) kullanılmıştır. 140°C den kademeli olarak 25 dakikada 250 °C ye artırılmış ve bu sıcaklıkta 55 dakika analiz yapılmıştır. 20 µL split formunda (%50) enjeksiyon yapılarak 3 tekrarlı analizler yapılmıştır. Bu analiz sonuçları standart karışım yağ asitleri ile karşılaştırılarak analizi yapılan mantarlardaki yağ asit kompozisyonları çıkarılmıştır.

Bulgular

Bozkır (Konya) ilçesinden 2018 yılında toplanan *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. ve *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer, kurutulup değirmende çekildikten sonra elde edilen toz halindeki numunenin ekstraksiyon yöntemiyle ekstrakte edilip GC-FID'de tayin edilen yağ asiti kompozisyonları Şekil 1,2 ve Tablo 1,2'de verilmiştir.

2nd International Eurasian Mycology Congress 2019Şekil 1. *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill.'e ait yağ asit kromatogramı.Tablo 1. *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill.'un yağ asidi kompozisyonları

Pik	Yağ asiti	Alıkonma zamanı	Alan	Alan Yüzdesi
1	Caproic Acid (C6:0)	12.696	11962	5.2618
2	Caprylic Acid (C8:0)	14.086	568	0.2498
3	Capric Acid (C10:0)	16.115	18662	8.2087
4	Undecanoic Acid (C11:0)	16.765	2025	0.8907
5	Lauric Acid (C12:0)	18.942	243	0.1068
6	Myristic Acid ((C14:0)	22.804	763	0.3356
7	Mrystoleic Acid (C14:1)	24.099	1730	0.7611
8	Cis-10-Pentadecenoic Acid (C15:1)	26.062	489	0.2152
9	Palmitoleic Acid (C16:1)	27.395	2862	1.2589
10	Heptadecanoic Acid (C17:0)	28.014	8125	3.5739
11	Cis-10-Heptadecanoic Acid (C17:1)	29.617	764	0.3362
12	Stearic Acid (C18:0)	30.377	55	0.0240
13	Elaidic Acid (C18:1n9t)	30.965	101	0.0445
14	Oleic Acid (C18:1n9c)	32.487	7810	3.4355
15	Linoleic Acid (C18:2n6c)	32.982	18090	7.9572
16	Arachidic Acid(C:20)	33.504	9	0.0038
17	Gama-Linolenic Acid (C18:3n6)	34.327	23621	10.3900
18	Cis-11-Eicosenoic Acid (C20:1n9)	34.717	120085	52.8213
19	Lignoceric (C24:0)	40.300	9378	4.1251
Toplam			227342	100.0000



Şekil 2. *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer'e ait yağ asit kromatogramı.

Tablo 2. *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer'in yağ asidi kompozisyonları

Pik	Yağ asiti	Alıkonma zamanı	Alan	Alan Yüzdesi
1	Caproic Acid (C6:0)	12.271	4445	4.4994
2	Capric Acid (C10:0)	15.182	290	0.2941
3	Myristic Acid ((C14:0)	23.245	577	0.5844
4	Cis-10-Pentadecenoic Acid (C15:1)	25.523	616	0.6236
5	Palmitic Acid (C16:0)	27.499	11003	11.1383
6	Oleic Acid (C18:1n9c)	31.359	954	0.9659
7	Linoleic Acid (C18:2n6c)	32.607	37829	38.2950
8	Gama-Linolenic Acid (C18:3n6)	34.440	42152	42.6720
9	Cis-8,11,14-Eicosatrien Acid (C20:3n6)	37.031	916	0.9273
Toplam			98782	100.0000

Tartışma

Doğal ortamlarından toplanan *Laetiporus sulphureus*'ta: Cis-11-Eicosenoic asit (%52.8213), gama-Linolenic asit (%10.3900), Capric asit (%8.2087); *Lyophyllum decastes*'de: gama-Linolenic asit (%42.6720), Linoleic asit (%38.2950) ve Palmitic asit (%11.1383) ile en yüksek yüzde alanlarına sahip serbest yağ asidi (FFA) değerlerini oluşturduğu tespit edilmiştir.

L. sulphureus'a ait yağ asit kompozisyonuna bakıldığında; toplam doymuş yağ asidi alan yüzdesi %22.7802, toplam doymamış yağ asidi alan yüzdesi %77.2198 olarak tespit edilmiştir. Bu oranlar içinde tekli

doymamış yağ asidi (MUFA) alan yüzdesi %58.8726; çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) alan yüzdesi %18.3472 dir (Şekil 1, Tablo1).

L. decastes'te tespit edilen toplam doymuş yağ asidi alan yüzdesi %16.5162, toplam doymamış yağ asidi alan yüzdesi %83.4838 dir. Toplam doymamış yağ asitleri alan yüzdesi içinde tekli doymamış yağ asidi (MUFA) alan yüzdesi %1.5895; çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) alan yüzdesi %81.8943 olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Tablo 2). Analize tabi tutulan örnekler için yağ asit kompozisyonları göz önüne alındığında, *L. sulphureus*'ta, toplam doymamış yağ asidinin toplam doymuş yağ asitlerine oranı



(MUFA+PUFA/SFA) 3.3897; *L. decastes*'te bu oran 5.0546'dır. Her iki örnekte de toplam doymamış yağ asitlerinin alan yüzde oranlarının yüksek olması, sağlık ve besinsel değerleri açısından oldukça değerli olması dolayısıyla

tüketilmesinin önemi açığa çıkmaktadır. Böylelikle çalışılan her iki türün, hem sağlık açısından hem de besin değeri açısından alternatif bir diyet ögesi olarak kullanılabilir özelliği ortaya konulmuştur.

Kaynaklar

- Breitenbach J., Kränzlin F. (1985-1991). *Fungi of Switzerland*, Volume 2-3. Verlag Mykologia CH-6000 Luzern 9, Switzerland.
- Çolak, A., Faiz, Ö, Sesli, E. (2009). Nutritional Composition of Some Wild Edible Mushrooms. *Turkish Journal of Biochemistry* 34(1); 25–31.
- Dähncke R.M. (1993). *1200 Pilze*. AT Verlag Aarau, Stuttgart.
- Diez V.A., Alvarez A. (2001). Compositional and nutritional studies on two wild edible mushrooms from North West Spain. *Food Chemistry* 75:417–422.
- Ellis, M.B., Ellis, J.P. (1990). *Fungi Without Gills (Hymenomycetes and Gasteromycetes)*. Chapman and Hill, London.
- Durmaz, F., Aktaş, S., Şimşek Sezer, E.N. (2017) Bovista plumbea Pers.'nın Yağ Asit İçeriklerinin İncelenmesi. *Mantar Dergisi/The Journal of Fungus* 8(2)104-108.
- Durmaz, F., Şimşek Sezer, E.N, Aktaş, S. (2018) Yenilebilir Bir Tür Olan Lycoperdon utriformis Bull.'in Yağ Asit Kompozisyonlarının Gaz Kromatografisi (GC)'de Tayin Edilmesi. *Mantar Dergisi/The Journal of Fungus* 9(1)50-53.
- Heleno, S.A., Barros, L., Sousa, M.J., Martins, A., Ferreira, I.C.F.R. (2010) Tocopherols composition of Portuguese wild mushrooms with antioxidant capacity. *Food Chemistry* 119: 1443-1450.
- Kalac, P. (2009). Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry* 113: 9-16.
- Lopez-Ferrer, S., Baucells, M. D., Barroeta, A. C., Grashorn, M. A. (1999). n-3 enrichment of chicken meat using fish oil: Alternative. *Poultry Science* 78: 356-365.
- Moser, M. (1983). *Keys to Agarics and Boleti*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Ribeiro, B., de Pinho, P.G., Andrade, P.B., Baptista, P., Valentão, P. (2009). Fatty acid composition of wild edible mushrooms species: A comparative study. *Microchemical Journal* 93:29–35.
- Vasaitis, R., Menkis, A., Woon Lim, Y., Tomkovsky, M., Jankovsky, L., Lygis, V., Slippers, B., Stenlid, J. (2009) Genetic variation and relationships in *Laetiporus sulphureus* sensu lato, as determined by ITS rDNA sequences and in vitro growth rate. *Mycological Research* 113: 326–336.
- Yılmaz A., Yıldız S., Yıldırım İ., Aydın A. (2016). Trabzon'da Mantar Tüketimi ve Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi. *Mantar Dergisi/The Journal of Fungus* 7(2)135-142.



Geliş(Received) :20/09/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article

Doi:10.30708.mantar.622863

In vitro* Antimicrobial Activity of *Morchella esculenta* and *Trametes versicolor

Kerem CANLI¹, Atakan BENEK², Merve ŞENTURAN³
İlgaz AKATA⁴, Ergin Murat ALTUNER^{5*}

*Corresponding Author: ergin.murat.altuner@gmail.com

¹ Dokuz Eylül University, Faculty of Science, Department of Biology, İzmir, Turkey

¹ Orcid ID: 0000-0001-6061-6948 / biyoloji@gmail.com

^{2,3,5} Kastamonu University, Faculty of Science and Arts, Department of Biology, Kastamonu, Turkey

² Orcid ID: 0000-0001-6726-5968 / atakan.benek1914@gmail.com

³ Orcid ID: 0000-0003-2700-7088 / msenturan@gmail.com

⁵ Orcid ID: 0000-0001-5351-8071 / ergin.murat.altuner@gmail.com

⁴ Ankara University, Faculty of Science, Department of Biology, Ankara, Turkey

⁴ Orcid ID: 0000-0002-1731-1302 / akata@ankara.edu.tr

Abstract: Fungi have a potential of using both as nutritive and medicinal food stuff. Because of containing several therapeutic agents, they are reported to be used for hundreds of years to treat several diseases caused by bacteria, fungi, viruses and parasites. The aim of this study is to determine the *in vitro* antimicrobial activity of *Morchella esculenta* (L.) Pers. 1801 and *Trametes versicolor* (L.) Lloyd 1921.

M. esculenta and *T. versicolor* samples were air dried and extracted by using ethanol. Antimicrobial activity of *M. esculenta* and *T. versicolor* ethanol extracts were investigated against several Gram positive and Gram negative bacteria strains, fungal strains, which are either standard or isolated from food and some multi drug resistant (MDR) clinical isolate bacteria namely, *Bacillus subtilis* DSMZ 1971, *Candida albicans* DSMZ 1386, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, *Enterococcus durans*, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae*, *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Pseudomonas aeruginosa* DSMZ 5071, *Pseudomonas fluorescense* P1, *Salmonella enteritidis* ATCC 13075, *Salmonella infantis*, *Salmonella kentucky*, *Salmonella typhimurium* SL 1344, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* DSMZ 20044, *Staphylococcus aureus* (MDR), *Escherichia coli* (MDR), *Klebsiella pneumoniae* (MDR), *Acinetobacter baumannii* (MDR), *Proteus vulgaris* (MDR), *Serratia odorifera* (MDR) and *Streptococcus pneumoniae* (MDR) by using the disk diffusion method.

As a result, it was observed that ethanol extracts of *M. esculenta* has medium to high antimicrobial activity against several Gram positive and Gram negative microorganisms tested, where *T. versicolor* presented low to high antimicrobial activity.

Key words: *Morchella esculenta*, *Trametes versicolor*, antimicrobial activity, disk diffusion, multi drug resistant bacteria, MDR



***Morchella esculenta* ve *Trametes versicolor*'un *In Vitro* Antimikrobiyal Aktivitesi**

Öz: Mantarlar hem besleyici hem de tıbbi gıda maddesi olarak kullanıma potansiyeline sahiptir. Terapötik ajanlar içerdiği için bakteri, mantar, virüs ve parazitlerin neden olduğu çeşitli hastalıkları tedavi etmek için yüzlerce yıl kullanıldıkları bildirilmektedir. Bu çalışmanın amacı *Morchella esculenta* (L.) Pers 1801 ve *Trametes versicolor* (L.) Lloyd 1921'in *in vitro* antimikrobiyal aktivitesini belirlemektir.

Çalışmada *M. esculenta* ve *T. versicolor* örnekleri kurutulmuş ve etanol kullanılarak ekstraktı elde edilmiştir. *M. esculenta* ve *T. versicolor* etanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi, *Bacillus subtilis* DSMZ 1971, *Candida albicans* DSMZ 1386, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, *Enterococcus durans*, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae*, *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Pseudomonas aeruginosa* DSMZ 5071, *Pseudomonas fluorescense* P1, *Salmonella enteritidis* ATCC 13075, *Salmonella infantis*, *Salmonella kentucky*, *Salmonella typhimurium* SL 1344, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* DSMZ 20044, *Staphylococcus aureus* (MDR), *Escherichia coli* (MDR), *Klebsiella pneumoniae* (MDR), *Acinetobacter baumannii* (MDR), *Proteus vulgaris* (MDR), *Serratia odorifera* (MDR) ve *Streptococcus pneumoniae* (MDR) gibi Gram pozitif ve Gram negatif standart, gıdadan izole edilmiş bakteri suşları, mantar suşları ve klinik izole bazı çoklu ilaca dirençli (MDR) klinik izolat bakteriler kullanılarak disk difüzyon yöntemi ile araştırılmıştır.

Sonuç olarak, *M. esculenta*'nın etanol ekstraktının, test edilen Gram pozitif ve Gram negatif mikroorganizmalara karşı orta ila yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu, *T. versicolor*'un ise düşük ila yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: *Morchella esculenta*, *Trametes versicolor*, antimikrobiyal aktivite, disk difüzyon, çoklu ilaca dirençli bakteriler, MDR

Introduction

After long-time overuse and misuse of antibiotics, drug resistance will occur as a result of a bacterial genome and gene mutations (Klein et al., 2007). Drug resistance of bacterial strains are threat to the effective infection treatment, so research of new antimicrobial candidates, like fungi extracts, became important for the treatment of numerous infections (Sullivan et al., 2006).

Fungi have a potential of using both as nutritive and medicinal food stuff. Because of containing several therapeutic agents, they are reported to be used for hundreds of years to treat several diseases caused by bacteria, fungi, viruses and parasites. A tremendous progress has been made in human medicine in the last decades, but bacterial, fungal and viral diseases are still threatening the public health in the developing countries (Atila et al., 2017).

Morchella esculenta (L.) Pers. 1801 is used for both medicinal and nutritional purposes thanks to containing many biological substances, such as proteins,

polysaccharides and vitamins (Litchfield et al., 1963). The anti-inflammatory, anticancer, antioxidant and antimicrobial effect of *M. esculenta* has been reported previously (Heleno et al., 2013).

Trametes versicolor (L.) Lloyd 1921, one of the white-rot fungi, is a well-researched species. It has intracellular and extracellular enzymes, such as laccases and peroxidases and the richness of biological material constitutes the potential to be used in various fields (Marco-Urrea et al., 2009).

The aim of this study is to determine the *in vitro* antimicrobial activity of *M. esculenta* and *T. versicolor* against a wide range of microorganisms.

Material and method

Fungi samples

Morchella esculenta (L.) Pers. 1801 and *Trametes versicolor* (L.) Lloyd 1921 samples were collected from Abant, Bolu, TURKEY.



Extraction process

Air dried fungi samples and extracted by using ethanol through shaking at room temperature according to the procedure given previously by Altuner and Canli (2012).

Inoculum preparation

The antimicrobial activity of *M. esculenta* and *T. versicolor* were tested against *Bacillus subtilis* DSMZ 1971, *Candida albicans* DSMZ 1386, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, *Enterococcus durans*, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae*, *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Pseudomonas aeruginosa* DSMZ 5071, *Pseudomonas fluorescence* P1, *Salmonella enteritidis* ATCC 13075, *Salmonella infantis*, *Salmonella kentucky*, *Salmonella typhimurium* SL 1344, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* DSMZ 20044, *Staphylococcus aureus* (MDR), *Escherichia coli* (MDR), *Klebsiella pneumoniae* (MDR), *Acinetobacter baumannii* (MDR), *Proteus vulgaris* (MDR), *Serratia odorifera* (MDR) and *Streptococcus pneumoniae* (MDR).

Inoculum of each microorganism was prepared according to the procedure, which was given previously by Hammer et al. (1999) and Canli et al. (2016).

Antimicrobial activity test

Extract stocks were prepared according to Canli et al (2015), which are 101 mg/mL for *M. esculenta* and 36.25 mg/mL for *T. versicolor*. Three different volumes of extract 40, 80 and 150 µL of *M. esculenta* and *T. versicolor* extracts were loaded on empty sterile antibiotic disks according to the procedure given in previous studies (Canli et al., 2015; Altuner et al, 2012). The antimicrobial activity of samples

was performed by the disk diffusion test as mentioned previously by Canli et al. (2017).

Positive and negative controls

Extraction solvent (ethanol) and empty sterile disks, and ciprofloxacin were used as negative and positive controls respectively.

Statistics

All tests were applied as triplicates. The data obtained from experimental work were analyzed by ANOVA test with $p = 0.05$ in order to present the significance of the difference between triplicates and Pearson's correlation coefficient was used to show, whether a correlation exists between the antimicrobial activity of the extract and increasing concentrations. R Studio, version 3.3.2 was used for statistical analysis (Core R Team, 2019).

Results

The diameters of inhibition zones, which were measured in millimeters, are given in Table 1 and Table 2 as the mean values of three replicates with standard errors. No activities were observed for the negative controls.

In addition, the ANOVA test showed that the difference between disk diffusion test results obtained from triplicates are not statistically significant ($p > 0.05$). Pearson's correlation coefficient (0.2488) presented that there is a weak correlation between the antimicrobial activity of the extract and increasing concentrations.

As a result, it was observed that ethanol extracts of *M. esculenta* has medium to high antimicrobial activity against several Gram positive and Gram negative microorganisms tested, where *T. versicolor* presented low to high antimicrobial activity.

2nd International Eurasian Mycology Congress 2019Table 1. Disk diffusion test results for *M. esculenta*

Microorganism	40 μ L	80 μ L	150 μ L	Ciprofloxacin
<i>B. subtilis</i> DSMZ 1971	-	7.00 \pm 0.00	8.00 \pm 0.71	36.00 \pm 0.00
<i>C. albicans</i> DSMZ 1386	-	-	8.00 \pm 0.00	-
<i>E. aerogenes</i> ATCC 13048	-	7.00 \pm 0.00	-	30.00 \pm 0.00
<i>E. durans</i>	-	-	7.00 \pm 0.00	24.00 \pm 0.00
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	-	-	7.00 \pm 0.00	19.00 \pm 0.00
<i>E. faecium</i>	7.00 \pm 0.00	10.00 \pm 0.00	10.00 \pm 0.71	29.00 \pm 0.00
<i>E. coli</i> ATCC 25922	-	7.00 \pm 0.00	-	-
<i>E. coli</i> (MDR)	7.00 \pm 0.00	-	7.00 \pm 0.00	-
<i>K. pneumoniae</i>	7.00 \pm 0.00	7.00 \pm 0.00	9.00 \pm 0.71	30.00 \pm 0.00
<i>K. pneumoniae</i> (MDR)	-	-	7.00 \pm 0.00	-
<i>L. innocua</i>	-	7.00 \pm 0.00	8.00 \pm 0.00	18.00 \pm 0.00
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 7644	-	7.00 \pm 0.00	8.00 \pm 0.00	20.00 \pm 0.00
<i>P. aeruginosa</i> DSMZ 5071	-	7.00 \pm 0.00	-	28.00 \pm 0.00
<i>P. fluorescens</i> P1	-	-	9.00 \pm 0.00	19.00 \pm 0.00
<i>S. enteritidis</i> ATCC 13075	-	7.00 \pm 0.00	7.00 \pm 0.00	36.00 \pm 0.00
<i>S. infantis</i>	-	7.00 \pm 0.00	7.00 \pm 0.00	24.00 \pm 0.00
<i>S. kentucky</i>	-	-	7.00 \pm 0.00	34.00 \pm 0.00
<i>S. typhimurium</i> SL 1344	-	-	7.00 \pm 0.00	35.00 \pm 0.00
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	-	7.00 \pm 0.00	8.00 \pm 0.00	22.00 \pm 0.00
<i>S. aureus</i> (MDR)	-	8.00 \pm 0.00	8.00 \pm 0.00	22.00 \pm 0.00
<i>S. epidermidis</i> DSMZ 20044	-	10.00 \pm 0.00	9.00 \pm 0.71	34.00 \pm 0.00
<i>Acinetobacter baumannii</i> (MDR)	-	-	-	-
<i>Proteus vulgaris</i> (MDR)	-	9.00 \pm 0.00	13.00 \pm 0.00	-
<i>Serratia odorifera</i> (MDR)	-	-	-	-
<i>S. pneumoniae</i> (MDR)	-	8.00 \pm 0.00	10.00 \pm 0.00	-

“-”: No activity

Table 2. Disk diffusion test results for *T. versicolor*

Microorganism	40 μ L	80 μ L	150 μ L	Ciprofloxacin
<i>B. subtilis</i> DSMZ 1971	-	7.00 \pm 0.00	7.00 \pm 0.71	36.00 \pm 0.00
<i>C. albicans</i> DSMZ 1386	-	-	7.00 \pm 0.00	-
<i>E. aerogenes</i> ATCC 13048	-	-	-	30.00 \pm 0.00
<i>E. durans</i>	-	-	-	24.00 \pm 0.00
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	-	-	7.00 \pm 0.00	19.00 \pm 0.00
<i>E. faecium</i>	-	7.00 \pm 0.00	14.00 \pm 0.00	29.00 \pm 0.00
<i>E. coli</i> ATCC 25922	-	7.00 \pm 0.00	-	-
<i>E. coli</i> (MDR)	-	-	-	-
<i>K. pneumoniae</i>	-	7.00 \pm 0.00	-	30.00 \pm 0.00
<i>K. pneumoniae</i> (MDR)	-	-	7.00 \pm 0.00	-
<i>L. innocua</i>	-	7.00 \pm 0.00	8.00 \pm 0.00	18.00 \pm 0.00
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 7644	-	7.00 \pm 0.00	8.00 \pm 0.00	20.00 \pm 0.00
<i>P. aeruginosa</i> DSMZ 5071	-	9.00 \pm 0.00	7.00 \pm 0.00	28.00 \pm 0.00
<i>P. fluorescens</i> P1	-	-	8.00 \pm 0.00	19.00 \pm 0.00
<i>S. enteritidis</i> ATCC 13075	-	-	7.00 \pm 0.00	36.00 \pm 0.00
<i>S. infantis</i>	-	-	-	24.00 \pm 0.00
<i>S. kentucky</i>	-	-	7.00 \pm 0.00	34.00 \pm 0.00
<i>S. typhimurium</i> SL 1344	-	-	-	35.00 \pm 0.00
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	-	-	8.00 \pm 0.00	22.00 \pm 0.00
<i>S. aureus</i> (MDR)	-	-	8.00 \pm 0.00	22.00 \pm 0.00
<i>S. epidermidis</i> DSMZ 20044	-	9.00 \pm 0.00	8.00 \pm 0.00	34.00 \pm 0.00
<i>Acinetobacter baumannii</i> (MDR)	-	-	-	-
<i>Proteus vulgaris</i> (MDR)	-	-	-	-
<i>Serratia odorifera</i> (MDR)	-	-	7.00 \pm 0.00	-
<i>S. pneumoniae</i> (MDR)	-	-	7.00 \pm 0.00	-

“-”: No activity



Discussion

Kalyoncu et al. (2010) analyzed antimicrobial activity of *M. esculata* ethanol extract against 11 microorganisms and found low antimicrobial activity against *S. aureus*, *S. lutea*, *S. typhimurium* and *C. albicans*. As these results are compared to our study, it can be observed that more microorganism strains were affected in our study. The reason for the difference is thought to be that the samples were collected from different localities and the strains were different.

Although Venturini et al. (2008) studied the antibacterial activity of the different extracts of *M. esculata* against 5 strains, which are *E. coli*, *S. enteritidis*, *Shigella sonnei*, *Vibrio parahaemolyticus* and *Yersinia enterocolitica*, and they only found an activity against *Y. enterocolitica* with only the aqueous extract. The reason of the differences between the results of this study and our study is most probably due to the difference in the strains, the extraction solvents and the collection localities of fungi samples used in these two studies.

Yamaç and Bilgili (2006) analyzed antimicrobial activity of chloroform, ethyl acetate, acetone, dichloromethane, and ethanol extracts of *T. versicolor* against 9 strains (*E. coli*. ATCC 25922, *E. aerogenes*. NRRL-B-3567, *S. typhimurium*. NRRL-B-4440, *P. aeruginosa*. ATCC 27853, *S. aureus*. ATCC 25923, *S. epidermidis*. NRRL-B-4377, *B. subtilis*. NRRL-B-558, *C. albicans*. ATCC 10259 and *Saccharomyces cerevisiae*.

References

- Altuner, E. M., Akata, I., & Canli, K. (2012). In vitro antimicrobial screening of *Cerrena unicolor* (bull.) murrill (polyporaceae Fr. Ex corda). *Fresenius Environmental Bulletin*, 21(1B), 3704-3710.
- Altuner, E. M., and Canli, K. (2012). In vitro antimicrobial screening of *Hypnum andoi* AJE Sm. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12(1), 97-101.
- Atila, F., Owaid, M. N., and Shariati, M. A. (2017). The nutritional and medical benefits of *Agaricus bisporus*: a review. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 7(3), 281.
- Canli, K., Altuner, E. M., and Akata, I. (2015). Antimicrobial screening of *Mnium stellare*. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 10(2), 321-325.
- Canli, K., Yetgin, A., Akata, I., and Altuner, E. M. (2016c). In vitro antimicrobial screening of *Aquilaria agallocha* roots. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 13(5), 178-181.
- Canli, K., Yetgin, A., Akata, I., and Altuner, E. M. (2017). Antimicrobial activity and chemical composition screening of *Anacyclus pyrethrum* root. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51(3s), 244-248.
- Heleno, S. A., Stojković, D., Barros, L., Glamočlija, J., Soković, M., Martins, A., Queiroz, M. J. R. P. and Ferreira, I. C. (2013). A comparative study of chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of *Morchella esculenta* (L.) Pers. from Portugal and Serbia. *Food Research International*, 51(1), 236-243.
- Kalyoncu, F., Oskay, M., Sağlam, H., Erdoğan, T. F., and Tamer, A. Ü. (2010). Antimicrobial and antioxidant activities of mycelia of 10 wild mushroom species. *Journal of medicinal food*, 13(2), 415-419.

NRRL-Y-2034). They observed activity against *E. aerogenes* with an inhibition zone between 10 and 15 mm, and *S. aureus* and *S. cerevisiae* with inhibition zones lower than 10 mm. The results about the activity against *S. aureus* are similar to our results, but although they have observed antimicrobial activity against *E. aerogenes*, in our study there wasn't any activity against the same strain. This difference is acceptable because the *E. aerogenes* strains used in these two studies were different.

It is known that Gram negative microorganisms are the dominant killers in the Intensive Care Units (ICU) (Villegas and Quinn, 2004). *Klebsiella* is one of these Gram negative bacteria that cause death in ICUs (Villegas and Quinn, 2004). Therefore, antimicrobial activity against *K. pneumoniae*, especially against multi drug resistant *K. pneumoniae* have great importance. In our study, we observed antimicrobial activity against both standard and MDR *K. pneumoniae* for *M. esculenta* and *T. versicolor*.

As a result, it can be concluded that the antimicrobial activity of *M. esculenta* especially observed against *E. faecium*, *S. epidermidis*, *K. pneumoniae* (MDR), *P. vulgaris* (MDR) and *S. pneumoniae* (MDR), and the antimicrobial activity of *T. versicolor* especially observed against *E. faecium*, *S. odorifera* (MDR) and *S. pneumoniae* (MDR) can be found to be remarkable.

It is possible to recommend that further researches are needed to purify and determine the active biological substances and their mechanism of actions.

2nd International Eurasian Mycology Congress 2019

- Klein, E., Smith, D. L., and Laxminarayan, R. (2007). Hospitalizations and deaths caused by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, United States, 1999–2005. *Emerging infectious diseases*, 13(12), 1840.
- Litchfeld, J. H., Vely, V. G., and Overbeck, R. C. (1963). Nutrient content of morel mushroom mycelium: amino acid composition of the protein. *Journal of Food Science*, 28(6), 741-743.
- Marco-Urrea, E., Pérez-Trujillo, M., Vicent, T., and Caminal, G. (2009). Ability of white-rot fungi to remove selected pharmaceuticals and identification of degradation products of ibuprofen by *Trametes versicolor*. *Chemosphere*, 74(6), 765-772.
- Sullivan, R., Smith, J. E., and Rowan, N. J. (2006). Medicinal mushrooms and cancer therapy: translating a traditional practice into Western medicine. *Perspectives in biology and medicine*, 49(2), 159-170.
- Venturini, M. E., Rivera, C. S., Gonzalez, C., and Blanco, D. (2008). Antimicrobial activity of extracts of edible wild and cultivated mushrooms against foodborne bacterial strains. *Journal of food protection*, 71(8), 1701-1706.
- Villegas, M. V., and Quinn, J. P. (2004). An update on antibiotic-resistant gram-negative bacteria. *Infections in Medicine*, 21(12), 595-599.
- Yamaç, M., and Bilgili, F. (2006). Antimicrobial activities of fruit bodies and/or mycelial cultures of some mushroom isolates. *Pharmaceutical biology*, 44(9), 660-667.



Geliş(Received) :24/09/2019
Kabul(Accepted) :05/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.624086

***Tricholoma anatolicum* ve *Tricholoma caligatum*'un Morfolojik ve Moleküler Yönden Karşılaştırılması**

Meryem BOZKURT^{1*}, Şenay İLBAN², Sinan AKTAŞ³, Tuna UYSAL⁴

*Sorumlu yazar: mbozkurt@selcuk.edu.tr

Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya, Türkiye

¹Orcid No:0000-0003-0338-0849/mbozkurt@selcuk.edu.tr

²mail:ilbansenay@gmail.com

³Orcid No:0000-0003-1657-5901/sinaktas@yahoo.com

⁴Orcid No:0000-0001-9968-5633/tuysal@selcuk.edu.tr

Öz: *Tricholoma* cinsi morfolojik karakterler bakımından diğer cinslerden kolaylıkla ayırt edilebilmesine karşın, yakın morfolojik karakterler bakımından tür düzeyinde tayini oldukça zor bir cinstir. Bu çalışma ile ekonomik değere sahip ve birbirleriyle oldukça benzer *T. caligatum* ve *T. anatolicum* türleri arasındaki akrabalık ilişkileri morfolojik ve moleküler açıdan ele alınmıştır. Genetik ilişkiler ISSR markırları yardımıyla değerlendirilmiştir. Elde edilen dendograma göre *T. caligatum* ve *T. anatolicum* türlerinin birbirlerine % 51 oranında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, bu iki türü birbirinden kolayca ayırt etmek için burada morfolojik özellikler ve moleküler belirteçler önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: ISSR, Morfoloji, *Tricholoma*, Türkiye

The Comparison of *Tricholoma anatolicum* and *Tricholoma caligatum* Species by Morphological and Molecular Methods

Abstract: Although the genus *Tricholoma* can be easily distinguished from other genera with morphological characters, it is complicated to determine at the species level in terms of close morphological characters. Within this study, the relationships between *T. caligatum* and *T. anatolicum* species which have economical value and are very similar to each other are discussed in terms of morphological and molecular point of view. Genetic relationships were evaluated with ISSR markers. According to the obtained dendograms, it was found that *T. caligatum* and *T. anatolicum* species were similar to each other at a rate of 51%. In conclusion, morphological traits and molecular markers are proposed here to easily distinguish these two species from each other.

Key words: ISSR, *Lepista nuda*, Morphology, *Tricholoma*, Turkey.

Giriş

Mantarlar, eski çağlardan beri insanoğlunun ilgisini çeken eşsiz organizmalardır. Mantarların tıbbi etkilerinin yanı sıra, bazı türlerin oldukça lezzetli olması nedeniyle insanlar tarafından doğadan toplanmış ve tüketilmiştir.

Yenilebilir, tıbbi ve ticari özelliklerinden dolayı ekonomik değeri yüksek önemli ektomikorizal bir mantar olan *Tricholoma* cinsi *Tricholoma anatolicum* H.H. Doğan & Intini, *T. matsutake* (S. Ito & S. Imai) Singer ve *T. magnivelare* (Peck) Redhead gibi birçok tür içermektedir



(Galli, 1999; Riva, 2003; Christensen ve Heilmann-Clausen, 2013). Lezzetli ve besinsel açıdan zengin yenilebilir bazı *Tricholoma* türleri (Boa, 2004; Bessette ve ark., 2013) doğal olarak toplanmakta ve ticareti yapılmaktadır (Allı ve Şen, 2016). Yöresel adı "katran mantarı" ya da "sedir mantarı" olarak bilinen ve ülkemiz için endemik olan *Tricholoma anatolicum* Adana, Kahramanmaraş, Antalya, Karaman, Konya ve Osmaniye'de sedir (katran) ağaçlarının bulunduğu yerlerde yetişmektedir (Doğan ve Akata, 2011). Sonbahar ayları boyunca, *T. anatolicum* bazı köylüler tarafından toplanmakta ve ihracatçı firmalara satılmaktadır (Kaya ve ark., 2009). Yenilebilir önemli mantarlardan biri olan *T. caligatum* (Viv.) Ricken türü ülkemizde Ermenek, Manisa, Erzurum, Eğirdir, Adana, Batı Anadolu, İzmir ve Konya yörelerinde, sonbahar aylarında genelde ibreli ormanlarda nadiren de *Abies* Mill. ve *Picea* L. türleri ile birlikte yetişmektedir.

Ekosistemin anahtar bileşenlerinden birisi olması nedeniyle, *Tricholoma* cinsi birçok araştırmacı tarafından araştırma konusu olmuştur. *T. matsutake* ve onun akraba türlerinin filogenisine ilişkin birkaç moleküler yaklaşıma başvurulmuştur. Chapela ve Garbelotto (2004) Konifer ormanlarındaki *T. magnivelare* ve *T. caligatum* türleri arasındaki ilişkileri belirlemek için ITS ve AFLP analizleri gerçekleştirilmiş ve matsutake türlerinin polifiletik olduğunu ortaya koymuştur. Japonya'daki geniş yapraklı ağaçlardan *T. bakamatsutake* ve *T. fulvocastaneum*'un filogenetik konumları birkaç izolat dış grup olarak dahil edilmesinden dolayı tespit edilememiştir (Chapela ve Garbelotto, 2004, Lim ve ark., 2003; Matsushita ve ark., 2005). Ayrıca, tek bir lokusa dayanan (örneğin sadece ITS bölgesi) filogeni çalışmalarında çözüm gücünün düşük olduğuna işaret eden, Ota ve arkadaşları (2012) çoklu lokus dizi analizleri (ITS, *tef*, *gpd*, ve *megB1* bölgeleri) ile *T. matsutake*, *T. anatolicum*, Meksika'da bir *Tricholoma* sp. ve *T. magnivelare* taksonlarının filogenetik pozisyonlarına odaklanmıştır. *T. caligatum* ve *T. anatolicum* türlerinin uçucu yağ analizlerinin karşılaştırılmasında bu iki türün doğrulanması için ITS analizleri gerçekleştirilmiştir (Taşkın ve ark., 2019). Polimeraz zincir reaksiyonuna (PCR) dayanan bu moleküler yöntemler, yaşam döngüsünün herhangi bir aşamasında ektomikorizal mantarları tanımlamak için hızlı, hassas ve güvenilir alternatifler sağlamıştır (Amicucci ve ark., 2001; Horton ve Bruns, 2001). Sekans analizlerinin yanı sıra, türler arasındaki

genetik ilişkileri ve genetik çeşitliliği ortaya çıkarmada etkili moleküler markırlar (Örneğin; SSR, AFLP, RAPD ve ISSR gibi) bulunmaktadır. ISSR moleküler markırları, ektomikorizal mantarların genetik yapılarını ortaya koymak için en etkili araçlardan biridir (Gherbi ve ark., 1999; Zhou ve ark., 1999, 2000; Anderson ve ark., 2001; Sawyer ve ark., 2001).

T. anatolicum, Türk ve İtalyan mikologları tarafından yeni bir tür olarak önerilinceye kadar Türkiye'de *T. caligatum* olarak biliniyordu (Intini ve ark., 2003). Bu çalışma ile ekonomik değere sahip ve birbirleriyle oldukça benzer *Tricholoma caligatum* ve *T. anatolicum* türleri arasındaki akrabalık ilişkileri morfolojik ve moleküler açıdan ele alınmıştır.

Materyal ve metot

Araştırma konusu olan mantar türleri Ekim-Kasım aylarında (2009) Adana, Denizli, Antalya ve Konya illerinden toplanmıştır. Toplanan örneklerin bir kısmı fungaryum tekniklerine uygun olarak kurutulmuş bir kısmı ise derin dondurucuda yaş olarak saklanmıştır. Toplanan türlere ait örnek numaraları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Toplanan türlere ait örnek numaraları

Örnek No	Taksonlar
TTC1	<i>Tricholoma caligatum</i> (Viv.) Ricken
TLD01	<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke
TTA3	<i>Tricholoma anatolicum</i> H.H. Doğan & Intini

DNA izolasyonu

Genomik DNA'nın elde edilmesi için toplanan mantar örneklerinin her birinin sap, şapka ve lamel olmak üzere kuru örnekleri kullanılmıştır. Total genomik DNA'nın izolasyonu Soltis ve ark. (1991) ve Cullings (1992) tarafından modifiye edilen Doyle ve Doyle'nin (1987) 2X CTAB metodu takip edilerek gerçekleştirilmiştir.

ISSR-PCR analizi

ISSR-PCR amplikasyonları Zietkiewicz ve ark. (1994)'in protokolüne göre yapılmıştır. Çalışmada UBC808, UBC809, UBC840, UBC856, UBC826 ve UBC818 primerleri kullanılmıştır. PCR amplifikasyonları sonucunda elde edilen bantlar var/yok durumuna göre 1 ve 0 olarak skorlanmıştır.



Nümerik analiz

Sayısal analizlerde şapka çapı, şekli, rengi ve yüzeyi, etli kısım rengi, tadı, kokusu ve yapısı, sap şekli, rengi, tabanı, boyu ve genişliği, lamel rengi, spor boyu, genişliği, şekli, yüzeyi ve rengi gibi karakterler kullanılmıştır.

Veri analizi

PCR amplifikasyonları sonucunda elde edilen skorlar ve sayısal verilerden elde edilen veriler kombine edilerek NTSYS pc 2.1 (Rohlf, 1998) programında dendogram oluşturulmuştur.

Sonuçlar

Tricholoma anatolicum, *Tricholoma caligatum* ve *Lepista nuda* (dış grup) türlerinin karakterizasyonunda 5 nicel ve 20 nitel olmak üzere toplam 25 morfolojik karakter kullanılmıştır (Tablo 2). *T. anatolicum* ve *T. caligatum* taksonlarının etli kısmının rengi, kokusu ve yapısı, gençken lamel rengi, lamelin sapla birleşim şekli, sap şekli, tabanı, rengi, şekli ve baskı rengi, annulus varlığı gibi karakterleri paylaştıkları tespit edilmiştir.

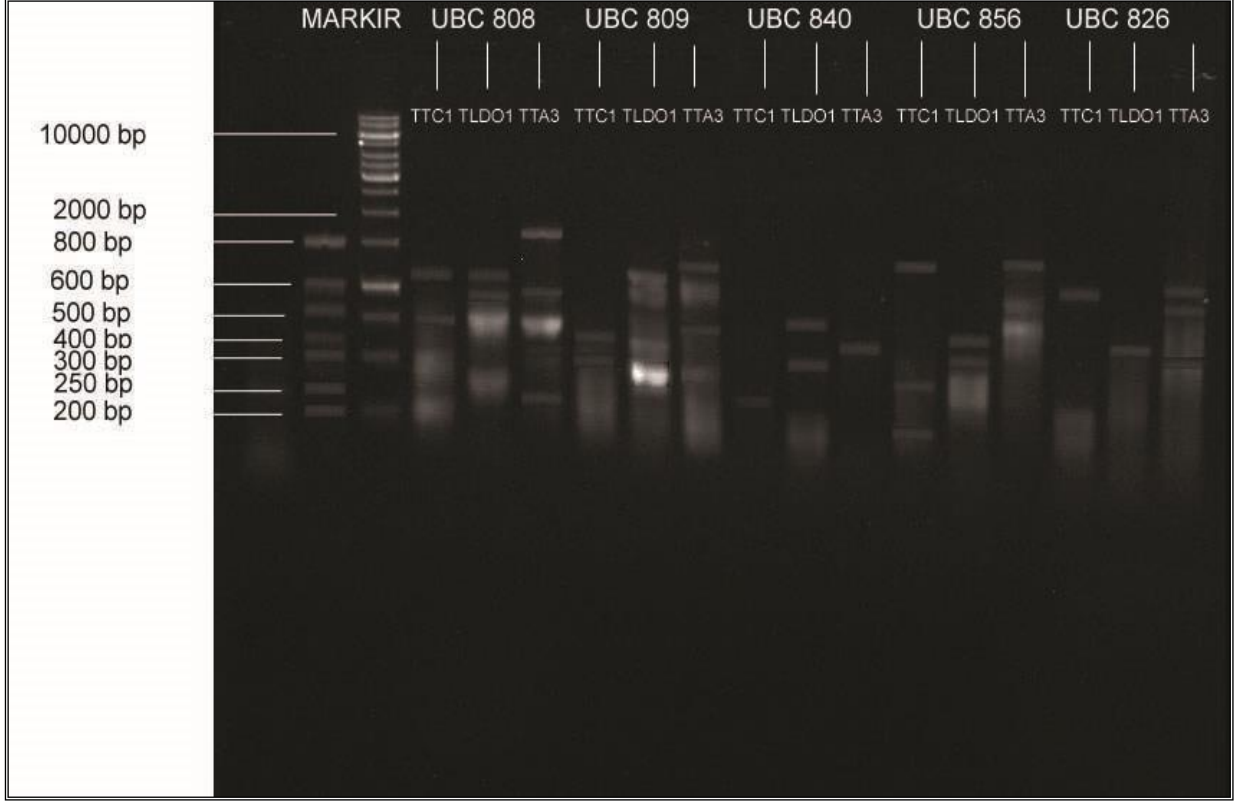
Tablo 2. Sayısal analizlerde kullanılan morfolojik Karakterler

Morfolojik Karakterler	<i>T. anatolicum</i>	<i>T. caligatum</i>	<i>Lepista nuda</i>
Şapka Çapı (en çok)	20 cm	20 cm	11 cm
Sap Boyu (en çok)	10 cm	15 cm	10 cm
Sap Genişliği (en çok)	5 cm	2.5 cm	3 cm
Spor Boyu (en çok)	7.5 µ	6 µ	8.5 µ
Spor Genişliği (en çok)	5 µ	5 µ	5 µ
Gençken Şapka Şekli	Topuz (0)	Yarı Küre (1)	Yarı Küre (1)
Gelişmişken Şapka Şekli	Yarı Kubbe (0)	Şemsiye (1)	Şemsiye (1)
Gençken Şapka Rengi	Krem Beyaz (0)	Sarı Halkalı (1)	Menekşe Mavi (2)
Gelişmişken Şapka Rengi	Sarı Krem (0)	Kırmızimsı Kahverengi Halkalı (1)	Menekşe Mavi veya Menekşe kahverengi (2)
Şapka Yüzeyi	Tüylü (0)	Pullu (1)	Düz(2)
Etili Kısım Rengi	Beyaz(0)	Beyaz(0)	Beyaz(0)
Etili Kısım Tadı	Tatlımsı (0)	Az Acımsı (1)	Tatlımsı (0)
Etili Kısım Kokusu	Nergiz kokusunda (0)	Nergiz kokusunda (0)	Aromatik Meyve Kokusunda (1)
Etili Kısım Yapısı	Dolgun Sıkı Yapılı (0)	Dolgun Sıkı Yapılı (0)	Dolgun Sıkı Yapılı (0)
Gençken Lamel Rengi	Krem (0)	Krem (0)	Menekşe (1)
Gelişmişken Lamel Rengi	Kırmızimsı kahverengi Lekeli (0)	Kırmızimsı kahverengi Lekeli (0)	Gri Menekşe Bazen Mavi (1)
Lamelin Sapla birleşim Şekli	Sapa Girinti Yapararak (0)	Sapa Girinti Yapararak (0)	Sapa Çentik Şeklinde Girinti Yapararak (1)
Sap Şekli	Silindirik (0)	Silindirik (0)	Silindirik (0)
Sap Tabanı	Taban kısma doğru incelir (0)	Taban kısma doğru incelir (0)	Tabanı şişkin çomak şeklinde (1)
Sap Rengi	Beyaz, Krem Beyaz (0)	Beyaz, Krem Beyaz (0)	Menekşe (1)
Spor Şekli	Eliptik (0)	Eliptik (0)	Eliptik (0)
Spor Yüzeyi	Düz (0)	Küçük Siğilli (1)	Küçük Siğilli (1)
Spor Rengi	Renksiz, Siyanofilik (0)	Hiyalin (1)	Hiyalin (1)
Spor Baskı Rengi	Krem (0)	Krem (0)	Pembe (1)
Annulus Varlığı	Var (0)	Var (0)	Yok (1)



Bu çalışma süresince mikromorfolojik karakterler esas olmak üzere moleküler markırlar (UBC808, UBC809,

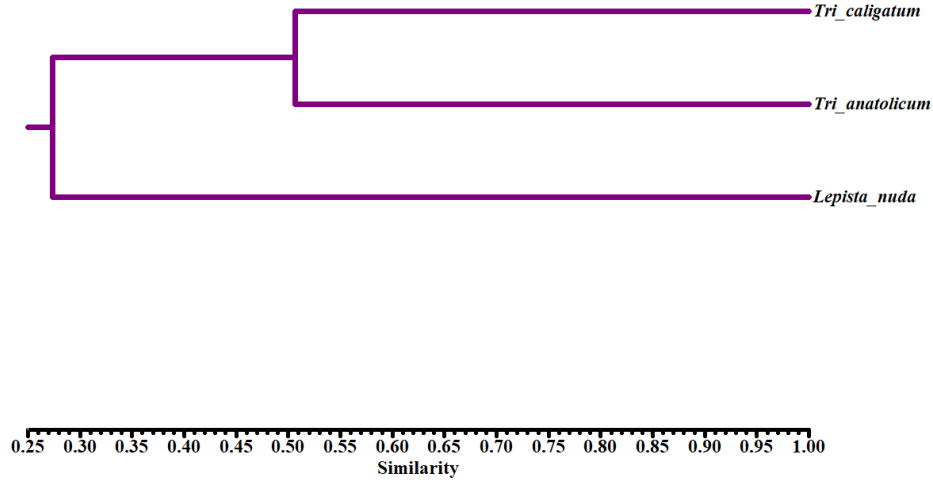
UBC840, UBC856 ve UBC826, Şekil 1) ile birlikte veri matrisine 70 adet veri girilmiştir.



Şekil 1. *Tricholoma caligatum*, *Tricholoma anatolicum* ve *Lepista nuda* taksonlarına ait ISSR-PCR amplifikasyon sonuçları

Bu kombine verilerle oluşturulan dendograma göre *T. caligatum* ve *T. anatolicum* türlerinin birbirlerine % 51 oranında benzerlik gösterdiği bulunmuştur (Şekil 2). Dış grup olan *Lepista nuda* ise bu iki türe oldukça uzak görülmektedir. *T. anatolicum* morfolojik olarak başlıca aşağıdaki karakteristik özellikleri ile *T. caligatum* türünden farklılıklar gösterir. Şapka rengi açısından; *Tricholoma anatolicum*'ün şapka merkezi *T. caligatum*'a kıyasla daha açık renklidir. Şapka merkezi *Tricholoma anatolicum*'da

sarı-krem iken *T. caligatum*'da kırmızımsı kahverengidir. *Tricholoma anatolicum*'da sap daha kısa ve geniş, annulus özellikle gelişmiş evrede daha az belirgindir. *T. caligatum*'da ise sap daha uzun ve dar annulus ise ileri devrede daha belirgindir. Dahası iki türün yetiştirme yerlerinin farklı olması da ayırt edici bir karakter olarak değerlendirilmesi gerekir.



Şekil 2. *Tricholoma caligatum*, *Tricholoma anatolicum* ve *Lepista nuda* taksonlarına ait moleküler ve morfolojik karakter ile oluşturulan dendrogram

Intini ve arkadaşları (2003) tarafından DNA analizlerine göre, *T. anatolicum*'a en yakın türün *T. magnivelare* olduğu, ancak bu iki tür arasında önemli farklılıklar olduğu vurgulanmıştır. Ota ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan çok lokuslu analizler *T. magnivelare*, *T. matsutake*, *T. anatolicum* ve Meksika'dan *Tricholoma* sp. taksonlarının güçlüce desteklenen ayrı kladlarda yer aldığını rapor etmişlerdir. Ayrıca, bu çalışmada polifiletik olarak bilinen *T. caligatum* türü ile ilgili analizlere de yer verilmiştir. *Pinus pinea*, *P. halepensis* ve herdem yeşil türlerin altında yetişen, *T. caligatum* özellikle güney Fransa, Doğu ve Güney Doğu İspanya ve bitişindeki kuzeybatı Afrika'da yaygın olarak bulunmaktadır. Avrupa'nın güneyi ve merkezinde bulunan *T. caligatum* türlerinin bazı morfolojik olarak heterojenlik gösterdiği ileri sürülmüş ve Chapela ve Garbelotto (2004) tarafından Atlas dağlarında (Fas) teşhis edilen *T. caligatum* örneğinin *T. anatolicum* türü olduğu moleküler çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Ancak, *T. caligatum* kompleksinin filogenetik ilişki ve taksonomisinin çözümü için daha fazla koleksiyon ile çalışılması gerektiği vurgulanmıştır. Araştırmacılar, *T. matsutake* türünün Avrupa ve doğu Asya popülasyonları arasındaki büyük benzerliğin ITS (Bergius ve Danell, 2000; Chapela ve Garbelotto, 2004; Matsushita ve ark., 2005; Wan ve ark., 2012), mtSSU rDNA'nın V4 domeni (Bao ve ark. 2007, Wan et al. 2012), RAPD profilleri (Bao ve ark., 2007) ve AFLP varyasyon (Chapela ve Garbelotto, 2004)

analizleriyle tutarlı olduğunu bildirmiştir. Hatta, popülasyonlar arasında genetik bir ayrım olmadığı ifade edilmiştir. Amend ve arkadaşları (2010) ve Xu ve arkadaşları (2008) tarafından Çin'in güneybatı bölgesinden farklı coğrafik bölgelerinden alınan popülasyonların SNP analizleri popülasyonlar arasında sınırlı fakat anlamlı bir farklılaşma olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada beş farklı ISSR markırına dayanan moleküler analizlere ve 25 morfolojik karaktere ait bulgular, literatürde rapor edilen *T. caligatum* ve *T. anatolicum* taksonlarının farklılıklarını desteklemektedir (Bergius ve Danell, 2000; Intini ve ark., 2003; Chapela ve Garbelotto, 2004; Matsushita ve ark., 2005; Bao ve ark. 2007; Xu ve ark., 2008; Amend ve ark., 2010; Wan ve ark., 2012; Ota ve ark., 2012).

Sonuç olarak, ISSR markırlarının *Tricholoma* türleri arasındaki ilişkileri belirlemede uygun ve etkili bir marker olarak büyük katkı sağlayabilir. Taksonların ayrımı için daha fazla örneğin ve ISSR markırının yer aldığı bir çalışma çözüm gücünü artıracaktır. Ülkemiz için endemik olan *T. anatolicum* halk tarafından toplanıp yenilen, hatta ticareti yapılan bir mantar olduğu için büyük önem taşımaktadır. Bundan dolayı, bu türün korunması ve kültüre alınması yönünde çalışmalar yapılmalıdır.

Teşekkür: Selçuk Üniversitesi BAP koordinatörlüğüne (Proje Numarası: 10201093) finansal desteği için teşekkür ederiz.



Kaynaklar

- Allı, H. and Şen İ. (2016). *Tricholoma* Türlerinin Yenilebilirliği Üzerine Notlar. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3): 178-181.
- Anderson, I. C., Chambers, S. M. and Cairney, J.W. G. (2001). Distribution and persistence of Australian *Pisolithus* species genets at native sclerophyll forest field sites. *Mycol Res*, 105: 971–976.
- Amend, A., Garbelotto, M., Fang, Z. and Keeley, S. (2010). Isolation by landscape in populations of a prized edible mushroom *Tricholoma matsutake*. *Conserv Genet*, 11: 795–802.
- Amicucci, A., Zambonelli, A., Guidi, C. and Stocchi, V. (2001). Morphological and molecular characterisation of *Pulvinula constellatio* ectomycorrhizae. *FEMS Microbiology Letters* 194: 121-125.
- Bao, D., Koike, A., Yao, F., Yamanaka, K., Aimi, T. and Kitamoto, Y. (2007). Analyses of the genetic diversity of matsutake isolates collected from different ecological environments in Asia. *J Wood Sci* 53: 344–350.
- Bergius, N., Danell, E. (2000). The Swedish matsutake (*Tricholoma nauseosum* syn. *T. matsutake*): distribution, abundance and ecology. *Scand J For Res*, 15: 318–325.
- Bessette, E. A., Bessette, A. R., Roody, W.C., Trudell, S. A. (2013). *Tricholomas of North America, A Mushroom Field Guide*. Austin. University of Texas Press.
- Boa, E. (2004). Wild edible fungi, a global overview of their use and importance to people. Rome, Non Wood Forest Products 17. FAO.
- Chapela, I. H. and Garbelotto, M. (2004). Phylogeography and evolution in matsutake and close allies inferred by analyses of ITS sequences and AFLPs. *Mycologia* 96: 730–741.
- Christensen, M. and Heilmann-Clausen, J. (2013). The genus *Tricholoma*, Fungi of Northern Europe, Vol 4. Denmark. Narayana Press.
- Cullings, K.W. (1992). Design and testing of a plant-specific PCR primer for ecological and evolutionary studies. *Molecular Ecology*, 1: 233–240.
- Doğan H. H. and Akata I. (2011). Ecological features of *Tricholoma anatolicum* in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10 (59): 12626-12668.
- Doyle, J. J. and Doyle J. L. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin, Botanical Society of America*, 19: 11–15.
- Galli R. (1999). I Tricholomi. Milano. Dalla Natura.
- Gherbi, H., Delaruelle, C., Selosse, M.A. and Martin, F. (1999). High genetic diversity in a population of the ectomycorrhizal basidiomycete *Laccaria amethystina* in a 150-year-old beech forest. *Mol Ecol*, 8: 2003–2013.
- Horton, T.R. and Bruns, T.D. (2001). The molecular revolution in ectomycorrhizal ecology: peeking into the black-box. *Molecular Ecology* 10: 1855-1871.
- Intini, M., Dogan, H. H. and Riva, A. (2003). *Tricholoma anatolicum* spec. nov.: un nuovo membro del gruppo matsutake. *Micol Veg Mediterr*, 18:135–142.
- Kalmış, E., Eltem R., Işıloğlu, M., Solak, M. H., Kalyoncu, F. ve Gezgin, Y., 2009, Muğla ilindeki *Tricholoma caligatum* populasyonlarının belirlenmesi ile *in vitro* da kültürel özelliklerinin açığa çıkarılması. *TÜBİTAK Projesi Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Tübitak-TBAG, 105T128), İzmir.
- Kaya, A., Uzun, Y. ve Karacan, İ. H. (2009). Göksun (Kahramanmaraş) Yöresi Makrofungusları. *Türk J. Bot*, 33: 131-139.
- Lim, S. R., Fischer, A., Berbee, M. and Berch, S. M. (2003). Is the booted *Tricholoma* in British Columbia really Japanese matsutake? *BC J Ecosyst Manage*, 3:1–7.
- Matsushita, N., Kikuchi, K., Sasaki, Y., Guerin-Laguette, A., Lapeyrie, F., Vaario, L-M., Intini, M. and Suzuki, K. (2005). Genetic relationship of *Tricholoma matsutake* and *T. nauseosum* from the northern hemisphere based on analyses of ribosomal DNA spacer regions. *Mycoscience* 46: 90–96.
- Ota, Y., Yamanaka, T., Murata, H., Neda, H., Ohta, A., Kawai, M., Yamada, A., Konno, M. and Tanaka, C. (2012). Phylogenetic relationship and species delimitation of matsutake and allied species based on multilocus phylogeny and haplotype analyses. *Mycologia*, 104 (6): 1369–1380.
- Riva, A. (2003). *Tricholoma* (Fr.) Stauder Supplemento, Fungi Europaei. Italia. Candusso.
- Rohlf, F. J. (1998). NTSYSpc numerical taxonomy and multivariate analysis system user guide, Exeter Software, New York, 0-925031-28-3.
- Sawyer, N.A. and Chambers, S. M. and Cairney, J. W. G. (2001). Distribution and persistence of *Amanita muscaria* genotypes in Australian *Pinus radiata* plantations. *Mycol Res*, 105: 966–970.
- Soltis, D.E., Collöer, T.G., Edgerton, M.L. 1991. The Heuchera group (Saxifragaceae): Evidence for chloroplast transfer and paraphyly. *Amer J Bot*, 78: 1091–1112.

2nd International Eurasian Mycology Congress 2019

- Taşkın H., Eker T., Bozok F., Doğan H.H., Büyükalaca S. (2018). Determination of Multiple Antioxidant Activities of Endemic *Tricholoma anatolicum* H.H Doğan & Intini Collected from Turkey. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(11): 1582–1585.
- Taşkın H., Çelik Z.D., Bozok F., Cabaroğlu T., Büyükalaca S. (2019). First Report on the Volatile Composition of *Tricholoma anatolicum* in Comparison with *Tricholoma caligatum*. Rec. Nat. Prod. 13: 446–455.
- Xu, J., Sha, T., Li, Y. C., Zhao, Z. W. and Yang, Z. L. (2008). Recombination and genetic differentiation among natural populations of the ectomycorrhizal mushroom *Tricholoma matsutake* from southwestern China. Mol Ecol, 17: 1238–1247.
- Wan, J., Koike, A., Yamanaka, K., Sotome, K., Morinaga, T., Tanaka, C., Terashima, Y. and Aimi T. (2012). Genetic diversity of *Tricholoma matsutake* and close allies associated with broad- leaved trees in Asia. Mushroom Sci Biotechnol 19: 167–174.
- Zhou, Z., Miwa, M., Hogetsu, T. (1999). Analysis of genetic structure of a *Suillus grevillei* population in a *Larix kaempferi* stand by polymorphism of inter-simple sequence repeat (ISSR). New Phytol, 144: 55–63
- Zhou, Z., Miwa M., Hogetsu, T. (2000). Genet distribution of ectomycorrhizal fungus *Suillus grevillei* populations in two *Larix kaempferi* stands over two years. J Plant Res, 113: 365–374.
- Zietkiewicz, E., Rafalski, A., Labuda, D. (1994). Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. Genomics, 20: 176-183.



Geliş(Received) :24/09/2019
Kabul(Accepted) :05/12/2019

Derleme Makale/Review Article
Doi:10.30708.mantar.624079

Küresel Gıda Güvenliği Riski: Ug99 Kara Pas Irkı

Kander KOÇ¹, Kadir AKAN²

Sorumlu yazar: kanderkoc33@gmail.com

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana /Türkiye
Orcid No: 0000-0002-6784-8423 / kanderkoc33@gmail.com

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Kırşehir/Türkiye
Orcid No: 0000-0002-1612-859X /kadir_akan@hotmail.com

Öz: Tüm dünya da buğday (*Triticum* sp.) sürdürülebilir gıda güvenliği için önemli besinler arasında yer almaktadır. Bu nedenle üretimi kritik düzeyde önemlidir. Fungal bir etmen olan kara pas (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Erikss. & Henning) hastalığı, buğdayın yaprak, sap ve başaklarında görülmektedir. Hastalık tane ve saman, verim ve kalitesini farklı düzeylerde olumsuz etkilemektedir. Epidemiy şartlarında hassas çeşitler de %90'a varan verim kayıplarının oluşabileceği de bilinmektedir. 1999 yılında Ug99 (TTKSK) kara pas ırkı belirlenmiştir. Yürütülen reaksiyon test çalışmaları sonucu, test edilen buğday genetik materyallerinin %90'ının bu ırka karşı hassas olduğu belirlenmiştir. İrk nedeniyle oluşabilecek epideminin bir sonucu olarak, dünya buğday üretiminde %19 düzeyinde azalma olabileceği ve 1 milyar kişinin etkilenebileceğine ilişkin senaryonun varlığı bilinmektedir.

Küresel gıda güvenliğinin sağlanması için uluslararası araştırma kuruluşları ve muhtemel risk altındaki ülkelerin katılımlarıyla Norman Borlaug öncülüğünde Borlaug Küresel Pas Girişimi (Borlaug Global Rust Initiative) oluşturulmuştur. Girişim tarafından yürütülen ve öne çıkan bazı çalışmaları şunlardır. 1) Ug99 kara pas ırkının hareketinin izlenmesi. 2) Ulusal ve uluslararası buğday materyallerinin Kenya ve Etiyopya tarla şartlarında da reaksiyonlarının belirlenmesi. 3) Oluşabilecek zararın en alt düzeye indirilmesi için bitki koruma önerilerinin sunulması. 4) Eğitim çalışmalarıyla insan kaynağı geliştirilmesi. 5) Uluslararası bilgilendirme için çalıştaylar düzenlenmesi olarak, özetlenebilir.

Yapılan çalışmalar başta rüzgarla yayılan hastalıklar olmak üzere, benzer hastalıkların kontrolünde model alınarak çözüm üretilmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Buğday (*Triticum* sp.), Kara pas (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*), varyasyon, gıda güvenliği

Global Food Safety Risk: Ug99 Stem Rust Race

Abstract: Wheat (*Triticum* sp.) is one of the most important nutrients for sustainable food safety in the world. Therefore, production is critical. Stem rust (caused by *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Erikss. & Henning), a fungal plant pathogen, is determined in the leaves, stems and spike of wheat. The disease adversely affects grain and straw, yield and quality at different levels. It is also known that yield losses up to 90% may occur in susceptible cultivars under epidemic conditions. In 1999, Ug99 (TTKSK) stem rust race was determined. As a result of the reaction test studies, it was determined that 90% of the wheat genetic materials tested were susceptible to Ug99. It is known that there is a scenario that 19% decrease in wheat production in the world and 1 billion people may be affected due to the epidemic that may be caused by Ug99.

Borlaug Global Rust Initiative was established under the leadership of Norman Borlaug with the participation of international research institutions and countries at risk to ensure global food safety. Some of the prominent works carried out by the initiative are as follows. 1) Monitoring the movement of the Ug99 stem rust race. 2) Determination of the reactions of national and international wheat materials under field conditions in Kenya and Ethiopia. 3) Submission of plant



protection recommendations to minimize possible damage. 4) Development of human resources through training activities. 5) Organizing workshops for international information.

The studies carried out may contribute to the production of solutions by taking the model under the control of similar diseases, especially the diseases spread by wind.

Key words: Wheat (*Triticum* sp.), Stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*), variation, food safety

Giriş

1.1. Genel durum

Buğday; Dünya'da birçok alanda yetiştirilebilen ve üretimi en fazla yapılan tarımsal ürünler arasındadır. United State Department of Agriculture (USDA)'nın 2019/20 üretim sezonu temmuz ayı projeksiyonlarına göre 2.6 milyar ton olan dünya toplam tahıl üretiminin yaklaşık %29'unu (771.46 milyar ton) buğday üretimi oluştururken, 436.11 milyar ton olan dünya toplam tahıl ihracatının %42'sini (183.11 milyar ton) buğday ihracatı oluşturmaktadır (Anonim, 2019a). 2018 yılı Türkiye tarım istatistikleri incelendiğinde; Ülkemizde işlenebilir toplam tarım alanlarının (197.380.000 da) yaklaşık %55'inde (108.991.783 da) tahıl yetiştiriciliği, tahıl yetiştiriciliği yapılan bu (108.991.783 da) alanların da %67'sin de (72.992.701 da) buğday üretimi yapılmaktadır. Yaklaşık 72.992.701 da alanda ekilen ve 20.000.000 ton üretimi yapılan buğdayın ortalama verimi 236 kg/da'dır (Anonim, 2019b). Buğday üretiminin ülkemizde 15 milyon civarında insanın geçim kaynağı olduğu bilinmektedir. Ülkemizde üretim genellikle yağış rejimine bağlı olarak yapılmakta olup daha çok kuru yetiştiricilik alanlarında yapılan üretim nedeniyle birim alandan alınan verim düşük olabilmekte ve buna bağlı olarak buğday üreticisinin buğday kaynaklı geliri de diğer ürün gelirlerine göre daha az olabilmektedir. Diğer taraftan tahıl yetiştiriciliği yapılan önemli bir alanda üretimi yapılabilecek alternatif bitkisel ürün de bulunmamaktadır (Demir, 2007). Konu üzerinde yapılan farklı çalışmalar sonucu buğday tarımı yapılabilecek alanların sınırlarına ulaşılmış ve buğday yetiştiriciliği için uygun olmayan alanlarda ekiliş yapıldığı ortaya konulmuştur. Diğer ürün yetiştiricilikleri ile karşılaştırıldığında, buğday yetiştiriciliğinin kolay ve makineli yapılması, buğdayın adaptasyon sınırlarının geniş olmasının yanı sıra olumsuz şartların hüküm sürdüğü yetiştiricilik alanlarında bile yetiştirilebilmesi, pazarlama, taşıma, depolama ve işlenmesinin kolay olması gibi faktörlere bağlı olarak üreticiler genellikle buğday tarımını tercih edebilmektedir (Akkaya, 1994).

Buğday üretimi, tohumdan çatala kadar tüm toplum kesimlerini ekonomik olarak değişen düzeylerde az veya çok ilgilendirmektedir. Buğdaydan elde edilen undan yapılan başta ekmeğe üzere diğer unlu mamuller neredeyse tüm toplum kesimleri tarafından tüketildiği için

önemsiz sayılabilecek düzeyde yaşanabilecek fiyat artışlarının bile toplumsal reaksiyona sebep olabileceği açıktır. Toplumun geniş kesimlerine olan ekonomik etkisi nedeniyle tüketici fiyatlarının sabit tutulması oldukça önemlidir. Üretici yönüyle ekiliş alanlarının sınırlarına ulaşılmış ve üretimin geniş alanlarda yapılması nedeniyle, buğdayın verim ve kalitesine bağlı olarak oluşan satış fiyatının gelir düzeyini doğrudan veya dolaylı bir şekilde artış veya azalış yönünde etkileyebilmektedir. Bu nedenle buğday üretiminde karşılaşılan abiyotik ve biyotik stres faktörlerinin önem düzeyine bakılmaksızın çözüm önerilerinin geliştirilmesi öncelikle ülke ekonomisi sonrasında ise üretici-tüketici ekonomisi için oldukça önemlidir (Düşünceli ve ark., 2008). Üretimin yapıldığı bazı alanlarda verim ve kalite fungal stres faktörlerinden olan kara pas (Etmen: *P. graminis* f. sp. *tritici*) hastalığı nedeniyle değişen düzeylerde olumsuz etkilenmektedir. Birim alandan ve toplam üretimden alınan miktarı arttırma çabalarının yanında hastalığın kısmen bile engellenmesi, üretimin istenilen seviyeye ulaşmasına önemli katkılar sağlayabilir.

1.2. Kara pas hastalığı ve önemi

Kara pas hastalığı, buğday üretim alanlarında bilinen en eski fungal hastalıklarından birisidir. Ülkemizde hastalığın gelişimi için uygun iklim koşulları genel anlamda bitki gelişim periyodunun uzun sürede tamamlandığı yüksek rakımlı alanlardır. Hastalık ayrıca bazı üretim sezonlarında sahil ve geçit bölgelerde ki üretim alanlarında görülebilmektedir. Etmen, buğday, arpa, tritikale ve çavdar türleri ile yabani arpa ve *Aegilops* sp. üzerinde de hastalık oluşturabilmektedir (Knott, 1989). Hastalık konukçusunun, tüm toprak üstü aksamında belirti oluşturabilmekte olup yaprakta ve başakda fotosentez alanının daralması ve sapta iletim demetlerini tahrip etmesi sonucunda verim ve kalite kayıpları oluşturmakta, elde edilen tane üründe buruşmalara yol açtığı gibi saman üretiminde de ciddi azalmalara yol açabilmektedir. Hastalık nedeniyle dünyada ve ülkemizde farklı üretim yıllarında değişen düzeylerde ekonomik kayıpların olduğu bilinmektedir. Örneğin Batı ve Orta Avrupa yetiştiricilik alanlarında %5-20, İskandinavya yetiştiricilik alanlarında %9-33 oranında ürün kayıplarının olduğu bildirilmiştir (Roelfs ve ark., 1992). 1920 yılından



1960 yılına kadar Amerika Birleşik Devletleri Minnesota ile Kuzey ve Güney Dakota buğday üretim alanlarında ortaya çıkan epidemiler nedeniyle ortalama kayıplarının %20-50 olduğu bilinmektedir (Leonard, 2001). Ülkemiz de hastalıktan dolayı 1938 yılında Antalya ovasında %75 oranında verim kayıplarının yaşandığı bilinmektedir. 1940 yılında Ege bölgesi üretim alanlarında cılız dane oluşumu sebebiyle önemli verim ve kalite kayıplarının yaşandığı da rapor edilmiştir. Hastalığın epidemiyolojisi üretim alanlarında %90'lara varan kayıplar oluşturabileceği bildirilmiştir (Aktaş, 2001). Kara pas hastalığının kontrolün de kullanılacak yöntem ve uygulamalar Zirai Mücadele Teknik Talimatlarında açıklanmıştır (Anonim, 2008). Diğer buğday pas hastalıklarında olduğu gibi öncelikle etmenin eşeyli evresi sürecinde ya da değişik mutasyon sonucu, etmenin yeni ırklar/patotipleri ortaya çıkabilmektedir. Yeni oluşan bu ırk/patotipler üretimde önemli problemlere yol açabilmektedir. Bu problemlerin başında, hastalığa dayanıklı olarak bilinen buğday genotiplerinin yeni oluşan ırk/patotiplerden etkilenmesi diğer bir deyişle dayanıklı olarak bilinen hastalık reaksiyonlarının hassas olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Diğer önemli bir problem ise rüzgarla hızlı bir şekilde uzak mesafelere taşınan etmenin önemli yerel veya bölgesel salgınlar (epidemi) oluşturabilme kapasitesi nedeniyle küresel boyutta gıda güvenliğini tehdit edebilmesidir.

1.3. Kara pas etmeninin biyolojisi

Kara pas hastalığı buğdayın bilinen en eski fungal hastalıklardan birisidir. Sap pası olarak da isimlendirilen hastalığın biyolojisi ile ilgili öncü çalışmalara 1767 yılında rastlanmaktadır. Hastalık etmeni *P. graminis* f. sp. *tritici*, heteroecious (farklı hastalık evrelerinin farklı konukçularda görülmesi) bir pas türüdür. Etmen Basidiomycota bölümü, Pucciniomycetes sınıfı, Pucciniales takımı, Pucciniaceae familyası içerisinde sınıflandırılmaktadır. Hayat çemberinde 5 farklı evresi (pikniospor, eziospor, ürediospor, teliospor ve bazidiospor evreleri) bilinen etmenin, bu evrelerden eziospor ve pikniospor evrelerini ara konukçuları olan *Berberis* veya *Mahonia* türleri üzerinde, ürediospor ve teliospor evrelerini ana konukçusu olan buğdaygil konukçularında, bazidiospor evresini ise doğa da serbest halde geçirdiği bilinmektedir. Hastalığın gelişimi için en uygun sıcaklık 26°C olup 15°C'nin altında ve 40°C'nin üstündeki sıcaklıklarda gelişimin olumsuz etkilendiği rapor edilmiştir (Roelfs ve ark., 1992). Hastalık gelişiminin en uygun olduğu dönem, tarımı yapılan buğday için genellikle süt olum veya sarı olum dönemleridir. Hastalığın kontrolünde yapılabilecek kimyasal savaşım

uygulamaları için üreticiler bu dönemde isteksiz davranmaktadırlar.

1.4. Dünya'da kara pas hastalığının ırkları üzerine kısa bir değerlendirme

Roelfs ve McVey (1979) tarafından patojenin virulenslik aralığının belirlenmesi amacıyla 1970 yılından 1977 yılına kadar yürütülen bir çalışmada, Kuzey Amerika ırk ayırıcı seti üzerinden yapılan değerlendirme sonucu *Sr13*, *22*, *24*, *25*, *26*, *27*, *29*, *30*, *Tt-2* ve *Gt* dayanıklılık genlerinin orta dayanıklı ve dayanıklı reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Coelho ve Sartori (1989) tarafından Brezilya'da 1982-1985 yıllarında kara pas ırklarının belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışma da *G21*, *G22*, *G23* ve *G24* olarak tanımlanmış 4 yeni ırk belirlendiği bildirilmiştir. *Sr22*, *24*, *25*, *26*, *27*, *31* ve *32* dayanıklılık genlerinin bu ırklara karşı dayanıklı reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Harder ve Dunsmore (1994) tarafından Kanada'da buğday ve arpa üretim alanlarında kara pas hastalığının virulensliği ve şiddetinin belirlenmesine yönelik yürütülen bir çalışma da TPM ırkının Doğu Kanada da yaygın, QFC ırkının ise bozkır alanlarında en yaygın ırk olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca çalışma ile elde edilen izolatların *Sr6*, *13*, *22*, *24*, *25*, *26*, *27*, *29*, *30*, *31*, *32* ve *37* dayanıklılık genleri üzerine virulent olmadığını bildirmişlerdir. Ping ve ark., (1995) tarafından Çin'de 1993 yılında kara pas hastalık ırklarının belirlenmesi üzerine yapılan araştırma sonucunda da izole edilen 336 izolat 9 ırka ayrılmıştır. En yaygın izolat 21C3CKR olarak tanımlanmış olup analizi yapılan izolatların %62.5'i bu grupta yer almıştır. Çalışmayla *Sr11* dayanıklılık geni üzerine ilk kez etkin virulent izolatların varlığı da ortaya konulmuştur. Test edilen izolatların *Sr9e*, *21* ve *30* dayanıklılık genleri üzerine virulent olmadığı bildirilmiştir. McVey ve ark., (1999) tarafından Amerika Birleşik Devletleri'nde 1996 yılında bazı üretim alanlarında yapılan survey çalışmaları sonucunda geliştirilen izolatlar arasında en yaygın ırk (%66) TPMK ırkı olduğu, QFCS ırkının ise yaygınlığının %29 olduğu bildirilmiştir. *Sr9b*, *13*, *22*, *24*, *25*, *26*, *27*, *29*, *30*, *31*, *32*, *37*, *Gt* ve *Wld-1* dayanıklılık genlerinin ise test edilen izolatlardan etkilenmediğini bildirmişlerdir. Kara pas hastalığının Minnesota buğday üretim alanlarından toplanan üredial örneklerinde tespit edilen ırk sayısında 1912 yılından 1930 yılına kadar önemli derecede bir azalma görüldüğü ve bu durumun 2002 yılına kadar düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Etmenin üredial örnek koleksiyonlarında en yaygın ırklar 1912 yılından 1999 yılına kadar on yıllık dilimler halinde düzenlenen 9 aralığın 5 tanesinde 2000 yılından 2002 yılına kadar yapılan çalışmalarda üredial örnek koleksiyonlarında en yaygın ırklar olarak



değerlendirilmiştir. (Peterson ve ark., 2005). Park, (2007) Avustralya kıtasında da kara pas hastalığının görüldüğü ve çok sayıda ırk rapor edildiğini bildirmiştir. Diğer taraftan son yıllarda üretim alanlarında hastalığın düşük oranda görüldüğünü rapor edilmiştir. Bu durum yazar tarafından birden çok dayanıklılık geni içeren yeni çeşitlerin üretim deseninde yer alması olarak açıklanmaya çalışılmıştır. Bonman ve ark., (2007) kara pas etmeninin Doğu Afrika'da yeni tespit edilen bir virulent ırkının gıda güvenliği tehlikesi oluşturabilecek kadar endişe verici bir özelliğinin olduğunu bildirmişlerdir. National Small Grains Collection (NSGC)'den temin edilen *Triticum aestivum* L. subsp. *aestivum* ve *T. turgidum* L. subsp. *durum* yerel genotiplerinin yeni tespit edilen ırka karşı reaksiyonlarını belirlemişlerdir. Çalışmanın amaçları arasında dayanıklılık kaynağı germplasmının geliştirilmesi de bulunmaktadır. Daha önceki çalışmalar sonucu kara pas etmenine dayanıklı kaynaklarının Etiyopya, Şili, Türkiye, Bosna-Hersek ve Yugoslavya'nın komşu bölgelerinden toplanan materyal olduğu bilinmektedir. Fide evresi çalışmaları sonucu birden fazla ırka karşı dayanıklı reaksiyon gösteren genotiplerin daha çok Etiyopya ve Türkiye'den toplanan materyal içinde olduğu belirlenmiştir. Makarnalık ve ekmeklik buğday reaksiyonları karşılaştırıldığında makarnalık buğdayların daha dayanıklı olduğu da belirlenmiştir. Olivera ve ark., (2012) tarafından yürütülen bir çalışma da TTKSK (Ug99) ırk/varyantının, birçok buğday türü üzerinde önemli düzeyde geniş virülensliğe sahip olduğu bildirilmiştir. Emmer buğdayı [*Triticum turgidum* L. subsp. *dicoccon* (Schrank) Thell.] olarak bilinen buğday türünün kara pas hastalığına karşı dayanıklılık kaynağı olduğu bilinmekte olup TTKSK ırkına karşı reaksiyonları belirlenmiştir. Fide evresinde TTKSK ırkına karşı 359 emmer buğdayının reaksiyonları test edilmiştir. 2010 ve 2011 yıllarında Debrî Zeit, Etiyopya ve Minnesota, St. Paul'deki yürütülen fide evresi çalışmalarında 37 genotipin dayanıklı- orta dayanıklı reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir.

1.5. Türkiye'de kara pas hastalığının ırkları üzerine kısa bir değerlendirme

Ülkemizde kara pas hastalığı ilk kez 1930 yılında kayıt altına alınmıştır. Bugüne kadar yapılan çeşitli çalışmalarla hastalığın farklı düzeylerde verim ve kalite kayıplarına yol açtığı ortaya konulmuştur. Mamluk ve ark., (1997) tarafından 1993 ve 1994 yıllarında yürütülen bir arazi çalışmasında, hastalık frekansı Orta Anadolu üretim alanlarında sırasıyla %12.4 ve %8.8, en yüksek hastalık şiddeti de sırasıyla 50S ve 20S olarak belirlenmiştir. Düşünceli ve ark., (1999) tarafından 1996, 1997, 1998 yıllarında yapılan arazi çalışmalarında inceledikleri üretim

alanlarında hastalığın görülme sıklığı sırasıyla %4.9, %28 ve %8.5 oranında belirlenirken, en yüksek hastalık şiddeti sırasıyla 10S, 60S ve 10S olarak belirlenmiştir. 2001 yılında Kastamonu üretim alanlarında şiddetli hastalık epidemisi gözlenmişken, 2002, 2003 ve 2005 yıllarında hastalık gelişim düzeyi düşük düzeyde gözlenmiş, 2006 yılında ise yoğun bir epidemiyi gözlendiği bildirilmiştir. Yine Mert ve ark., (2007) tarafından yapılan bir çalışmada; Ülkemizin değişik bölgelerinde yapılan sörvey çalışmalarında incelenen tarlaların %44'ünde kara pas hastalığı belirlenmiş olup, üretim alanlarında hastalık görülme oranının iz miktarlardan %80 düzeyine kadar ulaşabildiği ve hastalık şiddetinin ise çok iz miktardan 80S düzeyine kadar değişkenlik gösterebildiğini rapor etmişlerdir. Çalışma kapsamında buğdaydan toplanan kara pas hastalığı izolatlarının ırklarının belirlenmesi için 20 genotipten oluşan Kuzey Amerika ırk ayırıcı seti kullanılmış olup test edilen 40 izolattan 21 farklı kara pas ırkı tespit edilmiştir. 11 izolatla en fazla sayıda belirlenen ırk TKTTC ırkıdır. Çalışma sonucu test edilen izolatlara karşı Sr24, 27, 26 ve 31 dayanıklılık genlerinin etkin olduğu belirlenmiştir (Mert ve ark., 2012).

Bulgular ve tartışma

2.1. Ug99 kara pas ırkı neden küresel bir tehdit olarak bildirilmiştir?

Buğday pas hastalıklarının özellikle hakim rüzgarlar etkisiyle veya daha az oran da farklı yollarla buldukları lokasyonlardan uzak mesafelere hatta kıtalar arası bile taşındığı farklı araştırmalarla ortaya konulmuştur. Pas hastalıklarının kıtalar arası taşındığına ilişkin ülkemizde de ekonomik kayba yol açan yaşanmış bir örnek olarak; Yr9 sarı pas dayanıklılık geni üzerinde etkin olduğu belirlenen bir sarı pas ırk/patotipi ilk defa 1986 yılında Doğu Afrika'da belirlenmiş olup ırk ilerleyen süreç de Kuzey Afrika, Batı Asya ve Güney Asya'ya yayılmıştır (Singh ve Huerta-Espino, 2002). ırk nedeniyle Etiyopya, Türkiye, İran, Afganistan ve Pakistan'daki üretim alanlarında oluşan epidemiler sonrası önemli ekonomik kayıpların yaşandığı bilinmektedir. ırkın ilk olarak Ülkemizin Güney bölgelerini etkilediği ilerleyen yıllarda ise Çukurova ve İç bölgelerde ki yetiştiricilik alanlarını etkilediği rapor edilmiştir. 1990'lı yılların başlarında yoğun olarak ekilen Yr9 dayanıklılık genini içeren Seri 82 çeşidi üzerine etkin olan ırk nedeniyle oluşan epidemiyi sonucu sadece Çukurova bölgesinde 500.000 ton ürün kaybının olduğu bildirilmiştir (Düşünceli ve ark., 1996). Benzer şekilde Doğu Afrika ülkesi olan Uganda'da 1998'de toplanan izolatlarda 1999 yılında yapılan testler sonucu yeni bir kara pas ırkının varlığı ortaya konulmuştur. Belirlendiği yıla ve izolatin toplandığı



lokasyona atfen yeni ırka Ug99 (TTKSK) adı verilmiştir. Ug99 kara pas ırkının da *Yr9* dayanıklılık geni üzerine etkin sarı pas ırkına benzer bir dağılım rotası gösterdiği belirlenmiştir. İrkin belirlendiği dönemde 1 milyar insanın durumdan etkilenebileceği ve dünya üretiminin yaklaşık %19'una karşılık gelebilecek 117 milyon ton üretim azalışı olabileceği tahmin edilmiştir. Bu durumda eğer bir ton buğdayın satış fiyatı 140/t USD olarak kabul edilirse toplam zararın 16.4 milyar USD civarında olabileceği ön görüşünde bulunulmuştur. Daha önce yaşanan tecrübelerden ders alan karar verici ve bilim insanları benzer ekonomik kayıpların oluşmaması için ülkesel ve uluslararası düzeyde çalışmaların gerektiği farkındalığıyla 2005 yılında kurulan ismi önce Küresel Pas Girişimi (GRI-Global Rust Initiative) olan daha sonra ise The Borlaug Global Rust Initiative (BGRI) olarak anılmaya başlamış olan girişimi kurmuşlar ve Ülkemizin de dahil olduğu birçok ülke ve uluslararası kuruluş (ICAR, ICARDA, CIMMYT, UN-FAO ve Cornell Üniversitesi) girişime 2008 yılında dahil olmuşlardır.

2.2. Ug99 kara pas ırkı hakkında genel bilgiler

Yr9 dayanıklılık geni üzerinde etkin olan sarı pas ırk/patotipi 1986 yılında Kenya'da (Doğu Afrika) ortaya çıkmış olup, Kuzey Afrika, Batı ve Güney Asya'ya yayılması ve ciddi maddi kayıplara yol açması nedeniyle, benzer dağılım senaryosu Ug99 için de öngörülmüştür. Bu nedenle belirlendiği günden beri Ug99 kara pas ırkı üzerinde oldukça fazla klasik ve moleküler çalışma yürütülmüştür. İrkin belirlenmesi için yapılan patojenite (virülenslik) testlerinde ırkın çok agresif olduğu ve birçok kara pasa dayanıklılık geni üzerine virulent olduğu belirlenmiştir. Yapılan reaksiyon testleri sonucunda, test edilen buğday materyalinin %90'ının bu ırka karşı hassas reaksiyon gösterdiği bilinmektedir. Farklı bir çalışmada 22 Afrika ve Asya ülkesinden Kenya ve Etiyopya tarla evresi test merkezlerine gönderilen 200.000 kadar buğday test materyalinden ancak %5-10'u kadarının dayanıklı grupta yer aldığı belirtilmiştir. (Anonim, 2019c). Ug99 kara pas ırkı kısa süre sayılabilecek süreç de Doğu Afrika'da bulunan Uganda, Kenya, Etiyopya gibi ülkelere yayılarak buğday üretimini ciddi düzeyde olumsuz etkilemiştir. Diğer taraftan hastalık 1988 yılında Uganda, 2002 yılında Kenya, 2003 yılında Etiyopya, 2006 yılında Yemen ve Sudan, 2006 yılında *Sr24* dayanıklılık geni üzerine virulent mutant ırk (Kenya), 2007 yılında İran, 2007 yılında *Sr36* dayanıklılık geni üzerine virulent mutant ırk (Kenya), 2007 yılında *Sr24* dayanıklılık geni üzerine virulent mutant ırk Kenya da epidemiy oluşturmuş, 2009 yılında Güney Afrika ve Zimbabve, 2011 yılında Eritre, ayrıca Tanzanya ve Mozambik'te Ug99 ırkı/veya ırkları

belirlenmiştir. 2007 yılında İran'da 2 farklı üretim alanında Ug99 ırkı belirlenmiştir (Anonim, 2019c). Oluşan bu durum ülkemiz için mevcut riski daha da arttırmıştır.

Wolday ve ark., (2011) tarafından yürütülen bir çalışmada, 20 genotipten oluşan Kuzey Amerika ırk ayırıcı seti kullanılmıştır. Virulens analiz çalışmaları sonucu harf kodlu tanımlama (isimlendirme) yapılmış, TTKST ve PTKST ırkları/varyantlarının varlığı ortaya konulmuştur. Her iki ırk/varyantın Ug99 grubuna ait olduğu *Sr31* ve *Sr24* dayanıklılık genleri üzerine de virulent olduğu belirlenmiştir. TTKST ve PTKST ırk/varyantlarının sırasıyla *Sr21* dayanıklılık geni üzerine virulent veya avirulent olması noktasında ayrılmaktadır. Ug99'un (TTKSK ırkı) gözlemlenen ve öngörülmüş göç yolları dikkate alınarak, Eritre'de TTKST ve PTKST ırk/varyantlarının Kızıldeniz ve Arap Yarımadasını geçerek Afrika kıtası dışına doğru yayılma olasılığının arttığı bildirilmiştir. TTKST ve PTKST ırk/varyantlarının Batı Asya üretim alanlarına yayılma olasılığının bulunduğu da değerlendirilmiştir. Ug99 kara pas ırkı olarak belirlenen ırklar/varyantlar TTKSK (Ug99, *Sr31*, *Sr21*, *Sr30*/1998 yılında belirlenmiştir), TTKSF (*Sr31* dayanıklılık geni üzerine avirulent ve *Sr21* ve *Sr30* dayanıklılık genleri üzerine virulent/2005 yılında belirlenmiştir), TTKST (*Sr31*+*Sr20*+*Sr24*+*Sr30* dayanıklılık genleri üzerine virulent/2006 yılında belirlenmiştir), TTKSK (*Sr31*+*Sr21*+*Sr30*+*Sr36* dayanıklılık genleri üzerine virulent/2007 yılında belirlenmiştir), PTKST (*Sr31*+*Sr24* dayanıklılık genleri üzerine virulent/2007 yılında belirlenmiştir), TTKSP (*Sr31* dayanıklılık geni üzerine avirulent + *Sr24* dayanıklılık geni üzerine virulent/2010 yılında belirlenmiştir), PTKSK (*Sr31*+*Sr30* dayanıklılık geni üzerine virulent/2006 yılında belirlenmiştir), PTKSK (*Sr31*+*Sr24*+*Sr30* dayanıklılık geni üzerine virulent/2007 yılında belirlenmiştir), TTKSF(*Sr31*+*Sr21*+*Sr30*+*Sr9h* dayanıklılık geni üzerine virulent/2010 yılında belirlenmiştir), TTHST (*Sr31*+*Sr21*+*Sr24* dayanıklılık geni üzerine virulent/2013 yılında belirlenmiştir), TTKTK (*Sr31*+*Sr21*+*SrTmp*+*Sr30* dayanıklılık geni üzerine virulent/2014 yılında belirlenmiştir), TTKTT (*Sr31*+*Sr21*+*Sr24*+*SrTmp*+*Sr30* dayanıklılık geni üzerine virulent/2015 yılında belirlenmiştir), TTHSK (*Sr31*+*Sr21* dayanıklılık geni üzerine virulent/2015 yılında belirlenmiştir), PTKTK (2015 yılında belirlenmiştir) (Anonim, 2019c).

Visser ve ark., (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada Ug99 ırkından tanımlanmış olan beşinci ve altıncı varyantlarının varlığı *Triticum aestivum* üzerinden toplanan kara pas hastalığı izolatların da patojenin iki yeni ırkı Güney Afrika'da üretim alanlarından belirlenmiştir. PTKST ırkı 2009 yılında, TTKSP ırkı 2010 yılında



belirlenmiştir. *Sr24* dayanıklılık geni dışında, TTKSP ırkının, Güney Afrika'da yaygın olarak tespit edilen TTKSF ırkına fenotipik olarak benzerlik gösterdiği rapor edilmiştir. PTKST ırkının ise *Sr21* dayanıklılık geni üzerinde düşük düzeyde enfeksiyon tipi göstermesiyle ve *Sr31* dayanıklılık geni üzerine virulent olması dışında TTKSP ırkına benzerlik gösterdiği bilinmektedir. Yapılan SSR analizi sonuçları TTKSF, TTKSP, PTKST ve TTKSK (Ug99) ırkları/varyantları arasındaki genetik ilişki doğrulanmıştır. Ayrıca TTKSK, PTKST ve TTKSF ırkları/varyantlarının %99 oranında benzer yapıda olmasıyla bir grup oluştururken, TTKSP ırk/varyantının da %88'lik bir genetik benzerlik gösterdiği bildirilmiştir. TTKSF, TTKSP, PTKST ve TTKSK (Ug99) ırkları/varyantları ile Güney Afrika da tespit edilen TTKSF ve PTKST ırkları/varyantlarının yalnızca %31 düzeyinde bir benzerlik gösterdiği rapor edilmiştir. Çalışma sonucunda PTKST ırk/varyantının muhtemelen Güney Afrika üretim alanlarına diğer ülkelerin üretim alanlarından geldiği ve TTKSP ırk/varyantının TTKSF ırk/varyantından tek bir basamak mutasyonunun sonucunda ortaya çıkabileceği ön görülmüştür. Letta ve ark., (2014) tarafından yürütülen bir çalışmada TTKSK ırkının makarnalık buğdaylar üzerine yüksek bir virülensliğe sahip olduğu ve sınırlı sayıda dayanıklılık geni ile kontrolün sağlanabileceği rapor edilmiştir. 183 adet makarnalık buğday genotipi üzerinde yapılan reaksiyon çalışmasında, yüksek virülensliğe sahip dört tane kara pas ırkı TRTTF, TTTTF, TTKSK (Ug99) ve JRCQC (TRTTF ve JRCQC Etiyopya'dan izole edilmiştir.)den bir veya aynı anda birden fazla ırka karşı dayanıklı buğday genotipi için 41 QTL tanımlaması yapılmıştır. Bu lokuslardan 24 tanesi daha önce bilinen, 17 tanesinin ise Etiyopya'da daha önce ergin bitki evresi dayanıklılığı sağladığı bilinen lokuslar ile *Sr* lokuslarının varlığı bilinen kromozom bölgeleri ile örtüşmüştür. Tanımlanan lokusların hem birden fazla ırka karşı hem de spesifik ırklara karşı etkili olduğu ve özellikle de JRCQC ırkına karşı dayanıklı olduğu bildirilmiştir. Hodson (2015) tarafından yürütülen bir çalışma da Etiyopya'da 2013/14 üretim sezonunda "Digalu" çeşidi üzerine etkin olan kara pas hastalığı epidemisi, 2014/15 üretim sezonunda gözlenmiştir. Genel anlam da en az 20 üretim bölgesinde Digalu epidemisinin etkin olduğu belirlenmiştir. %100 ürün kaybı meydana gelen üretim alanları Arsi Robe Bölgesi, Bale Bölgesi ve Sinana Bölgesi olarak belirlenmiştir. Etiyopya'da TKTTF ırkı "Digalu" ırkı olarak isimlendirilmiştir. 2014/15 ile 2013/14 üretim sezonlarında ki epidemilere de aynı ırkın neden olduğu belirlenmiştir. Bu ırk Ug99 ırk grubuyla ilişkili değildir. TKTTF ırkının Orta Doğu'da birçok ülkede varlığı bilinmektedir. ırkın

SrTmp dayanıklılık geni üzerindeki virülensliğinin "Digalu" çeşidin de görülen hassasiyetin ana nedeni olabileceği ön görülmüştür.

2.3. Türkiye'de Ug99 kara pas ırkı ile ilgili survey çalışmaları

The Borlaug Global Rust Initiative (BGRI) aktif üyesi olan ülkemiz tarafından, ilgili kuruluşlar eliyle Ug99 ırk/patotiplerinin yayılımı takip edilmektedir (Anonim, 2019c). Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen ve finanse edilen farklı projeler kapsamında (Özellikle Ülkesel Serin İklim Tahıl Hastalık Araştırmaları Projesi) Türkiye de ki kara pas hastalığının Kastamonu, Çukurova ve geçit bölgesi gibi bazı buğday üretim alanlarında takibi yapılmaktadır. Ug99 ırkının henüz ülkemizde belirlenmediği farklı çalışmalarla ortaya konulmuştur. Türkiye de kara pas hastalığının üretim alanlarında ki mevcut durumu ile değişimi, kara pas ayırıcı setleri oluşturularak, surveyler yapılarak ve patotip analizleri ile takip edilmektedir (Akan ve ark., 2012). Ug99 kara pas ırkının 1995 yılında görülen sarı pas epidemisine neden olan ırka benzer şekilde öncelikle Güney Bölgelerde ki üretim alanlarını etkileyebileceği öngörülmektedir (Düşünceli ve ark., 2008).

2.4. Ug99 kara pas ırkı hastalık testlerinin yürütülmesi

Yetiştiricilik yapılan alanlar ve üretim miktarları dikkate alınmaksızın birçok çeşit ve TAGEM Enstitülerince geliştirilmiş ümitvar genotipler Ug99 kara pas ırkının epidemiye yol açtığı ülkeler olan Kenya ve Etiyopya'ya reaksiyon testlerinin yapılması amacıyla gönderilmiştir. Buğday üretiminin yılın her döneminde yapılabildiği Kenya şartlarında öncelikle buğdayın yetiştiricilik şartları göz önüne alınarak test materyali Yazlık ve Kışık dilim yetiştiriciliğe uygun materyal olarak ikiye ayrılmıştır. Test materyali Kenya Tarımsal Araştırma Enstitüsü (KARI) ve Etiyopya Tarımsal Araştırmalar Organizasyonu (EARO) aracılığı ile test edilmiş ve elde edilen materyali geliştiren TAGEM Enstitüleri tarafından değerlendirilmiştir. Özellikle Türkiye ve Kenya da ergin bitki evresi reaksiyon testlerini birlikte değerlendirerek Ülkesel düzeyde Ug99 ırkına karşı ıslah çalışmaları yürütülmektedir.

2.5. Türkiye'de Ug99 kara pas ırkı ile ilgili yapılan diğer çalışmalar

Ülkemizde yürütülen çalışmalar genel olarak TAGEM kontak noktası olacak şekilde planlanmıştır. Çalışmaların temel amaçlarından birisi de yerel ve küresel iş birliğidir. Yerel iş birliği Ülkesel Serin İklim Tahıl



Hastalık Araştırmaları Projesi kapsamında organize edilmektedir. Uluslararası iş birlikleri ise The Borlaug Global Rust Initiative (BGRI) tarafından düzenlenen etkinlikler çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. TAGEM tarafından gerek BGRI gerek diğer uluslararası kuruluşlar (FAO, CIMMYT, ICARDA vb.) tarafından düzenlenen bilimsel etkinliklere katılım desteklenmektedir. Bu kapsamda Kenya (Nairobi/Eylül 2005), İtalya (Roma/Aralık 2005, Şubat 2007) ve Mısır'da (Alexandre/Kasım 2006) yapılan ortak akıl geliştirme toplantılarına katılım sağlanmıştır. Ayrıca insan kaynağı geliştirilmesi, ülkemizde yapılan çalışmaların aktarılması ve ikili iş birliklerinin geliştirilmesi için 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015 ve 2018 yıllarında yapılan atölye çalışmalarına veya çalıştaylara teknik personel düzeyinde katılım sağlanması TAGEM tarafından desteklenmiştir. Yine farklı yıllarda Kenya tarla şartlarında yürütülen "Standardization of Stem Rust Note-taking and Evaluation of Germplasm Training" isimli kurs programına teknik personelin katılımı TAGEM tarafından desteklenmiştir.

2.6. Ug99 ırkının oluşturabileceği sorunlar için sürdürülebilir tarım önerileri

Ergin evresi hastalık testleri ile dayanıklı buğday genotipleri belirlenmelidir. Dayanıklı olarak belirlenen genotiplerin verim, kalite ve diğer özelliklerin istenilen yönde olması durumunda oluşabilecek kriz dönemi için dayanıklı genotiplerin tohumluk üretimi arttırılmalıdır. Üretim desenin de dayanıklı genotiplerin ekimi öncelikli tercih olarak ele alınmalıdır. Pas hastalıklarının kontrolünde kültürel ve kimyasal uygulamaların yanında aşırı sulamadan kaçınılması, benzer üretim çevresinde yazlık ve kışlık ekimden kaçınılmasının yanın da özellikle farklı genetik tabana sahip çeşitlerin yetiştiriciliğinin yapılması sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir (Roelfs ve ark., 1992). Kültürel uygulamalar ve dayanıklı çeşit kullanımı sürdürülebilirlik kavramı için önemli olup hastalığın kontrolünde öncelikle tercih edilmelidir.

2.7. Ug99 ırkının oluşturabileceği tohum ve ürün pazarlama sorunlarına çözüm önerileri

Dayanıklı olarak belirlenen genotiplerin tohumluk stokları kriz dönemi için hazırlanmalıdır. Gerek Türkiye'de bilinen kara pas ırklarına karşı gerekse Ug99 ırk/patotiplerine dayanıklı çeşit geliştirilmesi veya tohumluk üretiminin yapılması için ilgili kurum ve kuruluşlar teşvik edilmelidir. Yeni çeşitlerin üretim deseninde yer alması kısa süre de gerçekleşmemektedir. Bu nedenle üreticiler konu hakkında bilgilendirmeli ve oluşabilecek yeni duruma çözüm odaklı yaklaşımları

sağlanmalıdır. Ug99 kara pas ırk/patotipleri ülkemizde henüz tespit edilmemekle birlikte, hastalığın kimyasal kontrolünün sağlanması ve ön görülen senaryolar sonucunda oluşabilecek olası maliyet artışı için çalışmaların yapılması gerekmektedir. Sebebi ne olursa olsun tüketici talebini karşılayacak üretim olmaması durumunda ithalat için uygun pazar varlığı her yıl gözden geçirilmeli ve alternatif buğday temin pazarlarının varlığı belirlenmelidir.

Sonuç

Ülkemizde potansiyel olarak zarar oluşturabilecek yerel kara pas ırk/patotiplerine ve Ug99 kara pas ırk/patotiplerine karşı ergin bitki evresi reaksiyon testleri yapılarak dayanıklı materyalin belirlenmesi ve geliştirilmesi oldukça önemlidir. Gelecek nesiller için "sağlıklı bir çevre, yeterli miktarda ve temiz gıda temin edilmesi" konusunda çeşitli endişeler bulunmaktadır. Bu endişelerin giderilmesi konusunda öne çıkan yaklaşımlardan birisi de "sürdürülebilir tarım" kavramıdır. Sürdürülebilir tarım kavramı içerisinde; tarımsal üretim çalışmalarında uzun dönem için verimlilik, doğal çevrenin korunması ve kırsal yaşam kalitesinin iyileştirilmesi gibi önemli konuları yer almaktadır.

Diğer taraftan klasik ıslah metotlarıyla çeşit geliştirilmesinin 12-15 yıllık bir süre alabildiği düşünüldüğünde Ug99 kara pas ırk/patotiplerinin ülkemizde etkili olması senaryosuna karşı dayanıklı materyallerin belirlenmiş olması dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarında ki bu sürenin en aza indirilmesi konusunda önem arz etmektedir. Ug99 kara pas ırk/patotiplerine karşı dayanıklı genotiplerin mutlaka yerel kara pas popülasyonlarına da dayanıklı olması gereklidir. Konu üzerinde yürütülen veya planlanan çalışmalarda yer alması gereken önemli konular olarak, 1) Ug99 kara pas ırkının hareketinin izlenmesi. 2) Ulusal ve uluslararası buğday materyallerinin Kenya ve Etiyopya tarla şartlarında da reaksiyonlarının belirlenmesi. 3) Oluşabilecek zararın en alt düzeye indirilmesi için bitki koruma önerilerinin sunulması 4) Eğitim çalışmalarını insan kaynağı geliştirilmesi, 5) Uluslararası bilgilendirme için çalıştay çalışmalarına katılım sağlanarak güncel yaklaşımların ülkemize transferinin yapılması olarak özetlenebilir. Yapılan çalışmalar başta rüzgarla yayılan hastalıklar olmak üzere, benzer hastalıkların kontrolünde model alınarak çözüm üretilmesine katkı sağlayabilir.

Teşekkür: Çalışmanın derlenmesine bilgi, tecrübe, öneri ve öngörülerini ile katkı sağlayan sayın Lütfi ÇETİN, Dr. Fazıl DÜŞÜNCELİ ve Seval ALBUSTAN'a teşekkürü bir borç biliriz.



Kaynaklar

- Akan, K., Mert, Z., Çetin, L., Salantur, A., Yazar, S., Dönmez, E., Özdemir, B., Yalçın, S., Özer, Y. ve Wanyera, R. (2012). Bazı Buğday Genotiplerinin Lokal Sarı Pas ve Kara Pas Irklarıyla Ug99 Kara Pas Irkına Reaksiyonlarının Belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21 (1): 22-31
- Akkaya, A. (1994). *Buğday Yetiştiriciliği*, Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 1, Ders Kitapları Yayın No: 1, Kahramanmaraş.
- Aktaş, H. (2001). *Önemli Hububat Hastalıkları ve Sürvey Yöntemleri* Kitapçığı Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müd. Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı 80 s. Ankara.
- Anonim, (2008). *Zirai Mücadele Teknik Talimatları*, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Anonim, (2019a). USDA, <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/> (Erişim tarihi 24.07.2019)
- Anonim, (2019b). TÜİK, 2017. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi 24.07.2019)
- Anonim, (2019c). The Borlaug Global Rust Initiative (BGRI) www.globalrust.org (Erişim tarihi 24.07.2019)
- Bonman, J.M., Bockelman, H.E., Jin, Y., Hijmans, R.J. and Gironella, A.I.N. (2007). Geographic distribution of stem rust resistance in wheat landraces. *Crop. Sci.*, 47, 1955-1963.
- Coelho, E.T. and Sartori, J.F. (1989). Racas do fungo da ferrugem-do-colmo-do-trigo no Brasil de 1982-1985. *Pesquisa-Agropecuaria-Brasileira*, 24, 887-892.
- Demir, A. (2007). "Buğday" Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü (T.E.A.E)- Bakış Sayı 9, Nüsha 1, Haziran 2007. ISSN 1303-8346
- Düşünceli, F., Çetin, L., and Albustan, S. (1996). Occurrence and Impact of wheat stripe rust (*Puccinia striiformis*) in Turkey in 1994/95 crop season". *Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin*, Vol. 24, Supplement, page 309, Proc. of the 9th CR&PMC, 2-6 September 1996, Lunteren, The Netherlands.
- Düşünceli, F., Mert, Z., Akan, K., Çetin, L. ve Albostan, S. (2008). Ug99'a Karşı Küresel Yaklaşımlar ve Türkiye Çalışmalarına Genel Bakışı "Ülkesel Tahıl Sempozyumu 2-5 Haziran 2008 Konya" (Poster sunu) p:322-329.
- Düşünceli, F., Çetin, L., Albustan, S., ve Ekiz, H., (1999), "Orta Anadolu buğday ekilişlerinde pas hastalıklarının (*Puccinia* spp.) yaygınlığı, önemi ve alınması gereken tedbirler" *Orta Anadolu'da hububat tarımının sorunlar ve çözüm yollar Sempozyumu*, Konya, Türkiye, 8-11 Haziran 1999. 2000, 693-696.
- Harder, D.E. and Dunsmore, K.M. (1994). Stem rust on wheat, barley, and oat in Canada in 1992. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 16, 56-60.
- Hodson, D. (2015). Alert- Jan 9, 2015: Summary of Ethiopia 2014/15 rust situation. Re- current, localized stem rust epidemics caused by race TKTTF ("Digalu" race) in Ethiopia. Extreme caution and vigilance needed in East Africa. Web sayfası: <http://rusttracker.cimmyt.org/?p=6465> (Erişim tarihi 24.07.2019)
- Knott, D.R. (1989). *The wheat rust-breeding for resistance*. Monographs on Theoretical and Applied Genetics. 12. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 201 p. Germany.
- Leonard, K.J. (2001). *Stem rust-future enemy? In: Stem Rust of Wheat: from Ancient Enemy to Modern Foe*. Peterson, P.D. (ed.). St. Paul, MN: APS Press, pp. 119-146, USA.
- Letta, T., Olivera, P., Maccaferri, M., Jin, Y., Ammar, K., Badebo, A., Salvi, S., Noli, E., Crossa, J. and Tuberosa, R. (2014). Association mapping reveals novel stem rust resistance loci in durum wheat at the seedling stage. *The Plant Genome*, 7(1), 1-13.
- Mamluk, O. F., Çetin, L., Braun, H.-J., Bolat, N., Bertschinger, L., Makkouk, K. M., Yıldırım, A. F., Saari, E. E., Zencirci, N., Albustan, S., Çalı, S., Beniwal, S.P.S. and Düşünceli, F., (1997). "Current status of wheat and barley diseases of Central Anatolian Plateau of Turkey", *Phytopathology. Medite.* 36, 167-181.
- McVey, D.V., Long, D.L. and Roberts, J.J. (1999). Races of *Puccinia graminis* in the United States during 1996. *Plant Disease*, 83, 871-875.
- Mert, Z., Çetin, L., Albustan, S., Düşünceli, F., Akan, K. and Aydoğdu, M. (2007). Occurrence of Wheat Rusts in Turkey In 2007 Growing Season. *16th Biennial Australasian Plant Pathology Society Conference*. 24-27 September 2007. Adelaide, Australia. Poster presentation Handbook- 209 p.
- Mert, Z., Karakaya, A., Düşünceli F., Akan, K. and Çetin L. (2012). Determination of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* races of wheat in Turkey. *Turk. J. Agric. For.* 36, 107-120.
- Olivera, P.D., Badebo, A., Xu, S.S., Klindworth, D.L. and Jin, Y. (2012). Resistance to race TTKSK of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in emmer wheat. *Crop Science*, 52(5), 2234-2242.
- Park, R.F. (2007). Stem rust of wheat in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 58(6), 558-566.
- Peterson, P.D., Leonard, K.J., Roelfs, A.P. and Sutton, T.B. (2005). Effect of barberry eradication on changes in populations of *Puccinia graminis* in Minnesota. *Plant Disease*, 89(9), 935-940.
- Ping, Y., Yuanyin, C. and Weizhi, L. (1995). Race dynamics of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in China in 1993. *Acta-Phytophylacica-Sinica*, 22, 303-308.
- Roelfs, A.P. and McVey, D.V. (1979). Low infections types produced by *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* and wheat lines with designated genes for resistance. *Phytopathology*, 69, 722-730.

2nd International Eurasian Mycology Congress 2019

- Roelfs, A.P., Singh, R.P. and Saari, E.E. (1992). *Rust diseases of wheat: Concepts and methods of disease management*, 81 p., Mexico.
- Singh, R. and Huerta-Espino, H. (2002). *Research Highlights of the CIMMYT Wheat Program 1999-2000*. CIMMYT 2002.
- Visser, B., Herselman, L., Park, R.F., Karaoglu, H., Bender, C.M. and Pretorius, Z.A., Characterization of two new wheat stem rust races within the Ug99 lineage in South Africa. 2010. *BGRI 2010 Technical Workshop*, 30-31- May. Russia.
- Wolday, A., Fetch, T., Hodson, D.P., Cao, W. and Briere, S. (2011). First report of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* races with virulence to wheat stem rust resistance genes *Sr31* and *Sr24* in Eritrea. *Plant Disease*, 95(12), 1591



Geliş(Received) :30/11/2019
Kabul(Accepted) :06/12/2019

Derleme Makale/Review Article
Doi:10.30708.mantar.653329

Single name nomenclature of fungi and its some reflections since 2011 especially in Turkey

Ahmet ASAN¹, Gulay GİRAY², Rasime DEMİREL^{3*}, Halide AYDOĞDU⁴

*Corresponding authors: rasime.demirel@gmail.com

¹Trakya University Faculty of Science Department of Biology 22030 Edirne-Turkey.
Orcid ID: 0000-0002-4132-3848/ ahmetasan84@gmail.com

²MEB İstanbul – Turkey

Orcid ID: 0000-0002-8703-6465 /gulaygiray74@gmail.com

³Eskisehir Technical University Faculty of Science Department of Biology Eskisehir-Turkey

Orcid ID: 0000-0001-6702-489X /rasime.demirel@gmail.com

⁴Trakya University Arda Vocational College 22030 Edirne-Turkey

Orcid ID: 0000-0002-1778-2200/halideaydogdu@yahoo.com

Abstract: Despite some opposing mycologists in the fungal systematics, dual nomenclature (*meaning that a perfect i.e. sexually reproducing fungal species different name, the same species as an imperfect i.e. that fungus has asexual reproduction different name given*) was quitted along with publishing “The Amsterdam Declaration on Fungal Nomenclature”. Developments related to the subject since 2011 and the effects of the single fungal taxonomic system are discussed. Full implementation of the single name nomenclature system may take a long time. It is difficult to abandon the fungal names in the publications before 2013, and these sources are still used in all over the world. Change can take place over time. It is seen that the old name of some species whose name is changed is still used in many publications.

Key words: Fungal taxonomy, single name nomenclature, one fungus one name.

Fungusların tek isimle isimlendirilmesi ve 2011’den bu yana özellikle Türkiye’deki yansımaları

Öz: Mantar sistematikindeki bazı muhalif mikologlara rağmen, çift isimlendirme (yani; eşeyli üreme gösteren fungus türlerinin farklı, eşeysiz üreyen aynı fungusun farklı tür adı alması) uzun zaman önce “Amsterdam Deklarasyonu - Fungal isimlendirme” makalesi ile yayınlanmıştır. 2011’den bu yana konuyla ilgili gelişmeler ve tek fungal taksonomik sistemin etkileri tartışılmaktadır. Tek isim isimlendirme sisteminin tam olarak uygulanması uzun zaman alabilir. 2013’ten önce yayınlardaki mantar isimlerini terk etmek zor olmakla birlikte bu kaynaklar hala tüm dünyada kullanılıyor. Değişim zamanla gerçekleştirilebilecektir. Adı değiştirilmiş bazı türlerin eski isimlerinin hala birçok yayında kullanıldığı görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Fungal taksonomi, Tek isimle isimlendirme, bir fungus bir isim

Introduction

Although there have been many researches on fungal classification since the 1600s, all the main fungal classification schemes proposed to date are different from each other. According to Ainsworth's (2009) book on the history of mycology, one of the first classifications, similar to the current fungal classification schemes, was made by Anton de Bary in 1866 (Scheme: Phycomycetes,

Hypodermii, Basidiomycetes, Ascomycetes) (Ainsworth, 2009).

Although fungal classification has been made by considering different characters from the past to the present, it is interesting that the diagrams of how many phyla or how many large groups of fungi do not look exactly like each other, reveal that confusion is a controversial situation. What could be the reason or the reasons? This is difficult question but various comments



can be brought. Bones, lignin or similar hard and durable structures are not found in fungi, so fossil records are not available more because of structures of fungi are not suitable for adequate fossilization. This situation complicates the establishment of phylogenetic relationships between fungal groups. For this reason, the fungal system is based on the phenotypic features (reproductive structures, morphologies, spore types, colonial characteristics, etc.) of fungus that have been living for a long time (even still).

Sexual reproduction structures are important in fungal taxonomy, but all fungi are not reproduces sexually or their sexual stages are not recorded yet. So discussions on fungal taxonomy continue. With the discovery of PCR in 1983 (Wessner et al., 2013), molecular studies of fungi have gained speed and fungal taxonomy has improved. According to Levetin et al. (2016), in the 20 years between the 1995 and 2015, DNA sequencing resulted in a solution for 8 fungal phyla, three of which were Zygomycota, Ascomycota and Basidiomycota which contain important aeroallergens. Although there is currently no fungal classification scheme adopted by all mycologists, there are four fungal groups in almost all schemes: Chytridomycota, Zygomycota, Ascomycota and Basidiomycota. Already, Blackwell and Spatafora (2004) reported that 95 % of fungal species belonged to Ascomycota and Basidiomycota.

Although molecular studies have benefits, they also have several disadvantages. For example, Deanna A. Sutton (2014) wrote on the subject on the website: "http://www.swacm.org/annualmeeting/2014/handouts/20140903/WS5_ChangingTaxonomyNomenclatureinMedicalMycology_Sutton.pdf" (access: 22 October, 2018). 20 % of the information in the bank may not be accurate for species level identifications or may not be up to date, the DNA quality used may not be good, and the sample used may have more than 1 fungus; the DNA of some species is difficult to remove; it may be necessary to know the phenotypic properties to select appropriate targets; molecular methods can be performed by people with little knowledge of the classical fungal identifications, and this may lead to wrong identification. In addition to fungal morphological experience, if a scientist prefer DNA sequencing methods, identification results depend on the DNA sequencing should be performed together with sequence results of type cultures. Prakash et al. (2017) stated that traditional fungal identification methods based on morphological-phenotypic characters have the potential to produce time-consuming and inaccurate results. Therefore, it is more valuable to using combine

current conventional methods with molecular methods. The individual application of both methods alone does not solve the problems. Although fungi were classified on the basis of reproductive structures, then other main characters were also considered; examples: whether or not flagella, formation of mycorrhizal, biochemical structure of cell wall, dicaryotic structure, whether or not parasitic.

In fact, the fungal system is not only discussed in itself, which organisms are fungus, which are not? Even this issue is discussed among mycologists and there may not be full consensus. For example, according to Blackwell (2011), biologists working with fungi discussed the which organisms to be accepted in fungi within the last 200 years (this period is specified in 2011). Logic, functioning, mechanism, fungal terms and it is difficult to grasp the changes over time in fungal systematic and researchers who are starting to work on this issue a difficult environment is waiting. There are also a lot of fungal terms and it is difficult to learn all.

This is one of the main objectives of the study is to contribute to the awareness of single nomenclature for fungal taxonomy, especially in Turkey and surrounding countries and to raise awareness.

Single name nomenclature of fungi

Some fungi show both the sexual and asexual reproduction. Fungal reproductive structures are important in fungal taxonomy. For example, *Aspergillus* genus has both sexual and asexual states. While its asexual stage is named as *Aspergillus*, sexual stages have more than one name. However, according to the decision made at the meeting held in Amsterdam by CBS in 2012, it was decided to use the name *Aspergillus*. Also a similar situation exists for some fungal species names. Asexual and sexual stages of a fungal species are called by separate names. In fact, more than one name is used for the same species. If sexual life cycle of a fungal species is either unknown or absent are collected in Deuteromycetes (= Fungi Imperfecti). However, after the sexual reproduction is found, the fungal species is actually taken into the class it belongs to. The history of this situation dates back about 150 years. In the mid-19th century, the French brothers Charles and Louis René Tulasne observed that the same fungus produced more than one reproductive structure under the microscope (sexual - teleomorphic and asexual - anamorphic stages). The sexual and asexual stages of such fungi were given separate names. Over time, the researchers concentrated on one of these names and different names of the same species increased and became widespread

2nd International Eurasian Mycology Congress 2019

(Milius, 2014). Likewise, according to Hibbett and Taylor (2013), the dual-classification emerged in the 19th century and increased with the use of sexual morphologies in the Linnaean classification of plants. According to the <http://www.fungaltaxonomy.org/files/6813/9241/1345/Naming_and_Outline_of_Dothi_deomycetes_2014.pdf> website (Wijayawardene et al., 2014), the dual-classification in fungi was proposed by Saccardo in 1904 to solve the chaos caused by sexually and asexually phases and was accepted in the International Botanical Congress (IBC) in 1905 in Vienna (Austria). Although it seems illogical for a species to have more than one name, this situation has continued as it is. Because the morphology of sexual reproduction structures was considered to be superior to that of asexual forms. However, in the late 1980s, when the sexual characteristics began to show DNA variations, they lost their superiority. One of the first official meetings on this issue was organized by CBS-KNAW (new name: Westerdijk Fungal Biodiversity Institute) (<http://www.westerdijkinstituut.nl/>) in April 2011 in Amsterdam under the name "One Fungus One Name = 1F1N". This meeting also was attended by many mycologists from Turkey.

In July 2011, before the International Botanical Congress in Melbourne, Australia, a group of mycologists gathered, and Scott Redhead prepared a text with three options to change the dual-classification rule. His most radical proposal was the removal of the double-nomenclature option from the "Article 59" (Milius, 2014).

"One fungus one name" system is more simple and comprehensible that avoided giving different names to the sexually and asexually reproducing members of the same species. However, this system has some problems and it is doubtless that these problems will take years to resolve. According to Hibbett and Taylor (2013), there are very important and common species belonging to some genera, but according to the single name nomenclature, not all of these species may be within that genus. For example, *Penicillium rubens* is the original source of penicillin, *Penicillium marneffeii* is pathogenic in humans, *Penicillium camemberti* and *Penicillium roqueforti* play an important role in the production of cheese and all of these species were in the genus *Penicillium* (Hibbett and Taylor, 2013). However, the name of *Penicillium marneffeii* has changed [new name: *Talaromyces marneffeii* (Segretain, Capponi & Sureau) Samson, Yilmaz, Frisvad & Seifert] and this species has been transferred to the genus *Talaromyces* (Samson et al., 2011). In this case, *T. marneffeii* should be included with the old name (*P. marneffeii*) in the publications before 2011 and with the

new name in the later publications. Different fungal names can be taken into account in different hospitals in different countries. The fungi concern many researchers working in different scientific disciplines such as medicine, veterinary medicine, phytopathology, food science, biology, environment, engineers, and pharmacology. However, it is difficult to think that all of these researchers have a good knowledge and more information of fungal taxonomy. Known, accepted and widespread of the fungal names that change due to the single name nomenclature system will take time.

The fact that a fungus genus or species has two different names caused various problems in time. For example, when it is desired to identify fungi that cause diseases in humans, animals or plants, it may be difficult to decide which of the pathogenic species is the correct name because of the different names of these fungi in the literature. R.A. Samson pointed out this problem at "6th Trends In Medical Mycology" in Copenhagen in October 2013 and stated that giving different names to different stages of a fungus caused confusion. For the discussion of this issue, CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre (current name: Westerdijk Fungal Biodiversity Institute) started a series of symposiums starting in April 2011 and which will be held in April each year. The first symposium in April 2011 was called "One Fungus One Name", followed by "One Fungus Which Name" (2012), "One Fungus Which Gene(s)" (2013) and "One Genera and Genomes" (2014). The subject of the 5th Symposium held in the Netherlands on 22-24 April 2015 was designated as "Second International Workshop on Ascomycete Systematics". A declaration on the issue signed by the participants of the symposium in 2011 was published in the journals *Ima Fungus* and *Mycotaxon* under the title of "The Amsterdam Declaration on Fungal Nomenclature" (Hawksworth et al., 2011). Single name nomenclature system was mainly explained by this declaration and has been highly cited (280 citations as of June 26, 2019; source: GoogleScholar. Also it takes 197 citations in scientific journals covered by *Web of Science* Database, access: June 26, 2019). Intense citation also shows interest in the subject.

According to the decision taken at the International Botanical Congress in Melbourne in July 2011, the code "International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants" was adapted to the "one fungus-one name" (see Norvell, 2011 for decision taken). According to John McNeill, the code name, formerly the "International Code of Botanical Nomenclature", has been "International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants" [Hawksworth, 2011; Norvell, 2011; <http://mpb.ou.edu/ben>



/441/ibc_nomenclature_2011.pdf) (Access: 23 October 2018)].

Hibbett and Taylor (2013) reported that there are 4 major changes in the single name nomenclature of fungi:

- Elimination of the obligation to description in Latin Language.

- Electronic publications become valid.
- The quitted of the dual-nomenclature.
- Registration of new species in fungal databases such as www.indexfungorum.org, www.mycobank.org and <http://fungalinfo.im.ac.cn/fungalname/fungalname.html>.

The Amsterdam Declaration accepts the transition to the “single-name nomenclatural system” and provides the protection of the names. Between the two names, the previously-given name has the priority to use. For example; Hawksworth (2015) has stated that of the asexual *Penicillium* name in 1809, of the sexual *Eupenicillium* name was given in 1892, so the previously-given *Penicillium* name is valid.

If a fungus has both teleomorphic and anamorphic stages, then the holomorphic name will be the name of one of these stage. Since the January 1, 2013, only one name of a fungus has been beginning to use. In this case, all valid names may be proposed as the name of a species, regardless of which stage it belongs to. Lichens were excluded from the system (Hawksworth, 2011, http://en.wikipedia.org/wiki/Teleomorph,_anamorph_and_holomorph).

Only one valid name will be accepted at the genus and species level for fungal taxa. Starting from 2013, the names given separately for the teleomorph or anamorph of a species have become invalid. The fungal taxa should be either Latin or English diagnostics in a valid publication. The final versions of the electronically published taxonomic changes should be in PDF format and should include ISSN for journals or ISBN numbers for books. In other words, even if a work containing taxonomic information is published electronically in PDF format with no specific number of volume, number, year and page numbers (by giving the DOI Number), no change can be made later. Fungal names should take place in well-known places such as mycobank.org. (Yoshitaka Ono, 2012: Link: http://www.elsevier.com/_data/promis_misc/myc_Fungal_Nomenclature.pdf, access: 23.10.2018).

Some effects of single name nomenclature

There are various publications on the effects of the single name nomenclature system. For example, Wingfield et al. (2012) stated that the single name

nomenclature contributed to plant pathology studies. Historical priority is important when selecting a fungal name. Examples: *Trichoderma* name in 1794 should be used, not *Hypocrea* named in 1825 or *Alternaria* should be used in 1817 not *Lewia* in 1986. But sometimes it can be difficult to follow this rule. Because it may be difficult to disregard common and known fungal names and to choose only slightly known and uncommon names because the name is older. Because after the abandonment of common and known names, it takes time to get used to the lesser known and non-common names. For example, a common species, *Fusarium graminearum*, can be released and use of *Sphaeria zaeae* or *Dothidea zaeae* (www.indexfungorum.org), which is the synonym of this species, can be problem. The names of the fungal genera and species that are widely known and common in the literature should be preserved. For example, Pitt and Taylor (2014) stated that the name *Aspergillus*, which is an ancient and important genus and which contains many economic and socially important species, should be preserved. Geiser et al. (2013) suggested the conservation of *Fusarium* name due to its importance in plant pathology, mycotoxicology, medicine and basic research. Sometimes the number of species in a genus can be very high, and these species can be common species known as medical or economic. For example, the name of such a genus should be used even if it is new to the other genus, using the older synonym name may cause problems because the number of species in this genus may not contain less and more common types.

The use of a single name from a fungus will take some time to settle. Although it is 8 years after the single name nomenclature has been proposed, it is seen that still changing names are used. Example: According to the indexfungorum.org website, *Neosartoria hiratsukae* is the synonym of *Aspergillus hiratsukae* but old name was used in some articles published in 2018 (Toth et al., 2018; Garza et al., 2018). Fungal names in articles or books written after 2011 are more likely to be used than the single name nomenclature. However, it is not possible to correct the old names in the works which were published before 2011 and cannot be updated and these works are in use. Moreover, not all of the people reading this work may have specialist in mycology. As a result, it will take time to link the literature with the old names and the literature on the new names. Moreover, “one name one fungus” declaration is not only interested in mycology scientist, it is also important to have information of editors and reviewers about the current conditions in the relevant science. However, the contribution of databases such as



indexfungorum.org and mycobank.org is important and the control of the names from these places is valuable for the prevention of the complexity. The single name nomenclature has also had an impact on the fungus of medical importance. Because sometimes the names of fungal diseases are derived from the genus name that causes the disease. For example, in a publication (Wang et al., 2018a), the name of *Penicilliosis marneffei* was used for the disease caused by *Talaromyces marneffei*. This shows that the new names of the fungal species that are changing the name and the names of the diseases due to these names will take time and will be used widely.

Another effect of the new rules in the fungal taxonomy has been on some scientific journals. For example, the *Mycoscience* Journal published a text stating that the authors adapted the spelling rules to this single name nomenclature (http://1.elscdn.net/promis_misc/myc_Fungal_Nomenclature.pdf, access: October 26, 2018). Alerts are also available in *Mycologia* Journal, link: http://journals.taylorandfrancis.com/tfo/UMYC/Mycologia_IFA_2018.pdf, access: 26.10.2018>. The single name nomenclature has also begun to influence the content of some MSc or doctorate theses. For example, in the thesis prepared by Aylward (2014), the effect of the single name nomenclature on the genus *Knoxdaviesia* was discussed. Kepler et al. (2013), in relation to the phylogenetic insertion of insect pathogens in the genus *Polycephalomyces*, made an application of the single name nomenclature.

Many scientific groups work on which fungus names to choose. One of them is International Commission of *Penicillium* and *Aspergillus* (ICPA). Kirk et al. (2013), according to the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants", have published a list of fungal species to be protected after the single name nomenclature. In the list, there are 6995 names among 17072 published genera [But Crous et al. (2014) indicated that the number of fungal genus is more than 18,000]. (In a book published by Clements and Shear in 1973, it was written in 1909 that there were 5,000 fungal species in the 2909 fungal genera; please note how much the number has increased over time). In addition, Rossman et al. (2015) also provided a list of genus names to be protected in *Dothideomycetes*. Also Visagie et al. (2014) indicated that the *Penicillium* species need to be protected.

Hong et al. (2012) stated that over 10,000 fungal species will be renamed together with the single name nomenclature. Considering that there are about 120,000 fungal species, the percentage of fungal names that need to change is approximately 8.5 %. It is obvious that

changing names are quite few. There will be no sudden change that will take time to be proposed, accepted, published and disseminated.

With the change of the International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (ICNAFP), the following question is raised: Should the *Aspergillus* genus be a large genus or be divided into many small genus? The International Commission of *Penicillium* and *Aspergillus* (ICPA) preferred the first option. Kocsube et al. (2016) indicated that the *Aspergillus* genus is a monophyletic, multi-gene phylogeny and extruder profiles with the evidence from. de Hoog et al. (2017) reported that *Trichophyton*, a major genus of dermatophytes, was a polyphyletic, suggesting an increase in the number of dermatophyte genus but a decrease in the number of species and proposed two new types of dermatophytes: *Guarromyces* and *Paraphyton*.

When we look at some of the changing fungal names such as *Penicillium marneffei* after 2011, we see the following. One of the changing names is *Penicillium marneffei* [new name is *Talaromyces marneffei* (Samson et al., 2011)]. After 2011, *Penicillium marneffei* name was used in some publications originated from Turkey (Ergin et al., 2013; Çetinoğlu and Ursavaş, 2014; Çelik, 2013; İnci et al., 2018). There is only one publication in *Web of Science* database that contain *Penicillium marneffei* species name originated from Turkey (Sahin and Gokova, 2006) and it is normal to use the name because of it was published before 2011. There are 842 publications for *Penicillium marneffei* name in the *Web of Science* database. Since the name changes in 2011, it is better to consider the publications between 2012-2019 (June 27, 2019). In this case, "*Penicillium marneffe*" name is take place in the 312 publications in mentioned database. The name is still widely used. For example: 2012: 46 publications, 2013: 41, 2014: 39, 2015: 49, 2016: 39, 2017: 37, 2018: 46, June 27, 2019: 15. When we write "*Talaromyces marneffei*" for search the same period, there are 133 publications (using this name is increasing after 2014. 2015: 14 publications, 2016: 23, 2017: 28, 2018: 39; June 27, 2019: 15). According to this data, the old name is used more and using old name more than new name in *Web of Science*. Not only in Turkey, as in other countries continue to use the old names, examples: Yu et al., 2018; Zainudin et al., 2018; El Shehry et al., 2018; Wang et al., 2018; Al-Oebady, 2018; Wang et al., 2018 (a). But there are also those who use the new name, for example: Vanitha et al. (2018). Both are used in some publications such as Xu et al. (2019).

We can not observe to important possible effects of new fungal system in Turkey. But, Turkish researchers



takes Mycobank numbers when published new fungal species, for example Sesli and Vizzini (2017). Also Turkish researchers descriptions new fungal species in their papers in English and journals are only electronics.

There are very different and interesting point including some fungal species on some fungal resistance test standards. For example; MIL-STD-810G Method 508.7 is a current version of military standard test method providing stringent anti-fungal performance testing of materials and products (MIL-STD-810G, 2014). The last version is published at 2014 that is after one fungus one name date. This standard method includes some test microfungi and names of these fungus used in text as “*Aspergillus flavus* (ATCC 9643), *Aspergillus versicolor* (11730), *Penicillium funiculosum* (ATCC 11797), *Chaetomium globosum* (ATCC 6205) and *Aspergillus brasiliensis* (formerly known *A. niger*)”. When we check these fungus names from index fungorum; i) *P. funiculosum* has been *Talaromyces funiculosus* since 2011, ii) *A. brasiliensis* has been *A. brasiliensis* since 2007 not *A. niger*. It is clear that there are very huge confision. Unlike the taxonomic dimension of this issue, if the subject we talked about is standard methods, the main question here what is the main fungus of this standard method. There are a lot of laboratory that agreditated about this standard method and there are a lot of tested materials and results unpublisehed! Moreover, there are a lot of similar standards in cosmetic (challenge test; EN ISO 11930), material science (JIS L 1921:2015 Textiles, ISO 846:1997(E): Plastics, ISO 13125:2013(E): Fine ceramics, JIS A 5756:2006 Building gaskets and Building structural gaskets) and e.t.c.

Other possible effects in future

The new fungal taxonomic system contains significant changes. There have been many changes and will be in the future. Various mycology books are published in different languages. For example, Hoog (2013) stated that program rewriting of standard books on fungal taxonomy and revising the course programs. Before 2011, there is nothing to do for those that are physically printed, but new editions and new editions of previous editions will have to change quite a bit. It will take time for the new system to be understood, digested and included in its works by the authors. In addition, there are mycology courses in various undergraduate, graduate and doctorate programs (Biology, medicine, agriculture, veterinary medicine, environmental sciences, food, engineer, pharmacy, test laboratories etc) in universities around the world. Course notes, books, lectures used in these courses etc, all educational materials will need to

be updated as well. In addition, in various countries of the world, it is expected to update the course documents for specific areas of mycology. When further details are found, there will be other changes; For example, there may be a need to update the new names of fungal pathogens that are included in the drug prospectuses and in the single name nomenclature, and there may be other unforeseen circumstances.

There are also those who opposing view for the single name nomenclature. Gams-Jaklitsch and 77 academicians (2011) are the examples for the opposing view to Amsterdam Declaration (Hawksworth et al., 2011). Gams proposed views opposing the single name nomenclature in another study published in 2016.

Fungal morphology, colonies and microscopic characteristics will continue to be used, but they will not be completely abandoned, although their importance will be reduced. Increasing molecular studies from the end of the 1980's would become even more important and would be standard for fungal taxonomy, despite the slow progress of sequencing. In addition to the gene regions used for fungal species (ITS1-ITS2-Internal Transcribed Spacer, Calmodulin, β -tubulin etc), new gene regions can be studied in the future. Indeed, Crous et al. (2014) and Demirel (2016) stated that LSU (28S rDNA) can be used for phylogenetic analysis. Factors such as the high cost of molecular studies compared to traditional morphological studies, the inadequacy or inadequacy of each mycology laboratory, the lack of trained staff and the difficulties in finding resources for the studies have the effect of lowering the rate of sequencing of fungal species. Over time, direct DNA uptake (metagenomic) may be increased from various habitats (eg, air environment) without conventional isolation methods. For example, as reported by Hibbet and Taylor (2013), although only 100 species of *Archaeorhizomycetes* have been reported so far, only 1 (*Archaeorhizomyces finlayi*) has been reported by culturing traditional methods; others were studied by metagenomic methods. In spite of any difficulties, it is expected that a standard will be formed in the future with series analyzes of fungal species. Ideally, morphological, colonial, anatomical and microscopic characteristics and molecular studies are performed together.

Despite some of the counter-arguments and some of the problems encountered, was there a need to change the system implemented since 1905? Fungal taxonomy is very variable. According to the new information obtained, the characters used in the fungal taxonomy also change. Dual system could sometimes be incomprehensible for those who did not expert on fungal taxonomy. As



mycology science is related to many scientific disciplines, researchers who do not have any knowledge about fungal

taxonomy also have to deal with mycology. The fact that a fungal species has two names can cause confusion.

References

- Ainsworth, G. C. (2009). *Introduction to the History of Mycology*. 359 pp. Cambridge University Press. Cambridge-UK. First publ: 1976; digital ed. version.
- Al-Oebady, M.A.H. (2018). Fungal infections from the diabetic foot ulcers in AL-Samawah city. *Al-Qadisiyah J. Pure Sci.* 23: 47-52.
- Aylward, J. (2014). Diversity and dispersal of the ophiostomatoid fungus, *Knoxdaviesia proteae*, within *Protea repens* infructescences. YL Tezi-MSc Thesis. 95 pp. Stellenbosch University <http://scholar.sun.ac.za>. Link: <<http://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/86324>>. (Access: April 21, 2014).
- Blackwel, I. M. and Spatafora J.W. (2004). *Fungi and their allies*. pp 7-21. Eds.: Mueller GM, Bills GF, Foster MS. Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods. 777 pp. Elsevier Academic Press. Amsterdam.
- Blackwell, M. (2011). The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species? *Amer J Bot* 98: 426-438.
- Çelik, M. (2013). Hematolojik malignansili pediatrik febril nötropeni olgularında invazif fungal enfeksiyonun erken tanısında serum galaktomannanın yeri. Yan dal uzmanlık tezi. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı. Ankara.
- Çetinoğlu, E., Ursavaş, A. (2014). Fungal Pnömoniler: Hangi Konakçıda, Ne Zaman, Hangi Tedavi?. *Güncel Göğüs Hast. Serisi* 2: 35-47.
- Clements, F.E.; Shear, C.L. 1931. The genera of Fungi. Second Edition. Publisher H.W. Wilson Co., New York. 1-496
- Crous, P.W., Giraldo, A., Hawksworth, D.L., Robert, V., Kirk, P.M., Guarro, J., Robbertse, B., Schoch, C.L., Damm, U., Trakunyingcharoen, T. & Groenewald, J.Z. (2014). The Genera of Fungi: fixing the application of type species of generic names. *Ima Fungus* 5: 141-160.
- de Hoog, G.S., Dukik, K., Monod, M., Packeu, A., Stubbe, D., Hendrickx, M., Kupsch, C., Stielow, J.B., Freeke, J., Göker, M., Rezaei-Matehkolaei, A., Mirhendi, H., Gräser, Y. (2017). Toward a novel multilocus phylogenetic taxonomy for the dermatophytes. *Mycopathol* 182: 5-31.
- Demirel, R. (2016). Comparison of rDNA regions ITS LSU and SSU of some *Aspergillus*, *Penicillium* and *Talaromyces* spp. *Turk J Bot* 40: 576-583.
- El Shehry, M.F., Abbas, S.Y., Farrag, A.M., Eissa, S.I., Fouad, S.A., Ammar, Y.A. (2018). Design, synthesis and biological evaluation of quinoxaline N-propionic and O-propionic hydrazide derivatives as antibacterial and antifungal agents. *Medicinal Chem. Res.* 27: 2287-2296.
- Ergin, M., Yeğinsu, A., Zeybek, A., Gürlek, K. (2013). Plevral kavitenin izole sekonder mantar enfeksiyonları. *J. Clin. Exp. Invest.* 4: 468-471.
- Gams, W., Jaklitsch, W. (and signed by 77 researchers). (2011). Fungal nomenclature 3. A critical response to the "Amsterdam Declaration". *Mycotaxon* 116: 501-512.
- Garza, J.R.C., Miranda, R.S.C., Garza, A.M.C., Taxis, A.P.E., Díaz, E.G. & Juárez, U.S. (2018). Peritonitis due to *Geotrichum candidum* in continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Case Rep In Clin Med* 7: 232-240.
- Geiser, D.M., Aoki, T., Bacon, C.W., Baker, S.E., Bhattacharyya, M.K., Brandt, M.E., Brown, D.W., Burgess, L.W., Chulze, S., Coleman, J.J., Correll, J.C., Covert, S.F., Crous, P.W., Cuomo, C.A., De Hoog, G.S., Di Pietro, A., Elmer, W.H., Epstein, L., Frandsen, R.J., Freeman, S., Gagkaeva, T., Glenn, A.E., Gordon, T.R., Gregory, N.F., Hammond-Kosack, K.E., Hanson, L.E., Jiménez-Gasco Mdel, M., Kang, S., Kistler, H.C., Kuldau, G.A., Leslie, J.F., Logrieco, A., Lu, G., Lysøe, E., Ma, L.J., McCormick, S.P., Migheli, Q., Moretti, A., Munaut, F., O'Donnell, K., Pfenning, L., Ploetz, R.C., Proctor, R.H., Rehner, S.A., Robert, V.A., Rooney, A.P., Bin Salleh, B., Scandiani, M.M., Scauflaire, J., Short, D.P., Steenkamp, E., Suga, H., Summerell, B.A., Sutton, D.A., Thrane, U., Trail, F., Van Diepeningen, A., Vanetten, H.D., Viljoen, A., Waalwijk, C., Ward, T.J., Wingfield, M.J., Xu, J.R., Yang, X.B., Yli-Mattila, T., Zhang, N. (2013). One Fungus, One Name: Defining the genus *Fusarium* in a scientifically robust way that preserves longstanding use *Phytopathol* 103: 400-408.



- Hawksworth, D.L. (2011). A new dawn for the naming of fungi: impacts of decisions made in Melbourne in July 2011 on the future publication and regulation of fungal names. *MycKeys* 1: 7-20.
- Hawksworth, D.L. (2015). Naming fungi involved in spoilage of food, drink, and water. *Current Opinion Food Sci* 5: 23-28.
- Hawksworth, D.L., Crous, P.W., Redhead, S.A., Reynolds, D.R., Samson, R.A., Seifert, K.A., Taylor, J.W., Wingfield, M.J., Abaci, O., Aime, C., Asan, A., Bai, F.Y., de Beer, Z.W., Begerow, D., Berikten, D., Boekhout, T., Buchanan, P.K., Burgess, T., Buzina, W., Cai, L., Cannon, P.F., Crane, J.L., Damm, U., Daniel, H.M., van Diepeningen, A.D., Druzhinina, I., Dyer, P.S., Ursula Eberhardt, Jack, W. Fell, Frisvad, J.C., Geiser, D.M., Geml, J., Glienke, C., Gräfenhan, T., Z. Groenewald, J.Z., Groenewald M, de Gruyter, J., Guého-Kellermann, E., Guo, L.D., Hibbett, D.S., Hong, S.B., Hoog, G.S.D., Houbraken, J., Huhndorf, S.M., Hyde, K.D., Ismail, A., Johnston, P.R., Kadaifciler, D.G., Kirk, P.M., Köljalg, U., Kurtzman, C.P., Lagneau, P.E., Lévesque, C.A., Liu, X., Lombard, L., Meyer, W., Miller, A., Minter, D.W., Najafzadeh, M.J., Norvell, L., Ozerskaya, S.M., Ozic, R., Pennycook, S.R., Peterson, S.W., Pettersson, O.V., Quaedvlieg, W., Robert, V.A., Ruibal, C., Schnürer, J., Schroers, H.J., Shivas, R., Slippers, B., Spierenburg, H., Takashima, M., Taskin, E., Thines, M., Thrane, U., Uztan, A.H., Raak, M.V., Varga, J., Vasco, A., Verkley, G., Videira, S.I.R., de Vries, R.P., Weir, B.S., Yilmaz, N., Yurkov, A., Zhang, N. (2011). The Amsterdam Declaration on fungal nomenclature. *IMA Fungus* 2: 105-112.
- Hibbett, D.S. and Taylor, J.W. (2013). Fungal systematics: is a new age of enlightenment at hand? *Nature Rev* 11: 129-133.
- Hong, S.B., Kwon, S.B., Kim, W.G. (2012). Introductions of the new code of fungal nomenclature and recent trends in transition into One Fungus/One Name System. *The Korean J Mycol* 40: 73-77.
- Hoog, G.S.D. (2013). A bird's eye view of the fungal Kingdom – the quest for nomenclatural stability. *Mycoses*. 56 (Suppl.: 3, Special Issue): 11-11. 6th Trends In Medical Mycology; Workshops. October 11-14, 2013, Copenhag-Denmark. Link: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/myc.12122_1/pdf> (Access: Oct. 28, 2018.).
- İnci, A., Doğanay, M., Özdarendeli, A., Düzlü, Ö., Yıldırım, A. (2018). Overview of Zoonotic Diseases in Turkey: The One Health Concept and Future Threats. *Türkiye Parazitol. Derg.* 42: 39-80.
- ISO 13125:2013(E): Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) - Test method for antifungal activity of semiconducting photocatalytic materials.
- ISO 13125:2013(E): Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) -- Test method for antifungal activity of semiconducting photocatalytic materials.
- ISO 846:1997(E): Plastics - Evaluation of the action of microorganisms.
- JIS A 5756:2006 Building gaskets and Building structural gaskets -Materials in preformed solid vulcanizates used for sealing glazing and panels.
- JIS L 1921:2015 Textiles - Determination of antifungal activity and efficacy of textile products.
- Kepler, R., Ban, S., Nakagiri, A., Bischoff, J., Hywel-Jones, N., Owensby, C.A., Spatafora, J.W. (2013). The phylogenetic placement of hypocrealean insect pathogens in the genus *Polycephalomycetes*: An application of One Fungus One Name. *Fungal Biol* 17: 611-622.
- Kirk, P.M., Stalpers, J.A., Braun, U., Crous, P.W., Hansen, K., Hawksworth, D.L., Hyde, K.D., Lücking, R., Lumbsch, T.H., Rossmann, A.Y., Seifert, K.A., Stadler, M. (2013). A without-prejudice list of generic names of fungi for protection under the *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants*. *IMA Fungus* 4: 381-443.
- Kocsubé, S., Perrone, G., Magistà, D., Houbraken, J., Varga, J., Szigeti, G., Hubka, V., Hong, S.B., Frisvad, J.C., Samson, R.A. (2016). *Aspergillus* is monophyletic: evidence from multiple gene phylogenies and extrolites profiles. *Studies in Mycol* 85: 193-213.
- Levetin, E., Horner, W.E., Scott, J.A. (2016). Taxonomy of allergenic fungi. *Journal of Allergy Clin Allergy Prac* 4: 375-385.
- Milius, S. (2014). The name of the fungus. Genetic advances spur mycologists to put their kingdom in order. Link: <https://www.sciencenews.org/article/name-fungus>. Access: Oct. 28, 2018.
- MIL-STD-810G, 2014, Department of Defense Test Method Standard, Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests.
- Norvell, L.L. (2011). Fungal Nomenclature. 1. Melbourne approves a new CODE. *Mycotaxon* 116: 481-490.
- Ono, Y. (2012). http://www.elsevier.com/__data/promis_misc/myc_Fungal_Nomenclature.pdf. Access: Oct. 28, 2018.
- Pitt, J.I., Taylor, J.W. (2014). *Aspergillus*, its sexual states and the new International Code of Nomenclature. *Mycologia* 106: 1051-1062.



- Prakash, P.Y., Irinyi, L., Halliday, C., Chen, S., Robert, V., Meyer, W. (2017). Online databases for taxonomy and identification of pathogenic fungi and proposal for a cloud-based dynamic data network platform. *J Clin Microbiol* 55: 1011-1024.
- Rossmann, A.Y., Crous, P.W., Hyde, K.D., Hawksworth, D.H., Aptroot, A., et al. (2015). Recommended names for pleomorphic genera in Dothideomycetes. *IMA Fungus* 6: 507–523.
- Sahin, G.O., Akova, M. (2006). Treatment of invasive infections due to rare or emerging yeasts and moulds. *Expert Opinion on Pharmacother.* 7: 1181-1190.
- Samson, R.A. (2013). One fungus one name. *Mycoses.* 56 (Suppl.: 3, Special Issue): 30-30. 6th Trends In Medical Mycology; Workshops. Oct. 11-14, 2013, Copenhagen-Denmark. Link: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/myc.12122_4/pdf>
- Samson, R.A., Yilmaz, N., Houbraken, J., Spierenburg, H., Seifert, K.A., Peterson, S.W., Varga, J., Frisvad, J.C. (2011). Phylogeny and nomenclature of the genus *Talaromyces* and taxa accommodated in *Penicillium* subgenus *Biverticillium*. *Studies in Mycol* 70: 159-183.
- Sesli, E., Vizzini, A. (2017). Two new *Rhodocybe* species (sect. *Rufobrunnea*, *Entolomataceae*) from the East Black Sea coast of Turkey. *Turk J Bot* 41: 200-210.
- Sutton, D.A. (2014). The Changing Taxonomy/Nomenclature in Medical Mycology, and How it Impacts Fungal Identification. A Pathologist's/Technologist's Update. A Swacm Annual Meeting Workshop Southwestern Association of Clinical Microbiology, Inc. Houston, TX. Sept. 3. Link: http://www.swacm.org/annualmeeting/2014/handouts/20140903/WS5_ChangingToxonomyNomenclatureinMedicalMycology_Sutton.pdf. Access: Oct. 28, 2018.
- Tóth, L., Váradi, G., Borics, A., Batta, G., Kele, Z., Vendrinszky, A., Tóth, R., Ficze, H., Tóth, G.K., Vágvölgyi, C., Marx, F., Galgóczy, L. (2018). Anti-candidal activity and functional mapping of recombinant and synthetic *Neosartorya fischeri* Antifungal Protein 2 (NFAP2). *Frontiers in Microbiol* 9: Article number: 393.
- Vanitha, H.D., Koorse, K.G., Sangeetha, H.D. (2018). Talaromycosis (Penicilliosis): A formidable challenge in Southeast Asia. *Int. J. Medicine Res.* 3: 41-44.
- Visagie, C.M., Houbraken, J., Frisvad, J.C., Hong, S.B., Klaassen, C.H., Perrone, G., Seifert, K.A., Varga, J., Yaguchi, T., Samson, R.A. (2014). Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*. *Studies in Mycol* 78: 343-371.
- Wang, Y., Cheng, J., Ding, H., Lin, X., Chen, G., Zhou, M., et al. (2018a) Study on the clinical features and prognosis of Penicilliosis marneffei without human immunodeficiency virus infection. *Mycopathologia.* 183(3):551–8.
- Wang, Y.G., Cheng, J.M., Ding, H.B., Lin, X., Chen, G.H., Zhou, M., Ye, S.N. (2018). Study on the clinical features and prognosis of penicilliosis marneffei without human immunodeficiency virus infection. *Mycopathologia* 183: 551-558.
- Wessner, D.R., Dupont, C., Charles, T.C. (2013). *Microbiology.* John Wiley & Sons. 867 pp., USA.
- Wijayawardene, N.N., Crous, P.W., Kirk, P.M., Hawksworth, D.L., Dai, D., Boehm, E., Boonmee, S., Braun, U., Chomnunti, P., D'souza, M.J., Diederich, P., Dissanayake, A., Doilom, M., Doveri, F., Hongsanan, S., Jones, E.B.G., Groenewald, J.Z., Jayawardena, R., Lawrey, D.J., Li, Y.M., Liu, Y.X., Lücking, R., Madrid, H., Manamgoda, D.S., Monkai, J., Muggia, L., Nelsen, M.P., Pang, K., Phookamsak, R., Senanayake, I., Shearer, C.A., Suetrong, S., Tanaka, K., Thambugala, K.M., Wikee, S., Wu, H.X., Zhang, Y., Aguirre-Hudson, B., Alias, S.A., Aptroot, A., Bahkali, A.H., Bezerra, J.L., Bhat, J.D., Chukeatirote, E., Gueidan, C., Hirayama, K., De Hoog, G.S., Kang, J.C., Knudsen, K., Li, W.J., Li, X., Liu, Z., Mapook, A., McKenzie, E.H.C., Miller, A.N., Mortimer, P.E., Nadeeshan, D., Phillips, A.J.L., Raja, H.A., Scheuer, C., Schumm, F., Taylor, J.E., Tian, Q., Tibpromma, S., Wang, Y., Xu, J., Yan, J., Yacharoen, S., Zhang, M., Woudenberg, J., Hyde, K.D., Link: http://www.fungaltaxonomy.org/files/6813/9241/1345/Naming_and_Outline_of_Dothideomycetes_2014.pdf. Access: Oct. 28, 2018.
- Wingfield, M.J., DE Beer, Z.W., Slippers, B., Wingfield, B.D., Groenewald, J.Z., Lombard, L., Crous, P.W. (2012). One fungus, one name promotes progressive plant pathology. Review. *Molecular Plant Pathol* 13: 604-613.
- Xu, X., Ran, X., Pradhan, S., Song, L., Ran, Y. (2019). Dermoscopic manifestations of *Talaromyces (Penicillium) marneffei* infection in an AIDS patient. *Ind J Dermatol Venereol Leprol* 85: 348-348.
- Yu, X., Cai, X., Xu, X., Zhang, L., Huang, X., Wang, L., Chen, Y. (2018). Fungemia caused by *Penicillium marneffei* in an immunocompetent patient with COPD: A unique case report. *Medicine* 97: 3(e9658).

2nd International Eurasian Mycology Congress 2019

Zainudin, L.D., Raja Shariff, R.E.F., Hanafiah, M., Mohd Noh, R., Yuhana, Y., Awad, S.N. (2018). Disseminated penicilliosis (non-*Penicillium marneffe*) in an immuno-competent individual in Malaysia. *Proceedings of Singapore Healthcare* 27: 132-135.

http://1.elscdn.net/promis_misc/myc_Fungal_Nomenclature.pdf, access: October 26, 2018

http://en.wikipedia.org/wiki/Teleomorph,_anamorph_and_holomorph

http://journals.taylorandfrancis.com/tfo/UMYC/Mycologia_IFA_2018.pdf, access: 26.10.2018

http://mpb.ou.edu/ben/441/ibc_nomenclature_2011.pdf

<http://www.westerdijkinstituut.nl/>

www.indexfungorum.org

www.mycobank.org and <http://fungalinfo.im.ac.cn/fungalname/fungalname.html>.



Geliş(Received) :11/10/2019
Kabul(Accepted) :08/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.632181

Preliminary Study on the Determination of Heat Resistant Fungi in Agricultural Soils

Suat SEZEN¹, Rasime DEMİREL^{2*}

* Corresponding Author: rasime.demirel@gmail.com

¹Eskişehir Technical University, Graduate School of Sciences, Department of Biology, TR26470, Eskişehir

Orcid ID: 0000-0002-5901-5747/ suatsezen@eskisehir.edu.tr

²Eskişehir Technical University, Faculty of Science, Department of Biology, TR26470, Eskişehir
Orcid ID: 0000-0001-6702-489X/rasime.demirel@gmail.com

Abstract: Heat resistant fungi are capable of surviving temperature at short heat applications. These organisms continue to growing and metabolic activities. Therefore, they cause spoilage of food products and effect on health because of mycotoxin production. This study focused on determination of density and biodiversity of heat resistant fungi in agricultural soil samples. For this aim, two different soil samples were collected from agricultural lands at June 2018. Isolation process was performed by using main soil dilution method after heat treatment at 75°C for 30 minutes of diluted soil samples. After incubation at 25°C for 7-14 days, all colonies were purified. All of the isolates were diagnosed by using conventional methods according to the macromorphological and micromorphological properties. We determined 11 species belong to *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Humicola*, *Penicillium* and *Taloromyces* genera. As a result of this study, we showed that agricultural soil areas have a potential for heat resistance fungi biodiversity and exhibited that we should concentrate on this subject with investigation of different areas and sources.

Key words: Agricultural Soils, Heat Resistant Fungi, Conventional Method

Tarım Topraklarındaki Isıya Dirençli Fungusların Belirlenmesi Üzerine Ön Çalışma

Öz: Isıya dayanıklı mantarlar, kısa ısı uygulamalarına dayanabilir. Bu organizmalar büyümeye ve metabolik aktivitelere devam ederler. Bu nedenle, gıda ürünlerinde bozulmaya ve mikotoksin üretme yetenekleri sayesinde sağlık üzerinde etkiye neden olurlar. Bu çalışma, tarımsal toprak örneklerinde ısıya dirençli mantarların yoğunluğu ve biyolojik çeşitliliğinin belirlenmesi üzerine odaklanmıştır. Bu amaçla, Haziran 2018'de tarım alanlarından iki farklı toprak örneği toplanmıştır. İzolasyon işlemi dilüe edilmiş toprak örneklerinin 75 °C'de 30 dakika boyunca ısı uygulaması yapıldıktan sonra toprak dilüsyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. 25 °C'de 7-14 günlük inkübasyondan sonra tüm koloniler saflaştırılmıştır. İzolatların tamamı makromorfolojik ve mikromorfolojik özelliklere göre geleneksel yöntemler kullanılarak teşhis edilmiştir. *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Humicola*, *Penicillium* ve *Taloromyces* cinslerine ait 11 tür tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda, tarımsal toprak alanlarının ısıya dirençli mantar biyolojik çeşitliliği potansiyeline sahip olduğunu belirledik ve farklı alanların ve kaynakların araştırılmasıyla bu konuya odaklanmamız gerektiğini gösterdik.

Anahtar kelimeler: Tarım Toprağı, Isıya Dirençli Fungus, Geleneksel Yöntem



Introduction

Soil; is a structure which physical and chemical properties including organic matter, minerals and large numbers of macro and microorganisms. This complex structure of the soil provides a suitable habitat for many microorganisms. The physicochemical structure of the soil, climate changes and agricultural applications have a significant impact on the biodiversity of soil (Chandrashekar et al., 2014).

Heat resistant fungi are microorganisms that resist short heat applications and whose main source is soil. These fungi are capable of surviving temperatures at or above 75°C for 30 or more minutes and can grow and cause spoilage during storage (Houbraken and Samson, 2006; Ali et al., 2009; Ibrahim et al., 2014). In addition to cause food spoilage, heat resistant fungi have direct

negative impact on human health because of mycotoxins, which are produced by these fungi (Demirci and Arıcı, 2006).

Material and Method

Site Description and Soil Sampling

The sampling area is an agricultural land located within the latitude 39°59'43.14"N to 32°20'39.09"E coordinates and 3 km away from Ayaş district of Ankara (Figure 1). Typical continental climate characteristics are observed in the region. During the year, various agricultural crops such as barley are cultivated. Two soil samples were collected with a sterilized trowel from 5 profiles in 0–10 cm depth at June 2018. Samples were transported in sterile plastic bags and stored at +4°C until analysed.



A)



B)

Figure 1. Photograph of the work area (A) and the location on the map (B)

Isolation

For isolation of the heat resistant fungi, 100 g of each soil sample was diluted in 150 ml sterilized distillate water in stomacher bag and homogenized by shaking. After homogenization, heat treat this stomacher bags at 75°C for 30 minutes in a water bath for inactivation of vegetative cells of fungi and bacteria. After the heat treatment, samples were cool to about 55°C. The contents of stomacher bag were transferred a sterile bottle (500 ml) and added 250 ml melted double strength Dichloran Glycerol Agar (DG18) medium. Sheerly mixed and poured into seven large petri dishes (diameter 12.0 mm). the petri dishes were incubated at 30°C for 7-14 days (Houbraken and Samson, 2006).

After incubation, colonies were counted and fungal number was calculated as CFU/g soil. Come into existence fungal colonies were subcultivated on Potato Dextrose Agar (PDA). Microscopic examination was

performed for the diagnosis of the genus level at the pure isolates that developed at 25°C incubation for 7 days.

Identification of isolates

Taxonomic identification of heat resistant fungi was evaluated according to their cultural characteristics and morphological structures. For identification of members of *Aspergillus* genus, inoculation process were performed on Malt Extract Agar (MEA), Czapek Yeast Extract Agar (CYA) (for 25 and 37°C), Creatine Sucrose Agar (CREA) media, incubated at 25°C for 7 days and investigated by using conventional method according to Klich (2002) and Samson et al. (2010). For members of *Penicillium* genus, MEA, CYA (for 25 and 30°C) and CREA media were used by incubation at 25°C for 7 days and investigated according to Samson et al. (2010). The other genera members were inoculated on PDA and MEA, incubated at



25°C for 7 days and investigated according to Barnett and Hunter (1999).

Result and discussion

The main objectives of this study were to determine the concentration and identification of heat resistant fungi in agricultural soil. Fungal counts and biodiversity in soil samples determined as 56 CFU/100 g soil (91.80 %) for sample A and 5 CFU/ 100 g soil (8.2 %) for sample B (Figure 2). The heat resistant fungi obtained in this study composed of 16 isolates belong to 7 genera that were encountered including *Alternaria* (1 species), *Aspergillus* (3), *Cladosporium* (2), *Epicoccum* (1), *Humicola* (1), *Penicillium* (2) and *Talaromyces* (1) according to their colony characteristics (Figure 3, 4). The highest fungal biodiversity was obtained from soil sample A as 75 % of total isolates (Table 1). The most common species belonged to the *Aspergillus* (3 species) genus and followed by *Penicillium* (2 species) and *Cladosporium* (2 species), respectively.

In this study, *Aspergillus* genus that attracts attention with widespread encounter is one of the most popular endophytic fungi. Endophytes live symbiotically in plants without causing significant diseases, involved in the biosynthesis of plant products and known as producer of many substances with potential use in the modern medicine, agriculture and pharmaceutical industry (Tawfik et al., 2017). Identified some members of *Aspergillus* genus as *A. glaucus* L. Link and *A. ochraceus* G. Wilh. commonly known as their mycotoxigenic properties

especially ochratoxin A producer (Valente et al., 2015; Moazam and Denning, 2017; Gil-Serna et al., 2018; Lim et al., 2019). In addition to some important members of *Aspergillus* genus, we determined 2 significant *Penicillium* genus members. One of them is *P. aurantiogriseum* Dierckx that causes contamination in foodstuffs such as olives, grains and especially on cereals (Bouhoudan et al., 2018; Neto et al., 2018). The other is *P. griseofulvum* Dierckx produces a mycotoxin named patulin which causes neurotoxicity, nephrotoxicity and hepatotoxicity (Benkerroum, 2016). Investigated soil samples were exhibited *Cladosporium* genus members rich profile. In previous studies, this genus was recorded as an important plant pathogen such as *C. cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries (Nam et al., 2015) and mycotoxin producer and allergens such as *C. herbarum* (Pers.) Link (Hurrass et al., 2017, Sahib, 2019; Shuryak, 2019).

In addition to these common species, we obtained some isolates as *Alternaria* sp. that is pathogen on plant and human (Woudenberg et al., 2015; Patriarca, 2016; Tralamazza et al., 2018), *Epicoccum* sp. and *Humicola* sp. that known as important secondary metabolite (antioxidants, anticancers, and antimicrobial compounds) and bioactive compounds beside the saprophytic activities (Oliveira et al., 2018; Braga et al., 2018; Chadha et al., 2019; Wang et al., 2019), and *Talaromyces* sp. that is revised as new genus and include significant human pathogens (Chen et al., 2016).

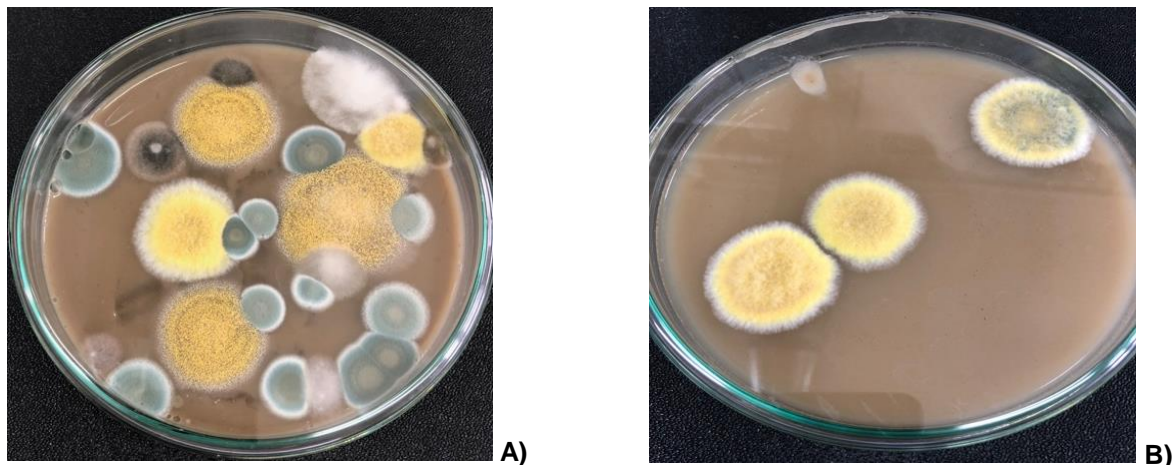


Figure 2. Colony perspective on DG18 (A) soil sample A, (B) soil samples B

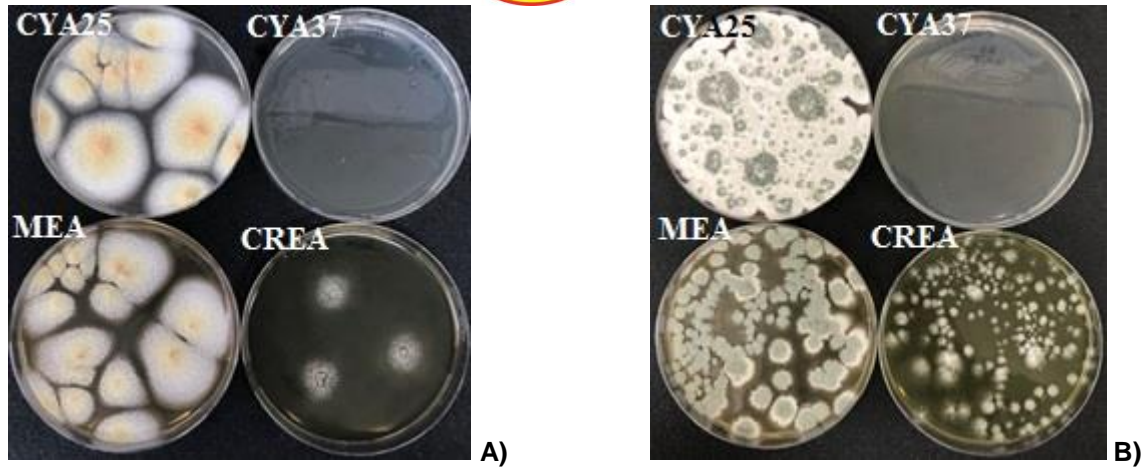


Figure 3. Colony characteristics of isolates on CYA 25, CYA 37, MEA and CREA media (A) isolate A5 (B) isolate B3

Table 1. List of the isolates and identification result

Identification Result	Number of the Isolates	Soil Sample
<i>Alternaria</i> Nees	1	A
<i>Aspergillus chevalieri</i> Thom & Church	1	A
<i>Aspergillus glaucus</i> L. Link	2	B
<i>Aspergillus ochraceus</i> G. Wilh.	2	A
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	1	A
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link	1	A
<i>Epicoccum</i> Link	1	A
<i>Humicola</i> Traaen	1	B
<i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx	4	A
<i>Penicillium griseofulvum</i> Dierckx	1	A
<i>Talaromyces</i> C.R. Benj.	1	B
Total	16	

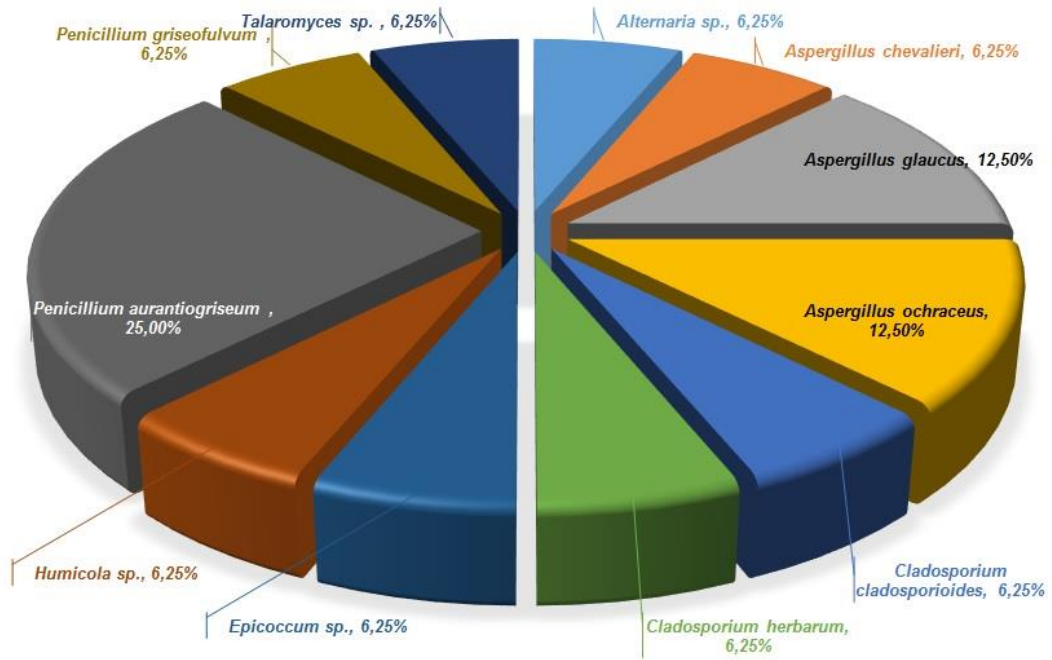
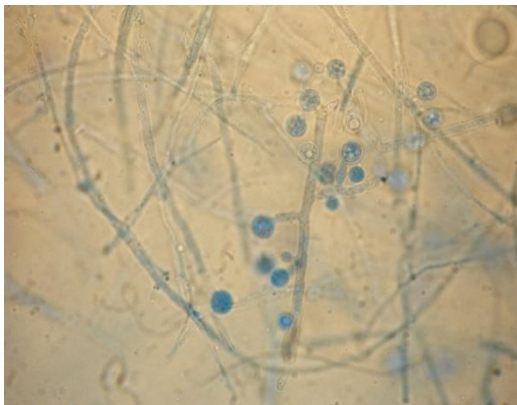


Figure.4. Fungal biodiversity together with annual average

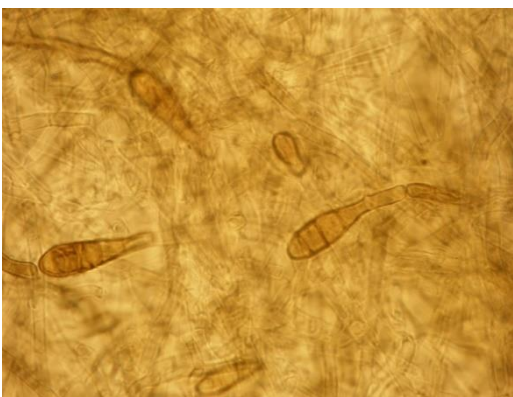


A)

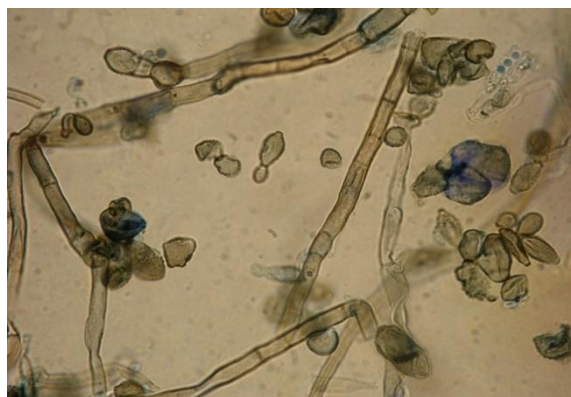


B)

Figure 5. A) *Humicola sp* (100X), B) *Epicoccum sp.* (100X)



A)



B)

Figure 6. A) *Alternaria sp* (100X), B) *Cladosporium herbarum* (100X)



Conclusion

As results of this preliminary study, species belonging to the *Aspergillus* and *Penicillium* genus were commonly found to be heat resistant fungi in the investigated farmland. In particular, the presence of saprophytic, pathogenic and mycotoxigenic members were evaluated as potential threat to agricultural products

and consumers. Our results shown that agricultural soils contain heat-resistant fungi on significant level and their metabolic effects may have significant effects on the life cycle. Therefore, the density and diversity of heat-resistant fungi in different sources should be detailed with new studies.

References

- Ali, A.M., Moghazy, S., Shaban, G., El- Sababty Z. (2009). Heat-Resistant Fungi Isolated from Soil in Minia Governorate, Egypt, *Assiut Univ. J. of Botany* 38(2) 93-106
- Barnett HL, Hunter BB, *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (1999), 4. Edition. 218 pp. APS Press, The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA,
- Benkerroum, N. (2016). Mycotoxins in dairy products: a review. *International dairy journal*, 62, 63-75.
- Bouhoudan, A., Chidi, F., Tantaoui-Elarak, A., & Khaddor, M. (2018). The effect of carbon source concentration on toxigenesis and lipase activity of *Penicillium aurantiogriseum*. *Agriculture & Forestry/Poljoprivreda i Sumarstvo*, 64(3).
- Braga, R. M., Padilla, G., & Araújo, W. L. (2018). The biotechnological potential of *Epicoccum* spp.: diversity of secondary metabolites. *Critical reviews in microbiology*, 44(6), 759-778.
- Chadha, B. S., Kaur, B., Basotra, N., Tsang, A., & Pandey, A. (2019). Thermostable xylanases from thermophilic fungi and bacteria: Current perspective. *Bioresource technology*.
- Chandrashekar, M. A., Soumya, P., and Raju, N. S. (2014). Fungal diversity of rhizosphere soils in different agricultural fields of Nanjangud Taluk of Mysore District, Karnataka, India. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 3(5) 559-566.
- Chen, A. J., Sun, B. D., Houbraken, J., Frisvad, J. C., Yilmaz, N., Zhou, Y. G., & Samson, R. A. (2016). New *Talaromyces* species from indoor environments in China. *Studies in mycology*, 84, 119-144.
- Demirci, A.Ş. and Arici, M. (2006). Margarinde Yüksek Sıcaklığa Dayanıklı Küflerin Belirlenmesi ve Tanımlanması. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*; 24-26. Tekirdağ.
- Gil-Serna, J., Vázquez, C., González-Jaén, M., & Patiño, B. (2018). Wine contamination with ochratoxins: A Review. *Beverages*, 4(1), 6.
- Houbraken, J. Samson, R.A. (2006). Standardization of methods for detecting heat resistant fungi. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 571, 107-111.
- Hurrass, J., Heinzow, B., Aurbach, U., Bergmann, K. C., Bufe, A., Buzina, W., Heinz, W. (2017). Medical diagnostics for indoor mold exposure. *International journal of hygiene and environmental health*, 220(2), 305-328.
- Ibrahim, S., Anusha, M.B., Udhayaraja, P. (2014). Isolation of heat resistant fungi from canned fruits. *Golden Research Thoughts*, 3(11) 1-10.
- Klich, M. A. (2002). Identification of common *Aspergillus* Species, First edition, Utrecht, The Netherlands: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Lim, L., Senba, H., Kimura, Y., Yokota, S., Doi, M., Yoshida, K. I., & Takenaka, S. (2019). Influences of N-linked glycosylation on the biochemical properties of aspartic protease from *Aspergillus glaucus* MA0196. *Process biochemistry*, 79, 74-80.
- Moazam, S., & Denning, D. W. (2017). *Aspergillus* nodules in chronic granulomatous disease attributable to *Aspergillus ochraceus*. *Medical mycology case reports*, 17, 31-33.
- Nam, M. H., Park, M. S., Kim, H. S., Kim, T. I., & Kim, H. G. (2015). *Cladosporium cladosporioides* and *C. tenuissimum* cause blossom blight in strawberry in Korea. *Mycobiology*, 43(3), 354-359.
- Neto, J. M. W. D., de Albuquerque Wanderley, M. C., de Albuquerque Lima, C., & Porto, A. L. F. (2018). Single step purification via magnetic nanoparticles of new broad pH active protease from *Penicillium aurantiogriseum*. *Protein expression and purification*, 147, 22-28.
- Oliveira de, R. C., Carnielli-Queiroz, L., & Correa, B. (2018). *Epicoccum sorghinum* in food: occurrence, genetic aspects and tenuazonic acid production. *Current Opinion in Food Science*, 23, 44-48.
- Patriarca, A. (2016). *Alternaria* in food products. *Current Opinion in Food Science*, 11, 1-9.
- Sahib, R. A. (2019). The Effects of Toxic Compounds of *Cladosporium herbarum* on Hormones of Female Rats and Ability of Ascorbic Acid to Decrease Growth of *C. herbarum*. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 11(3), 1136-1139.
- Samson, R.A, Houbraken, J., Thrane, U., Frisvad, J.C. Andersen, B. (2010). Food and indoor fungi, Utrecht, The Netherlands: CBS KNAW Fungal Diversity Centre.
- Shuryak, I. (2019). Review of microbial resistance to chronic ionizing radiation exposure under environmental conditions. *Journal of environmental radioactivity*, 196, 50-63.

2nd International Eurasian Mycology Congress 2019

- Tawfik, N. F., Tawfike, Ü., Abdo, R., Abbott, G., Abdelmohsen, U., Edrada-Ebel, R., & Haggag, E. (2017). Metabolomics and Dereplication Study of the Endophytic Fungus *Aspergillus chevelieri* in Search of Bioactive Natural Compounds. *Journal of Advanced Pharmacy Research*, 1(2), 100-109.
- Tralamazza, S. M., Piacentini, K. C., Iwase, C. H. T., & de Oliveira Rocha, L. (2018). Toxigenic *Alternaria* species: impact in cereals worldwide. *Current Opinion in Food Science*, 23, 57-63.
- Valente, V. M. M., Jham, G. N., Jardim, C. M., Dhingra, O. D., & Ghiviriga, I. (2015). Major Antifungals in Nutmeg Essential Oil against *Aspergillus flavus* and *A. ochraceus*. *Journal of Food Research*, 4(1), 51.
- Wang, X. W., Yang, F. Y., Meijer, M., Kraak, B., Sun, B. D., Jiang, Y. L., ... & Samson, R. A. (2019). Redefining *Humicola* sensu stricto and related genera in the Chaetomiaceae. *Studies in mycology*, 93, 65-153.
- Woudenberg, J. H. C., Seidl, M. F., Groenewald, J. Z., De Vries, M., Stielow, J. B., Thomma, B. P. H. J., & Crous, P. W. (2015). *Alternaria* section *Alternaria*: Species, formae speciales or pathotypes?. *Studies in Mycology*, 82, 1-21.



Geliş(Received) :02/12/2019
Kabul(Accepted) :11/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.653351

Biodiversity of Heat Resistance Soil Microfungi in Agricultural Areas of Eskisehir Province

Fatma AYVA¹, Goulsoum OUZEIR², Rasime DEMİREL³,
Burhan ŞEN⁴, Ahmet ASAN⁵, Duygu KADAİFÇİLER⁶
Corresponding author: rasime.demirel@gmail.com

¹Eskişehir Technical University, Graduate School of Sciences, Department of Biology, Eskişehir
Orcid ID: 0000-0002-7072-2928/ ayvatatma@gmail.com

²Trakya University, Graduate School of Sciences, Department of Biology, Edirne
Orcid ID: 0000-0001-6702-489X/ gulsum942009@hotmail.com

³Eskişehir Technical University, Faculty of Science, Department of Biology, TR26470, Eskişehir
Orcid ID: 0000-0001-8512-1597/ rasime.demirel@gmail.com

⁴Trakya University, Faculty of Science Department of Biology, Edirne
Orcid ID: 0000-0002-4132-3848/ burhansen@trakya.edu.tr

⁵Trakya University, Faculty of Science Department of Biology, Edirne
Orcid ID: 0000-0002-4132-3848/ahmetasan84@gmail.com

⁶Istanbul University, Faculty of Science Department of Biology, Istanbul
Orcid ID: 0000-0002-4825-243X/duygugoksay@yahoo.com

Abstract: Heat-resistant microfungi can survive 30 minutes of heat at 75°C and can continue to develop and deteriorate products during storage in the room conditions. The most important role in this heat resistance is based on the ability to form sexual reproduction structures called ascospores, and ascospores heat resistance depends on species, strain, pH, heating medium and other growth. *Byssoschlamys fulva* (current name; *Paecilomyces fulvus*) is the first heat-resistant microfungus recorded, and in addition to *B. nivea* (current name; *Byssoschlamys lagunculariae*), *Neosartorya fischeri* (current name; *Aspergillus fischeri*), *Talaromyces macrosporus*, *T. bacillisporus* and *Eupenicillium brefeldianum* (current; *Penicillium dodgei*) are the most common heat resistant microfungi. We investigated biodiversity of heat resistant microfungi in agricultural soils of Eskisehir Province in our study. For this purpose, four different soil samples were collected from fallow lands in east, west, north and south locations of Eskisehir Province at September 2017. Isolation process was performed by using heat treatment of soil samples and the soil dilution method. After purification step, isolates were diagnosed by using conventional methods and multi locus gene sequencing. We determined total of 3.22×10^3 cfu/g colonies appertain to heat resistant microfungi and 49 isolates belong to *Aspergillus*, *Byssoschlamys*, *Penicillium* and *Talaromyces* genera. As a result, we determined that the agricultural soils have high heat resistance microfungi biodiversity that commonly known as mycotoxigenic, pathogenic and saprophytic.

Key words: Heat resistant microfungi, agricultural soils, Eskisehir, multi locus gene sequencing



Eskişehir İli Tarım Topraklarındaki Isıya Dirençli Toprak Mikrofunguslarının Biyoçeşitliliği

Öz: Isıya dayanıklı mikro mantarlar 75°C'de 30 dakika ısıya dayanabilir ve oda koşullarında depolama sırasında ürünlerde gelişmeye ve bunlarda bozulmaya devam edebilir. Bu ısı direncindeki en önemli rol, askospor adı verilen eşeyli üreme yapıları oluşturma yeteneğine dayanmaktadır ve askosporların ısı direnci; türlere, strainlere, pH, ısıtma ortamı ve diğer büyüme koşullarına bağlıdır. *Byssochlamys fulva* (geçerli isim; *Paecilomyces fulvus*), ilk kaydedilen ısıya dayanıklı mikrofungusdur ve buna ilave olarak *B. nivea* (geçerli isim; *B. lagunculariae*), *Neosartorya fischeri* (geçerli isim; *Aspergillus fischeri*), *Talaromyces macrosporus*, *T. bacillisporus* ve *Eupenicillium brefeldianum* (geçerli isim; *P. dodgei*) en yaygın ısıya dayanıklı mikrofunguslardır. Çalışmamızda, Eskişehir ilinin tarım topraklarındaki ısıya dayanıklı mikrofungusların biyoçeşitliliği araştırıldı. Bu amaçla, Eylül 2017'de Eskişehir ilinin doğu, batı, kuzey ve güney bölgelerindeki nadas alanlarından dört farklı toprak örneği toplanmıştır. Toprak örneklerinden ısıtma işlemi ve toprak seyreltme yöntemi kullanılarak izolasyon işlemi yapılmıştır. Safılaştırma aşamasından sonra, geleneksel yöntemler ve çoklu lokus gen dizilimi kullanılarak izolatlar teşhis edilmiştir. *Aspergillus*, *Byssochlamys*, *Penicillium* ve *Talaromyces* cinslerine ait 49 izolat ve ısıya dirençli mikrofunguslara ait toplam 3.22×10^3 cfu/g koloni tespit edilmiştir. Sonuç olarak, tarımsal toprakların, mikotoksijenik, patojenik ve saprofitik olarak bilinen yüksek ısıya dirençli mikofungal biyolojik çeşitliliğe sahip olduğunu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Isıya dirençli mikrofunguslar, tarım toprakları, Eskişehir, çoklu gen sekansı

Introduction

The heat resistant microfungi can be continue to their life after exposed of temperature at above or 75°C for 30 or more minutes thanks to their ascospores, chlamydospore, thick walled hyphae or sclerotia (Valik and Piecková, 2001; Houbraken and Samson, 2006; Amaeze et. al., 2010). *Aspergillus*, *Byssochlamys*, *Penicillium* and *Talaromyces* are the most common types of heat resistant microfungi (Mouchacca, 2007; Kikoku et al., 2008; Yaguchi et al., 2012). In addition, these genera are well known as their high distribution and cause of effect health on human, animal and plants such as via pathogenic activities and mycotoxin production (Asan, 2004; Demirel, 2016). The members of heat resistant microfungi are widely distribute on soil, even survive on low water activity conditions and cause to spoilage of foods (Valik and Pieckova, 2001; Yaguchi et al., 2012).

By the time, researches have focussed on heat resistant microfungi for exhibit of these sources, importance, effects on food processing workflow. For these reason, the main idea of this study are (i) isolation of heat resistant microfungi from agricultural soils in Eskişehir province, (ii) identification of isolated heat resistant microfungi by using traditional and molecular techniques, (iii) determination of heat resistant microfungi

biodiversity and distribution from agricultural soils in Eskişehir province.

Material and methods

Site description, soil sampling and characterization

The research areas are four agricultural fallow lands in four different geographical regions of Eskişehir province. The GPS and altitudes were recorded by using Garmin Fenix 3 (Garmin, Switzerland) (Table 1). Soil samples (total of 4) were collected with a sterilized trowel from 5 different profiles in 0–10 cm depth within a distance of 50 m away from each other according to Brown's technique (1958) in September 2017. Samples were transported in sterile polyethylene bags and stored at +4°C until analysed.

Some of the physical and chemical properties of soil samples such as texture, moisture, pH, organic matter, phosphor, azote, potassium, salinity, and hardness was measured in the laboratory of the Ministry of Environment, Forest, Soil and Ecology Research Institute, Eskişehir (Turkey). Percentage moisture of soil samples calculated by using formulation; % = (c–g)/g, where “c” is the weight of wet soil, and “g” is the weight of soil dried at 105 °C for 24 h.



Table.1. Location records of sampling areas

City	Sample No	GPS records (degree and decimal minutes) (DMM)		Altitude (m)
		North	East	
Eskisehir	1 (West)	39 46.8429	30 24.9482	767
	2 (North)	39 50.2406	30 30.6429	762
	3 (South)	39 43.5098	30 29.6615	954
	4 (East)	39 45.8257	30 35.5961	753

Isolation of heat resistant microfungi

Heat resistant microfungi were isolated according to Houbraken ve Samson (2006) together with some volume modifications. Briefly, one hundred grams (dry weight) of each soil sample was diluted (1:1000, v/w) in sterile distilled water into a sterile Stomacher bag. After homogenization step for 2-4 min, the Stomacher bag was treated with heat for 30 min at 75°C in a water bath. After heat treatment, samples were cooled to about 55 °C. the contents of the Stomacher bag were transferred to sterile Erlenmeyer (2000 ml) with 1000 ml melted double strength Dichloran Glycerol (DG18)-Agar. After mixing well, the agar and sample mixture were distributing into twenty large plastic Petri dishes (diameter 15 cm) and incubated at 30 °C for 14 days. The petri dishes were checked for presence of colonies after 7 days and 14 days. Emerging fungal colonies were subcultivated on Malt Extract Agar (MEA) (Samson et al., 2010) and maintained with glycerol stock (Klich, 2002) at -86°C.

Morphological and multi locus gene identification

Isolates of heat resistant microfungi were initially identified to the genus level on the basis of their microscopic and colonial characteristics. For identification of *Byssoschlamys*, *Penicillium* and *Talaromyces* species, Czapek Yeast Extract Agar (CYA; incubation at 25°C and 37°C), Malt Extract Agar (MEA; at 25°C), Yeast Extract Agar (YES; at 25°C) and Creatine Sucrose Agar (CREA; at 25°C) were used. For identification of *Aspergillus* species, CYA (at 25°C and 37°C), MEA (at 25°C) and CREA (at 25°C) were used. The isolates were incubated for 7 days. At the end of incubation, the isolates were distinguished at the species level according to their morphological and microscopic characteristics (Samson et al. 2010; 2011; 2014).

All isolates were grown on Potato Dextrose Agar (PDA) at 25°C 7 days to DNA extraction. Fungal genomic DNA was extracted using "Mobio Ultraclean Microbial DNA Isolation Kit" according to the manufacturer's instructions. Obtained DNA used as template for PCR

amplification of β -Tubulin (BenA), Bt2a (5'-GGTAACCAAATCGGTGCTGCTTTC-3'), Bt2b (5'-ACCCTCAGTGTAGTGACCCTTGCC-3') (Glass and Donaldson, 1995), Calmodulin (CaM), CL1 (5'-GA(AG)T(AT)CAAGGAGGCCTTCTC-3'), CL2 (5'-TTTTGCATCATGAGTTGGAC-3') (Serra et al., 2006), ITS, V9G-F (5'-TTACGTCCCTGCCCTTTGTA-3'), LS266-R (5'-GCATTCCCAAACAACCTCGACTC-3') (Samson et al., 2010; Schoch et al., 2012) gene regions. Reactions were performed in 25 μ l volumes containing 1 μ l genomic DNA, 2.5 μ l 2.5 μ M ITS1, 2.5 μ l 2.5 μ M ITS4, 2.5 μ l 10X Taq buffer +KCl – MgCl₂ (Fermentas), 2.5 μ l 25 mM MgCl (Fermentas), 2 μ l 2.5 mM dNTPmix, 0.25 μ l 5 U/ μ l Taq DNA polymerase (Fermentas), and 11.75 μ l sterile deionized water.

PCRs were performed using a Veriti® 96-Well Thermal Cycler (Applied Biosystems®) using initial denaturation at 94°C for 5 min, followed by 35 cycles of denaturation at 94°C for 45 s, annealing at 56 °C for 30s, extension at 72 °C for 2 min and final extension at 72°C for 6 min for ITS gene region, initial denaturation at 95°C for 3 min, followed by 30 cycles of denaturation at 95°C for 1 min, annealing at 65 °C for 55 s, extension at 72°C for 1 min and final extension at 72°C for 10 min for β -Tubulin gene region and initial denaturation at 94°C for 10 min, followed by 35 cycles of denaturation at 94°C for 50 s, annealing at 55 °C for 50 s, extension at 72°C for 1 min and final extension at 72°C for 7 min for Calmodulin gene region. PCR products were confirmed by agarose gel electrophoresis (1% w/v in 1xTAE) and visualized by GelRed staining and examined via the Gel Documentation System (Uvitec M02 4611). PCR products were purified by using EXOSAP-IT (Amersham Pharmacia Biotech, Piscataway, NJ) and used for sequencing. The ITS region was sequenced using ITS1; TCCGTAGGTGAACCTGCGG (forward), ITS4; TCCTCCGCTTATTGATATGC (reverse) (White et al., 1990) and other gen regions via their primer pairs. Sequencing reactions were performed with the Applied Biosystems (3130 XL Genetic Analyser) by the RefGen Biotechnology (<http://www.refgen.com>).



Data analysis

The sequences were compared with those deposited in the NCBI GenBank Database (Altschul et al., 1990; <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). The closest Blast results are reported for each taxon.

The alignments were performed using the Muscle in MEGA X software package, together with the other sequences of morphologically and phylogenetically related type cultures that were obtained from NCBI GenBank (Kumar et al., 2018). The percentage of trees in which the associated taxa clustered together is shown next to the branches. Initial tree(s) for the heuristic search were obtained automatically by applying Neighbor-Join and BioNJ algorithms to a matrix of pairwise distances estimated using the Maximum Composite Likelihood (MCL) (Tamura and Nei, 1993) approach, and then selecting the topology with superior log likelihood value with 1000 bootstrap replications. The tree is drawn to scale, with branch lengths measured in the number of substitutions per site. All positions with less than 50% site coverage, containing gaps, or missing data were eliminated. *Aspergillus clavatoflavus* Raper & Fennell 1965 (EF669713, EF669686, EF669700) and *Penicillium sacculum* E.Dale 1926 (KC411707, KJ834488) was used as the out group.

Fungal author names and fungal names were standardized according to the Index Fungorum website (<http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>).

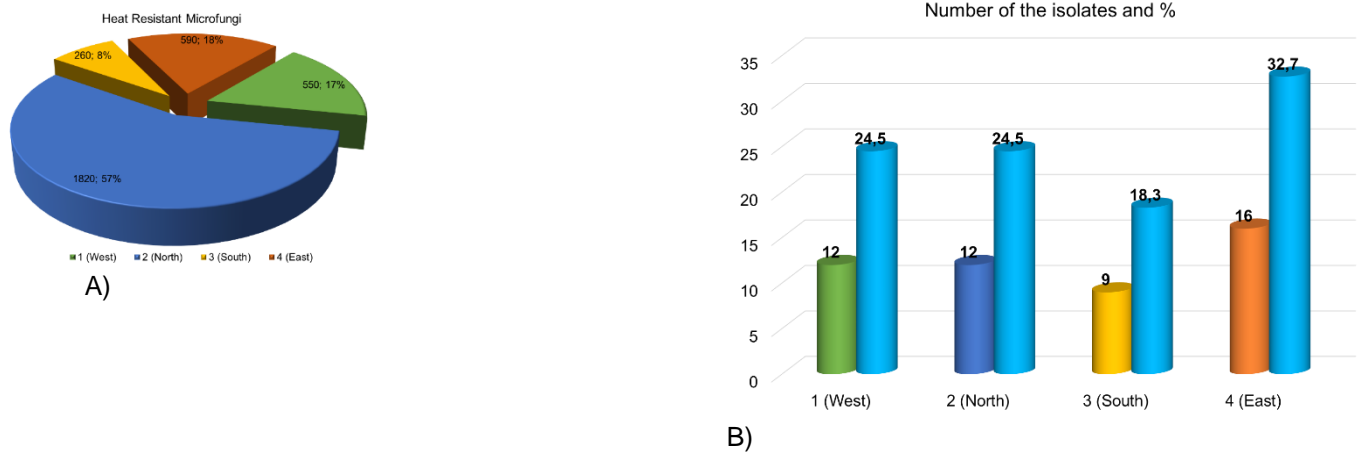
Results and discussion

The moisture values of investigated soil samples were determined between 4,65-10,67% and the lowest moisture (%) were exhibited by sample 2 (North). In addition, other soil samples showed clay soil characteristics, while the same soil sample showed clay loam soil type properties. the lowest organic carbon percentage is also determined in soil sample 2 (Table 2). The soil sample number 2, which shows low levels of moisture and organic carbon compared to other locations, was determined as the highest location in terms of colony account (cfu/g) of heat resistant microorganisms (57 %) (Figure 1A). The soil sample number 3, which has the highest values of moisture and organic matter (Table 2), showed the lowest colony account of heat resistant microorganisms (8%) (Figure 1A). Valík and Piecková (2001) showed that some of the heat resistant fungi such as *P. fulvus* Stolk & Samson 1971, *A. fischeri* Wehmer 1907 and *H. avellanea* Stolk & Samson 1971 species growth at low water activity ranging from 0,995 to 0,85. In addition, there are some records exhibited that heat resistance fungi are can be continuing to their life under the unfavourable conditions thanks to their ascospores, clamydospore, thick walled hyphae or sclerotia (Valik and Pieckova, 2001; Houbraken and Samson, 2006; Amaeze et. al., 2010). The data we have obtained with this study also supports this.

Total of 49 isolates were obtained from investigated soil samples. The highest isolates (16; 32,7%) were acquired from soil sample 4. These followed by soil samples 1 and 2 (12; 24,5%) and 3 (9; 18,3%) (Figure 1B).

Table.2. Some of the physical and chemical properties of soil samples

Soil Sample	Moister (%)	Soil Type	pH	Lime (%)	Organic Carbon (%)	Organic Matter (%)	Electric Conductivity mS/cm
1 (West)	9,11	Clay	7,89	6,70	1,12	1,94	0,21
2 (North)	4,65	Clay Loam	8,14	13,07	0,93	1,60	0,23
3 (South)	10,67	Clay	7,96	21,36	1,41	2,43	0,18
4 (East)	7,09	Clay	8,12	31,65	1,09	1,88	0,21



According to morphologic and multi-locus genes sequencing results, the isolates were found to be members of *Aspergillus* (21, 42,86%), *Byssoschlamys* (2; 4,08%), *Penicillium* (24; 48,98%) and *Talaromyces* (2; 4,08%). *Penicillium* genus was recorded as the most common genus in the agricultural soils of Eskisehir

province. Already, *Aspergillus*, *Byssoschlamys*, *Penicillium* and *Talaromyces* have the most common types of heat resistant microfungi (Mouchacca, 2007; Kikoku et al., 2008; Yaguchi et al., 2012). Five isolates of *Penicillium* genus were identified only genus level. Other 44 isolates were identified species level (Table 3).

Table 3. Biodiversity and distribution of isolates

Species Name	Number of the isolate (Locations)	Percentage	Total of the locations
<i>Aspergillus chevalieri</i> Thom & Church 1926	6 (1, 3, 4)	12,24	3
<i>A. costiformis</i> H.Z. Kong & Z.T. Qi 1995	4 (1, 2, 4)	8,16	3
<i>A. fischeri</i> Wehmer 1907	6 (2, 4)	12,24	2
<i>A. niger</i> Tiegh. 1867	2 (1, 2)	4,08	2
<i>A. ruber</i> (Jos. König, Spieck. & W. Bremer) Thom & Church 1926	3 (1, 2)	6,12	2
<i>Byssoschlamys nivea</i> Westling 1909	2 (2)	4,08	1
<i>Penicillium</i> sp.	5 (1, 2, 3, 4)	10,20	4
<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom 1910	7 (1, 3, 4)	14,29	3
<i>P. citrinum</i> Thom 1910	1 (2)	2,04	1
<i>P. parvofructum</i> Guevara-Suarez, Cano-Canals, Cano & Stchigel 2017	1 (4)	2,04	1
<i>P. turbatum</i> Westling 1911	10 (1, 3, 4)	20,41	3
<i>Talaromyces pinophilus</i> (Hedgc.) Samson, N. Yilmaz, Frisvad & Seifert 2011	1 (2)	2,04	1
<i>Talaromyces purpureogenus</i> Samson, N. Yilmaz, Houbraken, Spierenb., Seifert, Peterson, Varga & Frisvad 2011	1 (2)	2,04	1



When we focused on biodiversity and distribution of heat resistance microfungi in soil samples, *P. turbatum* were determined as the most common (10; 20,41%) and the highest prevalence (3 locations) heat resistance fungi in agricultural soils of Eskisehir province. This is followed by *P. chrysogenum* (7; 14,29%, 3 locations), *A. chevalieri* (6; 12,24%, 3 locations), *A. fischeri* (6; 12,24%, 2

The phylogenetic relationships between the isolates belonging to *Aspergillus* and *Penicillium* members were investigated through sequencing of three loci, ITS, beta-tubulin (for *Aspergillus* and *Penicillium* members) and calmodulin (for *Aspergillus* members). The lengths of the alignments of the ITS, beta-tubulin, and calmodulin loci were 85-87 nucleotide sequences and 404 (the highest log likelihood -1849.23)-400 (the highest log likelihood -1413.64) position for ITS, 81-49 nucleotide sequences and 429 (the highest log likelihood -5239.11)-423 (the highest log likelihood -3996.52) position for beta-tubulin, 67 nucleotide sequences and 400 (the highest log likelihood -4217.95) position for calmodulin respectively as *Aspergillus* sp. and *Penicillium* sp.

Figure 2-4 shows that the members of the genera *Aspergillus* and Figure 5, 6 shows that the members of the genera *Penicillium* have almost identical topology with

locations) (Table 3). There are some records related with heat resistance fungi in some food sample in Turkey and in addition to *A. chevalieri*, *A. fumigatus*, *Paecilomyces variotii* species, some of the members of *Aspergillus* and *Penicillium* genera were identified frequently (Kocakaya Yıldız and Coksöyler, 2002; Aydın et al., 2005; Demirci and Arıcı, 2006).

respect to the ITS, beta-tubulin and calmodulin loci. A phylogenetic trees based on the three loci were constructed at higher divergence levels. For *Aspergillus* spp., 2 sections, namely *Aspergillus* and *Fumigati*, for *Penicillium* spp., 4 sections, namely *Chrysogena*, *Citrina*, *Fasciculata* and *Turbata*, could be clearly noted (Samson et al., 2014). Interestingly, some isolates belong to *Aspergillus* (26.08, 26.10, 25.56 and 26.57) and *Penicillium* (isolate codes; 26.42, 26.43, 26.46, 26.54, 26.68 and 26.73) genera exhibited different positions (marked with stars on the tree) and showed different topology from their type cultures. Because of these reasons, these isolates need to additional cooperation and description studies against to their type's cultures. Furthermore, according to Asan's checklist (2004), *A. costiformis* and *P. parvofructum* are likely to be newly recorded for Turkey.



ITS

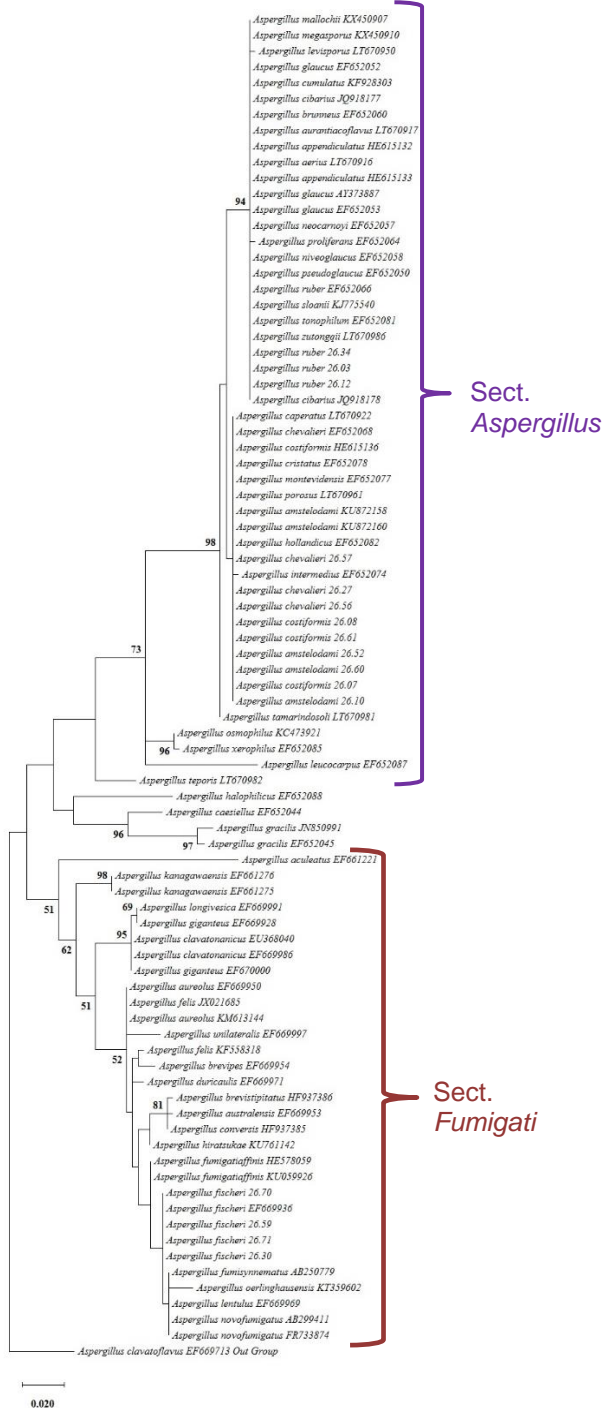


Figure 2. Best-scoring maximum likelihood tree based on ITS sequences of *Aspergillus* members showing the relationships of the newly generated sequences in this study with previously known taxa in the NCBI GenBank. The tree is rooted with *Aspergillus clavatoflavus* (EF669713) (bootstrap 1000).

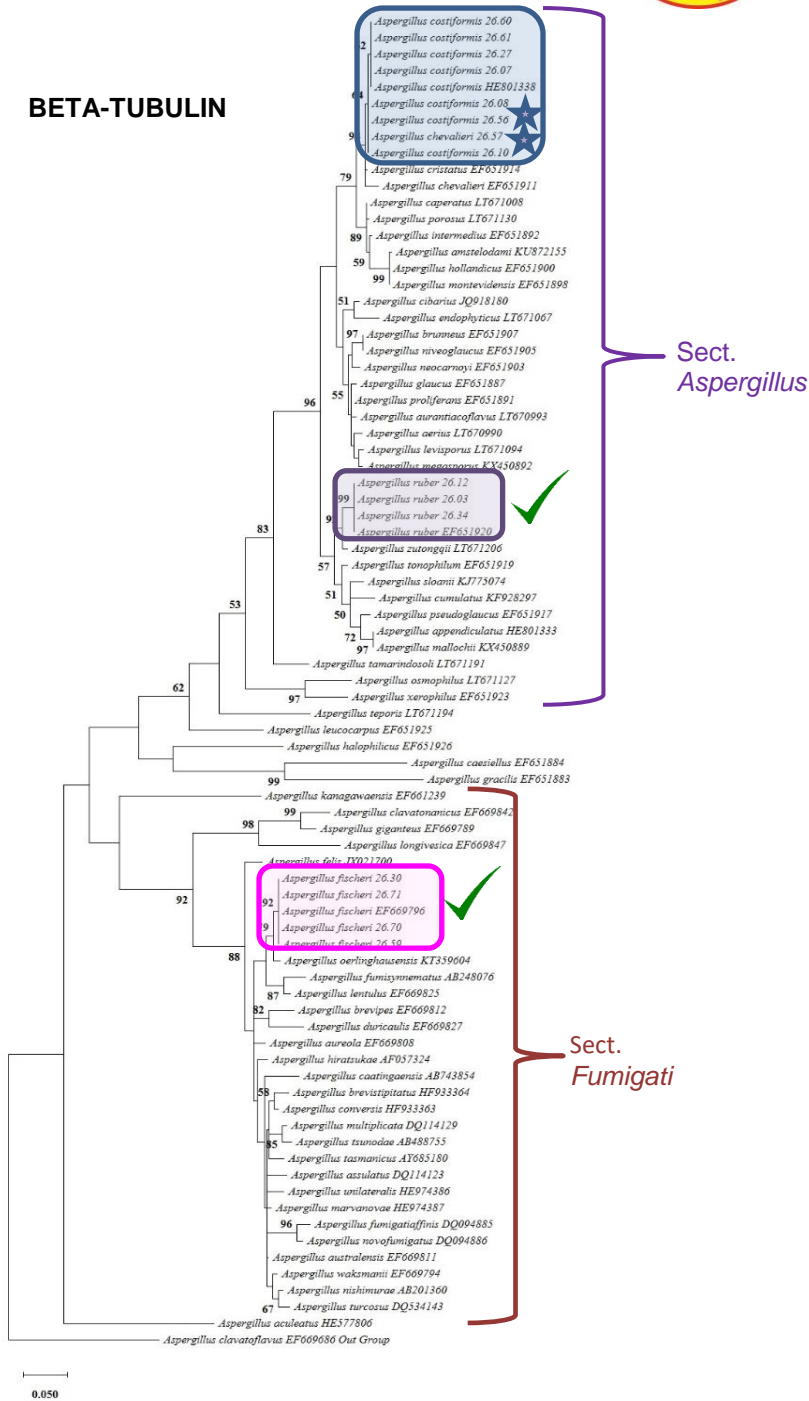


Figure 3. Best-scoring maximum likelihood tree based on beta-tubulin sequences of *Aspergillus* members showing the relationships of the newly generated sequences in this study with previously known taxa in the NCBI GenBank. The tree is rooted with *Aspergillus clavatoflavus* (EF669686) (bootstrap 1000).



CALMODULIN

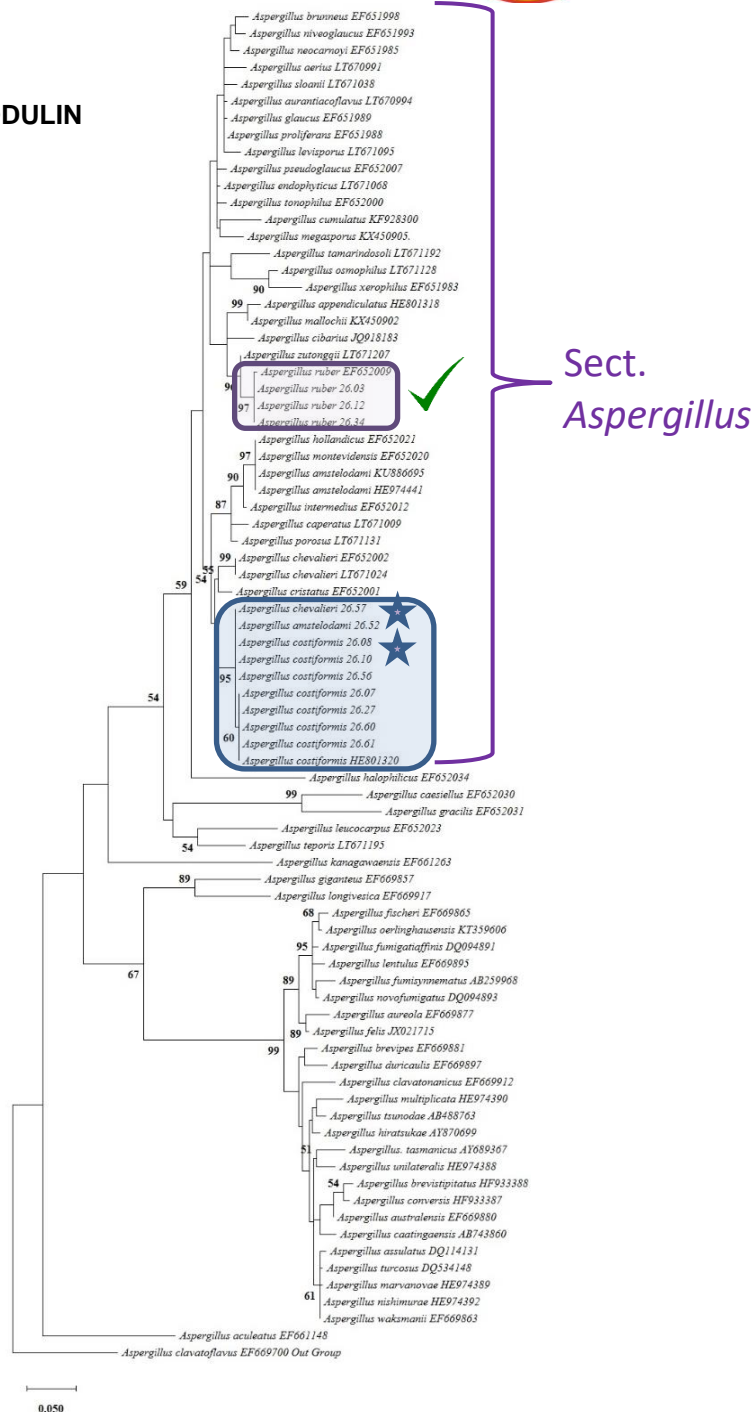


Figure 4. Best-scoring maximum likelihood tree based on calmodulin sequences of *Aspergillus* members showing the relationships of the newly generated sequences in this study with previously known taxa in the NCBI GenBank. The tree is rooted with *Aspergillus clavatoflavus* (EF669700)

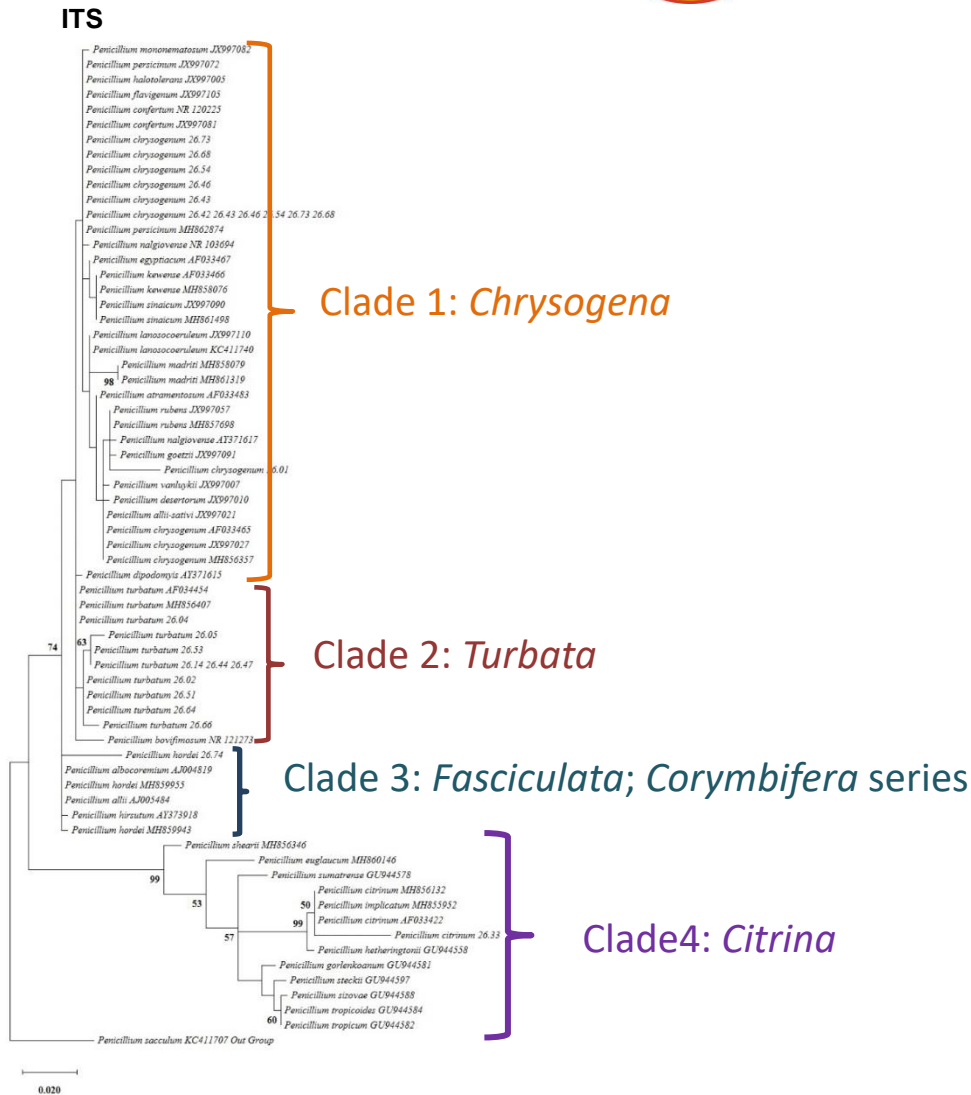


Figure 5. Best-scoring maximum likelihood tree based on ITS sequences of *Penicillium* members showing the relationships of the newly generated sequences in this study with previously known taxa in the NCBI GenBank. The tree is rooted with *Penicillium sacculum* (KC411707) (bootstrap 1000).



BETA-TUBULIN

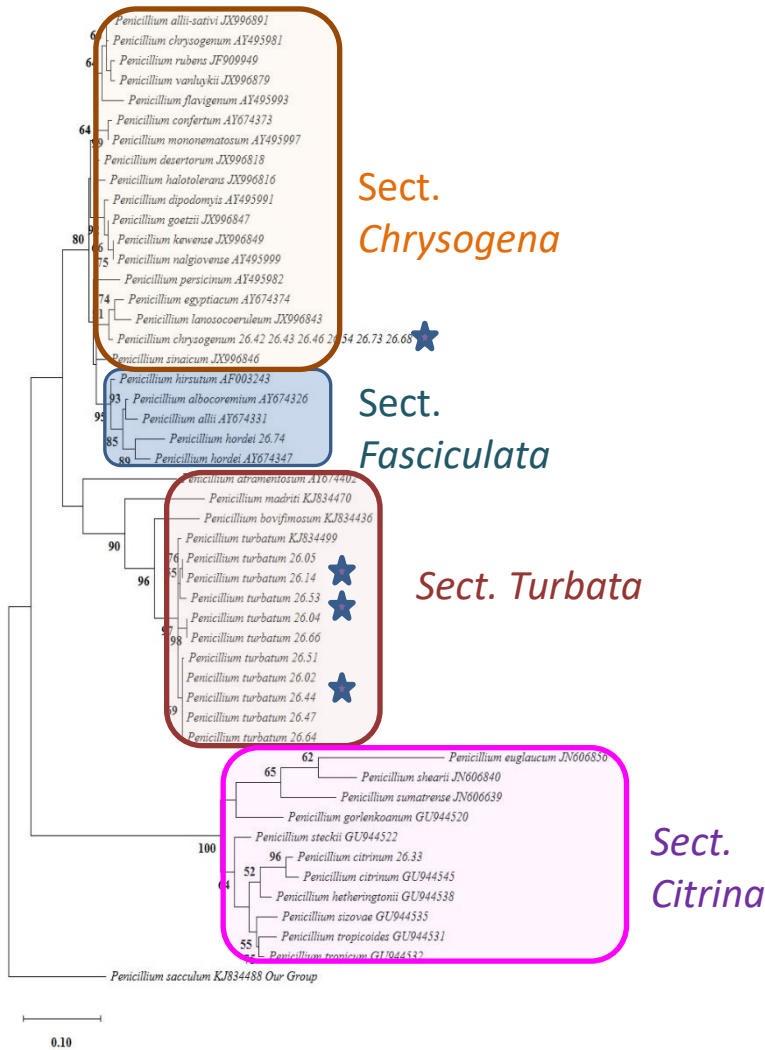


Figure 6. Best-scoring maximum likelihood tree based on beta-tubulin sequences of *Penicillium* members showing the relationships of the newly generated sequences in this study with previously known taxa in the NCBI GenBank. The tree is rooted with *Penicillium sacculum* (KJ834488) (bootstrap 1000).

Acknowledgments

This research was supported by grants from Anadolu University/Eskisehir Technical University Council of Research Project Fund (Project Number is

1704F102) and The Scientific and Technological Research Council of Turkey-TUBITAK (Project Number is 118Z359).

References

- Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W., Lipman, D.J. (1990). *Basic Local Alignment Search Tool*. J Mol Bio.; 215: 403-410.
- Amaze, N.J., Ugwuanyi, J.O., Obeta, J.A.N. (2010). Studies of Heat Resistant Fungi in The Soil: *Talaromyces flavus* Isolated In Nigerian Soils, *New York Science Journal*, 3(12)
- Asan, A. (2004). *Aspergillus*, *Penicillium*, and related species reported from Turkey. *Mycotaxon* 89: 155-157.
- Aydın, A., Erkan, M.E., Ulusoy, B.H. (2005). Isıya dayanıklı küflerin gıda sanayii ve halk sağlığı açısından önemi, *Gıda ve Yem Bilim Teknolojisi*, 7, 28-35.
- Brown, J.C., (1958). Soil fungi of some British sand dunes in relation to soil type and succession. *Ecology*, 46, 641-664.
- Demirci, Ş.A, Arıcı, M. (2006). Margarinde yüksek sıcaklığa dayanıklı küflerin izolasyonu, tanımlanması ve ısı dirençlerinin belirlenmesi, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 3(3), 269-273.



- Demirel, R. (2016). Comparison of rDNA regions (ITS, LSU, and SSU) of some *Aspergillus*, *Penicillium*, and *Talaromyces* spp., *Turkish Journal of Botany*, 40: 576-583
- Glass, N.L., Donaldson, G.C. (1995). Development of primer sets designed for use with the PCR to amplify conserved gene from filamentous Ascomycetes. *Appl. Environ. Microbiol.* 61, 1323-1330.
- Houbraken, J. Samson, R.A. (2006). Standardization of methods for detecting heat resistant fungi, *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 571, 107-111.
- Kikoku, Y., Tagashira, N., Nakano, H., (2008). Heat Resistance of Fungi Isolated from Frozen Blueberries, *Journal of Food Protection* 71 (10): 2030–2035.
- Klich, M. A. (2002). Identification of common *Aspergillus* Species, First edition, Utrecht, The Netherlands: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Kocakaya Yıldız, A., Coksöyler, N. (2002). Heat-resistance characteristics of ascospores of *Eurotium chevalieri* isolated from apricot juice, *Nahrung*, 46,1, 28-30.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., Tamura, K. (2018). MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution* 35:1547-1549.
- Mouchacca, J. (2007). Heat tolerant fungi and applied research: Addition to the previously treated group of strictly thermotolerant species, *World J Microbiol Biotechnol* 23:1755–1770
- Samson, R.A., Houbraken, J., Thrane, U., Frisvad, J.C., Andersen, B. (2010). Food and Indoor Fungi. Utrecht, the Netherlands: CBS KNAW Fungal Diversity Centre.
- Samson, R.A., Yilmaz, N., Houbraken, J., Spierenburg, H., Seifert, K.A., Peterson, S.W., Varga, J., Frisvad, J.C. (2011). Phylogeny and nomenclature of the genus *Talaromyces* and taxa accommodated in *Penicillium* subgenus *Biverticillium*. *Stud Mycol* 70: 159-183.
- Samson, R.A., Visagie, C.M., Houbraken, J., Hong, S.B., Hubka, V., Klaassen, C.H.W., Perrone, G., Seifert, K.A., Susca, A., Tanney, J.B. et al. (2014). Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*. *Stud Mycol* 78: 141-173.
- Schoch, C.L., Seifert, K.A., Huhndorf, S., Robert, V., Spouge, J.L., André Levesque, C., Chen, W. (2012). Fungal Barcoding Consortium, Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi. *Proc Natl Acad Sci* 109(16):6241-6.
- Serra, R., Cabañ es, F.J., Perrone, G., Castella, G., Venancio, A., Mule, G., Kozakiewicz, Z. (2006), *Aspergillus ibericus*: a new species of section *Nigri* isolated from grapes. *Mycologia* 98, 295–306.
- Tamura, K, Nei, M. (1993). Estimation of the Number of Nucleotide Substitutions in the Control Region of Mitochondrial DNA in Humans and Chimpanzees. *Molecular Biology and Evolution*, 10:512-526.
- Valík, L., Piecková E., (2001) Growth modelling of heat-resistant fungi: the effect of water activity, *International Journal of Food Microbiology*. 63 11–17
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics”, (Ed. Innis M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J., White, T.J.) PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications, Academic Pres, USA
- Yaguchi, T., Imanishi, Y., Matsuzawa, T., Hosoya, K., Hitomi, J. (2012). Nakayama M., Method for Identifying Heat-Resistant Fungi of the Genus *Neosartorya*, *Journal of Food Protection*, 75 (10): 1806–1813.
- <http://www.refgen.com> (01.12.2019)
- <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> (01.12.2019)
- <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp> (01.12.2019)



Geliş(Received) :09/12/2019
Kabul(Accepted) :12/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.657287

Microfungi of Nezahat Gökyiğit Botanic Garden I.; New Family and Species Records

Faruk SELÇUK¹, Merve ULUKAPI^{2*}

*Corresponding author: merveulukapi@gmail.com

^{1,2}Kırşehir Ahi Evran University, Sciences and Arts Faculty, Department of Molecular Biology and Genetic, Kırşehir / TURKEY

¹Orcid ID: 0000-0002-3565-4544 / selcuk_faruk@yahoo.com

²Orcid ID: 0000-0002-9167-6123 / merveulukapi@gmail.com

Abstract: *Bartalinia robillardoides* Tassi (*Bartaliniaceae*) on leaves of *Phyllostachys glauca* McClure, and *Amerosporium polynematoides* Speg. on leaves of *Phyllostachys aureosulcata* McClure. were reported from Nezahat Gökyiğit Botanic Garden during field studies in June 2018. *B. robillardoides* was recorded as family level, and *A. polynematoides* was recorded as species level first time for Turkey mycobiota. The Morphological and microscopic characteristics of the records were presented depend on collected samples, and supported by macro and microphotographs.

Key words: Biodiversity, New record, *Bartaliniaceae*, *Amerosporium*, *Phyllostachys*

Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi'nin Mikrofungusları I.: Yeni Aile ve Tür Kayıtları

Öz: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi'nden (NGBB) periyodik olarak yapılan saha çalışması sırasında Haziran 2018'de toplanan örneklerden *Phyllostachys glauca* McClure'nin yapraklarında *Bartalinia robillardoides* Tassi (*Bartaliniaceae*) ve *Phyllostachys aureosulcata* McClure yapraklarında *Amerosporium polynematoides* Speg. Türkiye mikrobiotası için aile ve tür düzeyinde ilk kez kaydedilmiştir. Kayıtların morfolojik ve mikroskopik özellikleri toplanan örneklere bağlı olarak sunulmuş ve makro ve mikro fotoğraflar ile desteklenmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyoçeşitlilik, Yeni kayıt, *Bartaliniaceae*, *Amerosporium*, *Phyllostachys*

Introduction

In 1995 Ali Nihat Gökyiğit established the garden as a memorial park in memory of his wife. In 2002 the park was transformed into a botanic garden covering 46 ha of land in Istanbul allocated to the ANG Foundation by the Department of Highways.

It is only botanic garden in the World to be located at a cloverleaf intersection of two motorways, on 12 islands encircled by approach and exit roads. The most important of these are the Central, Ertuğrul, Recreation, Istanbul, Arboretum, Oak, Anatolia, and Thrace Islands. The garden lies between the districts of Ataşehir and Ümraniye of Istanbul (Gökyiğit, 2013).

Infrastructure includes 8 artesian wells, water storage tanks, fire extinguishing and watering systems,

several ponds, tunnels and bridges linking the islands, and 2 amphitheatres.

Facilities include a herbarium, classrooms, library, seed house and 2 greenhouses.

NGBB's extensive programme of activities includes educational courses on numerous subjects, research projects, and protecting endangered plant species. The Bamboo species found in NGBB as host of microfungi in our study are as follows:

1. *Hibanobambusa tranquillans* (Koidz.) Maruy. & H.Okamura

2. *Phyllostachys arcana* Mc Clure

3. *P. aurea* Rivière & C. Rivière

4. *P. aureosulcata* Mc Clure



5. *P. bambusoides* Siebold & Zucc.

6. *P. flexuosa* Riviére & C. Riviére

7. *P. glauca* Mc Clure

8. *P. nigra* (Lodd. ex Lindl.) Munro

9. *P. nuda* Mc Clure

10. *Pleioblastus fortunei* (Van Houtte) Nakai

11. *Pseudosasa japonica* (Steud.) Makino

12. *Semiarundinaria fastuosa* (Mitford) Makino

Plants biodiversity of Nezahat Gökyiğit Botanic Garden (NGBB) has been well studied and well known, but mycobiota has not been investigated. In 2018, during mycological investigation in NGBB two species of anamorphic fungi have been collected and identified. These collections are reported herein.

Material and method

The micromycobiota of NGBB was not investigated which was very rich in aspect of plant diversity. We were aimed in this study to contribute to mycobiota of NGBB. The microfungi samples were collected during periodic mycological excursion from the NGBB in June 2018. They were transferred to the laboratory and microscopic investigations were carried out. The collections were examined in distilled water and for morphological photographs Olympus SZX16 with Olympus DP digi-CAM (Japan) stereo microscope, and microphotographs Leica DMLB with Leica DFC320 digi-Cam (Germany) research microscope were used. For the identification of fungi species some literature sources were employed (Sutton, 1980 "repr. 2004"; Nag Raj, 1993; Crous et al., 2014; Senanayake et al. 2015, and Face of Fungi, 2019). The systematic status of fungi arranged following Index Fungorum database (access: 1 September 2019). All collections deposited at Kırşehir Ahi Evran University, Arts and Sciences Faculty, Mycology Laboratory.

Results and Discussion

As results of field and laboratory studies, on dead leaves of *P. glauca* and *P. aureosulcata* identified two microfungi species.

Of these microfungi, taxonomic status, morphological and microscopic characteristics, macro and microphotographs, habitat, and collected locations are given below.

Fungi

Ascomycota

Pezizomycotina

Sordariomycetes

Xylariomycetidae

Amphisphaeriales

Bartalinia

Bartalinia

***Bartalinia robillardoides* Tassi**

Bartaliniaceae Wijayaw., Maharachch. & K.D. Hyde

Faceoffungi: 00667; Senanayake et al., (2015): 75.

Conidiomata acervular or pycnidial to irregular, solitary to gregarious, superficial to sub-immersed, unilocular, globose to subglobose, dark brown to black. Ostiole apapillate. Conidiomata wall comprising two strata, outer wall composed of thick-walled, dark brown cells of textura angularis, inner wall thin, composed of hyaline to sub-hyaline cells of textura angularis. Conidiophores present or reduced to conidiogenous cells; when present cylindrical, hyaline, sparsely septate, smooth-walled. Conidiogenous cells holoblastic, ampulliform, integrated or discrete, determinate, hyaline, smooth-walled. Conidia fusiform, straight to slightly curved, subhyaline to brown, bearing only apical appendages or having both apical and basal appendages.

***Bartalinia* Tassi**

Nag Raj, (1993): 133.

The genera have superficial to subimmersed acervular or pycnidial to irregular fruiting bodies, conidiophores reduced to conidiogenous cells, holoblastic conidiogenesis and fusiform, straight to slightly curved, subhyaline to brown conidia with apical or apical and basal appendages.

***Bartalinia robillardoides* Tassi, (Figures 1-6).**

Nag Raj, (1993): 141; Crous et al., (2014): 145.

Conidioma stromatic, pycnidoid to indeterminate or variable, amphigenous, scattered to gregarious, subepidermal in origin, initially immersed, then erumpent, globose, or depressed globose, 127-173 µm diam.

Unilocular, glabrous, brown to black, lacking an ostiole, but dehiscing by an irregular break in the apical wall; textura angularis, cells thick-walled and brown in the outer layers, becoming thin-walled and paler toward the conidial hymenium. Conidiophores arising all around the cavity of the conidioma from the inner most wall layer, reduced to conidiogenous cells, invested in mucus. Conidiogenous cells ampulliform, colourless, thin-walled, smooth. Conidia subcylindrical, 4-septate, wall smooth and slightly constricted, at the septa, 20.6-25(-25.4) × 2.6-3.8(-4.3) µm. Basal cell obconic with a truncate base, almost colourless, 3-3.8 µm long; median cells 3, subcylindrical, pale brown, almost colourless, 17.3- 20.8(-22.2) µm long, apical cell conical, colourless,



(2.4-)2.7-4.2 μm long; apical appendage branches three, drawn out at the apex into a tubular, unbranched, attenuated, flexuous, divergent, 13-19 μm long; basal appendage single, unbranched, filiform, flexuous, excentric, (3.5-)5-8(-9.9) μm long.

Habitat: On dead leaves of *P. glauca*.

Specimen examined: Turkey, Istanbul Province, Nezahat Gökyiğit Botanic Garden, Anadolu Island, 70 m a.s.l., 40° 59' 821" N, 29° 07' 251" E, 20.06.2018, FS 1137.

Bartaliniaceae family includes species of *Bartalinia*, *Broomella*, *Dyrithiopsis*, *Hyalotiella*,

Truncatella, and *Zetiaplozna* genera. Among them *Truncatella* was recorded in Turkey before, but it has been transfer into the family (Senanayake et al., 2015). *B. robillardoides* has serious importance due to reside in type genus. *Bartalinia* genus has 25 species, all of them spread different localities and hosts all around the World, but it is first in Turkey.

B. robillardoides is a new record species for Turkey mycobiota as level *Bartalinia* genus and Bartalinaceae family.



Figures 1 - 2: Habitat of *B. robillardoides*

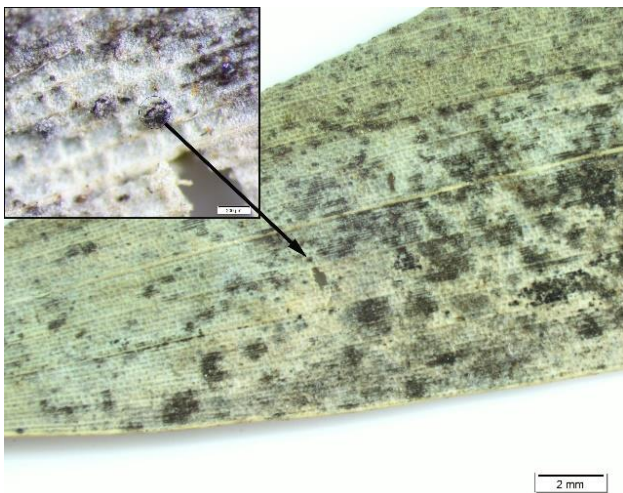


Fig 3: Habit of *B. robillardoides*

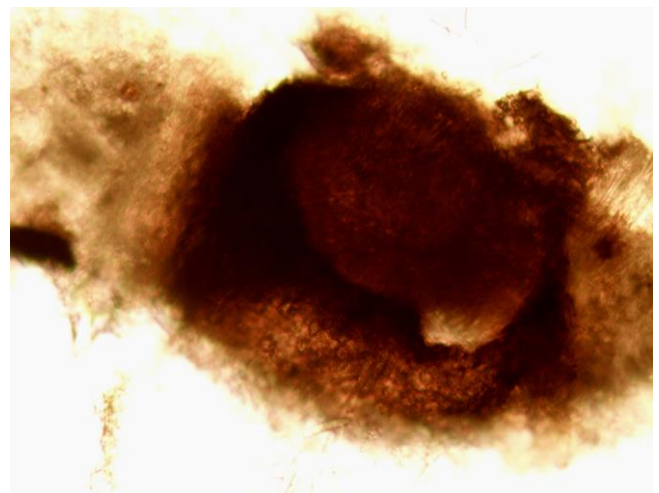
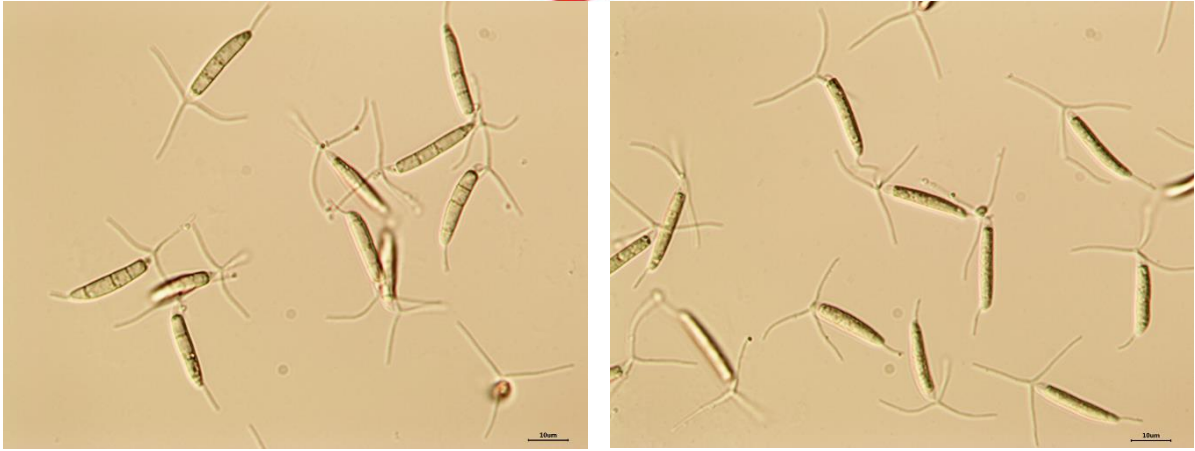


Fig 4 (x100) Vertical section of conidioma of *B. robillardoides*

Figures 5-6 Conidia of *B. robillardoides*

Fungi
Ascomycota
Pezizomycotina
Leotiomyces
Leotiomycetidae
Helotiales
Sclerotiniaceae
***Amerosporium* Speg.**

***Amerosporium polynematoides* Speg.**, (Figures 7-12).

Sutton, (1980, repr. 2004): 619.

Conidioma pycnidoid, initially sphaerical, later collapsed irregularly, usually superficial, separate, greenish, sessile, unilocular, initially closed, later dehiscing longitudinally in the upper wall, wall pseudoparenchymatous. Ostiol absent. Setae sparse, straight, or slightly curved, unbranched, dark brown 125-140 × 5-6 µm long. Conidiophores absent. Conidiogenous

cells enteroblastic. Conidia pale brown to olivaceous, fusiform, aseptate, smooth, apex conical, base often flattened, (10.7-)11.2-14.3(-15.2) × (1.9-)2.3-3 µm long.

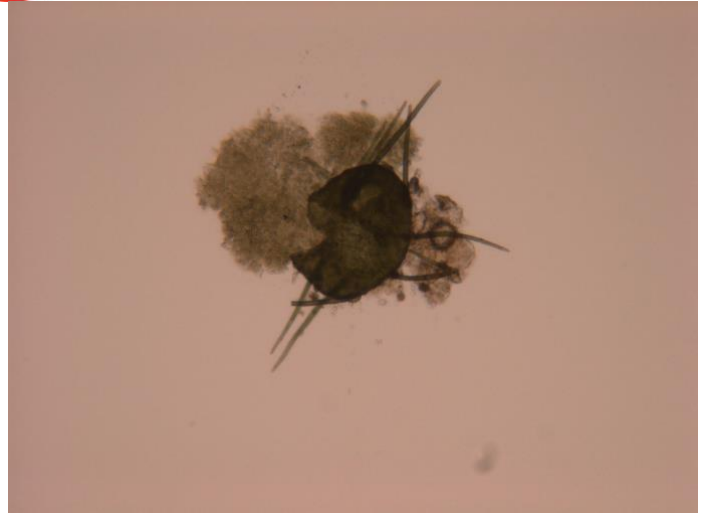
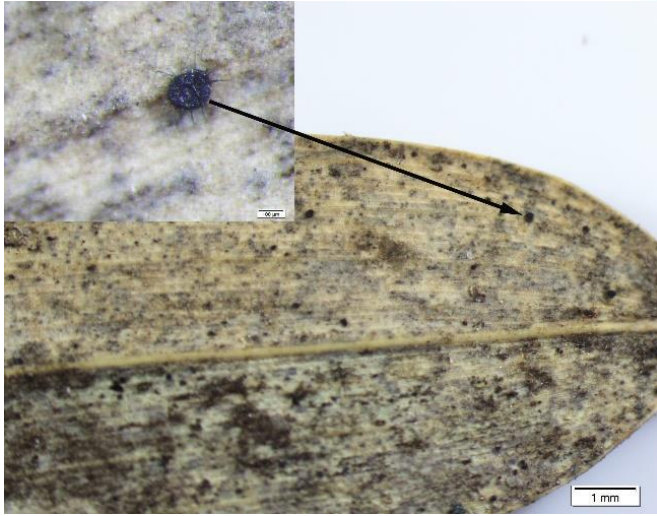
Habitat: On dead leaves of *P. aureosulcata*.

Specimen examined: Turkey, Istanbul Province, Nezahat Gökyiğit Botanic Garden, Anadolu Island, 70 m a.s.l., 40° 59' 842" N, 29° 07' 214" E, 20.06.2018, FS 1142.

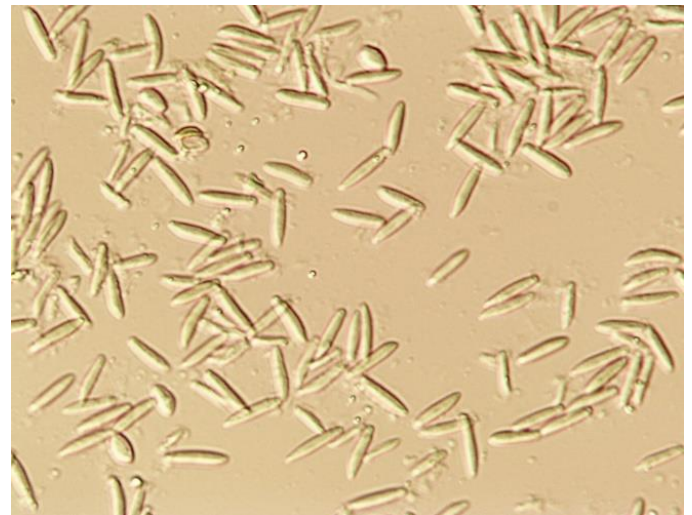
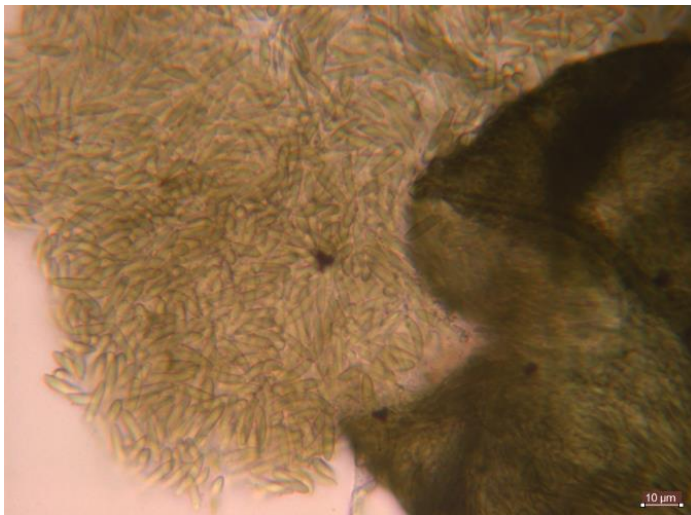
Amerosporium genus has 60 species, but among them only *A. atrum* (Fuckel) Höhn. was reported on *Phragmites* sp. in Turkey previously. The Genus has been the subject of considerable confusion and although about 60 taxa have been described in the genus, only two species can at the moment be retained in it with confidence. These are *A. polynematoides* and *A. concinnum* Petr.

A. polynematoides is a new record species for Turkey mycobiota.

Figures 7 - 8: Habitat of *A. polynematoides*



Figures 9 – 10 (x100): Habit and Pycnidium of *A. polynematoides*



Figures 11 – 12 (x400): Conidia of *A. polynematoides*

Acknowledgment

The Authors would like to thanks the Ali Nihat Gökyiğit (ANG) Foundation for support.

References

- Crous, P. W., Giraldo, A., Hawksworth, D. L., Robert, V., Kirk, P. M., Guarro, J., Robbertse, B., Schoch, C. L., Damm, U., Trakunyingcharoen, T., Groenewald, J. Z. (2014). The Genera of Fungi: Fixing the Application of Type Species of Generic Names. *IMA Fungus*. 5(1) 141-160.
- Gökyiğit, A. N. (2013). *Turkey's Biological Diversity and its Conservation*. İstanbul: ANG Publications.
- Nag Raj, T. R. (1993). *Coelomycetous Anamorphus with Appendage-Bearing Conidia*. Waterloo, Ontario: Mycol. Publication.
- Senanayake, I.C., Maharachchikumbura, S.S.N., Hyde, K.D., Bhat, J.D., Gareth Jones, E.B., McKenzie, E.M.C., Dai, D.Q., Daranagama, D.A., Dayarathne, M.C., Goonasekara, I.D., Konta, S., Li, W.J., Shang, Q.J., Stadler, M., Wijayawardene, N.N., Xiao, Y.P., Norphanphoun, C., Li, Q., Liu, X.Z., Bahkali, A.H., Kang, J.C. Wang, Y., Wen, T.C., Wendt, L., Xu, J.C., Camporesi, E. (2015). Towards Unravelling Relationships in *Xylariomycetidae* (*Sordariomycetes*). *Fungal Diversity*. 73: 73 – 144.
- Sutton, B. C. (1980). (repr. 2004). *The Coelomycetes. Fungi imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata*. . Kew, Surrey: Common Wealth Mycological Institute.
- Url 1: <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp> (access: 1 September 2019)
- Url 2: <http://www.facesoffungi.org/bartaliniaceae-facesoffungi-number-fof-00667/> (access: 1 September 2019)



Geliş(Received) :07/11/2019
Kabul(Accepted) :13/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.644060

Konya Selçuk Üniversitesi Hastanesi'ne Başvuran Hastalarda Saptanan Dermatofitler

Ekin ERYILMAZ*¹, Rugıyya SAMADZADE², Salih MAÇİN³, Duygu FINDIK⁴

*Corresponding author:ekineryilmaz93@gmail.com

Selçuk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı, Konya, Türkiye

¹Orcid No:0000-0002-0268-7542/ekineryilmaz93@gmail.com

²Orcid No:0000-0002-7079-8500/mr.rukiye@mail.ru

³Orcid No:0000-0002-1871-3629/salihmacin@selcuk.edu.tr

⁴Orcid No:0000-0002-0342-0364/dfindik@selcuk.edu.tr

Öz: Dermatoloji kliniklerine başvuranların önemli bir kısmını dermatofit enfeksiyonu olan hastalar oluşturmaktadır. Dermatofitozlar pekçok hastalığın klinik tablosunu taklit etmektedir. Dermatofitoz etkenlerinin saptanması, korunma ve tedavide yol gösterici olduğu gibi epidemiyolojik çalışmalar için de önemlidir. Bu çalışmada, 01.06.2010 ve 01.06.2019 tarihleri arasında dermatofitoz şüpheli hastalardan alınan örnekler incelenerek, izole edilen dermatofitlerin sıklığı belirlenmiştir ve ayrıca klinik tanı ile laboratuvar tanısı arasındaki uyumun değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Dermatofitoz şüpheli hastalardan alınan kıl, deri ve tırnak örnekleri incelenmiştir. Direkt mikroskopik inceleme amacıyla % 10 KOH ile hazırlanan preparatlar hazırlanmıştır. Kültür istemi olan örneklerin ise Sabouraud Dekstroz Agara çift plak ekimleri yapılmıştır. Direkt mikroskopik inceleme yapılan 4993 örnekten 1800'ü (% 36) pozitif olarak bulunmuştur. Kültür sonuçları incelendiğinde; *Trichophyton rubrum* (Castell.) Sabour. (% 78) en sık izole edilen dermatofit etkeni olup bunu sırasıyla *T. tonsurans* (% 7.6), *T. mentagrophytes* (% 3.8), *T. verrucosum* (% 3.8), *Microsporum canis* (% 3) ve *M. gypseum* (E.Bodin) Guiart&Grigoraki (% 2.3) izlemiştir. Çalışmamızın sonuçlarına göre; direkt mikroskopi sonuçlarıyla klinik tanı arasında % 50.3; kültür sonuçlarıyla klinik tanı arasında ise % 63.6 oranında bir uyum tespit edilmiştir. Bu veriler doğrultusunda, dermatofitoz tanısı için klinik değerlendirmenin yanı sıra, direkt mikroskopik inceleme ve kültür yönteminin yapılmasının yararlı olacağı düşünülmüştür.

Anahtar kelimeler: Dermatofit, Dermatofitozis, Epidermophyton, Microsporum, Trichophyton

Dermatophytes in Patients Attending to Selcuk University Hospital in Konya

Abstract: Dermatophyte infection constitutes a significant proportion of patients admitted to dermatology clinics. Dermatophytosis mimics the clinical picture of many diseases. Detection of dermatophytosis agents is important for prevention and treatment as well as for epidemiological studies. In this study, samples taken from patients suspected of dermatophytosis between 01.06.2010 and 01.06.2019 were examined and the frequency of isolated dermatophytes was determined and it was aimed to evaluate the agreement between clinical diagnosis and laboratory diagnosis. Hair, skin and nail samples taken from patients suspected of dermatophytosis were examined. Preparations with 10 % KOH were prepared for direct microscopic examination. Sabouraud Dextrose Agara double plate cultivation was performed for the samples that were cultured. Under direct microscopic examination 1800 (36 %) of the 4993 samples were found to be positive. When the results of the cultures were examined; *Trichophyton rubrum* (Castell.) Sabour. (78 %) was the most commonly isolated dermatophyte agent and *Trichophyton rubrum*



was followed by *T. tonsurans* (7.6 %), *T. mentagrophytes* (3.8 %), *T. verrucosum* (3.8 %), *Microsporum canis* (3 %) and *M. gypseum* (E.Bodin) Guiart&Grigoraki (2.3 %) respectively. According to our results, the concordance between direct microscopy results and clinical diagnosis were 50.3 %; however, there was a 63.6 % concordance between culture results and clinical diagnosis. In line with these data, it is considered that clinical microscopic examination and culture method should be performed in addition to clinical evaluation for the diagnosis of dermatophytosis.

Key words: Dermatophyte, Dermatophytosis, Epidermophyton, Microsporum, Trichophyton

Giriş

Dermatofitler; deri, tırnak ve kıl gibi keratinize dokuları tutan keratinofilik küflerdir (Ebrahimi ve ark, 2019). Dermatofitlerin yayılmasında antropofilik, zoofilik ve geofilik olmaları da etkilidir (Lange, 2018). Dermatofit enfeksiyonu olan kişiler, dermatoloji kliniklerine başvuran hastaların önemli bir kısmını oluşturmaktadır ve dermatofitozlar çok çeşitli klinik belirti ve bulgularla seyredilmektedir (Woo ve ark, 2019; Moriarty ve ark, 2012).

Dermatofitler "*Trichophyton*, *Epidermophyton*, ve *Microsporum*" olarak üç cins altında incelenirler. Yerleştiği dokulara bakıldığında *Microsporum* cinsi saç ve deri, *Epidermophyton* cinsi deri ve tırnak, *Trichophyton* cinsi ise saç, deri ve tırnak tutulumu yapmaktadır. Dermatofitlerin temel kaynağı toprak olmakla birlikte daha sonra yerleştiği konaklara adaptasyonla antropofilik, zoofilik ve geofilik olarak sınıflandırılabilirler. Antropofilik dermatofitler enfekte kişilerden direkt temasla veya kontamine eşyalarla bulaşabilirken, zoofilik türler enfekte hayvanlarla temas, geofilik türler ise toprakla temas yoluyla bulaşır. Antropofilik türler daha hafif seyirli ve kronik enfeksiyonlara neden olurken zoofilik türlerin etken olduğu durumlarda inflamasyon daha belirgindir (Coulibaly ve ark, 2018).

Dermatofitoz tanısında klinik ve mikrobiyolojik incelemelerden yararlanılır. Dermatofitler sıklıkla vücudun sıcak ve nemli bölgelerinde kronik seyirli enfeksiyonlar oluştururlar. Tinea lezyonları nispeten temiz bir alanla çevrili papül ve veziküller içerebilen dairesel lezyonlardır. Bu lezyonlar sıklıkla kaşıntılıdır (Lange, 2018). Hastalık etkilenen vücut bölgesine göre adlandırılır. Örneğin baş tutulumu *Tinea capitis*, vücut tutulumu *Tinea corporis*, ayak tutulumu *Tinea pedis* olarak adlandırılmaktadır. Dermatofitoz etkenlerinin saptanması korunma ve tedavide yol gösterici olduğu gibi epidemiyolojik çalışmalar için de önemlidir (Jha ve ark, 2019).

Tüm dünyada ve Türkiyede dermatofitlerin tanısı ile ilgili yapılan çalışmalarda dermatofit tanısını iyileştirmek için mevcut olan (direkt mikroskopi, kültür)

metodların sonuçların karşılaştırarak performansı en iyi olan tanı yöntemini (tek veya kombine) bulmak hedeflenmektedir. Ayrıca, yapılan araştırmalarda en önemli sorunlardan biri de klinik tanı ile mikrobiyolojik tanı arasında olan korelasyon (pozitif veya negatif) oranını saptamaktır. Bizim yaptığımız çalışmada da, dermatofitoz şüpheli hastalardan alınan örnekler incelenerek izole edilen dermatofitlerin sıklığının belirlenmesi ve hastaların klinik tanılarının, laboratuvar tanılarıyla uyumunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve metot

Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarı'nda 01.06.2010 ve 01.06.2019 tarihleri arasında dermatofitoz şüpheli hastalardan alınan kıl, deri ve tırnak örnekleri önce % 10 KOH ile hazırlanan preparatlar ile direkt mikroskopik incelemeye alınmaktadır. Kültür istemi olan örneklerin Sabouraud Dekstroz Agara çift plak ekimleri yapılmaktadır. Besiyerlerinden biri oda sıcaklığında (25° C) diğeri ise 37° C'de 3 hafta inkübe edilmektedir. Plaklar haftada en az 1 kez kontrol edilmekte ve 3 hafta sonunda üreme olmayan kültürler negatif olarak değerlendirilmektedir. Üreme olan plaklardaki koloniler makroskopik ve mikroskopik olarak incelenmektedir. Makroskopik incelemede koloninin üreme hızı, yüzey görünümü, yüzey rengi ve taban rengi gibi özellikler değerlendirilmektedir. Kolonilerden selofan bant yöntemiyle alınan ve laktofenol pamuk mavisıyla boyanarak hazırlanan preparatlar mikroskopik olarak incelenmektedir. 1 Haziran 2010 - 1 Haziran 2019 tarihleri arasında değerlendirilen örnekler hastane otomasyonu üzerinden retrospektif olarak taranmıştır.

Bulgular

Çalışma kapsamında direkt mikroskopik inceleme yapılan 4993 örnekten 1800'ü (% 36) pozitif olarak bulunmuştur. Kültür istemi olan 387 örnekten yapılan kültürlerin 132'sinden (% 34.1) dermatofit izole edilmiştir. *Trichophyton rubrum* (% 78) en sık izole edilen dermatofit etkeni olup bunu sırasıyla *T. tonsurans* (% 7.6), *T. mentagrophytes* (% 3.8), *T. verrucosum* (% 3.8),



Microsporum canis (% 3) ve *M. gypseum* (% 2.3) izlemektedir. Ayrıca 4 adet *Trichophyton* suşu (% 1.5) tür düzeyinde tanımlanamamış ve *Trichophyton* spp. olarak bildirilmiştir (Tablo1). Direkt mikroskopisinde pozitiflik saptanan 1800 hastanın 905'i (% 50.3) dermatofitoz tanısı almıştır. Dermatofitoz tanılarının % 41.9'u *Tinea unguium*, % 21.7'si *Tinea pedis*, % 20.5'i *Tinea corporis*,

% 7.3'ü *Tinea manuum*, % 5.1'i *Tinea cruris*, % 3.5'i *Tinea barbae* ve *Tinea capitis* olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Hastaların % 11.3'ü ise klinik dermatit tanısı almış olduğu halde direkt mikroskopisinde mantar elemanları görülmüştür. Kültüründe dermatofit izole edilen 132 hastanın ise 84'ü (% 63.6) dermatofitoz tanısı almıştır.

Tablo 1. Mantar kültürlerinde izole edilen dermatofitlerin dağılımı

Dermatofit etkenleri	%
<i>Trichophyton rubrum</i>	78
<i>T. tonsurans</i>	7.6
<i>T. mentagrophytes</i>	3.8
<i>T. verrucosum</i>	3.8
<i>M. canis</i>	3
<i>M. gypseum</i>	2.3
<i>Trichophyton</i> spp.	1.5
Toplam	100

Tablo 2. Direkt mikroskopisi pozitif olan hastalarda dermatofitozis tanılarının dağılımı

Dermatofitozis tanıları	%
<i>Tinea unguium</i>	41.9
<i>Tinea pedis</i>	21.7
<i>Tinea corporis</i>	20.5
<i>Tinea manuum</i>	7.3
<i>Tinea cruris</i>	5.1
<i>Tinea barbae</i> ve <i>Tinea capitis</i>	3.5
Toplam	100

Tartışma

Dermatofitler yüzeysel mantar enfeksiyonlarının en sık etkenlerinden olup ülkemizde de sık görülmektedir (Gül, 2014; Ergin ve ark, 2000). Dermatofitlerin görülme sıklığı yaş, cinsiyet, coğrafi koşullar ve iklim koşullarına göre değişkenlik göstermektedir (Rezaei-Matehkolaei ve ark, 2016). Her ülkenin kendine has bir dermatofit florası olup zaman içinde sosyoekonomik durum, hijyen koşulları, yaşam tarzı gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Özekinci ve ark, 2006).

Direkt mikroskopi dermatofitozisin laboratuvar tanısında ilk uygulanan yöntemdir. Kültürle doğrulama yapıldığında duyarlılığı artmaktadır. Çalışmamızda direkt mikroskopisi değerlendirilen hastaların % 36'sında mantar elemanları görülmüştür. Vineetha ve ark. 2019 yılında yaptığı çalışmada, ilk başvuruların % 79'unda, kronik vakaların ise % 34'ünde direkt mikroskopik

incelemede mantar elemanları görülmüştür. Bu oran Bilgili ve ark. 2001 yılında yaptığı çalışmada % 80 olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda direkt mikroskopisinde pozitiflik saptanan hastaların % 50.3'ü dermatofitosiz tanısı almıştır. Bu tanıların dağılımına bakıldığında en sık konan dermatofitozis tanısı % 41.9 ile *Tinea unguium*'dur. 2. sıklıkta ise % 21.7 ile *Tinea pedis* yer almaktadır. İran'da yapılan bir çalışmada *Tinea corporis* ve *Tinea cruris* dermatofitozisli hastalarda en sık görülen klinik formdur (Ebrahimi ve ark, 2019). Benzer şekilde Hindistan'da yapılan bir çalışmada hem ilk başvuruda hem kronik vakalarda en sık görülen klinik form *Tinea corporis* ve bunu takiben *Tinea cruris* olmuştur (Vineetha ve ark, 2019). ABD'de en sık görülen klinik form ise *Tinea pedis*'tir (Woo ve ark, 2019).



Çalışmamızda kültürü yapılan örneklerin % 34.1'inde dermatofit izole edilmiştir. Vineetha ve ark. 2019 yılında yaptıkları çalışmada bu oran ilk başvuruda % 48 olarak bulunmuştur ancak kronik vakalarda kültürü yapılan örneklerin ancak % 12'sinden dermatofit izole edilebilmiştir. Bilgili ve ark. 2001 yılında yaptığı çalışmada kültürü yapılan örneklerin % 53.64'ünde dermatofit izole edilmiş olup bu oran Özekinci ve ark. 2006 yılında yaptıkları çalışmada % 13.9 olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda izole edilen dermatofitlerin % 94.7'si *Trichophyton* cinsi, % 5.3'ü ise *Microsporum* cinsidir. Bu çalışma dahilinde yapılan retrospektif taramada *Epidermophyton* cinsi dermatofit izole edilmediği görülmüştür. Ülkemizde yapılan benzer bir çalışmaya bakıldığında *Trichophyton* ve *Microsporum* cinslerinin oranlarını Denizli'den Ergin ve ark. 2004 yılında yaptıkları çalışmada % 93.2 ve % 2.8 olarak bildirmişlerdir.

Ülkemizde yapılan bir çalışmada kültürde en sık izole edilen dermatofit *T.rubrum* ve *T. mentagrophytes*'tir (Tümbay ,2002). Hindistan'da yapılan bir çalışmada ilk atakta % 21 oranında *T. rubrum* ve % 3 oranında *T. mentagrophytes* izole edilmiş; kronik vakalarda ise *T. rubrum* ve *T. mentagrophytes* oranları sırasıyla % 45 ve % 18 olarak bulunmuştur. Yine bu çalışmada kronik vakalarda *T. tonsurans*, *T. schoenleinii*, *E. floccosum* ve *M. audouini* türleri daha nadir olarak izole edilmiştir (Vineetha ve ark, 2019). Benzer şekilde Jain ve ark. (2008), Agarwal ve ark. (2014), Bindu ve ark. (2002) yaptığı çalışmalarda da en sık izole edilen tür *T. rubrum* iken; Sahai ve ark. çalışmasında en sık izole edilen tür *T. mentagrophytes* olmuştur. İran'da yapılan bir çalışmada kültürden en sık izole edilen tür *T. mentagrophytes* (*T. interdigitale*) (% 46.8) ve bunu takiben *E. floccosum* (%15.2)'dur (Ebrahimi ve ark, 2019). *T. rubrum* ise % 10.1 ile daha az oranda izole edilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde *T. rubrum*'un dermatofitozisin en önemli etkeni olduğu bildirilirken, *T. violaceum* Afrika ülkelerinin çoğunda baskın etiyolojik ajandır (Theel ve ark, 2011; Nweze ve ark,2017). Avrupa'da ise son yıllarda *M. canis* kaynaklı dermatofitoz insidansı artmıştır (Seebacher ve ark., 2008). Genel olarak *T. rubrum* gelişmiş ülkelerde en yaygın dermatofit

türüdür (Coulibaly ve ark, 2018). *T. schoenleinii* görülme sıklığı ise azalmıştır (*Kechia* ve ark, 2014). Amerika Birleşik Devletleri'nde *T. tonsurans*, Avrupa'da ise *M. canis* ve *M. audouinii* *Tinea capitis*in başlıca etkenleridir (Ilkit, 2010). Bilgili ve ark. 2001 yılında yaptıkları çalışmada en sık izole edilen dermatofit *T. rubrum* (% 47.46), ikinci sıklıkta *T. mentagrophytes* (% 43.22)'tir. Özekinci ve ark. 2006 yılında yaptıkları çalışmada izole edilen *T. rubrum* ve *T. mentagrophytes* oranları ise sırasıyla % 69.3 ve % 8'dir. Ülkemiz ve dünya verileri ile uyumlu olarak bu çalışmada da *T. rubrum* (% 78) en sık izole edilen dermatofit etkeni olup benzer araştırmalardan farklı olarak ikinci sırada *T. tonsurans* (% 7.6) yer almaktadır.

Çalışmamızda 2. sıklıkta izole edilen dermatofit cinsi *Microsporum*'dur. Bunun % 3'ü *M. canis* ve % 2.3'ü *M. gypseum* olarak tespit edilmiştir. Bu oranlar Özekinci ve ark. 2006 yılında yaptıkları çalışmada % 4.0 ve % 2.7 olarak bildirilmiştir. Ergin ve ark. 2004 yılında yaptıkları çalışmada ise *M. canis* oranı % 0.9 olarak bildirilmiştir.

Ülkemizde yapılan çalışmalarda *E. floccosum* izolasyon oranı oldukça değişkenlik göstermektedir. *E. floccosum* izolasyon oranı, Bilgili ve ark. (2001) çalışmasında % 5.08, Ergin ve ark. (2004) çalışmasında % 4.0 olarak bildirilmiştir.

Sonuç olarak dermatofitlerin görülme sıklığı çeşitli koşullara bağlı olarak değişmektedir. Çalışmamızda *T. rubrum* (%78) en sık izole edilen dermatofit etkenidir.

Yaptığımız çalışma sonuçlarına göre hem Konya'da, hem de Türkiye genelinde dermatofitozisin laboratuvar tanısında direkt mikroskopik incelemenin ve kültür yönteminin kompozit bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Ancak bu şekilde yapılacak mikrobiyolojik tanı, dermatofitoz tanısını ve tedavisini belirgin bir biçimde iyileştirecektir. Çalışmamızın sonuçlarına göre direkt mikroskopi sonuçlarıyla klinik tanı arasında % 50.3; kültür sonuçlarıyla klinik tanı arasında ise % 63.6 oranında bir uyum tespit edilmiştir. Bu nedenle yaptığımız araştırmanın verileri doğrultusunda dermatofitoz tanısı için klinik değerlendirmenin yanı sıra, direkt mikroskopik inceleme ve kültür yönteminin kullanılmasının doğru tanıda yararlı olacağı kanısındayız.

Kaynaklar

- Agarwal, U.S., Saran J., and Agarwal, I. P. (2014). Clinico-Mycological Study of Dermatophytes in a Tertiary Care Centre in Northwest India. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.*, 80 (2) 194.
- Bilgili, M. E., Sabuncu, İ., Saraçoğlu, Z. N., Ürer, S. M., Kiraz, N., ve Akgün, Y. (2001). Kliniğimize Başvuran Dermatofitozlu Olgulardan İzole Edilen Dermatofit Türleri. *Türkiye.Klinikleri.J.Dermatol.*, 11 (4) 185-190.
- Bindu, V., and Pavithran, K.(2002). Clinico-Mycological Study of Dermatophytosis in Calicut. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.*, 68 (5) 259–261.



- Coulibaly, O., Lollivier, C., Piarroux, R., and Ranque, S.(2018). Epidemiology of Human Dermatophytoses in Africa. *Med.Mycol.*, 56 (2) 145-161.
- Ebrahimi, M., Zarrinfar, H., Naseri, A., Najafzadeh, M.C.,Fata, A., Parian, M., Khorsand, I., and Babic, M.N. (2019). Epidemiology of Dermatophytosis in Northeastern Iran; A Subtropical Region. *Curr.Med. Mycol.*, 5 (2) 16-21.
- Ergin,Ç., Ergin,F., Yaylı, G., and Baysal,V. (2000). Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dermatoloji Kliniğine Başvuran Hastalarda Dermatofitoz Etkenleri. *Türk.Mikrobiyol.Cem.Dergisi.*,30 (3-4) 121-124.
- Ergin,Ç., Ergin,Ş., Kaleli, İ., Şanlı, E. B., Cevahir, N., and Kaçar, N. (2004). Pamukkale Üniversitesi Hastanesi Dermatoloji Polikliniği'ne Başvuran Hastalarda Dermatofitoz Etkenleri. *İnf. Derg.*,18 339-342.
- Gül, Ü. (2014). Derinin Yüzeysel Dermotofit Enfeksiyonları , *Ankara.Med.J.*,14 (3) 107-113.
- Ilkit, M.(2010). Favus of the Scalp: an Overview and Update. *Mycopathologia.*,170 (3) 143-154.
- Jain, N., Sharma, M., and Saxena, V.N. (2008). Mlinico-mycological Profile of Dermatophytosis in Jaipur, Rajasthan. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.*, 74 (3) 274–275.
- Jha, B., Bhattarai, S., Sapkota, J., Sharma,M., and Bhatt,C.P. (2019). Dermatophytes in Skin, Nail and Hair among the Patients Attending Out Patient Department., *J.Nepal.Health.Res.Counc.*,16 (41) 434-437.
- Kechia ,F.A.,Kouoto, E. A, Nkoa T., et al.(2016). Epidemiology of Tinea Capitis Among School-Age Children in Meiganga, Cameroon. *J Mycol Medicales.*,24 (2) 129–134.
- Lange, 2018. Tıbbi Mikrobiyoloji ve İmmunoloji, Ondördüncü baskı, Güneş Tıp Kitabevleri, s:404
- Moriarty, B., Hay, R., and Morris-Jones, R.(2012). The Diagnosis and Management of Tinea. *BMJ.*,344 1–10.
- Nweze, E., and Eke, I.(2017). Dermatophytes and Dermatophytosis in the Eastern and Southern Parts of Africa. *Med Mycol.*, 56 (1) 13–28.
- Özekinci, T., Özbek, E., Gedik,M., Topçu, M., Tekay, F., ve Mete,M. (2006). Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Laboratuvarına Başvuran Hastalarda Dermatofitoz Etkenleri, *Dicle.Tıp.Derg.*, 33 (1) 19-22.
- Rezaei-Matehkolaei, A., Rafiei A., Makimura, K., Graser, Y., Gharghani, M., and Sadeghi-Nejad B.(2016). Epidemiological Aspects of Dermatophytosis in Khuzestan, Southwestern Iran, an Update. *Mycopathologia.*, 181 (7) 547–553.
- Sahai, S., and Mishra, D. (2011). Change in Spectrum of Dermatophytes Isolated From Superficial Mycoses Cases: First Report From Central India. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.*, 77 (3) 335–336.
- Seebacher, C., Bouchara, J.P., and Mignon, B.(2008). Updates on the Epidemiology of Dermatophyte Infections. *Mycopathologia.*, 166 (5-6) 335–352.
- Theel, E.S., Hall L. , Mandrekar, J., and Wengenack, N. L.(2011). Dermatophyte Identification Using Matrix-assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry. *J Clin Microbiol.*, 49 (12) 4067–4071.
- Tümbay, E.(2002). Derinin Mantar İnfeksiyonları. Willke Topçu A, Söyletir G, Doğanay M., ed. İnfeksiyon Hastalıkları'nda. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri, s:1785 –1797.
- Vineetha, M., Sheeja,S., Celine, M.I., Sadeep, M.S., Palackal, S., Shanimoole, P.E., Das, S.S. (2019). Profile of Dermatophytosis in a Tertiary Care Center in Kerala India. *Indian J Dermatol.*, 64 (4) 266–271.
- Woo, T.E.,Somayaji, R., Haber, R.M.,and Parsons, L.(2019). Diagnosis and Management of Cutaneous Tinea Infections. *Adv Skin Wound Care.*; 32 (8) 350-357.



Geliş(Received) :03/10/2019
Kabul(Accepted) :13/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.629098

***Butyriboletus fuscoroseus*; A New Boletoid Macrofungus Record for Turkish Mycota**

Hakan ALLI^{*1}, İsmail ŞEN², Roni Aran ADIBELLİ³

*Corresponding author: hakanalli@gmail.com

^{1,2} Muğla Sıtkı Koçman University, Science Faculty, Biology Department, Muğla, Turkey

¹Orcid ID: 0000-0001-8781-7029 / hakanalli@gmail.com

²Orcid ID: 0000-0001-5760-5535 / frapesle@gmail.com

³ İnönü District, Uftade Street, 38/1, Şişli, İstanbul, Turkey

Orcid ID:0000-0001-9438-687X / roniaran@hotmail.com

Abstract: In the present study, *Butyriboletus fuscoroseus* (Smotl.) Vizzini & Gelardi was reported as a new record for Turkish mycota from İstanbul. The photographs and description of the new record are given below. Also, the taxonomical position of the taxa was discussed.

Key words: New record, İstanbul, Turkey, mycobiota

***Butyriboletus fuscoroseus*; Türkiye Mikotası için Yeni Bir Boletoid Makrofungus Kaydı**

Öz: Sunulan bu çalışmada, *Butyriboletus fuscoroseus* (Smotl.) Vizzini & Gelardi İstanbul'dan Türkiye mikotası için yeni kayıt olarak rapor edilmiştir. Yeni kaydın fotoğrafları ve deskripsiyonu aşağıda verilmiştir. Ayrıca, taksonun taksonomik pozisyonu tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yeni kayıt, İstanbul, Türkiye, mikobiyota

Introduction

The genus *Butyriboletus* is known as “the butter *Boletus*” butter yellow color (Arora and Frank, 2014). Recently, this genus has been described from *Boletus* sect. *Appendiculati* and considered as a separate genus. Four *Butyriboletus* species (*B. appendiculatus* (Schaeff.) D. Arora & J.L. Frank, *B. fechtneri* (Velen.) D. Arora & J.L. Frank, *B. regius* (Krombh.) D. Arora & J.L. Frank and *B. subappendiculatus* (Dermek, Lazebn. & J. Veselský) D. Arora & J.L. Frank) have been reported from Turkey to date (Selik and Sümer, 1982; Sesli and Baydar, 1996; Türkekul and Sesli, 2003; Afyon and Yağız, 2004; Yağız et al., 2007; Uzun, 2010; Acar et al., 2019).

Even though more than 2300 macrofungi species have been reported in Turkey (Sesli and Denchev, 2008), the macrofungi biodiversity of Turkey could not determine fully and some new macrofungi records are added to Turkish mycota by several researchers (Acar and Uzun,

2017; Akata 2017; Acar et al., 2018; Doğan, 2018; Doğan et al., 2018; Şen et al., 2018; Allı and Doğan, 2019; Sesli and Bandini, 2019; Şen and Allı, 2019). Besides recent studies, The aim of the study is to contribute to Turkish mycota.

Material and Method

The specimens were collected during the routine field studies in 2018 at Fatih Natural Park in İstanbul. The morphological and habitat features of specimens were recorded and they were photographed in daylight. The microscopic characters of the samples were observed by mounting the samples in 3% KOH and 1% Congo red solutions and analyzed with a light microscope (Leica DM750). The specimens were identified by evaluating the macroscopic, microscopic and habitat features in accordance with the current literature (Assyov, 2012; Arora and Frank, 2014; Satura 2014; Kibby, 2016).



The specimen was deposited as a fungarium material in Biology Department of Muğla Sıtkı Koçman University.

Results

Taxonomy

Basidiomycota

Agaricomycetes

Boletales

Boletaceae

Butyriboletus fuscroseus (Smotl.) Vizzini &

Gelardi (Figure 1)

Macroscopic and microscopic features

Cap 5 – 20 cm, convex, then plane to pulvinate, smooth, dry, pinkish brown to rose pink, reddish-brown or purplish brown, slowly darkened when bruised. Tubes light yellow at first, later bright yellow and yellow olivaceous tinge when mature, decurrent, bluing when cut. Pores concolorous with tubes. Stipe cylindrical-clavate, sometimes tapered at the base, yellow with a tint of red or pink in the lower half, and with reticulum in the upper half. Flesh white to pale yellow, bruising blue in the pileus and upper part of the stem, and slightly red in the stem base. Smell and taste pleasant.

Spores 10 – 14 × 4 - 5 µm, fusoid-ellipsoid, olive-brown. Basidia 30 – 40 × 10 – 12 µm, 4 spored. Cheilocystidia 30 – 45 × 8 – 10 µm, subcylindrical, subclavate or fusiform.

Butyriboletus fuscroseus grows in deciduous forest, mainly *Quercus*.

Specimen examined: Fatih Natural Park, İstanbul, 21.09.2018, *Quercus* sp., *Fagus orientalis* and *Carpinus betulus* mixed forest, A6870.

Discussion

In this study, *Butyriboletus fuscroseus* (Smotl.) Vizzini & Gelardi was reported as a new record for Turkish mycota. This species is characterized by its pinkish-brown to brown, rose-pink cap, bright yellow bruising blue pores, yellow reticulate stipe with a tint of red or pink in the lower part (Satura, 2014; Kibby, 2016). *Butyriboletus fuscroseus* is close to *Boletus regius* (Krombh.) D. Arora & J.L. Frank and *B. aereus* Bull. It is distinguished from these species by its swollen stipe and decurrent pores (Satura, 2014; Satura et al., 2014). The bluing context of *B. fuscroseus* occurs at pores, tubes and upper parts of stipe with slightly red at the base, while *B. regius* and *B. aereus* blueing at all parts.

Butyriboletus fuscroseus was reported as a synonym of the *B. pseudoregius* (Heinr. Huber) D. Arora & J.L. Frank by several researchers, although these species are considered as separate species in mycological databases such as Index Fungorum and Mycobank (Satura, 2014; Satura et al., 2014; Kibby, 2016). Besides this, the taxonomical status of these species have also been discussed by Assyov (2012), and *B. fuscroseus* was reported as the valid name of the type specimen. In the present study, *B. fuscroseus* and *B. pseudoregius* considered as a synonym in accordance with the previous studies.



Figure 1. *Butyriboletus fuscroseus*; a – d. basidiocarp, e. basidiospores, f. basidium, g. cheilocystidia



References

- Acar, İ and Uzun, Y. (2017). An Interesting Half-Free Morel Record for Turkish Mycobiota (*Morchella populiphila* M. Kuo, M.C. Carter & J.D. Moore). *Mantar Dergisi*, 8 (2): 125 – 128.
- Acar, İ., Kalmer, A., Uzun, Y and Dizkırıçı Tekpınar, A. (2018). Morphology and Phylogeny Reveal a New Record *Gyromitra* for Turkish Mycobiota. *Mantar Dergisi*, 9 (2): 176 – 181.
- Acar, İ., Uzun, Y., Keleş, A and Dizkırıçı Tekpınar, A. (2019). *Suilellus amygdalinus*, a new species record for Turkey from Hakkari Province. *Anatolian Journal of Botany* 3 (1): 25 – 27.
- Afyon, A. and Yağız, D. (2004). Macrofungi of Sinop Province. *Turk J Bot.* 28: 351-360.
- Akata, I. (2017). Macrofungal Diversity of Belgrad Forest (Istanbul). *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17 (1): 150 – 164.
- Arora, D. and Frank, J.L. (2014). Clarifying the Butter *Boletes*: A New Genus, *Butyriboletus*, Is Established to Accommodate *Boletus* sect. *Appendiculati*, and Six New Species are Described. *Mycologia*, 106 (3): 464 – 480.
- Assyov, B. (2012). Revision of *Boletus* section *Appendiculati* (*Boletaceae*) in Bulgaria with a Key to the Balkan Species. *Turk J Bot*, 36: 408 – 419.
- Allı, H. and Doğan, H.H. (2019). A New Genus (*Balsamia*) Addition for Turkish Mycota. *Mantar Dergisi*, 10 (1): 23 – 25.
- Doğan, H.H. (2018). A new Genus, *Schenella*, Addition to Turkish Mycota from Geastraceae. *Mantar Dergisi*, 9 (2): 92 – 94.
- Doğan, H.H., Bozok, F. and Taşkın, H. (2018). A New Species of *Barssia* (*Ascomycota, Helvellaceae*) from Turkey. *Turk J Bot* 42: 636 – 643.
- Index Fungorum (2019). www.indexfungorum.org. Access date: 25.07.2019.
- Kibby, G. (2016). *British Boletes with keys to species*. Edinburgh: Privately Published.
- Mycobank (2019). www.mycobank.org. Access date: 25.07.2019.
- Satura, J. (2014). Anatomical Structure of Pores in European Species of Genera *Boletus* S.Str. and *Butyriboletus* (*Boletaceae*). *Czech Mycology*, 66 (2): 157 -170.
- Satura J., Janda V., Kriz M., Graca M. and Kolarik M. (2014). Contribution to the Study of Genus *Boletus*, Section *Appendiculati*: *Boletus Roseogriseus* sp. nov. and Neotypification of *Boletus fuscroseus* Smotl., *Czech Mycology*, 66 (1): 1 – 37.
- Selik, M. and Sümer, S. (1982). Some New Additions to Turkey Fungus Flora. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. 32 (2): 22 – 27.
- Sesli, E. and Baydar, S. (1996). A Preliminary Checklist of Agaricales of Turkey. *Mycotaxon* 60: 213 – 224.
- Sesli E. and Denchev C.M. (2008). Checklists of the Myxomycetes, Larger Ascomycetes, and Larger Basidiomycetes in Turkey. *Mycotaxon*, 106: 65 – 67.
- Sesli, E. and Bandini, D. (2019). *Inocybe sphagnophila* Bandini & B. Oertel (Agaricales, Inocybaceae): A New Record for the Turkish Mycota. *Mantar Dergisi*, 10 (1): 44 – 47.
- Şen, İ., Allı, H. and Çöl, B. (2018). *Tricholoma bonii*, A New Record for Turkish Mycota and Notes on its Taxonomic Status Based on Morphological and Molecular Evidence. *Turk J Life Sci*, 3 (1): 200 – 204.
- Şen, İ. and Allı, H. (2019). *Tricholoma* (Fr.) Staude in the Aegean Region of Turkey. *Turk J Bot.* 43: 817 – 830.
- Türkecul, İ. and Sesli, E. (2003). Macrofungi of Gümenek Picnic Area of Tokat Province. *BioScience Research Bulletin* 19 (2): 117 – 120.
- Uzun, Y. (2010). Macrofungal Diversity of Ardahan and Iğdır Province (Turkey). *Int J Bot.* 6 (1): 11 – 20.
- Yağız, D., Afyon, A., Konuk, M. and Helfer, S. (2007). Contributions to the Macrofungi of Kastamonu Province, Turkey. *Mycotaxon*, 98: 177 – 180.



Geliş(Received) :02/10/2019
Kabul(Accepted) :13/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.628293

A Research on Disease-Causing Microfungi on Golden Sesame Plant Growing in Manavgat District

Fatma AKDENİZ¹, Hacer SERT²

*Corresponding author:fakdeniz@akdeniz.edu.tr

¹Akdeniz University, Institute of Science Antalya, Turkey
Orcid ID:0000-0002-0209-2602/ fakdeniz@akdeniz.edu.tr

²Akdeniz University, Manavgat Tourism Faculty Manavgat, Antalya, Turkey
Orcid ID:0000-0002-3081-2072/hacersert@akdeniz.edu.tr

Abstract: This study was carried out to determine the parasitic microfungi seen in the 'Golden Sesame' (*Sesamum indicum* L.) production areas in Sorgun, Aksaz and Cevizler (Manavgat) locations of Manavgat (Antalya) city in the spring-summer season (May-August months) in 2019. Fungi, including *Alternaria*, *Cercospora*, *Macrophomina*, *Fusarium*, *Podospaera* species have been found. Fungal descriptions, illustrations and geographic distribution of pathogenic fungi are presented.

Key words: Pathogen fungi, gold sesame, Manavgat, Turkey

Manavgat İlçesinde Yetiştirilen Altın Susam Bitkilerinde Hastalığa Neden Olan Mikروفunguslar Üzerine Bir Araştırma

Öz: Bu çalışma, Manavgat (Antalya) şehrinin Sorgun, Aksaz ve Cevizler (Manavgat) bölgelerindeki 'Altın Susam' (*Sesamum indicum* L.) üretim alanlarında, 2019 yılında, ilkbahar-yaz mevsiminde (Mayıs-Ağustos ayları) parazit mikromantarların belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda; susam tarlalarında *Alternaria*, *Cercospora*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Podospaera* cinslerine ait türler tespit edilmiştir. Makale de türlere ait tanımlamalara, resimlere ve coğrafik dağılımlara da yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Patojenik mikromantar, Altın susam, Manavgat, Türkiye

Introduction

Sesame (*Sesamum indicum* L.) is a one-year shrub plant belonging to Pedaliaceae family. Sesame is known one of the most ancient and as an oilseed crops cultivated in tropical and subtropical regions of the world (Weiss et al 1971; Kun et al. 2014; Silme and Çağırğan, 2010). Sesame is grown in countries such as India, Myanmar, Uganda, Nigeria, Pakistan, Bangladesh, Ethiopia, Thailand, Turkey and Mexico (FAOSTAT, 2013). It is determined that sesame Muganlı 57 varieties, grown in Manavgat city (Antalya) are important in terms of grain size, color and oil content and preferred by the world countries. High yield of sesame seeds and oil yield in Manavgat and its vicinity showed that microclimate conditions of this region are suitable for sesame seeds and the region accelerated sesame cultivation. 'Golden

Sesame' called sesame of Manavgat, Turkey sesame meets 20 % of its production (MATSO, 2019) (Figure 1.a, b). As in other species of parasitic fungi, the damage to plants is very serious. In order to be able to combat this, the fungus species that are the source of infection should be identified first. Grown in high yield in Antalya-Manavgat district 'Golden Sesame' called *Sesamum indicum* L. plant was intensively randomly selected from Cevizler, Aksaz and Sorgun province and samples were taken from cultivated sesame fields (Figure 2). Plant parasitic fungi cause loss of quality, productivity and quantity in plants all over the world and sometimes even complete loss of crops. Plant parasitic fungi can cause a variety of diseases on plants. Plant parasitic fungi cause loss of quality, productivity and quantity in plants all over the world and sometimes even complete loss of crops.



Plant parasitic fungi can cause a variety of diseases on plants. If it shows signs of deterioration, decay, fragmentation and drying, and the disease is too much advanced, the plant cannot grow and flowers and fruit cannot develop.

Various diseases of sesame caused by different pathogens have been described in many parts of the world. These pathogens are on sesame are quite widespread and causes appreciable yield losses on sesame.

Charcoal root rot or stem rot caused by *Macrophomina phaseolina* (Tassi.) Goid. is one of the main disease of this crop in Egypt and the world (Vyas, 1981). This disease, which heavy economic losses in sesame in Pakistan (Syed et al. 2015). *Pseudocercospora sesami-indici* (U. Braun) occurs on sesame throughout the tropics although it appears to be less common and widespread than *Cercospora sesame*. *Pseudocercospora sesami* can cause severe defoliation

of crops (Singh, 1984; Waller and Sutton, 1979; Shivas et al. 1996)

Alternaria sesami yield loss is caused and is an important fungal disease of sesame in African and Asian countries as China, India (Naik et al. 2017). *Fusarium oxysporum* causes seedling blight and *Fusarium* wilt of sesame (Cho and Choi, 1987) by blocking the root. One of the main diseases of sesame in India is *Leveillula taurica*, which causes powdery mildew (Jadhav, 2016; Mulpuri et al., 2016).

Kavak and Boydak (2006), Silme and Çağırğan (2010) have investigated *Fusarium* diseases and Sağır et al. (2009) have investigated *Macrophomina phaseolina* diseases on sesame in Turkey.

Turkey is one of the major world producer of sesame seeds. Fungal diseases infecting on sesame of special economic importance cause significant losses in yield in Turkey.



Figure 1.a Sesame (*Sesamum indicum* L.) flowers and fruits b. Fungal diseases on sesame fruits



Figure 2. Sesame field in Cevizler (Manavgat)

Material and methods

In this study, samples infected by parasitic microfungi were taken from Sorgun, Cevizler and Aksaz province (Manavgat, Antalya) in the spring-summer seasons of 2019 (May, June, July and August). In the field studies, 75 plant samples infected with microfungi were collected. The distribution, ecological and morphological features such as sori (size, shape, colour) were noted.

Stereo microscope (SM) (Nikon C-Leds) and light microscope (LM) (Nikon Eclipse E100) were used for the morphological identification of the disease-causing microfungi in the collected plant samples. Identification of parasitic fungus species, *Microfungi on Land Plants* (Ellis and Ellis, 1985), *Parasitische Pilze an Gefäßpflanzen in Europa* (Brandenburger, 1985), *Dematiaceous Hyphomycetes, More Dematiaceous Hyphomycetes* (Ellis, 2001a, 2001b) were used. The studied specimens are identified and deposited at the Akdeniz University, Manavgat Tourism Faculty Laboratory in Turkey.

Results and discussion

Macro and microscopic features of the pathogenic fungi are given below:

1. *Alternaria sesami* (E. Kawam.) Mohanty & Behera

On sesame (*Sesamum indicum* L.) attacking leaves, seedlings, stems of young plants. On leaves were circular concentric rings with brown to dark brown color around the infection. On leaves causing round or irregular, often zonate spots up to 3-6 diam. and frequently coalescing. Often leaves fall prematurely (Figure 3)

Distribution: Iraq, Afghanistan, China, Greece, India.

2. *Cercospora sesami* Zimm.

Colonies amphigenous. Conidiophores fasciculate, mid pale olivaceous brown. 30-124×2-4µm. Conidia hyaline, 6-13 septate. On sesame causing small, whitish or pale brown spot with dark borders (Figure 4).

Distributions: Kenya, India, Pakistan, Somali, Indonesia, Tanzania, Uganda.

Cercospora sesami, infects all above ground parts of the plant, resulting in complete defoliation which leads to severe economic losses. The disease, starts as small spots on the infected leaves.

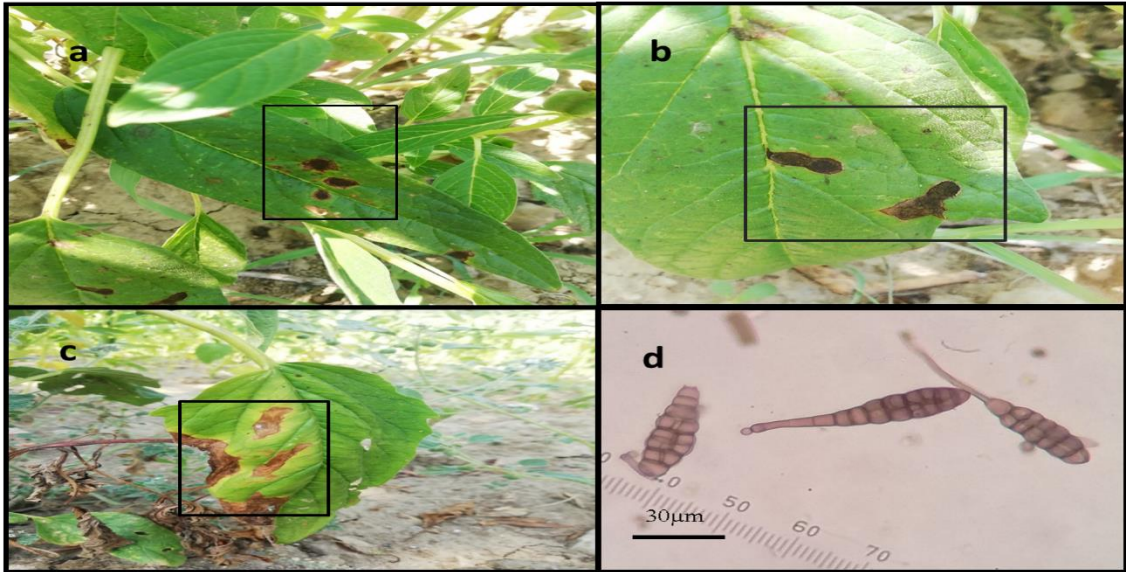


Figure 3. *Alternaria sesami* on sesame a, b, c. *A. sesami* on sesame leaves d. Conidiospores of *A. sesami*

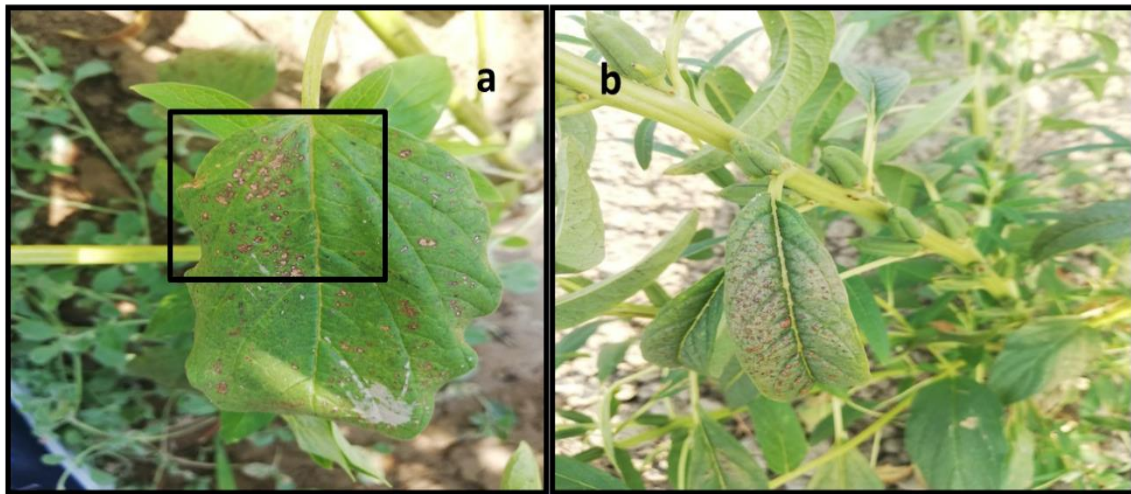


Figure 4. *Cercospora sesami* on sesame a., b. *C. sesami* on sesame leaves

3. *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich

Colonies occurring in host plants tissue, black, smooth, 100–750 µm diam. Conidiomata pycnidial, dark brown to black, solitary or gregarious, up to 150 µm diam, wall multilayered, cells dark brown, thick-walled. Conidia ellipsoid to obovoid, 11–16 × 4–10 µm; immature conidia hyaline (Figure 5).

Root rot, caused by *Macrophomina phaseolina* (Tassi.) Goid., is one of the main disease of this crop in Turkey and the world (Rajput et al. 1998; El-barougy, 1990; El-shakhess, 1998; Dinakaran & Mohammed, 2001)



Figure 5. a., b. *Macrophomina phaseolina* on sesame

4. *Fusarium oxysporum* Schldl.

Conidiophores 13–6 μm tall, unbranched or sparingly branched, often subulate to subcylindrical,

smooth and thin walled. Conidia falcate, curved dorsiventrally with almost parallel, (1–)3(–5)-septate, hyaline, thin walled (Figure 6).

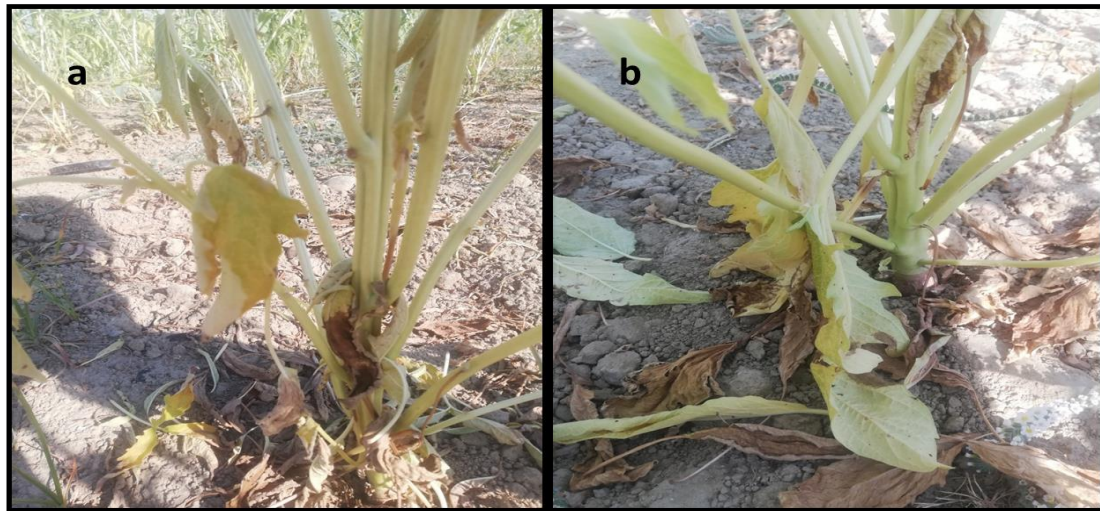


Figure 6.a, b. *Fusarium oxysporum* on sesame leaves c. Conidiospores of *F. Oxysporum*

5. *Podosphaera fusca* (Fr.) U. Braun & Shishkoff

Mycelium scattered, appears as pale yellow spots on both sides of the stem, petioles and leaves on the host or in groups. These spots enlarge as white powdery fungal growth comprising primarily of asexual spores (conidia) develops on upper and under leaf surfaces,

petioles, and stems of infected plants, shaded lower leaves, and leaf undersurfaces. Conidiophores were septate, conidia formed in short chains, hyaline, doliform shaped, 21 x 12 μm (Figure 7).

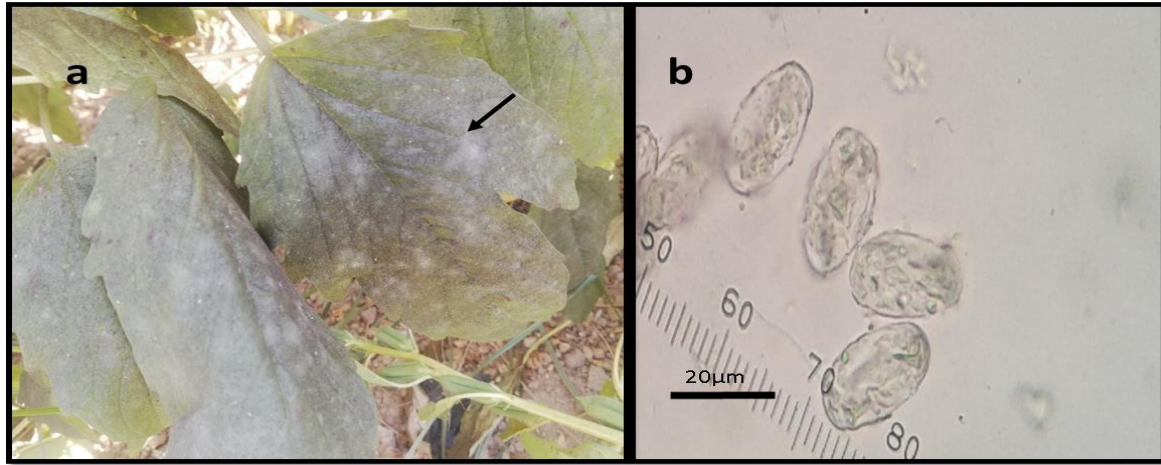


Figure 7. *Podospaera fusca* on sesame a. *P. fusca* on leaves b. Conidiospores of *P. fusca*

This study carried out in Manavgat city (Sorgun, Cevizler and Aksaz province) (Antalya) showed that parasitic fungi cause various diseases on Golden Sesame (*Sesamum indicum* L.). Five different parasitic fungal species were detected in 75 plant samples. Species of *Alternaria*, *Cercospora*, *Fusarium*, *Macrophomina* and *Podospaera* were presented.

As a result of the study, it was found that plant parasitic fungi, which cause disease to sesame plant, cause disease in cultivated lands in Manavgat district as in many parts of the world. In order to obtain high yields from the sesame plant, it is necessary to identify the plant parasitic fungi that may cause disease and to know the necessary biological control studies related to this.

References

- Brandenburger, W. (1985). *Parasitische Pilze an Gefaesspflanzen in Europa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1245 pp.
- Cho, E. K. and Choi, S. H. (1987). Etiology of half stems rot in sesame caused by *Fusarium oxysporum*. *Kor. J. Plant Prot.* 26: 25–30.
- Dinakaran, D., Mohammed, N. (2001). Identification of resistant sources to root rot of sesame caused by *Macrophomina phaseolina* (Tassi.) Goid. *Sesame and Safflower Newsletter*, No. 16: 68–71.
- El-barougy, E.S. (1990). Pathological studies on sesame (*Sesamum indicum* L.) plant in Egypt. Suez Canal University, Ismailia. [Ms.D. Thesis.]
- Ellis, M.B. and Ellis J.P. (1985). *Microfungi On Land Plants*. Croom Helm Limited Provident House, Sydney. Australia: Croom Helm, 868 p.
- Ellis, M.B. (2001a). *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew Surrey, England, 608 p.
- Ellis, M.B. (2001b). *More Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew Surrey, England, 507 p.
- El-shakhess A.M. (1998). Inheritance of some economic characters and disease reaction in some sesame (*Sesamum indicum* L.). Cairo University, Cairo. [Ph.D. Thesis.]
- Faostat, (2013). Agricultural data. In "Agricultural Statistics databases". Organization of the United Nations, Rome, Italy. <http://faostat.fao.org>.
- Jadhav, P.P. (2016). Studies on Powdery Mildew of sesame caused by *Leveillula taurica*(Lev.) Arn. Department of Plant Pathology College of Agriculture Latur, India [Master Thesis.]
- Kavak, H. and Boydak, E. (2006). Screening of the Resistance Levels of 26 Sesame Breeding Lines to *Fusarium* Wilt Disease. *Plant Pathology Journal*, 5: 157-160.
- Kun, W., Minmin, Y., Hongyan, L., Ye, T., Ju, M and Yingzhong, Z. (2014). Genetic analysis and molecular characterization of Chinese sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars using Insertion-Deletion (InDel) and Simple Sequence Repeat (SSR) markers. *BMC Genetics*, 15: 35.
- Matso (2019). Manavgat Ticaret ve Sanayi Odası. Manavgat Susamı. <https://www.matso.org.tr/> . [Erişim Tarihi: 13.06.2019].
- Mulpuri, S., Soni, P.K. and Gonela S.K. (2016). Morphological and molecular characterization of powdery mildew on sunflower (*Helianthus annuus* L.), alternate hosts and weeds commonly found in and around sunflower fields in India. *Phytoparasitica*, Vol. 44, Issue 3, pp 353-367.

2nd International Eurasian Mycology Congress 2019

- Naik, M.K., Chennappa, G., Amaresh, Y.S. and Sudha, S. (2017). Characterization of phytotoxin producing *Alternaria* species isolated from sesame leaves and their toxicity. *Indian Journal of Experimental Biology*. Vol.55 (01) 36-43.
- Rajput, M.A., Khan, Z.H., Jafri, K.A., Fazal, Alı, J.A. (1998). Field screening of sesame germplasm for resistance against charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*). *Sesame and Safflower Newsletter*, No. 13: 63–66.
- Sağır, P., Sağır, A. and Söğüt, T. (2009). The Effect of Charcoal Rot Disease (*Macrophomina phaseolina*), Irrigation and Sowing Date on Oil and Protein Content of Some Sesame Lines. *J. Turk. Phytopath.*, Vol. 38 No. 1-3, 33-42.
- Shivas, R.G., Brockway, C.A. and Beilharz, V.C. (1996). First record in Australia of *Cercospora sesami* and *Pseudocercospora sesami*, two important foliar pathogens of sesame. *Australasian Plant Pathology*. Vol. 25, Issue 3, pp 212-212.
- Silme, R.S. and Çağırğan, M. İ. (2010). Screening for Resistance to *Fusarium* Wilt in Induced Mutants and World Collection of Sesame under Intensive Management, *Turkish Journal of Field Crops*, No.1, pp. 89-93.
- Singh, S.A. (1984). *Cercoseptoria sesami* (Hansf.) Deighton on sesame in Manipur. *FAO Plant Protection Bulletin* 32:112.
- Syed, R.N., Laurentin, H., Splivallo, R. and Karlovsky P. (2015). Antifungal Properties of Extracts of Sesame (*Sesamum indicum*). *Int. J. Agric. Biol.*, 17: 575–581.
- Waller, J.M. and Sutton, B.C. (1979). *Cercospora sesami*. *CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria*. Commonwealth Mycological Institute, Kew. No. 627
- Weiss, E. A. (1971). Castor, *Sesame and Safflower* (London: Hill), pp. 901.
- Vyas, S.C. (1981). Diseases in *Sesamum* in India and their control. *Pesticides*, 15: 10.



Geliş(Received) :17/10/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.634261

***Hericium erinaceus* (Bull.) Pers. İçin Yüksek Verimli Hibrit Bireylerin Belirlenmesi**

Erbil KALMIŞ¹, Mehmet ATMACA², Fatih KALYONCU³

Sorumlu Yazar: fatih.kalyoncu@cbu.edu.tr

¹TC Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, İzmir İl Müdürlüğü, İzmir
Orcid No: 0000-0001-5144-1779/ erbilkalmis@yahoo.com

²Agroma Gıda Tarım Hayvancılık, Hacıyüplü Mah. Merkezefendi, Denizli
Orcid No:0000-0002-9814-7144/ agromantar@yahoo.com

³Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Muradiye, Yunussemre, Manisa
Orcid no:0000-0003-3912-9373/fatih.kalyoncu@cbu.edu.tr

Öz: Bu araştırmada, ülkemize ait gen kaynaklarının belirlenmesi, korunması ve ekonomik katma değere dönüşebilmesi amacıyla; seçilen dört *Hericium erinaceus* (Bull.) Pers. makrofungusundan tek spor izolatlarının elde edilmesi, melezlenmesi ve oluşan melez bireylerin misel gelişim hızlarının saptanarak ticari olarak kültüre alma çalışmalarına aktarılması hedeflenmiştir. İlk aşamada dört *H. erinaceus* örneğinden alınan sporların çimlendirilmesi sonucu 230 tek spor izolatu elde edilmiştir. Bu izolatların karşılıklı ekimi ile gerçekleşen ikinci aşamada ise 52 adet melez bireyin gelişimi sağlanmıştır. Çalışmamızın son aşamasında bu melez bireyler kompost ortamına aktarılarak kompostu sarma süreleri, pin oluşum süreleri ve elde edilen ürün miktarı üzerinden verimlilikleri belirlenmiştir. Tüm denemeler on tekrarlı olarak yapılmış ve sonuçta 11 adet biyolojik verimliliği yüksek melez birey elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Aslan yelesi, Biyoverimlilik, *Hericium erinaceus*, Melezleme, Tek spor

Determination of High Yield Hybrid Strains for *Hericium erinaceus* (Bull.) Pers.

Abstract: In this research, in order to identify, protect and turn into economic added value of our country's gene resources; to obtain single spores from four selected *Hericium erinaceus* samples, to hybridize and to determine mycelial growth rates of hybrid strains and to transfer them to commercial culturing studies was aimed. In the first stage, 230 single spore isolates were obtained by germinating spores from four *H. erinaceus* samples. In the second stage, the development of 52 hybrid strains were achieved by mating of these isolates. In the last stage of our study, these hybrid strains were transferred in the compost and their efficiencies were determined over the compost winding times, pin formation times and the amount of product obtained. All experiments were performed in ten replicates and as a result 11 biologically productive hybrid strains were obtained.

Key words: Bioproductivity, *Hericium erinaceus*, Hybridization, Lion's mane, Single spore

Giriş

Verimli bir zirai üretim yapabilmenin koşullarından birisi de kullandığınız tohumluk materyalin kaliteli olmasıdır. Günümüzde farklı mantar türlerinin üretimi için agronomik özellikleri tanımlanmış ticari misel satışı yapılmaktadır. *Hericium erinaceus* (aslan yelesi mantarı)

son zamanlarda yapılan çalışmalar ile popüleritesi hızla artan ticari türler arasındadır. İçerdiği hericenonenler sayesinde HeLa kanser hücreleri üzerinde büyüme engelleyici etkileri olması ve β -glukanlar ile de immüno-modulator aktivite göstermesi (Mizuno, 1999; Wang ve

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



ark., 2005; Khan ve ark., 2013) nedeni ile ticari üretimi hızla artmıştır.

Hericium erinaceus özellikle Japonya ve Kuzey Amerika ülkelerinde yaygın olarak görülen, nadiren de Avrupa kıtasında bulunan bir makrofungus türüdür.

Avrupa ülkelerinde nadir görünmesinden dolayı Red List (Kırmızı Liste) içine dâhil edilmiştir (Guglielmo ve ark., 2007; Dahlberg ve ark., 2010). Ülkemiz mikoflorasında ise Batı Karadeniz bölgesi ve Sinop ilinde türe ait kayıtlar bulunmaktadır (Şekil 1) (Afyon ve ark., 2004; 2005).



Şekil 1. *Hericium erinaceus*

Doğal ortamından toplanan türler toplandığı ülke açısından genetik kaynak olarak değerlendirilmektedir. Doğanın bize sunduğu bu kaynakların araştırılması, yeni özelliklerinin açığa çıkarılması anlamında önem arz etmektedir. Ülkemize ait bazı yabancı makrofungusların gerek spor gerekse de doku formları kullanılarak misel kültürlerinin oluşturulması, biyolojik ve agronomik özelliklerinin belirlenmesi üzerine çalışmalar geçmişte gerçekleştirilmiştir (Kalyoncu ve ark., 2008; Kalmis ve Kalyoncu, 2008; Kalmis ve ark., 2008). Ticari öneme sahip türler için, spor çimlendirilmesi, elde edilen miseller arasında eşlendirme yapılması ve yeni hibrit bireylerin oluşturulması ile bunların *in vitro* ortamda özelliklerinin araştırılması ticari misel üretimi açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada; TÜBİTAK tarafından desteklenen bir proje kapsamında *Hericium erinaceus* makrofungusunun hem ticari hem de yabancı türlerinden alınan sporların çimlendirilmesi ile üretilen primer miseller *in vitro* olarak kendi aralarında eşlendirilmiştir. Bu işlem sonucunda oluşan hibrit bireylerden spawn materyali hazırlanarak kompost ortamında misel sarma hızı ve biyoverimlilik gibi bazı agronomik özellikleri incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Hericium erinaceus makrofungusuna ait ticari örnekler Agroma Mantarcılık üretim odalarından elde

edilmiştir. Yabancı örnekler ise Trabzon, İzmit ve Kastamonu illerinde yapılan arazi çalışmalarından sağlanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan makrofungusların ait olduğu lokasyonlar ve kodları

Elde Edildiği İl	Kod
Denizli (Ticari)	D
Trabzon	T
Kastamonu	K
İzmit	i

Üretim odasından ve doğal ortamlarından toplanan *Hericium erinaceus* örnekleri sapları kesilerek steril petri kaplarına alınmıştır. Bir gece bekletilen makrofunguslar daha sonra uzaklaştırılmış ve petri kapları kapalı şekilde aseptik ekim kabineye getirilerek içlerine 5 ml steril distile su ilave edilmiştir. Daha sonra 5 dakika boyunca sporların birbirine yapışmasının önlenmesi için çok yavaş daire hareketi yaptırılarak karıştırılmıştır. Bu işlemi takiben ekim kabini içinde, aseptik koşullarda, steril distile su kullanılarak 10^{-2} – 10^{-5} 'lik dilüsyonlar hazırlanmış ve tüm dilüsyonlardan steril Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamına ekim yapılmıştır. En son aşamada ise çimlenen

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



sporların oluşturduğu primer miseller seçilip yeniden PDA besiyerine aktarılmıştır. 27°C'de gelişen primer miseller numaralandırılmış ve misellerin eşlendirilmesi işlemine geçilmiştir. Bu işlem PDA içeren petri kabında her bir primer miselden alınan 6 mm çapındaki disklerin karşılıklı ekimi ile gerçekleştirilmiştir. Misellerin temas noktaları ışık mikroskobu altında incelenmiş ve kanca oluşumu gözlenen yeni sekonder miseller hibrit birey olarak işaretlenip PDA ortamına alınmıştır (Akata ve ark., 2012).

Sonraki işlem olan spawn hazırlanmasında taşıyıcı materyal olarak buğday taneleri kullanılmıştır. Haşlama kazanlarına alınan buğdaylar 20 dakika kaynatılmış ve süzülerek soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan buğdaylar mikserde %1 oranında alçı ile karıştırılmış ve sonra 1.5 kg'lık polipropilen torbalara doldurulmuştur. Torbalar otoklavda 121°C derecede 45 dakika süre ile sterilize edildikten sonra soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan torbalar bir gece UV lambalı steril odada bekletildikten sonra ekim kabininde sekonder miseller ile aşılanmıştır. Aşılama işleminde 10 mm çapında 3 adet misel kaplı agar diski kullanılmıştır. Aşılama işlemi tamamlandıktan sonra torbalar 23-24°C'de inkübasyona bırakılmıştır (Kalyoncu ve Kalmış, 2007).

Verimlilik ve misel sarma hızı denemelerinde kullanılacak en uygun kompost materyali olarak; %3 buğday samanı, %60 meşe talaşı, %10 kavak talaşı, %25 buğday kepeği, %2 alçı içeren karışım seçilmiştir. 100 kg olarak hazırlanan kompost materyali 15 dakika süre ile mikserde karıştırılmıştır. Karıştırma esnasında su ilavesi yapılarak %70 nem seviyesine ulaşılmıştır. Kompost materyalinin pH seviyesi 6.5 olarak tespit edilmiştir. Denemelerde kullanacağımız kompost bileşenlerinin kuru madde analizleri 70°C'deki kurutma fırınında ağırlık sabit kalana kadar tutularak gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan

kompost materyali 1600 g olacak şekilde (kuru madde miktarı 480 g) polipropilen torbalara doldurulmuştur. Torbalar 121°C 1.5 saat süre ile otoklavda sterilize edildikten sonra oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Soğuma işlemini tamamlayan torbalara aseptik koşullarda üst kısmından % 3 oranında spawn aşılanmıştır. Aşılama işlemi tamamlandıktan sonra torbalar 23-24°C derecedeki inkübasyon odasında gelişmeye bırakılmıştır (Kalmış ve ark., 2008). Misel gelişimini tamamlayan torbalar taslak ve şapka oluşumu için 20°C'de bulunan üretim odalarına alınmıştır. Üretim odalarının nem düzeyi %80-90 olacak şekilde ayarlanmış ve her 24 saatte 12 saat süre ile 400 lux aydınlatma yapılmıştır (Atila ve Tüzel, 2016). Üretim odalarında biriken CO₂ dışarıdan alınan taze hava ile ortamdan uzaklaştırılmıştır. Bu denemelerde her bir melez birey için 10 torba kullanılmıştır. Kontrol materyali olarak ticari spawn kullanılmıştır. Denemelerimize ait ölçümlerimizde torba üstünden başlayıp her yere yayılan ve sağlıklı misel gelişimi sergileyen torbalarda miselin torbanın tamamını doldurma süresi gün olarak ölçülmüştür.

Biyolojik verimlilik (BE) ise aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanmıştır;

$$BE = \frac{\text{Hasat edilen mantar miktarı}}{\text{Kullanılan substratın kuru ağırlığı}} \times 100$$

Bulgular

Çalışmamızda kullandığımız 3 yabancı ve 1 ticari *Hericium erinaceus* örneğinden toplam 230 adet tek spor izolatu elde edilerek zengin bir koleksiyon oluşturulmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Kültür koleksiyonundaki tek spor izolatlarına ait bilgiler

Orjini	Şapka I	Şapka II	Şapka III	Şapka IV	Toplam
Denizli	DA-1, DA-14	DB-1, DB-12	DC-1, DC-12	DD-1, DD-16	54
Trabzon	TA-1, TA-12	TB-1, TB-12	TC-1, TC-15	TD-1, TD-12	51
Kastamonu	KA-1, KA-21	KB-1, KB-14	KC-1, KC-12	KD-1, KD-16	63
İzmit	İA-1, İA-15	İB-1, İB-15	İC-1, İC-18	İD-1, İD-14	62

Yabancı mantar örneklerinden 60 civarında tek spor izolasyonu gerçekleştirilmiştir. Doğal ortamından toplanan mantarların kontaminasyonlara açık olması nedeni ile sağlıklı spor çimlendirme işlemi oldukça güçleşmektedir. Tek spor izolatlarından elde edilen ve mikroskobik incelemelerde kanca oluşumu gözlenmeyen homokaryotik miseller daha sonra kendi aralarında

çaprazlanmıştır (Şekil 2). Petri kabı içinde yapılan eşleştirme denemelerinde bir biriyle uyumlu olmayan, miseller arası konjugasyon oluşturmayanlar elenmiştir. Eşleştirme denemeleri sonucunda birbirleriyle uyumlu olan, heterokaryotik misellerin misel büyüme hızlarına ve misel morfolojilerine bakılmış, tüm ölçümlerin en hızlı

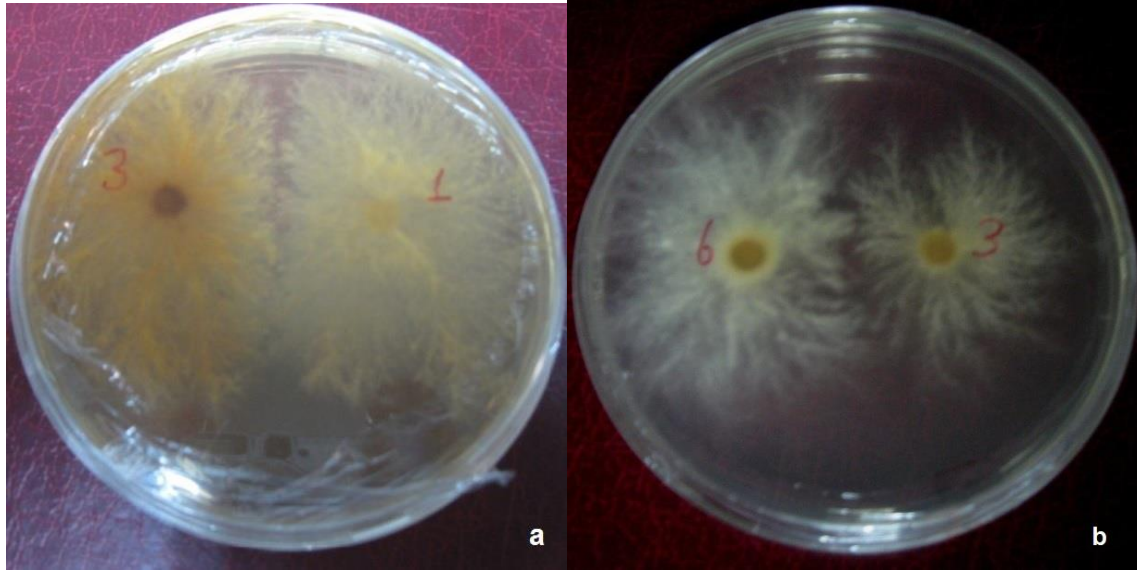
XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



olanları kültürel denemeler için ayrılmıştır. Elde edilen 11 hibrit bireye ait bulgular Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Hibrit bireylere ait ölçülen değerler

Sıra No	Miselin Petri Kabını Sarma Süresi (Gün)	Kompostu Sarma Süresi (Gün)	Pin Oluşturma Süresi (Gün)	Toplanan Mantar Miktarı (g)
1 (DxD)	23	41	55	302
2 (DxD)	21	42	62	308
3 (TxT)	26	44	58	288
4 (KxK)	26	44	58	304
5 (İxİ)	24	43	58	314
6 (İxİ)	21	43	54	328
7 (Dxİ)	21	36	52	312
8 (Dxİ)	22	38	50	322
9 (Dxİ)	24	42	54	324
10 (İxK)	22	38	54	302
11 (İxK)	22	34	56	300



Şekil 2. a; b. Farklı bireylerin petri kabı içinde çaprazlama denemeleri

Ticari D kodlu bireylerin Yabani İ kodlu bireyler ile çaprazlanmasından (8-9) elde edilen melezlerde hız ve verim açısından oldukça iyi sonuçların elde edildiği görülmüştür. 8 numaralı bireyden 322 g, 9 numaralı bireyden de 324 g ürün alınmıştır. Kompostu en hızlı saran ise 11 numaralı hibrit bireyken, verim açısından 6, 8 ve 9 numaralı bireylere kıyasla 20-28 g daha az ürün vermiştir. Ticari bireylerden elde edilen 1 ve 2 numaralı hibritlerin misel büyüme hızları iyi sonuçlar vermesine rağmen, verim açısından 6, 8 ve 9 numaralı hibritlere göre yaklaşık 20 g daha az ürün vermiştir. Ancak tüm denemeler içinde ticari bireyin İzmit ilinden toplanan yabani birey ile (Dxİ) çaprazlanmasından elde edilen 8 ve 9 numaralı hibrit bireylerden genel anlamda çok iyi

sonuçlar elde edilmiştir. Bu veriler ışığında hesaplanan Biyolojik Etki Değeri Tablo 4'de verilmiştir.

İzmit ilinden toplanan mantar sporlarının melezlenmesi sonucunda elde edilen 6 numaralı hibrit bireyde en yüksek verim ve biyolojik etki değeri tespit edilmiştir. Bunu yine aynı şapkadan elde edilen sporların ticari bireyler ile eşleştirilmesinden elde edilen hibrit (8-9) bireyler takip etmiştir. En düşük Biyolojik Etki Değeri sırasıyla 3, 11 ve 10 ile 1 numaralı, en yükseği ise 6, 8 ve 9 numaralı hibritlerden elde edilmiştir.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

**Tablo 4.** Hibrit bireylere ait biyolojik etki değerleri (%)

Hibrit Bireyler	Biyolojik Etki Değeri (%)
1 (DxD)	62.9
2 (DxD)	64.1
3 (TxT)	60.0
4 (KxK)	63.3
5 (İxİ)	65.4
6 (İxİ)	68.3
7 (Dxİ)	65.0
8 (Dxİ)	67.0
9 (Dxİ)	67.5
10 (İxK)	62.9
11 (İxK)	62.5

Tartışma

Doğadan toplanan yabani bireylerden farklı özellikler elde edilebileceği, bunların değerli birer gen kaynağı olacağı fikri, uzun zamandır kabul gören bir görüştür. Bu çalışmada tıbbi öneme sahip gıda olarak tüketilen *Hericium erinaceus* mantarının yabani ve ticari örneklerinden tek spor izolatları elde edilmiştir. Çimlendirilen spordan üretilen homokaryotik misellerin birbirleri ile eşleştirilmesinden birbiriyle uyumlu heterokaryotik miseller üretilmiştir.

Aynı organizma ile yapılan benzer bir çalışmada iki heterokaryotik birey PDA ortamında 23. günde 65 mm ve 27 mm büyüme göstermişler (Akata ve ark., 2012). Bu çalışmada 11 melez bireyin 3 tanesi 21 günde ve 3 tanesi 22 günde petri kabını (90 mm) sarmıştır. Bu çalışmalar sonucunda elde edilen hibrit bireylerin gerçekten misel büyümeleri farklılık göstermektedir. Ancak petri kabında misel gelişim hızı yüksek olan 2 ve 6 numaralı hibritler

Kaynaklar

- Afyon, A., Konuk, M., Yağız, D., ve Helfer, S. (2005). A Study of Wood Decaying Macrofungi of the Western Black Sea Region, Turkey. *Mycotaxon*, 93 319-322.
- Afyon, A. ve Yağız, D. (2004). Macrofungi of Sinop Province, Turkey. *Türk. J. Bot.*, 28 351-360.
- Akata, I., Kalmis, E., Kalyoncu, F., and Atmaca, M. (2012). A Comparative Study on the Growth Rate of Homokaryotic Mycelium Obtained from A Single Spore of *Hericium erinaceus* Isolates in different culture media. *J. Pure Appl. Microbiol.*, 6 (1) 171-174.
- Atila, F., ve Tüzel, Y. (2016). Yetiştirme Ortamlarının *Hericium* İzolatlarının Verim ve Şapka Özellikleri Üzerine Etkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim Teknol. D.*, 4 (3) 120-127.
- Dahlberg, A., Genney, D.R. ve Heilmann-Clausen, J. (2010). Developing A Comprehensive Strategy for Fungal Conservation in Europe: Current Status and Future Needs. *Fungal Ecol.*, 3 50-64.
- Guglielmo, F., Bergemann, S.E., Gonthier, P., Nicolotti, G. ve Garbelotto, M.M. (2007). A Multiplex PCR-Based Method for the Detection and Early Identification of Wood Rooting Fungi in Standing Trees. *J. Appl. Microbiol.*, 103 1490-1507.
- Kalmış, E., Atmaca, M.A. ve Kalyoncu, F. (2008). *Pleurotus eryngii* Şapkalı Mantarından Tek Spor İzolatlarının Eldesi, Melezlenmesi ve Yeni Melezlerin Misel Büyüme Hızları. *Türkiye VIII. Yemeklik Mantar Kongresi*, 15-17 Ekim, Kocaeli.
- Kalmis, E. ve Kalyoncu, F. (2008). Mycelial Growth Rate of Some Morels (*Morchella* spp.) in Four Different Microbiological Media. *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 3 (6) 861-864.
- Kalyoncu, F. ve Kalmış, E. (2007). Pirininin Farklı *Pleurotus* türlerinin Yetiştiriciliğinde Kullanım Olanaklarının Araştırılması. *Balıkesir Üniv. Fen Bil. Enst. D.*, 9 (2) 87-92.

diğerine göre kompostu 6-7 gün daha geç sarmıştır. Mikrobiyolojik ortamda organizmanın misel gelişim hızı, kompost ortamından farklılık göstermiştir. Steril, kompozisyonu belli ve stabil bir ortamda hızlı misel gelişimi sergileyen hibrit, daha karmaşık kompost ortamında farklı davranış biçimine girmektedir. Fungal fizyolojik çalışmalarda da bu farklılık bilimsel olarak ortaya konulmuştur. Keza PDA ortamında misel gelişim hızı aynı olan, kompost ortamını da aynı sürede saran 2 ve 6 numaralı hibritlerden sırasıyla 308 ve 328 g olacak şekilde farklı ürün alınmıştır. Yaklaşık yarım kilogramlık kuru madde içeren kompostta 20 g, kiloda 40 g'lık bir ürün kaybı söz konusudur. *Hericium* organizmasının Agroma Firmasından temin edilen Denizli, Trabzon ve İzmit orjinli hibritleri ile yapılan ve farklı kompost formüllerinin uygulandığı güncel bir çalışmada; hibritler kompost ortamını 35-38 gün aralığında sarmış ve Biyolojik Etkinlik Değeri % Denizli için %40, Trabzon %43 ve İzmit için %44 olarak tespit edilmiştir (Atila ve Tüzel, 2016). Benzer çalışmalarda melezlerden farklı sonuçların elde edilebileceği, bunlardan ticari öneme sahip olanların seçilebileceği gösterilmiştir (Ko ve ark., 2005).

Bu tip klasik ıslah yöntemleri uzun zaman almaktadır. Günümüzde moleküler yöntemler kullanılarak daha kısa sürede bu sonuçlara ulaşmak mümkün olmaktadır. Ancak moleküler yöntemleri kullanmak, yetişmiş insan gücü ve iyi kurgulanmış alt yapı olanaklarını gerektirmektedir.

Teşekkür

Bu yayın TUBİTAK tarafından desteklenen 3090384 numaralı TEYDEB projesi verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Kalyoncu, F., Allı, H., Kalmış, E. ve Solak, M.H. (2008). Yabani Şapkalı Mantar Misellerinin Farklı Kültür Ortamlarında Misel Gelişim Hızlarının Belirlenmesi. *Türkiye VIII. Yemeklik Mantar Kongresi*, 15-17 Ekim, Kocaeli.
- Khan, A., Tania, M., Liu, R. ve Rahman, M.M. (2013). *Hericium erinaceus*: An Edible Mushroom with Medicinal Values. *J. Comp. Integ. Med.*, 10 253-258.
- Ko, H.G., Park, H.G., Park, S.H., Choi, C.W., Kim, S.H. ve Park, W.M. (2005). Comparative Study of Mycelia Growth and Basidiomata Formation in Seven Different Species of the Edible Mushroom Genus *Hericium*. *Bioresour. Technol.*, 96 1439-1444.
- Mizuno, T., (1999). Bioactive Substances in *Hericium erinaceus* (Bull.: Fr.) Pers. (Yamabushitake) and Its Medicinal Utilization. *Int. J. Med. Mushrooms*, 2 105-119.
- Wang, J.C., Hu, S.H., Wang, J.T., Chen, K.S. ve Chia, Y.C. (2005). Hypoglycemic Effect of Extract of *Hericium erinaceus*. *J. Sci. Food Agric.*, 85 641-646.



Geliş(Received) :17/10/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.619151

Yield and Fruit Body Properties of *Pleurotus eryngii* Isolates Grown on Poplar Sawdust Supplemented with Different Additive Materials

Funda ATİLA

Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 40200 Kırşehir-Turkey
Orcid ID: 0000-0003-1129-1045/funda.atila@ahievran.edu.tr

Abstract: The aim of this study was to investigate the possibility of using sunflower meal (SFM), grape pomace (GP) and green walnut husk (GWH) as new additive materials for substrate preparation in cultivation of *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) isolates collected from different regions of Turkey. In addition, effect of these agro-wastes on fruit body size of *P. eryngii* isolates was also determined in the study. Poplar sawdust (S) was used as a base medium and additive materials were added to sawdust in a ratio of 8:2 to prepare the substrates. It has been noticed that different additive materials affects on spawn run time (day), time of first harvest (day), total yield (g/kg), biological efficiency (BE), average of mushroom weight (g), mushroom pileus diameter (mm) and stipe width (mm), stipe length (mm) of *P. eryngii* isolates. Yield parameters and fruit body size were greatly affected by the substrates and isolates. S:SFM showed higher yield, biological efficiency and mushroom weight average than other substrates in K-16 and M-18 isolates, whereas these parameters were height in K-20 isolate grown on S:GP. The results revealed that all the three *P. eryngii* isolates can grow on poplar substrate with the supplement of any kind of the tested agricultural by-products. Although, an increase in spawn running time and cultivation period length of *P. eryngii* isolates was observed for S:GWH compared with the other substrates, utilization of green walnut husks for *Pleurotus eryngii* cultivation is promising and has potential commercial application in the mushroom industry.

Key words: grape pomace, green walnut husk, king oyster mushroom, sunflower meal

Farklı Katkı Maddeleri ile Takviye Edilmiş Kavak Talaşında Yetiştirilen *Pleurotus eryngii* İzolatlarının Verim ve Şapka Özellikleri

Öz: Çalışmanın amacı, Türkiye'nin farklı bölgelerinden izole edilen *Pleurotus eryngii* izolatlarının üretiminde, ayçiçeği küspesi (AK), üzüm posası (ÜP) ve yeşil ceviz kabuğu (YCK) gibi farklı katkı materyallerinin kullanım olanaklarının araştırılmasıdır. Yetiştirme ortamı hazırlığında, kavak talaşı ana materyal olarak kullanılır iken, bahsedilen katkı materyalleri yetiştirme ortamına 8:2 oranında eklenmiştir. Çalışma çerçevesinde, farklı katkı materyalleri kullanılarak hazırlanan bu yetiştirme ortamlarında üretilen *P. eryngii* izolatlarının misel gelişim süresi (gün), ilk hasada kadar geçen süre (gün), toplam verim (g/kg), biyolojik etkinlik (BE) ve bazı şapka özellikleri (şapka boyutları ve şapka rengi) belirlenmiştir. Sonuçlar, üretim parametreleri ve şapka özelliklerinin yetiştirme ortamı ve izolatlardan önemli oranda etkilendiğini ve çalışmada test edilen üç katkı materyalinin her üç *P. eryngii* izolatının üretiminde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. T:AK ortamında yetişen K-16 ve M-18 izolatları daha yüksek verim, BE ve şapka iriliği sergiler iken, K-20 izolatında ise T:ÜP ortamında daha yüksek değerler elde edilmiştir. Diğer ortamlara kıyasla T:YCK ortamında yetişen *P. eryngii* izolatlarının üretim sürelerinde bir artış görülmesine rağmen, *P. eryngii* yetiştiriciliğinde katkı materyali olarak yeşil ceviz kabuğu kullanımının ticari olarak uygulama potansiyeline sahip olduğu gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: üzüm posası; yeşil ceviz kabuğu; kral istiridye mantarı; ayçiçeği atıkları

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Introduction

Lignocellulosic wastes include byproducts of agro and forest industry. Every year, thousands of tonnes of agricultural waste from industrial crops such as cereal grains, legume wastes and sugar beet, sunflower occur in the world. The destruction of these residues can be difficult due to their chemical and degradation properties. These residues are used as animal feed, and some of them are burned or mixed with soil. Mushroom production is one of the rare methods that can be used to evaluate these agricultural wastes. By the cultivation of mushroom, while these wastes are removed, a protein-rich nutrient is also obtained such as mushroom (Chang and Miles, 2004). In general, *Pleurotus* spp. is used as a natural food and drug at the same time (Fu et al., 2016; Majeed et al., 2017).

Pleurotus eryngii, commonly known as king oyster mushroom, is an edible and saprophytic mushroom species belongs to *Pleurotus* genus (Lewinsohn et al., 2002). The commercial production began in the mid-1970s and is now being produced in more than 12 countries (Chang, 2005). This fungus has excellent texture and high nutritional value and medical properties. For that reason, the production of this mushroom has tripled between 1996 and 2000. Mane et al. (2007) reported that the widespread production of *Pleurotus* species in Asia and Europe could be identified with simple and low-cost production technology and higher biological efficiency. Recent years, there are serious increases in the production of *Pleurotus* species in Turkey (Eren and Pekşen, 2016).

P. eryngii is a white rot fungus and growing on lignocellulosic materials such as sawdust and straw. Sawdust and straw are rich in cellulose, hemicellulose and lignin, but they are poor regarding some micro and macro elements needed for fungal growth. In these substrates, since the majority of the nitrogen is used for mycelial growth, the amount of nitrogen in the substrate is reduced during the fruiting period. This cause limited mushroom yield. It was also expressed that materials such as wheat bran, soybean meal, and rice wastes

should be added to the substrates prepared with sawdust and straw to ensure good mycelial growth, yield and quality in previous studies (Khare et al., 2010; Carvalho et al., 2010; Onyango et al., 2011; Puri, 2012).

Different species of mushroom required different types of agricultural substrates for their development and was suggested that the nutritional needs of different isolates belong to same species can also be different (Shah et al., 2004). Due to the wide geographical spread of *P. eryngii* such as Mediterranean, Central Europe, Central Asia and North Africa, morphological, biochemical and genetic variations are seen in this taxon (Stajic et al., 2009). The different isolates of the king oyster mushroom grown on same substrates exhibit different properties in terms of spawn run time, average yield and quality (Visscher, 1989). Fruit body weight and size are also affected by the substrates (Mane et al., 2004; Royse et al., 2004; Nwanze et al., 2005; Oseni et al., 2012).

Eventhough sugi tree (*Cryptomeria japonica*) shavings supported by wheat bran are used commercially in the cultivation of *P. eryngii* in Japan (Ohga and Royse, 2004). It is essential that the materials used in the preparation of the substrates can be found easily and cheaply in the region where the production will be made. In the study, the effects of agricultural wastes which can be found abundantly and inexpensively which were investigated on yield parameters of *P. eryngii* isolates collected from different cities of Turkey.

Materials and methods

Materials

Three isolates of *P. eryngii* (K-16, K-20, M-18) which collected from different regions of Turkey (Table 1) were provided from Atatürk Horticultural Central Research Institute in Yalova. Pure cultures were maintained on malt extract agar (MEA) at 4°C. Agricultural wastes (sunflower meal, grape pomace and green walnut husks) were obtained from local farms of Kırşehir, Turkey and forest industry waste (poplar sawdust) was purchased from a lumber mill in the woodworking, Kırşehir, Turkey.

Table 1. Origins of *P. eryngii* isolates

Isolates	Species	Origin	Collection date
K-16	<i>P. eryngii</i> var. <i>eryngii</i>	Biga/Çanakkale	16.10.2009
K-20	<i>P. eryngii</i> var. <i>eryngii</i>	Biga/Çanakkale	16.10.2009
M-18	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i>	Selçuk/İzmir	24.10.2009

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Spawn and substrates preparation

Spawn was prepared by boiled wheat grains in glass bottles and sterilized in an autoclave for 90 min at 121°C, cooled and inoculated bottles were incubated in the dark at 25°C until the completion of mycelial growth was done.

Poplar sawdust (S) was used as a base substrate and sunflower meal (SFM), grape waste (GP) and green walnut husk (GWH) were added to the sawdust at ratios of 8:2 to prepare the substrates (Table 2).

Table 2. Composition and ratio of substrates tested in this study

Substrates	Basal material	Additive material
S:SFM	Poplar sawdust (80%)	Sunflower meal (20%)
S:GP	Poplar sawdust (80%)	Grape pomace (20%)
S:GWH	Poplar sawdust (80%)	Green walnut husk (20%)

(S: poplar sawdust; SFM: sunflower meal; GP: grape pomace; GWH: green walnut husk)

Substrates were mixed and tap water was added until it was moistened to about 70%. Then, 1 kg (wet weight) of each substrate was packed into a polypropylene autoclavable bag and autoclaved at 121°C for 90 min.

Mushroom cultivation

After the sterilization, the substrates were inoculated using 3% grain spawn (on a w/w wet weight basis) and incubated at 25±2°C with 80% relative humidity in a dark place for the mycelial colonization. After full colonization, the bags were transferred to the mushroom cultivation room at 15±2°C with a humidity of 80-90% and 8 hours of light daily to induce fructification. Sufficient air changes were maintained to hold the CO₂ concentration below 1000 ppm. Mushrooms were harvested as soon as the fruiting bodies developed and attained their full size above the substrate with a sharp knife from each treatment bag. Mushroom production experiment was carried out in a completely randomized plot design, with ten replications.

Mushroom production was conducted at the Mushroom Production Unit of the Horticulture Department in the Faculty of Agriculture at Ahi Evran University in Kırşehir (Turkey).

Evaluation of the cultivation parameters

Several cultivation parameters were evaluated during cultivation period of *P. eryngii* isolates on different substrates. The following data were recorded; spawn running time (day), time of first primordia initiation (day), time of the first harvest (day), yield (g/kg), biological efficiency (BE%), average of mushroom weight (g),

mushroom pileus diameter (mm), stipe width (mm) and stipe length (mm). Total yield was determined as one flush grown on different substrates and expressed as grams of fresh mushrooms harvested per gram of wet substrate (w/w). The biological efficiency (BE%) defined as the percentage of the fresh weight of harvested mushroom to the dry substrate using the formula (Royse, 1985); BE (%)= (fresh weight of harvested mushroom per bag / dry weight of substrate per bag) x 100.

Statistical analysis

The data obtained from the experiment were subjected to variance analysis, and the statistical significance was compared by employing Tukey's test, using SPSS version 16.0 for Windows statistical computer program at a significance level 95% and 99% ($p<0.05$) and ($p<0.01$).

Results

Yield parameters of *P. eryngii* isolates grown on different substrates

The growth and yield pattern of *P. eryngii* isolates cultivated on different agrowastes is shown in Table 3. The differences between spawn running time of isolates and substrates are statistically significant ($p<0.01$). When *P. eryngii* isolates were cultivated on S:SFM, the shortest spawn running time was observed for K-20 (14.8 days) which was significantly different from spawn running time of K-16 (15.6 days) and M-18 (17.4 days). Spawn running time of each isolate was slightly lower on S:GWH than other substrates. It was changed between 20.8 and 23.2 days depending on isolates.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

Table 3. Effect of substrates on yield parameters of *Pleurotus eryngii* isolates

Isolates	Substrates	Spawn running time (day)	Total yield (g/kg)	Biological efficiency (%)	Average of mushroom weight (g)
M-18	S:SFM	17.4 c**	206.5 a**	68.8 a**	88.6 a**
	S:GP	18.4 b	103.1 c	34.4 c	52.7 c
	S:GWH	23.2 a	136.4 b	45.5 b	70.7 b
Mean		19.8	148.67	49.55	70.68
K-16	S:SFM	15.6 c**	146.5 a**	48.8 a**	55.0 a**
	S:GP	16.2 b	118.2 b	39.4 b	40.4 b
	S:GWH	20.8 a	86.7 c	28.9 c	40.1 b
Mean		17.53	117.1	39.0	45.15
K-20	S:SFM	14.8 c**	128.1 b**	42.7 b**	41.0 ^{ns}
	S:GP	17.6 b	147.8 a	49.3 a	47.85
	S:GWH	21.8 a	99.8 c	33.3 c	39.50
Mean		18.06	125.23	41.74	42.77

Asterisks indicate significance at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, ns: not significant; values within the same column followed by the same letter are not significantly different by Tukey's test. (S: poplar sawdust; SFM: sunflower meal; GP: grape pomace; GWH: green walnut husk)

As shown in Table 3, yield and BEs (%) of three *P. eryngii* isolates showed different preference to the agricultural by-products supplements tested. The yields obtained from *P. eryngii* isolates grown on different substrates ranged from 99.79 to 206.52 g/kg and BEs ranged from 33.3 to 68.8%. M-18 (*P. eryngii* var. *ferulae*) was determined as the most productive isolate with an average yield of 148.7 g/kg in different substrates. The highest yield was observed on S:SFM (206.5 g/kg) while the lowest yield (103.1 g/kg) was observed on S:GP unlike other isolates. The average of yield of K-20 isolate grown on different substrates was determined as 125.2 g/kg. Unlike the other isolates, the highest yield was obtained on S:GP (147.8 g/kg) in this isolate. The lowest average yield was exhibited by K-16 isolate (117.1 g/kg). The highest yield was obtained on S:SFM, the lowest yield was obtained on S:GWH in K-16 isolate.

The highest BE was found for M-18 isolate (68.8%) on S:SFM. BEs (%) of K-16 and K-20 isolates which grown in the same substrate were determined as 48.8% and 42.7%, respectively. Similar trend was observed on S:GWH (45.5% for M-18, 28.9% for K-16 and 33.3% for K-20). Highest BE was found in case of K-20 (49.3%) on S:GP, followed by S:SFM. As in the yield, the BE of K-16 and K-20 isolates was also lower when GWH was used as substrate.

Average mushroom weight, pileus diameter, stipe length and width of *P. eryngii* isolates grown on different substrates

The highest average mushroom weight was obtained in M-18 grown on S:SFM, whereas the lowest mushroom weight was determined in K-20 grown on S:GWH (Figure 1).

The isolate that has the highest average fruit body weight was identified as M-18 isolate. The average fruit body weight of M-18 isolate grown in different substrates ranged from 52.67 to 88.64 g. The K-16 (45.15 g) and K-20 (42.77 g) isolates were statistically in the same group in terms of fruit body weights. For the K-16 isolate, the average mushroom weight varied between 40.1 and 55.0 g depending on the substrates. The highest mushrooms was obtained in K-16 grown on S:SFM, while the smallest mushrooms was determined in S:GWH. There was no statistically significant difference was not determined in average mushroom weights of K-20 grown in different substrates.

The average mushroom weight, pileus diameter, stipe length and width of the fruiting bodies were affected by the different isolates and substrates as seen in Table 4.

XI. Türkiye Yemelik Mantar Kongresi-2019

Figure 1. Fruit bodies of *Pleurotus eryngii* isolates grown on different substratesTable 4. Effect of substrates on fruit body size of *Pleurotus eryngii* isolates

Isolates	Substrates	Pileus diameter (mm)	Stipe length (mm)	Stipe diameter (mm)
M-18	S:SFM	114.3 a*	29.0 a**	23.4 a*
	S:GP	82.9 b	18.8 b	15.1 b
	S:GWH	105.9 ab	25.6 a	19.2 ab
Mean		101.02 a	24.45 b	19.22 b
K-16	S:SFM	92.1 a**	31.3 b**	27.8 a*
	S:GP	74.0 b	50.0 a	24.7 ab
	S:GWH	49.4 c	39.5 b	19.4 b
Mean		74.83 c	40.24 a	22.36 a
K-20	S:SFM	96.6 a**	39.5 b**	23.4** b
	S:GP	76.8 b	45.2 a	26.2 a
	S:GWH	79.2 b	42.8 ab	17.5 c
Mean		84.20 b	42.49 a	23.95 a

Asterisks indicate significance at * $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. ns: not significant; values within the same column followed by the same letter are not significantly different by Tukey's test. (S: poplar sawdust; SFM: sunflower meal; GP: grape pomace; GWH: green walnut husk)

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



The average of pileus diameter was higher on fruit bodies grown on S:SFM than other substrates on all isolates, which reach to 114.3 mm, 96.6 mm and 92.1 mm on M-18, K-20 and K-16 isolates, respectively. The highest stipe width (27.8 mm) occurred in K-16 grown on S:SFM. The lowest stem length was determined 17.5 in K-20 grown on S:GWH, significantly ($p<0.01$), similarly the longest stem length was obtained 42.8 cm in K-20 grown S:GWH.

Discussion

Poplar sawdust, grape pomace, sunflower meal and green walnut husk are agricultural wastes that can be easily found in Turkey. For that reason, these forest and agricultural wastes were selected in this study to investigate their usability in the cultivation of three different isolates of *P. eryngii*.

Spawn run time varies depending on mushroom genotype (Philippoussis et al., 2002) and materials used in the substrates (Ayodele and Akpaja, 2007). Jeznabadi et al. (2016) informed that spawn run time of *P. eryngii* varied between 11.25-18.25 days in different substrates. It was observed that the spawn running time in the substrates containing sunflower meal and grape pomace were consistent with the literature, while spawn running time was longer than that in the green walnut shell added as a substrates. The length of spawn running time is also influenced by the *P. eryngii* isolate tested, K-20 was determined as the isolate with the fastest mycelial growth. Thin and poor mycelium development was observed in K-16 and K-20 grown on S:GWH.

Days to the first harvest found in this study (40.6-55.6 days) were similar to or longer than the values reported by Akyüz and Yildiz (2007) (53-72 days) and Moonmoon et al. (2010) (26.5-30.0 days). An increase in the cultivation period length of *P. eryngii* isolates was observed for S:GWH compared with the other substrates. The reason for the slow mycelial growth and more extended cultivation period in the substrate may be a substrate contained in large quantity in the green walnut husks, called juglone (Sun et al., 2006). Juglone is an example of the allelopathic compound, a substrate that is synthesized by one type of plant and affects the growth of another (Cosmulescu et al., 2011). This substrate is also toxic to many plants such as lettuce (Zhang et al., 2008), watermelon, tomato, alfalfa (Kocaçaliskan et al., 2008).

The yield of mushroom are related to environmental (temperature, humidity, light and ventilation), nutrients (carbohydrate, nitrogen and vitamins) and chemical factors (Ko et al., 2005). Although

temperature, humidity, and light are kept constant in trials, differences in yields of the same isolate grown in different substrates may be due to differences in nutritional and chemical properties of substrates. The influence of physical and chemical properties of the substrates on mushroom production characters and especially on mycelium growth, yield and BE has been reported in previous studies (Atila et al., 2017; Obodai et al., 2003).

P. eryngii isolates are different in terms of yield and biological activity. The most productive isolate was identified as M-18 isolate belonging to *P. eryngii* var. *ferulae* isolate. Another result obtained in the study is that the substrate preference of different isolates belonging to the same species may be different. The highest yield in M-18 and K-16 isolates were obtained in sunflower meal added media whereas the highest yield in K-20 isolate was taken from the medium containing grape pomace. Also, the lowest yield in K-16 and K-20 isolates was obtained in substrate supplemented with green walnut husks, while the lowest yield in M-18 isolate was determined in substrate supplemented with grape pomace. Peng et al. (2000) reported that two species of *P. eryngii* (originated from Netherlands and Czechoslovakia) needed rice in different quantities in order to reach maximum yield. Moonmoon et al. (2010) determined that three different isolates of *P. eryngii* prefer different substrates and exhibit difference in terms of yield when they are grown different substrates.

BE was significantly affected by the interaction between genotype, spawn run time, and substrate formulation (Royse and Bahler, 1986). The BE values obtained by Moonmoon et al. (2010) (46.75-73.5%), Kırbağ ve Akyüz (2008) (48.05%) and Kibar (2016) (53.3-81.3%). Rodriguez Estrada and Royse (2007) reported that BE values of *P. eryngii* were increased up to 35%, when the base formulation was supplemented with an additional 6% ground soybean. Jeznabadi et al. (2006) informed that the BEs of *P. eryngii* was between 67.23 and 236.32% in different substrates. The yield and BE values found in the present study were acceptable when compared with those mentioned above.

Obtained average mushroom weight values in the study are corroborated by the findings of Hassan et al. (2010) who reported that average weight of *P. eryngii* grown on different substrates between 20-70 g. There is a positive correlation between biological efficiency and size of fruit body. Beyer and Muthersbaugh, (1996) reported that biological efficiency depends on the yield size. Although, pileus diameters of *P. eryngii* isolates used in the study are similar by the findings of Moonmoon et al. (2010) who reported that diameter of pileus of

XI. Türkiye Yemelik Mantar Kongresi-2019



different *P. eryngii* isolates between 5.25 and 8.2 cm, stalk length and stalk width were lower in the study when compared with results of the same study. The M-18 isolate was identified as the one with the largest size among the isolates used in the study. Owaid et al. (2015) reported that quality properties of oyster mushroom had been related with the fruit body size such as determination of pileus (cap) and stipe.

In conclusion, the results indicate all the three *P. eryngii* isolates can grow on poplar substrate with the supplement of any kind of the tested agricultural by-products. Moreover, utilization of green walnut husks for *Pleurotus eryngii* cultivation is promising and has potential commercial application in the mushroom industry. The green walnut shell contains toxic effects regarding soil and environment and the use of this waste

is limited. Apart from providing nutrient-rich food material such as mushroom, cultivation of *P. eryngii* isolates on substrate contained green walnut husk helps in efficient disposal of this wastes. But additional research is needed to optimize the cultivation formula for green walnut husk substrate that will further enhance yields and quality of this mushroom. Productive combinations of this material that would allow sustainable commercial cultivation of *P. eryngii*.

Acknowledgements

This work was supported by the Ahi Evran University Research Council 2016 Grant No. ZRT.A3.16.011.

References

- Akyüz, M. and Yildiz, A. (2007). Cultivation of *Pleurotus eryngii* (DC ex FR) Quel on Agricultural Wastes. *Philipp Agric. Sci.*, 90 (4) 346-350.
- Atila, F., Tuzel, Y., Cano, A.F. and Fernandez, J.A. (2017). Effect of Different Lignocellulosic Wastes on *Hericium americanum* Yield and Nutritional Characteristics. *J. Sci. Food Agric.*, 97 (2) 606-612.
- Ayodele, S.M. and Akpaja, E.O. (2007). Yield Evaluation of *Lentinus squarrosulus* (Mont) Sing on Selected Sawdust of Economic Tree Species Supplemented with 20% Oil Palm Fruit Fibers. *Asian J. Plant Sci.*, 6 (7) 1098–1102.
- 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.
- Chang, S.T. and Miles, P.G. (2004). Mushrooms Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect and Environmental Impact. 2nd Ed. CRC Press LLC. USA, pp. 451.
- Chang, S.T. (2005). Witnessing the Development of the Mushroom Industry in China Proceedings of the Fifth International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products. *Acta Edulis Fungi*, 12 3-19.
- Cosmulescu, S., Trandafir, I., Achim, G. and Baci, A. (2011). Juglone Content in Leaf and Green Husk of Five Walnut (*Juglans regia* L) Cultivars. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.*, 39 (1) 237–240.
- Eren, E. and Pekşen A. (2016). Türkiye’de Kültür Mantarı Sektörünün Durumu ve Geleceğine Bakış. *Turkish J. Agric. Food Sci. Technol.*, 4 (3) 189-196.
- Fu, Z., Liu Y. and Zhang, Q. (2016). Potent Pharmacological Mushroom: *Pleurotus eryngii*. *Fungal Genom Biol.*, 6 (1) 1–5 doi: 10.4172/2165-8056.1000139.
- Jeznabadi, K.E., Jafarpour, M., Eghbalsaid, S. and Pessarakli, M. (2016). Effects of Various Substrates and Supplements on King Oyster (*Pleurotus eryngii*). *Compost Sci. Util.*, 25:sup1, S1-S10. <http://dx.doi.org/10.1080/1065657X20161238787>
- Khare, K.B., Mutuku, J.M., Achwania, O.S. and Otaye, D.O. (2010). Production of Two Oyster Mushrooms *Pleurotus sajor-caju* and *P. florida* on Supplemented and Un-supplemented Substrates. *Bots J. Agric. Appl. Sci.*, (6) 4–11.
- Kibar, B. (2016). Farklı Yetiştirme Ortamlarının *Pleurotus eryngii* Mantarının Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkileri. *Int J Agr Wildl Sci.* 2(1) 1-9.
- Kirbag, S. and Akyuz, M. (2008). Evaluation of Agricultural Wastes for the Cultivation of *Pleurotus eryngii* (DC.ex Fr.) Quel. var. *ferulae* Lanzi. *Afr. J. Biotechnol.*, 7 (20) 3660-3664.
- Ko, H.G., Park, H.G., Park, S.H., Choi, C.W., Kim, S.H. and Park, W.M. (2005). Comparative Study of Mycelial Growth and Basidiomata Formation in Seven Different Species of the Edible Mushroom Genus *Hericium*. *Bioresour. Technol.*, 96 (13) 1439–1444.
- Kocaçaliskan, I., Turan, E. and Terzi, I. 2008. Juglone Effects on Seedling Growth in Intact and Coatless Seeds of Muskmelon. *Afr. J. Biotechnol.* 7 (24) 4446–4449.
- Lewinsohn, D., Wasser, S.P., Reshetnikov, S.V., Hadar, Y. and Nevo E. (2002). The *Pleurotus eryngii* Species Complex in Israel: Distribution and Morphological Description of a New Takson. *Mycotaxon*, 81 51–67.

XI. Türkiye Yemelik Mantar Kongresi-2019



- Majeed, M., Khan, M.U., Owaid, M.N., Khan, M.R., Shariati, M.A., Igor, P. and Ntsefong, G.N. (2017). Development of Oyster Mushroom Powder and Its Effects on Physicochemical and Rheological Properties of Bakery Products. *J. Microbiol. Biotechnol. Food Sci.*, 6 (5) 1221–1227.
- Mane, V.J., Patil, S.S., Syed, A.A. and Baig, M.M.V. (2007). Bioconversion of low Quality Lignocellulosic Agricultural Wastes into Edible Protein *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. *J. Zhejiang Univ. Sci., B.* 8 (10) 745-751.
- Moonmoon, M., Uddin, N., Ahmed, S., Shelly, N.J. and Khan, A. (2010). Cultivation of Different Isolates of King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*) on Sawdust and Rice Straw in Bangladesh. *Saudi J. Biol. Sci.*, 17 341–345.
- Nwanze, P.I., Ameh, J.B. and Umoh, V.J. (2005). The Effect of the Interaction of Various Oil Types with Different Culture Media on Biomass Production of *Psathyrella atroumbonata* Pegler. *Afr. J. Biotechnol.*, 4 (11) 1285–1289.
- Obodai, M., Cleland-Okine, J. and Vowotor, K.A. (2003). Comparative Study on the Growth and Yield of *Pleurotus ostreatus* Mushroom on Different Lignocellulosic By-Products. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 30 (3) 146-149.
- Ohga, S. and Royse, D.J. (2004). Cultivation of *Pleurotus eryngii* on Umbrella Plant (*Cyperus alternifolius*) Substrate. *J. Wood. Sci.*, 50 466–469.
- Onyango, B.O., Palapala, V.A., Arama, P.F., Wagai, S.O. and Gichumu, B.M. (2011). Sustainability of Selected Supplemented Substrates for Cultivation of Kenyan Native Wood Ear Mushrooms (*Auricularia auricula*). *Am. J. Food Technol.*, 6(5) 395–403.
- Oseni, T.O., Dube, S.S., Wahome, P.K., Masarirambi, M.T. and Earnshaw, D. (2012). Effect of Wheat Bran Supplement on Growth and Yield of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on Fermented Pine Sawdust Substrate. *Exp. Agr. Hort.*, Article ID:1929-0861-2012-12-4.
- Owaid, M.N., Abed I.A. and Al-Saeedi S.S. (2015). Using of Date Palm Fiber Mixed with Other Lignocelluloses Toward *Pleurotus ostreatus* (Higher Basidiomycetes) Cultivation. *Emir. J. Food Agric.*, 27 (7) 556-61
- Peng, J.T., Lee, C.M. and Tsai, Y.F. (2000). Effect of Rice Bran on the Production of Different King Oyster Mushroom Isolates During Bottle Cultivation. *J. Agr. Res. China*, 49 (3) 60–67.
- Philippoussis, A., Diamantopoulou, P. and Zervakis, G. (2002). Monitoring of Mycelium Growth and Fructification of *Lentinula edodes* on Several Lignocellulosic Residues In: Mushroom Biology and Mushroom Products UAEM Cuernavaca Mexico.
- Puri, S. (2012). Vegetative Growth and Fruiting Induction of *Lentinula edodes* Isolates on Different Substrates. *Bioscan.*, 7 (1) 9-12.
- Royse, D.J. (1985). Effects of Spawn Run Time and Substrate Nutrition on Yield and Size of the Shiitake Mushroom. *Mycologia*, 75 (5) 756-762.
- Royse, D.J. and Bahler, C.C. (1986). Effects of Genotype Spawn Run Time and Substrate Formulation on Biological Efficiency of Shiitake. *Appl. Environ. Microbiol.* 52 (2) 1425-1427.
- Royse, D.J., Rhodes, T.W., Ohga, S. and Sánchez, J.E. (2004). Yield Mushroom Size and Time to Production of *Pleurotus cornucopiae* (Oyster Mushroom) Grown on Switch Grass Substrate Spawned and Supplemented at Various Rates. *Bioresour. Technol.*, 91 (1) 85-91.
- Shah, Z.A., Ashray, M. and Ishtiod, M. (2004). Comparative Study on Cultivation and Yield Performance of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on Different Substrates. *Pak. J. Nutr.* 3 (3) 158-160.
- Stajic, M., Vukojevic, J. and Duletic-Lausevic, S. (2009). Biology of *Pleurotus eryngii* and Role in Biotechnological Processes: A Review. *Crit. Rev. Biotechnol.*, 29 (1) 55–66.
- Sun, M., Song, Z. and Fang, G. (2006). Extraction and Determination of Total Flavonoid and Juglone in *Juglans mandshurica* Maxim. *Chem. Ind. Forest. Prod.*, 26 (2) 93-95.
- Visscher, H.R. (1989). Supplementation of the Substrate for *Pleurotus* Species at Filling. *Mushroom Sci.*, 12 (2) 229–240.
- Zhang, H., Gao, J.M., Liu, W.T., Tang, J.C., Zhang, X.C., Jin, Z.G., Xu, Y.P. and Shao, M.A. (2008). Allelopathic Substances from Walnut (*Juglans regia* L) Leaves. *Allelopathy J.*, 21 (2) 354-362.



Geliş(Received) :17/10/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.639001

Doğal Ortamdan Toplanan *Lepista irina* (Fr.) H.E. Bigelow'nın Yağ Asidi İçeriğinin Belirlenmesi

İbrahim TÜRKEKUL*¹, Aydın Şükrü BENGÜ²,
Handan ÇINAR YILMAZ³, Hakan IŞIK⁴

*Sorumlu yazar: ibrahim.turkekul@gop.edu.tr

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Tokat, Türkiye
Orcid No: 0000-0002-1036-9835/ibrahim.turkekul@gop.edu.tr

^{2,3}Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, Bingöl, Türkiye

²Orcid No: 0000-0002-7635-4855/abengu@bingol.edu.tr

³Orcid No: 0000-0001-7215-7822/hyilmaz@bingol.edu.tr

⁴Tokat M.Emin Saraç Anadolu İmam Hatip Lisesi, Tokat, Türkiye
Orcid No: 0000-0001-8241-0078/hakanbiyoloji@gmail.com

Öz: *Lepista irina* (Fr.) H.E. Bigelow ormanların özellikle açık alanlarında tek yıllık otsu bitkilerin ve çimenlerin arasında gelişen yenen bir makromantardır. Çalışmamızın materyali olan makromantar örnekleri rutin olarak yapılan arazi gezileri sırasında Yozgat'ın Aydıncık ilçesinden toplanmıştır. Yağ asidi analizleri, yağ asitlerinin metil esterleri elde edildikten sonra, GC-MS cihazı ile yapılmıştır. Analizler sonucunda; farklı oranlarda doymuş (palmitik asit C16:00, stearik C18:0), tekli doymamış (oleik asit C18:1) ve çoklu doymamış yağ asitleri (linoleik asit C18:2) tespit edilmiştir. Tespit edilen yağ asitleri arasında miktarı en fazla olanların; %43.07 linoleik asit, %33.08 oleik asit, %16.55 palmitik asit olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: *Lepista irina*, Makromantarlar, Yağ Asitleri, Yozgat, Türkiye

Determination of Fatty Acid Content of *Lepista irina* (Fr.) H.E. Bigelow Collected From Natural Environment

Abstract: *Lepista irina* (Fr.) H.E. Bigelow is a wild edible mushroom grown among the herbaceous plant and grasses, especially in open areas of forests. The material of our study was collected from Aydıncık district of Yozgat during routine field trips. Fatty acid analyzes were performed by GC-MS after obtaining methyl esters of fatty acids. As a result of the analysis; saturated (palmitic acid C16:00, stearic C18:0), monounsaturated (oleic acid C18:1) and polyunsaturated fatty acids (linoleic acid C18:2) were determined in different rates. It was observed among the detected fatty acids that linoleic, oleic and palmitic acids were the highest amounts fatty acids with proportions of 43.07%, 33.08% and 16.55%, respectively.

Key words: *Lepista irina*, Macrofungi, Turkey, Fatty Acids, Yozgat

Giriş

Mantarlar vitamin, protein ve mineral bakımından zengin, ancak yağ ve kalori bakımından fakir olması nedeniyle günümüzde gıda endüstrisinde önemi giderek artmaktadır. Ayrıca mantarlar, tabiatта atık organik

materyallerin parçalanmasını sağlayarak madde döngüsünde görev alan önemli organizmalardır. Doğal ortamları olan çayırılık veya ormanlık alanlardan toplanan yenilebilir mantarlar eski çağlardan beri tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. Günümüzde mantarların kendisinden

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



veya ekstraktlarından eczacılık, tıp ve kozmetik alanlarında yararlanılmakta ve ekonomik olarak önemli gelirler elde edilmektedir (Racz ve ark., 1996; Manzi ve ark., 2001; Agrahar-Murugkar ve Subbulakshmi, 2005). Mantarların kimyasal yapısını tespit etmeye yönelik yapılan analizler sonucunda, içeriklerinin %2.9 yağ, %17.5 protein ve %39.9 karbonhidrattan oluştuğu belirlenmiştir (Demirbaş, 2001; Mendil ve ark., 2004). Yine bu konuda yapılan çalışmalar mantarların protein içeriğinin birçok sebzedden yüksek olduğunu ve protein oranının %16.8-41.0 arasında değiştiğini göstermiştir (Yıldız ve ark., 1998; Manzi ve ark., 2001; Diez ve Alvarez, 2001; Sanmee ve ark., 2003). Ayrıca mantarlar, insan sağlığı için gerekli olan niasin, folik asit, tiamin (B₁), riboflavin (B₂) ve pantotenik asit gibi vitaminler ile asparajin, glutamin, glutamik asit, metiyonin, alanin, fenilalanin gibi amino asitler bakımından da değerli besin maddeleridir. Yağ asidi içeriklerini belirlemek için yapılan çalışmalar doymamış yağ asidi oranının doymuş yağ asidi oranından yüksek olduğunu ve özellikle esansiyel yağ asitleri bakımından zengin olduğunu göstermiştir (Üstün, 2011; Çağlarımak ve ark., 2012; Durmaz ve ark., 2018). Hücre zarı lipitleri olan fosfolipidler ve glikolipitlerin ana yapısal bileşenleri olan yağ asitleri insanlarda ve diğer organizmalarda yaşamsal öneme sahiptir. Ayrıca prostaglandin sentezinde öncül madde olan yağ asitleri, nötral yağlar (depo yağlar) şeklinde yağ dokuda depolanır ve canlıların en önemli enerji kaynağını oluşturur (Harvey ve Ferrier, 2011; Tvřzicka ve ark., 2011). Yapılan çalışmalar yağ asitlerinin uzun süreli açlık ve egzersiz gibi ekstrem şartlarda enerji kaynağı olması noktasında önemli organik bileşikler olduğunu göstermiştir (Murray ve ark., 2003). 4 ile 36 karbon arasında farklı karbon atomlarına sahip yağ asitleri doğada bulunmakta olup, 14, 16 ve 18 karbonlu olanlarına hayvan ve bitki dokularında yaygın olarak rastlanmaktadır. Doymuş yağ asitlerinden palmitik asit (C16:0) canlıların yapısında en yaygın bulunan yağ asidi olup, en sık rastlanan diğer bir yağ asidi ise stearik asit (C18:0)'dir. Tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit (C18:1), çoklu doymamış yağ asitlerinden ise linoleik asit (C 18:2) ve araşidonik asit (20:4) canlılar için önemli olan yağ asitleridir (Christie, 1990).

Bu çalışmada amacımız Yozgat ili Aydıncık ilçesindeki arazi gezileri sırasında toplanan *Lepista irina* örneklerinin yağ asidi içeriğini tespit etmek ve bu amaçla yapılan çalışmalara katkıda bulunmaktır.

Materyal ve Metot**Mantar örneklerinin toplanması ve teşhis edilmesi**

Yağ asidi analizi yapılacak olan ve *Lepista irina* olarak teşhis edilen mantar örnekleri Yozgat ili Aydıncık (40°05'K, 035°18' D, Işık 664) ilçesinden toplanmıştır. Arazi gezileri sırasında tespit edilen mantar örneklerinin renkli fotoğrafları çekilmiş, ekolojik ve morfolojik özellikleri kaydedilmiştir. Laboratuvara getirilen bazidiokarplardan spor izi alınmış ve bir ısıtıcı yardımıyla kurutulmuştur. Daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere polietilen poşetlere konularak fungaryum materyali haline getirilmiştir. Mantarın mikroskopik özelliklerini belirlemek için kuru örnekler kullanılmıştır. Bazı kimyasallar (distile su, Melzer ayırıcı, Kongo kırmızısı, 5%'lik KOH gibi) kullanılarak hazırlanan preparatlar Nikon marka araştırma mikroskopu altında incelenmiştir. Morfolojik ve ekolojik özellikleri belirlenen mantar örnekleri mevcut literatür (Phillips, 1981; Moser, 1983; Bon, 1987; Breitenbach ve Kranzlin, 1991) kullanılarak teşhis edilmiştir.

Yağ asidi analizleri

Kurutulmuş mantar örneklerinin analizinde yağ ekstraksiyonu için Hara ve Radin (1978) tarafından kullanılan metot revize edilerek kullanılmıştır. Bunun için 5 g örnek homojenizatörde 10 mL hekzan/izopropanol (3:2) içerisinde parçalanıp 5000 rpm de 10 dakika santrifüj edilmiş, üst kısım alınıp, süzülerek deney tüplerine konulmuştur. Yağ asitlerinin metil esterlerini elde etmek için Christie (1990) metodu revize edilerek kullanılmıştır.

Yağ asitlerinin metil esterini elde etmek için, daha önce hazırlanan lipit ekstraktı, 30 mL'lik kapaklı tüplere alınarak üzerine 5 mL %2'lik metanolik sülfirik asit eklenip vortekslenmiştir. Yağ asidi metil esterlerinin elde edilmesi için karışım etüvde 50°C'de 15 saat bekletilmiş, süre bitiminde etüvden çıkarılan tüpler oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Daha sonra üzerine 5 mL %5'lik NaCl eklenerek tekrar vortekslenmiştir. Deney tüpleri içinde oluşan yağ asitlerinin metil esterleri, 5 mL hekzan ile ekstrakte edilmiştir. Üstteki hekzan fazı pastör pipeti ile alınarak 5 mL %2'lik KHCO₃ ile muamele edilmiş, 1-2 saat fazların ayrılması için beklenmiştir. Metil esterlerini ihtiva eden karışımın çözücüsü 45°C de azot altında uçurulmuştur. Tüplerinin dip kısmındaki yağ asitleri 1 mL hekzan ile çözümlenerek GC viallerine alınarak GC-MS cihazında analiz edilmiştir.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

**GC-MS cihazının kromatografik şartları**

Analizlerimizde GC-MS cihazı (Agilent 7890 GC/5970 MS Series-Santa Clara, CA, USA) ve SGE Analytical BP×90 100m × 0.25 mm × 0.25 µm kolon (Australia) kullanılmıştır. Sıcaklık programı 120°C'den 250°C'ye 5°C/dk hızla yükselecek şekilde programlanmıştır. Bu sıcaklıkta 19 dakika beklenmiş ve toplam süre 45 dakika olacak şekilde ayarlanmıştır. Otosampler örneği almadan önce ve kolona verdikten sonra 5 kez kendini hekzan ile yıkamıştır. Split oranı 10:1, enjeksiyon hacmi 1 µL, solvent delay time 12 dakika, taşıyıcı gaz olarak He seçilmiş ve akışı 1 mL/dk olarak ayarlanmıştır. N₂ 20.227 mL/dk, H₂ akışı 35mL/dk, kuru

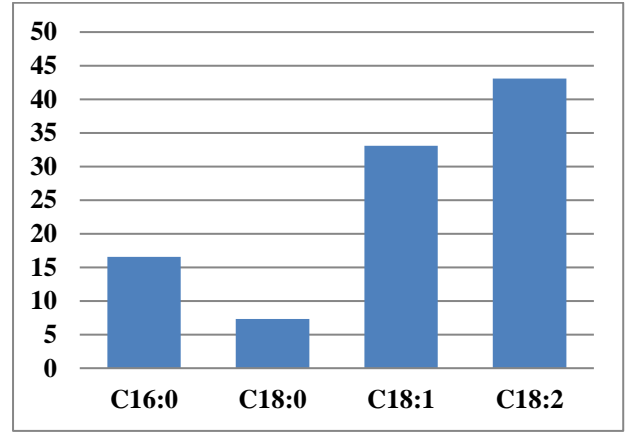
hava akışı 350 mL/dk olacak şekilde program tarafından otomatik olarak ayarlanmıştır. GC-FID ve MS sonuçları simultane bir şekilde kaydedilmiştir. Sonuçlar cihazda kayıtlı olan NIST ve WHILEY kütüphaneleri ile eşleştirilerek değerlendirilmiştir.

Bulgular

Lepista irina makromantarının yağ asidi analizleri sonucunda farklı oranlarda doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri belirlenmiştir. Belirlenen yağ asitlerinin çeşitleri ve yüzde oranları Tablo 1 ve Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *Lepista irina*'nın yağ asidi içeriği (%)

Palmitik asit (C16:0)	16.55
Stearik asit (C18:0)	7.30
Toplam doymuş yağ asitleri	23.85
Oleik asit (C18:1)	33.08
Linoleik asit (C18:2)	43.07
Toplam doymamış yağ asitleri	76.15

**Şekil 1.** *Lepista irina*'nın yağ asidi içeriği (%)**Tartışma**

Analizlerimiz sonucunda mantar örneklerinde 4 farklı yağ asidi (palmitik, stearik, oleik ve linoleik asit) tespit edilmiştir. Bunlar içerisinde miktarı en fazla olan yağ asidi %43.07 oranı ile linoleik asit olmuştur. Miktarı en az olan yağ asidi ise %7.30 oranı ile stearik asit olarak belirlenmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde, toplam doymamış yağ asitleri oranının (%76.15) toplam doymuş yağ asitleri oranından (%23.85) yüksek olduğu görülmektedir. Ekstraksiyon çalışmalarında ve yağ asitlerinin metilasyonu işlemleri sırasında uygulanan sıcaklık, yağ asitlerinin yıkımı ve kaybına sebep olabilmektedir. Kısa zincirli yağ asitleri oda sıcaklığında sıvı olmasına rağmen, yüksek sıcaklıkta kolayca buharlaşabilmektedir (Woldegiorgis ve ark., 2015). Günümüze kadar makromantarların kimyasal içeriğini belirlemeye yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır. Araştırma bulgularımız bazı literatür verileriyle benzerlik göstermektedir. Barros ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada *Lepista nuda* (Bull.) Cooke makromantarında yağ asitleri analiz edilmiştir. Bu çalışmada miktarı en fazla olan yağ

asitlerinin sırasıyla %11.77, %2.39, %29.53 ve %51.48 oranları ile palmitik, stearik, oleik ve linoleik asitler olduğu belirlenmiş, toplam doymamış yağ asidi oranı, toplam doymuş yağ asidi oranından yüksek bulunmuştur. Sharma ve Gautam (2015) tarafından *L. nuda* örneklerinde yağ asitlerini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada majör yağ asidi olarak linoleik asit belirlenmiş, bizim örneklerimizde belirlenmeyen kaprik asit (C10:0) bu çalışmada tespit edilmiş ve toplam doymamış yağ asidi oranı bu çalışmada da toplam doymuş yağ asidi oranından yüksek bulunmuştur. Toledo ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada *L. nuda* mantarında diğerlerine göre miktarı fazla olan yağ asitlerinin palmitik, stearik, oleik ve linoleik asit olduğu ve toplam doymamış yağ asidi oranının toplam doymuş yağ asidi oranından fazla olduğu bildirilmiştir. Yılmaz ve ark. (2006) tarafından 7 farklı doğal mantar türünün (*Agaricus campestris*, *A. bisporus*, *Armillaria mellea*, *Boletus edulis*, *Pleurotus ostreatus*, *C. comatus*, *Oudemansiella radicata*) yağ asidi içeriğini belirlemeye yönelik yapılan çalışmada mantar örneklerinin tümünde miktarı en fazla olan yağ asidinin

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



linoleik asit olduğu tespit edilmiştir. Miktarı fazla olan diğer yağ asitlerinin palmitik, palmitoleik, stearik, oleik ve araşidik asitler olduğu görülmüştür. Bengü (2019) tarafından *Laetiporus sulphureus*, *Suillus luteus* ve *Coprinus atramentarius* makromantarları üzerinde yapılan çalışmada değişik oranlarda yağ asitleri belirlenmiş, miktarı en fazla olan yağ asidinin *L. sulphureus*'da oleik asit, diğer mantar türlerine ait örneklerde ise linoleik asit olduğunu tespit edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma aynı başlıkla XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresinde (9-11 Ekim 2019, Samsun) poster olarak sunulmuştur. Çalışmamızı 2012/048 numaralı proje ile destekleyen Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığına ve kimyasal analizler sırasında yardımlarını esirgemeyen Bingöl Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı uzman personeline teşekkür ederiz

Kaynaklar

- Agrahar-Murugkar, D. ve Subbulakshmi, G. (2005). Nutritional Value of Edible Wild Mushrooms Collected from the Khasi Hills of Meghalaya. *Food Chem.*, 89 (4) 599.
- Barros, L., Venturini, B.A., Baptista, P., Estevinho, L.M., ve Ferreira, I.C.F.R. (2008). Chemical Composition and Biological Properties of Portuguese Wild Mushrooms: A Comprehensive Study. *J. Agric. Food Chem.*, 56 3856-3862.
- Bengü, A. (2019). Some Elements and Fatty Acid Profiles of Three Different Wild Edible Mushrooms from Tokat Province in Turkey. *Progress in Nutr.*, 21 (1) 189-193.
- Bon, M. (1987). The Mushrooms and Toadstools of Britain and North-Western Europe. Hodder-Stoughton, London, 352 p.
- Breitenbach, J. ve Kränzlin, F. (1991). Fungi of Switzerland. Vol: 3, Boletes and Agarics 1. Part, Verlag Mykologia CH-6000 Luzern 9, Switzerland, 361 p.
- Christie, W.W. (1990) Gas Chromatography and Lipids. The Oil Press, Glaskow, 302 p.
- Çağlarımak, N., Ünal, K. ve Ötles, S. (2012). Nutritional Value of Edible Mushrooms Collected from the Black Sea Region of Turkey. *Mycologia Aplicada Int.*, 14 (1) 1-5.
- Demirbaş, A. (2001). Concentrations of 21 Metals in 18 Species of Mushrooms Growing in the East Black Sea Region. *Food Chem.*, 75 453-457.
- Diez, V.A. ve Alvarez, A. (2001). Compositional and nutritional studies on two wild edible mushrooms from northwest Spain. *Food Chem.*, 75 417-422.
- Durmaz, F., Şimşek Sezer, E.N. ve Aktaş, S. (2018). Yenilebilir Bir Tür Olan *Lycoperdon utriformis* Bull.'in Yağ Asit Kompozisyonlarının Gaz Kromatografisi (GC)'de Tayin Edilmesi. *Mantar Der.*, 9 (1) 50-53.
- Hara, A. ve Radin, N.S. (1978) Lipid Extraction of Tissues with a Low-Toxicity Solvent. *Analytical Biochemistry* 90 420-426.
- Harvey, R.A. ve Ferrier, D.R. (2011). *Biochemistry 5th Edition*, Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer Business. 182.
- Manzi, P., Aguzzi, A. ve Pizzoferrato, L. (2001). Nutritional Value of Mushrooms Widely Consumed in Italy. *Food Chem.*, 73 321-325.
- Mendil, D., Uluözlü, Ö.D., Hasdemir, E. ve Çağlar, A. (2004). Determination of Trace Elements on Some Wild Edible Mushroom Samples from Kastamonu Turkey. *Food Chem.*, 88 281-285.
- Moser, M. (1983). *Keys to Agarics and Boleti*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 535 p.
- Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes P.A. ve Rodwell V.W. (2003). *Harper's Illustrated Biochemistry*, Twentysix Edition, McGraw-Hill Companies, 593.
- Phillips, R. (1981). *Mushrooms and Other Fungi of Great Britain & Europe*. Pan Books Ltd., 288p, London.
- Racz, L., Papp, L., Prokai, B. ve Kovacz, Z. (1996). Trace Element Determination in Cultivated Mushrooms: An Investigation of Manganese, Nickel, and Cadmium intake in Cultivated Mushrooms Using ICP Atomic Emission. *Microchemical J.*, 54 444-451.
- Sanmee, R., Dell, B., Lumyong, P., Izumori, K. ve Lumyong, S. (2003). Nutritive Value of Popular Wild Edible Mushrooms from Northern Thailand. *Food Chem.*, 82 527-532.
- Sharma, S.K. ve Gautam, N. (2015). Chemical, Bioactive, and Antioxidant Potential of Twenty Wild Culinary Mushroom Species. *BioMed Res. Int.*, 1-12.
- Toledo, C.V., Barroetaveña, C., Fernandes, Â., Barros, L. ve Ferreira, I.C.F.R. (2016). Chemical and Antioxidant Properties of Wild Edible Mushrooms from Native *Nothofagus* spp. Forest, Argentina. *Molecules*, 21 1201.
- Tvrzicka, E., Kremmyda, L.S., Stankova, B. ve Zak, A. (2011). Fatty acids as biocompounds: Their role in human metabolism, health and disease – a review. part 1: classification, dietary sources and biological functions. *Biomedical Papers*, 155 (2) 117-130.
- Üstün, O. (2011). Makrofungusların Besin Değeri ve Biyolojik Etkileri. *Türk Hij. Den. Biyol. Derg.*, 68 (4) 223-240.
- Woldegiorgis, A.Z., Abate, D., Haki, G.D., Ziegler, G.R. ve Harvatine, K.J. (2015). Fatty Acid Profile of Wild and Cultivated Edible Mushrooms Collected from Ethiopia. *J. Nutr. Food Sci.*, 5 (3) 360.

XI. Türkiye Yemelik Mantar Kongresi-2019



- Yıldız A., Karakaplan, M. ve Aydın, F. (1998). Studies on *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kum var. *salignus* (Pers. ex Fr.) Konr. Et Matubl.: Cultivation, Proximate Composition, Organic and Mineral Composition of Carpophores. *Food Chem.*, 61 127-130.
- Yılmaz, N., Solmaz, M., Türkecul, İ. ve Elmastaş, M. (2006). Fatty Acid Composition in Some Wild Edible Mushrooms Growing in the Middle Black Sea Region of Turkey. *Food Chem.*, 99 168-174.



Geliş(Received) :06/11/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.643565

İstiridye Mantarının (*Pleurotus ostreatus*) Bazı Biyoteknik Özellikleri ve Kurutma Karakteristiklerinin Belirlenmesi*

Fatih BAYDAŞ¹, Ebubekir ALTUNTAŞ²
Sorumlu yazar: baydas.fa@gmail.com

¹İstiklal Mh. Recep Tayyip Erdoğan Bulv. 46-50-B Barış Sitesi B Blok Kat: 5, Daire:18, Atakum/SAMSUN

Orcid No: 0000-0003-0924-8523 / baydas.fa@gmail.com

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Taşlıçiftlik Yerleşkesi, Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Merkez/TOKAT

Orcid No: 0000 0003 3835 1538 / ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, *Pleurotus ostreatus* (istiridye mantarının) fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Çalışmada %95 saman sapı + %5 buğday kepeği ortamı üzerinde yetişen istiridye mantarları kullanılmıştır. İstiridye mantarları Samsun/Karagüney köyündeki bir mantar üretim tesisinden temin edilmiştir. Çalışmada taze istiridye mantarının fiziksel özelliklerinden geometrik (şapka ve sap materyal boyutları) ve hacimsel özellikler (ağırlık, hacim ve hacim ağırlıkları) belirlenmiştir. Mekanik özellikler olarak delme kuvveti, kimyasal özellik olarak ise pH, suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) ve titre edilebilir asitlik değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca istiridye mantarları 40, 50 ve 60 °C sıcaklıklarda kurutulmuş, taze ve kurutma sonrası renk özellikleriyle birlikte kimyasal özellikleri de incelenmiştir. İstiridye mantarlarında 20, 40 ve 60 mm/min hızlarında elde edilen delme kuvveti değerleri yükleme hızının artmasıyla artış göstermiştir. Üç farklı sıcaklıkta yapılan kurutma işlemleri sonucu, sap ve şapkaların *L* (parlaklık) renk değerleri sıcaklık arttıkça azalmıştır. Mantarların sap ve şapkalarının SÇKM değerlerinin kurutma sıcaklığının artmasına bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Kurutulmuş mantarlarda kimyasal özellikler ile renk özelliklerinin taze mantarlardaki değerlere yakın olabilmesi için kurutma sıcaklığının 40-50°C arasında olması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: İstiridye mantarı, geometrik, hacimsel ve mekanik özellikler, kurutma modelleri

Determination of Some Bio-Technical Properties of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) and Drying Characteristics

Abstract: In this study, the physical, mechanical and chemical properties of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) were investigated. In the study, oyster mushrooms was used which is growing on substrate 95% straw stalk + 5% wheat bran compost. Oyster mushroom samples were obtained from the mushroom production facility in the Samsun/Karagüney village. Physical properties of oyster mushrooms as geometric properties (cap and stalk material sizes), volumetric properties (weight, volume and true density), mechanical properties as the puncture force values, chemical properties (pH, water soluble dry matter content (TSS) and titratable acidity) were examined. In addition, in this study oyster mushrooms were dried at 40, 50 and 60°C temperatures and also, fresh and after the drying, the colour and chemical properties of the oyster mushrooms were investigated. The puncture force values of 20, 40 and 60 mm/min of the puncture test in oyster mushrooms increased with increasing loading speed. As a result of drying processes, *L* (brightness) colour values for oyster mushroom for stalk and cap materials decreased with increasing drying temperature. After drying, the rates of TSS increased depending on the increase in drying temperature for stalk and cap materials. It is recommended to keep the drying temperature in the temperature range of 40-50°C in order not to reduce the chemical properties and color properties of *L* (brightness).

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Key words: Oyster mushrooms, geometric, volumetric and mechanical properties, drying models

*: Bu çalışma, Fatih BAYDAŞ'ın 'İstiridye Mantarının (*Pleurotus Ostreatus*) Bazı Biyoteknik Özellikleri ve Kurutma Karakteristiklerinin Belirlenmesi' konulu Yüksek Lisans Tezinin özetidir.

Giriş

Biyolojik malzemelerin (tarımsal ürünler) hasat ve hasat sonrası mühendislik özelliklerinin (fiziksel, mekanik, aerodinamik-hidrokinamik, optik, akustik, kimyasal vb.) belirlenmesi; sınıflandırma, taşıma-iletim, depolama, paketleme ve ambalajlama gibi hasat sonrası döneme ait mühendislik çalışmalarında, kullanılacak ilgili makine-tesislerin tasarımı ve geliştirilmesinde, bu makine ve tesislerin iş başarılarının belirlenmesinde, ürün işleme ve ürün kalite kontrol aşamalarında ve son olarak tüketiciye sunulmasında belirleyici bir rol oynamaktadır (Sinn ve Özgüven, 1989).

Mantar; tarımsal, sanayi, orman ve evsel atıklar gibi lignoselülozik materyalleri yiyecek, yem ve gübreye dönüştüren çevre dostu bir üründür (Eren ve Pekşen, 2016). Mantarlar protein, mineral maddeler ve vitaminler bakımından zengin gıdalardır (Turfan ve ark., 2018). Düşük yağ ve enerji içeriğine sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı önemli bir diyet yiyeceği kabul edilmektedir (Pekşen, 2013).

Son yıllarda, dünya kültür mantarı üretiminde hızlı bir büyüme yaşanmıştır. 2017 yılında dünya mantar üretim miktarı 10 242 000 ton, Türkiye mantar üretim miktarı ise 40 874 ton olarak belirtilmiştir (FAO, 2019). Türkiye'de 2014 yılı için kültür mantarının yıllık kişi başına mantar tüketim miktarı 579.2 g olarak belirlenmiştir. Günümüzde 100'den fazla ülkede kültür mantarı yetiştiriciliğinin yapılmakta olduğu ve üretim miktarının yıllık %6-7 oranında arttığı, ayrıca Avrupa ve Amerika'daki ülkelerde, mantar üretiminde mekanizasyon ve otomasyonun yüksek seviyede olduğu ileri teknolojiler kullanıldığı vurgulanmaktadır (Eren ve Pekşen, 2016).

Pleurotus ostreatus (istiridye mantarı), *Agaricus bisporus* (beyaz şapkalı) türünden sonra, dünyada ve Türkiye'de en çok üretilen ikinci sıradaki kültür mantarıdır. *Pleurotus* türleri arasında *Pleurotus ostreatus* dünyada ve ülkemizde üretimi en çok yapılan türdür. İstiridye mantarının şapka kısmı ortalama 5-25 cm arasında geniş ve istiridyeye benzer bir yapıdadır. İstiridye mantarı doğada ağaçların gövdeleri, kütükleri, tomrukları ve direkleri üzerinde kümeler halinde bulunur (Anonim, 2016). İstiridye mantarı, beyaz şapkalı mantar (*Agaricus bisporus*) türünden farklı olarak yetiştirme ortamının (kompost) hazırlanmasında kompostlanmaya ihtiyaç duymaması, çevresel kontrollere çok daha az ihtiyaç duyması, hastalık ve zararlılara karşı dirençli olması gibi

nedenlerden dolayı üretimi daha cazip görünmektedir (Sánchez, 2010). Verim ve besin değerinin yüksek olması nedeniyle gün geçtikçe popülaritesi artan ve hızla yaygınlaşan bir türdür (Pekşen, 2013).

Türkiye'de mantar sektöründeki gelişmeler için beyaz şapkalı mantar haricindeki mantar türlerinde de üretimin artırılması gerekmektedir. Antalya İhracatçılar Birliği (AİB) tarafından 2013 yılı istatistikleri incelendiğinde, taze haldeki kültür mantarlarının yanında kurutulmuş, dondurulmuş ve konserve şeklinde birçok ülkeye 201 ton mantar ihraç etmiştir (AİB, 2013). 2017 yılı verilerine göre, Türkiye, dünya mantar ihracatında 517 ton ile 42'nci sırada olup, mantar üretiminde ise ortalama 40 bin ton ile 16'ncı sırada yer almıştır (Aktaş, 2019). Son yıllarda ülkemizde beyaz şapkalı mantar dışında farklı mantar türlerinden özellikle *Pleurotus ostreatus* türüne çok ciddi bir talep söz konusudur.

Kurutma işlemi, ürün kalitesinde herhangi bir bozulmaya neden olmadan tarımsal materyalin neminin en kısa sürede ve en az enerji harcayarak son nem değerine düşürmeye çalışılması işlemidir (Polatçı, 2008). Mantar, daha çok taze olarak tüketilen tarımsal bir ürün olmasına karşın son yıllarda kuru olarak da tüketilmektedir. Dünyada üretilen yemeklik mantarların %40-50'si taze olarak tüketilirken, geri kalanı konserve, dondurulmuş veya kurutulmuş olarak pazarlanmaktadır. Kurutulan mantarlar; çorba, pizza ve hazır yemek konservelerinde bileşen olarak değerlendirilmekte ve ayrıca mantar tozu olarak da farklı gıda bileşenlerinde kullanılmaktadır (Erbay ve Küçüköner, 2008). Genel olarak mantarların raf ömrünün taze halde iken kısa olması ve ulaşımda yaşanan sıkıntılardan dolayı, mantarların hasat sonrası kurutularak muhafaza edilmesi yöntemi, işletmeciler tarafından dikkate alınmaktadır (Doğan ve ark., 2014). Türkiye, 2015-2017 yılları arasında ve 2018 yılı ilk 11 ay toplam 30 527 028 dolar karşılığı 3 287 ton mantar ihracatı gerçekleştirmiştir (Aktaş, 2019).

Mantar üretiminin, diğer tarımsal faaliyetlerle karşılaştırıldığında, birim alandan en fazla gelir elde edilebilen ürünlerin başında olmasından dolayı, Türkiye'nin, Dünya'da hızla artan bu pazar payından yarar sağlayabilecek potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Son yıllarda istiridye mantarı üretimi üzerinde büyük çapta ilgi artmakta, bu konuda gereken bilimsel çalışmaların yapılması da birçok farklı yönden

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



önemli olmaktadır. İstiridye mantarının, biyoteknik özelliklerinin bilinmesi, hasat sonrası işlemlerde ürünün deforme olmadan hacim, boyut, yoğunluk ve materyalin şekli gibi fiziksel özelliklerinin korunabilmesi açısından önemlidir. Ayrıca hacim ve boyut özelliklerinin bilinmesi; hasat sonrası ürünü işleme aşamalarında (depolama, paketleme, ambalajlama vb.) oldukça önem arz etmektedir. Ayrıca etüvde yapılan kurutma işlemleri, kimyasal ölçümler ve renk değerlerinin bilinmesi, hem kurutma öncesi taze ürün için, hem de kurutma sonrası elde edilen ürünler için renk ve kimyasal özelliklerinin korunabilmesi açısından önemlidir. Özellikle ürünlerin renk özelliklerinin korunması, ürünün pazarlanması ve tüketici istekleri açısından oldukça önemli bir parametredir.

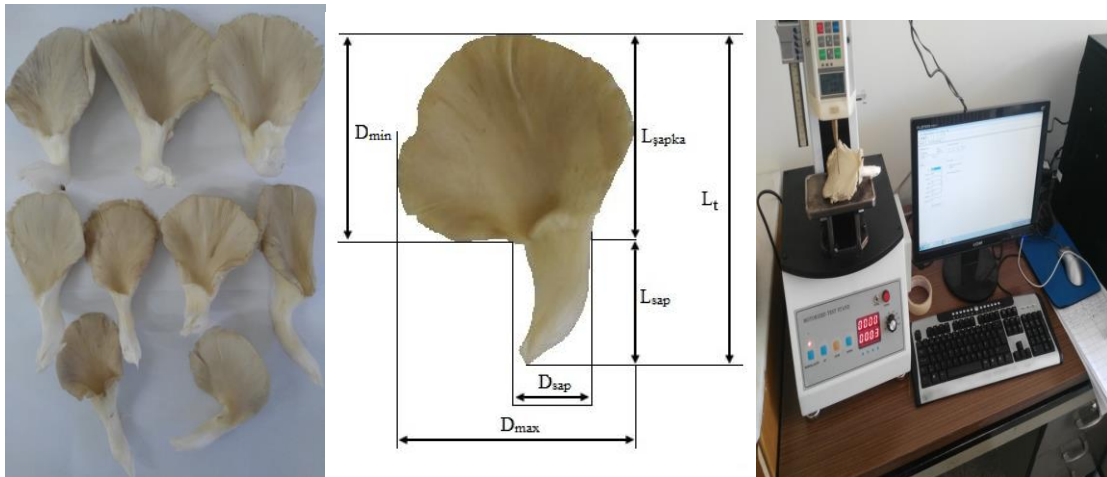
Literatürde istiridye mantarı ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların kurutma özellikleri ile ilgili olanları; Ekşi (1980), Nehru ve ark. (1995), Gothandapani ve ark. (1997), Pal ve Chakraverty (1997), Tulek (2011) tarafından yapılmıştır. Paksoy ve ark. (2014), beyaz şapkalı mantar (*Agaricus bisporus*)'ın hasat, işleme, taşıma, tasnif, ayırma ve paketleme ekipmanlarının tasarımı için önemli olan mineral içerikleri ve bazı fiziksel özelliklerini belirlemişlerdir. Tüm literatür incelemeler sonucu, istiridye mantarının fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerinin birlikte ele alındığı herhangi bir literatüre ulaşılamamıştır. Son yıllarda istiridye mantarı üretimine olan ilginin artması nedeniyle bu konuda gerekli bilimsel çalışmaların yapılması birçok açıdan faydalıdır.

Bu çalışmada, istiridye mantarının (*Pleurotus ostreatus*) fiziksel, mekanik ve kimyasal gibi biyoteknik özellikleri incelenmiş ve ürünün kalitesinin korunmasına yönelik olarak farklı sıcaklıklardaki kurutma işlemleri yapılarak, renk ve kimyasal özelliklerdeki değişimleri de incelenmiştir.

Materyal ve metot

Bu çalışmada materyal olarak, Samsun İli Kayagüney köyünde bulunan mantar üretim tesisinden alınan istiridye mantarları kullanılmıştır. Çalışmanın hassasiyeti göz önünde bulundurularak, tesise her koşulda ve zamanda ulaşılabileceği düşünülerek bu mantar üretim tesisi seçilmiştir. Çalışmada incelemesi yapılan istiridye mantarlarının yetiştirme ortamı olarak %95 saman sapı + %5 buğday kepeği içerikli kompost kullanılmıştır. *Pleurotus ostreatus* (istiridye mantarlarının) biyoteknik özelliklerine ait fiziksel ve mekanik özellikleri ile kurutma işlemleri, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Biyolojik Malzeme ve Kurutma Laboratuvarlarında, kimyasal analizleri ise, Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarında yürütülmüştür.

İstiridye mantarlarının fiziksel ölçümlerinde; boyut ve mantar kütlesi için sırasıyla, 0.01 mm hassasiyetinde dijital kumpas (Model No; CD-6CSX, Mitutoyo, Japonya) ve 0.001 g hassasiyette (Kern EW 620- 3 NM, Almanya) hassas terazi kullanılmıştır. Fiziksel ölçümlerde tesadüfi seçilen toplam 60 adet tüm istiridye mantar örneği materyal olarak kullanılmıştır. Ölçümler tüm materyal, şapka ve sap kısımları ayrı ayrı olacak şekilde yapılmıştır (Şekil 1). Boyutlandırma; mantar örneğinin şapka ve sap kısımlarının ayrı ayrı değerlendirilmesinde, örnek materyaldeki renk farklılığı (kahverengi ve beyaz) dikkate alınmıştır. İstiridye mantarının boyutlandırılmasında; L_t (tüm materyal uzunluğu, mm), $L_{şapka}$ (şapka uzunluğu, mm), L_{sap} (sap uzunluğu, mm), D_{max} (maksimum şapka çapı, mm), D_{min} (minimum şapka çapı, mm) ve D_{sap} (sap çapı, mm) olarak belirlenmiştir. D_{min} ile $L_{şapka}$ boyutları birbirine eşit olup çalışmada sonuçlarda $L_{şapka}$ değerleri verilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Denemelerde kullanılan istiridye mantarları, boyutlandırma ve mekanik ölçümler

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



İstiridy mantarı hacim ağırlığının belirlenmesinde, sıvı yer değiştirme metodu kullanılmıştır. Bu tür çalışmalarda Toluene, etil alkol vb. sıvılar kullanıldığı gibi, saf su da kullanılabilir. Bu çalışmada akışkan olarak saf su kullanılmıştır (Mohsenin, 1980). Darası alınan dereceli ölçü kabına saf su konularak sıvı yer değiştirme değeri mantar hacmi (cm³ olarak) olarak belirlenmiş mantar örnek ağırlığı ve mantar hacmi değerleri esas alınarak mantar hacim ağırlığı (gerçek hacim ağırlığı, true density) değerleri kg m⁻³ cinsinden belirlenmiştir (Mohsenin, 1980).

İstiridy mantarlarının mekanik özelliklerinin belirlenmesinde, mantar örneklerinin puncture (delme) testi için motorlu ve hız üniteli 'Biyolojik Materyal Test Cihazı' (Sundoo, SH-50, 50 N, 0.01 N, Çin) kullanılmıştır (Şekil 1). Bu test cihazı, dijital çeki bası dinamometre, ölçüm cetveli standı, bilgisayar programı ve bağlantı kablolarından oluşmaktadır. Yükleme hızları olarak 20, 40 ve 60 mm/min kullanılmıştır. Test cihazı ile farklı aparat uçlar kullanılarak delme, sıkıştırma, kesme ve çekme işlemleri yapılabilmektedir. İstiridy mantarlarının delme testleri için 1.2 mm çaplı çelik iğne uç kullanılarak delme kuvveti değerleri N cinsinden belirlenmiştir. Delme ölçümlerinde şapka kısmından her bir mantar örneği için 3 farklı noktadan ölçüm alınıp, değerlendirmeler bu değerlerin ortalaması üzerinden yapılmıştır. Çalışmada, istiridy mantar örneğinin mekanik özelliklerden delme testi için tesadüfi seçilen 10 mantar örneği kullanılmıştır.

İstiridy mantarı kurutma işlemlerinde, mantar örneklerinin nem tayini ve kurutma denemelerinde, sıcaklık kontrollü, havalandırıcı sisteme sahip kurutma dolabı (etüv) kullanılmıştır. Kurutma yöntemi için etüvün kullanılmasının nedeni; kurutma sırasında sıcaklık kontrolü yapılabilmesi ve endüstride çok fazla tercih edilmesidir. Kurutma işleminde kullanılan etüv 'Şimşek Laborteknik' marka ve ST-055 tipinde olup 250 °C sıcaklığa kadar ayarlanabilme özelliğine sahiptir. Çalışmadaki *Pleurotus ostreatus* (istiridy mantarı)

örneklerinin nem içerikleri için örnekler küçük parçalara ayrılmış, kuru etüvde 70°C sıcaklıkta son ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Denemelerde incelenen istiridy mantarlarının nem içeriği yaş baza göre şapka için %90.47, sap için ise %84.17 olarak belirlenmiştir. Yapılan ön denemeler sonucunda, kurutma sırasında kullanılacak en düşük ve en yüksek sıcaklıklar belirlenmeye çalışılmıştır. Ön denemeler sonucunda, bu çalışma için kurutma sıcaklıkları için 40°C, 50°C ve 60°C sıcaklıklar dikkate alınmıştır. Etüvde kurutma yapılırken belirlenen zaman dilimlerinde, mantar örneklerinin sabit nem değerine gelinceye kadar ağırlık kayıpları hassas terazi ile tartım yapılarak belirlenmiştir. Çalışmada, araştırma materyali olarak kullanılan istiridy mantarlarının kurutma işlemi esnasında, zamana bağlı olarak üründen uzaklaştırılan nemi belirlemek için aşağıda verilen eşitlikler kullanılmıştır.

$$ANO = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e}$$

ANO: Ayrılabilir nem oranı

M: Kurutulan materyalin anlık nem içeriği

M_e: Kurutulan materyalin verilen durumdaki denge nemi

M₀: Kurutulan materyalin ilk nem içeriği

İstiridy mantarlarının tüm materyal olarak değil, farklı tekstür özelliğine sahip olmalarından dolayı şapka ve sap kısımları ayrı ayrı kurutulmuştur. Kurutma işlemindeki nem değişiminin modellenmesi için 'Lewis', 'Modified Page', 'Midilli Küçük' ve 'Exponential Decay' modelleri kullanılmıştır. Bu matematiksel modellerin, farklı tarımsal materyaller için kullanılan önceki literatür çalışmalarındaki model uygulamalarıyla da uyumlu olmasına dikkat edilmiştir. İstiridy mantarlarının kurutma çalışmalarında, üçer tekerrür halinde gerçekleştirilerek nem değişim değerlerinin ortalaması alınmıştır. Üç tekerrüre ait ortalama değerden tek bir kuruma modeli oluşturulmuştur. Kullanılan modellerin eşitlikleri aşağıda verilmiştir:

Kurutma Modeli	Model eşitliği	Referanslar
Lewis	f=exp (-k.t)	Lewis (1921)
Modified Page	f=exp -(k.t) ⁿ	White ve ark. (1981)
Midilli Küçük	f=h.exp (-j.(t ^k))+m.t	Midilli ve ark. (2002)
Exponential Decay	f=a.exp (-b.x)	Polatçı (2012)

Kurutma modellerini oluşturmak için SigmaPlot (10.0) paket programı kullanılmış olup, matematiksel modellerdeki formüllerde kullanılan bazı katsayı değerleri, ilgili programda kullanılarak mantar örneklerinin kurutma eğrileri/modelleri oluşturulmuştur. Kurutma

eğrilerinin sonuç raporlarında verilen ve modellere ait formüllerin katsayıları ile modellere ait kuruma eğrilerinin (p) değerleri ve R² değerleri de ayrıca verilmiştir (Polatçı, 2012).

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



İstiridye mantarlarının renk ölçümlerinde, renk ölçer cihazı (Minolta Co., model CR-400, Tokyo, Japonya) kullanılmıştır. İstiridye mantarları örneklerinin şapka ve sap renk özelliklerine ait L , a , b renk değerleri ile Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme Derecesi (Browning Index) ölçülmüştür. Şapka ve sap kısmına ait renk değişimi oldukça farklılık gösterdiği için tüm materyal için renk ölçümü yerine şapka ve sap materyali ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mantar örneklerinin şapka ve sap kısmı için L , a , b cinsinden renk skala değerleri materyal üzerinde üç farklı ölçüm alınıp bu değerlerin ortalaması ortalama değer olarak kullanılmıştır. Çalışmada, istiridye mantar örneğinin L , a ve b renk skalası ölçümleri için 10

$$C = [a^2 + b^2]^{1/2} \quad h = \left[\tan^{-1} \frac{b}{a} \right] \quad x = \frac{(a + 1.75L)}{(5.645L + a - 3.012b)} \quad BI = \frac{[100(x - 0.31)]}{0.17}$$

İstiridye mantarlarının kimyasal özelliklerinde; mantar örneklerinin püre haline getirilmesi için blendır (Philips marka 700 W) kullanılmış, pH ölçümleri için pH metre (HI9321, Hanna, ABD) kullanılarak, istiridye mantarları taze halde ve üç farklı sıcaklıkta (minimum 40°C, optimum 50°C ve maksimum 60°C) kurutulmuş olan örnekler için de pH ölçümü yapılmıştır. Titre edilebilir asitlik ölçümü için manyetik karıştırıcı, SÇKM ölçümleri için ise pH ölçümü için elde edilen sulu materyalden bir el pipeti vasıtasıyla yeterince çekilen sıvı dijital refraktometreye (PAL-1, Atago McCormick Fruit Tech., Yakima, Wash., ABD) damlatılmış, SÇKM değeri % olarak ifade edilmiştir. Titre edilebilir asitlik (TEA) değerinin belirlenmesinde; mantar örneklerinden pH ölçümü için hazırlanan sulu materyal örneğinden 10 ml alınarak üzerine 10 ml saf su eklenmiş ve pH'nın 8.1 değerine ulaşıncaya kadar harcanan 0.1 mol/L NaOH çözeltisi (ml) miktarı, dikkate alınarak, malik asit cinsinden (g malik asit/100 g) aşağıdaki formül ile hesaplama yapılmıştır (Cemeroğlu, 2007).

$$A = \frac{[S \times N \times E]}{B} \times 100$$

B

A= Asit miktarı (g malik asit/100 g)

S= Harcanan sodyum hidroksit miktarı (mL)

N= Harcanan sodyum hidroksitin normalitesi

E= İlgili asidin equivalent değeri (malik asit için 0,067 g alınmaktadır)

B= Alınan örnek miktarı (mL)

Yapılan çalışmada, istiridye mantarının fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri ile kurutma karakteristiklerinin

mantar örneği kullanılmış, taze halde ve üç farklı sıcaklıkta (minimum 40°C, optimum 50°C ve maksimum 60°C) kurutulmuş olan örnekler için de renk skalası ölçümleri ayrı ayrı yapılmıştır. Kroma (C) rengin saflığını ve doygunluğunu tanımlamaktadır (McGuire, 1992). Kroma ve Hue açısı (h) değerleri Bernalte ve ark. (2003)'ün belirttiği aşağıdaki eşitliklerle elde edilmiştir. Kahverengileşme derecesi (Browning Index, BI), kahverengi rengin saflığını temsil eder ve esmerleşme ile ilişkili önemli bir parametre olarak kabul edilir (Mohammadi ve ark., 2008).

belirlenmesine yönelik parametrelere ait tüm veriler, SPSS istatistik paket programı (SPSS, 17.0) ile SigmaPlot istatistik paket programı (SigmaPlot, 10.0) kullanılarak değerlendirilmiştir. Renk ölçümleri, mekanik ölçümler ve kimyasal ölçümler için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Çoklu karşılaştırma için ise Duncan testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

İstiridye mantarının fiziksel özellikleri

Çalışmada, istiridye mantar örneklerinin fiziksel özelliklerine ait boyut ölçümleri, en düşük, en yüksek, ortalama ve standart hata değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'de görüleceği gibi, tüm materyal uzunluğu (L_t) değerinin ortalama değerinin 108.24 mm olduğu saptanmıştır. Mantar boyutları türe, yetiştirme ortamına ve çeşitli bölgelerdeki üretim tekniğine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. İstiridye mantarlarına ait örneklerin şapka ve sap kısımları için yapılan ölçümlerde istiridye mantarları örneklerine ait şapka uzunluğu (şapka maksimum çapı) değerleri ortalama olarak 70.47 mm ve sap uzunluğu değerleri ortalama 37.77 mm değerinde bulunmuştur. İstiridye mantarlarının şapkalı baz alınır; minimum ve maksimum çaplarının (D_{max} , D_{min}) yatay veya düşey düzlemde birbirlerine kısmen yakın değerlerde oldukları görülmektedir. İstiridye mantarı örneklerine ait sap kısmına ait çap değerlerinin ortalama değeri 10.09 mm olduğu, genel olarak da istiridye mantarı sap kısmına ait boyutların, şapka boyutlarına göre oldukça küçük değerlerde olduğu bu çalışmada da gözlenmiştir (Tablo 1).

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Tablo 1. İstiridyeye mantarı örneklerinin boyut özelliklerine ait, minimum, maksimum ve ortalama değerler (mm) ile standart hata değerleri

	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Hata
L_t	108.24	136.54	82.05	2.483
$L_{\text{şapka}}$	70.47	88.58	55.92	1.413
D_{min}	61.89	86.03	45.05	1.972
L_{sap}	37.77	47.96	26.13	1.037
D_{sap}	10.09	13.60	6.22	0.324

İstiridyeye mantarı için sap uzunluklarına yönelik literatür incelendiğinde, Koçyiğit ve Günay (1984), istiridyeye mantarı için sap uzunluğunu 21.7-30.6 mm, Güler ve Ağaoğlu (1995) 32.2±1.99 mm olarak belirlemişlerdir. Küçükomuzlu ve Pekşen (2003) ise istiridyeye mantarlarının sap uzunluğunu 12.1 cm olarak bulmuştur. Bu çalışmada bulunan sonuçlar, literatür sonuçlarından alt ve üst limit değerlere göre daha yüksek bulunmuştur. İstiridyeye mantarı için sap çapına yönelik literatür incelendiğinde; Koçyiğit ve Günay (1984) yaptığı çalışmada, *Pleurotus ostreatus* için 10.00-11.50 mm; Güler ve Ağaoğlu (1995) 9.7± 0.50 mm olarak açıklamışlardır. Küçükomuzlu ve Pekşen (2003) ise istiridyeye mantarı için sap çapını 11.2 mm, olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada bulunan sonuçlar, literatür sonuçlarından alt ve üst limit değerlerine göre daha düşük değerlerde bulunmuştur.

Lelley (1974), *P. ostreatus*'un şapka eninin 50-300 mm arasında olduğunu ve bu sonuçlara, değişik faktörlerin etki edebileceğini ifade ederken Boztok ve Tüzel (1980), *Pleurotus* türlerinde şapka eninin, mantarın yetiştirildiği ortam koşullarına bağlı olarak 50-150 mm aralığında değişkenlik gösterdiğini açıklamıştır. Koçyiğit ve Günay (1984), *P. ostreatus* mantar türünün şapka enini 45.8-59.4 mm olduğunu açıklamışlardır. Güler ve Ağaoğlu (1995), şapka eninin *P. ostreatus* türünde 67.2±0.15 mm ve *Pleurotus sajor-caju* türünde ise 69.2±4.30 mm olarak bildirmiştir. Küçükomuzlu ve Pekşen (2003), *P. ostreatus* türünde şapka enini 60.8 mm, *Pleurotus sajor-caju* türünde ise 58.3 mm olarak belirlemişlerdir. Pekşen (2001), *Pleurotus sajor-caju*'nun şapka eninin 61.3-83.4 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada bulunan sonuçlar, literatür sonuçlarından alt limit değerden daha yüksek, üst limit değerden ise daha düşük değerdedir.

Paksoy ve ark. (2014), yapmış oldukları çalışmada beyaz şapkalı kültür mantarına ait maksimum ve minimum şapka çaplarını sırasıyla 29.96±3.4 mm ve 23.12±2.11 mm olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada, beyaz şapkalı kültür mantarları örneklerinin mantar uzunluğunun ve şapka uzunluklarının ise sırasıyla 30.48±5.07 mm ve 17.19±2.33 mm olarak elde

etmişlerdir. Bu çalışmada, *Pleurotus ostreatus* için toplam materyal uzunluğunun 108.24 mm ve şapka uzunluğunun ise 70.47 mm olduğu belirlenmiştir. Tür özelliklerine bağlı olarak istiridyeye mantarları, şapkalı mantara göre hem toplam uzunluk ve hem de şapka uzunluğu açısından oldukça büyük bir mantar geometrisine sahiptir. İstiridyeye mantarının boyutsal özellikleri için genel bir değerlendirme yapılacak olursa, sap ve şapka kısımları için bu çalışma ve önceki çalışmalardaki değerler arasındaki farklılıkların mantar türüne, farklı yetiştirme ortamına (kullanılan kompost malzemesi, yetiştirme yöntemi, yetiştirme ortamı ve iklimsel faktörler vb.) bağlı olduğu söylenebilir. İstiridyeye mantarının boyutsal özellikleri özellikle, hasat sonrası sınıflandırma, taşıma, kurutma, depolama, ambalajlama ve paketleme gibi hasat sonrası mühendislik uygulamaları, tesis ve makinelerinin tasarımı ve projelendirilmesinde önemli ölçüde dikkate alınması gereken fiziksel özelliklerindedir.

İstiridyeye mantarının hacimsel özellikleri

Bu çalışmada, istiridyeye mantarlarına ait örneklerin hacimsel özellikleri, Tablo 2'de verilmiştir. İstiridyeye mantarlarının tüm materyal ağırlıklarına ait ortalama değer, 19.70 g iken, şapka ağırlıkları ortalaması 14.01 g ve sap ağırlıkları ortalaması ise 4.78 g olarak belirlenmiştir. İstiridyeye mantarları örneklerinin hacim özelliğine ait ortalama değerleri tüm materyal, şapka ve sap materyal için sırasıyla 24.88 cm³, 19.66 cm³, 3.22 cm³ olarak belirlenmiştir. Paksoy ve ark. (2014), yapmış oldukları çalışmada; beyaz şapkalı kültür mantarları için mantar ağırlığını 1.08±0.26 g ve mantar hacimlerini ise 2.93±0.11 cm³ şeklinde bulduklarını ifade etmişlerdir. Koçyiğit ve Günay (1984), yaptıkları çalışmada *P. ostreatus*'un mantar (tüm materyal) ağırlığını 5.89-10.15 g arasında belirlemişlerdir. Pekşen (2001), *P. sajor-caju* mantar türünde ortalama mantar ağırlığının 5.84-13.0 g aralığında İlbaý ve Okay (1996) ise, 3.85-11.52 g aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Küçükomuzlu ve Pekşen (2003) ortalama mantar ağırlığını *P. ostreatus* mantar türü için 14.19 g, *P. sajor-caju* türü için ise 12.56 g olarak açıklamışlardır. Gibriel ve ark. (1996), istiridyeye

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



mantarları hasadının ilk haftalarında ortalama mantar ağırlıklarının 17.57- 66.47 g arasında değişim gösterdiğini, son haftalarda ise 2.93-11.0 g aralığında olduğunu saptamışlardır. Ertan (1986) ise *P. ostreatus* mantar türünün ortalama ağırlığının 33.93-63.67 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Literatür incelendiğinde,

bu çalışmada elde edilen alt limit değer literatürde verilen ağırlık değerinden daha yüksek, üst limit değer ise düşük bulunmuştur. Mantar ağırlığı açısından farklı sonuçların bulunmuş olmasının nedeni, çalışmalarda kullanılan yetiştirme ortamı ve çevre etmenlerinden farklılığı olarak düşünülmektedir.

Tablo 2. İstiridye mantarı örneklerinin hacimsel özelliklerine [(ağırlık (g), hacim (ml), hacim ağırlığı (kg/m³)] ait minimum, maksimum ve ortalama değerler ile standart hata değerleri

Volümetrik (hacimsel) özellikler	Ortalama	Maximum	Minimum	Standart hata
Ağırlık (g)				
Tüm materyal ağırlığı	19.70	24.82	15.38	1.22
Şapka ağırlığı	14.01	19.24	10.32	0.98
Sap ağırlığı	4.78	5.58	3.59	0.27
Hacim (ml)				
Tüm materyal hacmi	24.88	35.00	20.00	1.75
Şapka hacmi	19.66	28.00	13.00	1.36
Sap hacmi	3.22	7.00	2.00	0.49
Hacim Ağırlığı kg m⁻³				
Tüm materyal hacim ağırlığı	728.43	848.18	660.00	21.63
Şapka hacim ağırlığı	793.10	881.30	721.42	15.45
Sap hacim ağırlığı	1279.52	1860.00	742.85	125.77

Bu çalışmada istiridye mantarları örneklerinin gerçek hacim ağırlıkları (true density)'nin ortalama değerleri tüm materyal için 728.43 kg/m³, şapka materyali için 793.10 kg/m³ ve sap materyaline ait ortalama değer ise 1279.52 kg/m³ olarak belirlenmiştir. Lespinard ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmada beyaz şapkalı kültür mantarı (*Agaricus bisporus*) için ortalama hacim ağırlığı değerinin 689.60 kg/m³ olduğunu açıklamıştır. Paksoy ve ark. (2014) ise beyaz şapkalı mantar (*A. bisporus*) hacim ağırlıklarının 375.8 kg/m³ ile 394.6 kg/m³ aralığında olduğunu ifade etmektedirler. Literatüre göre, beyaz şapkalı mantar hacim ağırlıklarının 375.8-689.60 kg/m³ aralığında olduğu görülmektedir. Bu çalışmada ise istiridye mantarının hacim ağırlığı 660.00 ile 848.18 kg/m³ aralığında değiştiği saptanmıştır.

Genel olarak, kültürü yapılan istiridye mantarı gibi beyaz şapkalı mantarların hacimsel özellikleri incelendiğinde, istiridye mantarının beyaz şapkalı mantara göre şekilsel ve geometrik olarak farklılığı gibi hacimsel özelliklerinde de belirgin farklılıkların olduğu söylenebilir.

İstiridye mantarının mekanik özellikleri

İstiridye mantarları örneklerinin delme testi sonucu delme kuvveti veya direnci, farklı yükleme hızları için (20, 40 ve 60 mm/min) belirlenmiştir. Bu yükleme hızları, genel olarak biyolojik malzemelerde uygulanan yükleme hızları olup, istiridye mantarları örneklerinin özellikle şapka kısmında üç farklı noktadan alınan değerlerin ortalamaları dikkate alınmıştır. İstiridye mantarı örneklerinin taze haldeki şapka kısmına ait farklı yükleme hızlarının delme kuvveti değerlerine etkisini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Sonuçta, delme kuvveti değerlerine yükleme hızlarının istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. İstiridye mantarları örneklerinin üç farklı yükleme hızlarındaki şapka kısmından alınan delme kuvvetine ait ortalama, minimum, maksimum değerler ile standart hata değerleri ise Tablo 3'de verilmiştir. Çalışmada uygulanan üç farklı yükleme hızı için ortalama delme kuvveti değerleri sırasıyla 0.36, 0.39 ve 0.41 N olarak bulunmuştur. Ortalama delme kuvvetlerine yükleme hızlarının etkisi, istatistiksel olarak önemli olmamasına rağmen, istiridye mantar örneklerinin, yükleme hızları değişimi artışına bağlı olarak artış gösterdiği gözlenmiştir.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Tablo 3. İstiridye mantarları örneklerinin üç farklı yükleme hızlarındaki şapka kısmından alınan delme kuvveti değerleri (N)

Yükleme hızı (mm/min)	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Hata
20	0.362 ^{öd}	0.44	0.28	0.021
40	0.393 ^{öd}	0.55	0.28	0.036
60	0.411 ^{öd}	0.57	0.29	0.041

^{öd}: önemli değil

İstiridye mantarlarının renk özellikleri

İstiridye mantarı örneklerinin taze haldeki sap ve şapka kısımlarının taze halde (kontrol) ve etüvde farklı sıcaklıklardaki (40, 50 ve 60°C) kurutma sonrası; renk ölçüm değerlerine (*L*, *a*, *b*, Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi) kurutma sıcaklıklarının etkisini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Sonuçlarda, istiridye mantarları örneklerinin mantar sap kısımlarının renk özelliklerinden *L*, *a*, *b*, Hue açısı ve kahverengileşme derecesi renk ölçüm değerlerine, kurutma sıcaklıklarının etkileri $p < 0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu, Kroma renk değerlerine kurutma sıcaklıklarının etkisi ise $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu gözlenmiştir. İstiridye mantarları örneklerinin şapka kısımlarının renk *L*, *a*, *b* Kroma, Hue açısı ve kahverengileşme derecesi renk özelliklerine, kurutma sıcaklıklarının etkisinin ölçüm değerlerine etkileri $p < 0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli etkili olduğu gözlenmiştir.

İstiridye mantarlarının şapka ve sap kısımlarının taze haldeki ve etüvdeki farklı sıcaklıklardaki kurutma sonucu elde edilen renk özelliklerine ait olarak *L*, *a*, *b*, Kroma, Hue açısı ve kahverengileşme derecesi ortalama değerleri, Tablo 4'de verilmiştir. Tablo 4'de görüleceği gibi, şapka kısmı için, sıcaklık değişimiyle mantarın renk

değişimi beyazdan koyu renge doğru artış, başka bir ifadeyle *L* değerlerinde düşüş görülmüş, kırmızılık değerleri taze haldeki *a* değerine göre yüksek değerler verirken, sıcaklıklar arasında farklı değişimler görülmüştür. Kırmızılık (*a*) değerleri açısından istiridye mantarları şapka materyal örneklerinin 50°C sıcaklıktaki kurutmada, 40 ve 60°C'ye göre taze mantar örnekleri değerine daha yakın değerler verdiği görülmektedir. Sarılık (*b*) değerleri açısından, 40 ve 50°C sıcaklıklarda yapılan kurutmalarda, taze mantar değerlerine göre renk korunmuştur. Fakat 60°C'de ise *b* değerlerinin daha büyük değerlerde oldukları belirlenmiştir. İstiridye mantarlarının şapka materyalinin Kroma değerleri taze haldeki Kroma değerine (10.78) göre 40°C sıcaklıkta artış gösterirken, özellikle 60°C'de ise taze haldeki değere göre daha düşük sonuçlar elde edilmiştir. Hue açısı değerleri taze haldeki (70.43) değerine göre kurutma sıcaklıklarına göre daha düşükler bulunup, en düşük değer 60°C'de 50.19 değeriyle gözlenmiştir. Kahverengileşme derecesi (BI) değerleri açısından, 40°C sıcaklıkta yapılan kurutmada, taze haldeki mantar değerlerine göre daha yakın değerler bulunurken, 60°C'de ise kahverengileşme derecesi (BI) değerlerinin en yüksek değerde olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4. İstiridye mantarları örneklerinin şapka ve sap kısımlarının taze haldeki ve etüvdeki farklı sıcaklıklardaki kurutma sonucu elde edilen *L*, *a*, *b*, Kroma, Hue açısı ve kahverengileşme derecesi renk değerleri

Mantar	Kurutma sıcaklığı (°C)	<i>L</i> (Parlaklık)	<i>a</i> (Kırmızılık)	<i>b</i> (Sarılık)	Kroma	Hue açısı	Kahverengileşme derecesi (Browning Index)
Sap	Taze materyal	79.40a ^{**} , ^ξ	2.88b ^{**} , ^ξ	13.13b ^{**} , ^ξ	13.45b [*] , ^ξ	77.34a ^{**} , ^ξ	20.61c ^{**} , ^ξ
	40	53.47b	4.91a	14.09ab	14.94ab	70.55b	37.08b
	50	50.13b	2.92b	15.75a	16.04a	79.36a	41.42ab
	60	42.77c	5.08a	12.88b	13.88b	68.65b	44.24a
Şapka	Taze materyal	81.01a ^{**}	3.55b ^{**} , ^ξ	10.16a ^{**} , ^ξ	10.78a ^{**} , ^ξ	70.43a ^{**} , ^ξ	16.36c ^{**} , ^ξ
	40	44.01b	5.36a	10.38a	11.69a	62.58b	35.51b
	50	37.01c	4.14b	10.43a	11.23a	68.20a	40.85a
	60	25.81d	5.08a	6.10b	7.99b	50.19c	41.09a

** : $p < 0.01$; * : $p < 0.05$; ξ : Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



İstiridyeye mantarları örneklerinin sap kısmındaki renk değişimleri incelendiğinde; kurutma sonrası, L (parlaklık) değerlerinin 40 ve 50°C'de sıcaklıklardaki kurutmada, taze haldeki mantar örneklerine 60°C sıcaklıktaki kurutmaya göre daha yakın olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). İstiridyeye mantarları örneklerinin a (kırmızılık) değerlerinin; 50°C sıcaklıklardaki kurutmada, 40 ve 60°C sıcaklıklardaki kurutmaya oranla taze haldeki değerine daha yakın değerler verdiği gözlenmiştir. İstiridyeye mantarları örneklerinin b (sarılık) değerlerinin 60°C sıcaklıktaki kurutulmuş mantar sap örneklerinin de 40 ve 50°C sıcaklıktaki kurutulmuş mantar sap örneklerine göre, taze haldeki örneklere daha yakın değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. İstiridyeye mantarlarının sap materyalinin Kroma değerleri taze haldeki Kroma değerine (13.45) göre, 60°C sıcaklıkta en yakın değer vermiştir. Hue açısı değerleri taze haldeki (77.34) değerine göre kurutma sıcaklıklarında özellikle daha düşük değerde olup, en düşük değer 60°C'de 68.65 değeriyle bulunmuştur. Kahverengileşme derecesi (BI) değerleri açısından, 40°C sıcaklıkta yapılan kurutmada, taze mantar değerlerine göre daha yakın değerler bulunurken, 60°C'de ise kahverengileşme derecesi (BI) değerlerinin en yüksek değerde olduğu gözlenmiştir. Lespinard ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmada, beyaz şapkalı kültür mantarlarının taze materyal için L , a ve b değerlerini sırasıyla; 85.4, 1.06 ve 16.71 olarak belirlemişlerdir. Ayrıca yapmış oldukları çalışmada; kurutma sıcaklığının artmasıyla beraber, L ve a değerlerinin azaldığını, b değerlerinin ise arttığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada *P. ostreatus* mantar

örneklerinin sap ve şapka materyallerinin L değerlerinin sıcaklık artışıyla azaldığı; a ve b değerlerinin ise sıcaklık artışıyla birlikte farklı sonuçlar gösterdiği gözlenmiştir. Lespinard ve ark. (2008)'in, beyaz şapkalı mantar için bulunduğu sıcaklık artışıyla L değerlerindeki azalış sonucu, bu çalışmada L parametresi için bulunan sonuçla benzerlik gösterdiği görülmektedir. İstiridyeye mantarının renk özellikleri (L , a , b , Kroma, Hue açısı ve kahverengileşme derecesi) özellikle, hasat sonrası bir kalite göstergesi olup, sınıflandırma, kurutma gibi uygulamalarda materyalin tüketici isteklerine göre taze haldeki renk değerlerine göre korunması açısından önemlidir. Ayrıca, parlaklık, renk doygunluğunun yüksek olması, kahverengileşme derecesinin ise en az olması istenmektedir. Özellikle tüketici tarafından tercih edilen şapka materyalinin daha düşük sıcaklıklarda kurutmada parlaklığının korunduğu ve kahverengileşme derecesinin de daha düşük olduğu gözlenmiştir.

İstiridyeye mantarlarının kurutma karakteristikleri

İstiridyeye mantarlarının nem içeriği değerleri % yaş baza göre şapka materyali için %90.47, sap için ise %84.14 olarak belirlenmiştir. Kurutma ile istiridyeye mantarlarının şapka ve sap kısmı için nem seviyesinin yaş baza (%y.b) göre % 9-12 seviyelerine kadar düşürülmesi sağlanmıştır. Elde edilen son nem değerleri ve kurutma süreleri Tablo 5'de verilmiştir. Kurutma işleminde, son nem değerleri her bir kurutma sıcaklığı için üçer tekerrür halinde yapılmış, elde edilen sonuçların ortalamaları alınarak son veri olarak kullanılmıştır.

Tablo 5. Kurutulan istiridyeye mantarlarının son nem (% y.b) değerleri ve kuruma süreleri

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Şapka		Sap	
	Son nem (% y.b)	Kuruma süresi (saat)	Son nem (% y.b)	Kuruma süresi (saat)
40	11.83	28.5	9.48	31.5
50	12.79	19.5	10.51	22.5
60	10.06	16.5	9.35	19.5

Tablo 5 incelendiğinde, istiridyeye mantarları örneklerinin şapka kısımları için kurutma süresi bakımından 40, 50 ve 60°C sıcaklıklardaki, son neme ulaşmaları için geçen süreler, sırasıyla; 28.5, 19.5 ve 16.5 h olarak belirlenirken; sap kısımlarının son neme ulaşmaları için kurutma sıcaklıklarına göre geçen süreler ise sırasıyla 31.5, 22.5 ve 19.5 h olarak belirlenmiştir. İstiridyeye mantarları örneklerinin şapka ve sap kısımlarının ayrı ayrı değerlendirilmesi durumunda, her iki kısımda da, sıcaklık değerlerinin yükselmesiyle birlikte, kuruma sürelerinde

azalmalar olduğu görülmektedir. Şapka ve sap kısımlarının birlikte ele alınması durumunda ise sap kısımlarının, şapka kısımlarına oranla kurutma sürelerinin daha uzun oldukları gözlemlenmiştir. Şapka kısmına göre, istiridyeye mantarı örneklerinin sap kısmının tekstürel açısından daha sert olmasından dolayı, son neme ulaşmaları için daha uzun süre geçtiği tahmin edilmektedir. Ayrıca sap kısmının su tutma kapasitelerinin daha yüksek olduğu, sap kısmının tüketici açısından, lezzet bakımından, şapka kısmına göre fazla tercih

XI. Türkiye Yemelik Mantar Kongresi-2019



edilmeyen, damakta burukluk ve çiğnenme açısından da daha zor bir materyal olduğu söylenebilir. Ekşi (1980), yemelik mantarların kurutulmasında sıcak hava ile kurutma yönteminde, genellikle 55-65°C sıcaklık uygulamasının gerekliliğini, kurutmanın bütün veya dilimler halinde yapılabileceğini, kurutulan mantarlarda su oranının %10-12 civarında olduğunu belirlemiştir. Nehru ve ark. (1995), günlük 2.5 kg kurutma kapasiteli bir güneşli kurutucuda '*Pleurotus florida*' mantarlarını kurutmuşlar, mantarların nem içeriğinin %92.6'dan, %10'a indirmek için gerekli kurutma zamanının ortalama 5.5-6.5 saat olduğunu belirlemişlerdir. Gothandapani ve ark. (1997), ortalama nem değeri %91.4 olan taze istiridye mantarlarını kurutarak %11 nem değerine kadar düşürmüşler, bunun için güneşte kurutmada sürenin yaklaşık 8-9 saat, ince tabaka halinde kurutmaya 110-120 dakika ve akışkan yataklı kurutmada da 80-120 dakikalık bir sürenin geçtiğini açıklamışlardır.

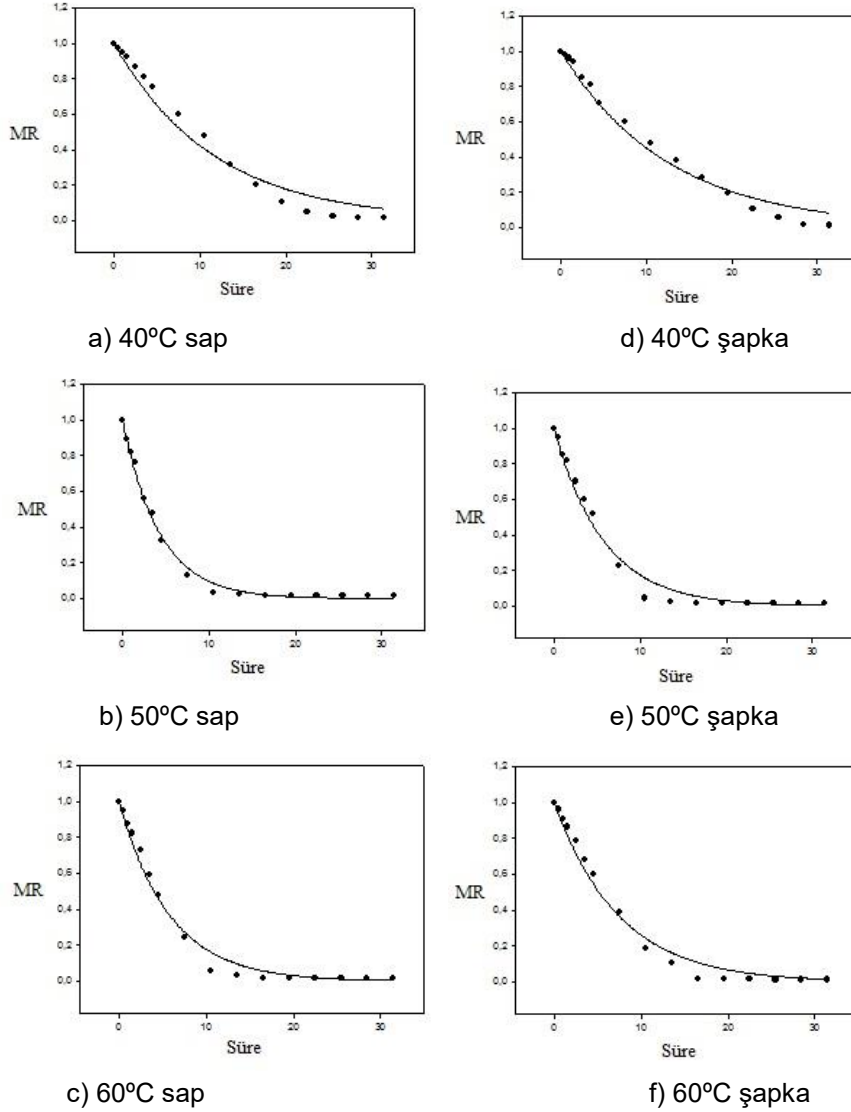
İstiridye mantarlarının kurutma verilerinin modellenmesi

Bu çalışmada, kurutma işlemlerinde kullanılan istiridye mantarı örneklerinin süreye bağlı olarak ayrılabilir nem oranı değişimini belirlemek için kuruma eğrileri oluşturulmuştur. Bu çalışmada kurutma eğrilerini modellemek için '*Lewis*', '*Modified Page*', '*Midilli Küçük*' ve '*Exponential Decay*', matematiksel modeller yaygın olarak kullanılan ince tabaka kurutma modelleri oldukları için tercih edilmiş ve modellere ait eşitlikler kullanılarak varyans analiz sonuçları ile kararlılık katsayısı olan R^2 değerleri elde edilmiştir. Uygulanan tüm modellemelerde modellerin güvenilirlik testi için, varyans analiz sonucunu ifade eden P değeri 0.05 değerinden daha düşük olarak belirlenmiştir. '*Lewis*' modeli uygulanarak elde edilen ve model eşitliğinde yer alan k sayısal değerleri ile eşitliklerin kararlılık değerini ifade eden R^2 ve varyans analiz sonucu P değerleri Tablo 6'da verilmiştir. '*Lewis*' modeline ait farklı sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi sap ve şapka kısımları için Şekil 2'de verilmiştir.

Tablo 6. '*Lewis*' kurutma modeli eşitliğine ait sayısal değerler ve k , R^2 ve P parametreleri

Materyal	Kurutma sıcaklığı (°C)	k	R^2	P
Sap	40	0.0861	0.9737	<0.0001
	50	0.2343	0.9942	<0.0001
	60	0.1730	0.9862	<0.0001
Şapka	40	0.0793	0.9826	<0.0001
	50	0.1747	0.9847	<0.0001
	60	0.1349	0.9852	<0.0001

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Şekil 2. 'Lewis' modeline ait istiridye mantarlarının sap kısımları (a, b, c) ve şapka kısımlarının (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kuruma eğrileri (X eksenindeki süreler saati, Y eksenindeki MR ise kütle (g) göstermektedir)

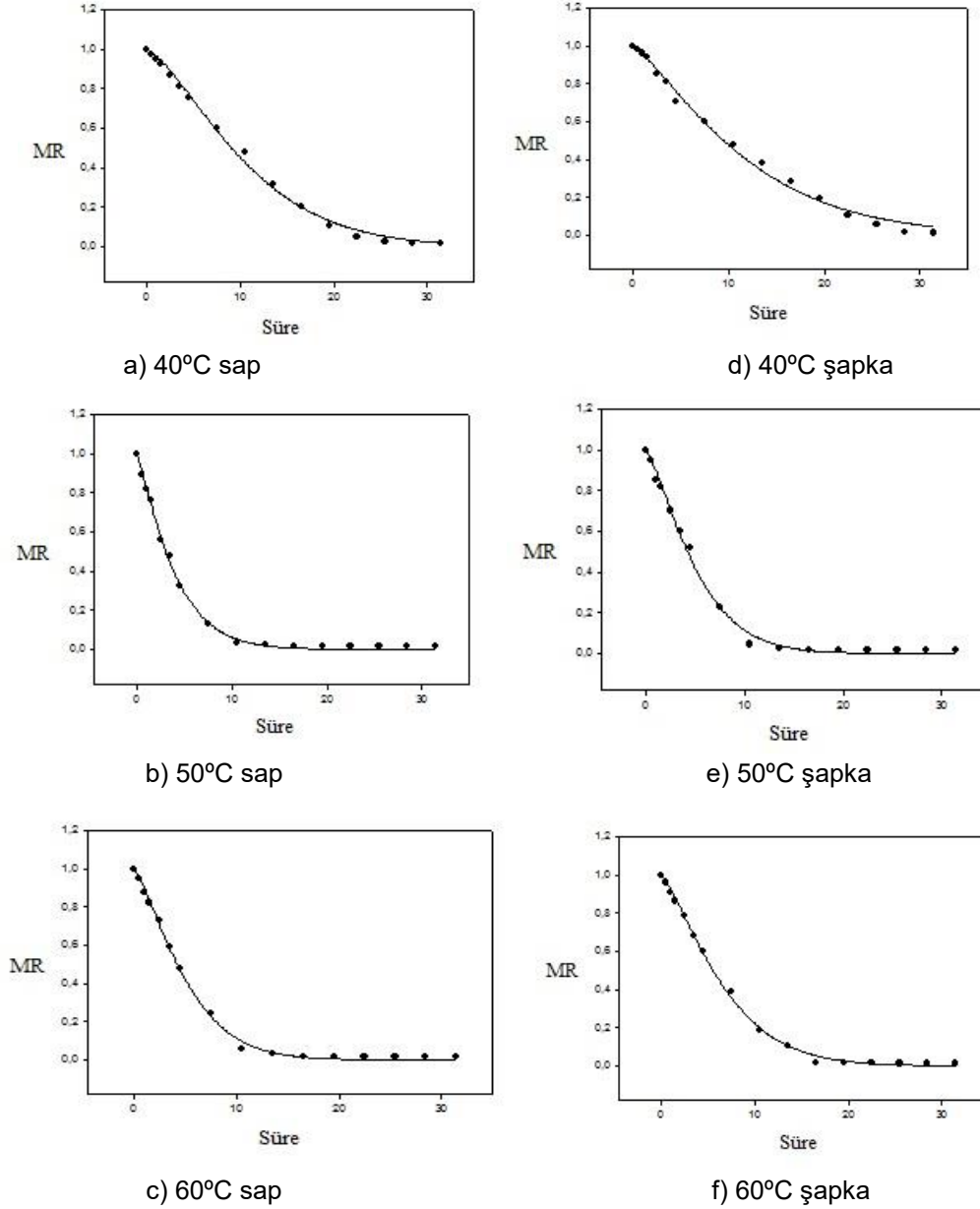
'Modified Page' modeli uygulanarak elde edilen ve model eşitliğinde yer alan; k , h , R^2 ve P değerleri Tablo 7'de verilmiştir. 'Modified Page' modeline ait farklı

sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi sap ve şapka kısımları için Şekil 3'de verilmiştir.

Tablo 7. 'Modified Page' model eşitliğine ait k , h , R^2 ve P değerleri

Materyal	Kurutma sıcaklığı (°C)	k	h	R^2	P
Sap	40	0.0849	1.4035	0.9961	<0.0001
	50	0.2395	1.1720	0.9975	<0.0001
	60	0.1790	1.1379	0.9978	<0.0001
Şapka	40	0.0786	1.2470	0.9940	<0.0001
	50	0.1794	1.3258	0.9957	<0.0001
	60	0.1365	1.3192	0.9982	<0.0001

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Şekil 3. 'Modified Page' modeline ait istiridye mantarlarının sap kısımları (a, b, c) ve şapka kısımlarının (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kuruma eğrileri (X eksenindeki süreler saati, Y eksenindeki MR ise kütle (g) göstermektedir)

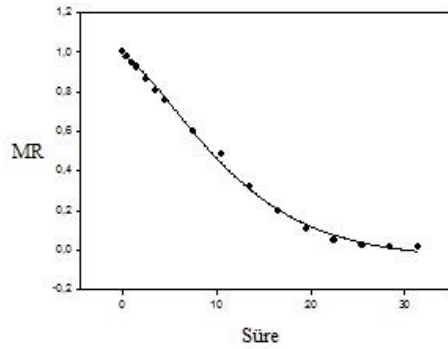
'Midilli Küçük' modeli uygulanarak elde edilen ve model eşitliğinde yer alan; k, h, R^2 ve P değerleri Tablo 8'de verilmiştir. 'Midilli Küçük' modeline ait farklı

sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi sap ve şapka kısımları için Şekil 4'de verilmiştir.

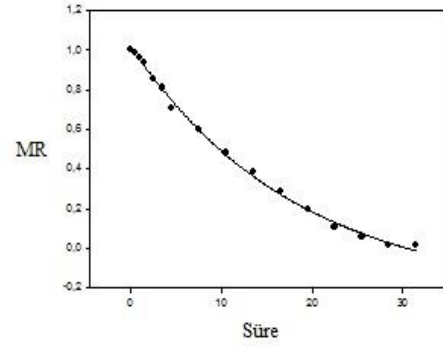
XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

Tablo 8. 'Midilli Küçük' model eşitliğine ait k , h , j , m , R^2 ve P değerleri

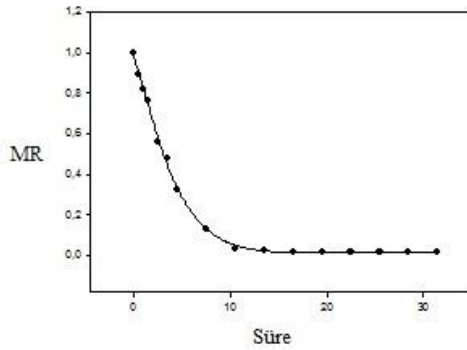
Materyal	Kurutma sıcaklığı (°C)	k	h	j	m	R^2	P
Sap	40	1.4296	0.9773	0.0270	-0.0010	0.9976	<0.0001
	50	1.2331	0.9821	0.1699	0.0006	0.9983	<0.0001
	60	1.4250	0.9787	0.0852	0.0006	0.9985	<0.0001
Şapka	40	1.0529	1.0104	0.0566	-0.0042	0.9978	<0.0001
	50	1.4600	0.9644	0.0784	0.0004	0.9968	<0.0001
	60	1.3790	0.9810	0.0625	0.0003	0.9985	<0.0001



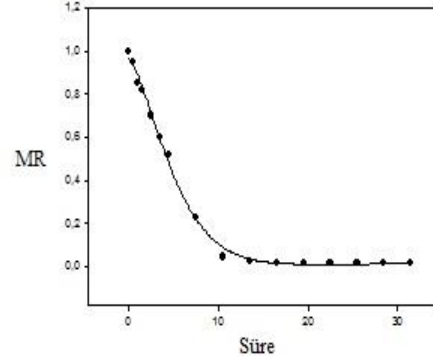
a) 40°C sap



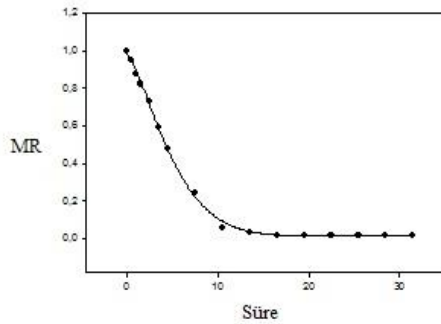
d) 40°C şapka



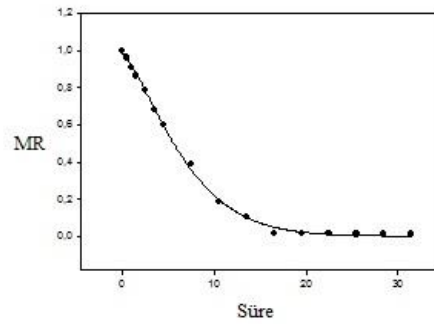
b) 50°C sap



e) 50°C şapka



c) 60°C sap



f) 60°C şapka

Şekil 4. 'Midilli Küçük' modeline ait istiridye mantarlarının sap kısımları (a, b, c) ve şapka kısımlarının (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kuruma eğrileri (X eksenindeki süreler saati, Y eksenindeki MR ise kütle (g) göstermektedir).

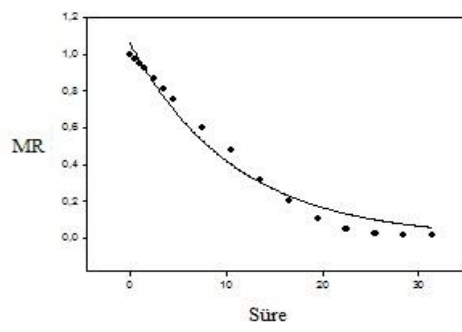
'Exponential Decay' modeli uygulanarak elde edilen model eşitliğinde yer alan a , b , R^2 ve P değerleri Tablo 9'da verilmiştir. 'Exponential Decay' modeline ait

farklı sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi sap ve şapka kısımları için Şekil 5'de verilmiştir

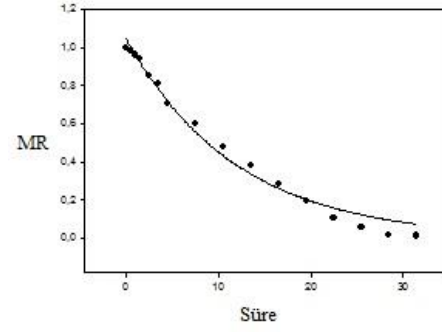
XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

Tablo 9. 'Exponential Decay' model eşitliğine ait a , b , R^2 ve P değerleri

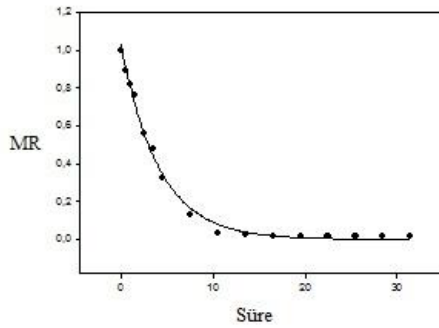
Materyal	Kurutma sıcaklığı (°C)	a	b	R^2	P
Sap	40	1,0615	0,0926	0,9802	<0,0001
	50	1,0281	0,2436	0,9950	<0,0001
	60	1,0569	0,1865	0,9898	<0,0001
Şapka	40	1,0471	0,0841	0,9869	<0,0001
	50	1,0488	0,1862	0,9874	<0,0001
	60	1,0578	0,1452	0,9895	<0,0001



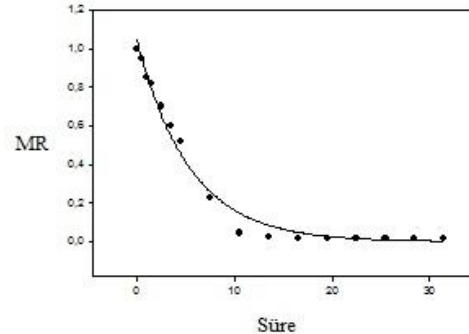
a) 40°C sap



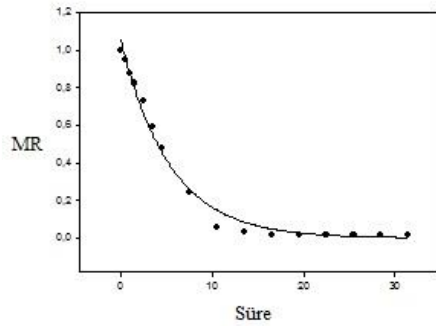
d) 40°C şapka



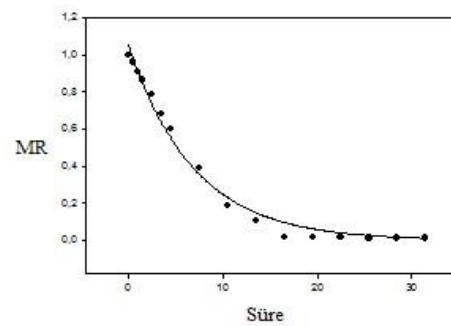
b) 50°C sap



e) 50°C şapka



c) 60°C sap



f) 60°C şapka

Şekil 5. 'Exponential Decay' modeline ait istiridye mantarlarının sap kısımlarının (a, b, c) ve şapka kısımlarının (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kuruma eğrileri (X eksenindeki süreler saati, Y eksenindeki MR ise kütle (g) göstermektedir).

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Şekil 2, 3, 4 ve 5 incelendiğinde, istiridyeye mantarları sap ve şapka kısımlarına ait kurutma işlemi boyunca, 'Lewis', 'Modified Page', 'Midilli Küçük' ve 'Exponential Decay' modelleri için kurutma süresinin uzamasıyla birlikte nem değerlerinin sürekli azaldığı görülmektedir. Düşük sıcaklıklarda nemin daha yavaş, yüksek sıcaklıklarda ise nemin daha hızla materyalden uzaklaştığı gözlenmiştir. Pal ve Chakraverty (1997), 45, 50 ve 60°C kurutma havası sıcaklıkları ile 0.9 ve 1.6 m/s hava hızı koşullarındaki yapılan ön işlemlerin istiridyeye mantarlarının kuruma karakteristikleri ve kaliteye etkilerini incelemiştir. Araştırma sonucu, kuruma süresi ve kalite açısından 50°C kurutma havası sıcaklığı ile 0.9 m/s hava hızında, hem ön işlem görmüş hem de ısıl işlem görmemiş mantarların iyi kalitede kurutulabileceğini ifade etmişlerdir. Tulek (2011), 50, 60 ve 70°C sıcaklıklarda istiridyeye mantarlarının kuruma süreleri incelemişler, kurutma sıcaklığının, kurutma süresi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu, elde edilen sonuçlara göre, yaklaşık 45°C sıcaklığının, istiridyeye mantarları kurutulmasında uygun bir

sıcaklık değeri olduğunu vurgulamıştır. Çalışmada bulunan sonuçlar literatür ile uygunluk göstermektedir.

İstiridyeye mantarlarının kimyasal özellikleri

İstiridyeye mantarı örneklerinin sap ve şapka kısımlarının taze halde (kontrol) ve etüvde farklı sıcaklıklardaki (40, 50 ve 60°C) kurutma sonrası; kimyasal özelliklerine [(pH, Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA)] kurutma sıcaklıklarının etkisini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Sonuçta, istiridyeye mantarları örneklerinin sap ve şapka kısımlarının kimyasal özelliklerinden SÇKM ve TEA değerlerine kurutma sıcaklıklarının etkisinin $p < 0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmişken, pH değerlerine ise, kurutma sıcaklıklarının etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür. Tablo 10'da istiridyeye mantarlarının taze halde ve üç farklı sıcaklıkta kurutulmuş olan örneklerinin şapka ve sap kısımlarına ait SÇKM (%), pH ve TEA (%) değerler verilmiştir.

Tablo 10. İstiridyeye mantarlarının taze halde ve üç farklı sıcaklıkta kurutulmuş olan örneklerinin şapka ve sap kısımlarına ait SÇKM (%), pH ve TEA (%) değerler

Kimyasal Özellikler	Kurutma sıcaklığı (°C)	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart hata	
SÇKM	Taze materyal	6.67c**,ξ	7.00	6.00	0.057	
	Sap	40	33.33b	36.00	32.00	2.309
		50	37.33b	40.00	32.00	4.618
		60	48.00a	52.00	44.00	4.000
		Taze materyal	7.00c**,ξ	7.00	7.00	-
	Şapka	40	57.33b	60.00	56.00	2.309
50		61.33a	64.00	60.00	2.309	
60		63.33a	64.00	60.00	2.309	
pH	Taze materyal	5.42 ^{öd}	5.57	5.34	0.132	
	Sap	40	5.41 ^{öd}	5.50	5.29	0.108
		50	5.26 ^{öd}	5.31	5.20	0.056
		60	5.40 ^{öd}	5.60	5.25	0.178
	Şapka	Taze materyal	5.60 ^{öd}	5.63	5.56	0.020
		40	5.62 ^{öd}	5.71	5.56	0.076
50		5.61 ^{öd}	5.95	5.44	0.291	
60	5.49 ^{öd}	5.54	5.42	0.624		
TEA	Taze materyal	0.63c**,ξ	0.67	0.55	0.066	
	Sap	40	2.81b	3.27	2.36	0.455
		50	3.32ab	3.43	3.16	0.141
		60	3.59a	3.81	3.27	0.283
	Şapka	Taze materyal	0.76c**,ξ	0.83	0.70	0.067
		40	6.34b	6.59	6.06	0.269
50		6.06b	6.38	5.52	0.467	
60	7.26a	7.40	7.13	0.134		

** : $p < 0.01$; ^{öd}: önemli değil; ξ: Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Farklı (40, 50 ve 60°C) sıcaklıklarda yapılan kurutma sonrası SÇKM oranları; sap materyali için sırasıyla, %33.33, 37.33 ve 48.00 olarak bulunmuştur. Şapka materyalinde ise bu değerler 40, 50 ve 60°C sıcaklıklarda sırasıyla %57.33, 61.33 ve 63.33 olarak bulunmuştur. *Pleurotus ostreatus* mantar türünde kuru madde miktarının %8.38 ile 14.75 arasında değişmektedir (Koçyiğit ve Günay,1984; Güler ve Ağaoğlu,1995). *Pleurotus sajor-caju*'da kuru madde miktarının %5.06-9.07 aralığında olduğunu İlbay ve Okay (1996); %6.71-17.27 aralığında olduğunu ise Pekşen (2001) ifade etmişlerdir. Patrabanş ve Madan (1997), çeltik sapı üzerine aşılı *Pleurotus sajor-caju*'da kuru madde miktarının %9.01, çeltik sapı ve diğer ortamların karışımı üzerinden alınan mantar örneklerinde ise kuru madde miktarının %9.52-10.52 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Küçükumuzlu ve Pekşen (2003), *Pleurotus ostreatus*'un kuru madde miktarını, %18.43; *Pleurotus sajor-caju*'nun ise %12.64 olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada bulunan sonuçlar, literatür sonuçlarına göre daha düşük değerde bulunmuştur. Buna neden olarak, istiridye mantarının farklı yetiştirme ortamı, ortamdaki ışık yoğunluğu, aydınlatma süresi vb. çevresel faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada, *P. ostreatus* (istiridye mantarının) fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Boyutsal özellikler bakımından, istiridye mantarı sap kısmına ait boyutların, şapka boyutlarına göre oldukça küçük değerlerde oldukları söylenebilir. Hacimsel özellikler bakımından, ağırlık, hacim ve hacim ağırlıkları olarak da farklılıklar gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu çalışmada bulunan değerler ile literatürde verilen değerler arasındaki farklılıkların nedeni olarak, materyalin üretim şartları, çevresel etmenler (ısı, ışık, havalandırma, hasat dönemi vb.) gibi çeşitli faktörlerin etkilerinin olduğu söylenebilir. Mekanik özellikler bakımından, istiridye mantarlarında delme testinin 20, 40 ve 60 mm/min hızlarındaki elde edilen delme kuvveti değerleri yüklenme hızının artmasıyla artış göstermiştir. Renk özellikleri bakımından, kurutma işlemleri sonucunda ise; istiridye mantarı sapları için *L* (parlaklık renk) değerlerinin sıcaklıklara göre düşüş gösterdiği, şapka materyali için benzer şekilde sıcaklıklara göre azalmaların olduğu tespit edilmiştir. Şapka materyalindeki kuruma sürelerinin

saplara göre daha az olmasına rağmen (sap materyali için 60° sıcaklıkta 19.5 saat; şapka materyali için 60°C sıcaklıkta 16.5 saat) şapka materyalinin renklerdeki kararmaların, sapta meydana gelen kararmalardan daha fazla oldukları tespit edilmiştir. Şapka materyalindeki tekstür ve su tutuma kapasitesinin zayıf olmasından dolayı mantarlardaki su kaybının daha hızlı olduğu ve bu durumun materyalin rengine zarar verdiği görülmüştür. *a* ve *b* değerlerinin ise farklı kurutma sıcaklıkları ve sap ve şapka materyalleri için farklı değişimler gösterdikleri gözlemlenmiştir. Kimyasal özellikler bakımından, 40, 50 ve 60°C sıcaklıklarda yapılan kurutma sonrası SÇKM oranları incelendiğinde; kurutma sonrası sap ve şapka materyalleri için kurutma sıcaklığının artışına bağlı olarak SÇKM oranlarının da arttığı gözlemlenmiştir. Kurutma sonrasında şapka materyali SÇKM değerlerinin, sap materyali değerlerine göre daha yüksek oldukları tespit edilmiştir. Kurutma sonrası pH miktarlarına bakıldığında, şapka materyali için sıcaklığın artmasıyla birlikte pH değeri azalış gösterirken, sap materyalindeki değerlerde farklılıklar bulunmuştur. Kurutma sonrası TEA değerleri sap materyalinde sıcaklığın artmasıyla birlikte artarken, şapka materyalindeki değerler farklılık göstermişlerdir.

Piyasada taze kullanımda özellikle fiziksel özellikler olarak geometrik boyut özellikleri, hacimsel özellikler ve renk özellikleri tüketici istekleri açısından önemli görülmektedir. Kurutma sonucu elde edilen materyaller daha çok parçalanmış olduğu için, özellikle çorba, pizza ve hazır yemek konservelerinde kullanıma uygun olacak şekilde değerlendirilebilir. Hem taze ve hem de kurutma sonrası renk özelliklerinden *L* parlaklık renk değerleri ve kahverengileşme derecesi açısından kurutma sıcaklıklarının bilinmesi, bunun yanında hasat sonrası işlemlerdeki ürün işlemeye yönelik olarak da mekanik direncin bilinmesinin önemi özellikle, mantarların çok kısa bir süre içerisindeki deforme olma özelliklerinden dolayı büyük bir önem arz etmektedir. İstiridye mantarının muhafazası, ticari değerini artırma ve tüketici isteklerine uygun olacak şekilde yapılacak kurutma işlemlerinin sonucu renk ve kimyasal ölçümlerinin taze haldeki değerini koruyabilmesi önemli olduğu için, kimyasal özelliklerinin ve renk özelliklerine ait *L* (parlaklık) değerinin düşmemesi için kullanılacak sıcaklık parametresinin daha düşük düzeyde tutulmasının (literatürde ve yapılan bu çalışmada elde edilen 40-50°C sıcaklık aralığı) uygun olacağı düşünülmektedir.

XI. Türkiye Yemelik Mantar Kongresi-2019

**Kaynaklar**

- Aktaş, F.F (2019). Mantarcılık Sektörü Son 10 Yılda Daha da Gelişti. <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/224/> Sayı: Mart-Nisan 2019, 10-11, (Erişim tarihi: 23.11.2019).
- AİB (2013). Antalya İhracatçılar Birliği.
- Anonim (2016). <https://www.dogalmantarlar.com/istiridyemantari-ve-ozellikleri> (Erişim tarihi: 10.10.2018)
- Bernalte, M.J., Sabio, E., Hernandez, M.T. ve Gervasini, C. (2003). Influence of Storage Delay on Quality of "Van" Sweet Cherry. *Postharvest Biol. Technol.*, 28 303-312.
- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizleri. Ankara,,Gıda Teknolojisi Yayınları No:34, 535 s.
- Doğan, N. Doğan C. ve İbrahim H., (2014). Farklı Sıcaklık ve Süre Uygulamalarının *Pleurotus ostreatus* (İstiridyemantarı)'un Bazı Özelliklerine Etkisi. *Harran Tar. Gıda Bil. Derg.*, 18 (4) 10-16, 2014
- Ekşi, A. (1980) Mantarların Gıda Teknolojisinde Başlıca Değerlendirme Alanları ve Konserveye İşlenmesi. Ankara, A.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Kürsüsü.
- Erbay, B. ve Küçüköner, E. (2008). Gıda Endüstrisinde Kullanılan Farklı Kurutma Sistemleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum.
- Eren, E. ve Pekşen, A. (2016). Türkiye'de Kültür Mantarı Sektörünün Durumu ve Geleceğine Bakış. *Türk Tar. Gıda Bil. Tek. Derg.*, 4 (3) 189-196.
- Ertan, Ö.O. (1993). The Effects of Cotton Linters and Crushed Barley on the Developmental Stages and Yield of *Pleurotus florida* Fovose. *Hortic. Abs.*, 63 (3) 2073.
- FAO, (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org> (Erişim Tarihi: 23.11.2019).
- Gibriel, A.Y., Ahmed, M., Rasmy, N., Rızk, I. ve Abdel Rehem, N.S. (1996). Cultivation of Oyster Mushrooms (*Pleurotus spp.*): Evaluations of Different Media and Organic Substrates. In: Mushroom Biology and Mushroom Products Proceedings of the 2nd International Conference, Pennsylvania, USA (pp. 415-421).
- Güler, M. ve Ağaoğlu, S. (1995). Kayın Mantarının (*Pleurotus spp.*) Örtü Altı Yetiştiriciliğinde Değişik Yetiştirme Ortamlarının Verim ve Kalite Faktörlerine Etkileri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Çukurova Üniversitesi, 3-6 Ekim, Adana.
- Gothandapani L., Parvathi K. ve Kennedy Z.J. (1997). Evaluation of Different Methods of Drying on the Quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus spp.*). *Drying Technol.*, 15 1995-2004.
- İlbağ, M.E. ve Okay, Y. (1996). *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer Yetiştiriciliğinde Fındık Kabuğu Kullanım Olanakları. *Tr. J. Bot.*, 20 285-289.
- Küçükomuzlu, B. ve Pekşen, A. (2005). Yetiştirme Ortamı Ağırlıklarının *Pleurotus* Mantar Türlerinin Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *OMÜ Zir. Fak. Derg.*, 20 (3) 64-71.
- Koçyiğit, A.E. ve Günay, A. (1984). Kayın Mantarı (*Pleurotus ostreatus*) Türünde Misel Geliştirme ve Primordium Oluşturma Dönemlerinde Uygulanan Farklı Sıcaklık ve Işık Düzeylerinin Verim ve Kaliteye Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Yayın No: BB.6. 17s
- Lelley, J. (1974). Studies on the *Pleurotus ostreatus* Effect of the pH Value and a Fungicide Treatment on Mycelial Development and Formation of Fruiting Body. *Champignon*, 9 (13) 155.
- Lespinard, A.R., Goni, S.M., Salgado, P.R. ve Mascheroni, R.H. (2009). Experimental Determination and Modelling of Size Variation, Heat Transfer and Quality Indexes During Mushroom Blanching. *J. Food Eng.*, 92 (1) 8-17
- McGuire, R.G. (1992). Reporting of Objective Color Measurements. *HortSci.*, 27 1254-255.
- Midilli, A., Kucuk, H. ve Yapar, Z. (2002). A New Model for Single Layer Drying. *Drying Technol.*, 20 1503-1513.
- Mohammadi, A., Rafiee, S., Emam-Djomeh, Z. ve Keyhanidness, A. (2008). Kinetic Models for Colour Changes in Kiwifruit Slices During Hot Air Drying. *World J. Ag. Sci.*, 4 (3) 376-383.
- Mohsenin, N.N. (1980). Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers. Vol.1. New York, USA
- Nehru, C., Kumar V., Maheswari, C., ve Gothandapani, L. (1995). Solar Drying Characteristics of Oyster Mushroom. *Mushroom Res.*, 4 (1) 27-30.
- Paksoy, M., Aydın, C., Türkmen, Ö. ve Seymen, M. (2014). Modeling of Moisture-Dependent Properties and Mineral Contents of Dry Mushroom. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences. Selçuk J Agr Food Sci*, 28 (1) 22-28.
- Pal, U. S. ve Chakraverty, A. (1997). Thin-layer Convection Drying of Mushrooms. *Energy Convers. Manag.*, 38 (2) 107-113.
- Patrabansh, S., ve Madan, M. (1997). Studies on Cultivation, Biological Efficiency and Chemical Analysis of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer on Diffrenet Bio-wastes. *Acta Biotechnol.*, 17 (2) 107-122.
- Pekşen, A. (2001). Fındık Zurufundan Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının *Pleurotus sajor-caju* Mantarının Verimine ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. *Bahçe*, 30 (1-2) 37-43.
- Pekşen, A. (2013). Kayın Mantarı (*Pleurotus ostreatus*): Kütük Yetiştiriciliği. *Samtim*, 41: 18-20, ISSN: 130-7588, Samsun.
- Polatçı, H. (2012). Farklı Kurutma Yöntemlerinin AVG (*Aminoethoxy vinyl glycine*) Uygulaması Yapılmış Black Beauty (*Prunus salicina L.*) Erik Çeşidinde Kuruma Süresi ve Kalitesine Etkisi. *Tarım Mak. Bil. Derg.*, 8 (2) 171-178.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Sánchez, C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and Other Edible Mushrooms. *Appl. Microbiol Biotechnol.*, 85 1321-1337.
- Sinn, H. ve Özgüven, F. (1989). Biyolojik Malzemenin Teknik Özellikleri 1. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Ders Kitabı, No: 27, Adana.
- Tulek, Y. (2011). Drying Kinetics of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in Convective Hot Air Dryer. *J. Agr. Sci. Tech.*, 13 655-664.
- Turfan, N., Pekşen, A., Kibar, B. ve Ünal, S. (2018). Determination of Nutritional and Bioactive Properties in Some Selected Wild Growing and Cultivated Mushrooms from Turkey. *Acta Sci. Pol. Hortorum. Cultus*, 17 (3) 57-72.
- White, G.M., Ross, I.J. ve Poneleit, C.G. (1981). Fully-Exposed Drying of Popcorn. *Transactions of the ASAE*, 24 (2) 466-468.



Geliş(Received) :09/11/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Derleme Makale/Review Article
Doi:10.30708.mantar.644367

Yenebilir ve Tıbbi Mantarların Gıda Ürünlerinde Kullanım Potansiyeli

Sanem BULAM^{1*}, Aysun PEKŞEN², Nebahat Şule ÜSTÜN³

*Sorumlu yazar: sanem.bulam@giresun.edu.tr

¹Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Güre Yerleşkesi, Giresun/TÜRKİYE, Orcid No: 0000-0001-8069-760X/ sanem.bulam@giresun.edu.tr

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kurupelit Kampüsü, Atakum-Samsun/TÜRKİYE, Orcid No: 0000-0002-9601-5041/ aysunp@omu.edu.tr

³Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kurupelit Kampüsü, Atakum-Samsun/TÜRKİYE, Orcid No: 0000-0003-2165-9245/ sustun@omu.edu.tr

Öz: Yenebilir ve tıbbi mantarların yüksek protein, diyet lif, vitamin ve mineral madde içerikleri nedeniyle besinsel, biyoaktif bileşenlerinden dolayı da farmakolojik yönden önemi gün geçtikçe artmaktadır. Günümüzde beslenme açısından daha kaliteli, daha doğal, raf ömrü daha uzun ve tüketiciler tarafından tercih edilen fonksiyonel ve nutrasötik mantar ürünleri ile ilgili birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalar kapsamında *Agaricus* türleri, *Auricularia auricula*, *Boletus edulis*, *Calocybe indica*, *Flammulina velutipes*, *Ganoderma lucidum*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus* türleri, *Terfezia claveryi* ve *Tuber* türleri pulp, ezme, un, toz veya ekstrakt formunda et (köfte, salam, sosis vb.), tahıl (bisküvi, cips, ekmek vb.) ve süt (peynir, yoğurt vb.) gibi çeşitli gıdalara katılmaktadır. Çorba, baharat, ketçap, sos, çikolata, puding, sıcak/soğuk içecek, atıştırmalıklar ve papad, sucuk, tarhana gibi bazı geleneksel gıdaların formülasyonlarında da bu mantarlar değişen oranlarda ve formlarda bileşen/gıda katkı maddesi olarak kullanılmakta ve bazıları endüstriyel ölçekte de üretilmektedir. Bu derlemede yenebilir ve tıbbi mantarların çeşitli gıda ürünlerinde kullanım potansiyeli hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Endüstri, Fonksiyonel, Gıda, Nutrasötik, Tıbbi mantar, Yenebilir mantar

The Utilization Potential of Edible and Medicinal Mushrooms in Food Products

Abstract: The importance of edible and medicinal mushrooms is increasing day by day as nutritional due to their high protein, dietary fiber, vitamin, and mineral contents and as pharmacological because of their bioactive components. Today, many studies are carried out about obtaining more nutritious and more natural functional foods and nutraceuticals having longer shelf life and preferred by the consumers by converting them into value-added products. Within the scope of these studies, *Agaricus* species, *Auricularia auricula*, *Boletus edulis*, *Calocybe indica*, *Flammulina velutipes*, *Ganoderma lucidum*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus* species, *Terfezia claveryi*, and *Tuber* species in the form of pulp, pate, flour, powder or extract are added to foods such as meat (meatball, salami, sausage, etc.), cereals (biscuit, chips, bread, etc.), and milk (cheese, yoghurt, etc.). These mushrooms are also used as ingredient/food additive in the formulations of various soup, seasonings, ketchup, sauce, chocolate, pudding, hot/cold drinks, snacks, and some traditional foods such as papad, sucuk, tarhana in varying proportions and forms, and some of these products are also produced on an industrial scale. In this review, it was aimed to give information about the utilization potential of edible and medicinal mushrooms in diverse food products.

Key words: Industry, Functional, Food, Nutraceutical, Medicinal mushroom, Edible mushroom

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

**Giriş**

Yenebilir mantarlar yüksek esansiyel aminoasitler, doymamış yağ asitleri, protein, karbonhidrat, diyet lifi, mineral maddeler ve vitaminler ile düşük yağ ve enerji içeriğine sahip değerli fonksiyonel gıdalardır (Pekşen, 2013; Kalac, 2016; Turfan ve ark., 2018; Baydaş ve Pekşen, 2019). Yenebilir doğa mantarları besleyici özellikleri, eşsiz aroma ve lezzetleri ve toplayıcılara gelir kaynağı olmaları nedeniyle doğadan toplanılarak tüketilmekte, iç ve dış ticareti yapılmaktadır (Pekşen ve ark., 2016; Bulam ve ark., 2018a, b). Doğa mantarlarının yaklaşık 3000 türü doğrudan tüketilebilmekte, yaklaşık 20 türün ticari olarak kültürü yapılmaktadır (Kapahi, 2018). Mantar üretiminde %30.4 pay ile Çin lider üretici ülke konumundadır. 2013 yılı verilerine göre dünyadaki toplam kültüre alınmış yenebilir mantar tedarikinin %85'ini; *Lentinula* (%22), *Pleurotus* (%19), *Auricularia* (%18), *Agaricus* (%15) ve *Flammulina* (%11) cinsleri oluşturmuştur. Aynı yıl bütün dünyada kişi başına düşen kültür mantarı tüketimi 4.7 kg/yılı aşmıştır (Royle ve ark., 2017). Türkiye'de ise en fazla kültürü yapılan türler *Agaricus* türleri (%86), *Pleurotus* türleri (%10) ve *Lentinula edodes* türü (%3) olarak bildirilmiştir. Ülkemizde 2014 yılında kişi başına düşen kültür mantarı tüketim miktarı 579.2 g/yıl olarak gerçekleşmiştir (Eren ve Pekşen, 2016).

Yenebilir mantarların yanı sıra doğrudan gıda olarak tüketilemeyen ancak içerdikleri biyoaktif bileşenler nedeniyle farmasötik uygulamalarda, nutrasötik ve diyet desteklerinde kullanılan tıbbi mantarların önemi de gün geçtikçe artmaktadır (Bulam ve ark., 2018c; Venturella ve ark., 2019). *Agaricus blazei*, *Cordyceps militaris*, *Ganoderma lucidum* ve *Grifola frondosa* gibi bazı tıbbi mantar türleri ticari olarak yetiştirilmektedir (Zhou ve ark., 2012; Cheong ve ark., 2018). Global mantar pazarının 2023 yılı itibarıyla 50 milyar \$'dan fazla olacağı tahmin edilmektedir (Cheong ve ark., 2018).

Agaricus bisporus, *A. blazei*, *A. brasiliensis*, *Auricularia auricula*, *C. militaris*, *Flammulina velutipes*, *G. lucidum*, *G. frondosa*, *Hericium erinaceus*, *Inonotus obliquus*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *Schizophyllum commune*, *Trametes versicolor* ve *Tricholoma matsutake* medikal özellikleri yönünden en çok araştırılan mantar türleridir (Rathore ve ark., 2017). Bu mantar türlerinin içerdiği polisakkaritler, diyet lifi, oligosakkaritler, peptidler ve proteinler, alkoller ve fenoller, mineral maddeler, vitaminler, aminoasitler gibi birçok biyoaktif bileşenin; bağışıklık sistemini güçlendirici, antioksidan, antiinflamatuar, antikanserojen, hipokolesterolemik ve hipoglisemik özelliğe sahip olduğu, Hepatit ve HIV virüsüne karşı koruyucu ajan olarak görev

yaptığı, kemoterapi ve radyoterapinin toksik etkisini hafiflettiği belirlenmiştir (Thongbai ve ark., 2015; Hapuarachchi ve ark., 2018; Phan ve ark., 2018; Sulkowska-Ziaja ve ark., 2018; Kumar, 2019).

Birçok yenebilir ve tıbbi mantarın karpoforları, miselleri, sporları ve kültür ortamları ile biyoaktif öğeleri gıda, ilaç ve kozmetik sanayinde değerli kaynaklar olarak kullanılabilme olanağı sağlamaktadır (Wakchaure, 2011; Wu ve ark., 2016; Badalyan ve ark., 2019). Son yıllarda, *A. bisporus* (Arumuganathan ve ark., 2005; Sharma ve Singh, 2018), *P. ostreatus* (Wakchaure ve ark., 2010; Thakur, 2018; Kumar, 2019), *Calocybe indica* (Lakshmiathy ve ark., 2013) gibi yenebilir mantarlar ile *G. lucidum* (Zhou ve ark., 2012; Hapuarachchi ve ark., 2018; Veljović ve ark., 2019) ve *H. erinaceus* (Thongbai ve ark., 2015) gibi tıbbi mantarların ve bunların β -glukan (Zhu ve ark., 2016) gibi biyoaktif ve fonksiyonel özelliklere sahip öğelerinin farklı teknolojik alanlara ait gıdalarda kullanıldığı *in vitro* çalışmalar yapılmaktadır. Günümüzde bu mantarların katma değerli ürünlere dönüştürülmesi konularında patent alma ve markalaşma çalışmaları da devam etmektedir (Thongbai ve ark., 2015; Singhal ve ark., 2019). Mantar biyopolimerlerinin gıda içerisindeki biyoaktifliklerini ve biyoyararlılıklarını inceleyen *in vivo* çalışmalar ile insanlardaki biyolojik tepkiler ve biyoaktivite için uygun dozla ilgili klinik çalışmalar ise oldukça sınırlıdır (Wasser, 2011; Giavasis, 2014a; Reis ve ark., 2017).

Bu derlemede yenebilir doğa ve kültür mantarları ile tıbbi mantarların gıdalarda kullanımı ve değerlendirilme yöntemleri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca mantarların kullanım alanlarının çeşitlendirilmesi; besin öğeleri ve biyoaktif bileşenler yönünden daha kaliteli, daha uzun raf ömürlü, doğal katkı, düşük kalorili, fiziksel, fonksiyonel ve organoleptik özellikleri gelişmiş ve duyuşal açıdan tüketici tarafından tercih edilen, katma değerli, markalı ve düşük maliyetli ürünlerin ortaya çıkarılmasına yönelik çalışmalar derlenmiştir.

Yenebilir ve Tıbbi Mantarların Gıdalarda Kullanımı

Mantarların gıda ürünlerine katılması ile ürünün protein, esansiyel amino asit ve diyet lifi gibi besin öğeleri açısından zenginleştirilmesi, yağ ve enerji (kalori) içeriğinin azaltılması, sentetik koruyucu (nitrat ve nitrit), tuz (NaCl), gluten ve kolesterol oranının düşürülmesi, aynı zamanda antioksidan, antimikrobiyal, antitümör, antitrombotik ve hipokolesterolemik özelliklerinin artırılmasına çalışılmaktadır. Ürünün lipit peroksidasyonundan korunması (bozulmasının önlenmesi) böylelikle depolama stabilitesi ve raf ömrünün

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



uzatılması, fiziksel, tekstürel ve reolojik özellikleri ile pişirme kalitesinin geliştirilmesi, tat (umami) ve aroma yönünden zenginleştirilmiş ve glisemik indeksi düşürülmüş fonksiyonel yiyecek ve içeceklerin elde edilmesi de amaçlanmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda organoleptik özellikleri geliştirilmiş ve duysal yönden genel kabul edilebilirlik oranı yüksek ürünler *in vitro* şartlarda üretilmiştir (Zhou ve ark., 2012; Giavasis,

2014b; Zhu ve ark., 2016; Reis ve ark., 2017; Ma ve ark., 2018; Yıldız Turp ve Boylu, 2018).

Yenebilir ve tıbbi mantarların ve bunların pulp, ezme, un, toz veya ekstrakt formlarının farklı et (Tablo 1), tahıl (Tablo 2), süt (Tablo 3), meyve ve sebze (Tablo 4), özel gıda (Tablo 5), geleneksel gıda (Tablo 6) ve içecek (Tablo 7) ürünlerinde kullanımı üzerine yapılan çalışmalarla ilgili bilgiler özetlenmiştir.

Tablo 1. Yenebilir ve tıbbi mantarların et ürünlerinde kullanımı

Mantar türü	Gıda ürünü	Kullanım şekli	Kaynaklar
<i>B. edulis</i>	Siğir eti burger köftesi	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu ekstraktı	Barros ve ark., 2011
<i>P. ostreatus</i>	İstiridye mantarlı burger	Taze mantar	Tjokrokusumo ve ark., 2015
<i>P. sajor-caju</i>	Siğir köftesi	Suda haşlanmış ve öğütülmüş mantar	Wan Rosli ve Solihah, 2012
<i>G. lucidum</i>	Siğir eti emülsiyon tipi sosis	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Ghobadi ve ark., 2018
<i>P. sajor-caju</i>	Tavuk (frankfurter) sosisi	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Wan Rosli ve ark., 2015
<i>F. velutipes</i>	Tavuk sosisi	Liyofilize ve pülverize edilmiş mantar tozu	Jo ve ark., 2018
<i>L. sulphureus</i>	Tavuk ezmesi	Liyofilize edilmiş ve öğütülmüş mantar tozu	Petrovic ve ark., 2014
<i>P. sajor-caju</i>	Tavuk köftesi	Öğütülmüş taze mantar	Wan Rosli ve ark., 2011a
<i>P. sajor-caju</i>	Tavuk köftesi	Suda haşlanmış, kabaca kıyılmış ve öğütülmüş mantar	Wan Rosli ve ark., 2011b
<i>P. sajor-caju</i>	Tavuk köftesi	Suda haşlanmış, kabaca kıyılmış ve öğütülmüş mantar	Wan Rosli ve ark., 2011c
<i>P. sajor-caju</i>	Tavuk köftesi	Suda haşlanmış, kabaca kıyılmış ve öğütülmüş mantar	Wan Rosli ve Solihah, 2014
<i>T. pinoyi</i>	Tavuk çorbası	Liyofilize edilmiş ve öğütülmüş mantarın metanolik ekstraktı ± 0.01 M KMS*	Stojkovic ve ark., 2013
<i>P. eryngii</i>	Surimi jeli	Taze mantar	Chung ve ark., 2010
<i>A. bisporus</i>	Balık köftesi	Taze mantar	Nayak ve ark., 2015
<i>G. lucidum</i>	Tütsülenmiş balık sosisi	Öğütülmüş mantar, mantar su ekstraktı ve sporun filtre ve evapore edilmiş etanol ekstraktı	Wannasupchue ve ark., 2011
<i>L. edodes</i>	Frankfurter sosis	Liyofilize edilmiş ve öğütülmüş mantar tozu	Pil-Nam ve ark., 2015
<i>P. ostreatus</i>	Fermente domuz sosisi	Buharda pişirilmiş ve santrifüj edilmiş taze mantar	Chockchaisawasdee ve ark., 2010
<i>A. blazei</i>	Taze domuz sosisi	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Stefanello ve ark., 2015
<i>A. bisporus</i>	Tütsülenmiş domuz sosisi	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Nagy ve ark., 2017
<i>F. velutipes</i>	Emülsiyon tipi domuz sosisi	Liyofilize ve pülverize edilmiş mantar tozu	Choe ve ark., 2018
<i>A. bisporus</i> ve <i>P. ostreatus</i>	Türk köftesi (dana kıyma, tuz)	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Süfer ve ark., 2016
<i>A. bisporus</i>	Sucuk	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar	Gençcelep, 2012
<i>A. bisporus</i>	Sucuk	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar	Gençcelep ve Zorba, 2017

*KMS: Potasyum metabisülfid

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Tablo 2. Yenebilir ve tıbbi mantarların tahıl ürünlerinde kullanımı

Mantar türü	Gıda ürünü	Kullanım şekli	Kaynaklar
<i>A. bisporus</i>	Kek	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Thakur ve Singh, 2018
<i>P. ostreatus</i>	Ekmek	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Majeed ve ark., 2017
<i>P. ostreatus</i>	Kek	Suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Singh ve Thakur, 2016
<i>L. edodes</i>	Kek	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozunun filtre edilmiş, otoklavlanmış ve soğutulmuş sulu bulamacının süzülmesi ve liyofilize edilmiş tortusunun β -glukan bileşeni	Kim ve ark., 2011
<i>Pleurotus</i> spp.	Kek	%2 tuz ve %0.01 sitrik asit içeren suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Sheikh ve ark., 2010
<i>P. ostreatus</i>	Muffin	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Farooq ve ark., 2018
<i>P. sajor-caju</i>	Bisküvi ve balady ekmeği (Mısır pidesi)	Buharda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar unu	Eissa ve ark., 2007
<i>L. edodes</i>	Bisküvi	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Singh ve ark., 2016a
<i>L. edodes</i>	Bisküvi	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar unu	Toan ve Thu, 2018
<i>P. ostreatus</i>	Bisküvi	Kurutulmuş ve öğütülmüş acha-mantar unu karışımı	Ayo ve ark., 2018
<i>P. ostreatus</i>	Bisküvi	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Farzana ve ark., 2013
<i>P. ostreatus</i>	Bisküvi	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Farzana ve Mohajan, 2015
<i>P. plumonarius</i>	Bisküvi	Buharda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Ibrahim ve Hegazy, 2014
<i>A. bisporus</i>	Bisküvi	Suda %0.5 KMS*+%0.2 sitrik asit ilavesi ile haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Kumar ve Barmanray, 2007
Belirtilmedi	Bisküvi	Ön işlem uygulanmış (%0.1 KMS*+%0.5 sitrik asit), kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Desayi, 2012a
<i>P. sajor-caju</i>	Bisküvi	%3 tuz ve %0.01 sitrik asit içeren suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Prodhan ve ark., 2015
<i>T. claveryi</i>	Bisküvi	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Gadallah ve Ashoush, 2016
<i>H. erinaceus</i>	Sandviç bisküvi	Kurutulmuş mantar tozu	Liu ve ark., 1992
<i>P. sajor-caju</i>	Tereyağlı bisküvi	Suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Wan Rosli ve ark., 2012
<i>G. frondosa</i>	Ekmek	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Seguchi ve ark., 2001
<i>A. auricula</i>	Ekmek	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar unu	Yuan ve ark., 2017
<i>A. auricula</i>	Ekmek	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar polisakarit ekstraktı unu	Fan ve ark., 2006
<i>L. edodes</i>	Ekmek ve kurabiye	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar unu	Regula ve Gramza-Michalowska, 2010
<i>G. lucidum</i>	Ekmek	Mantar ekstraktı	Chung ve ark., 2004
Belirtilmedi	Ekmek	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar unu	Saccotelli ve ark., 2018
<i>A. bisporus</i>	Ekmek	%0.5 KMS* ve %0.2 sitrik asit içeren suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar unu	Kumar ve Ray, 2008
<i>A. bisporus</i>	Ekmek	%3 tuz ve %0.01 sitrik asit içeren suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu ile kuru hurma cipsi karışımı	Ahmad ve Singh, 2016
<i>P. ostreatus</i>	Ekmek	%3 tuz ve %0.01 sitrik asit içeren suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu ile kuru manyok unu karışımı	Azeez ve ark., 2018
<i>C. indica</i>	Ekmek	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Oyetayo ve Oyedeji, 2018
<i>P. ostreatus</i>	Ekmek	Suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar unu	Ndungu ve ark., 2015a
<i>P. ostreatus</i>	Ekmek	Suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar unu	Ndungu ve ark., 2015b

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



<i>P. ostreatus</i>	Ekmek	%3 tuz içeren suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Adeoye ve ark., 2019
<i>P. plumonarius</i>	Ekmek	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Okafor ve ark., 2012
<i>A. bisporus</i> , <i>B. edulis</i> , <i>L. edodes</i>	Ekmek	Suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Lu ve ark., 2018
<i>P. ostreatus</i>	Ekmek	Suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar unu	Alemu ve ark., 2017
<i>A. blazei</i> , <i>A. camphorata</i> , <i>H. erinaceus</i> , <i>P. linteus</i> <i>P. ostreatus</i>	Ekmek	Liyofilize edilmiş ve öğütülmüş mantar miseli tozu	Ulzizjargal ve ark., 2013
<i>P. ostreatus</i>	Tava ekmeği	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar unu	Khider ve ark., 2015
<i>A. bisporus</i> , <i>B. edulis</i> , <i>L. edodes</i>	Makarna	Suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Lu ve ark., 2016
<i>A. bisporus</i>	Makarna	%2'lik tuzlu su çözeltisinde bekletilmiş, suda haşlanmış, %0.5 sodyum bisülfat ve %0.25 sitrik asit ile muamele edilmiş, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Kaur ve ark. 2013
<i>A. bisporus</i>	Makarna	Taze mantar	Chauhan ve ark., 2017
<i>A. bisporus</i>	Kurabiye	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Kulkarni ve ark., 2010
<i>A. aegerita</i>	Ekstrüde atıştırmalık ürünler	Mantarın liyofilize edilmiş ve öğütülmüş sap ve bazal hif kümeleri tozu	Brennan ve ark., 2012
Belirtilmedi	Ekstrüde atıştırmalıklar	Liyofilize edilmiş mantarın β -glukanca zengin fraksiyonu	Brennan ve ark., 2013
<i>C. militaris</i>	Ekstrüde ürün	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Zhong ve ark., 2017
<i>A. bisporus</i>	Atıştırmalık	Kurutulmuş ve baharatlanmış mantar	Singla ve ark., 2009
<i>A. bisporus</i>	Atıştırmalık	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Süfer ve ark., 2016

*KMS: Potasyum metabisülfat

Tablo 3. Yenebilir ve tıbbi mantarların süt ürünlerinde kullanımı

Mantar türü	Gıda ürünü	Kullanım şekli	Kaynaklar
<i>A. blazei</i>	Süt	Mantarın liyofilize edilmiş, öğütülmüş hidroalkolik biyoaktif bileşen ekstraktı	Vital ve ark., 2017
<i>S. commune</i>	Peynir	Mantarın hücre içermeyen ekstraktı	Okamura-Matsui ve ark., 2001
<i>A. bohusii</i>	Krem peynir	Metanolik mantarın ekstraktı	Reis ve ark., 2012
<i>A. aegerita</i>	Krem peynir	Liyofilize edilmiş ve öğütülmüş mantar tozu	Petrovic ve ark., 2015
<i>S. luteus</i> ve <i>C. atramentaria</i>	Süzme peynir	Mantarların mikroenkapsüle edilmiş hidroalkolik ekstraktı	Ribeio ve ark., 2015
<i>L. edodes</i>	Yoğurt	Taze ve kurutulmuş mantardan elde edilen β -glukan hidrojelleri	Hozova ve ark., 2004
<i>P. ostreatus</i>	Yoğurt	Liyofilize edilmiş ve öğütülmüş mantarın filtre edilmiş steril sulu ekstraktı	Hassan ve ark., 2014
<i>L. edodes</i>	Yoğurt	Kuru mantarın filtre ve evapore edilmiş metanolik ve etanolik ekstraktı	Stojkovic ve ark., 2014
<i>A. bisporus</i>	Yoğurt	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantarın sulu ekstraktı	Vital ve ark., 2015
<i>A. brasiliensis</i>	Yoğurt	Mantarın sulu ekstraktı	Pelaes ve ark., 2015

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Tablo 4. Yenebilir ve tıbbi mantarların meyve ve sebze ürünlerinde kullanımı

Mantar türü	Gıda ürünü	Kullanım şekli	Kaynaklar
<i>L. sulphureus</i>	Domates salçası	Mantarın filtre ve evapore edilmiş metanol, aseton ve DCM* ekstraktı	Petrovic ve ark., 2013
<i>A. bisporus</i>	Ketçap	Taze mantar	Rai ve Arumuganathan, 2008
Belirtilmedi	Ketçap	Kaynatılmış taze mantar ezmesi	Bhuiyan ve Rana, 2012
<i>A. bisporus</i>	Ketçap	Piştirilmiş taze mantar pulpu	Kumar ve Ray, 2016
<i>L. edodes</i>	Turşu	5 g/L sitrik asit ile ön işlem uygulanmış/ uygulanmamış ve güneşte kurutulmuş mantar	Singh ve ark., 2016b

*DCM: Diklorometan

Tablo 5. Yenebilir ve tıbbi mantarların özel gıdalarda kullanımı

Mantar türü	Gıda ürünü	Kullanım şekli	Kaynaklar
<i>P. florida</i>	Cips	Tuz, sitrik asit ve KMS* ile haşlanmış, kurutulmuş ve kızartılmış mantar	Desayi, 2012b
<i>P. ostreatus</i>	Cips	Mantar tozu	Doğan ve ark., 2017
<i>L. edodes</i>	Cips	Suda haşlanmış, soğutulmuş, MD** ve CMC*** çözeltileri ile ön işlem uygulanmış, dondurulmuş ve kızartılmış mantar	Ren ve ark., 2018
<i>A. blazei</i>	Beyaz çikolata	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Piemolini-Barreto ve ark., 2012
<i>P. ostreatus</i>	Çorba , nugget	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu %0.05 KMS*	Rai ve Arumuganathan, 2008
<i>A. bisporus</i>	şeker, yemeye hazır körilili mantar	içeren suda haşlanmış mantar	
Belirtilmedi	Yemeye hazır mantar bazlı sos ve çorba	Dilimlenmiş taze mantar	Suriya ve ark., 2015
<i>A. bisporus</i>	Pandispanya	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Salehi ve ark., 2016
<i>A. bisporus</i>	Pandispanya	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Arora ve ark., 2017
<i>A. bisporus</i>	Çorba	Piştirilmiş ve ezme şekline getirilmiş taze mantar	Singh ve ark., 2003
<i>A. bisporus</i>	Çorba	Piştirilmiş taze mantar pulpu	Kumar ve Barmanray, 2010
<i>T. pinoyi</i>	Tavuk çorbası	Liyofilize edilmiş ve öğütülmüş mantarın KMS* olup/olmadan metanol ekstraktı	Stojkovic ve ark.,2013
<i>A. bisporus</i>	Çorba	%0.5 KMS* ve %0.2 sitrik asit ile ön işlem uygulanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Kumar, 2015
<i>P. ostreatus</i>	Çorba	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Farzana ve ark., 2017a
<i>P. ostreatus</i>	Çorba	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Mohajan ve ark., 2018
<i>P. ostreatus</i>	Çorba	Suda haşlanmış, piştirilmiş, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Makhungu ve Njue, 2019
<i>P. florida</i> , <i>P. ostreatus</i> , <i>P. sajor-caju</i>	Mantar sosu ve haşlanmış mantar	Kıyılmış taze mantar	Michael ve ark., 2011
<i>A. campestris</i> , <i>G. lucidum</i> , <i>L. edodes</i>	Sos	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu Mantar broth (sıvı baz)	Kublinskaya, 2018
<i>T. matsutake</i>	Elmalı sos	Taze mantar	Hong ve ark., 2009
<i>A. bisporus</i> , <i>P. ostreatus</i>	Lapa	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar unu	Ishara ve ark., 2018

*KMS: Potasyum metabisülfid, **MD: Maltodekstrin, ***CMC: Karboksimetil selüloz

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Tablo 6. Yenebilir ve tıbbi mantarların geleneksel gıda ürünlerinde kullanımı

Mantar türü	Gıda ürünü	Kullanım şekli	Kaynaklar
<i>P. sajor-caju</i>	Pirinç lapası ve mayasız ekmek (paratha)	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Wan Rosli ve Aishah, 2012
<i>P. sajor-caju</i>	Pirinç lapası, mayasız ekmek (paratha) ve geleneksel kek	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Aishah ve Wan Rosli, 2013
<i>A. bisporus</i>	Hint sosu (chutney)	Doğranmış ve ezme şekline getirilmiş mantar	Kumar ve Ray, 2008
<i>P. ostreatus</i>	Körili mantarlı patates, mantarlı mısır, mantarlı pilav, mantar takviyeli buğday unu chapatti, mantar takviyeli pearlmillet unu chapatti ve mantar namkeen sev (Hint eriştəsi)	Taze ve kurutulmuş mantar	Mishra ve ark., 2018
<i>M. conica</i> <i>R. flava</i>	Tarhana	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Eker ve Bozok, 2017
<i>A. bisporus</i>	Tako dolgusu	Buharda haşlanmış ve haşlanmamış mantar parçacıkları	Wong ve ark., 2017
<i>P. ostreatus</i>	Patates pudingi	Suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Verma ve Singh, 2017
<i>L. edodes</i> <i>P. ostreatus</i>	Kızartma hamuru Tikki (baharatlı patatesli Hint köftesi) karışımı	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu Suda haşlanmış, %0.5 sitrik asit, %0.5 askorbik asit, %10 NaCl uygulanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Kim ve ark., 2010 Singh ve Lakshmi, 2015
<i>P. sajor-caju</i>	Papad (Hint atıştırmalığı)	%1 KMS* uygulanmış, peynir altı suyuna batırılmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Parab ve ark., 2012
<i>P. ostreatus</i> <i>P. ostreatus</i>	Papad (Hint atıştırmalığı) Ogi (Fermente edilmiş tahıl pudingi, Nijerya)	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Nande, 2017 Ajala ve Taiwo, 2018
<i>A. bisporus</i>	Erişte	%0.05 KMS*, %0.1 sitrik asit ve 125 ppm EDTA** içeren suda haşlanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar unu	Devina ve ark., 2008
<i>L. edodes</i> <i>L. edodes</i> <i>P. ostreatus</i>	Erişte Erişte Erişte	Mantar ezmesi Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu %1 KMS* ve %0.5 sitrik asit uygulanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Kim ve ark., 2008 Kim ve ark., 2009 Desayi, 2012c
<i>P. ostreatus</i>	Erişte	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Wahyono ve ark., 2018
<i>L. edodes</i>	Erişte	Liyofilize edildikten sonra sonikasyon uygulanmış mantar miselyumunun yüksek-vakum filtrasyon uygulanmış hücre duvarı bileşenlerinin dondurulmuş ve liyofilize edilmiş doymuş NaCl (LMC-tuzu***) çözeltisi	Kim ve ark., 2005a
<i>P. linteus</i>	Ramyon (Kızarmış erişte, Kore)	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar ekstraktı	Kim ve ark., 2005b
<i>P. linteus</i> <i>L. edodes</i> <i>P. linteus</i>	Islak erişte Instant kızartılmış erişte Dasik (Preslenmiş şeker, Kore)	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu ve ekstraktı Kurutulmuş, öğütülmüş ve otoklav edilmiş mantar tozu Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Kim ve ark., 2005b Heo ve ark., 2013 Kang ve Kim, 2009
<i>L. edodes</i> <i>P. linteus</i>	Soya Dasik Cheonggukjang (Fermente soya fasulyesi yiyeceği, Kore)	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu Mantar ekstraktı	Hwang, 2009 Jiang ve ark., 2013
<i>P. linteus</i>	Yanggaeng (Tatlı kırmızı fasulye jölesi, Kore)	Mantar miselinin etanol ve su ekstraktları	Hong ve ark., 2013
<i>P. sajor-caju</i>	Bitkisel baharat	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Saiful Bahri ve Wan Rosli, 2016

*KMS: Potasyum metabisüfit, **EDTA: Etilendiamin tetra asetik asit, ***LMC-tuzu: *L. edodes* miselyum hücre duvarı bileşenleri-tuzu

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Tablo 7. Yenebilir ve tıbbi mantarların içecek ürünlerinde kullanımı

Mantar türü	Gıda ürünü	Kullanım şekli	Kaynaklar
<i>H. erinaceus</i>	Sporcu içeceği Çay	Kurutulmuş mantar ve misel kültürü ekstraktı	Thongbai ve ark., 2015
<i>P. ostreatus</i>	Sağlık içecek tozu	Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar tozu	Farzana ve ark., 2017b
<i>P. ostreatus</i>	Sağlıklı içecek	Mantarın β -glukan ekstraktı	Widyastuti ve ark., 2015
<i>G. lucidum</i>	Soya sütü	Mantar tohum kültürü	Yang ve Zhang, 2009
<i>A. blazei</i> , <i>F. velutipes</i> , <i>P. ostreatus</i>	Şarap	Mantarların hücre içermeyen ekstraktı	Okamura ve ark., 2001a
<i>F. velutipes</i> , <i>T. matsutake</i>	Bira	Mantarların hücre içermeyen ekstraktı	Okamura ve ark., 2001b
<i>A. blazei</i> , <i>F. velutipes</i> , <i>P. ostreatus</i> , <i>T. matsutake</i>	Bira, Sake, Şarap	Mantarların hücre içermeyen ekstraktı	Okamura-Matsui ve ark., 2003

Yenebilir ve Tıbbi Mantarların Endüstriyel Ürünlerde Kullanımı

Günümüzde, yenebilir ve tıbbi mantarların kullanıldığı, sağlıklı ve bağışıklık sistemini güçlendiren markalaşmış ticari ürünler arasında çevre dostu %70 sığır eti-%30 mantar burger karışımı (Sonic Drive-In), *H. erinaceus* aromalı dondurma (Unframed Ice Cream) ve fonksiyonel içecek (Koios), *A. auricula* içeren kolajence zengin içecek (Simply Auri), *I. obliquus* eklenmiş limonata karışımı (Four Sigmatic) ve şişelenmiş çay (Sol-ti), *G. lucidum* bazlı şişelenmiş mantar-çikolata içeceği, soğuk fermente içecek (REBBL), probiyotikçe zengin fermente çay (Health-Ade) ve mantarlı kahve karışımı (Four Sigmatic), tıbbi mantarla demlenmiş soğuk fermente Mocha kahve (Love Grace), tıbbi mantarla zenginleştirilmiş çay (Choice) ve soğuk yeşil çay (Mudra Mushroom) örnek olarak verilebilmektedir (Anonymous, 2019a). Bunun yanında, fermentasyon öncesinde veya sonrasında *G. frondosa* ve *G. lucidum* katılan Woodfruit, *Craterellus cornucopioides* ilave edilen Satchmo, *L. edodes* ile zenginleştirilen Shroominous ve *Pleurotus*

cinsi mantarlar ile fermente edilen Snorkel yeni tatları ve aromaları ile ticareti yapılan el yapımı bira markaları arasında yer almaktadır (Anonymous, 2019b). Ayrıca *G. lucidum* (Zhou ve ark., 2012; Hapuarachchi ve ark., 2018) ve *Tuber* cinsi (Patel, 2012; Anonymous, 2019c) mantarların kullanıldığı siyah ve yeşil çaylar, fermente içkiler ve içecekler, kahve karışımları, çikolatalar, çorbalar, makarnalar, peynirler, soslar, ketçaplar, ezmeler, burger köfteler ile aromatik yağlar ve sirkeler gibi ticari ürünlerin de ulusal ve uluslararası boyutta satış ve pazarlaması yapılmaktadır.

Sonuç olarak, yenebilir mantarlar ile tıbbi mantarların değerlendirilme yöntemlerinin ve kullanım alanlarının çeşitlendirilmesi, katma değerli, markalı yeni gıda ve türevi ürünlerinin ortaya çıkarılması konularında farkındalık yaratılıp bilgi düzeyi artırılmalıdır. Ülkemizde yenebilir mantar türevi yeni gıda ürünleri için *in vitro*, *in vivo* ve klinik çalışmalar yapılmalı, sonrasında markalaşma ve patent alımı ile hem yurtiçi hem de yurtdışı ticaretine katkıda bulunulmalıdır.

Kaynaklar

- Adeoye, B.K., Adeleye, K.A., Ani, I.F., Akinlade, A.R., Ngozi, E.O. ve Ajuzie, N.C. (2019). Quality Evaluation of Bread Enriched with Mushroom Powder. *IOSR J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol.*, (IOSR-JESTFT), 13 (6 Ser. I) 11-18.
- Ahmad, K. ve Singh, N. (2016). Evaluation of Nutritional Quality of Developed Functional Bread Fortified with Mushroom and Dates. *The Clarion*, 5 (1) 23-28.
- Aishah, M.S. ve Wan Rosli, W.I. (2013). The Effect of Addition of Oyster Mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) on Nutrient Composition and Sensory Acceptation of Selected Wheat- and Rice-Based Products. *Int. Food Res. J.*, 20 (1) 183-188.
- Ajala, A.S. ve Taiwo, T.F. (2018). Study on Supplementation of 'Ogi' with Oyster Mushroom Flour (*Pleurotus ostreatus*). *J. Nutr. Health Food Eng.*, 8 (3) 287-291.
- Alemu, G., Zegeye, A. ve Satheesh, N. (2017). Effect of Mushroom Flour on Proximate Composition and Dough Rheological Properties of Whole Wheat Flour Bread. *Annals Food Sci. Technol.*, 18 (3) 413-423.
- Anonymous. (2019a). <https://www.trendhunter.com/trends/>, (Erişim tarihi: 01 Kasım 2019).
- Anonymous. (2019b). <https://www.foodrepublic.com/2015/01/21/mushrooms-have-entered-the-craft-beer-game/>, (Erişim tarihi: 09 Kasım 2019).
- Anonymous. (2019c). <https://shop.urbandi.com/>, (Erişim tarihi: 01 Kasım 2019).

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Arora, B., Kamal, S. ve Sharma, V.P. (2017). Sensory, Nutritional and Quality Attributes of Sponge Cake Supplemented with Mushroom (*Agaricus bisporus*) Powder. *Nutr. Food Sci.*, 47 (4) 578-590.
- Arumuganathan, T., Rai, R.D. ve Hemakar, A.K. (2005). Studies on Development of Value Added Products from Fresh Button Mushroom *Agaricus bisporus*. *Mushroom Res.*, 14 (2) 84-87.
- Ayo, J.A., Ojo, M.O., Omelagu, C.A. ve Kaaer, R.U. (2018). Quality Characterization of Acha-Mushroom Blend Flour and Biscuit. *Nutr. Food Sci. Int. J.*, 7 (3) 555715.
- Azeez, L.A., Adedokun, S.O., Adeoti, A.O. ve Babalola, J.O. (2018). Quality Characteristics of Fortified Bread Produced from Cassava and Mushroom Flours. *J. Food Process Technol.*, 9 724.
- Badalyan, S.M., Barkhudaryan, A. ve Rapior, S. (2019). Recent Progress in Research on the Pharmacological Potential of Mushrooms and Prospects for Their Clinical Application. D. C. Agrawal ve M. Dhanasekaran (Eds.), *Medicinal Mushrooms: Recent Progress in Research and Development*, (pp. 143-168). Springer Nature Singapore Pte Ltd.
- Barros, L., Barreira, J.C.M., Grangeia, C., Batista, C., Cadavez, V.A.P. ve Ferreira, I.C.F.R. (2011). Beef Burger Patties Incorporated with *Boletus edulis* extracts: Lipid Peroxidation Inhibition Effects. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 113 737-743.
- Baydaş, F. ve Pekşen, A. (2019). İstiridye Mantarının (*Pleurotus ostreatus*) Besin ve Tıbbi Özellikleri. *Ordu'da Gıda Güvenliği*, 13 (33) 10-14.
- Bhuiyan, M.H.R. ve Rana, M.S. (2012). Ketchup Development from Fresh Mushroom. *Bangladesh Res. Pub. J.*, 7 (2) 182-188.
- Brennan, M.A., Derbyshire, E., Tiwari, B.K. ve Brennan, C.S. (2012). Enrichment of Extruded Snack Products with Coproducts from Chestnut Mushroom (*Agrocybe aegerita*) Production: Interactions between Dietary Fiber, Physicochemical Characteristics, and Glycemic Load. *J. Agric. Food Chem.*, 60 4396-4401.
- Brennan, M.A., Derbyshire, E., Tiwari, B.K. ve Brennan, C.S. (2013). Integration of β -Glucan Fibre Rich Fractions from Barley and Mushrooms to Form Healthy Extruded Snacks. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 68 78-82.
- Bulam, S., Üstün, N.Ş. ve Pekşen, A. (2018a). The Most Popular Edible Wild Mushrooms in Vezirköprü District of Samsun Province. *Turk. J. Agric.-Food Sci. Techn.*, 6 (2) 189-194.
- Bulam, S., Üstün, N.Ş. ve Pekşen, A. (2018b). Mushroom Foreign Trade of Turkey in the Last Decade. A. Y. Sönmez, S. Bilen, E. Terzi ve A. E. Kadak (Eds.), *International Congress on Engineering and Life Science (ICELIS 2018) Proceeding Book*, (pp. 779-784). Kastamonu-Turkey.
- Bulam, S., Üstün, N.Ş. ve Pekşen, A. (2018c). β -glucans: An Important Bioactive Molecule of Edible and Medicinal Mushrooms. A. Türkmen (Ed.), *1. International Technology Sciences and Design Symposium (ITESDES) Proceeding Book*, (pp. 1242-1258). Giresun-Turkey.
- Chauhan, N., Vaidya, D., Gupta, A. ve Pandit, A. (2017). Fortification of Pasta with White Button Mushroom: Functional and Rheological Properties. *Int. J. Food Ferment Technol.*, 7 (1) 87-96.
- Cheong, P.C.H., Tan, C.S. ve Fung, S.Y. (2018). Medicinal Mushrooms: Cultivation and Pharmaceutical Impact. B. P. Singh, L. Chhakhhuak ve A. K. Passari (Eds.), *Biology of Macrofungi*, (pp. 287-304). Springer.
- Chockchaisawasdee, S., Namjaidee, S., Pochana, S. ve Stathopoulos, C.E. (2010). Development of Fermented Oyster-Mushroom Sausage. *As. J. Food Ag-Ind.*, 3 (1) 35-43.
- Choe, J., Lee, J., Jo, K., Jo, C., Song, M. ve Jung, S. (2018). Application of Winter Mushroom Powder as an Alternative to Phosphates in Emulsion-Type Sausages. *Meat Sci.*, 143 114-118.
- Chung, H.C., Lee, J.T. ve Kwon, O.J. (2004). Bread Properties Utilizing Extracts of *Ganoderma lucidum* (GL). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 33 (7) 1201-1205.
- Chung, S.I., Kim, S.Y., Nam, Y.J. ve Kang, M.Y. (2010). Development of Surimi Gel from King Oyster Mushroom and Cuttlefish Meat Paste. *Food Sci. Biotechnol.*, 19 (1) 51-56.
- Desayi, D. (2012a). Development, Sensory Evaluation and Microbial Analysis of Mushroom Fortified Biscuits. *J. Sci. Food Agric.*, 2 (2) 183-186.
- Desayi, D. (2012b). Development, Recovery and Sensory Evaluation of Fresh Mushroom Chips. *Int. J. Food Agri. Vet. Sc.*, 2 (2) 190-193.
- Desayi, D. (2012c). Development and Sensory Evaluation of Mushroom Fortified Noodles. *Int. J. Food Agri. Vet. Sc.*, 2 (2) 187-189.
- Devina, V., Gaur, S., Rai, R.D. ve Sharma, P.C. (2008). Development and Quality Evaluation of White Button Mushroom Noodles. *J. Food Sci. Technol.*, 45 (6) 513-515.
- Doğan, N., Doğan, C. ve Hayoğlu, İ. (2017). *Pleurotus ostreatus* Mantarının Cips Üretiminde Kullanımı. *Harran Tarım ve Gıda Bil. Der.*, 21 (2) 133-142.
- Eissa, H.A., Hussein, A.S. ve Mostafa, B.E. (2007). Rheological Properties and Quality Evaluation of Egyptian Balady Bread and Biscuits Supplemented With Flours of Ungerminated and Germinated Legume Seeds or Mushroom. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 57 (4) 487-496.
- Eker, T. ve Bozok, F. (2017). Effect of Edible Mushroom Powder on Antioxidant Activity of Tarhana. *Indian J. Pharm. Educ.*, 51 (3) Suppl:S268-70.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Eren, E. ve Pekşen, A. (2016). Türkiye'de Kültür Mantarı Sektörünün Durumu ve Geleceğine Bakış. *Türk Tarım-Gıda Bil. Tek. Der.*, 4 (3) 189-196.
- Fan, L., Zhang, S., Yu, L. ve Ma, L. (2006). Evaluation of Antioxidant Property and Quality of Breads Containing *Auricularia auricula* Polysaccharide Flour. *Food Chem.*, 101 1158-1163.
- Farooq, M., Rakha, A., Hassan, J.U., Fazal, R., Saleem, M., Saboor, A., Ahmed, S., Ilyas, N., Bakhtiar, M., Khan, S. ve Kakar, K. (2018). Physicochemical and Nutritional Characterization of Mushroom Powder Enriched Muffins. *Int. J. Fauna Biol. Stud.*, 5 (3) 09-16.
- Farzana, T., Mohajan, S., Hoquer, M.M. ve Sarker, N.C. (2013). Comparison of Proximate Nutrients Composition in Local Market and Soya Mushroom Biscuits. *Bangladesh J. Mushroom*, 7 (2) 45-51.
- Farzana, T., ve Mohajan, S. (2015). Effect of Incorporation of Soy Flour to Wheat Flour on Nutritional and Sensory Quality of Biscuits Fortified with Mushroom. *Food Sci. Nutr.*, 3 (5) 363-369.
- Farzana, T., Mohajan, S., Saha, T., Hossain, M.N. ve Haque, M.Z. (2017a). Formulation and Nutritional Evaluation of a Healthy Vegetable Soup Powder Supplemented with Soy Flour, Mushroom, and Moringa Leaf. *Food Sci. Nutr.*, 00 1-10.
- Farzana, T., Mohajan, S., Hossain, M.N. ve Ahmed, M.M. (2017b). Formulation of a Protein and Fibre Enriched Soy-Mushroom Health Drink Powder Compared to Locally Available Health Drink Powders. *Mal. J. Nutr.*, 23 (1) 129-138.
- Gadallah, M.G.E. ve Ashoush, I.S. (2016). Value Addition on Nutritional and Sensory Properties of Biscuit Using Desert Truffle (*Terfezia claveryi*) Powder. *Food Nutr. Sci.*, 7 1171-1181.
- Gençcelep, H. (2012). The Effect of Using Dried Mushroom (*Agaricus bisporus*) on Lipid Oxidation and Color Properties of Sucuk. *J. Food Biochem.*, 36 587-594.
- Gençcelep, H. ve Zorba, Ö. (2017). The Effect of Dried Mushroom (*Agaricus bisporus*) Addition on Microbiological Quality and Biogenic Amine Contents in Sucuk Production. *Gıda*, 42 (6) 787-798.
- Ghobadi, R., Mohammadi, R., Chabavizade, J. ve Sami, M. (2018). Effect of *Ganoderma lucidum* Powder on Oxidative Stability, Microbial and Sensory Properties of Emulsion Type Sausage. *Adv. Biomed. Res.*, 7 24.
- Giavasis, I. (2014a). Bioactive Fungal Polysaccharides as Potential Functional Ingredients in Food and Nutraceuticals. *Curr. Opin Biotechnol.*, 26 162-173.
- Giavasis, I. (2014b). Polysaccharides from Medicinal Mushrooms for Potential Use as Nutraceuticals. N. Benkeblia (Ed.), *Polysaccharides Natural Fibers in Food and Nutrition*, (pp. 171-196). Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Hapuarachchi, K.K., Elkhateeb, W.A., Karunarathna, S.C., Cheng, C.R., Bandara, A.R., Kakumyan, P., Hyde, K.D., Daba, G.M. ve Wen, T.C. (2018). Current Status of Global *Ganoderma* Cultivation, Products, Industry and Market. *Mycosphere*, 9 (5) 1025-1052.
- Hassan, O.A., Abughazaleh, A.A., Ibrahim, S.A., Isikhuemhen, O.S., Awaisheh, S.S. ve Tahergorabi, R. (2014). Viability and α - and β -galactosidase Activity of *Bifidobacterium breve* and *Lactobacillus reuteri* in Yoghurt Products Supplemented with Shiitake Mushroom Extract during Refrigerated Storage. *Int. J. Dairy Technol.*, 67 (4) 570-576.
- Heo, S., Lee, S.M., Bae, I.Y., Park, H.G., Lee, H.G. ve Lee, S. (2013). Effect of *Lentinus edodes* β -Glucan-Enriched Materials on the Textural, Rheological, and Oil-Resisting Properties of Instant Fried Noodles. *Food Bioprocess Technol.*, 6 553-560.
- Hong, J.Y., Choi, Y.J., Kim, M.H. ve Shin, S.R. (2009). Study on the Quality of Apple Dressing Sauce Added with Pine Mushroom (*Tricholoma matsutake* Sing) and Chitosan. *Korean J. Food Preserv.*, 16 (1) 60-67.
- Hong, S.S., Jung, E.K. ve Kim, A.J. (2013). Quality Characteristics of Yanggaeng Supplemented with Sanghwang Mushroom (*Phellinus linteus*) Mycelia. *J. Korean Diet Assoc.*, 19 (3) 253-264.
- Hozova, B., Kuniak, L. ve Kelemova, B. (2004). Application of β -Glucans Isolated from Mushrooms *Pleurotus ostreatus* (Pleuran) and *Lentinula edodes* (Lentinan) for Increasing the Bioactivity of Yoghurts. *Czech J. Food Sci.*, 22 204-214.
- Hwang, S.J. (2009). Quality Characteristics of Soybean *Dasik* Containing Different Amount of *Lentinus edodes* Powder. *Korean J. Food Cook. Sci. (KJFCS)*, 25 (6) 650-654.
- Ibrahim, M.I. ve Hegazy, A.I. (2014). Effect of Replacement of Wheat Flour with Mushroom Powder and Sweet Potato Flour on Nutritional Composition and Sensory Characteristics of Biscuits. *Curr. Sci. Int.*, 3 (1) 26-33.
- Ishara, J.R.M., Sila, D.N., Kenji, G.M., Buzera, A.K. ve Mushagalusa, G.N. (2018). Nutritional and Physical Attributes of Maize-mushroom Complementary Porridges as Influenced by Mushroom Species and Ratio. *Amer. J. Food Nutr.*, (AJFN), 6 (1) 17-27.
- Jiang, C.K., Lee, K.A., Kim, C.J., Lee, C.Y., Hur, S.J. ve Lee, S.K. (2013). Quality Characteristics of Cheonggukjang Containing *Phellinus linteus* Extracts and Antitumor Effects in Hep-2 and SK-MES Cells. *Food Sci. Biotechnol.*, 22 (6) 1717-1724.
- Jo, K., Lee, J. ve Jung, S. (2018). Quality Characteristics of Low-salt Chicken Sausage Supplemented with a Winter Mushroom Powder. *Korean J. Food Sci. An.*, 38 (4) 768-779.
- Kalac, P. (2016). Proximate Composition and Nutrients. P. Kalac (Ed.), *Edible Mushrooms: Chemical Composition and Nutritional Value*, (pp. 7-70). Academic Press.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Kang, J.H. ve Kim, J.E. (2009). Characteristics of Dasik Prepared with Added Sangwang Mushroom Powder. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 25 (2) 227-233.
- Kapahi, M. (2018). Recent Advances in Cultivation of Edible Mushrooms. B. P. Singh, L. Chhakchhuak ve A. K. Passari (Eds.). *Biology of Macrofungi*, (pp. 275-286). Springer.
- Kaur, G., Sharma, S., Negi, H.P.S. ve Ranote, P.S. (2013). Enrichment of Pasta with Different Plant Proteins. *J. Food Sci. Technol.*, 50 (5) 1000-1005.
- Khider, M., Elbanna, K., Seoudi, O. ve El-Fakharany, A. (2015). Lactic Acid Fermented Permeates and Mushroom Powder (*Pleurotus ostreatus* Hk 35) for Improvement of the Nutritional Value and Quality of Pan Bread. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 4 (8) 723-736.
- Kim, H.R., Hong, J.S., Kim, T.Y. ve Chun, H.K. (2005a). Properties of Ramyon (Deep Fried Noodle) Changed by the Addition of Sangwhang Mushroom (*Phellinus linteus*) Extract. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 37 (6).
- Kim, H.R., Hong, J.S., Choi, J.S., Han, G.J., Kim, T.Y., Kim, S.B. ve Chun, H.K. (2005b). Properties of Wet Noodle Changed by the Addition of Sanhwang Mushroom (*Phellinus linteus*) Powder and Extract. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 37 579-583.
- Kim, J., Lim, J., Bae, I.Y., Park, H.G., Lee, G.H. ve Lee, S. (2010). Particle Size Effect of *Lentinus edodes* Mushroom (Chamsongi) Powder on The Physicochemical, Rheological, and Oil-Resisting Properties of Frying Batters. *J. Texture Stud.*, 41 381-395.
- Kim, J., Lee, S.M., Bae, I.Y., Park, H.G., Lee, G.H. ve Lee, S. (2011). (1→3) (1→6)-β-Glucan-Enriched Materials from *Lentinus edodes* Mushroom as A High-Fibre and Low-Calorie Flour Substitute for Baked Foods. *J. Sci. Food Agric.*, 91 1915-1919.
- Kim, S.Y., Kang, M.Y. ve Kim, M.H. (2008). Quality Characteristics of Noodle Added with Browned Oak Mushroom (*Lentinus edodes*). *Korean J. Food Cook. Sci. (KJFCS)*, 24 665-671.
- Kim, S.Y., Chung, S.I., Nam, S.H. ve Kang, M.Y. (2009). Cholesterol Lowering Action and Antioxidant Status Improving Efficacy of Noodles Made from Unmarketable Oak Mushroom (*Lentinus edodes*) in High Cholesterol Fed Rats. *J. Korean Soc. Appl. Bi.*, 52 207-212.
- Kublinskaya, I. (2018). Development of the Technology of Mushroom Sauce with Functional Ingredients. *Technol. Audit. Product. Reserv. (TAPR)*, 4/3 (42) 28-34.
- Kulkarni, S.K., Sakhale, B.K., Pawar, V.D., Miniyar, U.G. ve Patil, B.M. (2010). Studies on Sensory Quality of Cookies Enriched with Mushroom Powder. *Food Sci. Res. J.*, 1 (2) 90-93.
- Kumar, K. (2015). Studies on Development and Shelf Life Evaluation of Soup Powder Prepared by Incorporation of White Button Mushroom (*Agaricus bisporus* L.). *South Asian J. Food Technol. Environ. (SAJFTE)*, 1 (3&4) 219-224.
- Kumar, K. (2019). Nutraceutical Potential and Processing Aspects of Oyster Mushrooms (*Pleurotus* species). *Curr. Nutr. Food Sci.*, 15 1-12.
- Kumar, K. ve Barmanray, A. (2007). Nutritional Evaluation and Storage Studies of Button Mushroom Powder Fortified Biscuits. *Mushroom Res.*, 16 (1) 31-35.
- Kumar, K. ve Ray, A. (2008). Nutritional Evaluation and Storage Studies of Button Mushroom Powder Fortified Bread. B. S. Khatkar, A. Sarma, A. Ray, D. Mudgil ve N. Gulia (Eds.), *Proceedings of National Seminar on Food Safety and Quality*, (pp. 292-295). Hisar-Haryana-India.
- Kumar, K. ve Barmanray, A. (2010). Effect of Incorporation of Mushroom Pulp with Tomato Pulp on Physico-Chemical Characteristics of Mixed Soup. *Bever. Food World*, 71-72.
- Kumar, K. ve Ray, A.B. (2008). Nutritional Evaluation and Storage Studies of Chutney Prepared from White Button Mushroom (*Agaricus bisporus* L.). *Haryana J. Hortic. Sci.*, 37 (3&4) 236-239.
- Kumar, K. ve Ray, A.B. (2016). Development and Shelf-Life Evaluation of Tomato-Mushroom Mixed Ketchup. *J. Food Sci. Technol.*, 53 (5) 2236-2243.
- Kwon, T., Lee, H., Choi, J., Kim, K. ve Kim, A. Y. (2019). Potential Reduction of Salt Consumption by Preparing Noodles with Entrapped NaCl in Mycelial Cell Wall Cavities of *Lentinus edodes*. *Food Bioprocess Tech.*, 12 704-713.
- Lakshmipathy, G., Jayakumar, A., Abhilas, M. ve Raj, S.P. (2013). Studies on Different Drying, Canning and Value Addition Techniques for Mushrooms (*Calocybe indica*). *Afr. J. Food Sci.*, 7 (10) 361-367.
- Li, J., Chen, W., Li, X.Y. ve Cheng, F. (2011). *Ganoderma* Yogurt and Changes in Colonies, Physical and Chemical Properties During Storage. *China Dairy Ind.*, 5 18.
- Liu, X., Lu, Y., Xu, X. ve Suo, Y. (1992). A Study on Preparation of Sandwich Biscuits with Hedgehog Fungus and Therapeutic Approach for Nutritional Anemia of Preschool Children. *Acta Nutr. Sin.*, 14 109-111.
- Lu, X., Brennan, M.A., Serventi, L., Mason, S. ve Brennan, C.S. (2016). How The Inclusion of Mushroom Powder Can Affect the Physicochemical Characteristics of Pasta. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 51 2433-2439.
- Lu, X., Brennan, M.A., Serventi, L. ve Brennan, C.S. (2018). Incorporation of Mushroom Powder into Bread Dough—Effects on Dough Rheology and Bread Properties. *Cereal Chem.*, 95 418-427.
- Ma, G., Yang, W., Zhao, L., Peib, F., Fanga, D. ve Hua, Q. (2018). A Critical Review on the Health Promoting Effects of Mushrooms Nutraceuticals. *Food Sci. Human Well.*, 7 125-133.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Majeed, M., Khan, M.U., Owaid, M.N., Khan, M.R., Shariati, M.A. Igor, P. ve Ntsefong, G.N. (2017). Development of Oyster Mushroom Powder and Its Effects on Physicochemical and Rheological Properties of Bakery Products. *J. Microbiol. Biotech. Food Sci.*, 6 (5) 1221-1227.
- Makhungu, M.L. ve Njue, L.G. (2019). Development of Instant Ox Tail Soup Supplemented with Mushroom and Moringa Leaves. *Asian Food Sci. J. (AFSJ)*, 10 (2) 1-9.
- Mehta, M. (2013). Protein Rich Mushroom Bread. *Indian Streams Res. J.*, 3 (6) 1-3.
- Michael, H.W., Bultosa, G. ve Pant, L.M. (2011). Nutritional Contents of Three Edible Oyster Mushrooms Grown on Two Substrates at Haramaya, Ethiopia, and Sensory Properties of Boiled Mushroom and Mushroom Sauce. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 46 732-738.
- Mishra, R., Mishra, Y.D., Singh, P.P., Raghubanshi, B.P.S. ve Sharma, R. (2018). Nutritional and Sensory Evaluation of Oyster Mushroom Supplemented Daily Food Items. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 7 (08) 1465-1471.
- Mohajan, S., Orchy, T.N. ve Farzana, T. (2018). Effect of Incorporation of Soy Flour on Functional, Nutritional, and Sensory Properties of Mushroom–Moringa-Supplemented Healthy Soup. *Food Sci. Nutr.*, 6 549-556.
- Nagy, M., Semeniuc, C.A., Socaci, S.A., Pop, C.R., Rotar, A.M., Salagean, C.D. ve Tofana, M. (2017). Utilization of Brewer's Spent Grain and Mushrooms in Fortification of Smoked Sausages. *Food Sci. Technol.*, 37 (2) 315-320.
- Nande, P.J. (2017). Sensory Characteristics of Papad Prepared using Mushroom Powder. *Int. J. Adv. Nutr. Health Sci.*, 5 (1) 234-241.
- Nayak, P.C., Raju, C.V., Lakshmisha, I.P., Singh, R.R. ve Sofi, F.R. (2015). Influence of Button Mushroom (*Agaricus bisporus*) on Quality and Refrigerated Storage Stability of Patties Prepared from Sutchi Catfish (*Pangasius hypophthalmus*). *J. Food Sci. Technol.*, 52 (6) 3529-3538.
- Ndungu, S.W., Otieno, C.A., Onyango, C. ve Musieba, F. (2015a). Nutritional Composition, Physical Qualities and Sensory Evaluation of Wheat Bread Supplemented with Oyster Mushroom. *Am. J. Food Technol.*, 10 (6) 279-288.
- Ndungu, S.W., Otieno, C.A., Onyango, C. ve Musieba, F. (2015b). Composition of Polyphenols in Wheat Bread Supplemented with *Pleurotus ostreatus* Mushroom. *Am. J. Food Technol.*, 10 (6) 273-278.
- Okafor, J.N.C., Okafor, G.I., Ozumba, A.U. ve Elemo, G.N. (2012). Quality Characteristics of Bread Made from Wheat and Nigerian Oyster Mushroom (*Pleurotus plumonarius*) Powder. *Pakistan J. Nutr.*, 11 (1) 5-10.
- Okamura, T., Ogata, T., Minamoto, N., Takeno, T., Noda, H., Fukuda, S. ve Ohsugi, M. (2001a). Characteristics of Wine Produced by Mushroom Fermentation. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 65 (7) 1596-1600.
- Okamura, T., Ogata, T., Minamoto, N., Takeno, T., Noda, H., Fukuda, S. ve Ohsugi, M. (2001b). Characteristics of Beer-Like Drink Produced by Mushroom Fermentation. *Food Sci. Technol. Res.*, 7 (1) 88-90.
- Okamura-Matsui, T., Takemura, K., Sera, M., Takeno, T., Noda, H., Fukuda, S. ve Ohsugi, M. (2001). Characteristics of a Cheese-Like Food Produced by Fermentation of the Mushroom *Schizophyllum commune*. *J. Biosci. Bioeng.*, 92 1 30-32.
- Okamura-Matsui, T., Tomoda, T., Fukuda, S. ve Ohsugi, M. (2003). Discovery of Alcohol Dehydrogenase from Mushrooms and Application to Alcoholic Beverages. *J. Mol. Catal., B: Enzym.*, 23 133-144.
- Oyetayo, V.O. ve Oyedeji, R.R. (2018). Assessment of Microbial and Sensory Properties of Bread Fortified with Mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Calocybe indica*). *J. Adv. Microbiol.*, 11 (2) 1-7.
- Parab, D.N., Dhalagade, J.R., Sahoo, A.K. ve Ranveer, R.C. (2012). Effect of Incorporation of Mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) Powder on Quality Characteristics of Papad (Indian Snack Food). *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 63 (7) 866-870.
- Patel, S. (2012). Food, Health and Agricultural Importance of Truffles: A Review of Current Scientific Literature. *Curr. Trends Biotechnol. Pharm.*, 6 (1) 2230-7303.
- Pekşen, A. (2013). Mantarların İnsan Hayatı ve Sağlığındaki Yeri. *Bahçe Haber*, 2 (1) 10-15.
- Pekşen, A., Bulam, S. ve Üstün, N.Ş. (2016). Edible Wild Mushrooms Sold in Giresun Local Markets. M. Özcanlı, H. Serin and A. Çalık (Eds.). *1st International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2016) Proceedings Book*. (pp. 3358-3362). Adana-Turkey.
- Pelaes, A.C.V., Goto, A.P., Hanai, L.N., Gomes-da-Costa, S.M., Filho, B.A.A., Nakamura, C.V. ve Matumoto-Pintro, P.T. (2015). Microbiological, Functional and Rheological Properties of Low Fat Yogurt Supplemented with *Pleurotus ostreatus* Aqueous Extract. *LWT-Food Sci. Technol.*, 64 1028-1035.
- Petrovic, J., Glamoclija, J., Stojkovic, D.S., Ciric, A., Nikolic, M., Bukvicki, D., Guerzoni, M.E. ve Sokovic, M.D. (2013). *Laetiporus sulphureus*, Edible Mushroom from Serbia: Investigation on Volatile Compounds, *In Vitro* Antimicrobial Activity and *In Situ* Control of *Aspergillus flavus* in tomato paste. *Food Chem. Toxicol.*, 59 297-302.
- Petrovic, J., Stojkovic, D., Reis, F.S., Barros, L., Glamoclija, J., Ciric, A., Ferreira, I.C.F.R. ve Sokovic, M. (2014). Study on Chemical, Bioactive and Food Preserving Properties of *Laetiporus sulphureus* (Bull.: Fr.) Murr. *Food Funct.*, 5 1441.
- Petrovic, J., Glamoclija, J., Stojkovic, D., Ciric, A., Barros, L., Ferreira, I.C. ve Sokovic, M. (2015). Nutritional Value, Chemical Composition, Antioxidant Activity and Enrichment of Cream Cheese with Chestnut Mushroom *Agrocybe aegerita* (Brig.) Sing. *J. Food Sci. Technol.*, 52 6711-6718.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Phan, C.W., Tan, E.Y.Y. ve Sabaratnam, V. (2018). Bioactive Molecules in Edible and Medicinal Mushrooms for Human Wellness. J.-M. Mérillon ve K. G. Ramawat. (Eds.), *Bioactive Molecules in Food*. Reference Series in Phytochemistry. (pp. 1-24). Springer, Cham.
- Piemolini-Barreto, L.T., Bastiani, S. ve Sandri, I.G. (2012). White Chocolate Addition of Mushroom. *Braz. J. Agro-ind Prod.*, 14 (3) 203-209.
- Pil-Nam, S., Park, K., Kang, G., Cho, S., Park, B. ve Van-Ba, H. (2015). The Impact of Addition of Shiitake on Quality Characteristics of Frankfurter during Refrigerated Storage. *LWT - Food Sci. Technol.*, 62 62-68.
- Proadhan, U.K., Linkon, K.M.M.R., Al-Amin, M.F. ve Alam, M.J. (2015). Development and Quality Evaluation of Mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) Enriched Biscuits. *Emir. J. Food Agric.*, 27 (7) 542-547.
- Rai, R.D. ve Arumuganathan, T. (2008). *Post Harvest Technology of Mushrooms*. Technical Bulletin. Chambaghat, Solan: Director National Research Centre for Mushroom (ICAR).
- Rathore, H., Prasad, S. ve Sharma, S. (2017). Mushroom Nutraceuticals for Improved Nutrition and Better Human Health: A Review. *PharmaNutrition*, 5 35-46.
- Regula, J. ve Gramza-Michałowska, A. (2010). New Cereal Food Products with Dried Shiitake Mushroom (*Lentinula edodes*) Added as a Source of Selected Nutrients. *Ital. J. Food Sci.*, 22 (3) 293-298.
- Reis, F.S., Stojkovic, D., Sokovic, M., Glamoclija, J., Ciric, A., Barros, L. ve Ferreira, I.C.F.R. (2012). Chemical Characterization of *Agaricus bohusii*, Antioxidant Potential and Antifungal Preserving Properties when Incorporated in Cream Cheese. *Food Res. Int.*, 48 620-626.
- Reis, F.S., Martins, A., Vasconcelos, M.H., Morales, P. ve Ferreira, I.C.F.R. (2017). Functional Foods Based on Extracts or Compounds Derived from Mushrooms. *Trends Food Sci. Technol.*, 66 48-62.
- Ren, A., Pan, S., Li, W., Chen, G. ve Duan, X. (2018). Effect of Various Pretreatments on Quality Attributes of Vacuum-Fried Shiitake Mushroom Chips. *J. Food Qual.*, 2018, Article ID 4510126, 7 p.
- Ribeiro, A., Ruphuy, G., Lopes, J. C., Dias, M.M., Barros, L., Barreiro, F. ve Ferreira, I.C.F.R. (2015). Spray-Drying Microencapsulation of Synergistic Antioxidant Mushroom Extracts and Their Use as Functional Food Ingredients. *Food Chem.*, 188 612-618.
- Royse, D.J., Baars, J. ve Tan, Q. (2017). Current Overview of Mushroom Production in the World. D. C. Zied ve A. Pardo-Giménez (Eds.), *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Saccotelli, M. A., Spinelli, S., Conte, A. ve Del Nobile, M.A. (2018). Gluten-Free Bread Enriched with Vegetable Flours. *Food Nutr. Sci.*, 9 356-368.
- Saiful Bahri, S. ve Wan Rosli, W.I. (2016). Effect of Oyster Mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) Addition on the Nutritional Composition and Sensory Evaluation of Herbal Seasoning. *Int. Food Res. J.*, 23 (1) 262-268.
- Salehi, F., Kashaninejad, M., Asadi, F. ve Najafi, A. (2016). Improvement of Quality Attributes of Sponge Cake Using Infrared Dried Button Mushroom. *J Food Sci. Technol.*, 53 (3) 1418-1423.
- Seguchi, M., Morimoto, N., Abe, M. ve Yoshino, Y. (2001). Effect of Maitake (*Grifola frondosa*) Mushroom Powder on Bread Properties. *J. Food Sci.*, 66 261-264.
- Sharma, L. ve Singh, P. (2018). Development of Value Added Products based on Eggshell and Sun-Dried Mushrooms for the Vitamin D and Calcium Deficit Population. *J. Nutr. Disorders Ther.*, 8 233.
- Sheikh, M.A.M., Kumar, A., Islam, M.M. ve Mahomud, M.S. (2010). The Effects of Mushroom Powder on the Quality of Cake. *Progress Agric.*, 21 (1&2) 205-214.
- Singh, S., Ghosh, S. ve Patil, G.R. (2003). Development of a Mushroom-Whey Soup Powder. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 38 217-224.
- Singh, V. ve Lakshmi, B. K. (2015). Development and Quality Evaluation of Ready to Use Sweet Potato and Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Tikki mix. *J. Food Process Technol.*, 6 509.
- Singh, K. ve Thakur, M. (2016). Formulation, Organoleptic and Nutritional Evaluation of Value Added Baked Product Incorporating Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) Powder. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 1 (6) 16-20.
- Singh, J., Sindhu, S. C., Sindhu, A. ve Yadav, A. (2016a). Development and Evaluation of Value Added Biscuits from Dehydrated Shiitake (*Lentinus edodes*) Mushroom. *Int. J. Curr. Res.*, 8 (03) 27155-27159.
- Singh, J., Sindhu, S. C. ve Sindhu, A. (2016b). Development and Evaluation of Value Added Pickle from Dehydrated Shiitake (*Lentinus edodes*) Mushroom. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 1 (1) 24-26.
- Singhal, S., Rasane, P., Kaur, S., Garba, U., Singh, J., Raj, N. ve Gupta, N. (2019). Mushroom Cultivation, Processing and Value-added Products: A Patent Based Review. *Recent Pat Food Nutr. Agric.*, 10 (1) 3-19.
- Singla, R., Ghosh, M. ve Ganguli, A. (2009). Phenolics and Antioxidant Activity of A Ready-To-Eat Snack Food Prepared from the Edible Mushroom (*Agaricus bisporous*). *Nutr. Food Sci.*, 39 (3) 227-234.
- Stefanello, F.S., Cavalheiro, C.P., Ludtke, F.L., Santos da Silva, M., Fries, L.L.M. ve Kubota, E.H. (2015). Oxidative and Microbiological Stability of Fresh Pork Sausage with Added Sun Mushroom Powder. *Ciênc Agrotec.*, 39 (4) 381-389.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Stojkovic, D., Reis, F.S., Ferreira, I.C.F.R., Barros, L., Glamoclija, J., Ciric, A., Nikolic, M., Stevic, T., Giveli, A., ve Sokovic, M. (2013). *Tirmania pinoyi*: Chemical Composition, *In Vitro* Antioxidant and Antibacterial Activities and *In Situ* Control of *Staphylococcus aureus* in Chicken Soup. *Food Res. Int.*, 53 56-62.
- Stojkovic, D., Reis, F.S., Glamoclija, J., Ciric, A., Barros, L., Van Griensven, L.J.L.D., Ferreira, I.C.F.R. ve Sokovic, M. (2014). Cultivated Strains of *Agaricus bisporus* and *A. brasiliensis*: Chemical Characterization and Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Properties for the Final Healthy Product – Natural Preservatives in Yoghurt. *Food Funct.*, 5 1602.
- Stojkovic, D. S., Reis, F. S., Ciric, A., Barros, L., Glamoclija, J., Ferreira, I.C.F.R. ve Sokovic, M. (2015). *Boletus aereus* Growing Wild in Serbia: Chemical Profile, *In Vitro* Biological Activities, Inactivation and Growth Control of Food-Poisoning Bacteria in Meat. *J. Food Sci. Technol.*, 52 7385-7392.
- Sulkowska-Ziaja, K., Kala, K., Lazur, J. ve Muszynska, B. (2018). Chemical and Bioactive Profiling of Wild Edible Mushrooms. B. P. Singh, L. Chhakchhuak ve A. K. Passari (Eds.). *Biology of Macrofungi*, (pp. 129-157). Springer.
- Suriya, B.R., Varadharaju, N., Kennedy, Z.J. ve Eswaran, S. (2015). Processing and Preservation of Ready - To - Eat Mushroom Based Products in Retortable Pouches. *Indian J. Sci.*, 22 (76) 47-52.
- Süfer, Ö., Bozok, F. ve Demir, H. (2016). Usage of Edible Mushrooms in Various Food Products. *Turk. JAF Sci. Technol. (TURJAF)*, 4 (3) 144-149.
- Thakur, M.P. (2018). Advances in Post-Harvest Technology and Value Additions of Edible Mushrooms. *Ind. Phytopathol.*, 71 (3) 303-315.
- Thakur, M. ve Singh, K. (2018). Studies on Nutritional, Quality and Sensory Evaluation of Value Added Baked Products with Button Mushroom (*Agaricus bisporus*) Powder. *Int. J. Agric. Sci.*, 14 (1) 173-179.
- Thongbai, B., Rapior, S., Hyde, K.D., Wittstein, K. ve Stadler, M. (2015). *Hericium erinaceus*, an Amazing Medicinal Mushroom. *Mycol. Prog.*, 14 91.
- Tjokrokusumo, D., Widyastuti, N. ve Giarni, R. (2015). Diversification of Processed Products of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as Healthy Food. *Pros. Sem. Nas. Masy Biodiv. Indon.*, 1 2016-2020.
- Toan, N.V. ve Thu, L.N.M. (2018). Preparation and Improved Quality Production of Flour and the Made Biscuits from Shitake Mushroom (*Lentinus edodes*). *Clin. J. Nutr. Diet*, 1 (1) 1-9.
- Turfan, N., Pekşen, A., Kibar, B. ve Ünal, S. (2018). Determination of Nutritional and Bioactive Properties in Some Selected Wild Growing and Cultivated Mushrooms from Turkey. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 17 (3) 57-72.
- Ulziijargal, E., Yang, J.H., Lin, L.Y., Chen, C.P. ve Mau, J.L. (2013). Quality of Bread Supplemented with Mushroom Mycelia. *Food Chem.*, 138 70-76.
- Veljović, S., Nikićević, N. ve Nikšić, M. (2019). Medicinal Fungus *Ganoderma lucidum* as Raw Material for Alcohol Beverage Production. A. M. Grumezescu ve A. M. Holban (Eds.). *Alcoholic Beverages. Volume 7: The Science of Beverages*, (pp. 161-197). Elsevier / Woodhead Publishing.
- Venturella, G., Saporita, P. ve Gargano, M.L. (2019). The Potential Role of Medicinal Mushrooms in the Prevention and Treatment of Gynecological Cancers: A Review. *Int. J. Med. Mushrooms*, 21 (3) 225-235.
- Verma, A. ve Singh, V. (2017). Formulation and Quality Evaluation of Mushroom (Oyster Mushroom) Powder Fortified Potato Pudding. *Asian J. Dairy Food Res.*, 36 (1) 72-75.
- Vital, A.C.P., Goto, P.A., Hanai, L.N., Gomes-da-Costa, S.M., Filho, B.A.A., Nakamura, C.V. ve Matumoto-Pintro, P.T. (2015). Microbiological, Functional and Rheological Properties of Low Fat Yogurt Supplemented with *Pleurotus ostreatus* Aqueous Extract. *LWT - Food Sci. Technol.*, 64 1028-1035.
- Vital, A.C.P., Croge, C., Gomes-da-Costa, S.M. ve Matumoto-Pintro, P.T. (2017). Effect of Addition of *Agaricus blazei* Mushroom Residue to Milk Enriched with Omega-3 on the Prevention of Lipid Oxidation and Bioavailability of Bioactive Compounds after *In Vitro* Gastrointestinal Digestion. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 52 1483-1490.
- Wahyono, A., Novianti, Bakri, A. ve Kasutjaningati. (2018). Physicochemical and Sensorial Characteristics of Noodle Enriched with Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Powder. *J. Phys. Conf. Ser.*, 953 012120.
- Wakchaure, G.C., Shirur, M., Manikandan, K. ve Rana, L. (2010). Development and Evaluation of Oyster Mushroom Value Added Products. *Mushroom Res.*, 19 (1) 40-44.
- Wakchaure, G.C. (2011). Mushrooms-Value Added Products. M. Singh, B. Vijay, S. Kamal ve G.C. Wakchaure (Eds.), *Mushrooms: Cultivation, Marketing and Consumption*, (pp. 233-238). Solan, Himachal Pradesh: Directorate of Mushroom Research.
- Wan Rosli, W.I., Solihah, M.A., Nik Fakurudin, N.A., Aishah, M.S. ve Mohsin, S.S.J. (2011a). The Effect of *Pleurotus sajor-caju* (PSC) Addition on the Nutritional Composition and Sensory Properties of Poultry-Based Patty. *Int. Schol. Sci. Res. Innov.*, 5 (4) 257-260.
- Wan Rosli, W.I., Solihah, M.A. ve Mohsin, S.S.J. (2011b). On the Ability of Oyster Mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) Confering Changes in Proximate Composition and Sensory Evaluation of Chicken Patty. *Int. Food Res. J.*, 18 (4) 1463-1469.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Wan Rosli, W.I., Solihah, M.A., Aishah, M., Nik Fakurudin, N.A. ve Mohsin, S.S.J. (2011c). Colour, Textural Properties, Cooking Characteristics and Fibre Content of Chicken Patty Added with Oyster Mushroom (*Pleurotus sajor-caju*). *Int. Food Res. J.*, 18 621-627.
- Wan Rosli, W.I. ve Aishah, M.S. (2012). *Pleurotus sajor-caju* (PSC) Improves Nutrient Contents and Maintains Sensory Properties of Carbohydrate-based Products. *Int. J. Biol. Biomol. Agric. Food Biotech. Eng.*, 6 (3).
- Wan Rosli, W.I. ve Solihah, M.A. (2012). Effect on the Addition of *Pleurotus sajor-caju* (PSC) on Physical and Sensorial Properties of Beef Patty. *Int. Food Res. J.*, 19 (3) 993-999.
- Wan Rosli, W.I., Nurhanan, A.R. ve Aishah, M.S. (2012). Effect of Partial Replacement of Wheat Flour with Oyster Mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) Powder on Nutritional Composition and Sensory Properties of Butter Biscuit. *Sains Malays.*, 41 (12) 1565-1570.
- Wan Rosli, W.I. ve Solihah, M.A. (2014). Nutritional Composition and Sensory Properties of Oyster Mushroom-based Patties Packed with Biodegradable Packaging. *Sains Malays.*, 43 (1) 65-71.
- Wan Rosli, W.I., Nor Maihiza, M.S. ve Raushan, M. (2015). The Ability of Oyster Mushroom in Improving Nutritional Composition, β -Glucan and Textural Properties of Chicken Frankfurter. *Int. Food Res. J.*, 22 (1) 311-317.
- Wannasupchue, W. Siriamornpun, S., Huaisan, K., Huaisan, J. ve Meeso, N. (2011). Effect of Adding Ling-zhi (*Ganoderma lucidum*) on Oxidative Stability, Textural and Sensory Properties of Smoked Fish Sausage. *Thai J. Agric. Sci.*, 44 (5) 505-512.
- Wasser, S.P. (2011). Current Findings, Future Trends, and Unsolved Problems in Studies of Medicinal Mushrooms. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 89 1323-1332.
- Widyastuti, N., Tjokrokusumo, D. ve Giarni, R. (2015). Total Sugar Content in Healthy Drinks of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as Beta-Glucan Resources. *Proceeding of International Seminar on Promoting Local Resources for Food and Health*, (ss. 377-383). Bengkulu-Indonesia.
- Wong, K.M., Decker, E.A., Autio, W.R., Toong, K., DiStefano, G. ve Kinchla, A.J. (2017). Utilizing Mushrooms to Reduce Overall Sodium in Taco Filling Using Physical and Sensory Evaluation. *J. Food Sci.*, 82 (10) 2379-2386.
- Wu, Y., Choi, M.H., Li, J., Yang, H. ve Shin, H.J. (2016). Mushroom Cosmetics: The Present and Future. *Cosmetics*, 3 (3) 22.
- Yang, H. ve Zhang, L. (2009). Changes in Some Components of Soymilk During Fermentation with the Basidiomycete *Ganoderma lucidum*. *Food Chem.*, 112 1-5.
- Yıldız Turp, G. ve Boylu, M. (2018). Tıbbi ve Yenilebilir Mantarlar & Et Ürünlerinde Kullanımı. *Y.Y.Ü Tar. Bil. Derg.*, 28 (1) 144-153.
- Yuan, B., Zhao, L., Yang, W., McClements, D.J. ve Hu, Q. (2017). Enrichment of Bread with Nutraceutical-Rich Mushrooms: Impact of *Auricularia auricula* (Mushroom) Flour Upon Quality Attributes of Wheat Dough and Bread. *J. Food Sci.*, 82 (9) 1-10.
- Zhong, L., Zhao, L., Yang, F., Yang, W., Sun, Y. ve Hu, Q. (2017). Evaluation of Anti-Fatigue Property of the Extruded Product of Cereal Grains Mixed with *Cordyceps militaris* on Mice. *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, 14 15.
- Zhou, X.W., Su, K.Q. ve Zhang, Y.M. (2012). Applied Modern Biotechnology for Cultivation of *Ganoderma* and Development of Their Products. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 93 941-963.
- Zhu, F., Du, B. ve Xu, B. (2016). A Critical Review on Production and Industrial Applications of Beta-Glucans. *Food Hydrocoll.*, 52 275-288.

XI. Türkiye Yemelik Mantar Kongresi-2019



Geliş(Received) :12/11/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Derleme Makale/Review Article
Doi:10.30708.mantar.646083

Flammulina velutipes Mantarı

Ahmet Faruk KARASOY^{1*}, Havva OKUYUCU², Aysun PEKŞEN³

*Sorumlu yazar: ahmetfaruk.karasoy@gmail.com

¹Samsun Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Samsun
Orcid No: 0000-0001-9858-8989/ ahmetfaruk.karasoy@gmail.com
^{2,3}Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kurupelit
Kampüsü, 55139, Atakum-Samsun.
²Orcid No: 0000-0003-2784-2219 havva.okyucu94@gmail.com
³Orcid No: 0000-0002-9601-5041/ aysunp@omu.edu.tr

Öz: *Flammulina velutipes*, dünyada kültürü yapılan mantar türleri arasında *Agaricus bisporus*, *Pleurotus* türleri, *Lentinula edodes* ve *Auricularia* türlerinden sonra 5. sırada yer almaktadır. *F. velutipes* besin değeri bakımından iyi bir karbonhidrat, protein, lif, esansiyel aminoasit ve mineral kaynağıdır. Ayrıca tıbbi bakımdan da değerli bir mantardır. Enoki, kadife incik, altın iğneli mantar veya kış mantarı olarak da adlandırılan *F. velutipes* türünün önemli bir kısmı Çin, Japonya, Kore ve Tayvan'da üretilmektedir. Türkiye'de yürütülen mikota çalışmaları sonucunda birçok ilimizde (Ankara, Afyon, Balıkesir, Bayburt, Bolu, Artvin, Giresun, Hakkâri, Kahramanmaraş, Karaman, Nevşehir, Osmaniye, Uşak, Iğdır, Muş, Isparta, Konya, Van, Malatya, Eskişehir, Gaziantep, Samsun ve İzmir) doğada bulunan bir mantar türü olmasına karşılık, ülkemizde yetiştiriciliği yapılmamaktadır. Türkiye'de bu türün yetiştiriciliğinin başlatılması için öncelikle tanıtılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu makalede *F. velutipes* mantarının sistematikteki yeri, morfolojisi, besin ve tıbbi özellikleri ile yetiştiriciliği hakkında bilgiler verilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Flammulina velutipes*, mantar, besin ve tıbbi değeri, üretim

Flammulina velutipes Mushroom

Abstract: *Flammulina velutipes* is cultivated in the world ranks 5th after *Agaricus bisporus*, *Pleurotus* spp., *Lentinula edodes* and *Auricularia* among the cultivated mushroom species. *F. velutipes* is a good carbohydrate, protein, fiber, essential amino acid and mineral matter source in terms of nutritional value. It is also a valuable mushroom for medicinal aspects. An important part of the species *F. velutipes*, also called as enoki, kadife incik, altın iğneli mantar or kış mantarı is produced in China, Japan, Korea and Taiwan. As the result of mycota studies carried out in Turkey, although it is a mushroom species found in nature in many provinces (Ankara, Afyon, Balıkesir, Bayburt, Bolu, Artvin, Giresun, Hakkâri, Kahramanmaraş, Karaman, Nevşehir, Osmaniye, Uşak, Iğdır, Muş, Isparta, Konya, Van, Malatya, Eskişehir, Gaziantep, Samsun and İzmir), it is not cultivating in Turkey. In order to start the cultivation of this species in Turkey, there is a need to be introduced firstly. In this article, systematic position, morphology, nutritional and medicinal properties of *F. velutipes* mushroom are present.

Key words: *Flammulina velutipes*, mushroom, nutritional and medicinal value, production

Giriş

Yenebilir makrofunguslar, dünyada üretimi hızla artan bir ürün haline gelmiştir. Dünya mantar üretimi 1961 yılında 495.127 ton iken 2017 yılında bu miktarın 10.242.541 tona yükselmesi (FAO, 2019), mantara olan talebin ve bu konuda olan çalışmaların arttığına en iyi göstergesidir. *Flammulina velutipes* mantarı; mantar üretim miktarları bakımından *A. bisporus*, *Pleurotus*

türleri, *Lentinula edodes* ve *Auricularia* türlerinden sonra 5. sırada yer almaktadır (Royse, 2014).

Flammulina mantarı en çok Çin, Japonya, Kore ve Tayvan'da üretilmektedir. Bu yüzden Asya mantarı olarak bilinmektedir. 1990'ların ortasına kadar Japonya bu türün dominant üreticisi iken, 1997 yılından sonra Çin dünyanın en büyük *F. velutipes* üreticisi durumuna gelmiştir. *F. velutipes* üretimi Çin'de 16 yılda 18 kattan daha fazla artış

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



göstererek 1997 yılında 150.000 tondan (Chang ve Miles, 2004), 2013 yılında 2.730.000 tona (CEFA, 2015) yükselmiştir. İlk ticarileştirildiği yer olan Japonya ve Tayvan gibi ülkelerde tam otomatik sistemin benimsendiği sınırlı sayıda büyük işletmeler tarafından üretilmektedir (Hall ve ark., 2003). Son 10 yılda, Çin'de de şişe teknolojisine dayalı birçok yeni *F. velutipes* çiftliği kurulmuştur. Çin'de üretilen *F. velutipes* türünün üretiminin yaklaşık %80'i iç pazarda tüketilirken geri kalan miktar Güneydoğu Asya ve Avrupa ülkelerine ihraç edilmektedir (Royse ve ark., 2017).

F. velutipes mantarı taze veya konserve olarak satılmaktadır. Asya çorbalarında ve tavada kızartılmış et ve sebze yemeklerinde sıkça kullanılmaktadır (Hall ve ark., 2003; Yeh ve ark., 2014). Çiğ olarak yenmekte ve salataların içine katılmaktadır. Bunun yanında, *in vitro* çalışmalarda fermente içkilerden bira, sake ve şarap (Okamura-Matsui ve ark., 2003) ile tavuk sosisi (Jo ve ark., 2018) gibi gıda ürünlerinde besin ve tıbbi değerini artırmak, aroma yönünden zenginleştirmek, enzim aktivasyonundan yararlanmak ve yağ ile tuz oranını düşürmek amacıyla gıda bileşeni olarak da kullanılmıştır.

Sistemattikteki Yeri

Agaricomycetes sınıfında yer alan *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer. türünün sınıflandırması aşağıda verilmiştir.

Alem: *Fungi*

Şube: *Basidiomycota*

Sınıf: *Agaricomycetes*

Takım: *Agaricales*

Familya: *Physalacriaceae*

Cins: *Flammulina*

Tür: *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer (1951)

F. velutipes mantarı İngilizcede Enokitake, Hollandacada Fluweelpootje, İsveçcede Enoki,

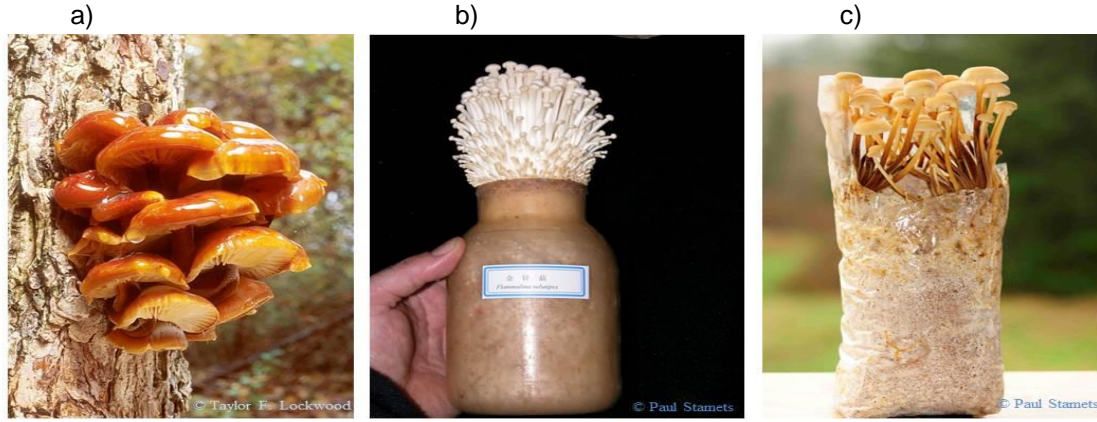
Almancada Gemeiner samtfußrübling ve Türkçede kış mantarı, kadife incik ve altın iğneli mantar olarak adlandırılır. Yaygın ismi Enokitake Japoncadır ve bu isim *Celtis sinensis* gibi ağaç türleri üzerinde oluşmasından ileri gelmektedir. Kış mantarı denilmesinin nedeni ise mantarın doğada sonbaharın sonlarından erken ilkbahara kadar oluşmasıdır. *F. velutipes* mantarı donma, çözülme ve daha sonra büyümeye devam etme yeteneğine sahiptir (Stamets, 2000).

F. velutipes Mantarının Morfolojik Özellikleri

F. velutipes mantarı başlangıçta tümsek şeklinde olup, daha sonra yayvanlaşan ve 2-10 cm çapında şapkaya sahip olan pürüzsüz ve kaygan bir yapıya sahiptir. Taze iken nemli ve yapışkan bir yapısı olan bu mantarın rengi merkezde daha koyu olmak üzere koyu turuncu kahverengiden sarımsı kahverengiye kadar değişir. Sap kısmında yüzük bulunmazken sap uzunluğu 5-12 cm, çapı ise 4-8 mm olup, kıkırdağımsı esnek, lifli yapıdadır. Renk koyu kahverengidir ve aşağıya doğru kadifemsi. Etili kısmı narin ve renksizdir. Lifli, genellikle çayır gibi esnektir. Soluk sarı renkli lamellere sahip *F. velutipes* mantarının güzel bir kokusu ve tadı vardır. Spor izi genellikle beyaz olmakla birlikte bazen krem veya açık sarı olabilmektedir (Kuo, 2013).

Kültürü yapılan *F. velutipes* mantarının morfolojik özellikleri, çürüyen kütükler üzerinde doğada büyüyen *F. velutipes* mantarından farklıdır (Şekil 1). Tüketiciler, yabani sarı renk yerine beyaz mantarları tercih etmektedir. Bu nedenle piyasada beyaz suşlar hakimdir. Beyaz suşların geliştirilmesi için özellikle Japonya'da ıslah programları oluşturulmuştur (Hall ve ark., 2003). *F. velutipes* kültüre alındığında elde edilen mantar küçük, kar beyazı bir şapka ile üstü kapanmış saf beyaz fasulye filizi gibi kadifemsi bir sapa sahiptir (Şekil 1). *F. velutipes*'in morfolojik özellikleri ışık ve sıcaklık oranından etkilenir (Sakamoto ve ark., 2004).

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Şekil 1. Doğada bulunan (a) ve kültürü yapılan *Flammulina velutipes* mantarlarının (b ve c) görünüşleri (Stamets, 2017)

Besin İçeriği

Flammulina velutipes protein, karbonhidrat, vitamin, mineral, lif ve doymamış yağ asitleri gibi temel besin maddelerini içerirler (Smiderle ve ark., 2008). Diğer mantarlarla benzer şekilde, *F. velutipes* düşük kuru madde ve yağ içeriğinden dolayı düşük kaloriye sahiptir (Tablo 1). *F. velutipes* iyi bir protein kaynağıdır ve protein değeri 17.89-27.95 g/100 g kuru ağırlık arasında

değişmektedir (Dikeman ve ark., 2005; Ko ve ark., 2007; Beluhan ve Ranogajec, 2011; Akata ve ark., 2012; Pereira ve ark., 2012). Protein değerindeki bu değişim yetiştirme ortamına, şapka büyüklüğüne hasat zamanına ve yetiştirme ortamındaki azot kaynağına bağlı olarak açıklanabilir.

Tablo 1. *Flammulina velutipes*'in besin içeriği

Nem (g/100g taze ağırlık)	Ham yağ (g/100g kuru ağırlık)	Ham protein (g/100g kuru ağırlık)	Kül (g/100g kuru ağırlık)	Karbonhidrat (g/100g kuru ağırlık)	Kalori (kcal/100 g)	Kaynaklar
89.2	1.9	17.6	7.4	73.1	378	Crisan ve Sands, 1978
89.1	8.9	20.0	6.9	64.2	454	Yang ve ark., 2001 (Beyaz)
87.2	9.2	26.7	7.5	56.6	532	Yang ve ark., 2001 (Sarı)
-	7.0	27.5	7.4	58.0	-	Ko ve ark., 2007
88.05	6.45	27.95	7.39	-	343.46	Beluhan ve Ranogajec, 2011
87.87	1.73	3.87	7.25	87.14	357.87	Reis ve ark., 2012
90.68	1.84	17.89	9.42	70.85	346	Pereira ve ark., 2012
90.16	7.33	22.04	10.40	50.40	-	Akata ve ark., 2012
-	2.1	23.4	8.3	61.2	357	Cohen ve ark., 2014

F. velutipes iyi bir serbest aminoasit kaynağıdır (Chiang ve ark., 2006; Smiderle ve ark., 2008; Beluhan ve Ranogajec, 2011). Smiderle ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada; *F. velutipes*'in amino asit içeriği; glutamin 9.975 mg/g, serin 7.686 mg/g, glisin 28.482 mg/g, histidin 1.456 mg/g, arjinin 3.880 mg/g, treonin 10.047 mg/g, alanin 7.591 mg/g, prolin 4.947 mg/g,

tirozin 3.471 mg/g, valin 6.539 mg/g, metiyonin 3.108 mg/g, sistin 8.760 mg/g, isolösin 5.090 mg/g, lösin 5.404 mg/g, fenilalanin 5.654 mg/g ve lizin 30.896 mg/g olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma 17 aminoasitten gerekli 6 tanesinin *F. velutipes* mantarında önemli miktarda bulunduğunu göstermiştir.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Cohen ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada *F. velutipes*'in yağ asidi içeriği kuru maddede, C14:0 0.8 mg/g, C15:0 1.7 mg/g, C16:0 15.9 mg/g, C16:1 0.80 mg/g, C18:0 2.80 mg/g, C22:0 0.30 mg/g, C24:0 0.40 mg/g ve C24:1 0.90 mg/g olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada; C18:1(n-7), C18:1(n-9), C18:2(n-6) ve C18:3(n-3) içerikleri sırasıyla 1.0, 10.7, 51.2 ve 13.0 mg/g km olarak bulunmuştur.

Yeh ve ark. (2014), toplam diyet lif içeriğini *F. velutipes* tozunda (FVP) 29.34 mg/100 g ve *F. velutipes* ekstraktında (FVE) 15.08 mg/100 g olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada FVP ve FVE'da sırasıyla polisakkarit

içeriği 15.23 ve 20.34 mg/100 g ile toplam mikosterol içeriği 46.57 ve 9.01 mg/100 g olarak tespit edilmiştir.

Mineral İçeriği

Flammulina velutipes mineral içeriği bakımından da zengin bir mantardır (Tablo 2). Akhter ve ark. (2003), 100 g *F. velutipes* tüketiminin FDA'ya göre günlük önerilen (3100 mg/gün) potasyum ihtiyacının yaklaşık %9'unu karşılayabileceğini bildirmişlerdir. *F. velutipes* karpoforlarında Ca, Fe, Mg, Mn, P, K, Na, Zn ve Se içeriği sırasıyla 467.0, 133.0, 748.0, 6.0, 5965.0, 29758.0, 327.0, 48.0 ve <0.20 mg/kg km olarak tespit edilmiştir (Cohen ve ark., 2014).

Tablo 2. *Flammulina velutipes*'in mineral içeriği

Mineraller	Smiderle ve ark. (2008)	Zeng ve ark. (2012)	Siwulski ve ark. (2019)
Kalsiyum	1.175	0.36	1.85
Potasyum	28.98	28.00	22.49
Sodyum	0.75	0.65	0.27
Magnezyum	1.43	0.68	1.06
Çinko	0.068	0.048	0.11
Selenyum	<0.50 ^a	-	-
Lityum	<0.20 ^a	-	-
Bakır	-	0.057	0.006
Manganez	0.0096	-	0.008
Demir	0.0963	-	0.054
Sülfür	-	6.06	-
Fosfor	9.40	8.80	9.03

^aLi and Se mg/kg, diğer mineraller mg/g olarak verilmiştir.

Tadı ve Aroması

F. velutipes'de tat ve aroma bileşikleri arasında yer alan monosodyum glutamat-benzeri bileşenler, serbest aminoasit ve toplam serbest 5'-nükleotitleri sırasıyla 7.63, 54.20 ve 7.96 mg/g km olarak tespit edilmiştir (Beluhan ve Ranogajec, 2011). Donglu ve ark. (2017) taze *F. velutipes* mantarlarının uçucu bileşiklerinin ağırlıklı olarak ketonlardan ve alkollerden oluştuğu ve 3-oktanonun %43.3 bağlı içerik ile baskın bileşik olduğunu saptamışlardır. Ayrıca mantarın içeriğindeki uçucu olmayan bileşiklerden serbest aminoasitler (FAA'ler) nedeniyle güçlü umami ve hoş tatlı tatlara sahip olduğu belirlenmiştir.

Tıbbi Önemi

F. velutipes'in insan sağlığı üzerinde çok sayıda faydalı etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Bunlar arasında antitümör, antikanser ve anti-aterosklerotik aktivite, tromboz inhibisyonu, hipolipidemik, antihipertansif ve kan şekeri ile kolesterol düşürücü etkiler, yaşlanma karşıtı ve

antioksidan özellikler, hafıza ve öğrenme ile ilişkili nörotransmitterlerin geri kazanılması, anti-enflamatuar, immünomodülatör ve anti-bakteriyel aktiviteler bulunur (Karaman ve ark., 2010; Lee ve ark., 2013; Pan ve ark., 2014; Wu ve ark., 2014; Yeh ve ark., 2014; Rahman ve ark., 2015; Feng ve ark., 2016; Chen ve ark., 2019; Hu ve ark., 2019). *F. velutipes* türünde biyoaktif bileşenler arasında antiviral ve immünomodülatör aktiviteye sahip proteinler (Wang ve ark., 2004), immünomodülatör aktiviteye sahip polisakkaritler (Wasser ve Weis, 1999), antitümör aktiviteye sahip lektin (Wang ve ark., 1998), lentinan, şizofilan, OK432 ve antimikrobiyal aktiviteye sahip seskiterpenoidler (Ishikawa ve ark., 2001) ve sterol (Hirai ve ark., 1998) bulunur. Ayrıca antioksidan, anti-kanser, anti-yaşlanma, immünomodülatör, anti-viral gibi biyolojik aktivitelere sahip polisakkarit, flammulin, FVP (*Flammulina* polisakkarit protein), peptid glikanlar, prolamin (aktif şeker protein), proflamin (glikoprotein) bileşenleri de izole edilmiştir (Lakhanpal ve Rana, 2005).

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



F. velutipes mantarı içeriğinde önemli biyoaktif bileşen olan terpenler bulunmaktadır (Wang ve ark., 2012; Duru ve Tel Çayan, 2015). Bunlar arasında seskiterpenoidler grubundan sitotoksik aktiviteye sahip enokipodin J, antioksidan, antibakteriyel ve sitotoksik aktivite gösteren 2,5-supradien-1,4-dion, antibakteriyel ve sitotoksik aktiviteye sahip flammulinolid ile antimikrobiyal aktivite gösteren enokipodin yer almaktadır (Duru ve Tel Çayan, 2015). Özellikle flammulinol ve flammulinolidler olarak adlandırılan seskiterpenoidlerin HepG2, HeLa ve KB isimli 3 tümör hücre sırasına karşı sitotoksik etkileri için araştırıldıkları rapor edilmiştir (Wang ve ark., 2012).

Chen ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada da *F. velutipes*'in kolesterol üretiminde enzimi inhibe eden ve koroner kalp hastalığı riskini azaltan lovastatin maddesi içerdiği (9.08 mg/100 g kuru madde) tespit edilmiştir. Yapılan bir *in vivo* çalışmada, %3'lük *F. velutipes* tozunun (FVP) 8 hafta kullanılması sonucunda serumda ve karaciğerde en düşük total kolesterol (TC), triaçilgliserol (TG), düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol (LDL) ve yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol (LDL/HDL) konsantrasyonuna sahip olduğu tespit edilmiştir (Yeh ve ark., 2014). *F. velutipes*'in γ -aminobütirik asit (GABA) ve ergotionin içerikleri sırasıyla 360.41 ve 98.61 $\mu\text{g/g}$ km olarak belirlenmiştir (Cohen ve ark., 2014).

Slawinska ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, *F. velutipes*'in su, etanol, metanol ve aseton ekstraktlarında toplam fenolik bileşik içeriği ve antioksidan aktivitesini belirlemişlerdir. Farklı ekstraksiyon yöntemlerinin kullanıldığı bu çalışmada, en yüksek toplam fenolik bileşen konsantrasyonu 50°C'de 1 h ultrasonifikasyon metodu ile hazırlanan su ekstraktında 7.58 \pm 0.17 mg GAE/g ekstrakt olarak tespit edilmiştir. Zhang ve ark. (2013), dikgen testi ile optimize edilen sıcak su, ultrasound, mikrodalga ve enzimatik yöntemlerle *F. velutipes* mantarından 4 polisakkarit (CFP, UFP, MFP and EFP) ekstrakte etmişlerdir. Bunlardan EFP, hidroksil radikale karşı daha iyi antioksidan aktiviteler ve ayrıca gelişmiş metal şelatlama aktivitesi göstermiştir. UFP, daha yüksek DPPH süpürme aktivitesi göstermiş, ancak CFP, indirgeme gücünde daha yüksek antioksidan aktivite sergilemiştir. Dolayısıyla, bu polisakkaritlerin, fonksiyonel yiyeceklerde veya tıpta doğal antioksidanlar olarak kullanılabilirliği, bunların biyolojik aktiviteleri için araştırmaların devam ettiği ifade edilmiştir. Liu ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada *F. velutipes*'ten güçlü potansiyel antioksidan aktiviteye sahip FVRP-1, FVRP-2 ve FVRP-3 fraksiyonları elde etmişlerdir.

Hu ve ark. (2019), *F. velutipes*'in sarı ırkında (%54.50-87.90) ve beyaz ırkında (%58.02-66.49) polisakkaritlerin monosakkarit kompozisyonunu incelemişler ve en yüksek oranda bulunan bileşenin glukoz olduğunu belirlemişlerdir. *F. velutipes* polisakkaritlerinin esas olarak galaktoz glikan, mannan, ksilan ve fukoza gibi bazı fraksiyonlarla karıştırılmış glukandan oluşabileceği bildirilmiştir (Li ve ark., 2015). Yapılan çalışmalar *F. velutipes* polisakkaritlerinin (FVP)'nin hafıza gelişimine ve öğrenme (Yang ve ark. (2015) ile kabızlığı (konstipasyon) iyileştirme (Xin ve ark., 2018) üzerine yararlı olduğu rapor edilmiştir. Chen ve ark. (2018), *F. velutipes*'ten izole ettikleri bir polisakkariti (FVSP) kromatografik yöntemlerle saflaştırdıktan sonra FVSP-1, FVSP-2 ve FVSP-3 adlı 3 fraksiyon elde etmişlerdir. Daha sonra bunların makrofaj hücresi RAW264.7'nin aktivasyonları ve sıçangil melanomu B16F10 ve fibroblast L929 hücrelerine anti-proliferatif etkileri hücre modeli deneyleri kullanılarak değerlendirilmiş ve bunun yararlı anti-antitümör ajanlar olabileceği gösterilmiştir.

Gu ve Leonard (2006) yaptıkları *in vitro* çalışmada *Coprinellus* spp., *Coprinus comatus* ve *F. velutipes* ekstraktlarının östrojen reseptör (+) ve östrojen reseptör (-) olan meme kanseri hücre büyümesini anlamlı şekilde engellediğini, bu aktivitelerin doz cevabı olduğunu ve reseptör düzeyine göre değişkenlik gösterdiğini belirlemişlerdir.

***F. velutipes* Yetiştiriciliği Yetiştirme ortamı**

F. velutipes başlangıçta kütük üzerinde yetiştirilirken (San Antonio ve Hannersi, 1983), son yıllarda talaş özellikle Japonya'da 4:1 oranında talaş: pirinç kepeğinden oluşan ortamda yetiştirilmektedir (Sharma ve ark., 2009). Japonya'da Japon kırmızı sedir ağacı (*Cryptomeria*), selvi (*Chamaecyparis*) ve çam (*Pinus*) talaşı yaygın olarak kullanılmaktadır (Hall ve ark., 2003; Sharma ve ark., 2009). Çinli üreticilerin çoğu talaşa göre pamuk tohumu kabuklarını ve öğütülmüş mısır koçanını tercih etmektedirler. *F. velutipes* için yetiştirme ortamı hazırlığında besin takviyesi yapılmış talaş, mısır koçanı ve pamuk tohumu kabukları temel bileşen olarak kullanılmaktadır (Yamanaka, 2017). Tang ve ark. (2001) %106.68 BE değeri ile %92 pamuk tohumu kabukları+%5 pirinç kepeği+%1 kalsiyum süper fosfat+%1 alçı+%1 üre ortamından, Ji ve ark. (2001) %73 BE değeri ile %88 mısır koçanı+%5 buğday kepeği+%5 mısır unu+%1 sakkaroz ortamlarından en yüksek verim değerlerini elde etmişlerdir.

XI. Türkiye Yemelik Mantar Kongresi-2019



Xiong ve ark. (1999) tarafından yapılan çalışmada ise pamuk tohumu kabukları, %1 alçı, %1 rafine şeker ortamına ilave edilen farklı oranlardaki bildiricın dışkılarının *F. velutipes* verimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada %10 dışkı içeren ortamın 213 g/kavanoz verim değeri ile en iyi ortam olduğunu saptamışlardır. Leifa ve ark. (2001) kahve kabuğu ve öğütülmüş kahve atığı üzerinde yetiştirilen farklı miktarda misel ve nem oranlarının *F. velutipes* mantarının verimi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada en iyi sonucu %25 misel kullanımından elde etmişler ve hiçbir katkı materyali kullanılmadan öğütülmüş kahve kabuğunda yetiştiricilik yapılabileceğini bildirmişlerdir. *F. velutipes* yetiştiriciliğinde karbon kaynağı olarak odun talaşı, çeltik samanı, palmyenin boş meyve demeti, palmye lifinin (3:1, 1:1, 1:3 kombinasyonları) kullanım durumunun belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada en yüksek BE oranı %185.09 ile çeltik samanı+ palmyenin boş meyve demeti (25:75) ortamından elde edilmiştir. Bunu %150.89 ile çeltik samanı+ palmye lifi (50:50) ve %129.06 ile palmye lifi (100) izlemiştir. Çalışmada *F. velutipes* üretiminde palm yağı atıkları kullanıldığında ek azot kaynağı gerektirmediği belirlenmiştir (Harith ve ark. 2014). Xie ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada ise Çin'de bol miktarda bulunan, tekstil endüstrisinde yan ürün olarak elde edilen ve ekonomik değeri oldukça düşük olan rami sapının *F. velutipes* üretiminde yetiştirme ortamı olarak kullanım durum araştırılmıştır. Çalışmada en iyi sonuç %50 rami sapı+%20 pamuk kabuğu+%25 buğday kepeği+%4 mısır nişastası+%2 CaCO₃ karışımından oluşan ortamdaki elde edilmiştir. Kolza samanının kullanımı ile ilgili yürütülen çalışmada da en yüksek verim %68 kolza samanı+%20 pamuk tohumu kabuğu+%10 kepek+%1 sükröz+%1 süperfosfat ortamında belirlenmiştir (Liao ve ark., 2019).

Yetiştirme tekniği

Tohumluk misel, rutin hazırlama yönteminin yanı sıra talaş ve piriç kepeği karışımı üzerinde de hazırlanmaktadır. Japonya, Çin ve Kore'deki küçük ölçekli yetiştiriciler ve büyük ölçekli üretim çiftlikleri, otomatik makineler kullanarak plastik şişelerde *F. velutipes* yetiştirmektedir, Çin'deki mevsimlik küçük ölçekli yetiştiriciler ise genellikle plastik torbalar kullanmaktadır (Yamanaka, 2017). *F. velutipes* yetiştiriciliğinde yaygın olarak şişe kültürü kullanılmaktadır (Hall ve ark., 2003). Bu yöntemde 700 ml şişelere 470-500 g kompost karışımı doldurulmaktadır. Yetiştiriciler tohumluk miseli genellikle hazır olarak alırlar. Büyük ölçekli şirketler veya kooperatif çiftlikleri ise misellerini kendileri üretmektedirler. Şişe yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı sterilize edildikten ve

soğutulduktan sonra misel otomatik inokülasyon makineleri ile yetiştirme ortamına aşılır. 700-850 ml'lik şişeler için yaklaşık 9-11 g misel kullanılır ve bunlar kesinlikle steril odalarda aşılmalıdır. 800 ml'lik bir misel şişesi 45-55 şişeyi aşılabilir. Eğer sıvı misel kullanılacaksa her şişeye 15-20 ml sıvı misel ilave edilir. Aşılardan şişeler 14-16°C sıcaklık %65-75 nem ve 3000 ppm'den az karbondioksit içeren inkübasyon odalarına taşınır. Misel sarımı 20-25 gün sürer ve sıcaklığın 21-22°C'yi aşması ile misel sarımında sorunlar gözlenir (Yamanaka, 2017).

İnkübasyondan sonra, hem inokulum hem de misel sarmış substratın yüzeyi, filizlenme ve mantar oluşumunun homojenliği için bir kazıma makinesi tarafından uzaklaştırılır ve çizik yüzeye su püskürtülür. Kazıma işlemi tam misel sarımından önce yapılmalıdır. Bu işlem geciktirilirse mantar sayısında ve verimde kayıplara neden olur. Daha sonra şişeler 8-12 gün boyunca 13-15°C sıcaklık, %93-95 nem ve yaklaşık 1000 ppm karbondioksit konsantrasyonundaki yetiştirme odalarına yerleştirilir. 8-10 gün sonra primordiyumlar görülmeye başlar. 10-14°C arasındaki sıcaklıklarda mantar çok hızlı büyür. Ancak ince, uzun ve kalitesizdir. Bu nedenle primordium görüldükten 2-3 gün sonra şişeler sıcaklığın kademeli olarak 3-5°C sıcaklığa düşürüldüğü, nemin %85-90 ve karbondioksit konsantrasyonunun 1000 ppm olduğu iklimlendirme odasına alınır. Eğer sıcaklık kademeli olarak değil de aniden 3-5°C'ye düşürülürse, genç mantarlarda kurumalar ve ölümler gözlenir. Hava sirkülasyonu ve aydınlatma ile sapın düzensiz uzaması engellenmiş olur.

Saplar yaklaşık 2 cm yüksekliğinde olduğunda, her şişenin ağzı uzun, kağıt ya da plastik, silindirik bilezik ile çevrilir. Bu, uzayan sapları destekler ve karbon dioksit konsantrasyonunun yükselmesine neden olur. Artan karbondioksit konsantrasyonu sonucu sapların uzaması artar. 5-7°C'de, %75-80 nem ve 1000 ppm karbondioksit konsantrasyonunda tutulur. Saplar 6-7 cm uzunluğuna ulaştığında, günde en az 1 saat 150-300 lüks aydınlatma gerekir. *F. velutipes* mantarı tamamen karanlıkta mantar oluşturabilmektedir (Kinugawa, 1977), ancak bu mantarlar seyrek kümeler halinde oluşmaktadır (Sakamoto ve ark., 2002). Küme yoğunluğunun (çapının) ışık yoğunluğuyla orantılı olarak arttığı (100 lx'e kadar; Inatomi ve ark. 2001), bu nedenle *F. velutipes* küme oluşumunun ışık ile teşvik edilmesi önerilmektedir. Mantarlar 14-18 cm uzunluğuna ulaştığında hasat edilir. Mantarlar şişeler yerine uzun boylu dar torbalarda da yetiştirilir. Torbanın bir kısmı substrat ile doldurulur ve torbanın doldurulmayan kısmı sapları uzatmak için kullanılır (Şekil 1c). Misel sarımı ile ilk hasat arası yaklaşık

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



50-60 gün sürer. İlk hasattan 15 gün sonra ikinci hasat elde edilir.

Hasat edilen mantarlar 100 g'lık paketler veya 5 kg'lık torbalarda satılır. Genellikle polipropilen vakumlu torbalara demet halinde paketlenir. Yetiştiriciliğinde ortalama verim 485-520 g kompost içeren 700 ml'lik

şişelerde 210-240 gram ve biyolojik verim %127-145'tir. 750-800 gram kompost içeren 1100 ml'lik şişelerde ise ortalama verim 300-340 gram ve biyolojik verim ise %100-130 arasındadır (Yamanaka, 2017). *F. velutipes* mantarının yetiştirme aşamaları Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. *F. velutipes* mantarının yetiştirme aşamaları

Hastalık ve zararlılar

Flammulina velutipes yetiştiriciliğinde şişe kültüründe *Cladobotryum* türlerinin neden olduğu örümcek ağı hastalığına sıkça rastlanmaktadır. Şişe yetiştiriciliğinde örümcek ağı hastalıklarının önlenmesinde nem kontrolü ve yetiştirme odasında etkin havalandırma gibi çevresel kontroller çok önemlidir. *F. velutipes* şişe ekiminde, *Cladobotryum* ile bulaşmış şişe ve plastik yakaların yeniden kullanılması da hastalığa neden olabilmektedir. Bu nedenle şişeler ve plastik ambalaj bilezikler tekrar kullanılmadan önce yıkanmalı ve iyice dezenfekte edilmelidir. *F. velutipes* yetiştiriciliğinde en çok karşılaşılan diğer hastalıklar ise yeşil küf ve *Pseudomonas tolaasii* etmeninin yol açtığı bakteriyel hastalıktır. Küfler, mantarların gelişmesini engeller ve ciddi verim kaybına neden olur. Üretim sırasında hijyen tedbirlerin alınması çok önemlidir (Yamanaka, 2017). Jiang (2001), 5 fungusitin *F. velutipes* ve yeşil küf üzerine etkisini araştırmış, küflere karşı Chlorothalonil ve İprodione gibi fungusitlerin kullanılmasının en etkili yöntem olduğunu bildirmiştir. *P. tolaasii* etmeni mantar üzerinde kahverengi veya siyah lezyonlara yol açar (Suyama ve Fujii, 1993; Shirata ve ark., 1995). Bu hastalık mantarın kalitesini ve pazar değerini düşürmektedir. Japonya'da şişe ve torba kültüründe en

yaygın görülen bakteriyel hastalık etmeni ise *Bacillus subtilis*'tir (Yamanaka, 2017). Wu ve ark. (2016) tarafından Çin'de Sichuan'ın yayla bölgelerinde ciddi verim kayıplarına neden olan yeni bir *F. velutipes* hastalığı tespit edilmiştir. Substrat üzerinde oluşturduğu tümör benzeri yapılar nedeniyle mantar tümörü olarak adlandırılan bakteriyel hastalığın etmeni *Ochrobactrum pseudogrignonense* olarak tanımlanmıştır. *F. velutipes* yetiştiriciliğinde en önemli zararlılar ise sinekler ve akarlardır (Sharma ve ark., 2009).

Ülkemizdeki *F. velutipes* Mantarının Mevcut Potansiyeli ve Üretim Durumu

F. velutipes, birçok ülkenin ormanlarında yaygın bulunan saprofit bir odun çürükçül mantarıdır. Çin, Sibirya, Asya, Avrupa, Afrika, Kuzey Amerika, Avustralya ve Japonya gibi dünyanın her tarafında bulunur. Söğüt, karaağaç ve diğer geniş yapraklı ağaçların gövdeleri veya kütükleri üzerinde büyür (Tonomura, 1978). Tang ve ark. (2016) bu mantarın ölü karaağaçlarda yetiştiğini, Hollanda'da karaağaç enfeksiyonuna neden olduğu ve hastalıklı karaağaçlarda bol miktarda bulunduğunu bildirmişlerdir.

F. velutipes; Ankara, Afyon, Balıkesir, Bayburt, Bolu, Artvin, Giresun, Hakkari, Kahramanmaraş,

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Karaman, Nevşehir, Osmaniye, Uşak, Iğdır, Muş, Isparta, Konya, Van, Malatya, Eskişehir, Gaziantep, Samsun ve

İzmir gibi birçok ilimizde doğada bulunan bir mantar türüdür (Sesli ve Denchev, 2008) (Şekil 3).



Şekil 3. *F. velutipes* mantarının Türkiye mikrobiyotasında bulunduğu bölgeler

F. velutipes mantarı doğamızda bulunmakla birlikte, yetiştiriciliği ülkemiz için çok yeni bir konudur ve yeterince tanınmamaktadır. Son yıllarda Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi'nden Prof. Dr. Mustafa

Yamaç ve ekibi tarafından Türkiye doğasından izole edilen *F. velutipes* mantar türüne ait ana kültürlerin kullanıldığı üretim çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışmalarda üretilen *F. velutipes* türüne ait görüntüler Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde üretilen *F. velutipes* mantarları

Sonuç

Dünyada yaygın olarak kültürü yapılan ve doğamızda da bulunan bu türün ülkemizde yetiştiriciliğinin olmaması büyük bir eksikliklerdir. Bu konuda yeni çalışmalar

yapılması, Türkiye'ye bu mantarın tanıtılması ve mantar sektörüne yeni bir mantar kazandırılması açısından önemli olacaktır.

Kaynaklar

- Akata, I., Ergonul, B. ve Kalyoncu, F. (2012). Chemical Compositions and Antioxidant Activities of 16 Wild Edible Mushroom Species Grown in Anatolia. *Int. J. Pharm.*, 8 134-138.
- Akhter, P., Ashraf, N., Mohammad, D., Orfi, S.D. ve Ahmad, N. (2003). Nutritional and Radiological Impact of Dietary Potassium on the Pakistani Population. *Food Chem. Toxicol.*, 41 (4) 531-4.
- Beluhan, S. ve Ranogajec, A. (2011). Chemical Composition and Non-Volatile Components of Croatian Wild Edible Mushrooms. *Food Chem*, 124 1076-1082.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- CEFA (Chinese Edible Fungi Association). (2015). *2013 Statistical Table of the Production, Value and Export of Edible Mushrooms in China*. CEFA: Beijing.
- Chang, S.T. ve Miles, P.G. (2004). *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. 2nd edn. CRC Press: Boca Raton, FL.
- Chen, S.Y., Ho, K.J., Hsieh, Y.J., Wang, L.T. ve Mau, J.L. (2012). Contents of Lovastatin, γ -Aminobutyric Acid and Ergothioneine in Mushroom Fruiting Bodies and Mycelia. *LWT-Food Sci. Technol.*, 47 (2) 274-278.
- Chen G.T., Fu Y.X., Yang W.J., Hu Q.H. ve Zhao L.Y. (2018). Effects of Polysaccharides from the Base of *Flammulina velutipes* Stipe on Growth of Murine RAW264.7, B16F10 and L929 Cells. *Int. J. Biol. Macromo*, 107 2150-2156.
- Chen, X., Fang, D., Zhao, R., Gao, J., Kimatu, B.M., Hu, Q., Chen, G. ve Zhao, L. (2019). Effects of Ultrasound-Assisted Extraction on Antioxidant Activity and Bidirectional Immunomodulatory Activity of *Flammulina velutipes* Polysaccharide. *Int. J. Biol. Macromol.*, 140 505-514.
- Chiang, P.D., Yen, C.T. ve Mau, J.L. (2006). Non-volatile Taste Components of Canned Mushrooms. *Food Chem.*, 97 431-437.
- Cohen, N., Cohen, J., Asatiani, M.D., Varshney, V.K., Yu, H.T., Yang, Y.C., Li, Y.H., Mau, J.L. ve Wasser, S.P. (2014). Chemical Composition and Nutritional and Medicinal Value of Fruit Bodies and Submerged Cultured Mycelia of Culinary-Medicinal Higher Basidiomycetes Mushrooms. *Int. J. Med. Mushrooms*, 16 (3) 273-291.
- Crisan, E.V. ve Sands, A., (1978). *Nutritional value, in The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*, Chang, S.T. and Hayes, W.A., Eds., Academic Press, New York, 137-168.
- Dikeman, C.L., Bauer, L.L., Flickinger, E.A., ve Fahey, G.C. (2005). Effects of Stage of Maturity and Cooking on the Chemical Composition of Select Mushroom Varieties. *J. Agric. Food Chem.*, 53 (4) 1130-1138.
- Donglu, F., Wenjian, Y., Muinde, Kimatu, B.M., Liyan, Z., Xinxin, A. ve Qihui, H. (2017). Comparison of Flavour Qualities of Mushrooms (*Flammulina velutipes*) Packed with Different Packaging Materials. *Food Chem.*, 232 1-9.
- Duru, M.E. ve Tel Çayan, G. (2015). Biologically Active Terpenoids from Mushroom Origin: A Review, *Rec. Nat. Prod.*, 9 456-483.
- FAO (Food and Agricultural Organization). 2019. <http://www.fao.org>, (Erişim tarihi: 08.10.2019).
- Feng, T., Jia, W., Wang, W.H., Lin, C.C., Fan, H., Zhang, J.S. ve Bao, H.Y. (2016). Structural Characterization and Immunological Activities of a Novel Water-Soluble Polysaccharide from the Fruiting Bodies of Culinary-Medicinal Winter Mushroom, *Flammulina velutipes* (Agaricomycetes). *Int. J. Med. Mushrooms*, 18 (9) 807-819.
- Gu, Y.H. ve Leonard, J. (2006). *In Vitro* Effects on Proliferation, Apoptosis, and Colony Inhibition in ER-Dependent and ER-Independent Human Breast Cancer Cells by Selected Mushroom Species. *Oncol Rep.*, 15 417-423.
- Hall, I.R., Buchanan, P.K., Cole, A.L., Yun, W. ve Stephenson, S. (2003). *Edible and Poisonous Mushrooms of The World* (Vol. 103). Portland: Timber Press.
- Harith, N., Abdullah, N. ve Sabaratnam, V. (2014). Cultivation of *Flammulina velutipes* Mushroom Using Various Agro-Residues as a Fruiting Substrate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49 (3) 181-188.
- Hirai, Y., Ikeda, M., Murayama, T. ve Ohata, T. (1998). New Monoterpenetriols from the Fruiting Body of *Flammulina velutipes*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 62 (7) 1364-1368.
- Hu, Y.N., Sung, T.J., Chou, C.H., Liu, K.L., 1, Hsieh, L.P. ve 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.
- Inatomi, S., Namba, K., Kodaira, R. ve Okazaki, M. (2001). Effects of Light Exposure at Different Cultivation Process for The Production of Fruiting Bodies in A Colored Strain "NAKANO" of *Flammulina velutipes*. *Mushroom Sci. Biotechnol.*, 9 21-26.
- Ishikawa, N.K., Fukushi, Y., Yamaji, K., Tahara, S. ve Takahashi, K. (2001). Antimicrobial Cuparene-type Sesquiterpenes, Enokipodins C and D, from a Mycelial Culture of *Flammulina velutipes*. *J. Nat. Prod.*, 64 932-934.
- Ji, H., Wang, Q., Wang, H., Chen, W.J., Zhu, Z.H., Hou, H. ve Zhang, W. (2001). Preliminary Research on *Flammulina velutipes* and *Ganoderma lucidum* Cultivation Using Maize Straw. *Edible Fungi of China*, 20 (6) 11-12.
- Jiang-DongHua. (2001). Effects of Five Fungicides on Mycelial Growth of *L. edodes*, *P. ostreates*, *F. velutipes* and Contaminated Mold. *J. Zhejiang Univ. Agric. Life Sci.*, 27 (3) 321-324.
- Jo, K., Lee, J. ve Jung, S. (2018). Quality Characteristics of Low-salt Chicken Sausage Supplemented with a Winter Mushroom Powder. *Korean J. Food Sci. An.*, 38 (4) 768-779.
- Karaman, M., Jovin, E., Malbasa, R., Matavuly, M. ve Popovic, M. (2010). Medicinal and Edible Lignicolous Fungi as Natural Sources of Antioxidative and Antibacterial Agents. *Phytother. Res.*, 24 1473-1481.
- Kinugawa, K. (1977). *Collybia velutipes* can fruit under total darkness. *Trans. Mycol. Soc. Jan.*, 18 353-356.
- Ko, W.C., Liu, W.C., Tsang, Y.T. ve Hsieh, C.W. (2007). Kinetics of Winter Mushrooms (*Flammulina velutipes*) Microstructure and Quality Changes During Thermal Processing. *J Food Engineer.*, 81 587-598.
- Kuo, M. (2013). *Flammulina velutipes*. Retrieved from the MushroomExpert.Com Web site: http://www.mushroomexpert.com/flammulina_velutipes.html (Erişim tarihi: 10.11.2019).

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Lakhanpal, T.N. ve Rana, M. (2005). Medicinal and Nutraceutical Genetic Resources of Mushrooms, *Plant Genet. Resour. Charact. Util.*, 3 288-303.
- Lee, Y.T., Lee, S.S., Sun, H.L., Lu, K.H., Ku, M.S., Sheu, J.N., et al. (2013). Effect of the Fungal Immunomodulatory Protein FIP-fve on Airway Inflammation and Cytokine Production in Mouse Asthma Model. *Cytokine*, 61 237-244.
- Leifa, F., Pandey, A. ve Soccol, C.R. (2001). Production of *Flammulina velutipes* on Coffee Husk and Coffee Spent-Ground. *Braz. Arch. Biol. Techn.*, 44 (2) 205-212.
- Li, W.X., Fan, M.C., Zhang, S.J., Hu, X.L., Sun, Y.N. ve Chen, X.Y., (2015). Discussion and Analysis on *Flammulina velutipes* Polysaccharides Compositions, *Edible Fungi of China*, 34 (2) 60-65.
- Liao, Q., Zhao, Z., Cui, R., Gong, M., Xu, C. ve Tu, S. (2019). Effect of Rape Straw on the Growth of *Flammulina velutipes*. AIP Conference Proceedings 2079, 020023.
- Liu, Y., Zhang, B., Ibrahim, S.A., Gao, S.S., Yang, H. ve Huang, W. (2016). Purification, Characterization and Antioxidant Activity of Polysaccharides from *Flammulina velutipes* Residue. *Carbohydr. Polym.*, 145 71-77.
- Okamura-Matsui, T., Tomoda, T., Fukuda, S. ve Ohsugi, M. (2003). Discovery of Alcohol Dehydrogenase from Mushrooms and Application to Alcoholic Beverages. *J. Mol. Catal., B: Enzym*, 23 133-144.
- Pan, H.H., Yu, X.T., Huang, J.G. ve Xie Y.Z. (2014). Research on Improving Learning Memory of *Flammulina Velutiper* Polysaccharides in Mice. *Edible Fungi of China*, 5 40-42.
- Pereira, E., Barros, L., Martins, A. ve Ferreira, I.C.F.R. (2012). Towards Chemical and Nutritional Inventory of Portuguese Wild Edible Mushrooms in Different Habitats. *Food Chem*, 130 394-403.
- Rahman, M.A., Abdullah, N. ve Aminudin, N. (2015). Antioxidative Effects and Inhibition of Human Low Density Lipoprotein Oxidation In Vitro of Polyphenolic Compounds in *Flammulina velutipes* (Golden Needle Mushroom). *Oxid. Med. Cell. Longev.*, 403023.
- Reis, F.S., Barros, L., Martins,, A. ve Ferreira, I.C.F.R. (2012). Chemical Composition and Nutritional Value of the Most Widely Appreciated Cultivated Mushrooms: An Inter-species Comparative Study. *Food Chem. Toxicol.*, 50 (2) 191-197.
- Royse, D.J. (2014). A Global Perspective on The High Five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* and *Flammulina*. In Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8):1-6.
- Royse, D.J., Baars, J. ve Tan, Q. (2017). Current Overview of Mushroom Production in the World. Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications, Eds: Zied D.C. and Pardo-Giménez A., First Edition. John Wiley & Sons Ltd., 5-13.
- Sakamoto, Y., Ando, A., Tamai, Y., Miura, K. ve Yajima, T. (2002). Protein Expressions during Fruit Body Induction of *Flammulina velutipes* under Reduced Temperature. *Mycological Res.*, 106 (2) 222-227.
- Sakamoto, Y., Tamai, Y. ve 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.
- San Antonio, J.P. ve Hanners, P.K. (1983). Spawn Disk Inoculation of Logs to Produce Mushrooms. *Hort. Sci.*, 18 (5) 708-710.
- Sesli, E. ve Denchev, C.M. (2008). Checklists of the Myxomycetes, Larger Ascomycetes, and Larger Basidiomycetes in Turkey. *Mycotaxon*, 106 65-67.
- Sharma, V.P., Kumar, S. ve Tewari, R.P. (2009). *Flammulina velutipes*, the Culinary Medicinal Winter Mushroom (Vol. 6). Directorate of Mushroom Research, Indian Council of Agricultural Research.
- Shirata, A., Sugaya, Takasugi, K. ve Monde, K. (1995). Isolation and Biological Activity of Toxins Produced by a Japanese Strain of *Pseudomonas tolaasii*, the Pathogen of Bacterial Rot of Cultivated Oyster Mushroom. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan*, 61 (5) 493 502.
- Siwulski, M., Rzymiski, P., Budka, A., Kalač, P., Budzyńska, S., Dawidowicz, L., Hajduk, E., Kozak, L., Budzulak, J., Sobieralski, K. ve Niedzielski, P. (2019). The Effect of Different Substrates on the Growth of Six Cultivated Mushroom Species and Composition of Macro and Trace Elements in Their Fruiting Bodies. *European Food Res. Technol.*, 245 (2) 419-431.
- Slawinska, A., Radzki, W. ve Kalbarczyk, J. (2013). Antioxidant Activities and Polyphenolics Content of *Flammulina velutipes* Mushroom Extracts. *Harba Pol.*, 59 (3) 26-36.
- Smiderle, F.R., Carbonero, E.R., Sasaki, G.L., Gorin, P.A.J. ve Iacomini, M. (2008). Characterization of a Heterogalactan: Some Nutritional Values of the Edible Mushroom *Flammulina velutipes*. *Food Chem.*, 108 329-333.
- Stamets, P. (2000). Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. Berkeley, California: Ten Speed Press. Guide to Cultivation of Saprobic Mushrooms.
- Stamets, P. (2017). Can Eating Enoki Mushrooms Lower Your Cancer Risk? https://www.huffpost.com/entry/mushrooms-health_b_3069976 (Erişim tarihi: 08.11.2019).
- Suyama, K. ve Fujii, H. (1993). Bacterial Disease Occurred on Cultivated Mushroom in Japan. *Journal-of-Agricultural-Science,- Tokyo-Nogyo-Daigaku*, 38 (2) 35-50.
- Tang, X.N., Bian, G.Q., Zhang, M., Yang, H.B. ve Yu, J.H. (2001). Studies on cultivating *Flammulina velutipes* (Fr.) Sing with *Paspalum notatum* Flugge. *Edible Fungi of China*, 20 (4) 10-12.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Tang, C., Hoo, P.C.X., Tan, L.T.H., Pusparajah, P., Khan, T.M., Lee, L.H., Goh, B.H. ve Chan, K.G. (2016). Golden Needle Mushroom: A Culinary Medicine with Evidenced-Based Biological Activities and Health Promoting Properties. *Front. Pharmacol.*, 7 (Article 474).
- Tonomura, H. (1978). *Flammulina velutipes*. The Biology, Cultivation of Edible Mushrooms, 409-421.
- Wang, H., Ng, T.B. ve Ooi, V.E.C. (1998). Lectins from Mushrooms. *Mycol. Res.*, 102 897-906.
- Wang, P.H., Hsu, C.I., Tang, S.C., Huang, Y.L., Lin, J.Y. ve Ko, J.L. (2004). Fungal Immunomodulatory Protein from *Flammulina velutipes* Induces Interferon- Production Through P38 Mitogen-Activated Protein Kinase Signaling Pathway. *J. Agric. Food Chem.*, 52 2721-2725.
- Wang, Y.Q., Bao, L., Yang, X.L., Dai, H.Q., Guo, H., Yao, X.S., Zhang, L.X. ve Liu, H.W. (2012). Four New Cuparene-Type Sesquiterpenes from *Flammulina velutipes*, *Helv. Chim. Acta*, 95 261–267.
- Wasser, S.P. ve Weis, A.L. (1999). Medicinal Properties of Substances Occurring in Higher Basidiomycetes. *Int. J. Med. Mushroom*, 1 31-62.
- Wu, M., Luo, X., Xu, X., Wei, W., Yu, M., Jiang, N., Ye, L., Yang, Z. ve Fei, X. (2014). Antioxidant and Immunomodulatory Activities of A Polysaccharide from *Flammulina velutipes*. *J. Tradit. Chin. Med.*, 34 733-740.
- Wu, Z., Peng, W., He, X., Wang, B., Gan, B. ve Zhang, X. (2016). Mushroom Tumor: A New Disease on *Flammulina velutipes* Caused by *Ochrobactrum pseudogrignonense*. *FEMS Microbiology Letters*, 363 (2).
- Xie, C., Gong, W., Yan, L., Zhu, Z., Hu, Z. ve Peng, Y. (2017). Biodegradation of Ramie Stalk by *Flammulina velutipes*: Mushroom Production and Substrate Utilization. *Amb. Express.*, 7 (1) 171.
- Xin, X., Zheng, K., Niu, Y., Song, M. ve Kang, W. (2018). Effect of *Flammulina velutipes* (Golden Needle Mushroom, Eno-Kitake) Polysaccharides on Constipation. *Open Chem.*, 16 155-162.
- Xiong, Hui, Jiang, Xing and Jian. (1999). Studies on the Culture of *Flammulina velutipes* with Quail Ordure. *Res. Agric. Moder.*, 20 (2) 125-127.
- Yamanaka, K. (2017). Cultivation of Mushrooms in Plastic Bottles and Small Bags. Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications, Eds: Zied D.C. and Pardo-Giménez A., First Edition. John Wiley & Sons Ltd., 309-338.
- Yang, J.H., Lin, H.C. ve Mau, J.L. (2001). Non-volatile Taste Components of Several Commercial Mushrooms. *Food Chem.*, 72 (4) 465-471.
- Yeh, M.Y., Ko, W.C. ve Lin, L.Y. (2014). Hypolipidemic and Antioxidant Activity of Enoki Mushrooms (*Flammulina velutipes*), *BioMed. Res. Int.*, 8 (3523).
- Zeng, X., Suwandi, J., Fuller, J., Doronila, A., ve Ng, K. (2012). Antioxidant Capacity and Mineral Contents of Edible Wild Australian Mushrooms. *Food Sci. Technol. Int.*, 18 (4) 367-379.
- Zhang, Z., Lv, G., He, W., Shi, L., Pan, H. ve Fan, L. (2013). Effects of Extraction Methods on the Antioxidant Activities of Polysaccharides Obtained from *Flammulina velutipes*. *Carbohydr. Polym.*, 98 1524-1531.



Geliş(Received) :08/11/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.644356

Nemlendirme Sıvısı Olarak Kullanılan Alternatif Endüstriyel Atıkların Bazı Makrofungusların Misel Gelişimi Ve Ligninolitik Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi

Bahar Gülce KORKMAZ¹, Göksu CEYLAN²
İbrahim SARI³, Burak Nuri ACAR⁴, *Mustafa YAMAÇ^{5*}
* Sorumlu Yazar: myamac@ogu.edu.tr

^{1,2} Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ESKİŞEHİR.

¹Orcid No: 0000-0002-1048-9124 / gggulceekorkmaz@gmail.com

²Orcid No: 0000-0003-4203-5087 / goksucey@gmail.com

^{3,4} Büyükdere Mahallesi Özkayalar Sokak No:18/14, Odunpazarı ESKİŞEHİR.

³Orcid No: 0000-0002-7244-8942 / 13karaceri13@gmail.com

⁴Orcid No: 0000-0003-2066-2397 / burak_acar16@hotmail.com

⁵ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, ESKİŞEHİR.
Orcid No: 0000-0002-7262-0036 / myamac@ogu.edu.tr

Öz: Bu çalışmada endüstriyel üretim süreçlerinden açığa çıkan farklı nitelikteki sıvı atıkların makrofungus üretiminde nemlendirme sıvısı olarak kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla kullanılan nemlendirme sıvılarının beş farklı makrofungus türünün misel gelişimi ve ligninolitik enzim aktivitesi üzerine etkisi belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan *Pleurotus cornucopiae*, *Flammulina velutipes*, *Panus neostrigosus*, *Schizophyllum commune* ve *Ganoderma lucidum* kültürleri; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Biyoloji Bölümü Makrofungus Kültür Koleksiyonundan (OBCC) temin edilmiştir. En iyi misel gelişim ve enzim üretim koşullarının belirlenmesi amacıyla 4 farklı kompost materyali (meşe, kavak, pirinç, buğday) ikişerli kombinasyonlarla 10 gram olacak şekilde karıştırılarak, tek ve karışım halinde kullanılan 9 farklı nemlendirme sıvısıyla %70 oranında nemlendirilmiştir. Pozitif kontrol olarak distile su kullanılmıştır. Her kompost örneğinin pH değeri %1 alçı ve kireç ilavesi ile düzenlenmiştir. Saf fungal kültürlerden çıkarılan 6 mm'lik misel diskleri nemli kompost karışımları içeren petriyelerin merkezine yerleştirilerek 28 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Araştırılan tüm fungus izolatlarının çalışma kapsamında sorgulanan tüm ligninolitik enzimleri farklı seviyelerde ürettiği belirlenmiştir. En yüksek mangan peroksidaz (MnP) aktivitesi *Pleurotus cornucopiae*'de 103,64 u/L, en yüksek lakkaz ve mangan bağımsız peroksidaz (MnBP) aktivitesi *Ganoderma lucidum*' da sırasıyla 118,52 ve 66,86 u/L olarak belirlenmiştir. En yüksek günlük koloni büyüme hızı ve misel gelişimi gösteren izolat *Schizophyllum commune* olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Makrofungus, Ligninolitik enzim, Nemlendirme sıvısı

The Effect Of Alternative Industrial Wastes Used As Wetting Agents On Mycelial Growth And Ligninolytic Enzyme Activities Of Some Macrofungi

Abstract: In this study, the possible using of different type of liquid wastes from industrial production processes as wetting agent in macrofungi production was investigated. The effects of wetting agents on mycelial growth and ligninolytic enzyme activities of five different macrofungi species were determined. *Pleurotus cornucopiae*, *Flammulina velutipes*, *Panus neostrigosus*, *Schizophyllum commune* and *Ganoderma lucidum* cultures were obtained from Macrofungi Culture Collection of Department of Biology, Eskişehir Osmangazi University (OBCC). In order to

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



determine the best mycelial growth and enzyme production conditions, 4 different compost materials (oak, poplar, rice, wheat) were mixed in pairs for 10 grams and were moistened by 70% with 4 different wetting agents (whey, olive land water, artificial textile dye waste water, molasses) in single and mixed form. Distilled water was used as positive control. The pH of each compost sample was adjusted by adding 1% gypsum and lime. The 6 mm diameter mycelial discs from pure fungal cultures were placed in the center of petri plates containing compost mixtures and incubated at 28°C. It was determined that all fungi isolates produced different levels of all ligninolytic enzymes used in the study. The highest manganese peroxidase (MnP) activity was determined as 103.64 u/L in *Pleurotus cornucopiae*. On the other hand, the highest laccase and manganese-independent/versatile peroxidase (VP) activity was determined as 118.52 and 66.86 u/L in *Ganoderma lucidum*, respectively. The highest daily mycelial growth rate and mycelial growth were determined in *Schizophyllum commune*.

Key words: Macrofungus, Ligninolytic enzyme, Wetting agent

Giriş

Makrofunguslar uzun yıllardan beri insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Eskiden olduğu gibi günümüzde de birçok insan besin özelliğinden dolayı doğal makrofungusları incelemiştir.

Günümüze değin yapılan bilimsel araştırmalar sonucu bazı makrofungus türlerinin antibakteriyel, antifungal, antiviral ve antiprotozoal özellik gösteren çeşitli kimyasal bileşiklere sahip oldukları belirlenmiştir (Roupas ve ark., 2012). Organizma yaşadığı ortamda varlığını sürdürebilmek ve çevresindeki rekabetçi türlere üstünlük sağlayabilmek için bu kimyasallara ihtiyaç duymaktadır (Solak ve ark., 2006). Mantarlar, protein, polisakkarit bileşikler (Polisakkarit-K, Polisakkaropeptid ve Lentinan vb.), sekonder metabolitler (terpenler, alkaloidler ve laktonlar vb.) ve enzimler (lakkaz, glukoz oksidaz ve peroksidaz vb.) gibi birçok karmaşık biyomolekül içerirler (Öztürk ve ark., 2009).

Sanayileşme sürecinden önce, organik maddelerin üretimi ve ayrışması arasında bir denge söz konusu olduğu bilinmektedir. Ayrışma sadece organik maddelerin zararlı birikimini önlemek için değil, aynı zamanda besin maddelerinin ve organik maddelerin geri dönüşümü için de önemlidir (Mohammad ve ark., 2012). Dünyada tarımsal ürünlerin hasadı ve sanayide işlenmesi sırasında sıvı ve katı atıklar oluşmaktadır. Bu atıkların doğrudan çevreye verilmesiyle çevre kirliliği, besin ve biyokütle kaybı oluşmaktadır. Biyolojik arıtım, endüstriyel süreçlerden alıcı sistemlere transfer olan organik maddeler için en önemli giderim prosesidir. Tekstil endüstrisi atık suları için önerilen fiziksel ve kimyasal yöntemlerin yüksek maliyet gerektirmeleri uygulanmalarının sınırlı olmasına neden olmuştur. Atık suların biyolojik arıtımında kullanılan başlıca mikroorganizmalar; bakteriler, mantarlar ve alglerdir

(Dönmez 2002, Sadettin ve Dönmez 2007). Gelişmiş ülkelerde artarak biriken tarım ve endüstri atıkları araştırmacıları, düşük maliyetli atık materyallerinin mantar yetiştiriciliğinde kullanılarak değerlendirilmesi yönünde çalışmaya yöneltmiştir. Lignoselülozca zengin atık maddelerin değerlendirilmesinde, en ekonomik ürünün mantar olduğu ve bu atıkların mantar yetiştiriciliğinde kompost yapımında kullanılabileceği ifade edilmektedir (Pekşen ve Günay 2009).

Makrofunguslar, bitki polimerleri olan lignin, hemiselüloz ve selülozu düşük molekül ağırlıklı çözünür bileşiklere tamamen indirgeyecek enzim sistemine sahip olmaları açısından özel öneme sahip bir organizma grubudur. Bu çözülebilir bileşikler daha sonra mantar miselleri tarafından absorbe edilirler (Singh ve ark., 2014). Enzim sistemleri, türlere, suşlara ve kültür koşullarına bağlı olarak farklı özellikler gösterir (Maciel ve ark., 2010). Beyaz çürükçül funguslar, ligninin karbondioksit ve suya kadar mineralizasyonunu sağlayan tek grup olarak önemli bir yere sahiptir (Boyle ve ark., 1992). Şimdiye kadar bilinen beyaz çürüklük mantarların tüm enzimleri temelde iki gruba ayrılabilir. Bunlardan ilk grup hem karbonhidrat bileşenleri (selüloz, hemiselüloz) hem de lignin bileşenlerine doğrudan saldıran enzimleri içerir (Leonowicz ve ark., 1999). Bu lignosellulolitik enzimler lignin peroksidaz, mangan peroksidaz, lakkaz, selülaz ve ksilanaz gibi enzimlerdir. İkinci grup, lignini tek başına parçalamayan, bunun yerine ilk gruptaki enzimlerle işbirliği yapan, süperoksit dismutaz ve glisoksal oksidaz gibi enzimleri içerir (Voběrková ve ark., 2018). Lignin içeren dokuların, diğer biyopolimerlerin aksine, tekrarlanan birimler dizisi arasında kolayca hidrolize olabilen bağlara sahip olmayan karmaşık ve düzensiz yapısından dolayı bozulmaları zordur (Martirani ve ark., 1996). Lignin yıkımından asıl sorumlu ligninolitik

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



enzimler lakkaz, lignin peroksidaz ve mangan peroksidaz olarak bildirilmektedir (Maciel ve ark., 2010). Bu enzimler polifenoller, sentetik boyalar, aromatik aminler ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar gibi substratları kapsayan çok geniş bir substrat spektrumuna sahiptir. Ayrıca fenolik olmayan birçok substratı da kullanabildiği bilinmektedir (Bayburt ve ark., 2014).

Beyaz çürükçül funguslar aynı zamanda Dünyada besinsel ve tıbbi özellikleri nedeni ile yaygın biçimde üretilen organizmalardır. *Pleurotus*, *Ganoderma*, *Trametes* ve *Schizophyllum* gibi makrofungus cinslerinin bu amaçlarla yaygın biçimde üretimi yapılmaktadır. Bu funguslar sahip oldukları enzim sistemleri nedeni ile fermente olmayan kompostların nemlendirilmesi ile oluşan ortamlarda üretilmektedir. Günümüze dek gerçekleştirilen çalışmalarda beyaz çürükçül fungusların üretiminde kompost nemlendirme sıvısı olarak zeytin atık sıvısı (Kalmış ve ark., 2008; Koutrotsis ve ark., 2016), mısır ıslatma suyu (Loss ve ark., 2009) ve süt ürünleri atık sıvıları (Naranian ve ark., 2011) gibi endüstriyel atık sıvılar kullanılmıştır. Beyaz çürükçül fungusların ligninolitik enzimlerinin önemi dikkate alınarak bu çalışmada *Pleurotus cornucopiae* (Paulet) Rolland, *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer, *Panus neostrigosus* Drechsler-Santos & Wartchow, *Schizophyllum commune* Fr. ve *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. izolatlarının farklı nemlendirme sıvıları kullanımı sonucunda ligninolitik enzim aktiviteleri ve misel gelişim hızları araştırılmıştır. Böylece, endüstriyel sıvı atıkların kullanımına olanak/alternatif oluşturmak amaçlanmış ve çalışmada kullanılan her türün en yüksek enzim aktivitesi ve misel gelişimi gösterdiği nemlendirme sıvıları belirlenmiştir.

Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan *Pleurotus cornucopiae*, *Flammulina velutipes*, *Panus neostrigosus*, *Schizophyllum commune* ve *Ganoderma lucidum* kültürleri Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Makrofungus Kültür Koleksiyonundan (OBCC) temin edilmiştir. İzolatlar, 4°C'de vermikülit-buğday kepeği ortamında saklanmış ve düzenli olarak 6-8 ayda bir taze ortamlara aktarılmıştır.

Nemlendirme Sıvısı Seçimi

Kompostların nem değerlerini %70 olacak şekilde ayarlamak için nemlendirme sıvısı olarak melaslı su (% 0.025), peynir altı suyu (% 25), zeytin kara suyu (% 25) ve boyalı su (% 0.04 Amaranth, % 0.02 RBBR, % 0.02 Kristal viyole, % 0.02 Malaşit yeşili, % 0.02 Red 195) kullanılmıştır. Çalışmada pozitif kontrol olarak distile su

kullanılmıştır. Farklı endüstriyel sıvı atıkların tek tek ve karışımlar halinde kullanılmasıyla 9 farklı deney tasarlanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Deneyde kullanılan nemlendirme sıvıları

NEMLENDİRME SIVISI	DENEY GRUPLARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Distile Su	+								
Melaslı Su		+				+	+	+	+
Peynir Altı Suyu			+			+			+
Zeytin Kara Suyu				+			+		+
Boyalı Su					+			+	+

Kompost Hazırlığı

Çalışma izolatlarının misel gelişimi için kendi yaşam ortamlarına en uygun olan ve birçok araştırmacı tarafından da tercih edilen kompost materyalleri kullanılmıştır. *Schizophyllum commune*, *Panus neostrigosus* ve *Pleurotus cornucopiae* izolatları için kompost olarak %80 kavak talaşı + %20 buğday kepeği ortamı kullanılmıştır. *Ganoderma lucidum* için kompost olarak %80 meşe talaşı + %20 buğday kepeği kullanılırken; *Flammulina velutipes* için kompost olarak %80 kavak talaşı + %20 pirinç kepeği ortamları kullanılmıştır. Her kompost materyalinin pH değeri %1'lik kireç ve alçı karışımı ilave edilerek dengelenmiştir.

Önceden Patates Dekstroza Agar (PDA)'da aktiflenmiş olan, saf fungal kültürlerden çıkarılan 6 mm'lik misel diskleri nemli kompost karışımları içeren petri lerin merkezine yerleştirilerek 28 °C'de inkübasyona bırakılmıştır.

Ekstraksiyon

Çalışılan tüm izolatların miselleri petri leri tamamen kapladığında ekstraksiyon aşamasına geçilmiştir. Miseller kompost materyalleriyle iyice karıştırıldıktan sonra distile su ilave edilerek elde edilen karışım (1:10) 1

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



saat, 4 °C'de, 200 rpm'de çalkalanmıştır. Karışım Whatman 1 filtre kağıdından geçirilerek filtre edilmiştir.

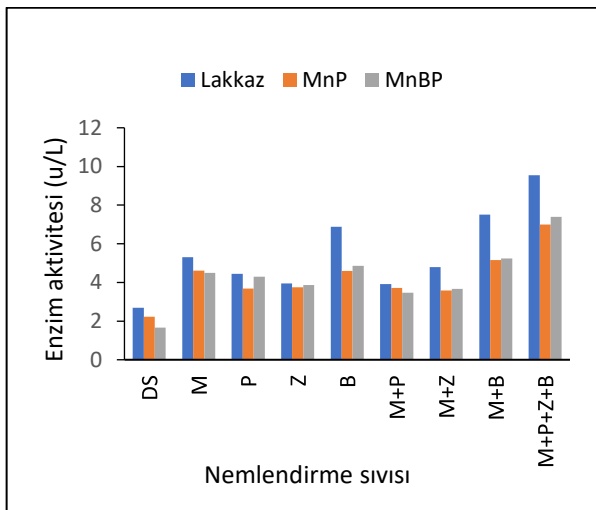
Ligninolitik Enzim Aktivite Yöntemleri

Lakkaz aktivitesi, 420 nm dalga boyunda 2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid), (ABTS) oksidasyonunun 3 dk boyunca spektrofotometrik olarak izlenmesi ile belirlenmiştir. Mangan Peroksidaz (MnP) ve mangan bağımsız peroksidaz (MnBP) aktiviteleri 469 nm dalga boyunda H₂O₂ varlığında 2,6 dimethoxyphenol (DMP) oksidasyonunun MnSO₄ varlığında (MnP) ve yokluğunda (MnBP) 3 dk boyunca spektrofotometrik olarak izlenmesi ile belirlenmiştir (Bayburt ve ark., 2014).

Bulgular

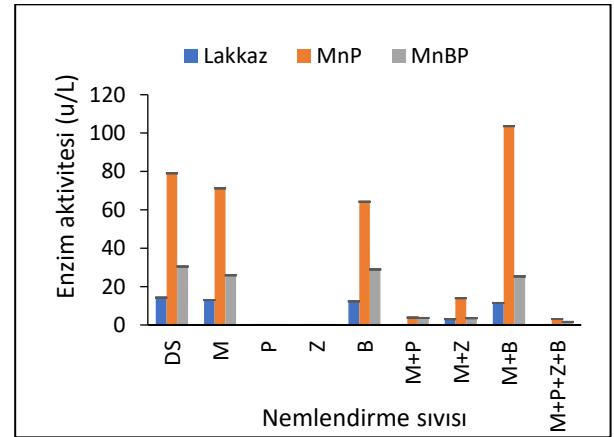
Gerçekleştirilen enzim aktivitesi belirleme çalışmasında *Schizophyllum commune* izolatının enzim aktivitesi elde edilememiştir. *Pleurotus cornucopiae*, *Flammulina velutipes*, *Panus neostrigosus* ve *Ganoderma lucidum* izolatlarının her biri için 9 farklı ekstraksiyon sıvısı ile elde edilen enzim aktivitesi sonuçları Şekil 1 - 4' te sunulmuştur. Çalışılan enzim aktivitesi sonuçları hem türün misel gelişimine hem de nemlendirme sıvısına bağlı olarak değişim göstermektedir.

Flammulina velutipes izolatı için maksimum lakkaz, mangan peroksidaz ve mangan bağımsız peroksidaz aktiviteleri sırasıyla 9.54 u/L 7.00 u/L, 7.40 u/L olarak 9 numaralı nemlendirme sıvısında (melas, boya karışımı, peynir altı suyu ve zeytin kara suyu) en yüksek olarak belirlenmiştir (Şekil 1).



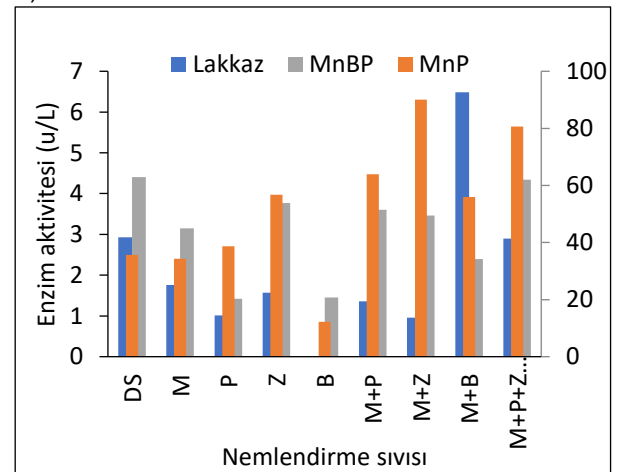
Şekil 1. *Flammulina velutipes* izolatının enzim aktivitesi sonuçlarının karşılaştırılması

Pleurotus cornucopiae izolatında 3 (peynir altı suyu) ve 4 (zeytin kara suyu) nolu nemlendirme sıvılarının bulunduğu petrielerde büyüme olmamıştır. En yüksek MnP aktivitesi 103.64 u/L olarak melaslı su ve boyalı su karışımının bulunduğu nemlendirme sıvısında gözlemlenirken; en yüksek lakkaz ve MnBP aktivitesi 14.27 u/L ve 30.45 u/L olarak distile su ile nemlendirilmiş deney grubunda gözlemlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. *Pleurotus cornucopiae* izolatının enzim aktivitesi sonuçlarının karşılaştırılması

Panus neostrigosus izolatında lakkaz aktivitesi en yüksek 6.49 u/L olarak 8 nolu deneyde (Melaslı su - boya karışımı) belirlenirken; boyalı su karışımının nemlendirme sıvısı olarak kullanıldığı deney grubunda aktivite çıkmamıştır. En yüksek MnP aktivitesi 90.08 u/L (melaslı su - zeytin kara suyu karışımı) ve en yüksek MnBP aktiviteleri 4.41 u/L (distile su) olarak belirlenmiştir (Şekil 3).

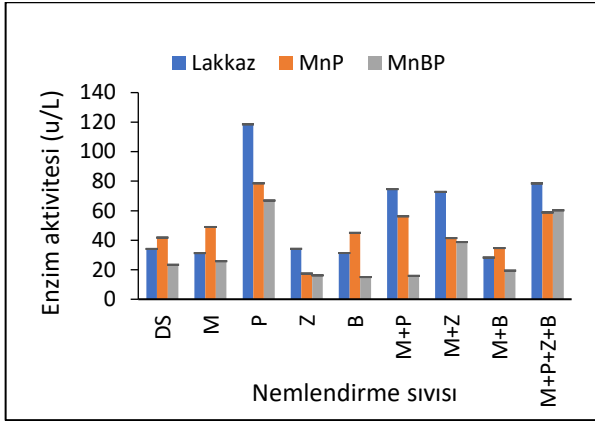


Şekil 3. *Panus neostrigosus* izolatının enzim aktivitesi sonuçlarının karşılaştırılması

XI. Türkiye Yemelik Mantar Kongresi-2019



En yüksek lakkaz, mangan peroksidaz ve mangan bağımsız peroksidaz aktivitesi ise *Ganoderma lucidum*'da 118.52, 78.54 ve 66.86 u/L olarak nemlendirme sıvısı olarak peyniraltı suyu kullanıldığı durumda belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. *Ganoderma lucidum* izolatının enzim aktivitesi sonuçlarının karşılaştırılması

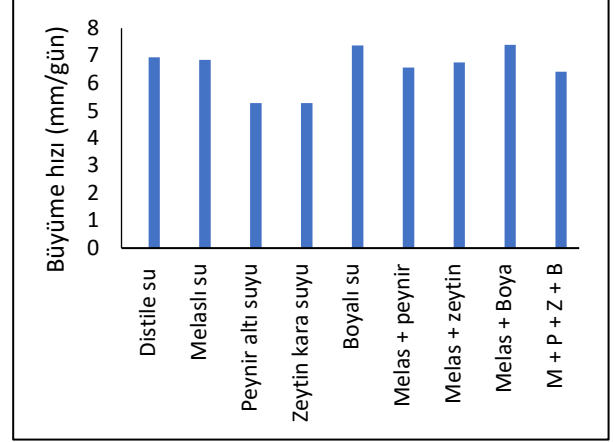
Sonuç olarak *Pleurotus cornucopiae* ve *Ganoderma lucidum* izolatlarının diğer izolatlarla göre daha yüksek enzim aktivitesi gösterdiği, melas içeren nemlendirme sıvılarının tüm izolatların enzim aktivitesine çok olumlu etki gösterdiği anlaşılmaktadır.

Misel Gelişim Hızı

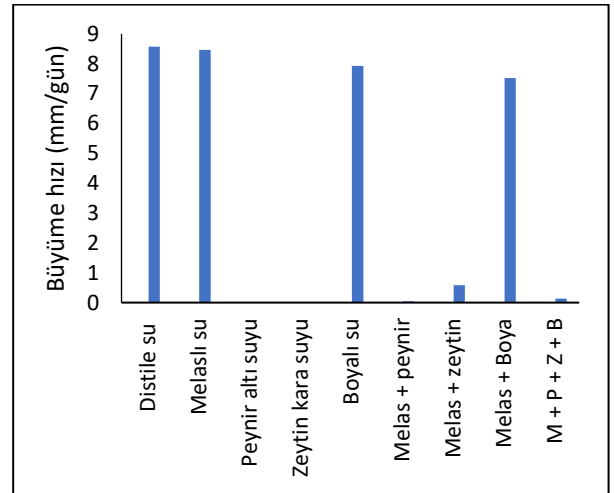
Tüm çalışma izolatlarının günlük koloni çapları dijital kumpas kullanılarak mm cinsinden ölçülmüş ve her nemlendirme sıvısı için zamana bağlı koloni çapları grafikleri elde edilmiştir.

Flammulina velutipes izolatının en hızlı koloni büyümesini melaslı su ve boya karışımı olan 8 numaralı deney grubunda 7.39 mm/gün gerçekleştirdiği sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 5).

En yüksek koloni büyüme hızı *Pleurotus cornucopiae* izolatında 7,93 mm/gün olarak pozitif kontrolde gözlemlenmiştir (Şekil 6). Distile su, melaslı su, boyalı su ve melaslı su-boyalı su karışımında büyüme gözlemlenirken diğer nemlendirme sıvılarının bulunduğu deney gruplarında miselyal gelişim olmamıştır.



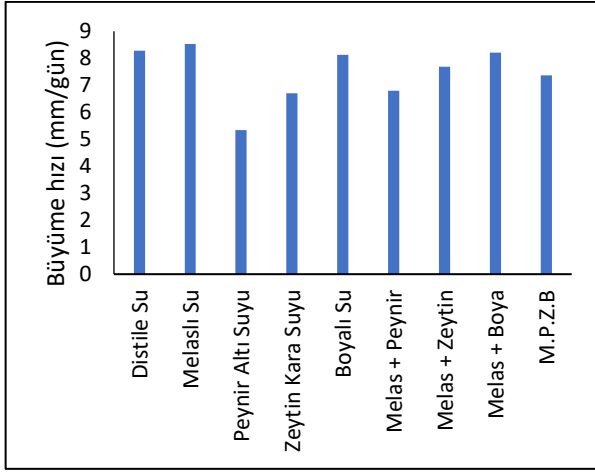
Şekil 5. *Flammulina velutipes* izolatının farklı nemlendirme sıvılarındaki günlük koloni büyüme hızı



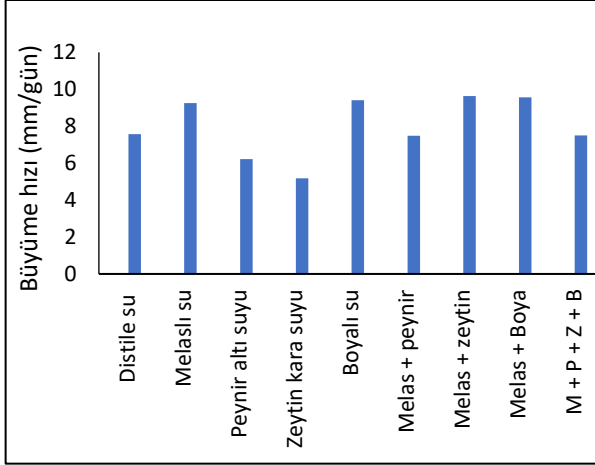
Şekil 6. *Pleurotus cornucopiae* izolatının farklı nemlendirme sıvılarındaki günlük koloni büyüme hızı

Panus neostrigosus izolatında en yüksek koloni büyüme hızı, distile sudan daha yüksek bir değer ile melaslı su karışımında 8,53 mm/gün olarak belirlenmiştir (Şekil 7). *Ganoderma lucidum* izolatında en yüksek koloni büyüme hızı ise 9.12 mm/gün olarak melaslı su-boyalı su karışımında gözlemlenmiştir (Şekil 8).

XI. Türkiye Yemelik Mantar Kongresi-2019

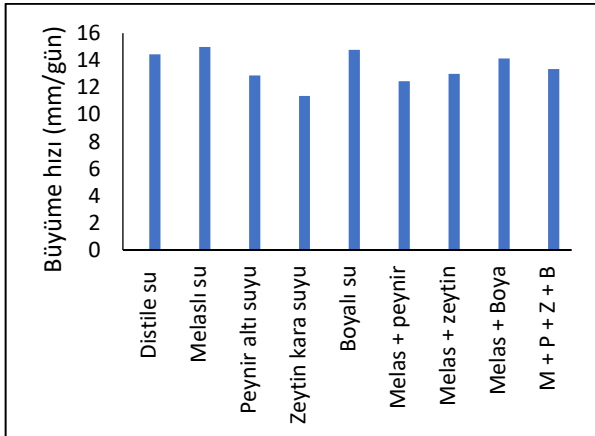


Şekil 7. *Panus neostrigosus* izolatının farklı nemlendirme sıvılarındaki günlük koloni büyüme hızı



Şekil 8. *Ganoderma lucidum* izolatının farklı nemlendirme sıvılarındaki günlük koloni büyüme hızı

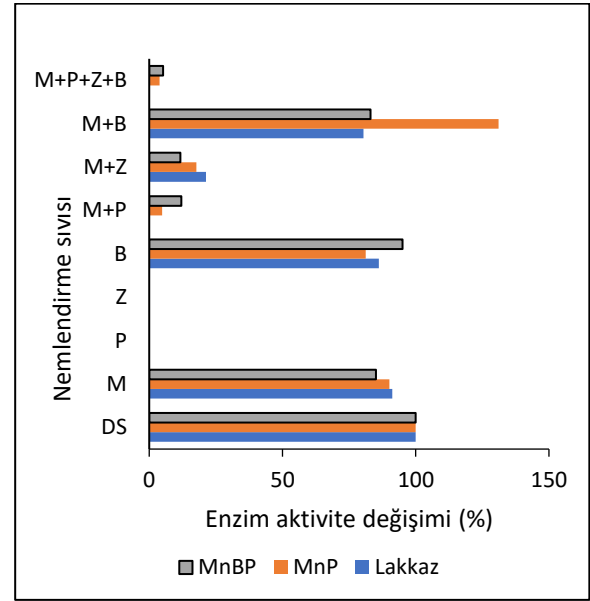
Schizophyllum commune izolatı tüm nemlendirme sıvılarında misel gelişimini 6 günde tamamlamıştır. En yüksek misel gelişimini melaslı su karışımının bulunduğu nemlendirme sıvısında 14.99 mm/gün olarak göstermiştir (Şekil 9).



Şekil 9. *Schizophyllum commune* izolatının farklı nemlendirme sıvılarındaki günlük koloni büyüme hızı

Tartışma

Pleurotus cornucopiae izolatında MnP aktivitesi diğer çalışılan enzim aktiviteleri içinde dikkat çekmektedir. Pozitif kontrol ile karşılaştırıldığında yaklaşık 1.3 katı daha yüksek aktivite gösterdiği görülmektedir (Şekil 10). En yüksek koloni büyüme hızı pozitif kontrolde 8.57 mm/gün iken, en düşük koloni büyüme hızı 0.14 mm/gün olarak tüm endüstriyel atıkların kullanıldığı nemlendirme sıvısında belirlenmiştir (Tablo 2).



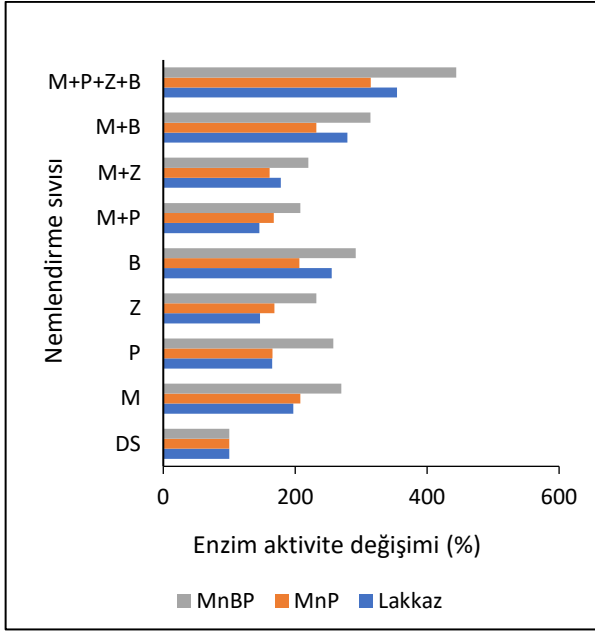
Şekil 10. *Pleurotus cornucopiae* izolatının farklı nemlendirme sıvılarındaki % değişimi

Tablo 2. Çalışma izolatlarının farklı nemlendirme sıvılarındaki koloni büyüme hızı (mm/gün)

Deney	<i>P. c.</i>	<i>F. v.</i>	<i>P. n.</i>	<i>G. l.</i>	<i>S. c.</i>
1	8.57	6.94	8.28	7.03	14.43
2	8.47	6.85	8.53	8.07	14.99
3	-	5.28	5.34	4.96	12.88
4	-	5.27	6.70	4.16	11.38
5	7.93	7.37	8.12	7.83	14.78
6	0.05	6.57	6.79	5.03	12.46
7	0.59	6.76	7.68	4.73	12.99
8	7.52	7.39	8.21	5.98	14.13
9	0.14	6.42	7.36	5.85	13.35

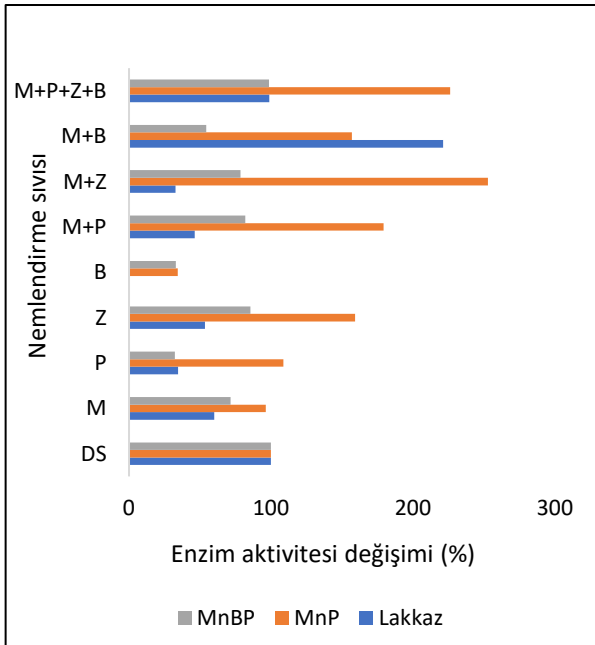
Flammulina velutipes izolatı tüm endüstriyel atıkların bulunduğu deney gurubunda pozitif kontrolün yaklaşık olarak MnBP 4.5, MnP 3.1 ve lakkaz 3.5 katı olduğu belirlenmiştir (Şekil 11). En yüksek koloni büyüme hızı 7.39 mm/gün olarak melaslı su-boyalı su karışımında belirlenmiştir (Tablo 2).

XI. Türkiye Yemelik Mantar Kongresi-2019



Şekil 11. *Flammulina velutipes* izolatının farklı nemlendirme sıvılarındaki % değişimi

Panus neostrigosus izolatı pozitif kontrolün MnP aktivitesine karşı 2.5, lakkaz aktivitesine karşı ise 2.2 katı olduğu belirlenmiştir (Şekil 12). En yüksek koloni büyüme hızı melaslı su karışımında 8.53 mm/gün olarak bulunmuştur (Tablo 2).

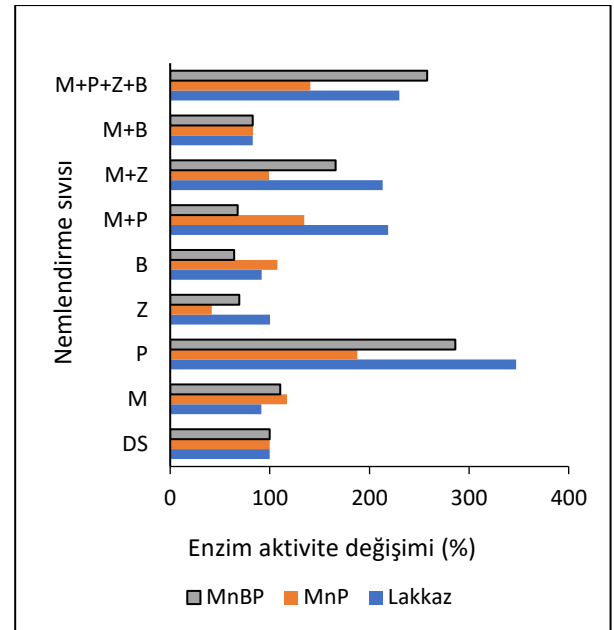


Şekil 12. *Panus neostrigosus* izolatının farklı nemlendirme sıvılarındaki % değişimi

Ganoderma lucidum izolatı peynir altı suyunda pozitif kontrolün yaklaşık olarak sırasıyla MnP 2.8, MnBP 1.8 ve lakkaz 3.4 katı olarak belirlenmiştir (Şekil 13).

Melaslı su karışımında en yüksek koloni büyüme hızı 8.07 mm/gün olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

Schizophyllum commune izolatları hiçbir enzim aktivitesi göstermemesine karşın koloni büyüme hızı olarak diğer türler arasında en hızlı büyümeyi 6 günde melaslı su karışımının bulunduğu nemlendirme sıvısında 14.99 mm/gün olarak göstermiştir (Tablo 2).



Şekil 13. *Ganoderma lucidum* izolatının farklı nemlendirme sıvılarındaki % değişimi

Çalışılan tüm makrofungus izolatlarının ligninolitik enzimleri farklı seviyelerde ürettiği belirlenmiştir. En yüksek mangan peroksidaz (MnP) aktivitesi *Pleurotus cornucopiae*'de 103.64 u/L, en yüksek lakkaz ve mangan bağımsız peroksidaz (MnBP) aktivitesi *Ganoderma lucidum*' da sırasıyla 118.52 ve 66.86 u/L olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada *Pleurotus cornucopiae*, *Flammulina velutipes*, *Panus neostrigosus*, *Schizophyllum commune* ve *Ganoderma lucidum* izolatlarının uygun kompost ortamları belirlendikten sonra elde edilen yeni ligninolitik enzim kaynaklarının çevresel kirlilik etmeni olan endüstriyel sıvı atıkların degradasyonu / detoksifikasyonuna alternatif oluşturmak ve bu atıkların makrofungus üretim süreçlerinde nemlendirme sıvısı olarak kullanımları konusunda farkındalık yaratmak amaçlanmıştır.

Beyaz çürükçül funguslar tarafından üretilen ligninolitik enziminin miktar ve çeşidinin, fungus türüne bağlı olduğu kadar ortamın besinsel ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişim gösterdiği rapor edilmektedir (Elisashvili et al., 2008). Bu çalışmada

XI. Türkiye Yemelik Mantar Kongresi-2019



nemlendirme sıvısı olarak kullanılan melas karbon, peynir altı suyu ise azot açısından zengin materyallerdir. Ligninolitik enzim aktivitesi gösteren izolatların hepsinde nemlendirme sıvılarının besinsel içeriklerinin farklı olmasından kaynaklı olarak farklı enzimatik sonuçlar ve farklı misel gelişim hızı değerleri elde edilmiştir.

Literatürde farklı endüstriyel atık suların makrofungus üretiminde nemlendirme sıvısı olarak kullanımına ilişkin raporlar çok sınırlıdır. Ulaşabildiğimiz kadarı ile sadece zeytin atık sıvısı, mısır ıslatma suyu ve süt ürünleri üretiminden kaynaklanan atık suların farklı *Pleurotus* türlerinin ve *Hericium erinaceus*' un üretiminde kullanımına ilişkin raporlar sunulmuştur (Kalmış ve ark., 2008; Loss ve ark., 2009; Naranian ve ark., 2011; Koutrotsis ve ark., 2016). Bu çalışmalarda Kalmış ve ark. (2008), *P. ostreatus* üretiminde % 25 oranındaki zeytin atık sıvısının nemlendirme sıvısı olarak kullanıldığı üretim sisteminde kontrol grubu olarak kullanılan çeşme suyu ile istatistiksel olarak benzer biyolojik etkinlik değeri verdiğini bildirmektedir. Benzer olarak Koutrotsis ve ark. (2016), *Hericium erinaceus* üretiminde nemlendirme sıvısı olarak kullanılan zeytin atık sıvısının dekolorizasyon, total fenolik madde ve fitotoksinite değerlerini sırası ile % 65, % 47 ve % 52 oranlarında azalttığını rapor etmişlerdir.

Mısır ıslatma suyunu *Pleurotus* türlerinin üretiminde nemlendirme sıvısı olarak kullanan Loss ve ark. (2009), *Pleurotus ostreatus* izolatlarının üretiminde

biyolojik etkinlik değerlerini olumlu biçimde etkilediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen biyolojik etkinlik değerinin % 91.12' ye kadar arttığı görülmektedir.

Naranian ve ark. (2011) ise *P. ostreatus* ve *P. sajor-caju* (Geçerli ismi ile *Lentinus sajor-caju*) üretiminde nemlendirme sıvısı olarak süt ürünlerinden kaynaklanan atık sıvıları % 5 – 40 oranlarında kullanmışlardır. Sonuç olarak özellikle düşük konsantrasyonlardaki süt ürünleri atık sıvılarının miselyal büyüme oranını 6.6 mm/gün, ergosterol verimini 437 µg/g değerlerine ulaştırdığı görülmektedir. Ayrıca, % 10 oranında kullanılan süt ürünleri atık sıvısı biyolojik etkinlik değerini % 108.68 oranına ulaştırmıştır.

Literatürde sunulan az sayıdaki araştırma, endüstriyel atık suların makrofungus üretiminde nemlendirme sıvısı olarak oldukça başarılı biçimde kullanıldığı örnekleri içermektedir. Ancak bu çalışmada kullanılan atık sıvılar henüz herhangi bir araştırmaya konu olmamıştır. Elde edilen sonuçlar ışığında ülkemizde yaygın olarak bulunan endüstriyel sıvı atıkların alternatif kullanım alanlarında değerlendirilmesi açısından umut vaad edici bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen verilerin, makrofungus üretimine yönelik sonraki çalışmalarda ekonomik ve ekolojik açılarından yararlı olacağı düşünülmektedir. Doğa dostu bir yaklaşım olarak görülen bu araştırma konusunun gelecekte daha fazla araştırmaya konu olmasını umuyoruz.

Kaynaklar

- Bayburt, C., Karaduman, A., Çelik, U. ve Yamaç, M. (2014). Farklı Gelişim Dönemlerinde *Pleurotus ostreatus* Kompostundan Ligninolitik Enzim Ekstraksiyonu İçin Uygun Yöntem Seçimi. *Mantar Dergisi*, 5 (2) 17-24.
- Boyle, C.D., Kropp, B.R. ve Reid, I.D. (1992). Solubilization and Mineralization of Lignin by White Rot Fungi. *Appl. Environ. Microbiol.*, 58 (10) 3217-3224.
- Dönmez, G. (2002). Bioaccumulation of the Reactive Textile Dyes by *Candida tropicalis* Growing in Molasses Medium. *Enzyme and Microbial. Technol.*, 30 (3) 363-366.
- Elisashvili, V., Kachlishvili, E. ve Penninckx, M. (2008). Effect of Growth Substrate, Method of Fermentation, and Nitrogen Source on Lignocellulose-Degrading Enzymes Production by White-Rot Basidiomycetes. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 35 (11) 1531-1538.
- Kalmış, E., Azbar, N., Yıldız, H. ve Kalyoncu, F., (2008). Feasibility of Using Olive Mill Effluent (OME) as a Wetting Agent during the Cultivation of Oyster Mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on Wheat Straw. *Bioresour. Technol.*, 99 164–169.
- Koutrotsios, G., Larou, E., Mountzouris, K.C. ve 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*. *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 180 195-209.
- Leonowicz, A., Matuszewska, A., Luterek, J., Ziegenhagen, D., Wojtaś-Wasilewska, M., Cho, N.S. ve Rogalski, J. (1999). Biodegradation of Lignin by White Rot Fungi. *Fungal Gen. Biol.*, 27 (23) 175-185.
- Loss, E., Royer, A.R., Barreto-Rodrigues, M. ve Barana, A.C. (2009). Use of Maize Wastewater for the Cultivation of the *Pleurotus* spp. Mushroom and Optimization of Its Biological Efficiency. *J. Hazard. Mat.*, 166 1522-1525.
- Maciel, M.J.M. ve Ribeiro, H.C.T. (2010). Industrial and Biotechnological Applications of Ligninolytic Enzymes of the Basidiomycota: A Review. *Electronic J. Biotechnol.*, 13 (6) 14-15.
- Martirani, L., Giardina, P., Marzullo, L. ve Sannia, G. (1996). Reduction of Phenol Content and Toxicity in Olive Oil Mill Waste Waters with the Ligninolytic Fungus *Pleurotus ostreatus*. *Water Res.*, 30 (8) 1914-1918.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Mohammad, N., Alam, M. Z., Kabbashi, N. A. ve Ahsan, A. (2012). Effective Composting of Oil Palm Industrial Waste by Filamentous Fungi: A Review. *Res. Conserv. Recycling*, 58 69-78.
- Naraian, R., Srivastava, J. ve Garg, S.K. (2011). Influence of Dairy Spent Wash (DSW) on Different Cultivation Phases and Yield Response of Two *Pleurotus* mushrooms. *Ann. Microbiol.*, 61 853-862.
- Öztürk, A. ve Çopur, Ö.U. (2009). Mantar bileşenlerinin teröpatik etkileri. *Bahçe*, 38 (1) 19-24.
- Pekşen, A. ve Günay, A. (2009). Kültür Mantarı (*Agaricus bisporus* (L.) Sing.) Yetiştiriciliğinde Çay Atığı ve Buğday Sapı Karışımından Hazırlanan Kompostların Kullanımı. *Ekoloji Dergisi*, 19 (73) 48-54.
- Roupas, P., Keogh, J., Noakes, M., Margetts, C. ve Taylor, P., (2012). The Role of Edible Mushrooms in Health: Evaluation of the Evidence. *J. Func. Foods*, 4 687-709.
- Singh, A.D., Abdullah, N. ve Vikineswary, S. (2003). Optimization of Extraction of Bulk Enzymes from Spent Mushroom Compost. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 78 (7) 743-752.
- Solak, M. H., Kalmis, E., Sağlam, H. ve Kalyoncu, F. (2006). Antimicrobial Activity of Two Wild Mushrooms *Clitocybe alexandri* (Gill.) Konr. and *Rhizopogon roseolus* (Corda) TM Fries Collected from Turkey. *Phytotherapy Res.*, 20 (12) 1085-1087.
- Voběrková, S., Solčány, V., Vršanská, M. ve Adam, V. (2018). Immobilization of Ligninolytic Enzymes from White-rot Fungi in Cross Linked Aggregates. *Chemosphere*, 202 694-707.



Geliş(Received) :28/10/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.639359

Halojen Isıtıcı Kurutucuda Kurutma Sıcaklığının Beyaz Şapkalı Mantarının (*Agaricus bisporus*) Kuruma Süresi ve Rehidrasyon Oranına Etkisi

Elif Sena KIRMIZIKAYA*¹, İnci ÇINAR²

*Sorumlu yazar: icinar@ksu.edu.tr

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Biyomühendislik ve Bilimleri ABD, Fen Bilimleri Enstitüsü, K.Maraş/Türkiye

¹Orcid No: 0000-0001-5868-5434 /eskirmizikaya@ksu.edu.tr

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Gıda Mühendisliği ABD, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, K.Maraş/Türkiye

²Orcid No: 0000-0002-7715-7423 /icinar@ksu.edu.tr

Öz: Çalışmada halojen ısıtıcı kurutmada kurutma sıcaklıklarının kültür mantarının (*Agaricus bisporus*) kurutulmasında kuruma süresi ve rehidrasyon oranına etkileri araştırılmıştır. 1 cm kalınlıkta kesit alınan örnekler halojen ısıtıcı kurutucuda 40, 50 ve 60°C'de kurutulmuştur. Kuruma eğrileri ilk saatte 10'ar dk devamında 30 dk periyotlarda örnek ağırlıkları kaydedilerek oluşturulmuştur. Rehidrasyon oranı kurutulmuş örneklerin 10, 20, 30, 60 ve 1440 dakikalık rehidrasyon sonucu %ağırlık artışıyla ifade edilmiştir. Mantar örneklerinin 40, 50 ve 60°C'de kurutulmalarında son nem içeriğine (%6.58) ulaşma süreleri sırasıyla 480, 240 ve 150 dk iken rehidrasyon oranları %92.02, 90.53 ve 90.40 olarak kaydedilmiştir. Çalışmada kurutma sıcaklığının artmasının kuruma süresini kısalttığı ancak rehidrasyon oranında azalmaya sebep olduğu görülmüştür. İki yönlü varyans analizlerinde ise sıcaklık artışının kuruma süresi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) iken rehidrasyon oranına etkisi önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$).

Anahtar kelimeler: Beyaz şapkalı mantarı, *A. bisporus*, halojen ısıtıcı kurutucu, kuruma eğrisi, rehidrasyon

The Effect of Drying Temperature on Drying Time and Rehydration Rate of White Button Mushroom (*Agaricus bisporus*) in Halogen Heater

Abstract: Present work investigated the effect of drying temperature on drying time and rehydration rate of white button mushroom (*Agaricus bisporus*) in halogen heated drier. Samples having 1 cm thickness were dried at 40, 50 and 60°C in halogen heated drier. Drying curves were prepared from the plots of sample weight losses during drying at the time interval of 10 min for first hour of drying and 30 min for the rest. Rehydration rates were determined by the weight gain of dried samples in 10, 20, 30 60 and 1440 mins of rehydration. Drying time of mushroom samples to reach final moisture content of 6.58% were 480, 240 and 150 min for drying at 40, 50 and 60°C while rehydration rates were 92.02, 90.53 and 90.40% respectively. Study showed that the increase in drying temperature resulted in decrease drying time and rehydration rate. Two way variance analyses indicated that the effect of drying temperature increase on drying time was statistically important ($p < 0.05$) this effect on rehydration rate was not statistically important ($p > 0.05$).

Key words: White button mushroom, halogen heater, drying curves, rehydration

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

**Giriş**

Ülkemizde beyaz şapkali mantar olarak bilinen *Agaricus bisporus* üretimi en fazla yapılan kültür mantar türüdür. Yüksek besin değerinin yanında insan beslenmesinde iyi bir protein kaynağı olarak yer almaktadır. İşlenmiş mantar ürünleri dünya çapında tat ve lezzetleri bakımından büyük ilgi görse de yemeklik mantarlar genellikle taze olarak tüketilmektedir. Mantarlar %90-95 oranında yüksek nem içermektedir. Bu sebeple raf ömrü kısalmakta ve depolama süresince ürün kalitesinde azalma meydana gelmektedir. Bu durum yemeklik mantarın taze tüketimini sınırlamaktadır (Doğan ve ark., 2015). Mantarların dayanımını arttırmak için çeşitli muhafaza yöntemleri uygulanmaktadır. Konserve, ısıl işlem ve dondurma gibi muhafaza yöntemleri endüstride sıklıkla kullanılmakta olup en fazla kurutma tercih edilmektedir.

Gıda muhafazasında geleneksel olarak kullanılan kurutma gıda içerisindeki suyun bozulmalarını engelleneceği seviyeye kadar uzaklaştırılması işlemidir. Bozulma reaksiyonlarını önemli ölçüde önleyip üründe raf ömrünü artırmasının yanı sıra taşıma ve depolamada kolaylık sağlamaktadır (Doymaz, 2014a). Özellikle mantar gibi hassas biyolojik ürünler için uygun kurutma yöntemi ürün kalitesi bakımından önemlidir. Literatürde mantar kurutma üzerine vakum (Artnaseaw ve ark., 2010), mikrodalga (Das ve Arora, 2018, Devi ve ark., 2018, Lin ve ark., 2019,) sıcak hava (Yang ve ark., 2017; Guo ve ark., 2014), elektrohidrolik (Dinani ve ark., 2014), infrared (Sui ve ark., 2014; Doymaz, 2014b) ve akışkan yataklı (Darvishi ve ark., 2018) sistemlerin yer aldığı görülmüştür. Ancak halojen ısıtıcı kurutucu sistemi enerji tasarrufu ve hızlı işlem süresiyle ön plana çıkmaktadır.

Halojen ısıtıcı kurutucu sistemi yüksek frekanslı dalgaların kurutulmuş materyalin içinden hızla geçerken absorblanarak ısı enerjisine dönüştürülmesi ve materyal içindeki suyun buharlaştırılması prensibine dayanmaktadır. Böylece kurutulmuş gıdanın iç sıcaklığı yüzey sıcaklığından daha yüksek olmakta ve konvektif kurutmaya göre daha dinamik bir nem transferi gerçekleşmektedir (Guo ve ark., 2017; Yoğurtçu, 2014).

Halojen ısıtıcı kurutucu gıdalarda kurutma (Savas ve Basman, 2016), pişirme (Chhanwal ve ark., 2015), kavurma (Yang ve ark., 2013), kızartma (Fernando ve ark., 2014), pastörizasyon ve sterilizasyon (Maoa ve ark., 2011) gibi işlemler için kullanım potansiyeline sahiptir. Halojen ısıtıcı kurutucuyla farklı gıdaların kurutulması birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Kırmızı biber (Eliasson ve ark., 2015; Fernando ve ark., 2014), havuç (Aktaş ve ark., 2017) ve bulgur (Savas ve Basman, 2016) gibi gıdaların yanı sıra üzüm (Yinqiang ve ark., 2014), marul (Roknul ve ark., 2014), shiitake mantarı (*Lentinus edodes*) (Qi ve ark., 2014) gibi yüksek nem içeriğine sahip meyve ve sebzeler üzerinde de çalışmalar bulunmaktadır.

Literatürde mantarın farklı kurutma teknolojileriyle kurutulması çalışmalarına sıklıkla rastlanırken halojen ısıtıcı kurutma çalışmaları daha sınırlıdır. Yapılan çalışmada halojen ısıtıcı kurutmada kurutma sıcaklıklarının kültür mantarının kurutulmasında kuruma süresi ve rehidrasyon oranına etkileri araştırılmıştır.

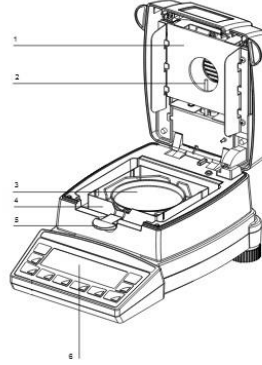
Materyal ve metod**Materyal**

Çalışmada Kahramanmaraş ilindeki lokal marketlerden alınmış ticari olarak satılan beyaz şapkali kültür mantarı kullanılmıştır. Mantarlar temizlenip ayıklandıktan sonra analizlere kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir. Analiz öncesinde örneklerin şapka kısmı 1cm kalınlığında kesilerek kullanılmıştır.

Kurutma denemeleri

Halojen ısıtıcı kurutucu denemeleri Precisa marka 330 XM model kurutucuda üç farklı sıcaklıkta (40, 50 ve 60°C) gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Tartılan örnekler kurutucu haznesine yerleştirilerek doğrudan kurutmaya bırakılmıştır. Tartım için Pioneer marka Ohaus model analitik terazi kullanılmıştır. Ağırlık değişimleri kurutmanın ilk saatinde 10 dk devamında 30 dk periyotlarla kaydedilmiştir. Kurutma denemeleri 3 paralelli olarak yürütülmüştür.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Şekil 1. Precisa 330 XM Halojen Isıtıcı Kurutucu; (1) Halojen ısıtıcı (2) Nem sensörü, (3) Tartım kabı, (4) Koruma kabini, (5) Tartım kabı tutucu, (6) Gösterge ekranı

Nem içeriğinin hesaplanması

Mantar numunelerinin halojen ısıtıcı kurutucu ile kurutulması sırasında nem içeriği Eşitlik (1)'e göre hesaplanmıştır (Özbek ve Dadalı, 2007):

$$M_t = \frac{m - KM}{KM} \quad (1)$$

M_t : Herhangi bir t anındaki nem içeriği (g su. g kuru madde⁻¹)

m: Numune ağırlığı (g)

KM: Numunenin içerdiği kuru madde miktarı (g)

olarak tanımlanmıştır.

Kuruma hızının hesaplanması

Kuruma hızı birim zamanda birim ağırlıktaki üründen uzaklaştırılan su miktarı olarak belirlenmiş ve Eşitlik (2) kullanılarak hesaplanmıştır (Demirtürk, 2008):

$$\text{Kuruma Hızı} = \frac{M_{t+dt} - M_t}{dt} \quad (2)$$

M_{t+dt} : t+dt anındaki nem içeriği (g su. g kuru madde⁻¹)

dt: Kuruma zamanı (dk)

olarak tanımlanmıştır.

Rehidrasyon oranı hesaplaması

Her bir ölçüm için bir örnek tartılarak 50mL sıvı içeren beherlere konulmuştur. Oda sıcaklığında 10., 20.,

30., 60. ve 1440. dakika sonunda süzülerek ağırlıkları kaydedilmiştir. Rehidrasyon oranı aşağıdaki Eşitlik (3)'e göre hesaplanmıştır (Aral ve Beşe, 2016):

$$\text{Rehidrasyon Oranı} = \frac{\text{Rehidre örneğin ağırlığı (g)}}{\text{Kurutulmuş örneğin ağırlığı (g)}} \quad (3)$$

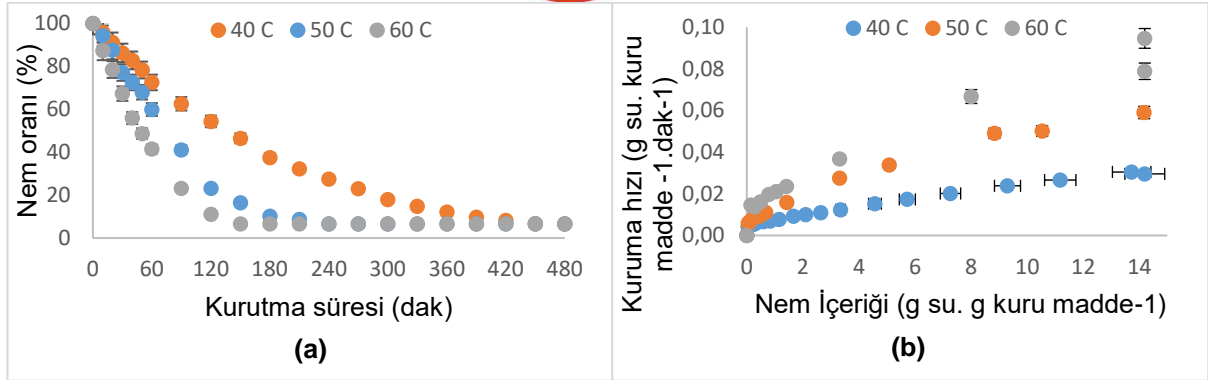
İstatistiksel analiz

Mantar örneklerinin kurutulmasında kurutma sıcaklığının kuruma süresi ve rehidrasyon oranına etkisi SPSS Production Facility programı ile %95 güven aralığında iki yönlü varyans analizleri uygulanarak değerlendirilmiştir.

Bulgular ve tartışma

Mantarlar yapı itibarıyla kurutma işlemine karşı oldukça hassas ürünlerdir. Özellikle geleneksel kurutmada kullanılan yüksek sıcaklık ürün kalitesini istenmeyen şekilde etkilemektedir. Mantar kurutulması üzerine yapılan bu çalışmada halojen ısıtıcılı kurutmada kurutma sıcaklıklarının kuruma süresi ve rehidrasyon oranına etkileri incelenmiştir.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



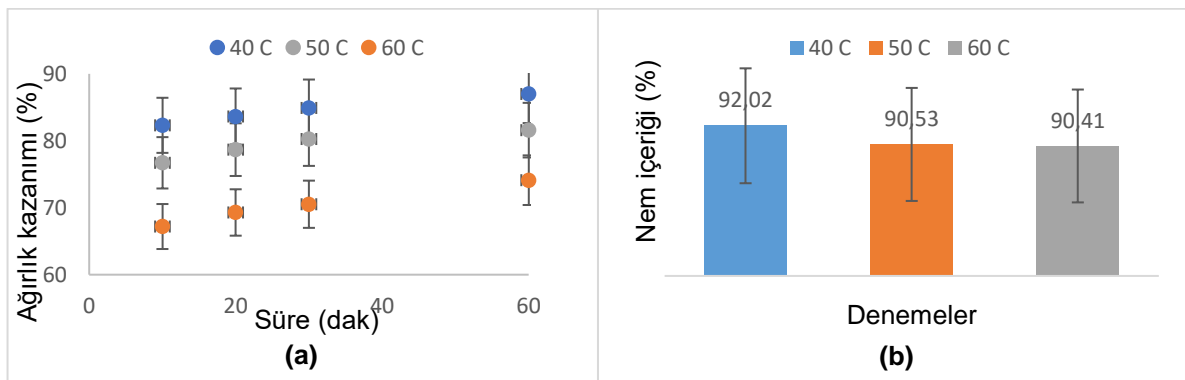
Şekil 2. Halojen ısıtıcılı kurutucuda kurutma sıcaklığının mantar örnekleri üzerinde kurutma süresine bağlı %nem oranı (a) ve nem içeriğine bağlı kurutma hızı (b)

Şekil 2(a)'da halojen ısıtıcılı kurutucuda kurutma sıcaklığının mantar örnekleri üzerinde kurutma süresine bağlı %nem oranı gösterilmiştir. Çalışılan tüm örneklerde son nem içeriği %6.58 olarak belirlenmiş ağırlık kaybının büyük kısmı ilk saatte gerçekleşmiştir. Kurutma süresi 40°C'de 480 dk zaman alırken 50°C'de 240 dk, 60°C'de 180 dk olarak saptanmıştır. Denemeler sonucu kurutma sıcaklığı artışının suyun buharlaşma hızını arttırdığı, kuruma süresinin kısalttığı dolayısıyla denge nemine daha kısa sürede ulaşılmasına neden olduğu belirlenmiştir. İki yönlü varyans analizlerinde sıcaklık artışının kuruma süresi üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Benzer bulgular shiitake mantarı (*Lentinus Edodes*) üzerinde çeşitli kurutma (sıcak hava kurutma, orta kızılötesi kurutma ve darbeli ağızlı mikrodalga vakumlu kurutma) çalışmaları yapan Qi ve ark. (2014) tarafından da yayınlanmıştır. Ayrıca çilek üzerinde infrared kurutma (Adak ve ark., 2017; Ertekin ve ark., 2014) ve domates üzerinde kombine infrared-sıcak hava

kurutma çalışmaları (Sadin ve ark., 2014) ile uyumlu sonuçlar içerisinde olduğu görülmüştür.

Şekil 2(b)'de halojen ısıtıcılı kurutucuda kurutma sıcaklığının mantar örnekleri üzerinde nem içeriğine bağlı kurutma hızı gösterilmiştir. Örneklerin nem içeriği yüksek olduğundan kuruma hızı başlangıçta hızla artarken nem içeriği azaldıkça eğim artışında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Benzer çalışma Doymaz (2014a) tarafından beyaz şapkalı mantar üzerinde yapılmış, sıcaklık arttıkça yüzeyde oluşan kuru tabakanın örneklerin nem transferini etkilediğini dolayısıyla kuru havanın yüzeyden daha yavaş buharlaştığı sonucuna varılmıştır.

Kurutma başarısının belirlenmede su içeriğinin yanında ürünün rehidrasyon yeteneği de aranan başlıca niteliklerdendir. Şekil 3'te halojen ısıtıcılı kurutucuda kurutulmuş mantar örnekleri üzerinde kurutma sıcaklığının rehidrasyon oranına etkileri gösterilmiştir.



Şekil 3. Halojen ısıtıcılı kurutucuda kurutulmuş mantar örneklerinin rehidrasyon süresine bağlı %ağırlık kazanımı (a) ve 24 saatlik rehidrasyon süresi sonundaki (b) %nem içeriği

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Şekil 3(a)'da halojen ısıtıcılı kurutucuda kurutma sıcaklığının kurutulmuş mantar örnekleri üzerinde rehidrasyon süresine (10, 20 30, ve 60 dk) bağlı ağırlık kazanımına etkisi belirlenmiştir. Tüm sıcaklıklar için ağırlık kazanımının büyük kısmı (>%65) ilk 10 dakikada meydana gelirken 60 dk sonundaki ağırlık kazanım oranları %86.99, 81.58 ve 74.11 olarak bulunmuştur. Yapılan iki yönlü varyans analizlerine göre ilk 10. dakikaya kadar meydana gelen ağırlık kazanımları arası fark önemli bulunurken ($p<0.05$) 10. dakikadan sonra önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Şekil 3(b)'de ise kurutma sıcaklığının 24 saatlik rehidrasyon süresi sonundaki nem içeriği belirlenmiştir. Çalışma incelendiğinde nem içerikleri 40, 50 ve 60°C için %92.02, 90.53 ve 90.41 olarak ölçülmüş, aradaki fark istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Bulgulara göre tüm sıcaklıklar için 24 saatlik rehidrasyon süresi sonundaki %nem içeriğinin önemli oranda değişmediği sonucuna varılmıştır. Benzer çalışma Garcia-Segovia ve ark. (2011) tarafından shiitake mantarı (*Lentinus edodes*) ve Apati ve ark. (2010) tarafından istiridye mantarı üzerinde uygulanmış sonuçlarının çalışmamızla uyum içerisinde

olduğu görülmüştür. Kurutma sıcaklığı artışının örneklerin hücre yapısını bozduğu belirten araştırmacılar su emiliminin engellendiği dolayısıyla ağırlık kazanımında azalmaya sebep olduğu sonucuna varmışlardır.

Sonuç

Bu çalışmada halojen ısıtıcılı kurutmada kurutma sıcaklıklarının *A. bisporus* mantarı kurutulmasında kuruma süresi ve rehidrasyon oranına etkileri araştırılmıştır. Kurutma sıcaklığı artışının kuruma süresini kısaltıp rehidrasyon oranını azalttığı saptanmıştır. İstatistiksel anlamda kuruma süresine etkisi önemli bulunurken ($p<0.05$) rehidrasyon oranına etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Çalışmada mantar gibi besin değeri yüksek gıdaların hem ülke ekonomisine katkıda bulunmasını hem de kuru ürün ihracatında tercih edilebilir hale gelmesi hedeflenmiştir. Özellikle işletme maliyetlerini düşürmesi, enerji tasarrufu, kombine sistemlere uygunluğu ve tüketici taleplerini karşılayabilecek niteliklerde ürün sağlaması nedeniyle endüstriyel çaplı üretimler için alternatif olabileceği ve bu çalışmanın gelecek araştırmalara ışık tutabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Adak, N., Heybeli, N. ve Ertekin, C. (2017). Infrared Drying of Strawberry. *Food Chem.*, 219 109-116.
- Aktaş, M., Khanlari, A., Amini, A. ve Şevik, S. (2017). Performance Analysis of Heat Pump and Infrared-heat Pump Drying of Grated Carrot Using Energy-Exergy Methodology. *Energy Convers. Manag.*, 132 327-338.
- Apati, G.P., Furlan, S.A.ve Laurindo, J.B. (2010). Drying and Rehydration of Oyster Mushroom. *Brazilian Arch. Biol. Technol.*, 53 (4) 945-952.
- Aral, S. ve Beşe, A.V. (2016). Convective Drying of Hawthorn Fruit (*Crataegus* spp.): Effect of Experimental Parameters on Drying Kinetics, Color, Shrinkage and Rehydration Capacity. *Food Chem.*, 210 577-584.
- Artnaseaw, A., Theerakulpisut, S. ve Benjapivapor, C. (2010). Drying Characteristics of Shiitake Mushroom and Jinda Chili during Vacuum Heat Pump Drying. *Food Bioprod. Process.*, 88 (2-3) 105-114.
- Chhanwal, N., Ezhilarasi, P. N., Indrani, D. ve Anandharamakrishnan, C. (2015). Influence of Electrical and Hybrid Heating on Bread Quality during Baking. *J. Food Sci. Technol.*, 52 (7) 4467-4474.
- Darvishi, H., Azadbakht, M. ve Noralahi, B. (2018). Experimental Performance of Mushroom Fluidized-bed Drying: Effect of Osmotic Pretreatment and Recirculation. *Renewable Energy*, 120 201-208.
- Das, I. ve Arora, A. (2018). Alternate Microwave and Convective Hot Air Application for Rapid Mushroom Drying. *J. Food Engineer.*, 223 208-219.
- Demirtürk, B.S. ve Kocabıyık, H., (2008). Nane Yapraklarının Infrared Radyasyonla Kurutulması. *Tekirdağ Zir. Fak. Der.*, 5 (3) 239-246.
- Devi, S., Zhang, M. ve Law, C.L. (2018). Effect of Ultrasound and Microwave Assisted Vacuum Frying on Mushroom (*Agaricus bisporus*) Chips Quality. *Food Bioscience*, 25 111-117.
- Dinani, S.T., Hamdami, N., Shahedi, M. ve Hayet, M. (2014). Mathematical Modeling of Hot Air/electrohydrodynamic (EHD) Drying Kinetics of Mushroom Slices. *Energy Convers.Manag.*, 86 70-80.
- Doğan, N., Doğan, C., Bilgin, S., Hayoğlu, İ. ve Dağıstanlı, Ö. (2015). *Pleurotus ostreatus*'tan Mantar Tozu Üretiminde Kurutma İşleminin Yanıt Yüzey Yöntemi Kullanılarak Optimizasyonu. *Pamukkale Üniv. Müh. Bil. Der.*, 21 (9) 433-437.
- Doymaz, İ. (2014a). Drying Kinetics and Rehydration Characteristics of Convective Hot-air Dried White Button Mushroom Slices. *J. Chem.*, 1 1-8.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Doymaz, İ. (2014b). Infrared Drying of Button Mushroom Slices. *Food Sci. Biotechnol.*, 23 (3) 723-729.
- Eliasson, L., Isaksson, S., Lövenklev, M. ve Ahrne, L. (2015). A Comparative Study of Infrared and Microwave Heating for Mikrobial Decontamination of Paprika Powder. *Frontiers in Microbiol.*, 6 1071.
- Ertekin, C., Gozlekci, S., Heybeli, N., Gencer, A., Adak, N. ve Oksal, B.S. (2014). Drying of Strawberry with Infrared Dryer, *International Conference of Agriculture Engineering*, AgEng Zurich-Switzerland.
- Fernando, A.J., Amaratunga, K.S.P., Provadarshana, L.B.M.D.L., Galahilityawa, D. D. K. ve Karunasinghe, K.G.W.U. (2014). Roasting Chilli (*Capsicum annuum* L.) Using Far-infrared Radiation. *Tropical Agric. Res.*, 25 (2) 180-187.
- Garcia-Segovia, P., Andres-Bello, J. ve Martinez, M. (2011). Rehydration of Air-dried Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*) Caps: Comparison of Conventional and Vacuum Water Immersion Processes. *LWT-Food Sci. Technol.*, 44 480-488.
- Guo, Q., Sun, D.W., Cheng, H.J. ve Han, Z. (2017). Microwave Processing Techniques and Their Applications in the Food Industry. *Trends Food Sci. Technol.*, 67 236-247.
- Guo, X., Xia, C., Tan, Y., Chen, L. ve Ming, J. (2014). Mathematical Modeling and Effect of Various Hot-air Drying on Mushroom (*Lentinus edodes*). *J. Integ. Agric.*, 13 (1) 207-2016.
- Lin, X., Xu, J.L. ve Sun, D.W. (2019). Investigation of Moisture Content Uniformity of Microwave-Vacuum Dried Mushroom (*Agaricus bisporus*) by NIR Hyperspectral Imaging. *LWT-Food Sci. Technol.*, 109 108-117.
- Maoa, W., Oshima, Y., Yamanaka, Y., Fukuoka, M. ve Sakai, N. (2011). Mathematical Simulation of Liquid Food Pasteurization Using Far Infrared Radiation Heating Equipment. *J. Food Engineer.*, 107 127-133.
- Qi, L.L., Zhang, M., Mujumdar, A.S., Meng, X. Y. ve Chen, H.Z. (2014). Comparison of Drying Characteristics and Quality of Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*) Using Different Drying Methods. *Drying Technol.*, 32 (15) 1751-1761.
- Özbek, B. ve Dadalı, G. (2007). Thin-layer Drying Characteristics and Modelling of Mint Leaves Undergoing Microwave Treatment. *J. Food Engineer.*, 83 541-549.
- Roknul. A.S.M., Zhang, M., Mujumdar, A.S. ve Wang, Y.A. (2014). A Comparative Study of Four Drying Methods on Drying Time and Quality Characteristics of Stem Lettuce Slices (*Lactuca sativa* L.). *Drying Technol.*, 32 (6) 657-666.
- Sadin, R., Chegini, G.R. ve Khodadadi, M. (2014). Development and Performance Evaluation of a Combined Infrared and Hot Air Dryer. *J. Envir. Protect. Sci.*, 8 (22) 11-18.
- Savas, K. ve Basman, A. (2016). Infrared Drying: A Promising Technique for Bulgur Production. *J. Cereal Sci.*, 68 31-37.
- Sui, Y., Yang, J., Ye, Q., Li, H. ve Wang, H. (2014). Infrared Convective and Sequential Infrared and Convective Drying of Wine Grape Pomace. *Drying Technol.*, 32 686-694
- Yang, J., Pan, Z., Takeok, G., Mackey, B., Bilgol, G., Brand, M.T., Garcin, K., McHugh, T.H. ve Wanga, H. (2013). Shelf-Life Infrared Dry-roasted Almonds. *Food Chem.*, 138 (1) 671-687.
- Yang, W., Hengjun, D., Mariga, A.M., Pei, F., Ma, N. ve Qiuhui, H. (2017). Hot Air Drying Process Promotes Lignification of *Lentinus edodes*. *LWT-Food Sci. Technol.*, 84 726-732.
- Yinqiang, S., Yang, J., Qiuhong, Y., Hua, L. ve Wang, H. (2014). Infrared Convective and Sequential Infrared and Convective Drying of Wine Grape Pomace. *Drying Technol.*, 32 (6) 686-694.
- Yoğurtçu, H. (2014). Mikrodalga Fırında Limon Kuruma: Kinetiği ve Modellemesi, *Fırat Üniv. Müh. Bil. Der.*, 26 (1) 27-33.



Geliş(Received) :01/11/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.641685

***Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. Kullanılarak Dondurmanın Proteince Zenginleştirilmesi**

İslam BEŞİR^{1,2}, Elif Sena KIRMIZIKAYA^{1,3}
Mahmut ÇAYLAR^{1,4}, Ferudun KOÇER^{1,5}
*Sorumlu yazar:kocerferudun@gmail.com

- ¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Üniversite- Sanayi- Kamu İşbirliği Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÜSKİM), Kahramanmaraş, Türkiye
²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye
²Orcid No: 0000-0003-0155-9650/besir_islam@hotmail.com
^{3,5}Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik ve Bilimleri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye
³Orcid No: 0000-0001-5868-5434/esena.krmzkaya@hotmail.com
⁵Orcid No: 0000-0002-8749-7106/kocerferudun@gmail.com
⁴Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye
⁴Orcid No: 0000-0001-7093-726X/mahmutcaylar@gmail.com

Öz: Dondurma özellikle yaz aylarında severek tüketilen bir gıda kaynağıdır. Vitamin, mineral ve diyet lifi yönünden oldukça zengindir. Bu çalışmada dondurmanın protein içeriği yönünden zenginleştirilerek yeni ürün ortaya konması amaçlanmıştır. Dondurma yapım aşamasında farklı konsantrasyonlarda kurutulmuş *Pleurotus ostreatus* eklenerek protein ve renk değişimleri incelenmiştir. Analiz bulgularına göre dondurmanın protein içeriği başlangıç yüzdesine göre yaklaşık olarak %15.08'e (en yüksek: %4.12) kadar artırılmıştır. Aynı zamanda renk değerleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Protein diyeti uygulayan bireylerin kullanımını açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: *Pleurotus ostreatus*, dondurma, protein, zenginleştirme

Protein Enriched *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. Used for Ice Cream

Abstract: Ice cream is a popular food source especially in summer. It is rich in nutrients such as vitamins, minerals and dietary fiber. Study aims to enrich the protein content of ice cream and to introduce new product. Dried *Pleurotus ostreatus* samples were added at different concentrations and protein and color changes were examined. during ice cream production. According to findings the protein content of ice cream was increased up to 15.08% (highest: 4.12%). Also analyses indicated that the color values statistically important (p<0.05). The study is thought to be beneficial for individuals on protein diet.

Key words: *Pleurotus ostreatus*, Ice-cream, protein, enrichment

Giriş

Süt ürünlerinin fonksiyonel özellikleri büyük ölçüde bileşimini oluşturan süt proteinlerinden kaynaklanmaktadır. Proteinler insanların büyüme ve gelişmeleri için gerekli olan temel maddelerin başında gelmektedir. En iyi protein kaynaklarından birisi olan süt, ortalama %3-4 oranında protein içermektedir (Patel ve ark., 2006; Özcan ve Delikanlı, 2011; Goff ve Hartel, 2013).

Süt ürünleri içerisinde dondurma; Türk Standartları Enstitüsü tarafından "krema ve diğer uygun süt ürünleri, içilebilir su, yumurta, sakaroz ile çeşni maddeleri ve katkı maddelerinin belirli oranda karıştırılması ve pastörize edilmesinden sonra tekniğine uygun olarak hazırlanan bir ürün" olarak ifade edilmektedir (Özel ve Ceylan, 2016; Türkmen ve Gürsoy, 2017). Gelişen endüstrileşme ile dondurma üretim teknikleri de gelişim göstermiş ve son

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



yıllarda önemli bir ilerleme kaydedilmiştir (Goff, 2008). Dondurmada, süt tozu ile protein içeriğini zenginleştirme işleminde başlangıçta %3.78 olan protein içeriği %7.18'e kadar çıkarılmıştır (Patel ve ark., 2006).

Dünya genelinde yaygın olarak tanınan ve besin olarak tüketimi olan *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. türünün antitümör, immun sistem düzenleyici, antioksidan, antiinflamatuvar, antimikrobiyal, antiviral, hipoglisemik ve lipolipidemik aktiviteleri bulunduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Gregori ve ark., 2007). Ülkemizde yöreden yöreye değişen adlarının yanında genellikle istiridye, kayın ve kavak mantarı isimleri ile tanınmakta olup halk tarafından yoğun olarak tüketilmektedir. *Pleurotus ostreatus*'un karpofor formunda üretiminin yanı sıra biyomas, enzim, intraselüler ve

ekstraselüler polisakkarit, antimikrobiyal metabolit, vitamin üretimi amaçları ile derin kültür koşullarında da üretimi yapılmaktadır (Gern ve ark., 2008). Ülkemizde Özkan ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada, *Pleurotus ostreatus* mantarı ile ulaşılan 15.20 g/L biyomas üretim değeri oldukça tatmin edici bir veri olarak değerlendirilmiştir.

Yapılan birçok çalışmada farklı mantar türlerinin protein içeriklerinin farklılıklar gösterdiği Tablo 1'de görülmektedir. Makromantarların kuru madde de protein içeriklerinin %8.6 ile 41.6 arasında değişen oranlarda bulunduğu çalışmamızda kullanılan *Pleurotus ostreatus* türünün ise en yüksek %41.6, en düşük %15.70 oranında protein içerdiği belirtilmiştir.

Tablo 1. Bazı makrofungus türlerinin protein içerikleri

Mantarlar	Açıklama	Protein içeriği (%)	Kaynaklar
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Kültür	34.6	Yıldız ve ark., (2005)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Doğal	26.6	Yıldız ve ark., (2005)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Kültür	18.86	Küçükomuzlu ve Pekşen (2005)
<i>Pleurotus sajor-caju</i>	Kültür	19.61	Küçükomuzlu ve Pekşen (2005)
<i>Lentinus edodes</i>	Kültür	22.8	Bisen ve ark., (2010)
<i>Tuber aestivum</i>	Doğal	31.40	Vishwakarma ve ark., (2016)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Kültür	41.6	Akyüz ve Kirbağ (2010)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Doğal	32.8	Akyüz ve Kirbağ (2010)
<i>Agaricus bisporus</i>	Kültür	36.3	Akyüz ve Kirbağ (2010)
<i>Pleurotus tuber-regium</i>	Kültür	8.6	Akindahunsi ve Oyetayo, (2006)
<i>Amanita zambiana</i>	Doğal	24.36	Reid ve ark., (2017)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Doğal	15.70	Üstün, (2011)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Kültür	27.60	Mishra ve ark., (2015)
<i>Auricularia auricular-judae</i>	Kültür	12.5	Kadnikova ve ark., (2015)
<i>Armillariella mellea</i>	Kültür	21.1	Kadnikova ve ark., (2015)
<i>Agaricus bisporus</i>	Kültür	13.3	Kadnikova ve ark., (2015)
<i>Pleurotus ferulae</i>	Kültür	30.3	Kadnikova ve ark., (2015)
<i>Agaricus bisporus</i>	Kültür	24.3	Das ve Arora, (2018)

Yüksek oranda protein içermeleri nedeni ile makromantarların gıda olarak tüketimi mevcuttur. Fakat dondurmanın proteince zenginleştirilmesi amacı ile kullanımına literatürde rastlanmamıştır. Bu nedenle makromantar kullanımı ile dondurma içerisinde temel besin öğelerinden olan protein içeriği yönünden

zenginleştirilerek ve renk değişimleri yönünden incelenerek yeni bir ürün ortaya konulması amaçlanmıştır.

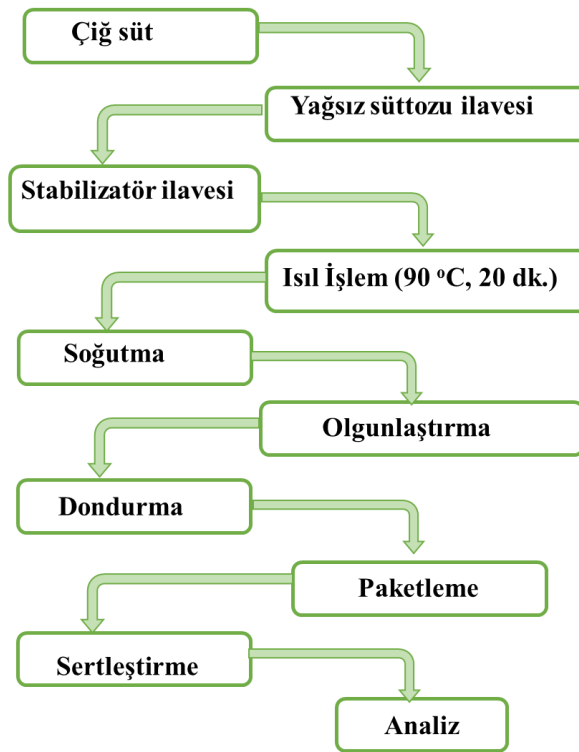
XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

**Materyal ve metod****Materyal temini ve doğal protein eldesi**

Çalışmada doğal protein kaynağı olarak Kahramanmaraş ilinde pazarlarda satışı yapılan *Pleurotus ostreatus* mantarından elde edilen protein tozu kullanılmıştır. Etüvde 105°C'de 4 saat kurutulan mantar örnekleri öğütücüde 0.25 mm boyutunda öğütülmüştür. Mantar tozunun protein içeriği Kjeldahl Yöntemi'ne göre belirlenmiştir.

Dondurma üretimi

Dondurma üretimi için standart olarak belirlenen yöntem kullanılmıştır (Goff ve Hartel, 2013) (Şekil 1). Dondurma üretimi sırasında kontrol (0), 0.1 g/20 ml, 0.2 g/40 ml, 0.4 g/80 ml, 0.8 g/160 ml ve 1.6 g/ 320 ml olacak şekilde mantar tozundan su ile farklı konsantrasyonlarda hazırlanan doğal protein çözeltilerinden ilave edilmiştir.



Şekil 1. Dondurma üretimi akış şeması

Protein tayini

Elde edilen dondurma örnekleri Kjeldahl Metodu kullanılarak protein içerikleri yönünden incelenmiştir (991.20; AOAC, 2002; Goff ve Hartel, 2013). Dondurma numunelerinden 1 g alınarak Kjeltec yakma tüpüne konulup üzerine 12 ml derişik H₂SO₄ (%98, d=1.84) ve bir yakma tableti ilave edildikten sonra, yakma düzeneğine bağlanmıştır. Yakma işlemine içerik tamamen berrak (mavi-yeşil renk) olana kadar devam edilmiştir. Yakma işlemi tamamlanmış olan tüp içeriği oda koşullarında soğutulmuş üzerine 75 ml saf su ile 50 ml %33'lük NaOH ilave edilmiştir. Distilasyon düzeneğine yerleştirilerek distilasyon toplama kısmına içerisinde 25 ml %4'lük H₃BO₃ ve iki damla metilen kırmızısı-bromkresol karışık indikatörü bulunan erlenmayer yerleştirilmiştir. Distilasyon işlemine NH₃ gelişi sona erinceye kadar (5-6 dk) devam edilmiştir. Borik asitte toplanan distilat 0.1 N

HCl ile titre edilmiştir. Aynı basamaklar tanık numune için de gerçekleştirilmiştir. Azot yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{Azot (N)} = \frac{(a - b) \times 0.0014}{\text{Örnek miktarı (g)}} \times 100$$

a: Örnek için titrasyonda harcanan 0.1 N HCl miktarı (ml)
b: Tanık denemede harcanan 0.1 N HCl miktarı (ml)

Hesaplanan % azot miktarı süt ürünleri için kabul görmüş 6.38 faktörü ile çarpılarak % protein içeriği hesaplanmıştır (Goff ve Hartel, 2013).

Renk tayini

Çalışmada farklı konsantrasyonlarda doğal protein içeren dondurma örnekleri HunterLab Color Flex cihazında D65 gün ışığı ve 10° bakış açısı ile incelenerek, renk değişimleri yönünden; L* (parlaklık), a* (kırmızılık, +60, kırmızı; -60, yeşil) ve b* (sarılık, +60, sarı; -60, mavi)

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



renk koordinatları CIE L^* , a^* , b^* renk koordinat sistemine göre belirlenmiştir. Renk ölçümleri her bir dondurma numunesinden 3 farklı okuma yapılarak gerçekleştirilmiştir.

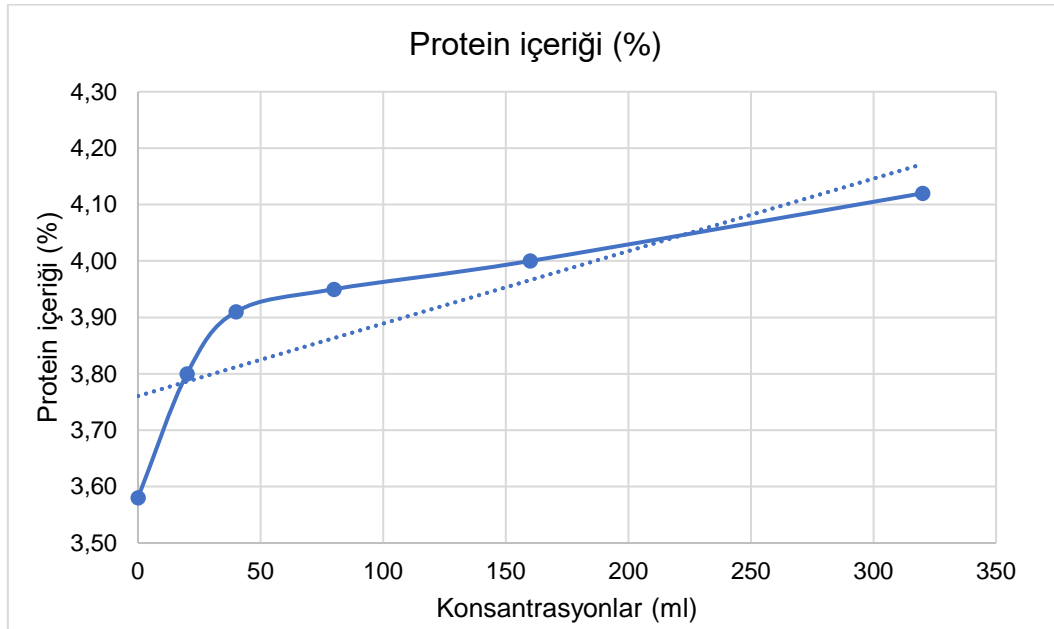
İstatistiksel analiz

İstatistiksel veri analizi için SPSS-23 paket versiyonu kullanılmıştır. Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. P değerlerinin <0.05 olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bulgular ve tartışma

Bu çalışmada elde edilen farklı konsantrasyonlarda doğal protein içeren dondurma örnekleri protein yüzdesi (%), ve renk değişimleri (L^* , a^* , b^*) yönünden incelenmiştir. Çalışmada kullanılan mantar tozunun kuru madde içerisindeki protein içeriği %25.59 olarak bulunmuştur.

Protein içerikleri yönünden doğrusal denkleme göre incelendiğinde ise 320 ml konsantrasyon oranının denklemin altında kaldığı görülmektedir. Fakat bu konsantrasyonda yaklaşık %15.08 oranında protein artışına ulaşılmıştır. Denkleme göre 160 ml mantar tozu konsantrasyonun en uygun konsantrasyon olduğu düşünülmektedir. Bu konsantrasyonda protein içeriği yaklaşık %11.73 oranında artış göstermiştir.



Şekil 2. Farklı konsantrasyonlarda mantar tozu içeren dondurmaların protein içerikleri (%)

Parametrelere ait doğrusal denklemleri ve R^2 değerleri Tablo 2'de verilmiştir. L^* ve b^* değerlerinde negatif bir denklem bulunurken, protein ve a^* değerlerinde pozitif bir denklem elde edilmiştir.

Çalışmada en yüksek R^2 değeri b^* değeri bulgularında elde edilmiştir ($R^2=0.7146$). En düşük R^2 değeri ise L^* değeri verilerinden elde edilmiştir ($R^2=0.0938$).

Tablo 2. Parametrelerin doğrusal denklemleri ve R^2 değerleri

Parametreler	Doğrusal denklem	R^2 değeri
Protein (%)	$y = 0.0013x + 3.7606$	0.6896
L^*	$y = -0.426x + 88.479$	0.0938
a^*	$y = 0.0042x - 2.7817$	0.5760
b^*	$y = -0.8209x + 9.8147$	0.7146

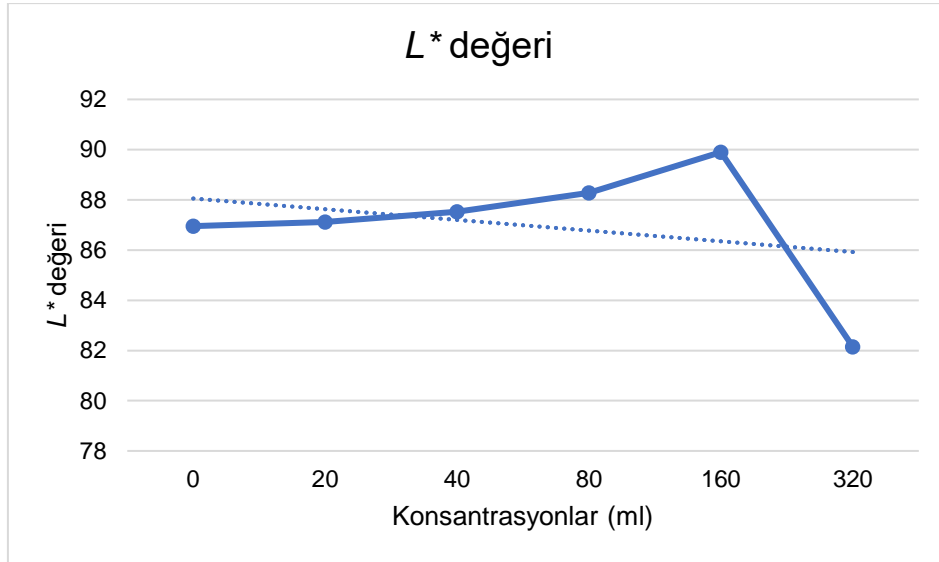
Farklı konsantrasyonlarda mantar tozu içeren örneklerin L^* açıklık, parlaklık değerleri incelendiğinde 160 değerinin daha beyaz renkte olduğu ve parlaklık

derecesinin 320 ml konsantrasyon değerinde önemli oranda düştüğü gözlemlenmiştir. Mantar tozunun 320 ml

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



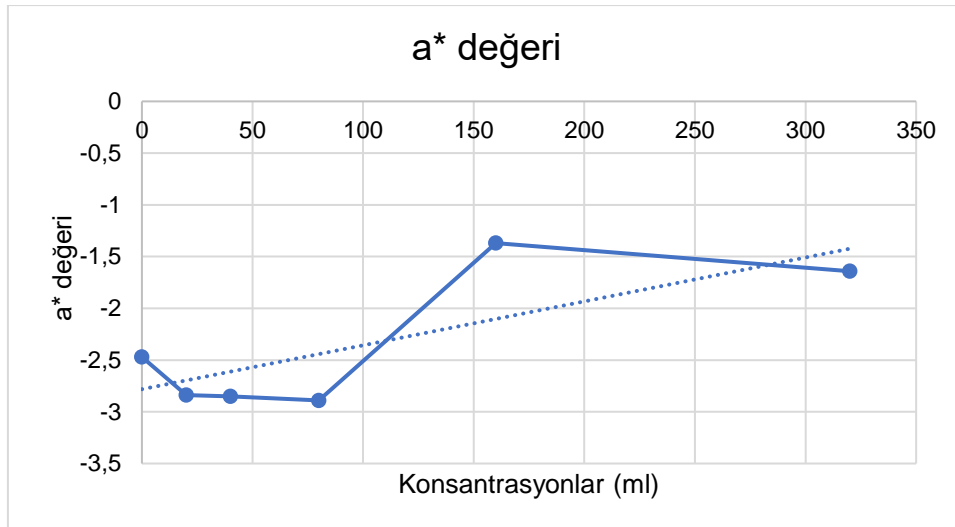
konsantrasyonda mantar tozu kullanılan dondurmaların renk değişimine uğradığı belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Farklı konsantrasyonlarda mantar tozu içeren dondurmaların L* değerleri

Renk analizinde a* değerlerine göre 160 ml ve 320 ml konsantrasyonlarda başlangıçta bulunan değerlere göre daha açık renkler elde edilmiştir. Kullanılan mantar

tozunun dondurmaların a* değerinde olumlu değişim gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4).

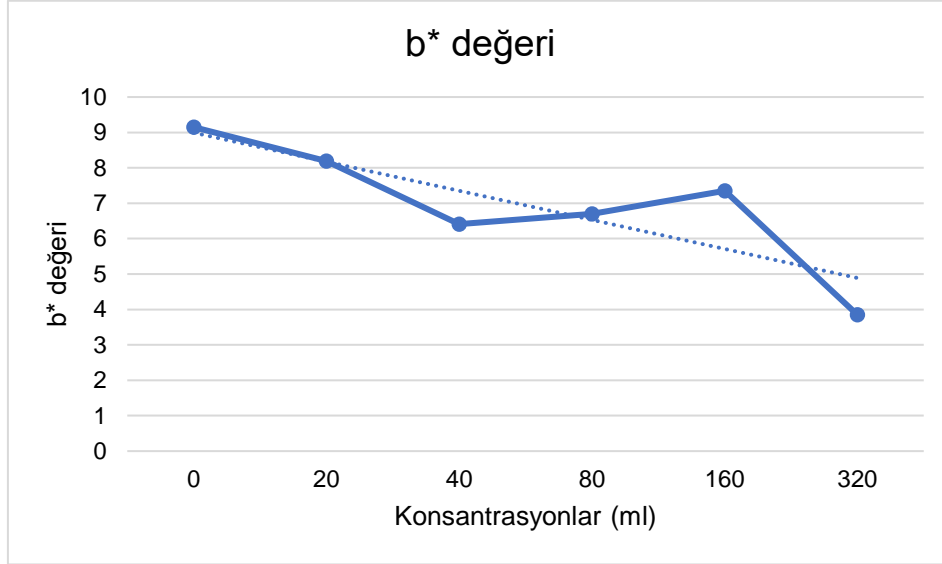


Şekil 4. Farklı konsantrasyonlarda mantar tozu içeren dondurmaların a* değerleri

Farklı konsantrasyonlarda mantar tozu içeren örneklerin ise 160 ml konsantrasyonunda b* değeri artarken 320 ml konsantrasyonunda negatif etki

görülmüştür. Başlangıç değeriyle karşılaştırıldığında 320 ml konsantrasyonda mantar tozu ilavesinde daha açık renk elde edilmiştir (Şekil 5).

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Şekil 5. Farklı konsantrasyonlarda mantar tozu içeren dondurmaların b* değerleri

Pleurotus ostreatus türünün protein içeriğinin kültür/%34.6 ve doğal/%26.6 (Yıldız ve ark., 2005), kültür/%41.6, doğal/%32.8 (Akyüz ve Kirbağ, 2010), doğal/%15.70 (Üstün, 2011) ve kültür/%27.60 (Mishra ve ark., 2015) oranında bulunduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan mantar tozunun protein içeriği %25.59 olarak belirlenmiştir.

Çelik ve ark., (2010) tarafından yapılan çalışmada sakkarozlu dondurma örneğinde L^* : 81.07, a^* : -2.01 ve b^* : 7.41, maltitollü dondurma örneğinde L^* : 79.27, a^* : -2.71 ve b^* : 7.22 olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda mantar tozu eklenmesi ile daha sarı renkte (3.85) b^* değerine ulaşılmıştır. Yine a^* değeri yönünden

incelendiğinde ise başlangıçta -2.5 olan değer -1.5 değerine kadar düştüğü belirlenmiştir. Başlangıçta 86.95 olan L^* değerinin 160 ml konsantrasyonda mantar tozu ilave edildiğinde 89.9 değerine yükseldiği, yani parlaklığın arttığı belirlenmiştir.

Çalışmada parametrelere ait tanımlayıcı istatistik analiz bulguları Tablo 3'de verilmiştir. Protein değerleri ortalama 3.89 ± 0.19 olarak belirlenmiştir. L^* değeri ortalaması 86.99 ± 2.60 , a^* değeri ortalaması -2.34 ± 0.67 , b^* değeri ortalaması ise 6.94 ± 1.82 olarak belirlenmiştir. Çalışmada varyans değerleri protein için 0.03, L^* değeri için 6.77, a^* değeri için 0.45 ve b^* değeri için 3.30 olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Çalışmada kullanılan parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları

Parametreler	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma	Varyans
Protein (%)	6	3.58	4.12	3.89	0.19	0.03
L^*	6	82.15	89.90	86.99	2.60	6.77
a^*	6	-2.89	-1.37	-2.34	0.67	0.45
b^*	6	3.85	9.15	6.94	1.82	3.30

Parametrelerin Pearson korelasyon katsayıları incelendiğinde konsantrasyon oranları ile protein değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunduğu belirlenmiştir ($p=0.036$). Konsantrasyon ile b^* değerleri arasında negatif yönde istatistiksel önemi ($p<0.05$) (Tablo 4).

bulduğu ($p<0.030$), yine protein değeri ile b^* değerleri arasında negatif yönde istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p=0.020$). Diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilememiştir

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Tablo 4. Parametrelerin Pearson korelasyon katsayıları

Parametreler	Konsantrasyon (ml)	Protein (%)	L*	a*	b*
Konsantrasyon (ml)	1				
Protein (%)	.840*	1			
L*	-.583	-.291	1		
a*	.770	.495	-.184	1	
b*	-.854*	-.880*	.661	-.373	1

*: Korelasyon 0.05 düzeyinde önemlidir (2 kuyruklu).

Çalışma sonuçlarına göre mantar tozunun farklı konsantrasyonlarda eklenmesi ile protein içeriği yönünden daha zengin dondurma numuneleri üretilmiştir. Renk değerlerinde farklılıklar gözlemlense de konsantrasyonların olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir. Türk Gıda Tebliği'nde uygulanabilirliğinin bulunduğu ürünlere gıda katkı maddesi olarak doğal mantar ürünlerinin ilave edilebileceği belirlenmiştir. *Pleurotus ostreatus* örneğinin farklı bir kullanım alanında kullanım olanağı sağlayarak ekonomik değerinin artırılmasında önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, dondurma sektöründe değeri doğal bir protein kaynağı kullanılarak protein içeriği

zenginleştirilmiş farklı ürünlerin raflarda yerini alacağı aşıkardır. Bu çalışmanın dünya dondurma üretiminde ülkemizin de üst sıralarda bulunmasına katkı sağlanması ümit edilmektedir.

Teşekkür

Çalışmamızda laboratuvar imkanlarını bize sunan Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Üniversite-Sanayi- Kamu İşbirliği Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÜSKİM) yönetimine ve değerli katkılarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Alaaddin GÜNDEŞ' e teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Akindahunsi, A. A. ve Oyetayo, F. L. (2006). Nutrient and Antinutrient Distribution of Edible Mushroom *Pleurotus tuber-regium* (Fries) Singer. *LWT-Food Sci. Technol.*, 39 (5) 548-553.
- Akyüz, M. ve Kirbağ, S. (2010). Nutritive Value of Wild Edible and Cultured Mushrooms. *Turk. J. Biol.*, 34 97-102.
- AOAC. (2002). *Official Methods of Analysis*. Vol. II. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, International. Gaithersburg, MD.
- Bisen, P. S., Baghel, R. K., Sanodiya, B. S., Thakur, G. S. ve Prasad, G. B. K. S. (2010). *Lentinus edodes*: A Macrofungus With Pharmacological Activities. *Current Medicinal Chem.*, 17 (22) 2419-2430.
- Çelik, Ş., Cankurt, H. ve Doğan, C. (2010). Safran İlaveseinin Sade Dondurmanın Bazı Özelliklerine Etkisi. *Gıda*, 35 (1) 1-7.
- Das, I. ve Arora, A. (2018). Alternate Microwave and Convective Hot Air Application for Rapid Mushroom Drying. *J. Food Engineering*, 223 208-219.
- Gern, R. M. M., Wisbeck, E., Rampinelli, J. R., Ninow, J. L. ve Furlan, S. A. (2008). Alternative Medium for Production of *Pleurotus ostreatus* Biomass and Potential Antitumor Polysaccharides. *Bioresour. Technol.*, 99 (1) 76-82.
- Goff, H. D. (2008). 65 Years of Ice Cream Science. *Int. Dairy J.*, 18 (7) 754-758.
- Goff, H. D. ve Hartel, R. W. (2013). *Ice cream*. Springer Science & Business Media. ISBN 978-1-4614-6096-1 (eBook) 477.
- Gregori, A., Svagelj, M. ve Pohleven, J. (2007). Cultivation Techniques and Medicinal Properties of *Pleurotus* spp. *FTB.*, 45 238-249.
- Kadnikova, I. A., Costa, R., Kalenik, T. K., Guruleva, O. N. ve Yanguo, S. (2015). Chemical Composition and Nutritional Value of The Mushroom *Auricularia auricula-judae*. *J. Food Nutr. Res.*, 3 (8) 478-482.
- Küçükomuzlu, B. ve Pekşen, A. (2005). Yetiştirme Ortamı Ağırlıklarının *Pleurotus* Mantar Türlerinin Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *OMÜ Zir. Fak. Der.*, 20 (3) 64-71.
- Mishra, R. P., Shahid, M., Pandey, S., Pandey, M. ve Singh, M. (2015). Characterization of *Pleurotus* sp. Mushroom Based on Phenotypic, Biochemical and Yield Parameter. *Afr. J. Microbiol. Res.*, 9 (13) 934-937.
- Özcan, T. ve Delikanlı, B. (2011). Gıdaların Tekstürel Özelliklerinin Geliştirilmesinde Peynir Altı Suyu Protein Katkılarının Fonksiyonel Etkileri. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 25 (2) 77-88.
- Özel, G. ve Ceylan, R. (2016). Investigating The Factors Which Are Effective on Ice Cream Consumption of Consumers. *Alphanumeric Journal*, 4 (2) 147-158.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Özkan, C., Yamaç, M. ve Yıldız, Z. (2013). *Pleurotus ostreatus* Makrofungusu ile Derin Kültür Koşullarında Biyoprotein Üretiminin Optimizasyonu. *AKU-FEMÜBİD.*, 13 (1) 35-42.
- Patel, M. R., Baer, R. J. ve Acharya, M. R. (2006). Increasing the Protein Content of Ice Cream. *JDS.*, 89 (5) 1400-1406.
- Reid, T., Munyanyi, M. ve Mdluza, T. (2017). Effect of Cooking and Preservation on Nutritional and Phytochemical Composition of The Mushroom *Amanita zambiana*. *Food Sci Nutr.*, 5 (3) 538-544.
- Türkmen, N. ve Gürsoy, A. (2017). Fonksiyonel Dondurma. *Akademik Gıda*, 15 (4) 386-395.
- Üstün, O. (2011). Makrofungusların Besin Değeri ve Biyolojik Etkileri. *Türk Hij Den Biyol Derg.*, 68 (4) 223-240.
- Vishwakarma, P., Singh, P. ve Tripathi, N. N. (2016). Nutritional and Antioxidant Properties of Wild Edible Macrofungi From North-Eastern Uttar Pradesh, India. *IJTK*, 15 (1) 143-148.
- Yıldız, A., Yeşil, Ö. F., Yavuz, Ö. ve Karakaplan, M. (2005). Organic Elements and Protein in Some Macrofungi of South East Anatolia in Turkey. *Food Chem.*, 89 (4) 605-609.



Geliş(Received) :28/10/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.639021

Use of pomegranate peel mixed with wheat straw as the substrate to cultivation of two *Pleurotus* species

Hawrez Ali NADIR

Sulaimani Polytechnic University, Technical College of Applied Sciences, Horticulture and Landscape Design, Sulaimani, Iraq
Orcid ID: 0000-0003-2098-648X / hawrez.nadir@spu.edu.iq

Abstract: The effects of two different agricultural wastes (pomegranate peels mixture with wheat straw) on yield and quality of two *Pleurotus* species (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus australis*) were determined in this study carried out between 2018 and 2019 years. Seven mixtures of substrates were prepared. The experiment was arranged in complete random design (CRD) and the data were analyzed by ANOVA with CRD- factorial using fisher (LSD) multiple comparison tests at $P \leq 0.05$. The fastest spawn run was obtained from T₇ mixture in *P. ostreatus* with 13.33 days. Pinhead formation was also early in T₇-*P. ostreatus* combination with 3.33 days. The minimum harvesting period was recorded in T₄ and T₅-*P. australis* combinations with 3.33 days. The highest total yield was obtained from T₆-*P. ostreatus* combination with 310.51 g and the lowest total yield was found in T₁-*P. australis* combination with 17.00 g. Also, the highest percentage of biological efficiency was observed in T₆-*P. ostreatus* combination with 95.54%, and the lowest percentage of biological efficiency was found in T₁-*P. australis* combinations with 5.23%. After assessment of all data, use of pomegranate peels with wheat straw (50+50%) can be recommended for *P. ostreatus*. This kind of studies can be beneficial for mushroom growers for finding the best substrate to cultivate *Pleurotus* species.

Key words: *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus australis*, pomegranate peels, wheat straw, yield, biological efficiency

İki *Pleurotus* Türünün Üretiminde Buğday Sapı ve Nar Kabuğu Karışımlarının Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanımı

Öz: 2018 ve 2019 yılları arasında yapılan bu çalışmada, iki farklı tarımsal atığın (buğday samanı ile nar kabukları karışımı) iki *Pleurotus* türünün (*Pleurotus ostreatus* ve *Pleurotus australis*) verim ve kalitesine etkisi belirlenmiştir. Yedi substrat karışımı hazırlanmıştır. Deney tam rastgele tasarımda (CRD) düzenlenmiş ve veriler $P \leq 0.05$ 'te fisher (LSD) çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak, CRD faktörü ile ANOVA ile analiz edilmiştir. En hızlı spawn gelişimi, *P. ostreatus*'taki T₇ karışımından, 13.33 gün ile elde edilmiştir. Mantar taslağı (pin) oluşumu, ilk T₇-*P. ostreatus* kombinasyonunda 3.33 gün olarak gerçekleşmiştir. Minimum hasat süresi, T₄ ve T₅-*P. australis* kombinasyonunda 3.33 gün olarak gerçekleşmiştir. En yüksek toplam verim, 310.51 g ile T₆-*P. ostreatus* kombinasyonundan elde edilmiş ve en düşük toplam verim, 17.00 g ile T₁-*P. australis* kombinasyonunda bulunmuştur. Ayrıca, en yüksek biyolojik verim yüzdesi, %95.54 ile T₆-*P. ostreatus* kombinasyonunda gözlemlenmiş ve en düşük biyolojik verim yüzdesi, %5.23 ile T₁-*P. australis* kombinasyonunda bulunmuştur. Tüm verilerin değerlendirilmesinden sonra, *P. ostreatus* için nar kabuğunun buğday samanı (50 +% 50) ile kullanılması tavsiye edilebilir. Bu tür çalışmalar, mantar yetiştiricilerinin *Pleurotus* türlerinin yetiştiriliciliği için en iyi substratı bulmakta faydalı olabilir.

Anahtar kelimeler: *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus australis*, nar kabukları, buğday samanı, verim, biyolojik etkinlik

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Introduction

Pleurotus species are cultivated on non-composting substrate. Moreover, *Pleurotus* spp. is economically important among other mushroom genus in the world. It has high adaptation capacity to grow in various conditions. Also, oyster mushroom has been cultivated on various agricultural wastes (Stamets, 1993). Cultivation of *Pleurotus* species has many advantages such as requiring short period to grow, less pests and diseases damage, and having economic advantages (Chang and Miles, 2004; Yang et al., 2013).

Pleurotus spp. is a saprophytic fungus, which is decomposing dead wood into nature. Different species of *Pleurotus* are good in terms of responding to the various substrates (Sitaula et al., 2018). Its substrate should contain cellulose and lignocellulose. Oyster mushroom is a rich source of nutrients and is also a good resource of protein, minerals and vitamins (Bellettini et al., 2016). In addition, *Pleurotus* species has notable taste and flavor. There are several mushroom species recognized in the world and most of them are suitable to cultivate and eat as food (Nadir et al., 2016).

Ecological requirements of *Pleurotus* species are different according to the various stages of growing period. The optimal temperatures of spawn run and pinhead forming are between 20 to 30°C and 10 to 20°C, respectively. Relative humidity varies in different growing stages. Relative humidity of substrates should be 60% to 75%, however it should be 85 to 95% during the fruiting step (Stamets, 2000). *Pleurotus* species need lower light in the fruiting stage (Kang, 2004).

After harvesting pomegranates fruits, they are assessed as fresh, pomegranate juice and in different areas. The residues of pomegranates are discarded in Iraq. Some studies showed that pomegranate peels contains phenols (249.4 mg/g), moisture (8.1 g/100 g dry peel), protein (3.46 g/100 g dry peel), lipid (3.36 g/100 g dry peel), ash (6.07 g/100 g dry peel), fiber 17.63 (g/100 g dry peel) and carbohydrate (59.98 g/100 g dry peel) (Romelle et al., 2016). Moreover, pomegranate peels has cellulose (7.8%), hemicellulose (8.1%), and lignin (22.1%) (Pereira et al., 2016). It men's that they can be useful for mushroom cultivation.

Wheat straw has been used commercially for *Pleurotus* spp. production in Iraq. The pomegranate is a major fruit in Halabja province of Iraq. Although pomegranate has been produced in wide areas of Halabja province, there is a little knowledge about utilization of pomegranate fruit peels for *Pleurotus* cultivation. Therefore, the aim of this study was to investigate using of pomegranate fruit peels in *Pleurotus* spp. cultivation (*P. ostreatus* and *P. australis*).

Material and methods

This study was carried out at Horticulture and Landscape Design Department of Technical College of Applied Sciences (Sulaimani Polytechnic University, please add country) during years 2018-2019. Pomegranate fruit peels were used alone and in combination with different concentrations of wheat straw to cultivate of two species of *Pleurotus* sp. (*P. ostreatus* and *P. australis*) (Table 1). The spawn of the mushroom species were prepared in microbiology laboratory of Technical College of Applied Sciences. The oven dried pomegranate peels were used as the substrate. Water was added to the substrates for having 60-75% relative humidity. Substrates prepared was filled into autoclaveable plastic bags (15x30 cm), each bags contained (1 kg) of substrate. Then, the bags were sealed by cotton and labeled.

Table 1. Substrate mixtures used in this study for cultivation of two *Pleurotus* species

Treatment	Substrate	Substrate ratio (%)
T ₁	PP:WS:WB: G	88:0:10:2
T ₂		76:12:10:2
T ₃		66:22:10:2
T ₄		44:44:10:2
T ₅		22:66:10:2
T ₆		12:76:10:2
T ₇		0:88:10:2

PP= Pomegranate peel, WB= Wheat bran, G= Gypsum, WS= Wheat straw

After that, the bags were autoclaved at 121°C for 30 minutes in 1.5 atmospheres and were allowed to cool.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Next day, the bags were inoculated by 5% spawn and then they were transferred to cropping room for cultivation until harvesting mushrooms. The ecological requirements

of the cropping room were showed in Table 2. Before the substrates were used in this experiment, it was tested to find moisture content (Table 3).

Table 2. Environmental condition for *Pleurotus* species (Stamets, 2000)

Parameter	Spawn run	Pin-head formation	Fruiting body
Temperature (°C)	18-24	10-15	15-21
Relative humidity (%)	60-75	90-95	85-95
CO ₂	200,000 ppm	500-1000 ppm	≤2000
Ventilation time	1	4-8	4-5
Light (Lux)	10,000	500-1000	500-1000

Table 3. Moisture content of materials used in this study for *Pleurotus* cultivation

Substrate	Moisture (%)
Pomegranate peels	12.2±0.1
Wheat straw	10.5±0.2
Wheat bran	9.5±0.01
Gypsum	2.01±0.02

The data were collected to determination of the spawn running time, pinhead formation time, harvested time, yield and biological efficiency (%). This experiment was designed with seven treatments for each species with three replications in complete random design (CRD). Also, the data were analyzed by ANOVA using (XLSTAT-pro and JMP7 version 7.5.2 window) program with CRD-factorial, which used fisher (LSD) multiple comparison tests at P<0.05, and the figure where drawing by (Graph Pad Prism 5).

Results and Discussion

Results of *P. ostreatus* and *P. australis* cultivation on different ratios of pomegranate peels mixed with wheat straw have showed significant effect on spawn run time (Figure 1). The longest period was reported from T₁: *P. australis* (27.33 days). However, the *P. ostreatus* gave nearly similar results from T₃ (26.66 days). The shortest period was obtained from T₇: *P. ostreatus* (13.66 days). The rate of spawn running may be affected by various factors, including carbon: nitrogen ratio (Zanetti and Ranal, 1997). Besides, the spawn quantity and nutrition content in substrate are known as effective in increasing the shortness spawn run (Bellettini et al., 2016). Different analyses have also indicated that the substrates used to cultivate *Pleurotus* mushroom were significantly influenced by pomegranate peels. Bellettini et al. (2016) reported that both longest and shortest period of spawn run gives similar results.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

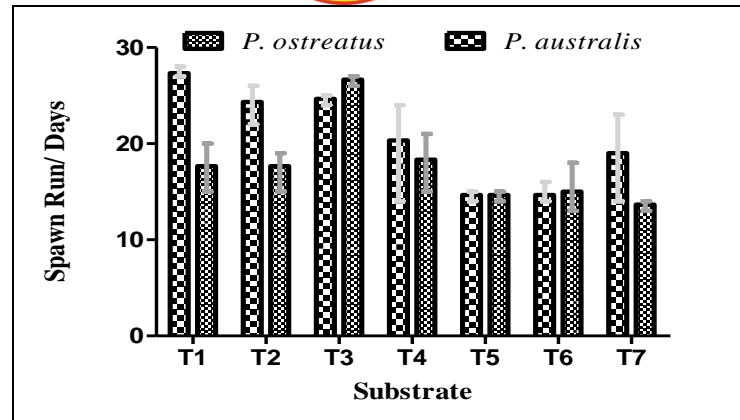


Figure 1. Effect of pomegranate peels mixed with wheat straw on spawn run of *P. ostreatus* and *P. australis*

The analysis result of the day required for the pinhead formation indicated that the highest percentage of pomegranate peels significantly impact on the *Pleurotus* species (Figure 2). The maximum pinhead formation was recorded in treatment T₁, T₂, T₃: *P. australis* and T₁: *P. ostreatus* (8.33 days). The minimum day required for the pinhead formation was obtained from

Treatment T₆: *P. australis* (3.33 days). These results are similar with Sitaula et al. (2018), who use various substrates to cultivate of *Pleurotus* mushroom. However, Ahmed et al., (2013) and Obodai et al. (2003) revealed that pinhead formation was observed in 7-10 days and 4-6 days in *Pleurotus* spp., respectively.

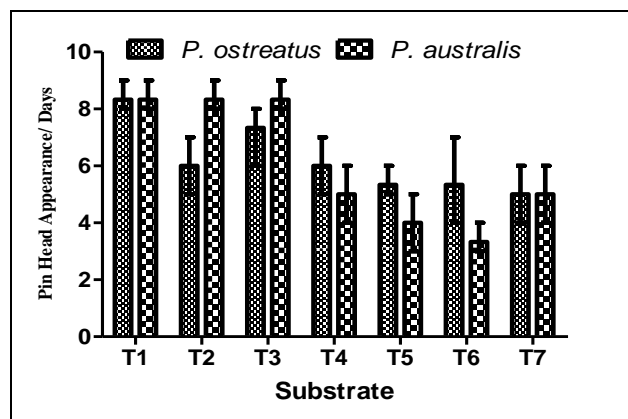


Figure 2. Effect of pomegranate peels mixed with wheat straw on pinhead formation in *P. ostreatus* and *P. australis*

Figure 3 showed period for the harvesting time from the end of pinhead formation. It can be noticed that T₄, T₅, and T₆: *P. australis* showed the shortest harvesting time (3.33 days). The longest data was obtained from T₆: *P. ostreatus* (5.33 days). Findings of our experiment are similar with the results of Yang et al.

(2013), who reported that the harvesting time of different strains of *Pleurotus* mushroom is influenced by temperature and relative humidity. Consequently, the moisture is an important factor for growth of *Pleurotus* mushroom and its production (Stamets, 2000).

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

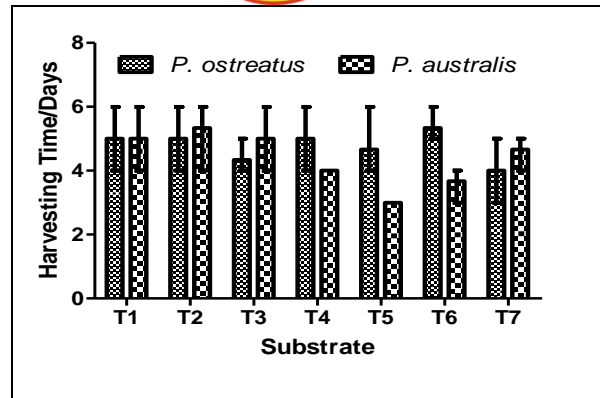


Figure 3. Effect of pomegranate peels mixed with wheat straw on harvesting time in *Pleurotus* cultivation (*P. ostreatus* and *P. australis*)

Yield mean values varied from 17.00 to 310.51 g among the substrates. Results of yield and biological efficiency illustrated in Figure 4 and Figure 5 were significantly affected ($P \leq 0.05$) by different combination of the pomegranate peels with wheat straw. In terms of total yield, the highest results were recorded in treatment of *P. ostreatus* T₆ (310.51 g) followed by T₇, T₂ and T₅ (308.46, 290.70 and 260.89 g, respectively). The lowest yield was obtained from T₁: *P. australis* (17.00 g). Carrasco et al. (2018) stated that the component of substrates strongly affected the yield and quality of harvested mushrooms.

However, total yield decreased in this study when it is applied with an amount of pomegranate peels. Because, amount of phenolic compound helps to decay substrate (Li et al., 2006; Romelle et al., 2016). Yang et al. (2013) confirmed that the yield was affected by two main factors; first, high levels of nutrient available at higher rate; second, supplement of the substrates. Also, Dundar et al. (2008) recorded from 20.2 to 4.5 g total yield, which they used some supplements to cultivate three species of *Pleurotus* and their results were different from ours.

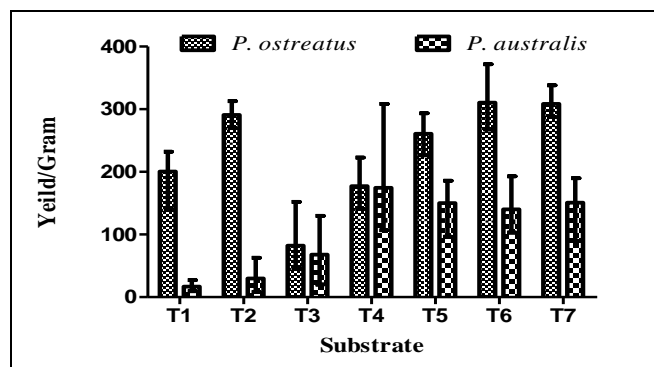


Figure 4. Yield values of *Pleurotus* mushroom species (*P. ostreatus* and *P. australis*) cultivated on pomegranate peels mixture with wheat straw

The percentage of biological efficiency in mushrooms consists of real factors to determination the yield and it is the ratio of the harvested mushrooms to the dry weight of growing substrate. In general, the highest yield is observed in the substrates that give the highest

biological efficiency (Hoa et al., 2015). The percentage of biological efficiency ranged between 95.54 and 5.23%. The highest biological efficiency was obtained from wheat straw, which showed the significantly highest percentage of biological efficiency compared to other treatments. This

XI. Türkiye Yemelik Mantar Kongresi-2019



result agrees with my previous study for cultivation of *P. florida* and *P. ostreatus*. In a study carried out by Baysal et al. (2003), the highest yield was recorded as 350.2 g, which used the substrate contained rice husk. Biological efficiency was found as 96.29-71.05% by Sitaula et al. (2018). Their results were similar to ours. Patar et al. (2018), who used the wheat straw to culture two species

of *Pleurotus* and biological efficiency was ranged between 136.3 and 94.0%. Girmay et al. (2016) reported that the biological efficiency of oyster mushrooms cultivated on three different substrates ranged between 74.17 and 9.73%. Despite all these studies, there is no study on the cultivation of *Pleurotus* species using pomegranate peels.

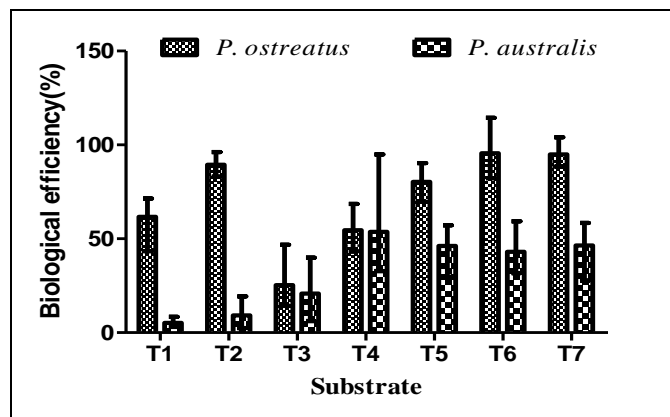


Figure 5. Biological efficiency (%) of *Pleurotus* species (*P. ostreatus* and *P. australis*) cultivated on pomegranate peels mixed with wheat straw

Conclusion

In fact, many agriculture wastes have high potential to be used as a substrate to mushroom cultivation. It is evidence that wheat straw is topmost as substrate for oyster mushroom. In this study, pomegranate peels were found as effective substrate material at 50% pomegranate

peels + 50% wheat straw ratios for *Pleurotus* cultivation. It has been determined as effective on some parameters, especially yield. Therefore, pomegranate peels may be recommended as alternative locally available substrate for *Pleurotus* mushroom production.

References

- Ahmed, M., Abdullah, N., Ahmed, K. U. and Bhuyan, M. B. (2013). Produtividade e composição nutricional de linhagens de cogumelo-ostra recentemente lançadas em Bangladesh. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, 48 (2) 197-202.
- Baysal, E., Peker, H., Yalinkiliç, M. K. and Temiz, A. (2003). Cultivation of Oyster Mushroom on Waste Paper with Some Added Supplementary Materials. *Bioresour. Technol.*, 89 (1) 95-97.
- Bellettini, M.B., Fiorda, F.A., Maieves, H.A., Teixeira, G.L., Avila, S., Hornung, P.S., Junior, A.M. and Ribani, R.H. (2016). Factors Affecting Mushroom *Pleurotus* spp. *Saudi. J. Biol. Sci.*, 26 (4) 633-646.
- 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.
- Chang, S.T., and Miles, P.G. (2004). *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect and Environmental Impact*. 2nd edn. Boca Raton: CRC Press,. ISBN 9780849310430
- Dundar, A., Acay, H. and Yildiz, A. (2008). Yield Performances and Nutritional Contents of Three Oyster Mushroom Species Cultivated on Wheat Stalk. *Afr. J. Biotechnol.*, 7 (19) 3497-3501.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- 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 (1) 87.
- Hoa, H.T., Wang, C.L. and Wang, C.H. (2015). The Effects of Different Substrates on the Growth, Yield, and Nutritional Composition of Two Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*). *Mycobiology*, 43 (4) 423-434.
- Kang, S. W., Kwon, H., & Kim, B. S. (2004). Illustrated Guide to Oyster Mushroom Cultivation. *Mushroom Grower's Handbook. MushWorld*.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J. and Cheng, S. (2006). Evaluation of Antioxidant Properties of Pomegranate Peel Extract in Comparison with Pomegranate Pulp Extract. *Food Chem.*, 96 (2) 254-260.
- Nadir, H. A., Ali, A. J. and Muhammed, G. A. (2016) Determination of Yield and Quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus florida*) Using Different Substrates in Halabja, Kurdistan. *Plant Production*, 7, 787-790.
- Patar, U.R., Chandra, R. and Dhakad, P.K. (2018). Comparative Study on Growth Parameters and Yield Potential of Two Species of *Pleurotus* Mushroom (*Pleurotus florida* and *Pleurotus sajor-caju*). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 7 (03) 3066-3071.
- Pereira, P.H.F., Oliveira, T.I.S., Rosa, M.F., Cavalcante, F.L., Moates, G.K., Wellner, N., Waldron, K.W. and Azeredo, H.M. (2016). Pectin extraction from pomegranate peels with citric acid. *Int. J. Biol. Macromol.*, 88 373-379.
- Romelle, F. D., Rani, P. A. and Manohar, R. S. (2016). Chemical Composition of Some Selected Fruit Peels. *European J. Food Sci. Technol.*, 4 (4) 12-21.
- Sitaula, H. P., Dhakal, R., Geetesh, D. C. and Kalauni, D. (2018). Effect of Various Substrates on Growth and Yield Performance of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in Chitwan, Nepal. *Int. J. Appl. Sci. Biotechnol.*, 6 (3) 215-219.
- Stamets, P. (1993). Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. Berkeley, CA: Ten Speed Press.
- Stamets, P. (2000). Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms, 2nd ed. Berkeley, CA: Ten Speed Press.
- 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. J. Biol. Sci.*, 20 (4) 333-338.
- Zanetti, A. L. and Ranal, M. A., 1997. Suplementação da cana-de-açúcar com guandu no cultivo de *Pleurotus* sp. 'Florida'. *Pesq. Agropec. Bras.* 32 959-964 (in Portuguese).



Geliş(Received) :28/10/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.638995

Yenebilir Doğa Mantarlarının Bazı Fiziksel ve Fizikokimyasal Özellikleri ile Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi

Sanem BULAM^{1*}, Nebahat Şule ÜSTÜN², Aysun PEKŞEN³

*Sorumlu yazar: sanem.bulam@giresun.edu.tr

¹Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Güre Yerleşkesi, Giresun/TÜRKİYE. Orcid No: 0000-0001-8069-760X/ sanem.bulam@giresun.edu.tr

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kurupelit Kampüsü, Atakum-Samsun/TÜRKİYE. Orcid No: 0000-0003-2165-9245/ sustun@omu.edu.tr

³Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kurupelit Kampüsü, 55139, Atakum-Samsun/TÜRKİYE. Orcid No: 0000-0002-9601-5041/ aysunp@omu.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Giresun ilinden toplanan, halk tarafından tüketilen ve yerel pazarlarda da satılan bazı yenebilir doğa mantarları türlerine ait örneklerin bazı fiziksel ve fizikokimyasal özellikleri ile mineral madde içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada fiziksel özellikler olarak örneklerde şapka eni, şapka boyu, et kalınlığı ile sap uzunluğu ve sap kalınlığı; fizikokimyasal özellikler olarak ise nem, pH ve su aktivitesi (a_w) değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca aynı örneklerde bazı makro (K, P, S, Mg ve Ca) ve mikro (Fe, Zn, Mn ve Se) element içerikleri ICP-MS cihazı kullanılarak belirlenmiştir. İncelenen mantar türlerinin nem içeriklerinin %82.47-92.63, pH'larının 4.56-7.59 ve a_w değerinin ise 0.99-1.00 arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırmada, mineral madde içeriği yönünden *Cantharellus cibarius*'da K, Ca, Zn ve Mn, *Pleurotus ostreatus*'da Mg, *Ramaria botrytis*'de S ve Se, *Agaricus campestris*'de Fe ve *P. eryngii*'de P en yüksek miktarda tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yenebilir doğa mantarı, Yerel pazar, Fiziksel özellikler, Fizikokimyasal özellikler, Mineral maddeler, ICP-MS, Giresun, Türkiye

Determination of Some Physical and Physicochemical Properties and Mineral Contents of Edible Wild Mushrooms

Abstract: In this research, it was aimed to determine some physical and physicochemical properties and mineral contents of the samples belonging to some edible wild mushroom species collected from Giresun province of Eastern Black Sea Region, consumed by the public and also sold in the local markets. In the study, cap width, cap length, wall thickness, stipe length, and stipe thickness of the samples were determined as the physical properties and their moisture, pH, and water activity (a_w) values were detected as physicochemical properties. In addition, some macro (K, P, S, Mg and Ca) and micro (Fe, Zn, Mn and Se) element contents in the same samples were determined by using ICP-MS device. In the investigated mushrooms, moisture content was found as 82.47-92.63%, pH values were 4.56-7.59 and a_w value ranged from 0.99 to 1.00. In the research, K, Ca, Zn, and Mn in *Cantharellus cibarius*, Mg in *Pleurotus ostreatus*, S and Se in *Ramaria botrytis*, Fe in *Agaricus campestris*, and P in *P. eryngii* were found in the highest amounts in terms of mineral content.

Key words: Edible wild mushroom, Local market, Physical properties, Physicochemical properties, Mineral contents, ICP-MS, Giresun, Turkey

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

**Giriş**

Yenebilir doğa mantarlarının yüksek besin değerleri, zengin besinsel kompozisyonları, eşsiz aroma ve lezzetleri nedeniyle farklı kültürler tarafından gıda kaynağı olarak tüketimi giderek artmaktadır. Bu mantarlar esansiyel aminoasitler (lisin, valin ve lösin), doymamış yağ asitleri, protein, karbonhidrat, lif, mineral maddeler ve vitaminler bakımından zengin, düşük yağ ve enerji içeriğine sahip değerli fonksiyonel gıdalardır (Cheung, 2008; Kalac, 2009; 2013; 2016a; Turfan ve ark., 2018; Alzand ve ark., 2019). Besleyici değerlerinin yanı sıra β -glukanlar, fenoller, flavonoidler, steroidler, karotenler, likopenler ve alkaloidler gibi terapötik etkili biyoaktif bileşenler nedeniyle antioksidan, antimikrobiyal ve antitümör gibi farklı biyolojik aktivitelere de sahiptirler (Kalac, 2016b; Yıldız ve ark., 2017; Turfan ve ark., 2018; Atri ve ark., 2019). Bu nedenle, günümüzde mantarlar nutrasötik ve diyet desteği olarak da önemlidirler (Khaund ve Joshi, 2015; López ve ark., 2016; Chadha ve Atri, 2017; Üstün ve ark., 2018; Atri ve ark., 2019). Aynı zamanda yenebilir doğa mantarları toplayıcılar için gelir kaynağı olup ülke ekonomisine de önemli katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, doğa mantarları yerel halk tarafından toplanmakta, tüketilmekte, pazarlarda satılmakta ve bunların dış ticareti de yapılmaktadır (Pekşen ve ark., 2016; Pekşen ve Kaplan, 2017; Bulam ve ark., 2018a; 2018b; Atri ve ark., 2019; Larios-Trujillo ve ark., 2019).

Yenebilir doğa mantarları boyutları, renkleri, şekilleri ve spor renkleri gibi morfolojik-anatomik özellikler yönünden farklılık göstermekte ve bu özellikler kullanılarak teşhis edilmektedir (Phillips, 2006; Kalac, 2016c; Atri ve ark., 2019). Nem, a_w ve pH değerleri de mantarların raf ömrü, muhafaza koşul ve süresi, işleme metodunun belirlenmesi ile mikrobiyal ve biyokimyasal reaksiyonlar açısından önem taşımaktadır. Mineral maddeler yenebilir doğa mantarlarının sahip oldukları önemli besin bileşenlerinden biridir (Falandysz ve ark., 2001; Kalac, 2019). Genel olarak, doğa mantarlarında bulunan makro elementler K (20.000-40.000 mg/kg KM), P (5000-10.000 mg/kg KM), S (1000-3000 mg/kg KM), Mg (800-1800 mg/kg KM), Ca (100-500 mg/kg KM) ve Na (100-400 mg/kg KM) (Kalac, 2009; 2010; 2013; 2019;

Falandysz ve Borovicka, 2013); mikro elementler ise Fe (30-300 mg/kg KM), Zn (25-200 mg/kg KM), Al (20-150 mg/kg KM), Cu (10-100 mg/kg KM) ve Mn (5-60 mg/kg KM) (Kalac, 2009; 2010; 2013; 2019) olarak bildirilmektedir. Doğa mantarlarının Se içeriğinin de 1-5 mg/kg KM (Kalac, 2009), <2-20 mg/kg KM (Kalac, 2013) ve ~0.01-370 mg/kg KM (Falandysz ve Borovicka, 2013) arasında değiştiği belirtilmiştir.

Doğu Karadeniz Bölgesi yenebilir doğa mantarı çeşitliliği açısından zengin bir bölgedir (Sesli ve Denchev, 2014). Çalışma alanı olan Giresun ili, Türkiye'nin kuzey kesiminde Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 37°50' ve 39°12' doğu boylamları ile 40°07' ve 41°08' kuzey enlemlerinde yer almaktadır. Giresun ilinde kıyılar ılık ve yağışlı, Giresun Dağları'nın güneyinde ise yazlar sıcak ve kışlar soğuk geçmektedir. Kıyı bölgesinde yağış 1300-1760 mm arasında, güneyde ise 564 mm'dir. İlin %38'i ormanlarla kaplıdır ve 1000 m yüksekliğe kadar fındık, kestane, akasya, gürgen, meşe, ıhlamur, dişbudak, karaağaç, akçaağaç ve çeşitli meyve ağaçları bulunmaktadır. 1000-2000 m arasında ise çam ormanları, sarıçam ve ladin ağaçları yer almaktadır (Anonymous, 2019). İl ılık ve yağışlı iklime, zengin bitki örtüsüne ve ormanlara sahiptir, bu nedenle özellikle yağışların bol olduğu bahar aylarında halk tarafından toplanıp, Giresun merkezi ve ilçelerindeki yerel pazarlarda satılan birçok yenebilir makro mantar türü bulunmaktadır (Pekşen ve ark., 2016).

Bu çalışmada Giresun ilinin ekonomik öneme sahip yenebilir doğa mantarlarının bazı fiziksel, fizikokimyasal özellikleri ile mineral madde (K, P, S, Mg, Ca, Fe, Zn, Mn ve Se) içerikleri tespit edilmiştir.

Materyal ve metod

Yenebilir doğa mantarı örnekleri 2014-2015 yılları arasında Giresun ilinin bazı ilçelerindeki yerel pazarlardan satın alınmıştır. Bu örnekler ait tür, habitat, lokalite ve toplanma zamanı bilgileri kaydedilmiş ve Tablo 1'de verilmiştir. Örneklerin yerel pazarlarda ve laboratuvar koşullarında fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 1). Mantarların makroskopik ve mikroskopik özellikleri saptanmış, teşhisler Phillips (1981), Pacioni (1987), Garnweidner (1994), Courtecuisse ve Duhem (1995) ile Bessette ve ark. (1997)'na göre yapılmıştır.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Tablo 1. Yenebilir doğa mantarı örneklerinin tür, habitat, lokalite ve toplanma zamanı bilgileri

Örnek no	Tür adı	Habitat	Toplanma yeri ve zamanı (ay)
1	<i>Agaricus campestris</i> L.:Fr.	Çayır	Buseyit Köyü/Şebinkarahisar, Mayıs
2	<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	Meşe, çam karışık orman	Aydindere Köyü/Bulancak, Ağustos
3	<i>Hydnum repandum</i> L.	Gürgen, meşe, ladin, kestane karışık orman	Paşakonağı Yaylası/Bulancak, Ağustos
4	<i>Lactarius piperatus</i> (L.)	Gürgen ormanı	Bayındır Köyü/Bulancak, Ağustos
5	<i>Lactarius pyrogalus</i> (Bull.:Fr.) Fr.	Yabani fındıklık altı	Paşakonağı Yaylası/Bulancak, Ağustos
6	<i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fr.	Gürgen, meşe, ladin, kestane karışık orman	Paşakonağı Yaylası/Bulancak, Ağustos
7	<i>Pleurotus eryngii</i> (DC.) Quél.	Çanşur otu	Uğurca Köyü/Şebinkarahisar, Haziran
8	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Kavak	Çamlıbel Köyü/Şebinkarahisar, Ekim
9	<i>Ramaria botrytis</i> (Pers.) Ricken	Gürgen ormanı	Sayca Köyü/Bulancak, Ekim
10	<i>Sarcodon imbricatus</i> (L.:Fr.) Karst.	Çam ormanı	Kızalan Yaylası/Bulancak, Ağustos

Mantar örneklerinin fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla şapka eni (cm), şapka boyu (cm) ve sap boyu (cm) cetvelle; et kalınlığı (mm) ve sap kalınlığı (mm) kumpasla ölçülmüştür. Taze örneklerde nem (%) (OHAUS MB35 cihazı), pH (OHAUS STARTER 3000 pH metre) ve a_w (Aqua Lab 4TE cihazı) değerleri belirlenmiştir. Mineral madde analizi için örnekler -18°C'de dondurulup liyofilize edilmiş ve toz haline getirilerek analiz edilinceye kadar kapalı plastik numune kaplarında -18°C'de muhafaza edilmiştir. Bu örneklerden teflon kaplara 0.5 g alınıp üzerine 6 ml %65 HNO₃ (Suprapur) ile 2 ml %30 H₂O₂ (Suprapur) ilave edilmiştir. Mikrodalgada (Milestone Start D) önce 110°C'de 400 W'ta 15 dk, daha sonra 200°C'de 600 W'ta 15 dk yakıldıktan sonra 15 dk otomatik soğutma uygulanmıştır. Teflon kaplarda şeffaf çözelti elde edildikten sonra ultra saf su ile 50 ml'ye seyreltme yapılmıştır. Mantar örneklerinin makro (K, P, S, Mg ve Ca) ve mikro (Fe, Zn, Mn ve Se) element içerikleri ICP-MS (Agilent 7000e) cihazıyla belirlenmiş (NMKL 186, 2007), sonuçlar kuru madde (KM) üzerinden mg/kg olarak verilmiştir. Analiz sonuçlarının ortalama ve standart sapmaları Excel 2016 kullanılarak hesaplanmıştır.

Bulgular

Mantarların bazı fiziksel özelliklerine ait ortalamalar ve standart sapmalar Tablo 2'de verilmiştir. İncelenen mantarların şapka enlerinin 4.98-23.70 cm, şapka boylarının 4.00-16.63 cm, sap boylarının 2.92-6.63 cm, et kalınlıklarının 6.60-50.00 mm ve sap kalınlıklarının 10.60-44.00 mm arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çalışmada, *A. campestris*, *C. cibarius*, *H. repandum*, *L. piperatus*, *L. pyrogalus*, *L. volemus*, *P. eryngii*, *P. ostreatus*, *R. botrytis* ve *S. imbricatus* türlerinde nem miktarları sırasıyla %86.43, 87.67, 90.89, 88.75, 88.05, 89.90, 92.63, 90.50, 87.19 ve 82.47 olarak bulunmuştur (Tablo 3). Su aktivitesi (a_w) değerleri *C. cibarius*, *P. eryngii*, *P. ostreatus* ve *S. imbricatus* türlerinde 0.99, diğer türlerde 1.00 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3). En düşük pH değeri *R. botrytis* (4.56), en yüksek pH değeri *L. volemus* (7.59) örneklerinde saptanmıştır (Tablo 3). Mantar örneklerinde K, P, S, Mg ve Ca içerikleri sırasıyla 28573.79-67411.93, 12.38-12070.06, 181.64-7338.07, 641.36-2185.62 ve 218.20-973.17 mg/kg KM olarak tespit edilmiştir (Tablo 4). Ayrıca Fe, Zn, Mn ve Se içerikleri de sırasıyla 48.53-462.88, 52.25-258.17, 12.26-74.07 ve 0.09-24.13 mg/kg KM olarak bulunmuştur (Tablo 5).

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Şekil 1. Mantar örneklerinin fotoğrafları. a) *Agaricus campestris*, b) *Cantharellus cibarius*, c) *Hydnum repandum*, d) *Lactarius piperatus*, e) *Lactarius pyrogalus*, f) *Lactarius volemus*, g) *Pleurotus eryngii*, h) *Pleurotus ostreatus*, i) *Ramaria botrytis*, j) *Sarcodon imbricatus*, k) Yerel pazarda *H. repandum* ve *S. imbricatus*, l) Yerel pazarda *L. pyrogalus*, m) Yerel pazarda *C. cibarius* ve *L. piperatus*

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Tablo 2. Örneklerin bazı fiziksel özelliklerine ait ortalamalar ve standart sapmalar

Örnek no	n	Şapka eni (cm)	Şapka boyu (cm)	Et kalınlığı (mm)	Sap boyu (cm)	Sap kalınlığı (mm)
1	6	10.90 ± 2.70	10.37 ± 2.40	22.17 ± 4.22	3.27 ± 1.72	32.67 ± 17.18
2	5	4.98 ± 1.96	4.00 ± 1.31	6.60 ± 1.52	2.92 ± 1.07	10.60 ± 1.67
3	7	7.97 ± 1.69	7.10 ± 1.54	10.86 ± 1.77	3.51 ± 0.84	17.86 ± 2.91
4	6	7.80 ± 1.16	7.58 ± 1.23	10.17 ± 2.04	5.88 ± 1.41	17.50 ± 3.27
5	6	6.48 ± 2.70	6.02 ± 2.36	8.17 ± 2.93	5.28 ± 2.43	10.83 ± 3.06
6	7	8.66 ± 1.70	8.20 ± 2.05	9.43 ± 1.99	6.63 ± 1.71	17.86 ± 3.53
7	3	23.70 ± 2.34	16.63 ± 5.62	22.33 ± 5.51	5.43 ± 2.19	44.00 ± 7.55
8	4	16.35 ± 6.11	12.50 ± 3.34	10.00 ± 2.16	4.00 ± 0.75	24.75 ± 8.69
9	4	10.30 ± 5.39	8.13 ± 2.87	50.00 ± 26.70	3.43 ± 1.18	18.75 ± 6.55
10	8	9.78 ± 4.88	7.67 ± 2.66	11.38 ± 4.10	2.98 ± 0.89	19.13 ± 5.49

n: örnek sayısı

Tablo 3. Örneklerin bazı fizikokimyasal özelliklerine ait ortalamalar ve standart sapmalar

Örnek no	n	Nem (%)	a _w	pH
1	6	86.43 ± 0.62	1.00 ± 0.001	7.02 ± 0.02
2	5	87.67 ± 0.65	0.99 ± 0.001	6.44 ± 0.11
3	7	90.89 ± 0.19	1.00 ± 0.001	6.37 ± 0.01
4	6	88.75 ± 0.79	1.00 ± 0.000	6.54 ± 0.05
5	6	88.05 ± 0.35	1.00 ± 0.001	6.97 ± 0.01
6	7	89.90 ± 1.59	1.00 ± 0.002	7.59 ± 0.03
7	3	92.63 ± 0.10	0.99 ± 0.001	6.52 ± 0.01
8	4	90.50 ± 0.28	0.99 ± 0.002	6.95 ± 0.05
9	4	87.19 ± 1.51	1.00 ± 0.002	4.56 ± 0.01
10	8	82.47 ± 0.56	0.99 ± 0.002	6.83 ± 0.05

n: örnek sayısı

Tablo 4. Örneklerin bazı makro element içeriğine ait ortalamalar ve standart sapmalar

Örnek no	Makro elementler (mg/kg KM)				
	K	P	S	Mg	Ca
1	55474.54 ± 0.54	12.38 ± 0.01	181.64 ± 0.04	1884.84 ± 0.16	896.28 ± 0.23
2	67411.93 ± 0.41	5126.47 ± 0.47	1064.23 ± 0.17	1212.95 ± 0.06	973.17 ± 0.03
3	57505.86 ± 1.24	4055.65 ± 1.20	1916.48 ± 0.29	941.65 ± 0.11	629.56 ± 0.17
4	43790.92 ± 0.09	5118.67 ± 0.26	5264.53 ± 0.28	790.67 ± 0.04	218.20 ± 0.03
5	48730.61 ± 0.33	11391.20 ± 1.06	2200.77 ± 0.34	1726.12 ± 0.04	476.18 ± 0.16
6	49205.23 ± 0.31	4676.88 ± 1.08	3007.70 ± 1.11	942.42 ± 0.16	337.70 ± 0.13
7	51086.24 ± 0.80	12070.06 ± 5.65	5548.72 ± 2.89	2105.28 ± 0.25	801.75 ± 0.20
8	47674.58 ± 0.49	9954.63 ± 0.79	2306.48 ± 0.10	2185.62 ± 0.22	927.18 ± 0.27
9	28573.79 ± 1.27	4757.93 ± 0.39	7338.07 ± 0.69	641.36 ± 0.01	406.00 ± 0.05
10	67384.33 ± 0.59	6219.64 ± 1.28	1917.39 ± 0.16	1501.62 ± 0.19	354.73 ± 0.09

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Tablo 5. Örneklerin bazı mikro element içeriğine ait ortalamalar ve standart sapmalar

Örnek no	Mikro elementler (mg/kg KM)			
	Fe	Zn	Mn	Se
1	462.88 ± 0.02	137.55 ± 0.02	28.05 ± 0.00	9.59 ± 1.15
2	142.96 ± 0.02	258.17 ± 0.05	74.07 ± 0.01	0.61 ± 0.00
3	251.99 ± 0.02	52.25 ± 0.00	15.81 ± 0.00	0.10 ± 0.16
4	48.53 ± 0.00	174.46 ± 0.02	44.09 ± 0.00	15.83 ± 0.00
5	121.28 ± 0.00	73.22 ± 0.00	21.08 ± 0.00	0.12 ± 1.22
6	66.64 ± 0.01	87.38 ± 0.02	12.26 ± 0.00	3.44 ± 1.11
7	116.45 ± 0.01	124.50 ± 0.02	13.69 ± 0.00	0.09 ± 0.31
8	292.60 ± 0.01	201.67 ± 0.03	46.82 ± 0.00	6.26 ± 0.00
9	72.84 ± 0.01	143.61 ± 0.02	40.71 ± 0.01	24.13 ± 0.00
10	67.12 ± 0.00	250.35 ± 0.02	14.76 ± 0.00	2.48 ± 0.07

Tartışma

A. campestris, *C. cibarius*, *H. repandum*, *L. piperatus*, *L. pyrogalus*, *L. volemus*, *P. eryngii*, *P. ostreatus*, *R. botrytis* ve *S. imbricatus* mantar türlerinin şapka eni ve boyunun sırasıyla 10.90x10.37, 4.98x4.00, 7.97x7.10, 7.80x7.58, 6.48x6.02, 8.66x8.20, 23.70x16.63, 16.35x12.50, 10.30x8.13, 9.78x7.67 cm olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). Phillips (2006) şapka enini ve boyunu aynı tür doğa mantarlarında sırasıyla 3x10, 3x10, 3x17, 6x16, 5x10, 5x11, 3x10, 6x14, 6x20 ve 5x20 cm olarak bildirmiştir. Pekşen ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada *L. pyrogalus*'un şapka enini 6.89 cm olarak bulmuşlardır. Bir başka çalışmada kültürü yapılan *P. ostreatus* mantarının şapka eninin 6.00-14.00 cm arasında olduğu bildirilmiştir (Al-Momany ve Gücel, 2011).

Mantar örneklerinin sap boyu ve sap kalınlık ölçümlerinin de türler arasında farklılık gösterdiği ve sırasıyla 2.92-6.63 cm ve 10.60-44.00 mm arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 2). Phillips (2006), *A. campestris*, *C. cibarius*, *H. repandum*, *L. piperatus*, *L. pyrogalus*, *L. volemus*, *P. eryngii*, *P. ostreatus*, *R. botrytis* ve *S. imbricatus* türlerinde sap boyunun ve sap kalınlığının sırasıyla 30-100x10-20, 30-80x5-15, 35-75x15-40, 30-70x20-30, 40-60x7-15, 40-120x10-30, 30-100x10-30, 20-30x10-20, 3-4x1.5-6 ve 50-80x20-50 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada, *L. pyrogalus* türünün sap boyu ve sap kalınlığı sırasıyla 5.28 cm ve 10.83 mm olarak tespit edilirken (Tablo 2), Pekşen ve ark. (2007) ise aynı mantar türünde sırasıyla 4.83 cm ve 12.11 mm olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada *P. ostreatus* örneklerinde belirlenen sap boyu (4.00 cm) ve

sap kalınlığı (24.75 mm), Al-Momany ve Gücel (2011) tarafından aynı türün kültür örnekleri için bildirilen sap boyu (2.00-3.00 cm) ve sap kalınlığı (10-20 mm) değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Pekşen ve Küçükomuzlu (2004) fındık zurufundan hazırlanan farklı ortamlarda yetiştirilen *P. ostreatus* mantarlarının şapka eninin 5.17-5.50 cm, şapka uzunluğunun 6.89-7.10 cm, sap uzunluğunun 0.73-0.83 cm ve sap çapının 0.90-0.94 cm değerleri arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kibar ve ark. (2016) ise *P. ostreatus* mantarlarının şapka uzunluğunu 6.44-7.01 cm, sap uzunluğunu 1.19-1.30 cm ve sap kalınlığını 0.70-0.81 cm değerleri arasında tespit etmişlerdir. Morfolojik özelliklerdeki bu farklılıklar mantar türüne, olgunluk aşamasına, yetiştirme yerine ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir.

Mantar türlerine ait nem miktarları %82.47-92.63 arasında bulunmuştur (Tablo 3). Doğa mantarlarında nem oranı taze ağırlıkta 71.5-95.5 g/100 g arasında değişmektedir (Kalac, 2009; 2013; 2016a). *L. pyrogalus* türünde nem miktarlarının %59.44-76.47 arasında değiştiği bildirilmiştir (Pekşen ve ark., 2007; 2008). Altuntaş ve ark. (2016) 5 farklı *Lactarius* türü için nem miktarını %86.80-91.10 arasında bulmuşlardır. Çalışmamızda *P. eryngii* mantarının nem miktarı, Alan ve Padem (1990) tarafından bildirilen miktardan (%86.01) daha yüksek bulunmuştur. Jeznabadi ve ark. (2016) da kültürü yapılan *P. eryngii*'de nem miktarının %90.40-92.17 arasında değiştiğini saptamışlardır. Fındık zurufundan hazırlanan ortamlarda yetiştirilen *P. ostreatus* mantarlarının nem içeriklerinin %83.12-88.34 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir (Pekşen ve Küçükomuzlu, 2004). *A. campestris*, *C. cibarius*, *P.*

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



eryngii, *P. ostreatus* ve *R. botrytis* türleri için kuru madde içeriği taze ağırlıkta sırasıyla 11.8-14.9, 7.6-17.4, 17.4, 8.5-11.7 ve 10.2 g/100 g olarak bildirilmiştir (Kalac, 2016a).

Mantar türlerinin a_w değerleri 0.99-1.00 ve pH değerleri 4.56-7.59 arasında bulunmuştur (Tablo 3). Bu a_w değerleri, Schmidt ve Fontana (2007)'nin bulguları (0.989-0.995) ile benzerdir. Çalışmada *P. eryngii* için belirlenen pH değeri, (6.52), Alan ve Padem (1990)'in bildirdiği değerden (5.01) daha yüksektir. Jeznabadi ve ark. (2016) ise kültürü yapılan *P. eryngii*'de pH'yı 4.09-5.93 arasında tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, *L. pyrogalus* türü için pH 6.97 (Tablo 3) olarak saptanırken, Pekşen ve ark. (2008) aynı tür için pH'nın 5.50-6.31 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Çalışmamızda elde edilen makro ve mikro element verileri (Tablo 4; Tablo 5) Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yapılan benzer araştırmalarda elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır (Tablo 6). Çalışmada en düşük K miktarı (28573.79 mg/kg KM) *R. botrytis*, en yüksek (67411.93 mg/kg KM) ise *C. cibarius* türünde belirlenmiştir (Tablo 4). K içeriği Turfan ve ark. (2018) tarafından bildirilen 1345.07-9310.17 mg/kg KM değerleri ile uyumludur, ancak diğer araştırma sonuçlarından yüksek bulunmuştur.

Çalışmada elde edilen P miktarları (12.38-12070.06 mg/kg KM), Ayaz ve ark. (2011b) ve Turfan ve ark. (2018) tarafından bildirilen sırasıyla 2590-14000 mg/kg KM ve 1462.44-6159.45 mg/kg KM değerlerinden düşük bulunmuştur.

Tablo 6. Mineral madde bulgularının bazı araştırma sonuçları ile karşılaştırılması

Makro Elementler (mg/kg KM)					Mikro Elementler (mg/kg KM)				Kaynaklar
K	P	S	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Se	
28573.79-67411.93	12.38-12070.06	181.64-7338.07	641.36-2185.62	218.20-973.17	48.53-462.88	52.25-258.17	12.26-74.07	0.09-24.13	Bu araştırma
-	-	-	912.7-5534	-	173.1-5044	45.57-221.7	17.62-176.7	0.405-2.368	Akın ve ark., 2019
10700 - 33700	-	-	2000-5300	3300-6000	28.6-940	38.6-94.7	5.0-432	-	Ayaz ve ark., 2011a
21800-39800	2590-14000	-	561 - 1210	268 - 1600	74.0 - 829	36.2 - 241	14.1 - 76.5	1.60 - 20.4	Ayaz ve ark., 2011b
28000-51000	-	-	850-1320	55.9-106	33.5-596	14.1-176	3.0-56.2	-	Demirbaş, 2001
-	-	-	-	-	211-628	51.5-162	18.1-103	-	Mendil ve ark., 2005
17768.15-31078.84	283.19-421.27	-	729.23-1335.59	5598-8960.33	94.28-278.53	281.31-495.64	15.43-21.55	-	Pekşen ve ark., 2007
2201.83-4972.95	57.30-144.16	-	94.79-565.46	16.63-225.88	24.55-147.87	31.38-71.83	2.37- 7.64	-	Pekşen ve ark., 2008
22800-52476	-	-	745-1777	408-3066	160-833	30.6-176	14.3-77.6	-	Sesli, 2006
-	-	-	-	-	25-153	30.7-168	10.6-36	-	Sesli, 2007
-	-	-	-	-	140-1400	61.1-190	10.5-81.1	-	Sesli ve Dalman, 2006
22875-50475	-	-	732-1687	508-3000	152-820	25.8-178	10.2-85.6	-	Sesli ve Tuzen, 2006
1345.07-9310.17	1462.44-6159.45	952.41-12486.63	12.77-26.83	18.78-349.15	80.62-606.26	103.26-522.81	22.65-147.57	0.0-115.40	Turfan ve ark., 2018
-	-	-	-	-	187-985	44.7-198	53.5-130	0.54-10.8	Tuzen ve ark., 2007
-	-	-	-	-	97.2-3919	34.4-225	4.61-102	-	Türkmen ve Budur, 2018

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Mantar örneklerinde 181.64 mg/kg (*A. campestris*) ile 7338.07 mg/kg KM (*R. botrytis*) arasında belirlenen S içeriği, Turfan ve ark. (2018) tarafından bildirilen değerlerden (952.41-12486.63 mg/kg KM) düşüktür. Örneklerde Mg içeriği en düşük 641.36 mg/kg KM ile *R. botrytis* türünde, en yüksek 2185.62 mg/kg KM ile *P. ostreatus* türünde tespit edilmiştir (Tablo 4). Akın ve ark. (2019) ve Ayaz ve ark. (2011a) bazı mantar türlerinde Mg miktarlarının sırasıyla 912.7-5534 ve 2000-5300 mg/kg KM arasında değiştiğini saptamışlardır. Belirlenen Mg içerikleri bu araştırmacıların bulguları ile benzer iken, Turfan ve ark. (2018)'nin bulgularından (12.77-26.83 mg/kg KM) daha yüksektir. Çalışmada elde edilen Ca değerleri bazı araştırmacıların (Ayaz ve ark., 2011a; Ayaz ve ark., 2011b; Pekşen ve ark., 2007; Sesli, 2006; Sesli ve Tuzen, 2006) bulgularından düşük, bazı araştırmacıların (Demirbaş, 2001; Pekşen ve ark., 2008; Turfan ve ark., 2018) bulgularından yüksek bulunmuştur.

Fe içeriği en düşük *L. piperatus*'da (48.53 mg/kg KM), en yüksek *A. campestris*'de (462.88 mg/kg KM) belirlenmiştir (Tablo 5). Akın ve ark. (2019), Mendil ve ark. (2005), Sesli (2006), Sesli ve Dalman (2006), Sesli ve Tuzen (2006), Turfan ve ark. (2018), Tuzen ve ark. (2007), Türkmen ve Budur (2018) tarafından belirlenen değerler bizim verilerimizden yüksektir.

Çalışılan örneklerde Zn miktarı 52.25 ile 258.17 mg/kg KM arasında saptanmıştır (Tablo 5). Zn içeriği Pekşen ve ark. (2007) (281.31-495.64 mg/kg KM) ile Turfan ve ark. (2018)'nin sonuçlarından (103.26-522.81 mg/kg KM) düşük, Mendil ve ark. (2005)'nin sonuçları (51.5-162 mg/kg KM) ile uyumlu bulunmuştur. Çalışmada

Mn içerikleri 12.26 mg/kg KM (*L. volemus*) ile 74.07 mg/kg KM (*C. cibarius*) arasında belirlenmiştir (Tablo 5). Mn miktarları Demirbaş (2001), Pekşen ve ark. (2008), Sesli (2007) tarafından sırasıyla 3.0-56.2, 2.37-7.64 ve 10.6-36 mg/kg KM olarak bildirilmiştir. 0.09 (*P. eryngii*) - 24.13 mg/kg KM (*R. botrytis*) arasında belirlenen Se miktarları, Turfan ve ark. (2018) tarafından bildirilen 0.0-115.40 mg/kg KM değerlerinden düşük, Ayaz ve ark. (2011b) tarafından bildirilen 1.60-20.4 mg/kg KM değerleri ile benzerdir.

Genel olarak, araştırma sonuçları ile literatür verileri arasında mineral madde içeriği yönünden farklılıklar tespit edilmiştir. Bu farklılıklar mantar türüne, olgunluk dönemine, yöreye, yetiştirme koşullarına, toprak özelliklerine ve laboratuvar analizlerinde kullanılan analitik prosedüre bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir (Pekşen ve ark., 2007; 2008; Severoglu ve ark., 2013; Akın ve ark., 2019; Kalac, 2019).

Bütün mantar örneklerinde Zn içeriğinin ve *A. campestris*, *C. cibarius*, *L. piperatus*, *L. volemus*, *P. ostreatus*, *R. botrytis* ve *S. imbricatus* örneklerinde Se içeriğinin sırasıyla 7-25 mg/gün ve 60-300 µg/gün olan günlük tolere edilebilir üst alım değerinden (UL) (EFSA, 2018) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, analiz edilen mantarların düzenli ve yeterli tüketiminin, mineral madde içeriği bakımından günlük önerilen besin alımı (RNI) (WHO, 2004), günlük alım (DV) (FDA, 2013), nüfus referans alımı (PRI) ile yeterli alım (AI) değerlerini (EFSA, 2017) karşılamaya yardımcı olabileceği görülmektedir (Tablo 7).

Tablo 7. Mineral madde bulgularının WHO (2004), FDA (2013) ve EFSA (2017) verileri ile karşılaştırılması

Makro Elementler					Mikro Elementler			Kaynaklar	
K	P	S	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn		Se
28573.79-67411.93	12.38-12070.06	181.64-7338.07	641.36-2185.62	218.20-973.17	48.53-462.88	52.25-258.17	12.26-74.07	0.09-24.13	Bu araştırma ^a
-	-	-	190-270 ^b	1000-1300 ^b	7.5-58.8 ^b	3.0-20.0 ^b	-	25-42 ^c	WHO, 2004 (RNI)
3500 ^b	1000-1300 ^b	-	400-450 ^b	1000-1300 ^b	18 ^b	15 ^b	2 ^b	70 ^c	FDA, 2013 (DV)
3500-4000 ^b	550 ^b	-	300-350 ^b	950-1000 ^b	11-16 ^b	7.5-16.3 ^b	3 ^b	70-85 ^c	EFSA, 2017 (PRI ve AI)

^amg/kg KM, ^bmg/gün, ^cµg/gün; RNI, PRI ve AI: >18 yaş kadın ve erkek; DV: ≥4 yaş çocuk + >18 yaş kadın ve erkek

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

**Kaynaklar**

- Akın, İ., Alkan, S. ve Kaşık, G. (2019). Çorum İlinden Toplanan *Agaricaceae* Familyasına Ait Bazı Mantarlarda Ağır Metal Birikiminin Belirlenmesi. *Mantar Der.*, 10 (1) 48-55.
- Alan, R. ve Padem, H. (1990). Çaçır Mantarının (*Pleurotus eryngii*) Besin Değeri Üzerinde Bir Araştırma. *Gıda*, 15 (2) 105-109.
- Al-Momany, A.M. ve Gücel, S. (2011). Chemical Compositions and Nutritional Value of Three Edible Mushrooms Widely Consumed in Cyprus. *Jordan J. Agric. Sci.*, 7 (3) 540-548.
- Altuntaş, D., Allı, H., Kaplaner, E. ve Öztürk, M. (2016). Bazı *Lactarius* Türlerinin Yağ Asidi Bileşenlerinin ve Makrobesinsel Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (3) 216-220.
- Alzand, K.I., Bofaris, M.S.M. ve Ugis, A. (2019). Chemical Composition and Nutritional Value of Edible Wild Growing Mushrooms: A Review. *World J. Pharm. Res.*, 8 (3) 31-46.
- Anonymous. (2019). İklim ve Bitki Örtüsü. Giresun. <http://www.cografya.gen.tr/tr/giresun/iklim.html>. Erişim tarihi: 01.10.2019.
- Atri N.S., Sharma Y.P. ve Kumar S, M. (2019). Wild Edible Mushrooms of North West Himalaya: Their Nutritional, Nutraceutical, and Sociobiological Aspects. T. Satyanarayana, S. Kumar Das, B.N. Johri (Eds.), *Microbial Diversity in Ecosystem Sustainability and Biotechnological Applications*. Springer, Singapore.
- Ayaz, F.A., Torun, H., Özel, A., Col, M., Duran, C., Sesli, E. ve Colak, A. (2011a). Nutritional Value of Some Wild Edible Mushrooms from Black Sea Region (Turkey). *Turk. J. Biochem.*, 36 (3) 213-221.
- Ayaz, F.A., Torun, H., Colak, A., Sesli, E., Millson, M. ve Glew, R.H. (2011b). Macro- and Microelement Contents of Fruiting Bodies of Wild-Edible Mushrooms Growing in the East Black Sea Region of Turkey. *Food Nutr. Sci.*, 2 53-59.
- Bessette, A.E., Bessette A.R. ve Fischer, D.W. (1997). *Mushrooms of Northeastern North America*. Syracuse, N.Y.: Syracuse University Press.
- Bulam, S., Üstün, N.Ş. ve Pekşen, A. (2018a). The Most Popular Edible Wild Mushrooms in Vezirköprü District of Samsun Province. *Turk. J. Agric.-Food Sci. Techn.*, 6 (2) 189-194.
- Bulam, S., Üstün, N.Ş. ve Pekşen, A. (2018b). Mushroom Foreign Trade of Turkey in the Last Decade. A.Y. Sönmez, S. Bilen, E. Terzi ve A.E. Kadak (Eds.), *International Congress on Engineering and Life Science (ICELIS 2018) Proceeding Book* (pp. 779-784), Kastamonu-Turkey.
- Chadha, M. ve Atri, N.S. (2017). Nutritional and Nutraceutical Characterization of Three Wild Edible Mushrooms from Haryana, India. *Mycosphere*, 8 (8) 1035-1043.
- Cheung, P.C.K. (2008). Nutritional Value and Health Benefits of Mushrooms. P.C.K. Cheung (Ed.), *Mushrooms as Functional Foods*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, pp. 71-111.
- Courtecuisse, R. ve Duhem, B. (1995). *Mushrooms and Toadstools of Britain & Europe*. London: HarperCollins.
- Demirbaş, A. (2001). Concentrations of 21 Metals in 18 Species of Mushrooms Growing in the East Black Sea Region. *Food Chem.*, 75 453-457.
- EFSA. (2017). Dietary Reference Values For Nutrients. Summary Report. *EFSA Supporting Publication*, 2017:e15121. pp. 48, 50.
- EFSA. (2018). Summary of Tolerable Upper Intake Levels-Version 4. Overview on Tolerable Upper Intake Levels as derived by the Scientific Committee on Food (SCF) and the EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). *European Food Safety Authority*, p. 2.
- Falandysz, J., Szymczyk, K., Ichihashi, H., Bielawski, L., Gucia, M., Frankowska, A. ve Yamasaki, S.I. (2001). ICP/MS and ICP/AES Elemental Analysis (38 Elements) of Edible Wild Mushrooms Growing in Poland. *Food Addit. Contam.*, 18 (6) 503-513.
- Falandysz, J. ve Borovicka, J. (2013). Macro and Trace Mineral Constituents and Radionuclides in Mushrooms: Health Benefits and Risks. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 97 477-501.
- FDA. (2013). Guidance For Industry. A Food Labeling Guide. *U.S. Food and Drug Administration*, pp. 127-128.
- Garnweidner, E. (1994). *Mushrooms and Toadstools of Britain & Europe*. London: HarperCollins.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Jeznabadi, E.K., Jafarpour, M. ve Eghbalsaiied, S. (2016). King Oyster Mushroom Production Using Various Sources of Agricultural Wastes in Iran. *Int. J. Recycl. Org. Waste Agric.*, 5 17-24.
- Kalac, P. (2009). Chemical Composition and Nutritional Value of European Species of Wild Growing Mushrooms: A Review. *Food Chem.*, 113 9-16.
- Kalac, P. (2010). Trace Element Contents in European Species of Wild Growing Edible Mushrooms: A Review for the Period 2000–2009. *Food Chem.*, 122 2-15.
- Kalac, P. (2013). A Review of Chemical Composition and Nutritional Value of Wild-Growing and Cultivated Mushrooms. *J. Sci. Food Agric.*, 93 209-218.
- Kalac, P. (2016a). Proximate Composition and Nutrients. Kalac, P. (Ed.), *Edible Mushrooms. Chemical Composition and Nutritional Value*. Academic Press, pp. 7-70.
- Kalac, P. (2016b). Health-Stimulating Compounds and Effects. Kalac, P. (Ed.), *Edible Mushrooms. Chemical Composition and Nutritional Value*. Academic Press, pp. 137-154.
- Kalac, P. (2016c). Introduction. *Edible Mushrooms*. Kalac, P. (Ed.), *Chemical Composition and Nutritional Value*. Academic Press, pp. 1-6.
- Kalac, P. (2019). *Mineral Composition and Radioactivity of Edible Mushrooms*. Academic Press.
- Khaund, P. ve Joshi, S.R. (2015). Functional Nutraceutical Profiling of Wild Edible and Medicinal Mushrooms Consumed by Ethnic Tribes in India. *Int. J. Med. Mushrooms*, 17 (2) 187-917.
- Kibar, B., Akdeniz Duran, H. ve Pekşen, A. (2016). *Pleurotus ostreatus* Yetiştiriciliğinde Katkı Maddesi Olarak Mısır Silajının Kullanımı. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bil. Der. (UTYHBD)*, 2 (1) 10-17.
- Larios-Trujillo, C., Ruan-Soto, F., Herrerias-Diego, Y. ve Blanco-Garcia, A. (2019). Local Knowledge and Economical Significance of Commercialized Wild Edible Mushrooms in the Markets of Uruapan, Michoacan, Mexico. *Econ. Bot.*, 73 (2) 200-216.
- López, E., Prieto, F. ve Canales, M.G. (2016). Mexican Wild Edible Mushrooms are Source of Nutraceutical Compounds. *Acad. J. Microbiol. Res.*, 4 (12) 150-155.
- Mendil, D., Uluözülü, Ö. D., Tüzen, M., Hasdemir, E. ve Sarı, H. (2005). Trace Metal Levels in Mushroom Samples from Ordu, Turkey. *Food Chem.*, 91 463-467.
- NMKL 186. (2007). Trace Elements-As, Cd, Hg, Pb and Other Elements. Determination by ICP-MS after Pressure Digestion. *NMKL-NordVal International*, c/o National Food Institute, Technical University of Denmark Kemitovet, Building 201, DK-2800 Kgs. Lyngby-Denmark.
- Pacioni, G. (1987). *The Macdonald Encyclopedia of Mushrooms and Toadstools*. London: Macdonald and Co Ltd.
- Pekşen, A. ve Küçükumuzlu, B. (2004). Yield Potential and Quality of Some *Pleurotus* Species Grown in Substrates Containing Hazelnut Husk. *Pak. J. Biol. Sci.*, 7 (5) 768-771.
- Pekşen, A., Kibar, B. ve Yakupoğlu, G. (2007). Yenilebilir Bazı *Lactarius* Türlerinin Morfolojik Özelliklerinin, Protein ve Mineral İçeriklerinin Belirlenmesi. *OMÜ Zir. Fak. Der.*, 22 (3) 301-305.
- Pekşen, A., Yakupoglu, G. ve Kibar, B. (2008). Some Chemical Components of *Lactarius pyragalus* from Diverse Locations. *Asian J. Chem.*, 20 (4) 3109-3114.
- Pekşen, A., Bulam, S. ve Üstün, N.Ş. (2016). Edible Wild Mushrooms Sold in Giresun Local Markets. M. Özcanlı, H. Serin and A. Çalık (Eds.). *1st International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2016) Proceedings Book*. (pp. 3358-3362). Adana-Turkey.
- Pekşen, A. ve Kaplan, M. (2017). Ordu İlinin Ekonomik Öneme Sahip Yenilebilen Doğa Mantarları. *Akademik Zir. Der.*, 6 (Özel Sayı) 335-342.
- Phillips, R. (1981). *Mushrooms and Other Fungi of Great Britain & Europe*. London: Pan Books.
- Phillips, R. (2006). *Mushrooms*. London: Pan Macmillan.
- Schmidt, S.J. ve Fontana, Jr, A.J. (2007). Water Activity Values of Select Food Ingredients and Products. G. V. Barbosa-Cánovas, A.J. Fontana, Jr., S.J. Schmidt, T.P. Labuza (Eds.). *Water Activity in Foods. Fundamentals and Applications*. IFT Press and Blackwell Publishing, pp. 407-420.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Sesli, E. (2006). Trace Element Contents of Some Selected Fungi in the Ecosystem of Turkey. *Fresenius Environ. Bull.*, 15 (6) 518-523.
- Sesli, E. (2007). Trace Metal Contents of Higher Fungi from Zigana Highland in Turkey. *Asian J. Chem.*, 19 (1) 636-640.
- Sesli, E. ve Dalman, Ö. (2006). Concentrations of Trace Elements in Fruiting Bodies of Wild Growing Fungi in Rize Province of Turkey. *Asian J. Chem.*, 18 (3) 2179-2184.
- Sesli, E. ve Denchev, C.M. (2014). Checklists of the Myxomycetes, Larger Ascomycetes, and Larger Basidiomycetes in Turkey. 6th edn. *Mycotaxon Checklists Online* (<http://www.mycotaxon.com/resources/checklists/sesli-v106-checklist.pdf>): 1-136.
- Sesli, E. ve Tuzen, M. (2006). Micro- and Macroelement Contents in Fruiting Bodies of Edible Wild Growing Mushrooms in Artvin Province of Turkey. *Asian J. Chem.*, 18 (2) 1423-1429.
- Severoglu, Z., Sumer, S., Yalcin, B., Leblebici, Z. ve Aksoy, A. (2013). Trace Metal Levels in Edible Wild Fungi. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 10 295-304.
- Turfan, N., Pekşen, A., Kibar, B. ve Ünal, S. (2018). Determination of Nutritional and Bioactive Properties in Some Selected Wild Growing and Cultivated Mushrooms from Turkey. *Acta Sci. Pol. Hortorum. Cultus*, 17 (3) 57-72.
- Tuzen, M., Sesli, E. ve Soylak, M. (2007). Trace Element Levels of Mushroom Species from East Black Sea Region of Turkey. *Food Control*, 18 806-810.
- Türkmen, M. ve Budur, D. (2018). Heavy Metal Contaminations in Edible Wild Mushroom Species from Turkey's Black Sea Region. *Food Chem.*, 254 256-259.
- Üstün, N.Ş., Bulam, S. ve Pekşen, A. (2018). The Use of Mushrooms and Their Extracts and Compounds in Functional Foods and Nutraceuticals. A. Türkmen (Ed.), 1. *International Technology Sciences and Design Symposium (ITESDES) Proceeding Book*, (pp. 1205-1222), Giresun-Turkey.
- WHO. (2004). Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition: Report of A Joint FAO/WHO Expert Consultation, Bangkok, Thailand. Second Edition. *WHO Library Cataloguing-in-Publication Data*, pp. 338-339.
- Yıldız, S., Yılmaz, A., Can, Z., Tabbouche, S.A., Kılıç, A.O. ve Sesli, E. (2017). Some Bioactive Properties of Wild and Commercial Mushroom Species. *J. Food Health Sci.*, 3 (4) 161-169.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Geliş(Received) :28/10/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Derleme Makale/Review Article
Doi:10.30708.mantar.638906

Bazı Uygulamaların Mantar Muhafazasında Kullanımı

Melek EKİNCİ^{1*}, Ertan YILDIRIM², Atilla DURSUN³

*Sorumlu yazar: ekincim@atauni.edu.tr

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 25240, Erzurum

¹:Orcid-No: 0000-0002-7604-3803, ekincim@atauni.edu.tr

²: Orcid-No: 0000-0003-3369-0645, ertanyil@atauni.edu.tr

³: Orcid-No: 0000-0002-8475-8534, atilladursun@atauni.edu.tr

Öz: Mantar insan sağlığı açısından önemli besinlerden biri olup, protein, mineral, vitamin vb. içerikleri bakımından tercih edilmektedir. Ayrıca çoğu mantar türleri metabolik özelliklerinden dolayı sağlık açısından değerlendirilmektedir. Mantarlar farklı değerlendirme şekilleri ile sofralarda yer almaktadır. Üretim açısından diğer tarımsal ürünlerden daha az üretilmesine rağmen tüketici talebi fazladır. Mantarların genel itibarıyla hasattan sonra kısa sürede kalitesini kaybetmesi tüketiminin de kısa sürede yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte, gerek üretim sırasında gerekse hasattan sonra yapılan bazı uygulamalar ile mantarların uzun sürede muhafazası mümkün olabilmektedir. Bunlar dışarıdan yapılan kimyasal uygulamalar olduğu gibi, ışınlama ve ambalajlama teknikleri, depolama koşulları vb. uygulamalardır. Bu derleme makalesinde mantar muhafazasında kullanılabilen bazı uygulamalar çeşitli araştırmacıların yaptıkları çalışmalar doğrultusunda verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Mantar, Depolama, Kalite, Muhafaza

Use of some Applications in Mushroom Preservation

Abstract: Mushroom is one of the important nutrients for human health and it is preferred for protein, mineral, vitamin etc. contents. In addition, most mushroom species are considered in health due to their metabolic properties. Mushrooms take place in tables with different forms of evaluation. In terms of production, it is produced less than other agricultural products, but consumer demand is high. In general, mushrooms lose their quality in a short time after harvesting, necessitating their consumption in a short time. However, it is possible to maintain the mushroom over a long period of time with some applications, both during production and after harvest. These are external chemical applications as well as irradiation and packaging techniques, storage conditions, etc. In this review article, some applications that can be used in mushroom preservation are given based on the studies of various researchers.

Key words: Mushroom, Storage, Quality, Preservation

Giriş

Mantarlar içerdikleri tat, aroma, protein, mineral madde ve vitaminlerce zengin olması ve düşük kalorileri açısından insan beslenmesinde önemli olup (Bernas ve ark., 2006; Rai ve Arumuganathan, 2008), tıbbi içerikleri bakımından da sağlık açısından sağladıkları faydalardan dolayı geniş bir kullanım alanına sahiptir. Birçok mantar,

hipokolesterolemik, hipoglisemik ve hipotansif özellikler gibi önemli tıbbi özelliklere sahip olup, ayrıca güçlü antioksidan ve hepatoprotektif özellikleri bulunmaktadır (Rai ve Arumuganathan, 2008). Taze veya işlenmiş olarak yaklaşık 200 mantar türünün tekstür, tat ve aromalarından dolayı tüketildiği belirtilmektedir (Diamantopoulou ve Antonios, 2015).

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Doğadan toplanılan birçok mantar türü tüketimde kullanılırken, yetiştiriciliği yapılan mantar türlerinin başında *Agaricus bisporus* (beyaz şapkalı kültür mantarı) gelmekte; *Lentinula edodes* (*Shiitake*), *Pleurotus spp.* türleri (istiridy mantarı), *Auricularia polytricha* (kara kulak mantarı) ve *Volvariella volvacea* (saman mantarı) en fazla yetiştirilen mantar türleri arasında yer almaktadır (Diamantopoulou ve Antonios, 2015; Rai ve Arumuganathan, 2008).

Mantarlarda hasat sonrası kayıpların oldukça fazla olması, hasattan sonra da büyümeye devam etmesi, solunum, olgunlaşma ve yaşlanmayla birlikte ağırlık azalması, şapka açılması, kahverengileşme, solgunluk, çürüme, bozulma vb. meydana gelmektedir. Bozulmalar mantar türlerine göre değişmekle birlikte büyük bir kısmı nem olan (%85-90) mantarlarda ağırlık kayıpları ekonomik anlamda da önemli olmakta, hasat sonrası meydana gelen olumsuzluklar sonuçta mantarda besin ve tıbbi içeriklerinin de değişmesine neden olmaktadır (Martine ve ark., 2000; Rai ve Arumuganathan, 2008).

Taze mantarların kolay bozulması, talebin fazla olduğu zamanlarda temin edilmesini güçleştirmekte bu nedenle mantarların değerlendirilmesinde ve muhafazasında farklı işlemlerin yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Tüketici taleplerini karşılamak amacıyla ham madde olarak kullanılan mantarlar çeşitli endüstri kollarının da faaliyet alanına girmiştir. Hasat sonrası taze mantarlar için uygun paketleme ve depolama, uzun süre depolama için işleme en önemli aşamalarıdır. Dondurulmuş, kurutulmuş, salamura edilmiş, dilimlenmiş, toz, konsantre veya ekstraktı yapılmış olarak mantarlar çeşitli işlemlere tabi tutulmaktadır (Bernas ve ark., 2006).

Araştırmacılar mantar üretim tekniklerinin yanı sıra hasat sonrası mantar muhafazasının uzun süreli olması adına da çalışmalar yapmaktadırlar. Bu çalışmalarda uygun depolama koşullarının oluşturulması, paketleme ve ambalajlamada farklı teknik ve materyallerin kullanılması, hasat öncesi veya hasat sonrası yapılan bazı uygulamalar ile mantar dayanım süresinin artırılması veya dilimleme, kurutma gibi işlemlerde farklı uygulamaların kullanılması gibi konular yer almaktadır. Bu derleme çalışmasında son yıllarda mantar muhafazasında kullanılan veya kullanılabilecek olan çeşitli teknik, yöntem ve malzemeler daha önce farklı araştırmacıların yapmış oldukları çalışma sonuçları doğrultusunda verilmiştir.

Mantarlarda Kullanılan Muhafaza Uygulamaları

1. Soğukta Muhafaza

Mantarların soğukta muhafaza edilmesinde soğutma ve dondurma işlemleri esas alınır. Evlerde veya ticari soğutucularda 4-7°C'de yapılan bekletme, esasında daha düşük derecelerdeki (-1 ile -4°C) depolama ile yapılması uygun olmaktadır. Dondurma işlemi ise -18°C'nin altındaki sıcaklıkta yapılmakta, böylece ürün günlerce, haftalarca hatta aylarca korunabilmektedir (Rai ve Arumuganathan, 2008). Bununla birlikte araştırmacılar mantarda en iyi depolamanın genellikle 0-2°C ve %90 nemin olduğu şartlar olduğunu belirtmiştir (Beelman ve ark., 1973; Minato ve ark., 1999; Bernas ve ark., 2006).

Düşük sıcaklık ile ağırlık kayıplarının, renk bozulmalarının vb. daha az olduğu bilinmektedir. Sıcaklık artışı ile mantarda depolama süresinin daha kısa olduğu belirlenmiştir (Diamantopoulou ve Philippoussis, 2015; Jiang, 2013; Xu ve ark., 2016; Zhang ve ark., 2018). *Pleurotus sajor-caju* mantarında 4°C'deki buzdolabı ortamında bekletmenin iki haftadan daha az sürede olması ile mantarın besin değerinin korunabileceği, bekletme süresinin artması ile besin içeriği ve besin olmayan bileşiklerde önemli azalmalar meydana geldiği belirtilmiştir (Adebiyi, 2019).

Ayrıca, vakumlu soğutma, mantar muhafazasında kullanılan hızlı bir soğutma tekniğidir. Üründen nemin buharlaşması ile sağlanır. Basıncı düşük bir sıcaklıkta su kaynama gerçekleştirdiği noktaya düşürülür ve buharlaşma sağlanır. Vakumla soğutma hızlı bir tekniktir ve mantarları bir yığın içinde eşit olarak soğutur (Tambunan ve ark., 1994; McDonald ve Sun, 2000). Vakumla soğutma ile 5°C'ye soğutulan mantarlarda, enzim aktivitesinde artış olduğu, mantar sertliğini koruyarak ve kararmanın daha az olmasını sağlayarak mantarda raf ömrünü uzattığı belirlenmiştir (Tao ve ark., 2007). He ve ark. (2013), vakum soğutma ile mantar sıcaklığını 25 dakika içinde 25 °C'den 2.4 °C'ye düşürdükten sonra 1±0.5°C'de %85-95 nemde depolamışlar ve sonuçta vakum soğutma ile mantar sertliğinin kontrole göre fazla olduğunu, vakum soğutmanın kalite açısından önemli olabileceğini vurgulamışlardır.

2. Depolama ve Modifiye Atmosferli Paketleme

Mantar muhafazasında kontrollü atmosfer depolama ve değiştirilmiş atmosfer paketleme şeklinde uygulanan modifiye atmosfer uygulamaların önemli

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



etkileri olmaktadır. Kontrollü atmosferli depolamada depolama süresince kontrol edilen ürünün doğal solunum veya yapay yollarla oluşturulan düşük O₂ ve/veya yüksek CO₂ atmosferinde depolanması işlemidir (Thompson ve ark., 2018). Kontrollü atmosfer depolamada, ürün, depo boyunca sabit tutulan atmosferik bir kompozisyon altında soğuk depolarda saklanırken, modifiye atmosfer paketlenme (MAP) sırasında, taze ürünler genellikle polimerik film torbalarında paketlenir (Ares ve ark., 2007). Özellikle modifiye atmosferli paketlenme (MAP) işlemleri taze mantar muhafazasında etkili olmuştur. Raf ömrünün uzaması, ürünü çevreleyen atmosferde düşük O₂ ve yüksek CO₂ konsantrasyonuna bağlı olarak, solunum hızının düşmesi ve mikrobiyal gelişiminin engellenmesi ile sağlanmaktadır (Farber ve ark., 2003). MAP ürünün solunum oranını, mikrobiyal büyümeyi ve fizyolojik bozulmaları azaltmak için uygun bir atmosfer sağlayarak, normal hava bileşiminin değiştirilmesine, kalitesinin korunmasına ve raf ömrünün artmasına neden olmaktadır (Ares ve ark., 2007).

Nem kayıplarının azaltıldığı, O₂ ve CO₂ miktarının kontrol altında tutulduğu işlemde mantar türüne, O₂ ve CO₂ miktarına göre farklı sürelerde muhafaza sağlayabilmektedir. *Agaricus bisporus*'da modifiye atmosferli paketlenmede (%2.5 CO₂ ve %10-20 O₂) görünüşü koruduğu ve bakteri sayısını azalttığı (Simon ve ark., 2005), %26 CO₂ içeren modifiye atmosferli paketlenmede ağırlık kayıplarının azaldığı (Roy ve ark., 1995) belirlenmiştir. Modifiye atmosfer altında (%15 O₂, %5 CO₂ ve %80 N₂) paketlenmiş *Agaricus bisporus*'da 4°C'de 22 güne kadar kalitenin korunarak depolama sağlanabilmektedir (Gholami ve ark., 2017). Çavuşoğlu (2018) *Agaricus bisporus*'da 20 gün süre ile 4°C'de ve %90-95 oransal nem içeren ortamda MAP ve streç film ile paketlenmenin etkisini araştırmış, bu süre boyunca mantarın iyi bir şekilde depolanabildiğini, ağırlık kaybının MAP ile daha az olduğunu, renk değerleri, titre edilebilir asitlik ve solunum açısından ise streç film uygulamasının daha iyi sonuç verdiğini tespit etmiştir.

Pleurotus mantarında 4°C'de 15 kPa O₂+ 5 kPa CO₂ şeklindeki modifiye atmosferli paketlenmenin 7 günlük bir depolamada kaliteyi koruduğu belirlenmiştir (Villaescusa ve Gil, 2003). Ayrıca, *Pleurotus* mantarında 4°C'de 1kPa O₂+5kPa CO₂ MAP ortamında 14 gün (Popa ve ark., 1999), 1°C'de 1 kPa O₂+30 kPa CO₂ MAP ortamında 10 gün (Henze, 1989) etkili bir depolama sağladığı belirtilmiştir.

Shiitake (*Lentinus edodes*) mantarında %40 CO₂ ve %1 O₂ içeren atmosfer kontrollü depolanmanın raf ömrünü normal depolamaya göre 4 kat uzattığı belirlenmiştir (Minamide ve ark., 1980). Antmann ve ark. (2008) shiitake mantarında yaptıkları çalışmada %15 ve %25 O₂ ortamında delikli polietilen paketlemenin 6 günlük bir depolamada bozulma oranını azaltmada faydalı olduğunu belirlemişlerdir. Shiitake mantarında 4°C'de MAP'nin muhafaza ömrünü 17 güne kadar uzatabildiği, CO₂ konsantrasyonunun hasat sonrası kaliteyi etkilediği belirlenmiştir (Ye ve ark., 2012).

Bununla birlikte MAP uygulamalarında ortamdaki O₂ ve CO₂ oranının iyi belirlenmesi gerekmektedir, aksi halde uygun olmayan modifiye edilmiş atmosfer koşullarının etkisiz olabileceği veya ürünün raf ömrünü kısaltacağı belirtilmektedir (Ares ve ark., 2007).

Dinamik kontrollü atmosfer depolama (DCA) kapı veya duvarlarından gaz sızıntısı olan depolarda bekletilen ürünlerdeki solunum metabolik aktivitesinden dolayı gaz karışımının sürekli değişeceği bir ortam olarak tanımlanmaktadır (Thompson ve ark., 2018). Kontrollü atmosfer ile karşılaştırıldığında DCA ürünlerin ortam gazını periyodik olarak değiştiren bir uygulamadır (Sun ve ark., 2018). *Agaricus bisporus*'da yüksek O₂ dinamik kontrollü atmosfer (HO-DCA) altında yapılan çalışmada, mantarlar 3 gün boyunca %100 O₂, %80 O₂ +%20 CO₂, %100 O₂ ortamda depolanmış, sonra 2±1°C'de %80 O₂ +%20 CO₂ işlemine aktarılmıştır. Çalışmada HO-DCA uygulamasının yüksek ATP seviyesini sürdürdüğü, depolama süresince mantar kalitesini koruyarak 28 güne kadar depolama süresini uzatabildiği belirlenmiştir (Li ve ark., 2017). Benzer olarak, Sun ve ark. (2018) *Agaricus bisporus*'da 2±1°C'de (2, 3, 4 ve 5. günler) %100 O₂, %90 O₂ +%10 CO₂, %80 O₂ +%20 CO₂, %70 O₂ +%30 CO₂ şeklinde yapılan DCA uygulamasının göreceli olarak beyaz mantar kalitesini koruduğu, depolama süresinin 28 güne kadar uzayabildiğini belirtmişlerdir.

Yüksek oksijen ortamında 3-5 gün depolanan *Agaricus bisporus*'un daha sonra MAP ile paketlenmesi ve 3±0.5 °C ve 20±0.5 °C'de tutulduğu çalışmada, 3 gün yüksek oksijen (%80 O₂) atmosfer uygulamasından sonra 3±0.5 °C'de mantar kalitesinin korunduğu, 20±0.5°C'de bozulmaya başladığı belirtilmiştir (Wang ve ark., 2017).

DCA depolama kaliteyi artırmak ve ürünlerde fizyolojik bozuklukların gelişimini önlemek amacıyla depolama süresince optimum koşulların sağlanması esasına dayanmakta olup, özel ekipmanlara ihtiyaç

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



duyulmakta ve uygun koşulların tespit edilmesinde sıkıntılar yaşanabilmektedir (Li ve ark., 2017).

3. Kimyasal Uygulamalar

Mantar muhafazasında gerek yetiştiricilik sırasında gerekse hasat sonrası yapılan bazı uygulamalar ile depolama süresinde uzama sağlanabilmektedir. Bunlardan biri de mantarların hasat sonrası bazı kimyasal solüsyonları ile muamele edilmesidir. Mantarların sitrik asit, etilendiamintetraasetik asit (EDTA), hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit vb. ile yıkanması bunlardan bazılarıdır. Araştırmacılar hidrojen peroksit, sitrik asit (Brennan ve ark., 2000; Jafri ve ark., 2013; Khan ve ark., 2015), metil jasmonat (Meng ve ark., 2012), uçucu yağlar (Gao ve ark., 2014), sodyum metabisüfit (Brennan ve ark., 1999), aljinat (Jiang ve ark., 2013), natamisin (Jiang, 2012), 4-metoksi sinamik asit (Hu ve ark., 2015), yüksek basınçlı argon ve ultrason (Lagnika ve ark., 2013), glisin betain (Wang ve ark., 2015) ve $CaCl_2$ 'ün (Kuyper ve ark., 1993; Jafri ve ark., 2013; Khan ve ark., 2015) mantar muhafazasında önemli etkiler sağladığını belirlemiştir.

Sitrik asit, pH'ı düşürme etkisi ve sinerjik antioksidan etkisinden dolayı gıdalarda koruyucu olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Martine ve ark., 2000). Bütün taze *Agaricus bisporus* mantarının, sitrik asit veya hidrojen peroksit çözeltileri içerisinde 10 dakika bekletilip dilimlenmesi ile 4-19°C arasındaki sıcaklıklarda bekletilmesi ile *Pseudomonas* bakteri sayısını azalttığı, raf ömrünü yaklaşık %50 artırdığı, sitrik asit işleminin dilimlenmiş mantarların duyuşal özellikleri üzerinde zararlı bir etkiye neden olmadığı belirtilmiştir (Brennan ve ark., 2000).

Shiitake (*Lentinus edodes*) mantarında aljinat/nano-Ag kaplama malzemesinin $4\pm 1^\circ C$ de mantarın fizikokimyasal ve duyuşal kalite özellikleri üzerine faydalı olduğu, 16 günlük bir depolama sonunda ağırlık kaybı, yumuşama ve kararmanın önlediği, mikrobiyal gelişimin önlediği tespit edilmiştir. Ayrıca mantarda indirgen şeker, toplam şeker, çözünebilir kuru madde miktarı ve elektrolit sızıntı oranının arttığı belirlenmiş ve aljinat/nano-Ag malzemenin mantar raf ömrünü uzatmak ve muhafaza kalitesini korumada etkili olduğu belirlenmiştir (Jiang ve ark., 2013).

Toksik olmayan yapısı, antioksidan ve antibakteriyel aktivitesi, film oluşturma özelliği, biyo-uyumluluk ve biyo-bozunurluğundan dolayı, kitosan doğal bir besin katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Majeti ve

Ravi, 2000). Jiang ve ark. (2012), kitosan, glikoz ve kitosan-glikoz kompleksi (CGC)'nin, $4\pm 1^\circ C$ 'de 16 gün boyunca depolanan shiitake (*Lentinus edodes*) mantarının mikrobiyal ve hasat sonrası kalitesine etkisini araştırmışlardır. CGC uygulamasının doku sertliğini koruduğu, solunum hızındaki artışı engellediği, kontrole göre mikroorganizma sayısında azalma sağladığı belirtilmiştir. CGC kaplamanın shiitake mantar kalitesini korumak ve hasat sonrası ömrünü uzatmak için etkili olduğu ifade edilmiştir.

Kitosan-yağ kaplamanın, 16 gün boyunca $4\pm 1^\circ C$ 'de saklanan shiitake mantarlarında doku sertliğini koruduğu, solunum hızını arttırdığı, maya, küf ve *pseudomonas* gibi mikroorganizma sayısını azalttığı, depolama süresi boyunca shiitake mantar kalitesini korumak ve hasat sonrası ömrünü uzatmak için kullanılabileceği belirtilmektedir (Jiang ve ark., 2011).

Protokatejik asit aşılınmış kitozan solüsyonu kaplama *Pleurotus eryngii* mantarında 15 günlük bir depolama sonunda sadece kitozan kaplama yapılan ve hiç bir uygulama yapılmayan (kontrol) uygulamaları içinden en yüksek sertliği ve en düşük ağırlık kaybını, kararmanın derecesini, solunum hızını, malondialdehit içeriğini, elektrolit sızıntı oranını, süperoksit anyon üretim hızını ve hidrojen peroksit içeriğini vermiştir (Liu ve ark., 2016).

Hasat sonrası *Agaricus bisporus*'da yapılan metil jasmonat uygulamaları ile de yüksek seviyede çözülebilir protein ve toplam şekerin korunduğu, kararmanın engellendiği, fenolik ve flavonoidlerin biriktiği ve solunum hızı ve zar sızıntısının artmasını inhibe ettiği ve mantar kalitesini korumada etkili olduğu belirlenmiştir (Meng ve ark., 2012).

Glisin betain (GB) de çok işlevsel ve güvenli bir yapıda olup, son yıllarda besin katkı maddesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yapılan bir diğer çalışmada da, GB uygulaması yapılan *Agaricus bisporus* mantarı 12 gün düşük sıcaklıkta ($2^\circ C$) depolanmış, GB uygulamasının ağırlık kaybını azalttığı, solunum oranını koruduğu, şapka açılması ve kahverengileşmeyi azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca uygulamaların antioksidan enzim aktivitesini arttırdığı ve GB ile mantarda depo ömrünün uzatılabildiği belirtilmiştir (Wang ve ark., 2015).

Agaricus bisporus mantarında hasat sonrasında kararmanın önlenmesi için farklı dozlarda uygulanan salisilik asit uygulamalarının etkisi $4^\circ C$ 'de 21 gün sonra belirlenmiştir. Salisilik asit uygulamasının antioksidan

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



aktivitesini ve fenollerin birikimini artırdığı ve hücre zarı bütünlüğünü koruyarak mantar şapkasında hasat sonrası kararmanın azaltılmasında faydalı olduğu belirtilmiştir (Dokhanieh ve Aghdam, 2016).

Agaricus bisporus yetiştiriciliğinde $CaCl_2$ ile sulamanın kahverengileşmeyi azaltarak raf ömründe ($4^{\circ}C$ 'de 8 gün) belirgin bir iyileşme sağladığı belirtilmektedir (Kukura ve ark., 1998; Philippoussis ve ark., 2001). Yapılan bir diğer çalışmada, *Agaricus bisporus* yetiştiriciliğinde sulama suyuna %0.1 ve %0.5 $CaCl_2$ eklenmiş, hasat edilen mantarlar, üzerine film sarılmış ambalajlarda $13^{\circ}C$ 'de bekletilmiştir. Düşük konsantrasyonda $CaCl_2$ 'ün hasat sonrası raf ömrü üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı fakat daha yüksek konsantrasyonda (%0.5) $CaCl_2$ 'ün raf ömrünü artırdığı, hasat sonrası bakteri üremesi ve kararmanın azaldığı belirlenmiştir (Barden ve ark., 1990).

Agaricus bisporus'da Na_2 EDTA, $CaCl_2$ ve sitrik asit ile iyi bir sertlik ve renk koruması sağladığı ve depolama sırasında daha az ağırlık kaybına neden olduğu, ayrıca antioksidan enzim aktivitesi ve çözünebilir protein içeriğinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Khan ve ark., 2014).

Mantar muhafazasında kombine uygulamalarda kullanılabilir. Bunlardan biri modifiye atmosferli paketleme veya depolama ile kimyasal uygulamaların birlikte kullanılmasıdır. Nitekim, yapılan bir çalışmada istiridye mantarlarının fizikokimyasal özelliklerini geliştirmek için üç koruma tekniği, kimyasal işlem, MAP ve düşük sıcaklık depolaması kullanılmıştır. Mantarlar sorbitol, sitrik asit ve $CaCl_2$ çözeltisi ile muamele edilmiş, kimyasal olarak işlenmiş mantarlar iki farklı gaz bileşimi altında tutulmuştur. Mantarların fiziko-kimyasal, dokusal ve duyuşal özellikleri $4^{\circ}C$ 'de depolama sırasında 25 gün boyunca incelenmiştir. Araştırmacılar kimyasal muamelenin ardından %10 O_2 ve %5 CO_2 kullanılarak modifiye atmosferde paketlemenin kaliteyi koruduğunu, daha yüksek duyuşal özellikte olduğunu belirlemiştir (Jafri ve ark., 2013).

Modifiye atmosferli paketleme ve kalsiyum hipoklorit uygulamasının birlikte kullanılması ile de mantarda renk değişimi ve mikrobiyal gelişimde önemli etkiler sağlanarak depolamayı etkilediği belirlenmiştir (Kuyper ve ark., 1993). Ayrıca, diğer bir çalışmada da, hasat sonrasında sitokinin uygulaması (0, 5, 10 ve 15 ppm) yapılmış *Agaricus bisporus* mantarının modifiye atmosferli depoda ve açıkta, streç flim ve polietilen

torbalarda $0^{\circ}C$ 'de %90-95 nemde 9 gün depolanmasının ardından, modifiye atmosferli depolamanın ağırlık kaybı, renk, C vitamini kaybı, fenolik bileşikler ve enzim aktivitesi azalması bakımından açıkta bekletilenlere göre daha iyi sonuç verdiği, yapılan sitokinin uygulamalarının önemli etkiler sağladığı ve polietilen ve streç kaplama ile 9 gün boyunca mantar muhafazasında başarılı sonuçlar alındığı belirlenmiştir (Gökçenay ve Çavuşoğlu, 2018).

Yüksek basınçlı argon (H), ultrason (U) ve bunların kombinasyonunun *Agaricus bisporus*'da fiziko-kimyasal özellikleri üzerindeki etkileri $4^{\circ}C$ 'de depolamada 9 gün boyunca araştırılmış, H uygulamasının daha az ağırlık kaybı ve solunum oranı sağladığı, U uygulamasında daha düşük polifenol oksidaz aktivitesinin olduğu, antioksidan kapasitede artış sağladığı, mantar renk değişiminde etkili olduğu rapor edilmiştir (Lagnika ve ark., 2013).

4. Işın Uygulamaları

Mantarlarda hasat sonrası mikrobiyolojik bozulmayı önlemek amacıyla UV-C, gama ışın uygulaması gibi uygulamalar da yapılmaktadır. Işın uygulamaları ile mantarda mikrobiyal bozulmanın geciktiği, biyokimyasal içeriğinin korunduğu ve böylece muhafaza süresinin uzadığı belirlenmiştir. Düşük dozlardaki UV-C, meyve ve sebzelerde raf ömrünün uzaması veya sağlık içeriğinin artması gibi çeşitli yararlı etkilere yol açabilen bazı olumlu reaksiyonları tetikleyebildiği ve bileşenleri teşvik ettiği belirtilmektedir (Riberio ve ark., 2012).

Özellikle mantarda D vitamini açısından UV ışık uygulamasının önemli etki sağladığı, güneş ışığına maruz kalmayan mantarlarda UV uygulaması ile D vitamini içeriğinin güneş ışığına maruz kalan mantar ile eşdeğer olduğu ve mantarda D vitamini üretimi için UV ışık teknolojisinin uygulanmasının uygun ve güvenli olduğu belirtilmiştir (Simon ve ark., 2013).

Beyaz ve kahverengi düğme mantarlarının (*Agaricus bisporus*) farklı bölümlerinde UV-C işleminin (0.5, 1.0 ve 2.0 kJ/m^2) ve soğukta depolanmasının ergosterol ve D2 vitamini içeriği üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, UV-C uygulamasının iki mantarın gövdelerindeki ergosterol içeriğini önemli ölçüde etkilemediği, ancak ergosterol içeriğinin 14 günlük soğuk hava deposu sırasında önemli ölçüde arttığı, D2 vitamini içeriğinin UV-C dozu arttıkça belirgin şekilde arttığı ve 2.0 kJ / m^2 UV-C uygulamasının en iyi sonucu verdiği ileri sürülmüştür (Guan ve ark., 2016). Benzer

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



olarak, depolama sırasında UV-B ışın uygulamasının portabella mantarlarının D2 oluşumu üzerine etkileri araştırılmış ve yoğunluğa bağlı olarak depolanan mantarda önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Roberts ve ark., 2008).

Shiitake mantarında farklı dozlardaki UV-C uygulamasının depolama sırasında etkilerinin incelendiği çalışmada, UV-C uygulamasının mantarda sıklığı ve malondialdehit (MDA) içeriği artırdığı, şeker ve C vitamini içeriğindeki azalmayı geciktirdiği, flavonoid sentezini ve birikimini desteklediğini ve bu nedenle daha iyi kalite sağlayarak shiitake mantarlarının raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir (Tianjia ve ark., 2010).

Mantar başta olmak üzere bazı bahçe bitkileri ürünlerinin hasat sonrası ömrünü uzatmada düşük dozlu gama ışın uygulamasının etkili olduğu belirtilmiştir (Gautam ve ark.,1998; Kamat, ve ark., 2005; Xiong ve ark., 2009).

Yapılan bir çalışmada, shiitake (*Lentinula edodes*) mantarı farklı dozlarda gama ışınlarına (1.0, 1.5 ve 2.0 kGy) maruz bırakılmış, 20 gün 4°C'de muhafaza edilmiştir. Yapılan uygulamalardan 1.0 kGy'nin en yüksek sıklığa, daha az çözünür proteine, daha yüksek toplam şeker içeriğine ve düşük MDA birikimini sağlamış, ayrıca, 1.0 kGy fenolik bileşiklerin birikimini artırmış ve depolama sırasında daha yüksek antioksidan kapasitesi sağlamıştır. Daha yüksek dozda (2.0 kGy) gama ışın uygulamasının daha yüksek bir mikrobiyal azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar gama ışın uygulaması ile mantar duysal bozulmasının geciktiği, gama ışınlamanın MAP ile birlikte uygulanması ile shiitake mantarının 4°C'de depolama ömrünün 20 güne kadar uzayabildiği belirlenmiştir (Jiang ve ark., 2010).

Gama ışın uygulamasının, solunum hızını düşürmede ve *Agaricus bisporus* mantarlarının kararmasını geciktirmede etkili olduğu (Benoit ve ark., 2000), ayrıca, protein, amino asit, karbonhidrat ve C vitamini içeriğini etkilemeden *Pleurotus sajor-caju* (Roy ve ark., 2000)'un ömrünü uzattığı belirlenmiştir.

Yaqovob ve ark. (2013), *Agaricus bisporus*'da farklı dozlarda gama ışınlarının raf ömrü ve hasat sonrası fizyolojisi üzerine etkilerini araştırmışlar ve uygulamaların mantarda antioksidan kapasitesi, C vitamini içeriği, protein içeriği, renk ve ağırlık kayıpları üzerine önemli etkilerinin olduğunu, uygulamaların besin kalitesini artırdığı, gama ışın uygulamasının *Agaricus bisporus*'da hasat sonrası kalite kaybını azaltmada faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

Gama ışınlarının *Agaricus bisporus*'da depolama sırasında ağırlık kayıplarını azalttığı, kararma ve küflenmeyi önlediği, şapka açılmasını geciktirdiği saptanmıştır (Wani ve ark., 2009). Yapılan diğer bir çalışmada da, 4.8 Jcm² dozlarında titreşimli ışık uygulamasının, taze kesilmiş mantarların raf ömrünü, doku ve antioksidan özelliklerini önemli ölçüde etkilemeden uzatabileceği tespit edilmiştir (Oms-Oliu ve ark., 2010).

Paketlenmiş *Agaricus bisporus*'da gama ışın uygulaması yapılarak 10±2°C'de ve %94±6 bağıl nemde tutulmuş, depolamadan sonra, mantarlar hem çiğ hem de pişirilerek kalite değerlendirmelerine tabi tutulmuştur. Işınlama yapılan mantarların daha uzun raf ömrüne sahip olduğu, daha az kararma olduğu ve şapka açılmasında gecikme olduğu belirlenmiştir (Lescano, 1994).

5. İşleme ve Paketleme Uygulamaları

Ambalajlama ile mantarın fiziko-kimyasal ve duysal kalitesinde minimum değişikliklerle bozulma geciktirilebilmektedir. Mantar endüstrisinde mantarların muhafaza ömrünü uzatmak için farklı paketleme yöntemleri de kullanılmaya başlanmıştır. Polietilen film ambalaj malzemeler çokça kullanılmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda farklı ambalaj malzemeleri üzerinde çalışılmaktadır. Bunlardan biri nano malzemelerdir. Yapılan bir çalışmada, *Flammulina velutipes* mantarında nano-Ag, nano-TiO₂ ve nano-SiO₂ kaplı ambalaj malzemelerinin polietilen malzemeye göre 14 günlük bir depolama sonunda mantar ağırlık kaybını, şapka açılmasını, sap uzamasını ve solunumu önemli ölçüde azalttığı, mantarda C vitamini ve toplam proteini artırarak raf ömrünü uzatmada etkili olabileceği ifade edilmiştir (Donglu ve ark., 2016).

Boletus edulis mantarında 4°C'de depolamada poli (laktik asit) katkılı biyo-bozunur film paketlemenin hasat sonrası 18 güne kadar mantar kalitesini koruduğu ve mantar muhafazasında etkili olduğu belirtilmiştir (Han ve ark., 2015).

Liu ve ark. (2019), *Agaricus bisporus*'da kitozan katkılı gallik asit film paketleme ile soğukta muhafaza edilmesinin polietilen film ambalaja göre solunum oranını düşürdüğü, kahverengileşmeyi azalttığı, antioksidan aktivitesini artırdığı ve hasat sonrası mantar kalitesini koruduğunu belirlemişlerdir.

Mantarlar sadece taze veya bütün olarak muhafaza edilmeyip, dilimleme, kurutma gibi ön işlemlerden

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



geçirilerek de muhafaza edilmektedir. Kurutma, mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal stabiliteyi belirli bir seviyelere kadar korumak için ürünün su aktivitesini düşürme şeklinde yapılan klasik bir gıda koruma yöntemidir. *Pleurotus ostreatus* mantarında dilimlenen mantarın 5 dakika boyunca %5 ve %10'luk tuz çözeltilerinde daldırdıktan sonra güneş, solar ve fırın kurutma işlemleri yapılmış, ozmotik ön işlemler ile kurutulmuş mantar örneklerinin bileşiminin önemli ölçüde etkilediği, protein içeriğinin arttığı, yağ oranının düştüğü belirlenmiştir (Tolera ve Abera, 2017). Ayrıca mantarların konserve, turşu vb. işlemler ile de uzun süre muhafazası mümkün olmaktadır.

Sonuç

Mantarlar uzun yıllardan beri insan beslenmesinde kullanıldığı gibi, alternatif olarak da farklı kullanım alanları içerisinde yer almaktadır. Özellikle beslenme amaçlı kullanılan mantarlarda muhafaza ömrü çok kısa olup, daha uzun süreli muhafaza sağlamak için birçok uygulama kullanılmaktadır. Taze olarak muhafazası daha çok tercih edilen mantarda, kurutma, konserve gibi geleneksel muhafaza yöntemleri de çokça kullanılmaktadır. Son yıllarda ise kolay uygulanabilen, ucuz, daha uzun sürede etkili olan ve en önemlisi mantar bileşimi ve kalitesini koruyan uygulamalar üzerinde durulmaktadır. Bu uygulamalar tek başlarına veya

kombineli olarak yapılan uygulamalardır. Soğukta muhafazanın tek başına yeterli olmadığı belirli bir süre sonra mantarda kalite kayıplarının olabildiği belirtilmiş, oksijen ve karbondioksitin kontrol edildiği modifiye atmosferli depolamalar daha çok tercih edilir olmuştur. Araştırmacılar bununla da yetinmeyip paketlemede modifiye atmosferli uygulamayı esas almışlardır. Ayrıca mantar yetiştiriciliği sırasında özellikle *Agaricus bisporus* mantarında $CaCl_2$ gibi sulamalar ile mantarda meydana gelebilecek kararmaların önüne geçilebilmiştir. Bazı düşük dozdaki kimyasal uygulamalar ile de mantarlarda kalite korunarak muhafaza süresinde artış elde edilmiş, son teknoloji imkanlarından da faydalanılarak ışınlama uygulamaları ve nanoteknolojik uygulamalar da mantar muhafazasında yerini almıştır.

Mantarlarda hasattan sonra çok kısa sürede (3-4 gün) meydana gelen bozulmaların önüne geçebilmek için yapılan çalışmalarda kısa sürede (8 gün) (örneğin $CaCl_2$ ile sulama uygulaması) etki sağlayan uygulamalar yapılabildiği gibi, dinamik kontrollü atmosfer depolama gibi sistemlerle 28 gün gibi daha uzun süre muhafaza gerçekleştirilebilmektedir. Mantar depo ömrünü uzatmak için yapılan uygulamalar ve kullanılan yöntemler gelişen teknoloji ve araştırmacıların daha kaliteli ve sağlıklı ürün muhafazası adına çabalarından dolayı daha da devam edeceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Adebiyi, A. (2019). Effect of Refrigeration on the Nutritional and Anti-nutritional Composition of An Edible Mushroom *Pleurotus sajor-caju* Consumed in Nigeria. *J. Adv. Food Sci. Technol.*, 26-31.
- Antmann, G., Ares, G., Lema, P. ve Lareo, C. (2008). Influence of Modified Atmosphere Packaging on Sensory Quality of Shiitake Mushrooms. *Postharvest Biol. Technol.*, 49 164-170.
- Ares, G., Lareo, C. ve Lema, P. (2007). Modified Atmosphere Packaging for Postharvest Storage of Mushrooms. A Review. *Fresh Produce Global Science Books 1 (1)* 32-40.
- Barden, C., L., Beelman, R.B., Bartley, C.E. ve Scisler, L.C. (1990). The Effect of Calcium Chloride Added to the Irrigation Water on Quality and Shelf Life of Harvested Mushrooms. *J. Food Protec.*, 53 (9) 759-762.
- Beelman, R.B., Kuhn, G.D. ve McArdle, F.J. (1973). Influence of Post-harvest Storage and Soaking on Yield and Quality of Canned Mushrooms. *J. Food Sci.*, 38 (6) 951-953.
- Benoit, M. A., D' Aprano, G. ve Lacroix, M. (2000). Effects of Gamma Irradiation on Phenylalanine Ammonia-lyase Activity, Total Phenolic Content and Respiration of Mushrooms (*Agaricus bisporus*). *J. Agric. Food Chem.*, 48 6312-6316.
- Bernas, E., Jaworska, G. ve Kmiecik, W. (2006). Storage and Processing of Edible Mushrooms. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 5 (2) 5-23.
- Brennan, M., Le Port, G., Pulvirenti, A. ve Gormley, R. (1999). The Effect of Sodium Metabisulphite on the Whiteness and Keeping Quality of Sliced Mushrooms. *Food Sci. Technol.*, 32 460-463.
- Brennan, M., Le Port, G. ve Gormley, R. (2000). Post-harvest Treatment with Citric Acid or Hydrogen Peroxide to Extend the Shelf Life of Fresh Sliced Mushrooms. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 33 285-289.
- Çavuşoğlu, Ş. (2018). Modifiye Atmosfer ve Metil Jasmonat Uygulamalarının *Agaricus bisporus*'un Hasat Sonrası Kalite ve Muhafaza Ömrüne Etkileri. *Mantar Der.*, 9 (2) 206-218.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Diamantopoulou, P.A. ve Antonios, P.N. (2015). Cultivated Mushrooms: Preservation and Processing. *Handbook of Vegetable Preservation and Processing*, Capter 22 495-525.
- Dokhanieh, A.Y. ve Aghdam, M.S. (2016). Postharvest Browning Alleviation of *Agaricus bisporus* using Salicylic Acid Treatment. *Scientia Horti.*, 207 146-151.
- Donglu, F., Wenjian, Y., Kimatu, B.M., Mariga, A.M., Liyan, Z., Xinxin, A. ve Qihui, H. (2016). Effect of Nanocomposite-based Packaging on Storage Stability of Mushrooms (*Flammulina velutipes*). *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 33 489-497.
- Farber, J.N., Harris, L.J., Parish, M.E., Beuchat, L.R., Suslow, T.V., Gorney, J.R., Garrett, E.H. ve Busta, F.F. (2003). Microbiological Safety of Controlled and Modified Atmosphere Packaging of Fresh and Fresh-cut Produce. *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, 2 142-160.
- Gao, M., Feng, L., ve Jiang, T. (2014). Browning Inhibition and Quality Preservation of Button Mushroom (*Agaricus bisporus*) by Essential Oils Fumigation Treatment. *Food Chem.*, 149 107-113.
- Gautam, S., Sharma, A. ve Thomas, P. (1998). Gamma Irradiation Effect on Shelf-life, Texture, Polyphenol Oxidase and Microflora of Mushroom (*Agaricus bisporus*). *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 49 5-10.
- Gholami, R., Ahmadi, E. ve Farris, S. (2017). Shelf Life Extension of White Mushrooms (*Agaricus bisporus*) by Low Temperatures Conditioning, Modified Atmosphere and Nanocomposite Packaging Material. *Food Packaging and Shelf Life*, 14 88-95.
- Gökçenay, G. ve Çavuşoğlu, Ş. (2018). Farklı Dozlarda Uygulanan Sitokininin Beyaz Şapkallı Mantarın (*Agaricus bisporus*) Muhafazası Üzerine Etkisi. *Mantar Der.*, 9 (1) 80-91.
- Guan, W., Zhang, J., Yan, R., Shao, S., Zhou, T., Lei, J. ve Wang, Z. (2016). Effects of UV-C Treatment and Cold Storage on Ergosterol and Vitamin D2 Contents in Different Parts of White and Brown Mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food Chem.*, 210 129-134.
- Han, L., Qin, Y., Liu, D., Chen, H., Li, H. ve Yuan, H. (2015). Evaluation of Biodegradable Film Packaging to Improve the Shelf-life of *Boletus edulis* Wild Edible Mushrooms. *Innov. Food Sci. Emer. Technol.*, 29 288-294.
- He, S.Y., Yu, Y.Q., Zhang, G.C. ve Yang, Q.R. (2013). Effects of Vacuum Pre-cooling on Quality of Mushroom after Cooling and Storage. *Adv. Mater. Res.*, 699 189-193.
- Henze, J. (1989). Storage and Transport of *Pleurotus* Mushrooms in Atmospheres with High CO₂ Concentrations. *Acta Horti.*, 258 579-584.
- Hu, Y.H., Chen, C.M., Xu, L., Cui, Y., Yu, X.Y., Gao, H.J., Wang, Q., Liu, K., Shi, Y. ve Chen, Q.X. (2015). Postharvest Application of 4-methoxy Cinnamic Acid for Extending the Shelf Life of Mushroom (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biol. Technol.*, 104 33-41.
- Jafri, M., Jha, A., Bunkar, D.S. ve Ram, R.C. (2013). Quality Retention of Oyster Mushrooms (*Pleurotus florida*) by a Combination of Chemical Treatments and Modified Atmosphere Packaging. *Postharvest Biol. Technol.*, 76 112-118.
- Jiang, T., Luo, S., Chen, Q., Shen, L. ve Ying, T. (2010). Effect of Integrated Application of Gamma Irradiation and Modified Atmosphere Packaging on Physicochemical and Microbiological Properties of Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*). *Food Chem.*, 122 761-767.
- Jiang, T., Feng, L. ve Zheng, X. (2011). Effect of Chitosan Coating Enriched with Thyme Oil on Postharvest Quality and Shelf Life of Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*). *J. Agric. Food Chem.*, 60 188-196.
- Jiang, T. (2012). Effect of Natamycin in Combination with Pure Oxygen Treatment on Postharvest Quality and Selected Enzyme Activities of Button Mushroom (*Agaricus bisporus*). *J. Agric. Food Chem.*, 60 2562-2568.
- Jiang, T., Feng, L. ve Li, J. (2012). Changes in Microbial and Postharvest Quality of Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*) Treated with Chitosan–glucose Complex Coating under Cold Storage. *Food Chem.*, 131 780-786.
- Jiang, T. (2013). Effect of Alginate Coating on Physicochemical and Sensory Qualities of Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) under a High Oxygen Modified Atmosphere. *Postharvest Biol. Technol.*, 76 91-97.
- Jiang, T., Feng, L. ve Wang, Y. (2013). Effect of Alginate/nano-Ag Coating on Microbial and Physicochemical Characteristics of Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*) during Cold Storage. *Food Chem.*, 141 954-960.
- Kamat, A. S., Ghadge, N., Ramamurthy, M. S. ve Alur, M.D. (2005). Effect of Low-dose Irradiation on Shelf Life and Microbiological Safety of Sliced Carrot. *J. Sci. Food Agric.*, 85 2213-2219.
- Khan, Z.U., Aisikaer, G., Khan, R.U., Bu, J., Jiang, Z., Ni, Z. ve Ying, T. (2014). Effects of Composite Chemical Pretreatment on Maintaining Quality in Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) during Postharvest Storage. *Postharvest Biol. Technol.*, 95 36-41.
- Khan, Z.U., Bu, J., Khan, N.M., Khan, R.U., Jiang, Z., Mou, W., Luo, Z., Mao, L. ve Ying, T. (2015). Integrated Treatment of CaCl₂, Citric Acid and Sorbitol Reduces Loss of Quality of Button Mushroom (*Agaricus bisporus*) during Postharvest Storage. *J. Food Process. Preser.*, 39 2008-2016.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Kukura, J.L., Beelman, R.B., Peiffer, M. ve Walsh, R. (1998). Calcium Chloride Added to Irrigation Water of Mushrooms (*Agaricus bisporus*) Reduces Postharvest Browning. *J. Food Sci.*, 63 (3) 454-457.
- Kuyper, L., Weinert, I.A.G. ve McGill, A.E.J. (1993). The Effect of Modified Atmosphere Packaging and Addition of Calcium Hypochlorite on the Atmosphere Composition, Colour and Microbial Quality of Mushrooms. *Food Sci. Technol.*, 26 (1) 14-20.
- Lagnika, C., Zhang, M., ve Mothibe, K.J. (2013). Effects of Ultrasound and High Pressure Argon on Physico-chemical Properties of White Mushrooms (*Agaricus bisporus*) during Postharvest Storage. *Postharvest Biol. Technol.*, 82 87–94.
- Lescano, G. (1994). Extension of Mushroom (*Agaricus bisporus*) Shelf Life by Gamma Radiation. *Postharvest Biol. Technol.*, 4 (3) 255-260.
- Li, L., Sun, H., Kitazawa, H. ve 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 Sci. Technol. Int.*, 23 (5) 385-395.
- Liu, J., Meng, C., Wang, X., Chen, Y., Kan, J., ve Jin, C. (2016). Effect of Protocatechuic Acid-grafted-Chitosan Coating on the Postharvest Quality of *Pleurotus eryngii*. *J. Agric. Food Chem.*, 64 7225–7233.
- Liu, J., Liu, S., Zhang, X., Kan, J. ve Jin, C. (2019). Effect of Gallic Acid Grafted Chitosan Film Packaging on the Postharvest T Quality of White Button Mushroom (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biol. Technol.*, 147 39-47.
- Majeti, N. V. ve Ravi, K. (2000). A Review of Chitin and Chitosan Applications. *Reactive and Functional Polymers*, 46 1-27.
- Martine, B., Gaele, L.P. ve Ronan, G. (2000). Post-harvest Treatment with Citric Acid or Hydrogen Peroxide to Extend the Shelf Life of Fresh Sliced Mushrooms. *Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie*, 33 285-289.
- McDonald, K. ve Sun, D.W. (2000). Vacuum Cooling Technology for the Food Industry: A Review. *J. Food Engineer.*, 45 55-65.
- Meng, D., Song, T., Shen, L., Zhang, X. ve Sheng, J. (2012). Postharvest Application of Methyl Jasmonate for Improving Quality Retention of *Agaricus bisporus* Fruit Bodies. *J. Agric. Food Chem.*, 60 6056-6062.
- Minamide, T., Nishikawa, T. ve Ogata, K. (1980). Influences of CO₂ and O₂ on the Keeping Freshness of Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.) After Harvest. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 27 505-510.
- Minato, K., Mizuno, M., Terai, H. ve Tsuchida, H. (1999). Autolysis of Lentinan an Antitumor Polysaccharide, during of *Lentinus edodes*, Shiitake Mushroom. *J. Agric. Food Chem.*, 47 (4) 1530-1532.
- Oms- Oliu, G., Aguiló-Aguayo, I., Martín-Belloso, O. ve Soliva-Fortuny, R. (2010). Effects of Pulsed Light Treatments on Quality and Antioxidant Properties of Fresh-cut Mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biol. Technol.*, 56 216-222.
- Philippoussis, A., Diamantopoulou, P. ve Zervakis, G. (2001). Calcium Chloride Irrigation Influence on Yield, Calcium Content, Quality and Shelf-life of the White Mushroom *Agaricus bisporus*. *J. Sci. Food Agric.*, 81 1447-1454.
- Popa, M., Stanescu, M., Ilie, A., Dumitrescu, R. ve Vraci, I. (1999). Some Aspects Regarding Modified Atmosphere Packaging of Mushrooms. In: Ha`gg, M., Ahvenainen, R., Evers, A.M., Tiilikkala, K. (Eds.), *Agri-Food Quality. II. Quality Management of Fruits and Vegetables*, 4 177 -181.
- Rai, R.D. ve Arumuganathan, T. (2008). Post Harvest Technology of Mushrooms. Technical Bulletin, National Research Centre for Mushroom (Indian Council of Agricultural Research) Chambaghat, Solan-173 213 (HP).
- Riberio, C., Canada, J. ve Alvarenga, B. (2012). Prospects of UV Radiation for Application in Postharvest Technology. *Emirates J Food Agric.*, 24 (6) 586-597.
- Roberts, J.S., Teichert, A. ve McHugh, T.H. (2008). Vitamin D₂ Formation from Post-harvest UV-B Treatment of Mushrooms (*Agaricus bisporus*) and Retention during Storage. *J. Agric. Food Chem.*, 56 (12) 4541-4544.
- Roy, S., Anantheswaran, R.C. ve Beelman, R.B. (1995). Fresh Mushroom Quality as Affected by Modified Atmosphere Packing. *J. Food Sci.*, 60 (2) 334-340.
- Roy, M. K., Chatterjee, S. R. ve Bakukhandi, D. (2000). Gamma Radiation in Increasing Productivity of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus sajor-caju* and Enhancing Storage Life of *P. sajor-caju*. *J. Food Sci. Technol.*, 37 83-86.
- Simon, A., Gonzalez-Fandos, E. ve Tobar, V. (2005). The Sensory and Microbiological Quality of Fresh Sliced Mushroom (*Agaricus bisporus* L.) Packaged in Modified Atmosphere. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 40 (9) 943-952.
- Simon, R.R., Borzelleca, J.F., DeLuca, H.F. ve Weaver, C.M. (2013). Safety Assessment of the Post-harvest Treatment of Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) using Ultraviolet Light. *Food Chemical Toxicol.*, 56 278-289.
- Sun, H., Wang, X. ve Li, L. (2018). Effects of a High-oxygen Dynamic Controlled Atmosphere on Cell Wall Metabolism and Lignification Process of *Agaricus bisporus*. *Shipin Kexue/Food Sci.*, 39 (11) 255-262.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



- Tambunan, A.H., Sagara, Y., Seo, Y., Morishima, H. ve Kawagoe, Y. (1994). Developments in Food Engineering. Yano, T., Nakamura, R., (Eds) In: Measurement of Evaporative Coefficient of Water during Vacuum Cooling of Lettuce, London, 328-330.
- Tao, F., Zhang, M. ve Yu, H. (2007). Effect of Vacuum Cooling on Physiological Changes in the Antioxidant System of Mushroom under Different Storage Conditions. *J. Food Engineer.*, 79 1302-1309.
- Thompson, A.K., Prange, R.K., Bancroft, R. ve Puttongsiri, T. (2018). Controlled Atmosphere Storage of Fruit and Vegetables. 3rd Edition, Boston, MA: CABI, 445p.
- Tianjia, J., Ying, L.X., Hui, J.Z., MingLi, P. ve Tiejin, Y. (2010). Effect of UV-C Treatment on Post-harvest Storage Quality of Shiitake Mushrooms. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 41 (2) 108-112.
- Tolera, K.D. ve Abera, S. (2017). Nutritional Quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as Affected by Osmotic Pretreatments and Drying Methods. *Food Sci. Nutr.*, 5 989-996.
- Villaescusa, R. ve Gil, M.I. (2003). Quality Improvement of *Pleurotus* Mushrooms by Modified Atmosphere Packaging and Moisture Absorbers. *Postharvest Biol. Technol.*, 28 169-179.
- Wang, Z., Chen, L., Yang, H. ve Wang, A. (2015). Effect of Exogenous Glycine Betaine on Qualities of Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) during Postharvest Storage. *European Food Res. Technol.*, 240 41-48.
- Wang, X., Zhang, H., Li, L. ve Liu, Z. (2017). Influence of High Oxygen Atmosphere Follow-up Effect on Shelf-life of *Agaricus bisporus*. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 7 39.
- Wani, A.M., Hussain, P.R., Meena, R.S., Dar, M.A. ve Mir, M.A. (2009). Effect of gamma irradiation and sulphitation treatments on keeping quality of white button mushroom *Agaricus bisporus* (J. Lge). *Int. J. Food Sci. Technol.*, 44 967-973.
- Xiong, Q., Xing, Z., Feng, Z., Tan, Q. ve Bian, Y. (2009). Effect of 60Co Gama-irradiation on Postharvest Quality and Selected Enzyme Activities of *Pleurotus nebrodensis*. *LWT-Food Sci. Technol.*, 42 157-161.
- Xu, Y., Tian, Y., Ma, R., Liu, Q. ve Zhang, J. (2016). Effect of Plasma Activated Water on the Postharvest Quality of Button Mushrooms, *Agaricus bisporus*. *Food Chem.*, 197 436-444.
- Yaqvob, M., Gholamali, P., Farhood, Z., Mahmood G. ve Vahid, S. (2013). Improvement of Shelf-life and Postharvest Quality of White Button Mushroom by 60Co Gama-ray Irradiation. *Plant Knowledge J.*, 2 (2) 1-7.
- Ye, J., Li, J., Han, X., Zhang, L., Jiang, T. ve Xia, M. (2012). Effects of Active Modified Atmosphere Packaging on Postharvest Quality of Shiitake Mushrooms (*Lentinula edodes*) Stored at Cold Storage. *J. Integr. Agric.*, 11 (3) 474-482.
- Zhang, K., Pu, Y.Y. ve Sun, D.W. (2018). Recent Advances in Quality Preservation of Postharvest Mushrooms (*Agaricus bisporus*): A Review. *Trends Food Sci. Technol.*, 78 72-82.



Geliş(Received) :23/10/2019
Kabul(Accepted) :04/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.637110

Türkiye’de *Pleurotus ostreatus* Üreticilerinin Karşılaştığı Sorunlar ve Çözüm Önerileri

Mesut YALÇIN¹, Selim GÜVEN²
Sorumlu yazar: mesutyalcin@duzce.edu.tr

¹ Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Konuralp, Düzce
Orcid ID: 0000-0002-5181-9484 / mesutyalcin@duzce.edu.tr
² Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konuralp, Düzce
Orcid ID: 0000-0002-7743-1429 / selimguven@duzce.edu.tr

Öz: Kültür mantarı üretimi ve tüketimi dünyada olduğu gibi Türkiye’de de giderek artış göstermektedir. Kültür mantarı olarak ülkemizde üretimi ve tüketiminde artış görülen türlerden birisi de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fr.) Kum. (istiridyeye, kayın mantarı) türüdür. 1960 yılında Türkiye’de başlayan ve günümüzde önemli bir endüstri kolu olma yolunda ilerleyen kültür mantarının birçok sorunu bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, *P. ostreatus* mantarının üretiminde ve pazarlamasında karşılaşılan sorunlar ve bu sorunların çözümüne yönelik önerilerin irdelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda Türkiye genelini temsil edecek şekilde gayeli olarak belirlenen 21 *P. ostreatus* üreticisi ile yüz yüze ve telefonda görüşme yoluyla anket yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; *P. ostreatus* üreticilerinin genel olarak en çok karşılaştıkları sorunlar enerji maliyetlerinin yüksek olması, mantar miselinin (tohumu) çok pahalı olması, sermaye ve eğitim olmaksızın işletme kurulumu, tüketicilerin kültür mantarı yeme alışkanlıklarının az olmasıdır. Bu sorunların çözümüne yönelik; enerji maliyetlerinin azaltılması, sermaye ve eğitim olmaksızın işletme kurulumuna izin verilmemesi, mantar miseli (tohumu) için ucuz ve yerli üretim olması, tüketicilerin kültür mantarı yeme alışkanlıklarını teşvik için tanıtım yapılması, konserve ve kurutma şeklinde satışa sunma uygulamalarının yaygınlaştırılması ve mantarın çabuk bozulma riskine karşı soğutucu reyonlar kurulması önerilebilir. Yapılan tüm değerlendirmeler göz önüne alındığında belirtilen birçok soruna karşı yapılması gerek ilk ve en önemli çözüm ise gerekli eğitimi ve sermayesi olmayan müteşebbislerin işletme kurulumuna izin verilmemesidir.

Anahtar kelimeler: Kültür mantarı, *Pleurotus ostreatus*, üretici sorunları, çözüm önerisi

Problems and Solution Proposals of *Pleurotus ostreatus* Producer in Turkey

Abstract: Cultivated mushrooms production and consumption in Turkey is increasing from past to present as in the world. *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fr.) Kum. (oyster, beech mushroom) is one of the species that shows an increase in production and consumption in our country as a culture mushroom. Turkey began production of cultivated mushrooms in 1960 and it is now moving towards becoming major industries even though many new problems are emerging day by day. The aim of this study is to investigate the problems encountered in the production and marketing of *P. ostreatus* mushrooms and to propose solutions to these problems. For this purpose, a survey was conducted face-to-face and telephone interviews with 21 enterprises producing *P. ostreatus* to represent the Turkey in general. According to the results obtained from the research; In general, the most common problems of *P. ostreatus* producers are high energy costs, very expensive mushroom mycelium (seed), and establishment of enterprises without capital and education, and low habits of consumers eating mushrooms. Against these problems, manufacturers; reducing energy costs, cheap and domestic production for mushroom mycelium (seed), not allowing establishment of enterprises without capital and education, promotion of this issue due to the consumers' eating habits of culture mushrooms, promotion of this matter, marketing in the form of canning and drying, the establishment of cooling departments against the risk of rapid deterioration of mushrooms as recommendations. When all the evaluations are taken into consideration, the first and the most important solution to the many problems mentioned

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



can be considered as not allowing entrepreneurs who do not have the necessary training and capital.

Key words: Culture mushroom, *Pleurotus ostreatus*, problems of producer, solution proposals

Giriş

Türkiye’de *Pleurotus ostreatus* türü; kayın mantarı, kavak mantarı, istiridye mantarı, ağaç mantarı veya yaprak mantarı olarak farklı adlarla bilinmekte ve tanıtılmaktadır (Pekşen, 2013). *P. ostreatus* ilk olarak 1917 yılının başında Richard Falk tarafından kültüre alınmıştır (Olake ve Adebayo, 2015). *P. ostreatus*, *Agaricus bisporus* (J. E. Lange) Imbach.mantarından sonra dünyada en çok üretilen kültür mantarı türüdür.

Türkiye’de *Pleurotus* türleri üzerine ilk çalışmalar 1980’li yıllarda başlamıştır. Ancak mantarın bilinmemesi ve *A. bisporus* türünün yeni yaygınlaşmaya başlaması nedeniyle *Pleurotus* türlerinin ticari üretimine karşı ilgi istenilen düzeyde sağlanamamıştır. *Pleurotus* türlerinin ağaç mantarı olarak tanınması, genelde ağaç kütükleri kullanılarak üretilebileceği ve bu türde daha geç hasada başlandığı düşüncesi de yetiştiriciliğe ilginin az olmasına yol açmıştır (Aksu ve Uygur, 2005). 2000’li yıllara kadar yüksek lisans ve doktora çalışmalarının dışında, değişik üniversiteler ile araştırma kurumlarında *Pleurotus* türleri ile ilgili araştırmalar yapılmış (Ertan, 1988; Erkel ve Işık, 1990; Ağaoğlu ve ark., 1992; Güler ve Ağaoğlu, 1995; Aksu ve ark., 1996) olmasına rağmen, ticari üretim istenilen düzeye ulaşamamıştır. *Pleurotus* türlerinin ticari anlamda üreticiliği 2010 yılından sonra ivme kazanmıştır. Son dönemlerde Türkiye’de farklı mantar türlerine özellikle *Pleurotus* türlerine çok ciddi bir talep söz konusudur.

P. ostreatus kısa hasat süresi, çeşitli atıkların hammadde olarak kullanımı, daha geniş aralıkta yetiştirme koşullarına (sıcaklık, nem vs.) sahip olması, yetiştiriciliğinde *Agaricus bisporus* türünde olduğu gibi kompost hazırlığına ihtiyaç bulunmaması, örtü toprağı gerekmemesi, hastalık ve zararlısının az olması nedeniyle diğer mantar türleri ile karşılaştırıldığında mükemmel bir alternatif olarak karşımıza çıkarmaktadır (Sanchez, 2010). Fazla yatırım masrafına gerek olmaması, yüksek verim potansiyeli ve yüksek besin değeri gibi yönleriyle popülaritesi gün geçtikçe artmakta ve hızla yaygınlaşmaktadır (Pekşen, 2013). Eren ve Pekşen (2016), 2016 yılı verilerine göre toplam mantar üretimi içindeki payının %10 olduğunu bildirmişlerdir.

Tarım ve Orman Bakanlığının proje ve eğitim çalışmaları ile *P. ostreatus* türünün üretiminin giderek artacağı da ön görülmektedir. *Pleurotus* mantarları organik üretime uygun olması nedeniyle de tercih edilen bir türdür (Pekşen, 2014). Tüm bu hususlar dikkate alındığında Türkiye’nin yıllık mantar üretiminde, *Pleurotus* türlerinin toplamdaki payının %30’lara çıkması şaşırtıcı olmayacaktır (Çat ve ark., 2018).

P. ostreatus mantarının tanınırlığı, üretim ve tüketimi gittikçe artmaktadır. Ancak bu artışla birlikte üretimden pazarlanmasına kadar birçok problemle karşı karşıya kalınmaktadır. Bu güne kadar Türkiye’de üretimden pazarlamaya kadarki süreçte karşılaşılan problemlere ilişkin belli başlı çalışmalar yapılmıştır. Ancak problemler ve çözüm önerileri zamanla farklılık göstermektedir. Bu çalışmada, *P. ostreatus* (istiridye, kayın mantarı) mantarlarının güncel üretim ve pazarlama sorunları tespit edilmiş ve bu sorunlara karşı çözüm önerileri ortaya konulmuştur.

Materyal ve metot

Araştırmada Türkiye’de *Pleurotus ostreatus* (kayın, kavak, istiridye mantarı) mantarı üreticilerine ait sorunlar ve bu sorunlara ilişkin çözüm önerileri incelenmiştir. Araştırmada özellikle mantar üretiminin yoğun olarak yapıldığı bölgeler ele alınmıştır. Bu kapsamda; Adana, Afyonkarahisar, Ankara, Artvin, Bursa, Çanakkale, Niğde, Sakarya, Konya, Mersin, Denizli, Erzincan ve İzmir illeri gayeli olarak belirlenmiş ve bu illerde yer alan 21 üreticiye anket uygulanmıştır. Anketin daha etkili ve sonuçların anlamlı çıkması adına daha önce yapılan “Korkuteli’de mantar üretim sektörü, sorunları ve çözüm önerileri” (Özçatalbaş ve ark., 2004) ve “Kocaeli ve çevresinde mantar üretim potansiyelinin saptanması” (Erkel, 2004) anket çalışmalarındaki soru kalıpları incelenmiş ve bu anketlerden faydalanılmıştır. Anket formunda, mantar üreticilerinin sosyo-demografik özellikleri, üretimde karşılaştıkları sorunlar ve bu sorunlara yönelik çözüm önerileri yer almıştır. Üreticilerin karşılaştıkları sorunlar ve çözüm önerileri ile ilgili düşüncelerini 5’li likert tarzı sorular (1:Kesinlikle katılmıyorum, 2:Katılmıyorum, 3:Kararsızım, 4:Katılıyorum, 5:Kesinlikle Katılıyorum) ile

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

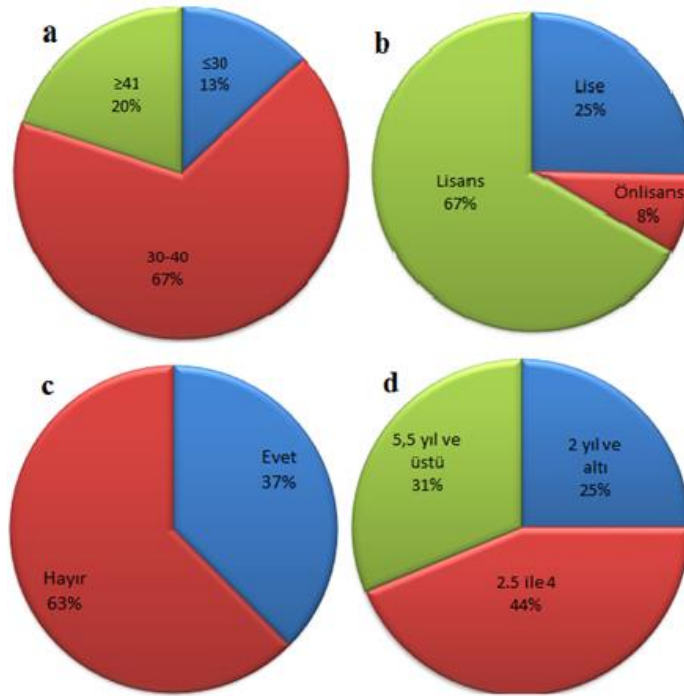


değerlendirmesi istenmiştir. Anket yoluyla elde edilen birincil veriler, SPSS 23 (Statistical Package for Social Sciences) programında basit istatistik testlerden (frekans, %, standart sapma) yararlanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular**Sosyo Demografik Özelliklere İlişkin Bulgular**

Üreticilerin bazı sosyo demografik özellikleri Şekil 1'de verilmiştir. Anket çalışması sonuçlarına göre işletme

sahiplerinin %67'sinin 30-40 yaş aralığında ve %50'sinin lisans eğitim düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. İstiridye mantar üreticilerinin büyük bir çoğunluğunun mantar üretimi konusunda herhangi bir eğitim almadıkları ortaya çıkmıştır. Ayrıca üreticilerin çoğunluğunun 2.5-4 yıllık üretim tecrübesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar son yıllarda *P. ostreatus* üretici sayısında artış olduğu ve sektörün bu alanda oldukça genç olduğunu göstermektedir.



Şekil 1. İşletmelerin sosyo demografik özellikleri. (a: Üreticilerin yaş dağılımı; b: Üreticilerin eğitim düzeyi dağılımları; c: Üreticilerin *P. ostreatus* üretimi konusunda eğitim alıp almama durumu; d: Mantar üreticilerinin üretim tecrübeleri). Yüzdelik dilimde eksik olan sayılar kayıp veriden kaynaklanmaktadır.

Üretici Sorunlarına İlişkin Bulgular

Yapılan bu çalışma ile mantar üreticilerinin sorunlarına odaklanılmış, üreticilerin sorunları 22 yargı ile irdelenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde görüleceği gibi *P. ostreatus* üreticisinin en büyük sorunları enerji maliyetlerinin yüksek olması (98 puan), mantar miselinin (tohumunun) çok pahalı olması (94 puan), sermaye ve eğitim olmaksızın

işletme kurulumu (91 puan), insanımızın kültür mantarı yeme alışkanlıklarının az olması (90 puan) şeklinde sıralanmaktadır. Yetiştiricilik sırasında çevreye koku yayma, çevre sağlığını olumsuz etkileme (31 puan) ile mantar hastalık ve zararlılarıyla mücadelenin pahalı olması (27 puan) en az karşılaşılan sorunlar arasında bildirmiştir (Tablo 1).

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

Tablo 1. *P. ostreatus* mantar üretici sorunları

Üretici sorunları	Toplam puan
1 Enerji maliyetlerinin yüksek olması	98
2 Mantar miseli (tohumu) çok pahalı olması	94
3 Sermaye ve eğitim olmaksızın işletme kurulumu	91
4 Kültür mantarı yeme alışkanlıklarının az olması	90
5 Mantarın hızlı bozunma riskinin olması	89
6 Nakliye masraflarının yüksekliği	88
7 Yeterli miktarda kredi desteği bulamama	86
8 Kamu eğitim desteği eksikliği	85
9 Örgütsüzlük sorunu	84
10 Tarım sigortasının yapılamaması	82
11 Mantar fiyatlarının düşük olması	65
12 Kompostan alınan KDV oranlarının yüksekliği	55
13 Teknik bilgi eksikliği	53
14 Su maliyetlerinin yüksekliği	49
15 Mevsimsel farklılıkların maliyeti	49
16 Kompost ile ilgili verimsizlik sorunu	43
17 Satışlardaki istikrarsızlık	36
18 Pazarlama sorunları	34
19 Nitelikli işçi bulamama	33
20 Mantar bedelini tahsilatta gecikme	33
21 Çevreye koku yayma, çevre sağlığı olumsuz etkilemesi	31
22 Mantar hastalık zararlılarıyla mücadele pahalı olması	27

Üreticilerin sorunları ile ilgili hazırlanan çözüm önerileri paketinde, 17 yargı ele alınmış, elde edilen bulgular Tablo 2'de verilmiştir. Üreticilerin sorunlarının çözümüne yönelik en yüksek puanlama enerji giderlerinin azaltılması gerekliliği olarak ifade edilmiştir. Sorunların çözümüne yönelik en önemli hususlardan biri de sermaye ve eğitim olmaksızın işletme kurulumuna izin verilmemesi önerisidir.

Üretim ve Pazarlama İle İlgili χ^2 analizi

P. ostreatus mantarı üreticilerinin karşılaştıkları sorunlar ve çözüm önerileri arasındaki ilişkiler yapılan χ^2 analizi ile tespit edilmiştir (Tablo 3). Bu analizlerde birbiri ile ilişkili olabileceği hipotezi hakim olunan durumlar dikkate alınmıştır.

H_0 Red (A1); üreticilerin karşılaştıkları sorunlar arasında yer alan "mantar miselinin pahalı olması" yargısı ile mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlara çözüm önerileri içerisinde yer alan "ucuz ve yerli tohum çalışmalarının yapılması" yargısı arasında yapılan χ^2

analizine göre anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

P. ostreatus üreticilerinin karşılaştıkları sorunlar arasında yer alan "mantar üretim teknikleri ve hastalıklar gibi konularda eğitim eksikliği" yargısı ile mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlara çözüm önerileri içerisinde yer alan belli bir üretim kapasitesine sahip işletmeler için "iyi tarım uygulamaları sertifikası" zorunluluğunun getirilmesi yargısı arasında χ^2 analizine göre anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

H_0 Red (A2); Mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlar arasında yer alan, "mantar üretim teknikleri ve hastalıklar gibi konularda kamu eğitim desteği eksikliği" yargısı ile mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlara çözüm önerileri içerisinde yer alan, "İl Tarım ve Orman Müdürlüğüne eğitim ve denetim yapabilecek üretim sahalarında çalışmış ziraat mühendisi veya teknikerin görevlendirilmesi" yargısı arasında ise χ^2 analizine göre anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($p < 0,05$). "Mantar üretim teknikleri ve hastalıklar gibi konularda kamu eğitim desteği eksikliğini" en çok karşılaşılan sorun olarak

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



görenler, “İl Tarım ve Orman Müdürlüğünce eğitim ve denetim yapabilecek üretim sahalarında çalışmış ziraat mühendisi veya teknikerin görevlendirilmesi”ni en etkili çözüm yolu olarak görmekte dirler. H₀ Red (A3); üreticilerinin karşılaştıkları sorunlar arasında yer alan, “mantar üretim teknikleri ve hastalıklar gibi konularda teknik bilgi eksikliği” yargısı ile mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlara çözüm önerileri içerisinde yer alan “müteşebbislerin belli bir sermayeye ve eğitime sahip olmaksızın işletme kurulumuna izin verilmemesi yargısı arasında yapılan χ^2 analizine göre anlamlı bir ilişki

kurulmuştur ($p < 0,05$). Eğitim eksikliğini en çok karşılaşılan sorun olarak görenlerin, müteşebbislerin belli bir sermayeye ve eğitime sahip olmaksızın işletme kurulumuna izin verilmemesini en etkili çözüm yolu olarak görmektedir. Şekil 1c incelendiğinde işletmelerin büyük çoğunluğunun (%63) herhangi bir eğitim almadan işletme kurulumu yaptığı ve işlettiği görülmektedir. Bu durum mevcut durumda gerek devlet desteği gerekse özel teşebbüslerde eğitim konusunun önemsenmediğini göstermektedir.

Tablo 2. *P. ostreatus* mantar üretici sorunları için çözüm önerileri

Çözüm önerileri	Toplam Puan
1 Enerji giderlerinin azaltılmasına yönelik çözümler	93
2 Müteşebbislerin belli bir sermayeye ve eğitime sahip olmaksızın işletme kurulumuna izin verilmemesi	91
3 Ucuz ve yerli tohum çalışmalarının yapılması	90
4 Üretilen mantarların konserve ve kurutma şeklinde satışa sunma uygulamalarının yaygınlaştırılması	87
5 Kültür mantarının halkımız tarafından daha çok tüketilmesi için internet, televizyon gibi kitle iletişim araçları ile tanıtımın yapılması	87
6 Mantar satış noktalarında açıkta satmak yerine soğutuculu reyonlarda satışa sunulması	82
7 Mantar üreticilerini bir birlik altında toplamak	81
8 Nakliye masraflarının yüksekliği ile ilgili çözüm önerisi	80
9 İl Tarım ve Orman Müdürlüklerince eğitim ve denetim yapabilecek ziraat mühendisi ve teknikerlerin görevlendirilmesi	79
10 “Mantar zehirlidir” yargısının ortadan kaldırılması için Tarım ve Orman Bakanlığın girişimleri ile kamu spotu niteliğinde yayın yapılması	77
11 Devlet bankaları ve özel bankalar tarafından üreticilere faizsiz kredi desteğinin sağlanması	76
12 Tarım sigortasının mantar ürünlerine de uygulanması	74
13 Belli bir üretim kapasitesine sahip işletmeler için “İyi tarım uygulamaları sertifikası” zorunluluğunun getirilmesi	73
14 Kompostan alınan KDV'nin düşürülmesi	57
15 Su tarifesinin belediyeler tarafından karşılanması	46
16 Pazarlama sorununun çözümüne yönelik çözümler	39
17 Mantar hastalıkları ile ilgili çözüm önerileri	26

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

Tablo 3. P. ostreatus mantar üreticilerinin karşılaştığı sorunlar ile çözüm önerileri arasındaki χ^2 analiz bulguları

Sorunlar / çözüm önerileri	χ^2 hesap	Df/SD	p	Karar
Tohum miselinin pahalı olması				
Ucuz ve yerli tohum çalışmalarının yapılması	3.883	1	0.049	H ₀ Red (A1)
Mantar üretim teknikleri ve hastalıklar gibi konularda eğitim eksikliği				
Ziraat mühendisi veya teknikerin görevlendirilmesi	11.127	9	0.267	H ₀ Kabul
"İyi tarım uygulamaları sertifikası" zorunluluğunun getirilmesi	39.290	9	0.000	H ₀ Red (A2)
Müteşebbislerin belli bir sermayeye ve eğitime sahip olmaksızın işletme kurulumuna izin verilmemesi	39.290	9	0.000	H ₀ Red (A3)
Fiyat düşüklüğü				
Kamu spotu niteliğinde yayın yapılması	3.111	6	0.795	H ₀ Kabul
Etkin pazarlama	23.952	9	0.04	H ₀ Red (A4)
Kompostan alınan KDV'nin düşürülmesi	10.897	12	0.538	H ₀ Kabul
Nakliye giderlerinin azaltılması	6.000	4	0.199	H ₀ Kabul
Mantar üreticilerini bir birlik altında toplamak	17.190	6	0.009	H ₀ Red (A5)
Sermaye eğitim olmaksızın eğitim olmaksızın işletme kurulumu				
Ziraat mühendisi veya teknikerin görevlendirilmesi	39.290	9	0.000	H ₀ Red (A6)
Müteşebbislerin belli bir sermayeye ve eğitime sahip olmaksızın işletme kurulumuna izin verilmemesi	39.290	9	0.000	H ₀ Red (A7)
"İyi tarım uygulamaları sertifikası" zorunluluğunun getirilmesi	25,089	9	0,003	H ₀ Red (A8)
Kompost ile ilgili verimsizlik sorunu				
Ucuz ve yerli tohum çalışmalarının yapılması	1.552	3	0.670	H ₀ Kabul
"İyi tarım uygulamaları sertifikası" zorunluluğunun getirilmesi	8.296	9	0.505	H ₀ Kabul
Mantar hastalık zararlılarıyla mücadele pahalı olması ile ilgili çözüm önerileri	9.143	6	0.166	H ₀ Kabul
Mantarın hızlı bozunma riskinin olması				
Tarım sigortasının mantar ürünlerine de uygulanması	4.005	6	0.676	H ₀ Kabul
Kamu spotu niteliğinde yayın yapılması	9.679	4	0.046	H ₀ Red (A9)
"İyi tarım uygulamaları sertifikası" zorunluluğunun getirilmesi	12.875	6	0.05	H ₀ Red (A10)
Mantarın pazarlama sorununun çözümüne yönelik çözümler	7.182	6	0.304	H ₀ Kabul
Mantar satış noktalarında açıkta satmak yerine soğutuculu reyonlarda satışa sunulması	6.993	2	0.030	H ₀ Red (A11)
Mantar üreticilerini bir birlik altında toplamak	2.597	4	0.627	H ₀ Kabul
Üretilen mantarların konserve ve kurutma şeklinde satışa sunma uygulamalarının yaygınlaştırılması	2.519	4	0.641	H ₀ Kabul
Teknik bilgi eksikliği				

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Ziraat mühendisi veya teknikerin görevlendirilmesi	5.331	8	0.722	H ₀ Kabul
“İyi tarım uygulamaları sertifikası” zorunluluğunun getirilmesi	10.353	8	0.241	H ₀ Kabul
Mantar üreticilerini bir birlik altında toplamak	13.399	12	0.341	H ₀ Kabul
Müteşebbislerin belli bir sermayeye ve eğitime sahip olmaksızın işletme kurulumuna izin verilmemesi	1.448	4	0.836	H ₀ Kabul
Örgütsüzlük sorunu				
Mantar üreticilerini bir birlik altında toplamak	17.552	4	0.002	H ₀ Red (A12)
Yeterli miktarda Kredi desteği bulamama				
Üreticilere faizsiz kredi desteğinin sağlanması	13.960	6	0.030	H ₀ Red (A13)
Nakliye masraflarının yüksekliği				
Devlet tarafından yakıt desteği gibi çeşitli sübvanseler metotlarının kullanılması	16.685	4	0.02	H ₀ Red (A14)
Mantar üreticilerini bir birlik altında toplamak	6.479	4	0.166	H ₀ Kabul
İnsanımızın kültür mantarı yeme alışkanlıklarının az olması				
Kamu spotu niteliğinde yayın yapılması	4.237	4	0.375	H ₀ Kabul
İnternet, televizyon gibi kitle iletişim araçları ile tanıtımın yapılması	7.726	4	0.102	H ₀ Kabul
Su maliyetlerinin yüksekliği				
Su tarifesinin belediyeler tarafından karşılanması	41.270	16	0.001	H ₀ Red (A15)
Enerji maliyetlerinin yüksekliği				
Enerji giderlerinin tarım tarifi üzerinden fiyatlandırılması	10.222	4	0.037	H ₀ Red (A16)

Üreticilerinin karşılaştıkları sorunlar arasında yer alan *P. ostreatus*'un “fiyat düşüklüğü” yargısı ile mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlara çözüm önerileri içerisinde yer alan “mantar zehirlidir yargısının ortadan kaldırılması için Tarım ve Orman Bakanlığın girişimleri ile kamu spotu niteliğinde yayın yapılması”, “kompostan alınan katma değer vergisi (KDV)'nin düşürülmesi”, “üretilen mantarların konserve ve kurutma şeklinde satışa sunma uygulamalarının yaygınlaştırılması”, “nakliye giderlerinin azaltılması” arasında yargısı arasında yapılan χ^2 analizine göre anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,005$).

Diğer taraftan, H₀ Red (A4) ve H₀ Red (A5) üreticilerinin karşılaştıkları sorunlar arasında yer alan *P. ostreatus*'un “fiyatının düşüklüğü” yargısı ile mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlara çözüm önerileri içerisinde yer alan “pazarlama sorunları” ve “mantar üreticilerini bir birlik altında toplamak” yargısı arasında yapılan χ^2 analizine göre anlamlı bir tespit edilmiştir

($p<0,05$). *P. ostreatus*'un fiyatının düşük olduğunu daha yüksek oranda ileri süren işletme temsilcileri çözüm önerisi olarak etkin pazarlama faaliyetine daha fazla önem verilmesini ileri sürmekte ve mantar üreticilerini bir birlik altında toplamayı en etkili çözüm yolu olarak görmektedir.

H₀ Red (A6), H₀ Red (A7) ve H₀ Red (A8) üreticilerinin karşılaştıkları sorunlar arasında yer alan “sermaye ve eğitim olmaksızın işletme kurulumu” yargısı ile mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlara çözüm önerileri içerisinde yer alan “İl Tarım ve Orman Müdürlüğüne eğitim ve denetim yapabilecek ziraat mühendisi veya teknikerin görevlendirilmesi” ve “belli bir üretim kapasitesine sahip işletmeler için iyi tarım uygulamaları sertifikası zorunluluğunun getirilmesi” yargısı arasında yapılan χ^2 analizine göre anlamlı bir ilişki vardır ($p<0,05$). Katılımcılar sermaye ve eğitim olmaksızın işletme kurulumu sorunu ile en çok karşılaşılan sorun olarak görenler, eğitim desteğini en

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



etkili çözüm yolu, “iyi tarım sertifikası getirilmesini” ise etkili çözüm yolu olarak görmektedir.

P. ostreatus mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlar arasında yer alan, “mantarın hızlı bozunma riskinin olması” yargısı ile mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlara çözüm önerileri içerisinde yer alan bazı yargılar Tablo 3’te irdelenmiştir. Bu sonuçlara göre, “mantarın hızlı bozunma riskinin olması, tarım sigortasının mantar ürünlerine de uygulanması, mantarın pazarlama sorununun çözümüne yönelik çözümler, mantar üreticilerini bir birlik altında toplamak, üretilen mantarların konserve ve kurutma şeklinde satışa sunma uygulamalarının yaygınlaştırılması” yargısı arasında yapılan χ^2 analizine göre anlamlı bir ilişki kurulamamıştır ($p>0,005$).

H_0 Red (A9), H_0 Red (A10) ve H_0 Red (A11), mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlar arasında yer alan “mantarın hızlı bozunma riskinin olması” yargısı ile “mantar zehirlidir yargısının ortadan kaldırılması için Tarım ve Orman Bakanlığın girişimleri ile kamu spotu niteliğinde yayın yapılması”, “belli bir üretim kapasitesine sahip işletmeler için iyi tarım uygulamaları sertifikası zorunluluğunun getirilmesi”, “mantar satış noktalarında açıkta satmak yerine soğutuculu reyonlarda satışa sunulması”, “mantar üreticilerini bir birlik altında toplama” yargısı arasında χ^2 analizine göre anlamlı bir ilişki kurulmuştur ($p<0,05$). Mantarın çabuk bozunma riski sorununu en çok karşılaşılan sorun olarak bildirenler, tarım sigortası yapılmasını etkili çözüm yolu olarak görmekteyken, iyi tarım uygulamasını, mantar satış noktalarında açıkta satmak yerine soğutuculu reyonlarda satışa sunulmasını, kamu spotunu ve birlik kurmayı en etkili çözüm yolu olarak görmektedir.

H_0 Red (A12), mantar üreticisi olarak karşılaşılan sorunlardan “örgütsüzlük” yargısı ile mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlara çözüm önerileri içerisinde yer alan “mantar üreticilerini bir birlik altında toplamak” yargısı arasında χ^2 analizine göre anlamlı bir ilişki kurulmuştur $p<0,05$. Bu doğrultuda, işletmelerden “örgütsüzlüğü” çok karşılaşılan bir sorun olarak görenlerin, “birlik kurmayı” en etkili çözüm olarak benimsemektedirler.

Mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlar arasında yer alan “yeterli miktarda kredi desteği bulamama” yargısı ile mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlara çözüm önerileri içerisinde yer alan “devlet bankaları ve özel bankalar tarafından üreticilere faizsiz kredi desteğinin sağlanması” yargısı arasında χ^2

analizine göre anlamlı bir ilişki kurulmuştur ($p<0,05$). (H_0 Red A13). Bu sonuca göre, işletmelerin yeterli miktarda ‘kredi desteği bulamaması’ karşılaşılan bir sorun olarak gören işletmelerin “fazisiz kredi desteğini” etkili bir çözüm yolu olarak gördükleri anlaşılmaktadır.

Mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlar arasında yer alan “nakliye masrafları” yargısı ile mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlara çözüm önerileri içerisinde yer “devlet tarafından yakıt desteği” gibi çeşitli sübvans metotlarının kullanılması arasında χ^2 analizine göre anlamlı bir ilişki kurulmuştur ($p<0,05$). “Nakliye masraflarını en çok karşılaşılan sorun olarak görenlerin, “devlet tarafından yakıt desteği” gibi çeşitli sübvans metotlarının etkili bir çözüm yolu olduğunu düşünmektedirler. Üreticilerin maliyet kalemlerinden biri olan “nakliye masrafları” sorunu ile mantar üreticilerini bir birlik altında toplamak arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki kurulamamıştır ($p>0,05$).

Mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlar arasında yer alan “İnsanımızın kültür mantarı yeme alışkanlıklarının az olması” yargısı ile mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlara çözüm önerileri içerisinde yer alan “mantar zehirlidir” yargısının ortadan kaldırılması için Tarım ve Orman Bakanlığın girişimleri ile “kamu spotu niteliğinde yayın yapılması” ve “kültür mantarının halkımız tarafından daha çok tüketilmesi için internet, televizyon gibi kitle iletişim araçları ile tanıtımın yapılması” yargısı arasında anlamlı bir ilişki ortaya çıkmamıştır ($p>0,05$).

Mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlar arasında yer alan “Su maliyetlerinin yüksekliği” yargısı ile mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlara çözüm önerileri içerisinde yer alan “su tarifesinin belediyeler tarafından karşılanması” yargısı arasında χ^2 analizine göre anlamlı bir ilişki kurulmuştur ($p<0,05$).

Mantar üreticilerinin karşılaştıkları sorunlar arasında yer alan, “enerji maliyetlerinin yüksekliği” yargısını en çok karşılaşılan sorun olarak gören katılımcıların en etkili çözüm yolu olarak “enerji giderlerinin azaltılması” yargısı arasında χ^2 analizine göre anlamlı bir ilişki kurulmuştur ($p<0,05$) Enerji maliyetlerinin en çok karşılaşılan problem olarak görenler en etkili çözüm önerisi olarak enerji giderlerinin azaltılmasına yönelik çözüm önerilerini benimsemektedirler (H_0 Red A16).

Tartışma

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Üreticiler açısından en önemli problemlerin başında mantar tohumu pahalılığı yer almaktadır. Bu soruna karşı en etkili çözüm ise yerli tohum çalışmaları ve üretimi önerisidir. Ülkemizde, üniversite, özel ve kamu sektörü entegrasyonu sağlanarak yerli mantar tohumu üretilmesi konusunda ortak çalışmalar yürütmelidir,

Ülkemizde özellikle bazı sosyal paylaşım sitelerinde *P. ostreatus* üretimi “çok emek ve sermaye harcamadan para kazanılan bir sektör” olarak tanımlanmaktadır. Hatta bazı internet sitelerinde istiridye mantar üretimi ile ilgili bizzat firmalar tarafından çadır kurulumdan kompost teminine kadar işletmenin bütün ihtiyaçlarının karşılanacağı, hatta üretici adaylara ürettikleri mantarın alım taahhüdü gibi birçok özendirici parametreler kullanılması adaylara cazip gelmektedir. Ancak istiridye mantar üretiminin emek ve bilgi gerektiren bir sektör olması, üretim teknikleri ile hastalıklar ve zararlılar hakkında bilgi sahibi olmayan adayların eğitim almadan bu sektöre girmesi hem emek hem de sermaye kaybına yol açmaktadır. Yeterli deneyim ve bilgiye sahip olmayan sermayesi az olan üreticiler, kompost verimsizliği ya da hastalık ve zararlılar karşısında verim kaybına hatta hiç ürün almama durumu ile karşılaşabilmektedir. Bu da sermaye desteği olmayan üreticinin mağduriyet yaşamasına neden olmaktadır. Şekil 1 incelendiğinde görüleceği gibi *P. ostreatus* üreticileri genç (30-40 yaş) ve eğitim seviyeleri (% lisans mezunu) yüksektir. Özellikle kendi mesleğinde iş imkânı bulamayan genç ve eğitim seviyesi yüksek kesim, sosyal paylaşımlardan etkilenerek bu sektörde yer edinmektedir.

Çalışmada, üreticilerin istiridye mantarı üretiminde ana kompost hammaddesi olarak pamuk telefinden daha çok faydalandıkları tespit edilmiştir. Bu durum, geçmişten günümüze ana kompost materyali olarak kullanılan saman ve kayın talaşına yeni bir alternatif kompost materyalinin piyasaya sunulduğunu ve üreticiler tarafında da bu materyalin benimsendiğinin göstermektedir. Ancak bazı işletme sahipleri kompost materyali olarak pamuk telefinin kullanılmasının mantarın üretim hızında bir miktar artışa neden olduğunu, ancak mantar kalitesi üzerine olumsuz bazı durumların ortaya çıkabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, üreticilerle yapılan görüşmelerde pamuk ve samanın hammadde olarak fiyatının pahalı olduğu bildirilmiştir. *P. ostreatus* için çeşitli atıkların yetiştirme ortamında kullanılmasına yönelik ülkemizde bilimsel çalışmalar yapılmakla (Yıldız ve ark., 2002; Kibar ve ark., 2016) birlikte, bu çalışmaların yeterli

düzeyde olmadığı açıktır. Bu sorunun giderilmesi adına üniversite-sanayii işbirliği kapsamında çalışmalar yapılmalıdır. Böylece hem tarımsal atıklar değerlendirilmiş olacak hem de mantar gibi karlı bir ürün yetiştirilmiş olunacaktır.

P. ostreatus üretim tesisleri ile ilgili elde edilen sonuçlara göre, üretim tesisinin inşasında çadır tipi kurulumun yoğun olarak (%80) tercih edildiği saptanmıştır. Bunun nedeni çadır tesislerinin kurulumunun daha ucuz ve kolay olması olarak ifade edilmiştir. Ancak bu materyalin zamanla dış faktörlerin etkisi ile hızlı bir şekilde deformasyona uğraması, yeterli izolasyonun sağlanamaması enerji maliyetlerinde ve iklimik şartların oluşumunda olumsuzluklara neden olmaktadır. Bu nedenle üretim tesisi kurulumunda sandviç panel tesislerin tercih edilmesi ön görülmektedir. Bu konuda devletin mantar üreticilerine verdiği destek ve hibe programlarında bu konuyu dikkate alması ve sandviç panel ile mantarhane kurulumlarını zorunlu hale getirmesi önemli bir husustur.

Ülkemizde mantar üreticilerini bir birlik altında toplama konusunda bazı adımlar atılarak birkaç ilimizde mantar üreticileri birliği kurulmuştur. Ancak bu üretici birliklerinin üreticiler arasında koordinasyonu sağlama konusunda istenilen düzeye ulaşılmadığı bazı üreticiler tarafından dile getirilmiştir. Lokal yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Demir ve Sönmez, 2011). Üreticilerin aslında çoğunun mantar üreticileri birliği tarzında teşkilatlanmaya karşı olmamalarına rağmen yapılan çalışmaların etkili ve verimli olmayacağı önyargısı hakimdir (Esen ve Dernek, 2008). Bu önyargıyı kırma adına üretim miktarı ve üretici sayısı belli bir seviyede olan illerde mantar üreticileri birliği kurulması, üreticilerin üretim planlamasını yapmaları, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve mantarın bozulmadan tüketiciye ulaştırılması bakımından çok önemli rol oynayabilir. Kurulacak bu örgütlenme yapılarının belli bir grubun çıkarlarını gözetmeden, şeffaf ve ortak çıkarları koruma hedefini benimsemesi halinde üreticilerin örgütlenmeye karşı güven duyması ve ilgisiz kalmaması sağlanabilir.

Türkiye’de, mantarın çeşitli sektörlerde (gıda, tıp) kullanılmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bununla ilgili çalışmalar mantarla ilgili katma değeri yüksek ürünlerin üretilmesine olanak sağlayabilir.

Mantarın pazara sunuş şekli ile ilgili elden edilen bulguların sonucuna göre paketlenme metodu özellikle

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



büyük işletmeler açısından oldukça benimsenen bir yöntemdir. Bu durumun ortaya çıkmasında en önemli etkenler; paketlenmiş olarak satışa sunulan mantarın dayanım süresinin daha uzun olması, albenisinin yüksek olması ve diğer yöntemlere göre mantarın ekonomik değerini yükseltmesi olarak sayılabilir. Ayrıca, paketlenme uygulaması ürüne ekstra maliyet getirmesine rağmen, mantarın katma değerini yükseltmesinden dolayı ürünün kar marjını artırmaktadır.

Mantarın hızlı bozulabilir özelliğe oluşu üreticiler açısından önemli bir sorun olarak görülmektedir. Bu soruna karşı öngörülen mantarın soğutucu reyonlarda satışa sunulması çözüm önerisi üreticilerin benimsediği çözüm önerileri içerisinde ön sıralarda bulunmaktadır. Mantarlar yöreye göre değişmekle birlikte genellikle marketlerde satışa sunulmaktadır (Paksoy ve Aksüt, 2012). Mantarların paketlenmesinden marketlere getirilmesine kadar süreçte hava ile temasının azaltılması, raf ömrünü uzatmak için sevkiyatın soğuk zincir bozulmadan frigorifik araçlarla yapılması ve marketlerde satışa sunulurken +4 derecelik soğutucularda satılması ürünün kalitesinin korunmasını sağlayabilir. Bu konu ile ilgili firmalara soğuk frigorifik araçlar satın alınırken üreticilerin ödeyeceği ÖTV+KDV'nin devlet tarafından karşılanması teşvik edici etki yaratabilir.

Üreticilerin en önemli sorunlarından birisi olan enerji maliyetleri işletmeler için büyük yük getirmektedir. Bu sorunun çözümüne ilişkin önemli kapasiteye sahip üreticilerin anket kapsamı dışında belirttikleri çözüm önerisi güneş panelleri ile enerji elde etmektir. Güneş enerjisi sisteminin kurulumunda devlet desteğinin sağlanması hem temiz enerji kullanımını teşvik hem de düşük maliyetli ürün eldesi sağlanması açısından fayda sağlayacaktır. Çalışmada, *P. ostreatus* mantarında hastalıklarla mücadele önemli bir sorun olarak

görülmemiştir. Ayrıca tüketicilerin istirdiye mantarını tanımları ve lezzet olarak benimsemelerinden dolayı satış ve pazarlamada ciddi bir sıkıntı yaşanmamaktadır. Bu nedenle tüketiciler pazarlamayı önemli sorunlar arasında belirtmemişlerdir.

İşletmelerinin birçoğunun su maliyetlerini sorun olduğuna ilişkin kararsız kaldıkları ve bu soruna ilişkin su tarifesinin belediyeler tarafından karşılanması çözüm önerisine az etkili veya ne etkili ne etkisiz çözüm yolu olarak belirtmişlerdir. Bu sonucun ortaya çıkmasının sebeplerinden biri de bazı işletmelerin kuyu suyu kullanmasından dolayı su kullanımını büyük bir maliyet olarak görmemelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç

Son yıllarda *P. ostreatus* üretiminin kolay ve maliyetsiz bir iş kolu olarak yanıltıcı bilgilerin ve reklamların yoğun olarak gündeme gelmesinin doğurduğu problemler hızlıca artış göstermektedir. Özellikle sosyal medyada bu tür paylaşımların neticesinde belli bir sermaye ve teknik alt yapı olmaksızın işletmelerin özendirilmesi ve kurulması neticesinde kısa sürede yüksek kar oranları bekleyen müteşebbisler için hayal kırıklığı olmakta ve kısa sürede kurdukları işletmeleri kapatmak zorunda kalmaktadırlar. Ayrıca üretilen mantarların standartlara uygun olmamasından dolayı piyasaya düşük kaliteli mantarların girişine sebep olmaktadır. Bu nedenle ilk olarak devlet tarafından bu tür işletmelerin kurulumu için belirli kriterlerin getirilmesi ve denetlenmesi hem müteşebbisler hem de sektör açısından olumlu sonuçlar doğuracaktır.

Teşekkür

İstatistik analizlerin yapılmasında katkıda bulunan Sayın Dr. Tarık Gedik'e teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Ağaoğlu, Y.S., İlbay, M.E. ve Uzun, A. (1992). Değişik Talaş+Kepek Karışımlarının *Pleurotus sajor-caju*'nun Verimi Üzerine Etkileri. Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi (2-4 Kasım 1992), Cilt II, 111-119, Yalova.
- Aksu, Ş., Işık, E. ve Erkal, S. (1996). Türkiye Kültür Mantarcılığının Gelişimi ve Mantar İşletmelerinin Genel Özellikleri. *Türkiye V. Yemeklik Mantar Kongresi*, (ss. 1-13). Yalova, Türkiye.
- Aksu, Ş. ve Uygur, A. (2005). Bazı Kayın Mantarı (*Pleurotus spp.*) Türlerinin Organik Olarak Üretimi Üzerinde Araştırmalar. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15 (2) 1-26.
- Çat, A., Çomak, T. ve Çatal, M. (2018). İstirdiye Mantarının (*Pleurotus ostreatus*) Tohumluk Misel Üretimi Üzerine Bir Ön Çalışma. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31 (1) 21-25.
- Demir, H. ve Sönmez, İ. (2011). Antalya'nın Korkuteli İlçesinde Kültür Mantarı (*Agaricus bisporus*) Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu, Sorunları ve Bazı Çözüm Önerileri. *Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kırış Tarım Kongresi ve Fuarı*, (ss.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



2431-2439).

- Eren, E. ve Pekşen A. (2016). Türkiye'de Kültür Mantarı Sektörünün Durumu ve Geleceğine Bakış. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 4 (3) 189-196.
- Erkel, İ. (2004). Kocaeli ve Çevresinde Mantar Üretim Potansiyelinin Saptanması. *Türkiye VII. Yemeklik Mantar Kongresi*, (ss. 21-29). Antalya, Türkiye.
- Erkel, İ. ve Işık, S.E. (1990). *Pleurotus ostreatus* ve *Pleurotus florida* Yetiştiriciliğinde Değişik Yetiştirme Ortamlarının Verime Etkisi. *Türkiye IV. Yemeklik Mantar Kongresi*, Cilt: 2, 121-126, Yalova.
- Ertan, O.Ö. (1988). Bazı Substrat Katkı Maddelerinin *Pleurotus ostreatus* Üzerine Etkileri. *Doğa Türk Botanik Dergisi*, 12 (3) 234-238.
- Esen, N.C. ve Dernek, Z. (2008). Alternatif Besin Mantar Üretim ve Tüketiminde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *VIII. Türkiye Tarım Ekonomisi Kongresi*, (ss. 164-175).
- Güler, M. ve Ağaoğlu, S. (1995). Kayın Mantarlarının (*Pleurotus* spp.) Örtü Altı Yetiştiriciliğinde Değişik Yetiştirme Ortamlarının Verim ve Kalite Faktörlerine Etkileri. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Çukurova Ü. Z. F. 3-6 Ekim 1995. Adana.
- Kibar, B., Duran Akdeniz, H. ve Pekşen, A. (2016). *Pleurotus ostreatus* Yetiştiriciliğinde Katkı Maddesi Olarak Mısır Silajının Kullanımı. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 2 (1) 10-17.
- Olake, J. K. ve Adebayo, E.A. (2015). Effectiveness of Immunotherapies from Oyster Mushroom (*Pleurotus* species) in the Management of Immunocompromised Patients. *International Journal of Immunology*, 3 (2-1) 8-20.
- Özçatalbaş, O., Eker, N. ve Özenalp, S. (2004). Korkuteli'nde Mantar Üretim Sektörü, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Türkiye VII. Yemeklik Mantar Kongresi* (ss. 14-20). Antalya, Türkiye.
- Paksoy, M. ve Aksüt, M. (2012). Mantar Tüketimi ve Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi: Kahramanmaraş İli Örneği. *IX. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi*. Denizli, Türkiye.
- Pekşen, A. (2013). Kayın Mantarı (*Pleurotus ostreatus*): Kütük Yetiştiriciliği. *Samtim*, 41: 18-20, ISSN: 130-7588, Samsun.
- Pekşen, A. (2014). Türkiye'de Kültür Mantarı Yetiştiriciliği. *Yemeklik Kültür Mantarı Çalıştayı* (ss. 19-23). Antalya, Türkiye.
- Sanchez, C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and Other Edible Mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85 1321-1337.
- Yıldız, S., Yıldız, Ü. C., Gezer, E.D. ve Temiz, A. (2002). Some Lignocellulosic Wastes Used as Raw Material in Cultivation of the *Pleurotus ostreatus* Culture Mushroom. *Process Biochemistry*, 38 (3) 301-306.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Geliş(Received) :20/11/2019
Kabul(Accepted) :05/12/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708.mantar.649141

Türkiye’de Kültür Mantarı Üretimi ve Teknolojik Gelişmeler

Erkan EREN*¹, Aysun PEKŞEN²

*Sorumlu yazar: erkan.eren@ege.edu.tr

¹Ege Üniversitesi, Bergama Meslek Yüksek Okulu, Bergama, İzmir/TÜRKİYE.

Orcid No: 0000-0002-4422-4052 / erkan.eren@ege.edu.tr

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kurupelit Kampüsü, Atakum-Samsun/TÜRKİYE. Orcid No: 0000-0002-9601-5041/ aysunp@omu.edu.tr

Öz: Türkiye’de son 40 yıl içerisinde kültür mantarı üretiminde önemli gelişmeler meydana gelmiştir. 1983 yılında yıllık 1400 ton olan üretim miktarı, 2018 yılı sonu itibari ile 65000 ton seviyelerine gelmiştir. 1980’li yıllarda üretimin büyük bölümü modern olmayan küçük aile işletmelerinde yapılırken, günümüzde, her ne kadar aile işletmelerinin üretimi devam etse de, üretimin yaklaşık %35’lik kısmı günlük mantar üretim miktarı 1000-9000 kg arasında değişen modern tesislerde gerçekleştirilmektedir. Kaliteli ve güvenilir gıda tüketiminin ön plana çıkması, kültür mantarı üretiminde kalite beklentilerini karşılayabilecek üretim modellerinin başlamasını sağlamıştır. Üretimin özellikle iklimlendirme ve otomasyon açısından kontrollü ortamlarda yapılması, mantarın verim ve kalite beklentisinin karşılanmasında önemli bir unsur olmuştur. Mantar üretiminin Akdeniz ve Marmara bölgesi dışında özellikle Ege ve İç Anadolu bölgelerinde de yaygınlaştığı görülmektedir. Mantar sektörünün özellikle son 15 yıl içerisindeki hızlı gelişimi birçok problemi de beraberinde getirmiştir. Kültür mantarı sektörü, ürün verim ve kalitesine etki eden hastalık ve zararlılar nedeniyle ciddi kayıplar vermektedir. Üretim süresince karşılaşılan hastalık ve zararlılar ile mücadelede ruhsatlı kimyasalların neredeyse yok denecek kadar az olması hem mücadelede yetersiz kalınmasına hem de ruhsatsız ilaçların bilinçsizce kullanımı sonucunda oluşan pestisit kalıntıları tüketicide kültür mantarına olan güvenin azalmasına yol açmaktadır. Son yıllarda bu sorunların giderilmesi amacıyla biyolojik mücadele kapsamında çalışmalar başlatılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmalar neticesinde, biyolojik preparatların mantar üretiminde kullanımı gittikçe yaygınlaşmıştır. Sektörde verim ve kalitenin artırılması için fiziksel donanımlar ve teknolojinin geliştirilmesi yanında, konu uzmanı teknik eleman ihtiyacının da giderilmesi gerekmektedir. Türkiye’de mantarcılık alanında eğitim almış teknik eleman ve akademisyen sayısının ihtiyacın çok altında olması nedeniyle üniversitelere önemli sorumluluklar düşmektedir. Sektörün önümüzdeki 10 yıl için hedef göstermiş olduğu yıllık yaklaşık 100 bin ton üretim seviyesine ulaşması, bu alanda yapılacak yeni yatırımların yanında mevcut tesislerdeki verim ve kaliteyi artıracak modernleşme ve iyileştirme çalışmaları ile mümkün olabilecektir. Bu da sektörün ihtiyaçları ve sorunlarının çözümüne yönelik Ar-Ge çalışmalarının planlanması, üniversite, kamu ve özel sektör işbirliğinde yürütülecek çalışmalarla sağlanabilecektir.

Anahtar kelimeler: Kültür mantarı, iklimlendirme ve otomasyon, biyolojik mücadele

Mushroom Production and Technological Developments in Turkey

Abstract: Significant improvements in mushroom production occurred in Turkey for last 40 years. The production amount, which was 1400 tons annually in 1983, reached 65000 tons as of the end of 2018. While the big part of the mushroom production was carried out in non-modern small family enterprises in 1980s, although the production of family enterprises continues, about 35% of the mushroom production is currently realized in modern plants with daily mushroom production ranged between 1000-9000 kg. Coming to the forefront of high quality and reliable food consumption has provided the starting of the production models that are able to satisfy consumer expectations in cultivated mushroom production. Performing the production in especially controlled environments in terms of air conditioning and automation has been an important factor in meeting the expectations of yield and quality of mushrooms. It is seen that mushroom production is widespread especially in Aegean and Central Anatolia regions besides

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Mediterranean and Marmara regions. The rapid development of the mushroom sector, especially in the last 10-15 years, has brought many problems. Cultivated mushroom sector has serious losses due to diseases and pests affecting product yield and quality. The presence of licensed chemicals for the control of diseases and pests during the production processes is a very small number and those products leads to insufficiency in control them, and also leads to a decrease in consumer confidence to cultivated mushrooms due to pesticide residues in the product as a result of unconscious drug use. In recent years, studies have been carried out within the scope of biological control to overcome these problems and successful results have been obtained. As a result of these studies, the use of biological preparations in mushroom production has become increasingly widespread. In order to increase efficiency and quality in the sector, besides the physical equipment and technology, the need for expert technical personnel should be met. Universities have important responsibilities in the elimination of problems due to a small number of technicians trained in the field of mushrooms and the small number of academicians. To reach approximately 100 thousand tons of product levels that targeted by the mushroom sector for the next 10 years, could be possible with new investments to be made in this field as well as modernization and improvement works that will increase the efficiency and quality in the existing facilities. This can be achieved through planning of research and development studies in order to solve the needs and problems of the sector and studies to be carried out in cooperation with the university, public and private sectors.

Key words: Cultivated mushroom, air conditioning and automation, biological control

Giriş

Mantar yetiştiriciliği; üretimin iç koşullarda yapılması, dış çevresel koşullardan direkt etkilenmemesi, üretim süresinin kısa ve birim alandan elde edilen gelirin yüksek olması, mantar üretiminde kullanılabilir tarımsal atık materyalin bol olması nedeniyle giderek yaygınlaşan karlı bir tarımsal üretim faaliyetidir. Dünya mantar pazarı 2013 yılı verilerine göre yaklaşık 63 milyar dolarlık bir hacme sahiptir. Bu pazarın %54'ünü (34 milyar dolar) kültürü yapılan yenilebilir mantarlar, %38'ini (24 milyar dolar) tıbbi mantarlar ve %8'ini (5 milyar dolar) doğa mantarları oluşturmaktadır (Grimm ve Wösten, 2018).

Yenilebilir mantarlar protein, karbonhidrat, doymamış yağ asitleri, diyet lifi, mineral maddeler ve vitaminler bakımından değerli bir gıdadır. Aynı zamanda eşsiz aroma ve lezzetleri ile tercih edilen bir üründür. Besin özellikleri yanı sıra önemli farmakolojik etkileri nedeniyle günümüzde nutrasötik ve diyet desteği olarak kullanılmaktadır. İnsan beslenmesinde toplumsal bilincin artması yanında sahip oldukları besin ve tıbbi özellikler mantarlara karşı ilginin giderek artmasına neden olmuştur (Eren ve Pekşen, 2016).

Türkiye'de mantar yetiştiriciliği ile ilgili ilk üretim 1960'lı yıllarda İstanbul'da Dr. Enver Bey tarafından küçük bir işletmede amatör düzeyde gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de mantar yetiştiriciliği her ne kadar çok yeni bir üretim faaliyeti olsa da, mevcut durumu ve gelecekte ulaşılabilecek hedefler dikkate alındığında son

derece önemli bir ticari değere sahip olduğu açıkça görülmektedir.

Bu çalışmada, 2018 yılı sonu itibari ile dünyada ve Türkiye'de kültür mantarı üretiminin mevcut durumu, Türkiye'de kültür mantarı sektörünün artan üretim potansiyeli ve beraberindeki teknolojik gelişmeler belirlenerek değerlendirilmiştir.

Materyal ve Metot

Çalışmada sunulan veriler; İzmir, Balıkesir, Kocaeli, Karabük, Adapazarı, Ankara, Konya, Antalya, Burdur, Gaziantep ve Kayseri illerinde olmak üzere 7 bölgede faaliyet gösteren ve günlük üretim kapasitesi 1000 kg'ın üzerinde olan işletmelerin (16 mantar işletmesi) tamamı ile yapılan anket ve incelemelerden elde edilmiştir. Ayrıca Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) ve Türkiye İstatistik Kurumuna (TÜİK) ait ikincil veriler ve konu ile ilgili yayınlanmış yerli ve yabancı yayınlardan da yararlanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Dünyada ve Türkiye'de Mantar Üretim ve Tüketim Miktarları

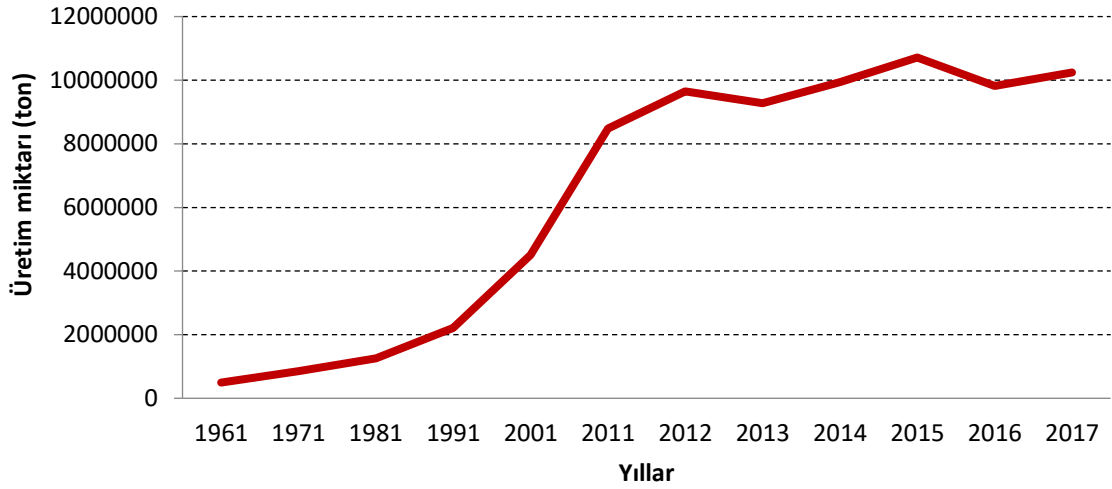
Dünya mantar ve trüf üretim miktarı toplam 10.2 milyon tondur (FAO, 2019). Dünya mantar endüstrisi son 20 yılda yeni mantar türlerinin de eklenmesi ile çok hızlı bir şekilde büyümüştür (Şekil 1). Günümüzde küresel mantar endüstrisi, teknolojinin ilerlemesi ile yeni bir

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

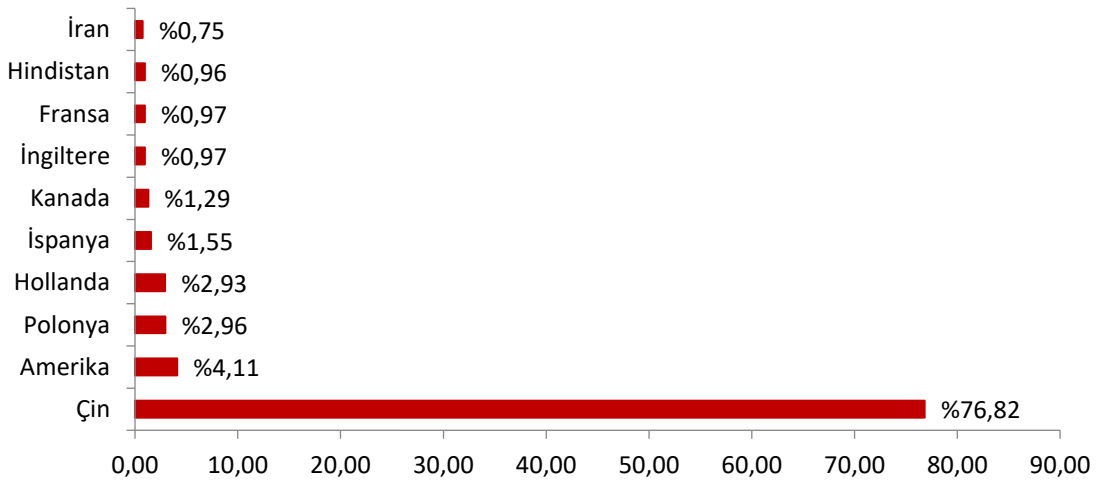


döneme girmiştir. Mantar yetiştiriciliği, Amerika ve bazı gelişmiş Avrupa ülkelerinde çok yüksek seviyelerde mekanizasyon ve otomasyon ile yüksek teknoloji endüstrisi durumuna ulaşmıştır (Royse ve ark., 2017). Yenilebilir mantarlara olan küresel talebin 2021 yılına kadar 59.48 milyarı aşması beklenmektedir (Higgins ve ark., 2017). Mantar üretiminde Asya kıtası 8.3 milyon ton üretimle birinci sırada yer alırken, 1.4 milyon ton ile

Avrupa ikinci sırada yer almaktadır. Çin, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletlerinin üretim miktarları dünya mantar üretiminin yaklaşık %95'ini oluşturmaktadır. Çin, %77 üretim payı ile mantar üretiminde lider ülke konumundadır (FAO, 2019). İkinci en büyük üretici ülke Amerika Birleşik Devletleri olup, bunu Polonya, Hollanda ve İspanya izlemektedir (Şekil 2).



Şekil 1. Dünya mantar ve trüf üretim miktarı (FAO, 2019)



Şekil 2. 2017 yılında en fazla mantar üreten 10 ülke (FAO, 2019) ve üretimdeki % payları

FAO kayıtları ile (Şekil 3), araştırma kapsamında Türkiye'de kültür mantarı işletmelerinde üretilen kompost ve satılan misel miktarlarına göre hesaplanan mantar üretim değerleri (Tablo 1) arasında ciddi fark bulunmaktadır. FAO istatistiklerine göre Türkiye mantar

ve trüf üretim miktarı ile ilgili ilk veri 1982 yılına ait olup kayıtlarda 10 ton olarak kaydedilmiştir. 2017 yılı mantar ve trüf üretim miktarı ise 41 bin ton (Şekil 3) olarak görülmektedir. FAO ve TÜİK kayıtları dışında mantar konusunda çalışmalar yapan araştırmacıların mantar

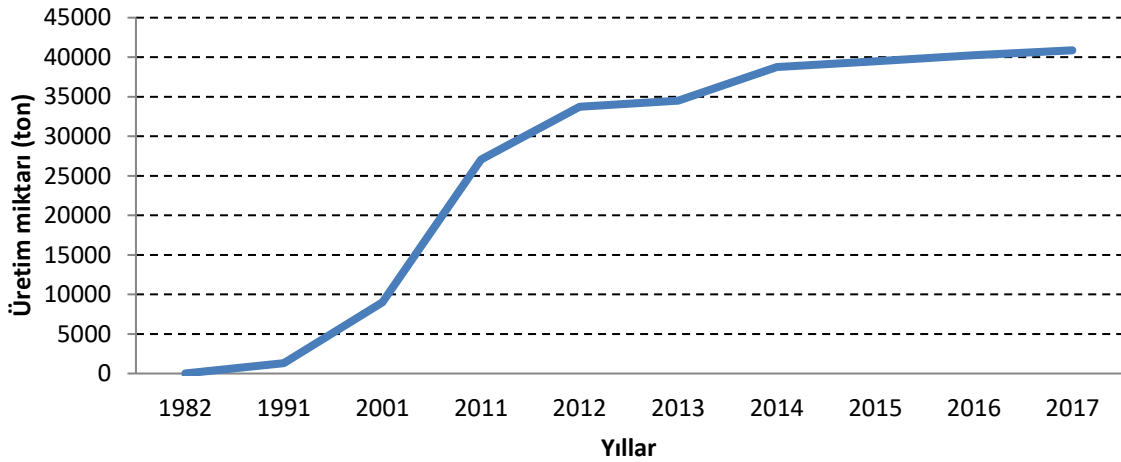
XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



üretimi ile ilgili ilk kayıtları 1973 yılına aittir. Erkel (1992), 1973 yılında Türkiye mantar üretim miktarının 80 ton olduğunu bildirmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda 2018 yılı mantar üretim miktarı 65 bin ton olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

Uysal (2014) tarafından yapılan trend analizi sonuçlarına göre mantar üretiminde her yıl ortalama %18.4'lük bir üretim artışı gerçekleşmektedir. Son 10 yılda mantar talep artışına bağlı olarak Türkiye'nin farklı illerinde (Antalya, Ankara, Kocaeli, Balıkesir, Gaziantep, Kayseri, Karabük gibi) birçok mantar üretim tesisi

kurulmuştur (Eren vd., 2016). 2014-2020 dönemi IPARD programı (IPARD II) kapsamında illere göre değişmekle birlikte mantar işletmelerine %55-65 hibe desteği verilmektedir. Mantar üretimine verilen bu ve benzeri destekler, üretimi olumlu yönde teşvik etmektedir. Üreticiler tarafından mantar yetiştiriciliğinin kolay, gerekli sermayenin az ve kazancının yüksek olması düşünceleri de mantar üretim talebini artırmaktadır. Mantar üretimindeki talep ve büyüme düşünüldüğünde üretim hacminin 2025 yılında 100 bin ton olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 3. Türkiye mantar ve trüf üretim miktarı (FAO, 2019)

Tablo 1. Türkiye'de yıllara göre kültür mantarı üretim ve kişi başına yıllık tüketim değerleri

Yıllar	Üretim miktarı (ton)	Nüfus (kişi)*	Tüketim miktarı (g/kişi)
1973	80	-	2.1
1983	1.400	-	36.8
1987	2.560	-	48.7
1991	3.052	-	53.5
1995	7.728	-	127.5
2000	18.000	67.803.927	327.3
2005	30.000	69.767.441	430.0
2010	42.000	72.561.312	591.5
2012	49.000	75.627.384	647.9
2014	45.000	77.695.904	579.2
2016	55.000	79.814.871	689.2
2018	65.000	82.003.882	792.7
2020	75.000 (Öngörü)	85.000.000	882.4
2025	100.000 (Öngörü)	87.000.000	1150.0

1973-2000 yılları Erkel ve Aksu (2000), 2000-2014 yılları Eren ve Pekşen (2016)'in verilerinden derlenmiştir. *TÜİK (2019)

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

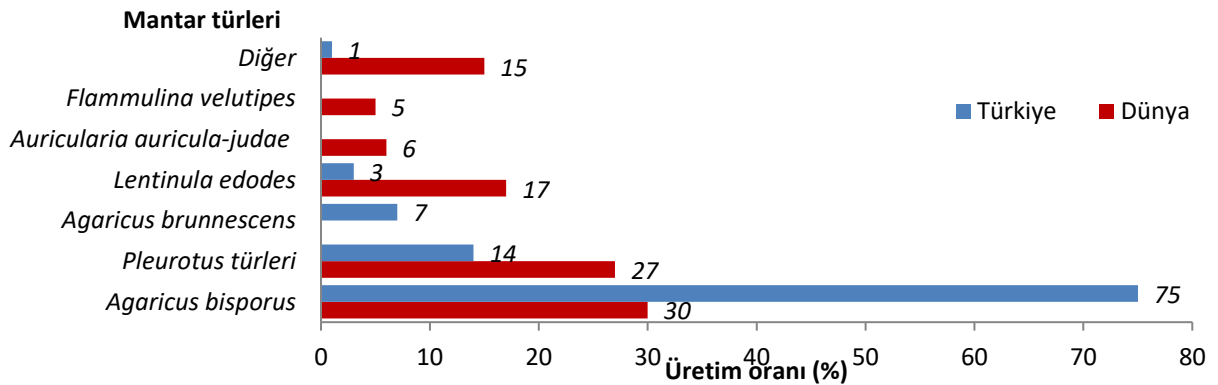


Mantarlar besinsel özellikleri ve lezzetleri yanı sıra tıp alanındaki kullanımları ile dikkat çekmekte, birçok ulus tarafından da uzun süredir tüketilmektedir (Pekşen, 2013). Küresel ölçekte, mantar tüketimine bakıldığında 1997 yılında kişi başına 1.0 kg olan mantar tüketimi, 2013'te 4.7 kg'a yükselmiştir. Mantar üretiminde lider olan Çin'de ise kişi başına düşen yıllık tüketimin 10 kg civarında olduğu tahmin edilmektedir (Royse ve ark., 2017). Türkiye'de kültür mantarı üretiminin artmasına paralel olarak tüketim miktarının da arttığı görülmektedir. 2018 yılı verilerine göre kişi başına düşen mantar tüketim miktarı yaklaşık 0.8 kg civarındadır (Tablo 1). Dünya mantar tüketim ortalaması ile karşılaştırıldığında, Türkiye'de mantar tüketim değerlerinin çok düşük olduğu söylenebilir. Bunun en önemli nedeni kültür mantarı üretiminin Türkiye'de geç başlamış olması ve tüketim alışkanlığının çok eskilere dayanmıyor olmasıdır. Ancak son yıllarda mantarın tanınmaya başladığı ve beslenme alışkanlıkları içerisinde yer bulduğu söylenebilir. Türkiye'de son 10 yıl içerisinde mantar tüketiminin yaklaşık %40 oranında artması ve sektörün gelişmesiyle birlikte, tüketim miktarının önümüzdeki 5 yılın sonunda 1 kg seviyelerinin üzerine çıkması beklenmektedir. Avrupa'nın son 20 yılında değişmeyen tüketim miktarı dikkate alındığında, ülkemizde devam eden bu artış sektörün ileriye dönük gelişimi bakımından da umut vermektedir. Sağlık ve beslenme konusunda tüketicilerin daha bilinçli hale gelmesiyle, kişi başına kültür mantarı tüketiminin giderek artacağı ve adından daha fazla söz ettireceği tahmin edilmektedir.

Dünyada ve Türkiye'de Kültürü Yapılan Mantar Üretimine Cinslere Göre Dağılımı

Dünya üretimine %90 oranında katkıda bulunan *Agaricus bisporus*, *Pleurotus* türleri, *Lentinula edodes*, *Auricularia* türleri, *Flammulina velutipes* ve *Volvariella volvacea* olmak üzere 6 mantar türü bulunmaktadır. *Lentinula*, *Pleurotus* ve *Agaricus* cinsleri dünya genelinde yetiştirilirken, diğer 3 tür sadece Asya kıtasında yetiştirilmektedir (Royse, 2014; Royse ve ark., 2017). Dünyada yaklaşık %30'luk bir oran ile en fazla üretimi yapılan cins *Agaricus* cinsidir. *Pleurotus* cinsi %27'lik oranla ikinci sırada ve %17 ile *Lentinula* cinsi mantarlar üçüncü sırada yer almaktadırlar (Royse, 2014) (Şekil 4).

Son yıllarda Türkiye'de de farklı mantar türlerinin yetiştiriciliğinin yaygınlaştığı ve üretimlerinin arttığı, buna bağlı olarak *A. bisporus* (beyaz şapkalı) mantarının toplam mantar üretim oranı içindeki payının azaldığı (%75) görülmektedir (Şekil 4). Bunlar arasında özellikle *Pleurotus* türleri ve *L. edodes* (shiitake) türünün üretimleri artmıştır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de *Pleurotus* türleri, *A. bisporus* türünden sonra en çok üretilen ve tüketilen tür konumuna gelmiştir. Özellikle son 5 yıl içerisinde istiridyekayın mantarı (*P. ostreatus*) yetiştiriciliğine olan ilgi ve talep hızlı bir şekilde artmıştır. İstiridyekayın mantarı, 2016 yılında Türkiye mantar üretiminde %10 paya sahip iken (Eren ve Pekşen, 2016), 2018 yılı sonu itibarı ile toplam üretimdeki payı %14'e yükselmiştir (Şekil 4). Üretim miktarındaki bu artışın en önemli nedenleri; birçok tarımsal ve endüstriyel atığın kompost materyali olarak kullanılabilmesi, *A. bisporus* türüne göre kompostlama tekniklerinin daha kolay ve ucuz olması, üniversiteler ve Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından düzenlenen eğitim çalışmaları ve hibe programlarıdır.



Şekil 4. Dünyada (Royse, 2014) ve Türkiye'de kültürü yapılan mantar üretiminin cinslere göre dağılımı

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



Türkiye’de son yıllarda *Ganoderma lucidum* ve *Trametes versicolor* gibi tıbbi mantarların ve ticari değeri yüksek *Tuber* (trüf) türlerinin üretim çalışmalarında da artış olduğu görülmektedir. Türkiye’nin sahip olduğu doğal trüf mantarı türlerini tespit etmek, doğal ve yapay trüf ormanları oluşturulmak amacıyla 2014 yılında Orman Genel Müdürlüğü tarafından “Trüf Ormanı Eylem Planı (2014-2019)” hazırlanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda Türkiye’de 12 tanesi ekonomik öneme sahip olmak üzere, toplam 42 trüf türü belirlenmiştir (Saka ve ark., 2017). Trüf konusunda bilgilendirme amaçlı birçok eğitim ve iki adet çalıştay düzenlenmiştir. Denizli ve Muğla Orman Bölge Müdürlükleri’nde toplam 23 bin adet aşılı fidan üretilerek trüf ormanları oluşturulmuştur. Tüm bu çalışmalar sonucunda 2019 yılında 2500 kg trüf üretimi gerçekleştirilmiştir (Balcı, 2019).

Teknolojik Gelişmeler

Türkiye’de tüketim alışkanlığının gelişmesine bağlı olarak devam eden yeni yatırımlar ve sektöre olan ilginin giderek artması, kültür mantarcılığının önümüzdeki yıllarda hızlı bir gelişim içerisinde olacağını göstermektedir. Ancak sektörün gelişimi sadece kapasite

artışı değil, mekanik ve teknolojik gelişmenin de sağlanması ile mümkün olabilecektir.

Kültür mantarı üretimi yapan işletmelerin üretim alanları incelendiğinde, Türkiye’de 2005 yılında toplam üretimin %75-80’inin küçük işletmelerde (500 m²’den küçük üretim alanlarında) gerçekleştiği, toplam üretim alanı 2000 m²’den büyük işletmelerin kültür mantarı üretimindeki payının %5-10 olduğu görülmektedir (Eren ve Pekşen, 2016). 2018 yılında ise küçük işletmelerin yerini toplam üretim alanı 2000 m²’den büyük işletmelerin aldığı ve toplam üretimdeki paylarının %30-35 seviyelerine yükseldiği tespit edilmiştir (Tablo 2). Bu durum, mantar üretiminin çok küçük üretim odalarından daha kapasiteli, modern ve piyasa ile rekabet edebilir düzeyde yeni tesislere doğru değiştiğini göstermektedir. Üreticilerin küçük üretim alanına sahip tesislerden daha kapasiteli üretim alanına sahip işletmelere doğru yönelmesinin en önemli nedeni; yüksek üretim kapasiteli odalarda yapılan yetiştiriciliğin mantar üretim maliyetlerini azaltmasıdır. Üretim maliyet değerlerini dikkate alan yatırımcılar, daha kapasiteli üretim tesisleri kurmayı tercih etmektedirler.

Tablo 2. Türkiye’de kültür mantarı üretim alanlarına göre işletmelerin durumu

Üretim alanı	Toplam üretimdeki payı (%)		
	2005	2014	2018
0-500 m ²	75-80	55-60	40-45
500-2000 m ²	10-15	20-25	25-30
2000 m ² <	5-10	15-20	30-35

İklimlendirme sistemleri, insan kaynaklı hataları en aza indirebilmek ve iklimsel değişimlerin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak bakımından, günümüzde kültür mantarına yapılacak yatırımlarda dikkate alınması gereken son derece önemli bir konudur. Teknolojik gelişmeler üreticilerin mantar verimi ve kalitesini en üst düzeye çıkarırken, maliyet ve girdi kullanımını en aza indirmelerini sağlamaktadır. Bununla birlikte, aynı faydalar küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde istenilen düzeyde sağlanamamaktadır. Özellikle küçük işletmelerin azalmasıdaki en önemli sebeplerden biri bu yapı ve kapasitedeki üretim odalarında istenilen koşulları sağlayacak iklimlendirme sistemlerinin kurulamamasıdır. Küçük işletmelerin iklimlendirme için istenilen bütçeyi ayıramamaları veya ayırmak isteyen üreticilerin de

kapasitesi düşük olan üretim odalarında yapacakları iklimlendirme sistemlerinin maliyetlerinin yüksek olması buna engel olmaktadır. Bu gibi zorluklar mantar yetiştiriciliğinin gelişmesini engellemektedir.

Günümüzde gelişmiş ülkelerde yapılan mantar üretimlerinde iklimlendirme ve otomasyon sistemleri üretimin her aşamasında kullanılmaktadır. Bu sistemler, işletmelerde hem verim hem de ürün kalitesinde artış sağlamaktadır. Türkiye’de iklimlendirme ve otomasyon sistemleri orta ve büyük işletmelerde bulunmakta, çoğu işletme için ise en önemli eksiklik olmaktadır. 2015 yılında üretim kapasitesi günlük 1000 kg olan 10 işletmede yapılan bir incelemede, işletmelerin tamamının iklimlendirme sistemine sahip olduğu, sadece %15’inin aynı zamanda otomasyon sistemine de sahip olduğu

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



belirlenmiştir (Eren ve Pekşen, 2016). 2018 yılında ise günlük 1000 kg üzerinde üretim kapasitesine sahip 16 üretim tesisinin %40'ının tüm üretim odalarında iklimlendirme sistemlerine otomasyonu dahil ederek üretim yaptıkları belirlenmiştir. Küçük kapasiteli üretim tesislerinde ise otomasyon tesis maliyetinin yüksek olması sebebiyle herhangi bir otomasyon kullanmadıkları tespit edilmiştir.

Türkiye'de Mantar Sektöründeki Öne Çıkan

Diğer Sorunlar

Misel üretimi

Mantar üretimi; misel üretimi, kompost üretimi ve ürün üretimi olarak ana başlıklara ayrılabilir. Türkiye'de mantar üretiminde kullanılan miselin %90'ı yurtdışından temin edilmekte, %10'u ise yerli misel firmaları tarafından karşılanmaktadır. Ülkemizde misel üreten yerli firmalar kapasite bakımından yeterli değildir ve ıslahla ilgili çalışmalar yok denecek kadar azdır. Son yıllarda bu konu ile ilgili Tarım ve Orman Bakanlığı'nın bazı girişimleri bulunmaktadır. *Pleurotus* türlerine ait çeşit geliştirme ile ilgili Yalova Atatürk Araştırma Enstitüsünde çalışmalar yapılmaktadır. Ayrıca mantar tohumluk çeşitlerinin tescilli sürecini düzenleyecek olan mevzuatın Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü tarafından oluşturulması yönünde bazı çalışmalar başlatılmış bulunmaktadır. Ancak bu çalışmalar yeterli olmayıp, üniversiteler, kamu ve özel sektör iş birliği kapsamında çeşit geliştirme ve kültüre alma ile ilgili ıslah çalışmaları yapılmasına destek verilmesi gereklidir.

Kompost üretimi

Türkiye'de mantar üreten işletmelerin bazıları kendi kompostunu üreterek mantar yetiştiriciliği yaparken, bazıları da kompostu misel ekilmiş olarak hazır almaktadır. Türkiye'de beyaz şapkallı mantar kompostu üreten orta ve büyük kapasiteli 8 adet işletme bulunmaktadır. Kompost firmaları üretmiş oldukları kompostu küçük veya diğer orta ölçekli işletmelere satmaktadırlar. Her ne kadar kompost üreten tesis sayısı az gibi görünse de, bu kompost firmaları mevcut mantar üreticilerinin kompost ihtiyacını karşılayacak kapasiteye sahiptirler. Bu işletmelerden biri hariç diğer işletmelerin tamamı kompost üretimi yanında mantar üretimi de yapmaktadırlar. Eskiden kurulan kompost işletmeleri hem yapısal özelliklerini hem de kompost yapımında kullanılan makine ve ekipmanlarını tedarik ederek günümüz

koşullarına uygun bir şekilde yenilemektedirler. Diğer taraftan kompost üreticilerinin en önemli sorunlarının arasında kompost yapımında kullanılan materyallerin temini ve bu materyallerin maliyetleri ile birlikte nakliye maliyetlerinin yüksek olması yer almaktadır. Mantar üreticilerinin beklentisi doğrultusunda kompost işletmelerinin kaliteli kompost standardını uzun süre sağlayamaması, mantar üreticileri ile kompost tedarikçilerini karşı karşıya getirmektedir. Bu sorunların giderilmesi için mantar ve kompost üretimine yönelik standartları belirleyen yasal bir mevzuatın hazırlanması gerekmektedir (Pekşen, 2014).

Hastalık ve zararlılar ile mücadele

Kültür mantarı üretiminde yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek tüm işletmelerin temel hedefi olmasına rağmen, üretim aşamasında karşılaşılan hastalık ve zararlılar ciddi verim ve kalite kayıplarına neden olabilmektedir. 2014 yılında 49 bin ton olan mantar üretim miktarının yeşil küf nedeniyle 2016 yılında 45 bin tona düşmesi buna en güzel örneklerden birisidir (Eren ve Pekşen, 2016). Eren (2014), Türkiye'de *Agaricus bisporus* türünün yetiştirildiği işletmelerde örümcek ağı hastalığı (*Dactylium dendroides*), yaş kabarcık (*Mycogone perniciososa*), kuru kabarcık (*Lecanicillium fungicola*), yeşil küf (*Trichoderma* spp), bakteriyel leke (*Pseudomonas tolaasii*), kahverengi alçı (*Papulaspora byssina*), beyaz alçı (*Papulaspora byssina*) ve yalancı domalan (*Diehliomyces microspora*) hastalıklarının, aynı zamanda mantar sinekleri, kırmızı örümcekler, akarlar, nematodlar ve kemirgenler gibi zararlıların ciddi verim ve kalite kayıplarına neden olduğunu bildirmiştir. *Pleurotus* türlerinin yetiştirildiği işletmelerde ise en yaygın hastalık yeşil küf, zararlı ise sineklerdir. Son 20 yılda mantar üretiminde artan hastalık ve zararlılar, mücadelede kullanılan kimyasal miktarının da artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte Türkiye'de kültür mantarı üretiminde kullanımı onaylanmış, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ruhsatlandırılmış kimyasal ilaç konusunda ciddi sorunlar bulunmaktadır. Türkiye'de 2019 Mayıs ayı itibari ile mantar yetiştiriciliği için ruhsatlandırılmış kimyasal ilaç sayısı 2 adettir (Prochloraz ve Metrafenone etken maddesi). Bu ruhsatlandırılmış iki ilacın da örümcek ağı hastalığına (*Dactylium dendroides*) karşı olduğu dikkate alındığında; üretim sırasında karşılaşılan hastalık ve zararlılara karşı mantar için ruhsatlı olmayan birçok kimyasalın kullanıldığı

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019



görülmektedir. İşletmelerin yaşamış olduğu hastalık ve zararlılara karşı sadece kimyasal ilaç ile mücadele de yeterli olmamaktadır. Kültür mantarının gelişim süresi ile hasat süresi arasındaki zamanın kısa olması kullanılan kimyasal ilaçların kalıntılarının ürün üzerinde kalmasına, dolayısıyla sağlık problemlerine yol açmaktadır. Bu nedenle özellikle orta ve büyük mantar işletmelerinde kimyasal mücadele yanında üretimin yapıldığı tesisin fiziksel koşullarının da iyileştirilmesine, doğru ve disiplinli hijyenik önlemlerin alınmasına dikkat edilmelidir. Son yıllarda hastalık ve zararlılar ile mücadelede biyolojik mücadele yöntemlerinin uygulanmaya başlandığı ve bu mücadele yönteminin kimyasal mücadeleye göre büyük avantajlar sağladığı görülmektedir. Bazı işletmeler tarafından biyolojik mücadele kapsamında entomopatojen nematodlar (biyolojik insektisid), *Bacillus thuringiensis* (biyolojik insektisid), *Bacillus subtilis*, *Beauveria bassiana* (biyolojik insektisid), *Pseudomonas fluorescens* (biyolojik fungusid) ve Azadirachtin (botanik insektisid) gibi biyolojik preparatlar kullanılmaya başlanmıştır. Biyolojik mücadele preparatlarının bir kısmı kültür mantarına ruhsatlandırılmıştır. Özellikle son yıllarda kültür mantarı sineklerine karşı biyolojik mücadele yöntemlerinin kullanılmaya başlandığı görülmektedir (Eren ve ark., 2019).

Tüketicinin güvenilir ürünlere olan isteğinin hızla arttığı günümüzde, işletmeler ürünlerine ve üretim aşamalarına olan güveni tesis edip pekiştirmek için bünyelerine kalite yönetim sistemlerini ve İyi Tarım Uygulamaları Sertifikasyonlarını dahil ederek sağlamaya çalışmaktadırlar. Özellikle İyi Tarım Uygulamalarının (İTU) kültür mantarı sektöründe yaygınlaşmaya başlamasının en önemli nedeni ticari bir satış koşulunu yerine getirmenin yanında, tüketicinin de beklentisi olan güveni sağlamaktır (Eren ve ark., 2012). Ancak hastalık ve zararlılarla mücadelede mantara ruhsatlı ilaçların bulunmaması, yasal mevzuatlar çerçevesinde işletmelerin İTU ve GLOBALGAP belgelendirme sürecinde sorun yaşamasına neden olmaktadır. Bu nedenle biyolojik mücadele çalışmalarının yaygınlaştırılması bu sorunların çözümünde ayrıca önem kazanmaktadır.

Hasat sonrası muhafaza

Mantarın raf ömrünün kısa olması nedeniyle hasat sonrası nakliye ve depolama tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de en önemli sorunlardan biridir. Hasat sonrası

depolama ve taşıma, mantar yetiştiriciliği için üretim zincirinin iki önemli parçasıdır. Yüksek kalitede mantar üretilse bile, eğer uygun şekilde muhafaza edilmez ise üretimin büyük bir anlamı olmamaktadır. Hasat sonrası kayıpları azaltmak amacıyla mantarların hasattan tüketime kadar soğuk zincirde tutulması önemlidir. Ancak bu durum maliyeti artıran bir unsurdur.

Dünyada ve ülkemizde üretilen yemeklik mantarın %40-50'si taze olarak tüketilmekte, geriye kalan kısmı ise gıda sanayiinde kurutularak, dondurularak veya konserve edilerek değerlendirilmektedir. Uzun süreli korumalarda ve ürünün katma değerini artırmak amacıyla hasat sonrası mantarlar; erişte, bisküvi veya çorba tozu gibi daha değerli gıda ürünlerine dönüştürülebilir. Bu mantar üreticileri ve girişimciler için önemli bir fırsattır.

Sonuç

Türkiye'de tarım, ormancılık ve gıda işleme endüstrilerinden büyük miktarda organik atık açığa çıkmaktadır. Mantar yetiştiriciliği, bu atıkları ekonomiye kazandırmanın veya potansiyel olarak değerli kaynaklara dönüştürmenin etkili bir biyo-dönüşüm teknolojisidir. Ayrıca dikey kültür yetiştiriciliğine model olması ve dünyadaki iklim değişikliklerinden etkilenmemesi nedeniyle de mantar yetiştiriciliği son derece önemli bir üretim faaliyetidir. 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. Mantar ıslahı çalışmalarına ağırlık verilmeli ve mantar çeşitlerinin tesciline olanak sağlayacak gerekli mevzuatlar düzenlenmelidir. Mantar sektörünün gelişmesinde diğer önemli konulardan biri de konusunda uzmanlaşmış akademik personel ve teknik personelin yetiştirilmesidir. Mantar üretiminin kayıt altında ve izlenebilir biçimde yapılabilmesi, iç ve dış piyasalarda rekabet edebilir düzeyde olabilmesi için uygun devlet desteklerinin verilmesi sektörün gelişimine katkı sağlayacaktır. Sektörün gelişiminde üretimin artırılması kadar mantar tüketimi konusunda farkındalığın artırılması da son derece önemlidir. Taze mantar temini için pazar zincirlerinin geliştirilmesi, değerlendirilme yöntemleri ve kullanım alanlarının çeşitlendirilmesi sağlanmalıdır. Hızla büyüyen bu sektörün sorunlarının çözümü için hem gerekli mevzuatlar hazırlanmalı hem de üniversite, kamu ve özel sektör işbirliği ile sektör sorunlarına yönelik araştırmalara öncelik ve destek verilmelidir.

XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi-2019

**Kaynaklar**

- Balcı, Ö. (2019). Trüf Mantarı Faydalanma Yönetimi ve Kültürüne Yönelik Çalışmalar. XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi Bildiri Özet Kitapçığı, s. 38.
- Eren, E. (2014). Kültür Mantarı Yetiştiriciliğinde Hastalık ve Zararlılar. Yemeklik Kültür Mantarı Çalıştayı (12-13 Mayıs 2014), 25-33, Antalya.
- Eren, E., Çetin, M. ve Pekşen, A. (2012). Kültür Mantarı Yetiştiriciliğinde İyi Tarım Uygulamaları. IX. Yemeklik Mantar Kongresi (18-20 Ekim 2012), 135-141, Denizli.
- Eren, E., Demirci, M. ve Pangal, O. (2019). Kültür Mantarı Üretiminde Biyolojik Mücadele. XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi Bildiri Özet Kitapçığı, s. 38.
- Eren, E., Öztekin, G.B., Tüzel, Y. (2016). Türkiye'de Orta ve Büyük Ölçekli Mantar İşletmelerinin Değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknolojisi Dergisi*, 4 (3) 230-238.
- Eren, E. ve Pekşen, A. (2016). Türkiye'de Kültür Mantarı Sektörünün Durumu ve Geleceğine Bakış. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknolojisi Dergisi*, 4 (3) 189-196.
- Erkal, S. ve Aksu, Ş. (2000). Türkiye'de Kültür Mantarı Sektöründeki Gelişmeler ve İşletmelerin Yapısal Özellikleri. Türkiye 6. Yemeklik Mantar Kongresi (20-22 Eylül 2000), 55-68, Bergama, İzmir.
- Erkel, İ. (1992). Dünya'da ve Türkiye'de Kültür Mantarcılığının Durumu. Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi (2-4 Kasım 1992), 1-8, Yalova.
- FAO (Food and Agricultural Organization). 2019. <http://www.fao.org>, (Erişim tarihi: 08.11.2019).
- Grimm, D. ve Wösten, H.A.B. (2018). Mushroom Cultivation in the Circular Economy. *App.I Microbiol. Biotechnol.*, 102 (18) 7795-803.
- Higgins, C., Margot, H., Warnquist, S., Obeysekere, E. ve Mehta, K. (2017) Mushroom Cultivation in the Developing World: A Comparison of Cultivation Technologies. In: Global Humanitarian Technology Conference (GHTC), pp 1-7.
- Pekşen, A. (2013). Mantarların İnsan Hayatı ve Sağlığındaki Yeri. *Bahçe Haber*, 2 (1) 10-15.
- Pekşen, A. (2014). Türkiye'de Kültür Mantarı Yetiştiriciliği. Yemeklik Kültür Mantarı Çalıştayı (12-13 Mayıs 2014), 19-23, Antalya.
- Royse, D.J. (2014). A Global Perspective on the High Five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* & *Flammulina*. In: Manjit Singh (Ed.) Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products, Pages 1-6, New Delhi, India.
- Royse, D.J., Baars, J. ve Tan, Q. (2017). Current Overview of Mushroom Production in the World. In Book: Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications (Eds. Cunha Zied Diego & Arturo Pardo-Giménez) John Wiley & Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119149446.ch2>. p585.
- Saka, A.K., İslam, A. ve Pekşen, A. (2017). Trüf Mantarı Yetiştiriciliği. *Akademik Zir. Der.*, 6 329-334.
- TÜİK (2019). Türkiye İstatistik Kurumu. http://www.tuik.gov.tr/VeriTabanlari.do?vt_id=28&ust_id=null. (Erişim tarihi: 09.11.2019).
- Uysal, E. (2014). Türkiye'de Mantar Piyasası ve Hanehalkı Mantar Tüketim Davranışları (Antalya İli Kentsel Alan Örneği). Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Tokat.



e-ISSN 2147-6845
Ekim 2019 / Cilt:10/ Özel Sayı
December 2019 / Volume:10 / Special Issue

YAYIN İLKELERİ

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ MANTARCILIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ'nin yayınladığı **MANTAR DERGİSİ (e-ISSN 2147 6845)**; Ulusal veya Uluslararası Mikoloji alanıyla ilgili araştırma sonuçlarını içeren orijinal araştırma ve derleme makalelerin yayımlandığı elektronik HAKEMLİ bir dergidir.

Dergiye yayınlanmak üzere sunulan makaleler, Baş Editör tarafından konusu açısından dergide yayınlanmasının uygunluğuna karar verildikten sonra, derginin yazım kurallarına göre ön kontrolden geçirilir. Sonra Editör Kurulu aracılığı ile ilgili uzmanlık alanındaki hakemlere bilimsel yönden değerlendirilmek üzere gönderilir. Baş Editör, Bilimsel Hakemlerin eleştiri ve önerileri ile yazarın bunlara verdiği cevaplar doğrultusunda eserin yayınlanıp, yayınlanamayacağına karar verir. Yayınlanması uygun görülmeyen eserler hakkında yazarlara bilgi verilir. Yayınlanması uygun görülen eserlerin matbaa provası yazarlara gönderilir ve son kontrol okuması yapılır. Son okumada imla ve şekilsel hatalar dışında düzeltme veya ekleme yapılmaz. Derginin yayın dili Türkçedir. İngilizce dilinde de yayın kabul edilebilir.

Mantar Dergisi [Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası Lisansı](#) ile lisanslanmıştır.

- Yazar eserin telif hakkını elinde tutar ve ilk yayımlama hakkını dergiye verir. Eser, yazarının belirtilmesi ve ilk yayımının bu dergide yapıldığının belirtilmesi koşuluyla diğerleri tarafından paylaşılmasına olanak veren Creative Commons lisansı altında lisanslanır.
- Yazarlar, makalenin yayımlandığı dergiye atıf yaparak makalelerinin yayımlandığı versiyonunu kurumsal bir arşive, kütüphaneye gönderebilirler.
- Lisans sahibine atıfta bulunarak eseri dağıtabilir, kopyalayabilir, üzerinde çalışmalar yapabilir, yine sahibine atıfta bulunarak türevi çalışmalar yapabilir veya buna benzer işler yapabilirsiniz.

Yazar makalesi ile ilgili en az 5 uzman ismini iletişim bilgileriyle beraber(cep tlf, e-posta adresi) word dosyası olarak, Hakem Öneri Formunu doldurarak sisteme ek dosya olarak yüklemelidir.

Sisteme yüklenen makalelerin bir an önce işleme alınabilmesi için; "Hakem Öneri Formu" ve "Son Kontrol Formu" renkli olarak taranmış şekilde sisteme ek dosya olarak yüklenmelidir.

MAKALE YAZIM KURALLARI

Makale, **A4 boyutunda**, kenarlarda **2 cm** boşluk bırakılacak şekilde, **1.5 aralıklı, arial** yazı karakterinde, **10** punto kullanılarak Word 2003 veya daha üst sürümdeki programla yazılmalıdır. Makalenin word dosyasında otomatik numaralandırma kullanılmamalıdır. Makalenin bölümleri sırayla şöyle olmalıdır;

(Türkçe Makaleler için);

Türkçe Başlık, Yazarlar(sorumlu yazar belirtilmelidir) ve adresleri, E-postaları, Orcid numaraları, Öz, Anahtar kelimeler, İngilizce Başlık, Abstract, Key words, Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular, Tartışma, Kaynaklar.

(İngilizce makaleler için);

İngilizce Başlık, yazarlar(sorumlu yazar belirtilmelidir) ve adresleri, E-postaları, Orcid numaraları, Abstract ve Key words, Türkçe Başlık, Öz ve Anahtar kelimeler, Introduction, Material and Method, Results, Discussion, References.

Derleme çalışmalarda da mevcut başlıkların (materyal ve metot hariç) kullanılması gerekir. Bulgular ve Tartışma başlıkları tek başlık altında verilebilir.

Yazar gerekli görürse alt başlıklar kullanabilir. Her bölüme ait başlıklar kalın ve ilk harfleri büyük yazılmalıdır. Metin içinde geçen tüm bilimsel isimler italik olmalı, eğer başlık içerisinde yer alıyorsa hem italik hem de kalın olmalıdır. Tür isimleri ilk geçtikleri yerde yazarlarıyla birlikte verilmelidir. Daha sonraki yerlerde sadece takson isimleri yazılmalıdır. Bölümler arasında bir satır boşluk bırakılmalıdır.

Başlık: Türkçe makalelerde; makalenin Türkçe başlığı 14 punto, İngilizce başlığı 12 punto, İngilizce makalelerde ise İngilizce başlık 14 punto, Türkçe başlık 12 punto, sadece baş harfleri büyük ve kalın olmalıdır. Yazar isimlerinin baş harfi ve soyadı büyük olmalı, adresler ismin altına yazılmalı, sorumlu yazarın e-mail adresi mutlaka belirtilmelidir. Akademik unvanlar makalede yer almamalıdır.

Anahtar kelimeler: 4-10 kelimedenden oluşmalıdır.

Giriş: Araştırma konusu mümkün olduğu kadar güncel olarak kısa ve özlü değerlendirilir. Çalışmanın amacı da belirtilmelidir.

Kaynaklar: Kaynaklar metinde (soyadı, tarih) parantez içinde belirtilerek yazılmalıdır. Kaynaklar bölümü alfabetik sıraya göre 10 punto olarak yazılmalı ve yararlanılan eserlerin Yazar (yazarlarının) Adı ve soyadının ilk harfleri büyük olmalıdır. Kitap, makale ve tam metin yayımlanmış bildiri isimlerinin ilk harfleri büyük yazılmalıdır. **Lisansüstü tezler kaynak olarak gösterilemez.**

Kaynak künyeleri **APA stiline** aşağıdaki sıraya uygun olarak yazılmalıdır (2019'dan itibaren).

Periyodik ise aşağıdaki örneğe uygun olarak:

Aktaş, S., Kaşık, G., Doğan, H. H. ve Öztürk, C. (2006). Two New Taxa Records for the Macrofungi of Turkey. *Tr.J.of Bot.*, 30 (4) 209-212.

Kitap ise aşağıdaki örneğe uygun olarak:

Kaşık, G., Öztürk, C., Doğan, H. H., Aktaş, S. ve Demirel, G. (2005). *Mikoloji Laboratuvarı*. Konya: Marifet Ofset Matbaa ve Kağıtçılık.

Bilimsel Toplantı kitabı ise aşağıdaki örneğe uygun olarak:

Önay, A. O., Kaşık, G., Alkan, S. ve Öztürk, C. (2018). *Pleurotus ostreatus*'un Misel Gelişmesine Humik Maddelerin Etkisinin Araştırılması. Ö. Türkmen ve M. Paksoy (Ed.), *II. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress Book of Full Text*, (ss.22-29). Bakü-Azerbaycan.

Tablo ve şekiller: Tablo bulundurmeyen bütün görüntüler (fotoğraf, çizim, grafikler, harita vb.) şekil olarak isimlendirilmelidir. Bütün şekil ve tablolar metin içinde ardışık olarak numaralandırılmalıdır. Tablo ve şekillerin boyutları 14x20 cm.' den büyük olmamalıdır. Şekiller mutlaka orijinal olmalıdır. Fotoğraflar en az 600 dpi çözünürlükte olmalı veya taranmış olmalıdır. Şekiller mutlaka ana makalede yer almalı ve "**jpeg**" dosyası olarak ayrıca sisteme yüklenmelidir. Şekillerde el yazısı kullanılmamalı, bilgisayar yazılımı olmalıdır. Şekil ismi şekillerin altına, tablo



e-ISSN 2147-6845
Ekim 2019 / Cilt:10/ Özel Sayı
December 2019 / Volume:10 / Special Issue

ismi tablonun üstüne yazılmalıdır. Tablo üstü ve şekil altı yazıları 10 punto olmalıdır. Eserler "<http://dergipark.gov.tr/mantar>" adresinden online olarak gönderilir. **Belirtilmeyen konular bilimsel kurallara uygun olmalıdır.**

İletişim Adresi:

S.Ü. Mantarcılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü

Mantar Dergisi Editörlüğü

Fen Fakültesi Binası B Blok Zemin Kat42079 Kampüs/KONYA

E-posta: mantarcilik@gmail.com

PRINCIPLES OF ARTICLES

THE JOURNAL OF FUNGUS (e-ISSN 2147 6845) is published by **SELÇUK UNIVERSITY MYCOLOGICAL APPLICATION RESEARCH CENTER**. The journal, which is a peer-reviewed journal, publishes original research and review articles. The journal includes national or international research of results with respect to the field of mycology.

Journal articles submitted for publication, after deciding for the eligibility in terms of issues to be published in the journal by the editors, articles will be sent to relevant expertise in the field of scientific referees for evaluation. Editorial Board decides whether it can be published or not in accordance with the referees decides and suggestions. Galley Proof of the articles which is accepted for the publication is sent to the authors then final inspection is done. The language of the journal is in Turkish and English.

The Journal of Fungus is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

• Authors retain copyright and grant the journal right of first publication with the work simultaneously licensed under a Creative Commons Attribution License that allows others to share the work with an acknowledgement of the work's authorship and initial publication in this journal.

• Authors are able to enter into separate, additional contractual arrangements for the non-exclusive distribution of the journal's published version of the work (e.g., post it to an institutional repository or publish it in a book), with an acknowledgement of its initial publication in this journal.

• Licensees may copy, distribute, display and perform the work and make derivative works and remixes based on it only if they give the author or licensor the credits (attribution) in the manner specified by these.

The author must upload the Reviewer Suggestion Form, contained at least 5 experts related to his / her article with the contact information (mobile tlf, e-mail address) as an additional file to the system.

To start the process of the Articles as soon as possible; Article, Reviewer Suggestion Form and Article Final Control Form should be uploaded to the system.

Articles preparation Rules

The article must be 1.5 spaced in A4 size, 2 cm each margins, 10 font size and in Arial text character. Articles should be written in Word 2003 or higher. Sections of the article should be respectively like this:

For Article in Turkish

Turkish title, Name(s) of author(s) and their addresses, E-mails, Orcid number(s), Turkish abstract, Turkish key words, English title, English abstract, Key words, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, References.

For Article in English

English title, Name(s) of author(s) and their addresses, E-mails, Orcid number(s), English abstract, Key words, Turkish title, Turkish abstract, Turkish key words, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, References.

If necessary, authors may use sub-titles. The title of each section should be written in bold and the initial letters should be written big on title. All the scientific names should be italicized in the text, if it take part in the title should be both bold and italic. Genus and species names must first be supplied with the authors in their place. Then other place names should be used only species names. Should be a blank line between sections.

Title: Title of Turkish articles should be 14 points. English title should be 12 points. Initial letters and surname of the author's must be greater. Address should be written under the name of the author. E-mail address of corresponding author must be given. Academic qualifications are not included in the article.

Key words: Should consist of 4-10 words.

Introduction: Research topic as much as possible should be short and concise. The aim of the study should also be indicated.

References: References in the text must be written in parentheses (name, date). References section should be written as 10 points in alphabetical order. Names of books, articles and announcements initial letters should be big. The first letters of the names of the book, the article and the published submission should be written in large. Master's theses are not shown as a reference. References should be written in **APA style** in the following order (from 2019).

For Article:

Aktaş, S., Kaşık, G., Doğan, H. H. and Öztürk, C. (2006). Two New Taxa Records for the Macrofungi of Turkey. *Tr.J.of Bot.*, 30 (4) 209-212.

For Books:

Kaşık, G., Öztürk, C., Doğan, H. H., Aktaş, S. and Demirel, G. (2005). *Mikoloji Laboratuvarı*. Konya: Marifet Ofset Matbaa ve Kağıtçılık.

For Congress Book:

Önay, A. O., Kaşık, G., Alkan, S. and Öztürk, C. (2018). *Pleurotus ostreatus*'un Misel Gelişmesine Humik Maddelerin Etkisinin Araştırılması. Ö. Türkmen ve M. Paksoy (Ed.), *II. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress Book of Full Text*, (ss.22-29). Bakü-Azerbaijan.

Tables and figures: All images (photographs, drawings, graphs, maps, etc..) should be named as figure. All figures and tables should be numbered consecutively in the text. The sizes of tables and figures 14×20 cm should not be greater than. Figures must be original. Photos

Mantar Dergisi



The Journal of Fungus

e-ISSN 2147-6845
Ekim 2019 / Cilt:10/ Özel Sayı
December 2019 / Volume:10 / Special Issue

must be at least 600 dpi resolution or must be scanned. Figures must be separate from the main article "jpeg" should be sent to the file. Figure name should be written under figure and should be 10 points. Table name should be written on top of the table and should be 10 points.

Works are sent online at "<http://dergipark.gov.tr/mantar>". Unspecified subjects must comply with scientific rules.

Contact Address:

S.Ü. Mantarcılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü

Mantar Dergisi Editörlüğü

Fen Fakültesi Binası B Blok Zemin Kat42079 Kampüs/KONYA/TÜRKİYE

E-posta: mantarcilik@gmail.com

XI. TÜRKİYE YEMEKLİK MANTAR KONGRESİ-2019

- Halojen Isıtıcı Kurutucuda Kurutma Sıcaklığının Beyaz Şapkalı Mantarının
(*Agaricus bisporus*) Kuruma Süresi ve Rehidrasyon Oranına Etkisi.....172
*The Effect of Drying Temperature on Drying Time and Rehydration Rate of White Button Mushroom
(Agaricus bisporus) in Halogen Heater*
Elif Sena KIRMIZIKAYA, İnci ÇINAR
- Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. Kullanılarak Dondurmanın
Protein Zenginleştirilmesi.....178
Protein Enriched Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm. Used for Ice Cream
İslam BEŞİR, Elif Sena KIRMIZIKAYA, Mahmut ÇAYLAR, Ferudun KOÇER
- Use of pomegranate peel mixed with wheat straw as the substrate
to cultivation of two *Pleurotus* species.....186
*İki Pleurotus Türünün Üretiminde Buğday Sapı ve Nar Kabuğu Karışımlarının
Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanımı*
Hawrez Ali NADIR
- Yenebilir Doğa Mantarlarının Bazı Fiziksel ve Fizikokimyasal Özellikleri ile
Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi.....193
*Determination of Some Physical and Physicochemical Properties and Mineral Contents
of Edible Wild Mushrooms*
Sanem BULAM, Nebahat Şule ÜSTÜN, Aysun PEKŞEN
- Bazı Uygulamaların Mantar Muhafazasında Kullanımı.....204
Use of some Applications in Mushroom Preservation
Melek EKİNCİ, Ertan YILDIRIM, Atilla DURSUN
- Türkiye'de *Pleurotus ostreatus* Üreticilerinin Karşılaştığı
Sorunlar ve Çözüm Önerileri.....214
Problems and Solution Proposals of Pleurotus ostreatus Producer in Turkey
Mesut YALÇIN, Selim GÜVEN
- Türkiye'de Kültür Mantarı Üretimi ve Teknolojik Gelişmeler.....225
Mushroom Production and Technological Developments in Turkey
Erkan EREN, Aysun PEKŞEN



XI. TÜRKİYE YEMEKLİK MANTAR KONGRESİ-2019

- Hericum erinaceus* (Bull.) Pers. İçin Yüksek Verimli Hibrit Bireylerin Belirlenmesi.....100
Determination of High Yield Hybrid Strains for Hericum erinaceus (Bull.) Pers.
Erbil KALMIŞ, Mehmet ATMACA, Fatih KALYONCU
- Yield and Fruit Body Properties of *Pleurotus eryngii* Isolates Grown on Poplar Sawdust Supplemented with Different Additive Materials.....106
Farklı Katkı Maddeleri ile Takviye Edilmiş Kavak Talaşında Yetiştirilen Pleurotus eryngii İzolatlarının Verim ve Şapka Özellikleri
Funda ATİLA
- Doğal Ortamdan Toplanan *Lepista irina* (Fr.) H.E. Bigelow'nın Yağ Asidi İçeriğinin Belirlenmesi.....114
Determination of Fatty Acid Content of Lepista irina (Fr.) H.E. Bigelow Collected From Natural Environment
İbrahim TÜRKEKUL, Aydın Şükrü BENGÜ, Handan ÇINAR YILMAZ, Hakan IŞIK
- İstiridye Mantarının (*Pleurotus ostreatus*) Bazı Biyoteknik Özellikleri ve Kurutma Karakteristiklerinin Belirlenmesi.....119
Determination of Some Bio-Technical Properties of Oyster Mushroom (Pleurotus ostreatus) and Drying Characteristics
Fatih BAYDAŞ, Ebubekir ALTUNTAŞ
- Yenebilir ve Tıbbi Mantarların Gıda Ürünlerinde Kullanım Potansiyeli.....137
The Utilization Potential of Edible and Medicinal Mushrooms in Food Products
Sanem BULAM, Aysun PEKŞEN, Nebahat Şule ÜSTÜN
- Flammulina velutipes* Mantarı.....152
Flammulina velutipes Mushroom
Ahmet Faruk KARASOY, Havva OKUYUCU, Aysun PEKŞEN
- Nemlendirme sıvısı olarak kullanılan alternatif endüstriyel atıkların bazı makrofungusların misel gelişimi ve ligninolitik enzim aktiviteleri üzerine etkisi.....163
The effect of alternative industrial wastes used as wetting agents on mycelial growth and ligninolytic enzyme activities of some macrofungi
Bahar Gülce KORKMAZ, Göksu CEYLAN, İbrahim SARI, Burak Nuri ACAR, Mustafa YAMAÇ



2nd INTERNATIONAL EURASIAN MYCOLOGY CONGRESS-2019

- Single name nomenclature of fungi and its some reflections since 2011 especially in Turkey.....50
Fungusların tek isimle isimlendirilmesi ve 2011'den bu yana özellikle Türkiye'deki yansımaları
Ahmet ASAN, Gulay GİRAY, Rasime DEMİREL, Halide AYDOĞDU
- Preliminary Study on the Determination of Heat Resistant Fungi in Agricultural Soils.....60
Tarım Topraklarındaki Isıya Dirençli Fungusların Belirlenmesi Üzerine Ön Çalışma
Suat SEZEN, Rasime DEMİREL
- Biodiversity of Heat Resistance Soil Microfungi in Agricultural Areas of Eskisehir Province.....67
Eskişehir İli Tarım Topraklarındaki Isıya Dirençli Toprak Mikrofunguslarının Biyoçeşitliliği
Fatma AYVA, Goulsoum OUZEIR, Rasime DEMİREL, Burhan ŞEN, Ahmet ASAN, Duygu KADAİFÇİLER
- Microfungi of Nezahat Gökyiğit Botanic Garden I.;
New Family and Species Records79
Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi'nin Mikrofungusları I.: Yeni Familya ve Tür Kayıtları
Faruk SELÇUK, Merve ULUKAPI
- Konya Selçuk Üniversitesi Hastanesi'ne Başvuran Hastalarda Saptanan Dermatofitler.....84
Dermatophytes in Patients Attending to Selcuk University Hospital in Konya
Ekin ERYILMAZ, Rugıyya SAMADZADE, Salih MAÇİN, Duygu FINDIK
- Butyriboletus fuscroseus*; A New Boletoid Macrofungus Record for Turkish Mycota.....89
Butyriboletus fuscroseus; Türkiye Mikotası için Yeni Bir Boletoid Makrofungus Kaydı
Hakan ALLI, İsmail ŞEN, Roni Aran ADIBELLİ
- A Research on Disease-Causing Microfungi on Golden Sesame Plant Growing in Manavgat District.....93
Manavgat İlçesinde Yetiştirilen Altın Susam Bitkilerinde Hastalığa Neden Olan Mikrofunguslar Üzerine Bir Araştırma
Fatma AKDENİZ, Hacer SERT



İÇİNDEKİLER(CONTENTS)

2nd INTERNATIONAL EURASIAN MYCOLOGY CONGRESS-2019

- A New Macrofungi Record for Turkey and Asia with Molecular Characterization:
Xerocomellus redeuilhii (Boletales, Basidiomycota).....1
Moleküler Karakterizasyonla Türkiye ve Asya'dan Yeni Bir Makromantar Kaydı:
Xerocomellus redeuilhii (Boletales, Basidiomycota)
Fuat BOZOK, Boris ASSYOV, Hatıra TAŞKIN, Saadet BÜYÜKALACA
- In vitro* Antimicrobial Activity of *Desarmillaria tabescens*.....10
Desarmillaria tabescens'in *in vitro* Antimikrobiyal Aktivitesi
Kerem CANLI, Atakan BENEK, Merve ŞENTURAN,
Ilgaz AKATA, Ergin Murat ALTUNER
- Determination of Genetic Diversity by Classification of Vegetative Compatibility
Groups of Tomato Pathogen *Fusarium oxysporum* in Aegean Region.....17
Ege Bölgesindeki Domates Patojeni Fusarium oxysporum'un Vejetatif Uyumluluk Gruplarının
Belirlenmesi İle Genetik Çeşitliliği Saptanması
Tanay UZGAN, Yiğit TERZİ, Füsun Bahriye UÇAR
- Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. ve *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer'in
GC-FID İle Yağ Asit Kompozisyonlarının Belirlenmesi.....23
Determination of Fatty Acid Compositions of Laetiporus sulphureus (Bull.) Murrill.
and Lyophyllum decastes (Fr.) by GC-FID
Merve KOÇAK, Sinan AKTAŞ, Fatih DURMAZ
- In vitro* Antimicrobial Activity of *Morchella esculenta* and *Trametes versicolor*.....28
Morchella esculenta ve Trametes versicolor'un İn Vitro Antimikrobiyal Aktivitesi
Kerem CANLI, Atakan BENEK, Merve ŞENTURAN,
Ilgaz AKATA, Ergin Murat ALTUNER
- Tricholoma anatolicum* ve *Tricholoma caligatum*'un Morfolojik ve Moleküler
Yönden Karşılaştırılması.....34
The Comparison of Tricholoma anatolicum and Tricholoma caligatum Species
by Morphological and Molecular Methods
Meryem BOZKURT, Şenay İLBAN, Sinan AKTAŞ, Tuna UYSAL
- Küresel Gıda Güvenliği Riski: Ug99 Kara Pas Irkı.....41
Global Food Safety Risk: Ug99 Stem Rust Race
Kander KOÇ, Kadir AKAN

Devamı kapak içindedir.



Aralık 2019 Cilt:10 Sayı:3-Özel Sayı

e-ISSN 2147-6845

E-DERGİ