



Geliş(Received) :06/08/2018
Kabul(Accepted) :29/09/2018

Araştırma Makalesi
Doi:10.30708/mantar.451294

Bazı Makrofungus Misellerin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi

Ayşe EREN, Mehmet AKYÜZ*

*Sorumlu yazar: makyuz@beu.edu.tr

Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bitlis - Türkiye

Öz: Bu çalışmada, Ülkemizde doğal olarak yetişen (*Terfezia boudieri*, *Picoa juniperi* ve *P. lefebvrei*) ve ticari öneme sahip (*Pleurotus ostreatus*, *P. florida*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii* ve *Agaricus bisporus*) farklı yenen makrofungus misel kültürlerin bazı bakteri (*Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus megaterium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*), maya (*Candida albicans* ve *C. glabrata*) ve dermatofit türleri (*Trichophyton* sp. ve *Epidermophyton* sp.) karşı antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Doğadan (*T. boudieri*, *P. juniperi* ve *P. lefebvrei*), ticari kuruluşlardan (*A. bisporus*) ve stok kültürlerden (*P. ostreatus*, *P. florida*, *P. sajor-caju* ve *P. eryngii*) sağlanan saf kültürlerin çoğaltılmasında % 2.0 malt-ekstrakt agar ve antimikrobiyal çalışmalarda ise disk difüzyon yöntemi uygulanmıştır. *T. boudieri*, *P. juniperi*, *P. lefebvrei*, *P. ostreatus*, *P. florida*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii* ve *A. bisporus* misel ekstraktları test edilen mikroorganizmaların (bakteri, maya ve dermatofit) gelişmelerini değişik oranlarda engellediği (7.7-17.3 mm çap) belirlenmiştir. Diğer mantar türleriyle karşılaştırıldığında (*T. boudieri*, *P. juniperi*, *P. ostreatus*, *P. florida*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii* ve *A. bisporus*), *P. lefebvrei*'nin metil alkol ekstraktının (12.6-17.3 mm çap), farklı patojen mikroorganizmalara karşı (*K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *B. megaterium*, *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhi*, *C. albicans*, *C. glabrata*, *Trichophyton* sp. ve *Epidermophyton* sp.) en yüksek etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak standart antibiyotigi olarak kullanılan streptomisin sülfat ve nystatin inhibisyon zonu 13.0-18.0 mm olarak ölçülmüştür. Buna göre, kullanılan mantar misel ekstraksiyonlarının inhibisyon etkileri düşük bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Antimikrobiyal aktivite, *Pleurotus*, *Agaricus*, *Terfezia*, *Picoa*, bakteri, maya, dermatofit

Determination of Antimicrobial Activities of Some Macrofungi Mycelial Cultures

Abstract: In this study, it is aimed to determine the antimicrobial effects of different edible macrofungi mycelium cultures, which were obtained from naturally grown (*Terfezia boudieri*, *Picoa juniperi* and *P. lefebvrei*) and commercialized examples (*Pleurotus ostreatus*, *P. florida*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii* and *Agaricus bisporus*) from our country, against certain bacteria (*Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus megaterium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella typhi*), yeast (*Candida albicans* and *C. glabrata*) and dermatophyte species (*Trichophyton* sp. and *Epidermophyton* sp.). For the propagation of the main culture, which was obtained from stock cultures (*P. ostreatus*, *P. florida*, *P. sajor-caju* and *P. eryngii*), commercial establishments (*A. bisporus*) and were naturally grown (*T. boudieri*, *P. juniperi* and *P. lefebvrei*), 2.0% malt extract agar (MEA) was used, and the antimicrobial activity were evaluated according to the disc diffusion method. The mycelium extracts from *T. boudieri*, *P. juniperi*, *P. lefebvrei*, *P. ostreatus*, *P. florida*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii* and *A. bisporus* were shown to inhibit the growth of tested microorganisms (bacteria, yeast and dermatophyte) to (7.7-17.3 mm diam.) at different degrees. It was also seen that the methyl alcohol extract of *P. lefebvrei* (12.6-17.3 mm diam.) has the highest effect against different pathogenic microorganisms (*K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *B. megaterium*, *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhi*, *C. albicans*, *C. glabrata*,



Trichophyton sp. and *Epidermophyton* sp.) when compared with other mushroom species (*T. boudieri*, *P. juniperi*, *P. ostreatus*, *P. florida*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii* and *A. bisporus*). In general, the inhibition zone of streptomycin sulfate and nystatin, which are used as standard antibiotics, were measured as 13.0-18.0 mm. Based on this, the antimicrobial activity of the mushroom mycelial extractions that were used were found to be low.

Key words: Antimicrobial activity, *Pleurotus*, *Agaricus*, *Terfezia*, *Picoa*, bacteria, yeast, dermatophyte

Giriş

Yüzyıllardır şapkaklı mantarlar değişik toplumlardan tarafından, besinsel (besleyici, lezzet ve aroma içerikleri), tıbbi (tedavi edici, ömrün uzatılması, sağlığın korunması) ve hallusinojenik amaçlarla kullanıldığı ve bazı uygarlıklar tarafından da doğa üstü güçlerle donatıldığına inanılmaktadır (Lincoof 1988, Manzi ve Pizzoferrato 2000, Matilla vd. 2000, Sanmee vd. 2003).

Farklı makrofungus türlerinin (*Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinus*, *Volvariella*, *Genoderma*, *Flammulina*, *Russula*, *Auricularia*, *Boletus*, *Armillaria*, *Cantharellus*, *Lactarius*, *Termitomyces*, *Agrocybe*, *Coprinus*, *Terfezia*, *Picoa*, *Tirmania*, *Tuber*, *Morchella* vd.) fruktifikasyon organı (askokarp ve basidiokarp) ve misel yapıları; doymamış yağ asitleri, fenol ve flavonoid içerikleri, karbonhidrat, protein, amino asit, şeker, şeker alkoller, vitamin ve element içeriği yönünden zengin, fakat ham yağ ve kalori düzeylerinin düşük olmalarından dolayı iyi bir diyet besin kaynağı olarak tüketilmelerinin faydalı olduğu belirtilmiştir (Manzi vd. 1999, Diez ve Alvarez 2001, Manzi vd. 2001, Barros vd. 2008, Wang ve Marccone 2011, Wang vd. 2014, Rathore vd. 2017).

Geçmişten günümüze kadar Dünya'nın farklı yerlerinde, doğal olarak yetişen, ticari olarak satılan ve kültürü yapılan mantar (*Ascomycota* ve *Basidiomycota*) türlerinin (*Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinus*, *Genoderma*, *Boletus*, *Armillaria*, *Fomes*, *Coriolus*, *Lactarius*, *Auricularia*, *Russula*, *Volvariella*, *Trametes*, *Hericium*, *Grifola*, *Terfezia*, *Picoa*, *Tuber*, *Tirmania* vd.) askokarp, basidiokarp ve misel yapılarından izole edilen biyoaktif bileşenlerin (fenolik ve flavonoid bileşikler, glikopeptitler, polisakkaritler (kitin, hemisellüloz, glukoz, mannan, ksilan, galaktan), vitamin (A, B, D, C, E, β -karoten), lektin, uçucu yağlar, terpenoidler, steroidler, glikozitler, alkaloitler, organik asitler, enzimler, lifler, protein, nükleik asitler, purinler, pirimidinler, kinonlar ve fenil propanoid türevleri, lentinan vb.) tıbbi ve tedavi edici etkilere (antikanser, antitümör, antiinflamator, antiaterosklerotik, antihipolipidemik, antihipertansif, antiromatizmal, antioksidant, antimikrobiyal, antibakteriyal, antiviral, antifungal, antiparazitik, antitümör, antitoksineraz, antidiyabetik, antialerjik, antihiperlipidemik, detoksifikasyon, karaciğer koruyucu, kardiovasküler koruyucu, kolesterol düşürücü, immunomodulator ve immün sistem güçlendirici, prebiyotik aktivite, sitotoksik etki, obezite, parkinson, alzheimer, nörolojik rahatsızlıklar, yaşlanma ve dejeneratif rahatsızlıklara karşı koruyucu vb.) sahip oldukları kanıtlanmıştır (Barros vd. 2008, Synytsya

vd. 2009, Wang ve Marccone 2011, Patel 2012, Patel vd. 2012, Vannucci vd. 2013, Wasser 2014, Chatterjee ve Patel 2016, Srikram ve Supapvanich 2016, Sulistiany vd. 2016, Reis vd. 2017, Rathore vd. 2017, Souilem vd. 2017 vd.).

Günümüzde, coğrafik yapı, iklimsel değişiklikler, hızlı nüfus artışı, düzensiz göçler, kentleşme, sanayileşme, ekolojik çevrenin kirlenmesi ve tahrip edilmesi, tarımsal alanların sınırlandırılması, gıda üretiminde zirai ilaçların aşırı kullanımı, antibiyotiklerin insan sağlığında ve gıda ürünlerinde bilinçsiz kullanımı, hastalık etkenlerinin direnç kazanması, besin ürünlerinde yapılan genetiksel değişiklikler, genetiği değiştirilmiş gıda ürünlerin artması ve doğal besin ürünlerinden yeterince faydalanılmaması gibi pek çok faktörün doğal besin kaynaklarını ve organik tarımsal ürünleri azalttığı görülmektedir. Özellikle tüm bu etkenler göz önüne alındığında günümüz koşullarında, kötü ve düzensiz beslenme, yetersiz gıda alımı ve doğal olmayan ürünlerin tüketilmesi neticesinde son yıllarda, en basit patojen mikroorganizma (bakteriyel, viral ve fungal) rahatsızlıklarında dahil olmak üzere, obezite, kalp ve karaciğer rahatsızlıkları, yüksek tansiyon, diyabet, immün sistem yetersizliği, kanser, hızlı yaşlanma, parkinson, alzheimer vb. gibi pek çok hastalıkla sık olarak karşılaşmaktadır (Wasser 2010, Chang ve Wasser 2012, Wasser 2014, Wasser 2017).

Dünyanın farklı yerlerinde doğal olarak yetişen, ticari olarak satılan ve kültürü yapılan değişik mantar cinslerinin (*Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinus*, *Genoderma*, *Boletus*, *Armillaria*, *Fomes*, *Coriolus*, *Lactarius*, *Auricularia*, *Russula*, *Volvariella*, *Trametes*, *Hericium*, *Grifola*, *Terfezia*, *Picoa*, *Tuber*, *Tirmania* vd.) askokarp, basidiokarp ve misel yapılarından hazırlanan ekstraktların (su, metanol, etanol, aseton, etilasetat, kloroform, etanol, metanol, eter, ksilen, aseton, benzen vd.), in vitro koşullarda değişik patojen mikroorganizmaların (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Bacillus cereus*, *B. megaterium*, *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *Klebsiella pneumoniae*, *K. oxytoca*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi*, *S. typhimurium*, *S. enteritidis*, *Streptococcus mutans*, *S. agalactiae*, *S. pyogenes*, *Micrococcus luteus*, *Microsporum boudardii*, *M. gypseum*, *Mycobacterium smegmatis*, *Vibrio parahaemolyticus*, *V. cholerae*, *Enterococcus faecalis*, *E. hirae*, *Enterobacter aerogenes*, *E. cloacae*, *Proteus mirabilis*, *P. vulgaris*, *Sarcina lutea*, *Paracoccus denitrificans*, *Aspergillus niger*, *A. flavus*,



Candida albicans, *C. utilis*, *C. glabrata*, *C. tropicalis*, *C. parapsilosis*, *Trichophyton* sp., *T. rubrum*, *Epidermophyton* sp., *E. floccosum*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Listeria monocytogenes*, *L. innocua* vd.) gelişimini inhibe ettiği tespit edilmiştir (Chellal ve Lukasova 1995; Uzun vd. 2004; Janakat vd. 2005; Tambekar vd. 2006; Demirhan vd. 2007; Gbolagade vd. 2007; Iwalokun vd. 2007; Akyüz vd. 2010; Kalyoncu vd. 2010ab; Nwachukwu ve Uzoeto 2010; Bekçi vd. 2011; Gouzi vd. 2011; Patel 2012, Aldeyasi vd. 2013; Doğan ve Aydın 2013; Thillaimaharani vd. 2013; Vamanu 2013; Al-Laith 2014; Padmavathy vd. 2014; Akyüz vd. 2015; Chowdhury vd. 2015; Dünder vd. 2015; Owaid vd. 2015; Smolskaite vd. 2015; Hamza vd. 2016; Krupodorava vd. 2016; Sevindik vd. 2016; Nicolcioiu vd. 2017; Okafor vd. 2017 vd.).

İnsanoğlunun son yıllarda karşılaştığı sağlık sorunlarını azaltmaya ve etkilerini ortadan kaldırmaya yol açacak alternatif doğal yetişen besleyici ve tedavi edici özelliklere sahip olan mantar gibi zengin besin kaynaklarını yeniden keşfetmek ve bunları kullanmak için araştırmalar yapmak önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, Ülkemizde doğal olarak yetişen, kültürü yapılan ve ticari öneme sahip farklı yenebilen makrofungus türlerin misel kültürlerin bazı bakteri, maya ve dermatofit türlere karşı antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada Kullanılan Mantar Misel Örnekleri

Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı'ndan sağlanan *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel., *P. ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm., *P. sajor caju* (Fr.) Singer ve *P. florida* Favose'nin ana misel kültürleri çoğaltılarak deneysel çalışmalarda kullanılmıştır. *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach'ın misel kültürü, Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Mikrobiyoloji Laboratuvarındaki stok kültürlerden sağlanmıştır. Ayrıca; *Terfezia boudieri* (Chatin), *Picoa lefebvrei* (Pat.) Maire ve *P. juniperi* Vittad.'ın askokarpları, 2015 yılı Mart-Mayıs aylarında Malatya-Elazığ çevresinde toplanarak, Bitlis Eren Üniversitesi Bilim Teknoloji Uygulama Araştırma Merkezi, Mikrobiyoloji Laboratuvarında doku kültürü yöntemiyle saf miselleri elde edilerek deneysel çalışmalarda kullanılmıştır.

Çalışmada Kullanılan Test Mikroorganizmaları

Çalışmada kullanılan mikroorganizmalar; Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarındaki kültür koleksiyonundan temin edilmiştir. Araştırmada, *Klebsiella pneumonia* FMC 5, *Pseudomonas aeruginosa* DSM 50071, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Bacillus megaterium* DSM 32, *Staphylococcus aureus* COWAN 1, *Salmonella typhi*, *Candida albicans* FMC 17, *Candida glabrata* ATCC

66032, *Trichophyton* sp. ve *Epidermophyton* sp. kültürleri kullanılmıştır.

Misel Kültürlerin Çoğaltılması ve Ekstraktların Hazırlanması

Hassas terazide tartılan 20 g malt ekstrakt ve agar, 1 lt'lik erlen içerisine bırakılarak 121 °C'de 1.5 atm basınç altında 15 dakika süreyle otoklavda steril edilmiştir. Pastör Fırın'ında 180 °C'de 1 saat 30 dakika süreyle steril edilen 9.00 mm çapındaki cam petri kapları açılarak her birine besi yerinden yaklaşık 25 mL dökülmüştür. Aşılama işlemi, petri kaplarında bulunan ana kültürlerin kapakları açılarak, Bunzen Beki alevinde steril edilen bir bistüri ile kare şeklinde yaklaşık 0.5 cm² büyüklüğünde kesilerek, bir parça agarlı besi yerinin miselle birlikte steril bir aktarma iğnesi yardımıyla, petri kabının ortasına bırakılması şeklinde yapılmıştır. Daha sonra, petrilerin kapağı kapatılmış ve kenarları parafillenerek, etiketlenmiştir. Aşılanan plaklar misel gelişimi için 25 °C'de inkübasyona bırakılmıştır (Zadrazil 1978). Buradan elde edilen misel örnekleri (Şekil 1), uygun koşullarda kurutulduktan sonra (Şekil 2) 1 g misel tartılarak üzerine 10 mL metil alkol ilave edilmiş ve bu ekstraksiyonlar 48 saat süreyle çalkalamalı etüvde işleme tabi tutulmuştur. Elde edilen ekstraktların çözücüleri rotavaporda uzaklaştırılmış ve etüvde kurularak kuru ekstraktlar elde edilmiştir. Metil alkol ile hazırlanan ve kurutulan ekstraktlar DMSO (Dimetil sülfoksit) ile 1 mg/mL olacak şekilde çözüldürülmüştür. Böylece misel ekstraktlarının solüsyonları oluşturulmuştur. Bu şekilde hazırlanan tüm ekstraktlar hemen analize tabi tutulmuş ve deney sonuçlanıncaya kadar 4 °C de buzdolabında saklanmıştır.

Mikroorganizma Kültürlerin ve Disklerin Hazırlanması

Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde disk difüzyon yöntemi uygulanmıştır. Bakteri suşları, nutrient buyyon'a (Difco) aşılansak 35±1°C'de 24 saat, maya suşları, malt ekstrakt buyyon'da (Difco), dermatofit funguslar ise glukozlu sabouroud buyyon'da (Difco) 25±1°C'de 48 saat süre ile inkübe edilmiştir. Hazırlanan bakteri, maya ve fungusların buyyon'daki kültürü sırasıyla, Müeller Hinton Agar, Sabouraud Dextrose Agar ve Potato Dextrose Agar içine % 1 oranında aşılansak (10⁶ bakteri/mL, 10⁴ maya/mL, 10⁴ fungus/mL) iyice çalkalandıktan sonra 9 cm çapındaki steril petri kutularına 25 mL konulmuş ve besiyerinin homojen bir şekilde dağılması sağlanmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 10-15 dk oda sıcaklığında bırakılmıştır. Katılaştıran agar ortamına aseptik olarak her biri 100 µL'lik farklı ekstraktlar emdirilmiş olan 6 mm çapındaki antimikrobiyal diskler (Oxoid) hafifçe yerleştirilmiştir. Bu şekilde hazırlanan petri kutuları 4°C'de 1.5-2 saat bekletildikten sonra, bakteri aşılansak plaklar 37±0.1°C'de 24 saat, maya ve dermatofit aşılansak plaklar ise 25±0.1°C'de 72 saat süre ile inkübe edilmiştir (Collins ve Lyne 1987). Kontrol için standart diskler kullanılmıştır (Nystatin: 30 µg ve Streptomisin sülfat: 10 µg).



Şekil 1. İnkübasyon sonucunda elde edilen saf misel örnekleri



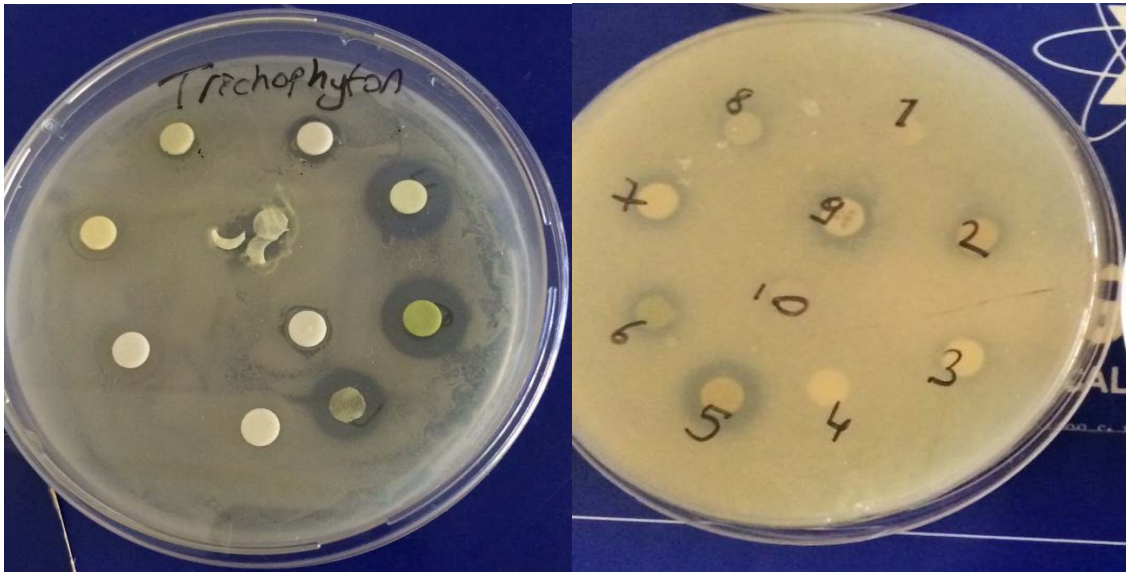
Şekil 2. Petri kabında gelişen saf miselin uygun koşullar altında kurutulması

Süre sonunda besiyeri üzerinde oluşan inhibisyon zonları mm olarak değerlendirilmiş (Şekil 3) ve çalışma üç tekrarlı olarak yapılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Verilerin analizinde SPSS 20.0 istatistiksel paket programı kullanılmıştır. Analizlerde kullanılacak istatistiksel testlerin belirlenebilmesi için normallik ve varyansların homojenliği sınaması yapılmıştır. Bu aşamada, Kolmogorov Smirnov uyum iyiliği testi ve

varyansların homojenliği için ise Levene testi tercih edilmiştir. Makrofungusların misel kültür ekstratlarının farklı patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkilerinin analizinde ANOVA testi kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın ortaya çıkarılmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. I. tip hata düzeyi 0.05 alınarak, $p < 0.05$ olduğu durumlarda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 3. Makrofungus misel ekstratlarının test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal etkilerinin test edilmesi



Bulgular ve Tartışma

Farklı mantar misel kültürlerin (*Pleurotus* spp., *Agaricus bisporus*, *Picoa lefebvrei*, *P. juniperi* ve *Terfezia boudieri*) metil alkol ekstraktları, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *B. megaterium*, *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhi*, *C. albicans*, *C. glabrata*, *Trichophyton* sp. ve *Epidermophyton* sp.'nin gelişmelerini değişen oranlarda engellemişlerdir (Tablo 1).

K. pneumoniae üzerine, en düşük etkiyi *T. boudieri* (7.7 mm çap) miseli, en yüksek etkiyi ise 17.3 mm çap ile *P. lefebvrei* misel ekstraktının gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 1). Besin olarak tüketilen bazı mantar türlerinin (*Pleurotus tuber-regium* (Fr) Sing, *P. giganteus* (Berk.) S.C. Karunarathna & K.D. Hyde, *P. eryngii*, *P. ferulae*, *P. sajor-caju*, *P. florida*, *P. ostreatus*, *A. bisporus*, *T. boudieri*, *T. claveryi*, *Psathyrella atroumbonata* (Pegler), *Lentinus edodes* (Berk.) Singer, *Hypsizygus tessulatus* (Bull.) Singer, *Agrocybe cylindracea* (DC.) Maire, *Marasmius jodocodos* (Henn.), *Termitomyces microcarpus* (Berk), *T. robustus* (Beeli)), *K. pneumoniae*'ya karşı değişen oranlarda engelleyici etki göstermiştir (Uzun vd. 2004, Tambekar vd. 2006, Gbolagade vd. 2007, Iwalokun vd. 2007, Akyüz vd. 2010, Aldebasi vd. 2013, Doğan ve Aydın 2013, Thillaimaharani vd. 2013, Chowdhury vd. 2015). Yapılan çalışmalarda, farklı çözümlerle hazırlanan mantar ekstraktların, *K. pneumoniae* üzerine karşı farklı inhibisyon etki oluşturabileceği ifade edilmiştir.

Tablo 1'de gösterildiği gibi *Pleurotus sajor-caju*, *P. ostreatus*, *P. eryngii*, *P. florida*, *Terfezia boudieri*, *Picoa juniperi* ve misel kültürlerinden elde edilen ekstraktların, *P. aeruginosa*'nın gelişimini düşük düzeyde engelleyici etki gösterdiği (8.3-10.0 mm çap), fakat en yüksek etkiyi *P. lefebvrei*'den elde edilen ekstraktların (16.7 mm çap) gösterdiği tespit edilmiştir. Farklı mantar türlerinin (*Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél., *P. populinus* O. Hilber & O.K. Mill., *P. cornucopiae* (Paulet) Rolland, *P. salmoneostramineus* Lj.N. Vassiljeva, *P. sajor-caju*, *P. ostreatus*, *P. florida*, *P. tuber-regium*, *A. bisporus*, *Terfezia leonis* (Tul. & C. Tul.) Tul. & C. Tul., *T. boudieri*, *T. claveryi*, *T. olbiensis*, *Picoa lefebvrei*, *P. juniperi*, *Tirmania nivea* (Desf.) Trappe, *Boletus edulis* (Bull.), *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat., *G. lucidum* (Curtis) P. Karst., *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer, *Trametes versicolor* (L.) Lloyd vd.)) askokarp, basidiokarp ve misel yapılarından elde edilen değişik ekstraktların (su özütü, etanol, metanol, eter, ksilen, aseton, benzen, etil asetat, kloroform, sikloheksan, diklorometan), *P. aeruginosa*'ya karşı değişen oranlarda etki gösterdiği, fakat bazıları ise herhangi bir etki göstermediği belirlenmiştir (Janakat vd. 2005, Tambekar vd. 2006, Demirhan vd. 2007, Gbolagade vd. 2007, Bekçi vd. 2011, Gouzi vd. 2011, Aldebasi vd. 2013, Doğan ve Aydın 2013, Rai vd. 2013, Vamanu 2013, Padmavathy vd. 2014, Akyüz vd. 2015, Chowdhury vd. 2015, Dündar vd. 2015, Owaid vd. 2015, Smolskaite vd. 2015, Hamza vd. 2016, Sevindik vd. 2016, Nicolcioiu vd.

2017, Okafor vd. 2017). Çeşitli makrofungusların antimikrobiyal aktivitesi üzerine yapılan araştırmalarda elde edilen sonuçlara göre test mikroorganizmalara karşı değişik çözümlerden hazırlanan ekstraktların farklı etkiler oluşturacağı ifade edilmiştir. Kullanılan mantar ekstraktların, test mikroorganizmaları üzerindeki antimikrobiyal aktivitelerinin farklı olması, farklı çözümlerin kullanılması, denenen çözümlerin çözebildiği ve bu mikroorganizmalar üzerine etkili olabilen makrofungusların değişik karakterdeki bileşenlerinin farklı etkileşiminden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Terfezia boudieri, *Pleurotus ostreatus*, *P. eryngii*, *P. florida* ve *Picoa juniperi* misel kültürlerinden elde edilen ekstraktların, *E. coli* üzerine benzer etki gösterirken (10.0-12.0 mm çap), *Picoa lefebvrei* misel kültüründen elde edilen ekstraktlar ise değişkenlik (14.6 mm çap) göstermiştir (Tablo 1).

Terfezia boudieri, *T. claveryi*, *T. olbiensis*, *Picoa lefebvrei*, *P. juniperi*, *Agaricus bresadolanus* Bohus, *A. bisporus*, *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn, *P. flabellatus* Sacc., *P. ostreatus*, *P. cornucopiae*, *P. salmoneo-stramineus*, *P. eryngii*, *P. ferulae*, *P. sajor-caju*, *P. florida*, *P. tuber-regium*, *P. giganteus*, *Psathyrella atroumbonata* Pegler, *P. candolleana* (Fr.) Maire, *Schizophyllum commune* Fr., *Helvella leucomelaena* (Pers.) Nannf., *Amanita virosa* (Fr.) Bertill., *M. jodocodo*, *Termitomyces microcarpus* (Berk. & Broome) R. Heim, *T. robustus* (Beeli) R. Heim, *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm., *A. tabescens* (Scop.) Emel., *Meripilus giganteus* (Pers.) P. Karst., *Morchella costata* (Vent.) Pers., *M. elata* (Fr.), *M. hortensis* (Boud.), *M. rotunda* (Pers.) Boud., *M. esculenta* (L.) Pers., *Paxillus involutus* (Batsch) Fr., *Auricularia auricula-judae* (Bull.) J. Schröt., *G. lucidum*, *G. applanatum*, *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr., *Entoloma lividoalbum* (Kühner & Romagn.) Kubicka, *Russula aurea* Pers., *B. edulis*, *Tricholoma populinum* J.E. Lange, *Helvella queletii* Bres., *H. leucopus* Pers., *L. edodes*, *A. aegerita*, *Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc., *C. militaris* (L.) Link, *Coprinus comatus* (O.F. Müll.) Pers., *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst, *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray, *Hericium erinaceus* (Bull.) Pers., *Hypsizygus marmoreus* (Peck) H.E. Bigelow, *Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pilát, *Phellinus igniarius* (L.) Quél., *Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst., *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill, *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer, *Trametes versicolor* (L.) Lloyd vb. gibi mantar türlerinden hazırlanan ekstraktların *E. coli*'ye karşı farklı oranlarda antimikrobiyal aktivite gösterdiği, bazıları ise herhangi bir etki göstermediği tespit edilmiştir (Tambekar vd. 2006, Demirhan vd. 2007, Gbolagade vd. 2007, Iwalokun vd.



Tablo 1. Değişik yenen makrofungus misel kültürlerin bazı bakteri, maya ve dermatofit türler üzerine antimikrobiyal etkileri (mm çap)

Misel Kültürleri	Bakteri						Maya		Dermatofit	
	<i>K. pneumonia</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. coli</i>	<i>B. megaterium</i>	<i>S. aureus</i>	<i>S. typhi</i>	<i>C. glabrata</i>	<i>C. albicans</i>	<i>Epidermophyton sp.</i>	<i>Trichophyton sp.</i>
<i>P. ostreatus</i>	9.7±0.6 ^{abc}	9.0±1.0 ^a	12.0±1.0 ^c	10.0±1.0 ^{ab}	10.0±1.0 ^a	9.0±1.0 ^a	11.7±0.6 ^{bc}	12.0±1.0 ^{bc}	8.3±0.6 ^a	9.0±1.0 ^{ab}
<i>P. sajor-caju</i>	10.7±1.5 ^c	8.3±0.6 ^a	9.0±1.0 ^{ab}	9.0±1.0 ^{ab}	14.0±1.0 ^c	12.0±1.0 ^{bc}	10.0±1.0 ^{ab}	9.0±1.0 ^a	10.0±1.0 ^{ab}	8.3±0.6 ^a
<i>P. eryngii</i>	8.3±0.6 ^{ab}	9.0±1.0 ^a	10.3±0.6 ^{abc}	11.0±1.0 ^{bc}	10.7±2.1 ^{ab}	10.7±1.2 ^{ab}	10.0±2.0 ^{ab}	10.7±0.6 ^b	10.0±0.0 ^{ab}	10.3±0.6 ^b
<i>P. florida</i>	9.7±0.6 ^{abc}	10.0±1.0 ^a	10.0±2.0 ^{abc}	8.0±2.0 ^a	11.3±3.0 ^{abc}	10.0±2.0 ^{ab}	8.0±2.0 ^a	8.3±0.6 ^a	9.0±1.0 ^a	8.3±0.6 ^a
<i>A. bisporus</i>	10.0±2.0 ^{bc}	16.0±2.0 ^b	8.0±0.0 ^a	10.0±2.0 ^{ab}	13.3±1.2 ^{bc}	10.0±2.0 ^{ab}	8.3±0.6 ^a	8.7±1.2 ^a	11.3±1.2 ^b	9.0±1.0 ^{ab}
<i>P. lefebvrei</i>	17.3±1.2 ^d	16.7±1.2 ^b	14.6±1.2 ^d	12.6±1.1 ^c	17.3±1.2 ^d	13.7±0.6 ^c	13.7±1.5 ^c	15.3±1.2 ^d	14.6±1.1 ^c	15.3±1.2 ^c
<i>P. juniperi</i>	11.3±1.2 ^c	8.3±0.6 ^a	10.7±1.2 ^{bc}	9.0±1.0 ^{ab}	10.0±1.0 ^a	10.3±1.5 ^{ab}	11.7±0.6 ^{bc}	12.3±0.6 ^c	9.7±1.5 ^{ab}	8.3±0.6 ^a
<i>T. boudieri</i>	7.7±0.6 ^a	10.0±1.0 ^a	10.0±2.0 ^{abc}	8.7±1.2 ^{ab}	11.3±1.2 ^{abc}	10.0±1.0 ^{ab}	8.0±0.0 ^a	8.3±0.6 ^a	9.3±1.5 ^{ab}	9.0±1.7 ^{ab}
Kontrol Antibiyotiği	16.0^{oo}	17.00^{oo}	13.0^{oo}	17.0^{oo}	17.0^{oo}	14.0^{oo}	14.0^o	18.0^o	-	-

Her bir değer üç tekrarın ortalaması ± standart sapma olarak gösterilmiştir (n=3, P<0.05)

Her bir sütunda aynı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklı değildir (a, b, c, d)

^o : Nystatin (30 µg)

^{oo} : Streptomisin sülfat (10 µg)



2007, Akyüz vd. 2010, Kalyoncu vd. 2010ab, Nwachukwu ve Uzoeto 2010, Bekçi vd. 2011, Aldebasi vd. 2013, Doğan ve Aydın 2013, Rai vd. 2013, Thillaimaharani vd. 2013, Vamanu 2013, Akyüz vd. 2015, Chowdhury vd. 2015, Dünder vd. 2015, Owaid vd. 2015, Hamza vd. 2016, Krupodorava vd. 2016, Sevindik vd. 2016, Nicolcioiu vd. 2017, Okafor vd. 2017). Genel olarak çalışmalarda kullanılan standart antibiyotikler ile karşılaştırıldığında, kullanılan mantar ekstraksiyonların inhibisyon etkilerinin düşük olduğu ifade edilmiştir. Çalışmalarda belirtildiği gibi çeşitli makrofungusların, farklı test mikroorganizmalarına karşı değişik çözümlerden hazırlanan ekstraktların, kullanılan mantar türüne, çözüme, test organizmalarına ve uygulanan yöntemle ilgili olarak farklı etkiler oluşturabileceği, bu yönüyle Tablo 1'de elde edilen sonuçların bu araştırmacıların verilerini desteklemektedir.

B. megaterium üzerine, en düşük etkiyi *P. florida* (8.0 mm çap), en yüksek etkiyi 12.6 mm çap ile *P. lefebvrei* ekstraktlarında gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 1). Bazı mantar türlerinin (*Terfezia boudieri*, *T. claveryi*, *T. olbiensis*, *Picoa lefebvrei*, *P. juniperi*, *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, *P. djamor*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii*, *P. ferulae*, *P. florida*, *P. tuber-regium*, *P. pulmonarius*, *P. populinus*, *Armillaria mellea*, *Fomes fomentarius*, *Lentinus edodes*, *Flammulina velutipes*, *Trametes versicolor*, *Boletus edulis*, *Schizophyllum commune*, *Genoderma* spp., *Morchella* spp. vb.), *Bacillus* spp.'ye (*B. cereus*, *B. subtilis*, *B. megaterium*, *B. licheniformis*) karşı düşük düzeyde antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir (Chellal ve Lukasova 1995, Uzun vd. 2004, Gbolagade vd. 2007, Iwalokun vd. 2007, Akyüz vd. 2010, Kalyoncu vd. 2010ab, Nwachukwu ve Uzoeto 2010, Bekçi vd. 2011, Doğan ve Aydın 2013, Rai vd. 2013, Vamanu 2013, Akyüz vd. 2015, Chowdhury vd. 2015, Dünder vd. 2015, Smolskaite vd. 2015, Hamza vd. 2016, Krupodorava vd. 2016, Nicolcioiu vd. 2017, Okafor vd. 2017). Benzer çalışmalarda, değişik çözümlerle hazırlanan mantar ekstraktlarının test mikroorganizmalarına karşı farklı düzeylerde etki oluşturabileceği, bazılarının ise herhangi bir etki gösteremediği ifade edilmiştir. Değişik türlerin biyoaktif maddeler meydana getirme yeteneklerini karşılaştırmak için yapılan çalışmalarda, *Bacillus* türlerine karşı değişik düzeyde antibakteriyel etki gösterebileceği, fakat etkilerin değiştiği bunun temel nedeninin ise türlerdeki değişik bioaktif moleküllere ve çözümlere bağlı olduğu ifade edilmiştir.

Tablo 1'de görüldüğü gibi *Pleurotus florida* ve *Terfezia boudieri* misellerinden elde edilen ekstraktların, *S. aureus*'un gelişimini engelleyici etkisi, *Picoa lefebvrei* mantarı dışında (17.3 mm çap), diğer mantar türlerinin tamamı ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır. *Terfezia*,

Tirmania, *Picoa*, *Pleurotus*, *Agaricus*, *Morchella*, *Lentinus*, *Armillaria*, *Schizophyllum*, *Boletus*, *Genoderma* ve diğer mantar türlerinin fruktifikasyon organı ve misel kısımlarından elde edilen ekstraktların, farklı düzeylerde antibakteriyel etki gösterdikleri, fakat genellikle çalışılan türlerin çoğunun zayıf etkiye sahip oldukları belirtilmiştir (Chellal ve Lukasova 1995, Uzun vd. 2004, Tambekar vd. 2006, Demirhan vd. 2007, Gbolagade vd. 2007, Iwalokun vd. 2007, Akyüz vd. 2010, Kalyoncu vd. 2010ab, Bekçi vd. 2011, Gouzi vd. 2011, Aldebasi vd. 2013, Doğan ve Aydın 2013, Rai vd. 2013, Thillaimaharani vd. 2013, Vamanu 2013, Padmavathy vd. 2014, Akyüz vd. 2015, Chowdhury vd. 2015, Dünder vd. 2015, Owaid vd. 2015, Hamza vd. 2016, Krupodorava vd. 2016, Sevindik vd. 2016, Nicolcioiu vd. 2017). Makrofungusların antibakteriyel aktiviteleri; kullanılan test yöntemine, mikroorganizma türüne, kimyasal çözümler gibi etkenlere bağlı olarak değişebileceği vurgulanmıştır.

P. lefebvrei mantar türünden elde edilen ekstraktın, *S. typhi* bakterisi üzerine etkisi bakımından (13.7 mm çap), *P. sajor-caju* mantar türü ile benzer olduğu (12.0 mm çap), fakat diğer mantar türlerinden ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği Tablo 1'de gözlenmiştir. Bazı makrofungus türlerinin (*Terfezia boudieri*, *T. claveryi*, *T. olbiensis*, *Picoa lefebvrei*, *P. juniperi*, *Agaricus bisporus*, *Pleurotus djamor*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii*, *P. ostreatus*, *Armillaria mellea*, *Genoderma lucidum*, *Lentinus edodes*, *Fomes fomentarius*, *Morchella esculenta* vd.) fruktifikasyon organı ve misel kısımlarından sağlanan ekstraksiyonların *Salmonella* türlerinin (*S. typhi*, *S. typhimurium*, *S. enteritidis*) gelişimini düşük düzeyde engellediği saptanmıştır (Tambekar vd. 2006, Kalyoncu vd. 2010ab, Bekçi vd. 2011, Doğan ve Aydın 2013, Akyüz vd. 2015, Chowdhury vd. 2015, Hamza vd. 2016). Araştırmalarda; değişik çözümlerle hazırlanan mantar ekstraktlarının test mikroorganizmalara karşı farklı etki oluşturabileceği ifade edilmiştir.

P. lefebvrei ekstraktının, *C. glabrata* üzerine etkisi bakımından (13.7 mm), *P. ostreatus* ve *P. juniperi* (11.7 mm) mantar türleri ile benzerlik gösterdiği, fakat diğer mantar türlerinden ise istatistiksel olarak farklılık göstermektedir. Tablo 1'de görüldüğü gibi *C. albicans* gelişimi üzerine *P. juniperi*'nin (12.3 mm), *P. ostreatus* mantarı (12.0 mm) ile benzer etkiye sahip olduğu, *P. lefebvrei* mantar türünün ise (15.3 mm) tüm mantar türlerinden istatistiksel olarak farklı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, *P. lefebvrei* mantar misel ekstraktının (14.6 ve 15.3 mm), *Epidermophyton* sp. ve *Trichophyton* sp. gelişimi üzerine en yüksek etkiye sahip olduğu ve diğer mantar türlerinin tamamından istatistiksel olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 1).



Dünyanın değişik yerlerinde doğal olarak yetişen, kültürü yapılan ve ticari olarak satışı yapılan bazı mantar türlerinin (*Pleurotus ostreatus*, *P. djamor*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii*, *P. ferulae*, *P. florida*, *P. tuber-regium*, *A. bisporus*, *Terfezia boudieri*, *T. claveryi*, *T. olbiensis*, *Picoa lefebvrei*, *P. juniperi*, *Armillaria mellea*, *Morchella* spp., *Fomes fomentarius*, *Genoderma lucidum*, *Lentinus edodes* ve diğer türler), *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida albicans*, *C. glabrata*, *C. parapsilosis*, *Trichophyton rubrum*, *Epidermophyton* sp., *E. floccosum*, *Microsporium gypseum* gibi maya ve fungus türlerine karşı değişen oranlarda antikandidal ve antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir (Gbolagade vd. 2007, Iwalokun vd. 2007, Akyüz vd. 2010, Kalyoncu vd. 2010ab, Nwachukwu ve Uzoeto 2010, Bekçi vd. 2011, Rai vd. 2013, Thillaimaharani vd. 2013, Doğan ve Aydın 2013, Vamanu 2013, Padmavathy vd. 2014, Akyüz vd. 2015, Chowdhury vd. 2015, Owaid vd. 2015, Smolskaite vd. 2015, Sevindik

vd. 2016, Nicolcioiu vd. 2017). Makrofungusların antifungal aktiviteleri; kullanılan test yöntemi, mikroorganizma türlerine ve kullanılan kimyasal maddelere bağlı olarak değişebileceği vurgulanmıştır. Bu bakımdan elde ettiğimiz sonuçlar literatürlerle uyum içindedir.

Sonuç olarak, *Picoa lefebvrei* misel kültürü; bazı bakteri, maya ve dermatofit türlerin gelişimi üzerine olan etkisi bakımından, çalışmada kullanılan diğer mantar misel kültürlerine (*Terfezia boudieri*, *Picoa juniperi*, *Pleurotus ostreatus*, *P. florida*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii*, *Agaricus bisporus*) göre daha etkili olduğu saptanmıştır. Genel olarak çalışmada kullanılan standart antibiyotikler ile karşılaştırıldığında; kullanılan tüm mantar misel ekstraktların inhibisyon etkileri düşük bulunmuştur. Değişik çalışmalar ile desteklenerek, mantar misellerin bioaktif bileşenleri tespit edilmesi koşuluyla; farklı çözümler, test mikroorganizmaları ve metodlar kullanılarak daha ayrıntılı çalışmaların sürdürülmesi gerekmektedir

KAYNAKLAR

- Akyüz M., Kırbağ S., Bircan B., *Medical characteristics of arid-semi arid Truffle (Terfezia and Picoa) in the Elazığ-Malatya region of Turkey*, Hacettepe J Biol Chem, 43, 301-308 (2015).
- Akyüz M., Onganer A.N., Erecevit. P., Kırbağ. S., *Antimicrobial activity of some edible mushrooms in the Eastern and Southeast Anatolia region of Turkey*, Gazi Univ J Sci, 23, 125-130 (2010).
- Aldebasi Y.H., Aly S.M., Qureshi M.A., Khadri H., *Novel antibacterial activity of Terfezia claveryi aqueous extract against clinical isolates of corneal ulcers*, Afr J Biotechnol, 12, 6340-6346 (2013).
- Al-Laith A.A.A., *Nutritional and antioxidant properties of the White Desert Truffle Tirmania nivea (Zubaidi)*. In: Desert Truffles (Ed: Kagan-Zur V, Roth-Bejerano N, Sitrit Y, Morte A). Springer Berlin Heidelberg, (2014).
- Barros L., Cruz T., Baptista P., Estevinho L.M., Ferreira I.C.F.R., *Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals*, Food Chem Toxicol, 46, 2742-2747 (2008).
- Bekçi H., Altınsoy B., Sarıkaya S., Onbaşlı D., Çelik Yuvalı G., *Kastamonu yöresinden toplanan bazı makrofungusların antimikrobiyal aktivitesi*, Kastamonu Üniv Orman Fak Derg, 11,187-190 (2011).
- Chellal A., Lukasova E., *Evidence for antibiotics in the two Algerien truffles Terfezia and Tirmania*, Pharmazie, 50, 228-229 (1995).
- Chang S.T., Wasser S.P., *The Role of culinary-medicinal mushrooms on human welfare with a pyramid model for human health*, Inter J Med Mushrooms, 14, 95-134 (2012).
- Chatterjee B., Patel T., *Edible mushroom a nutritious food Improving human health*, Int J Clin Biomed Res, 2, 34-37 (2016).
- Chowdhury M.M.H., Kübra K., Ahmed S.R., *Screening of antimicrobial, antioxidant properties and bioactive compounds of some edible mushrooms cultivated in Bangladesh*, Ann Clin Microbiol Antimicrob, 14, 1-6 (2015).
- Collins C.H., Lyne P.M., *Mikrobiyolojik Methods Butter Morths and Co (Publishers) Ltd. London (1987)*.
- Demirhan A., Yeşil Ö.F., Yıldız A., Gül K., *Bazı makrofungus türlerinin antimikrobiyal aktiviteleri üzerine bir araştırma*, Fırat Üniv Fen ve Müh Bil Derg, 19, 425-433 (2007).
- Diez V.A., Alvarez A., *Compositional and nutritional studies on two wild edible mushrooms from Northwest Spain*, Food Chem, 75, 417-422 (2001).
- Doğan H.H., Aydın S., *Determination of antimicrobial effect, antioxidant activity and phenolic contents of desert truffle in Turkey*, Afr J Tradit Complement Altern Med, 10, 52-58 (2013).
- Dündar A., Okumuş V., Ozdemir S., Çelik K.S., Boğa M., Özcağlı E., Gül O., Yıldız A., *Antioxidant, antimicrobial, cytotoxic and anticholinesterase activities of seven mushroom species with their phenolic acid composition*, J Horticulture, 2, 1-6 (2015).
- Gbolagade J., Kigigha L., Ohimain E., *Antagonistic effect of extracts of some Nigerian higher fungi against selected pathogenic microorganism*, American-Eurasian J Agric Envir Sci, 2, 364-368 (2007).
- Gouzi H., Belyagoubi L., Abdelali K.N., Khelifi A., *In vitro antibacterial activities of aqueous extracts from Algerian desert truffles (Terfezia and Tirmania, Ascomycetes) against Pseudomonas aeruginosa and Staphylococcus aureus*, Int J Med Mushrooms, 13, 553-558 (2011).



- Hamza A., Zouari N., Zouari S., Jdir H., Zaidi S., Gtari M., Neffati M., *Nutraceutical potential, antioxidant and antibacterial activities of Terfezia boudieri Chatin, a wild edible desert truffle from Tunisia arid zone*, Arabian J Chem, 9, 383-389 (2016).
- Iwalokun B.A., Usen U.A., Otunba A.A., Olukaya D.K., *Comparative phytochemical evaluation, antimicrobial and antioxidant properties of Pleurotus ostreatus*, Afr J Biotechnol, 6, 1732-1739 (2007).
- Janakat S.M., Al-Fakhiri S.M., Sallal A.K.J., *Evaluation of antibacterial activity of aqueous and methanolic extracts of the truffle Terfezia claveryi against Pseudomonas aeruginosa*, Saudi Med J, 26, 952-955 (2005).
- Kalyoncu F., Oskay M., Kalmış E., *Bazı yabancı makrofungus misellerinin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi*, Mantar Derg, 1, 1-8 (2010a).
- Kalyoncu F., Oskay M., Sağlam H., Erdoğan T.F., Tamer A.Ü., *Antimicrobial and antioxidant activities of mycelia of 10 wild mushroom species*, J Med Food, 13, 415-419 (2010b).
- Krupodorava T.A., Barshteyn V.Y., Zabeida E.F., Pokas E.V., *Antibacterial activity of macromycetes mycelia and culture liquid*, Microbial Biotechnol Lett, 44, 246-253 (2016).
- Lincoff H.G.L., *The Audubon Society Field Guide to North American Mushrooms*. Chanticleer Press. New York (1988).
- Manzi P., Pizzoferrato L., *Beta glucans in edible mushrooms*, Food Chem, 68, 315-318 (2000).
- Manzi P., Aguzzi A., Pizzoferrato L., *Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy*, Food Chem, 73, 321-325 (2001).
- Manzi P., Gambelli L., Marconi S., Vivanti V., Pizzoferrato L., *Nutrients in edible mushrooms: An inter-species comparative study*, Food Chem, 65, 477-482 (1999).
- Mattila P., Suonpaa K., Piironen V., *Functional properties of edible mushrooms*, Nutrition, 16, 694-696 (2000).
- Nicolciou M.B., Popa G., Matei F., *Antimicrobial activity of ethanolic extracts made of mushroom mycelia developed in submerged culture*, Scientific Bulletin Series F. Biotechnologies, 21, 159-164 (2017).
- Nwachukwu E., Uzoeto H.O., *Antimicrobial activity of some local mushrooms on pathogenic isolates*, J Med Plant Res, 4, 2460-2465 (2010).
- Okafor D.C., Onuegbu N.C., Odimegwu N.E., Ibeabuchi J.C., Njoku N.E., Agunwa I.M., Ofoedu C.E., Njoku C.C., *Antioxidant and antimicrobial activities of oyster mushroom*, Amer J Food Sci Tech, 5, 64-69 (2017).
- Owaid M.N., Al-Saeedi S.S.S., Al-Assaffii I.A.A., *Antimicrobial activity of mycelia of oyster mushroom Species (Pleurotus spp.) and liquid filtrates (in vitro)*, J Med Bioeng, 4, 376-380 (2015).
- Padmavathy M., Sumathy R., Manikandan N., Kumuthakalavalli R., *Antimicrobial activity of mushrooms against skin infection causing pathogens*, Res Biotechnol, 5, 22-26 (2014).
- Patel P., Patel D., Patel N., *Experimental investigation of anti-rheumatoid activity of Pleurotus sajor-caju in adjuvant-induced arthritic rats*, Chin J Nat Med, 104, 269-274 (2012).
- Patel S., *Food, health and agricultural importance of truffles: A review of current scientific literature*, Curr Trends Biotechnol Pharm, 6, 15-27 (2012).
- Rai M., Sen S., Acharya K., *Antimicrobial activity of four wild edible mushrooms from Darjeeling hills, West Bengal, India*, Int J Pharm Tech Res, 5, 949-956 (2013).
- Rathore H., Prasad S., Sharma S., *Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review*, Pharma Nutr, 5, 35-46 (2017).
- Reis F.S., Martins A., Vasconcelos M.H., Morales P., Ferreira I.C.F.R., *Functional foods based on extracts or compounds derived from mushrooms*, Trends Food Sci Tech, 66: 48-62 (2017).
- Sanmee R., Dell B., Lumyong P., Izumori K., Lumyong S., *Nutritive value of popular wild edible mushrooms from Northern Thailand*, Food Chem, 82, 527-532 (2003).
- Sevindik M., Akgül H., Günel S., Doğan M., *Pleurotus ostreatus'un doğal ve kültür formlarının antimikrobiyal aktiviteleri ve mineral madde içeriklerinin belirlenmesi*, Kastamonu Univ Orman Fak Derg, 16, 153-156 (2016).
- Smolskaite L., Venskutonis P.R., Talou T., *Comprehensive evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of different mushroom species*, LWT-Food Sci Tech, 60, 462-471 (2015).
- Souilem F., Fernandes A., Calhelha R.C., Barreira J.C.M., Barros L., Skhiri F., Martins A., Isabel C.F.R., Ferreira I.C.F.R., *Wild mushrooms and their mycelia as sources of bioactive compounds: Antioxidant, anti-inflammatory and cytotoxic properties*, Food Chem, 230, 40-48 (2017).
- Srikram A., Supapvanich S., *Proximate compositions and bioactive compounds of edible wild and cultivated mushrooms from Northeast Thailand*, Agr Nat Resour, 50, 432-436 (2016).
- Sulistiany H., Sudirman L.I., Dharmaputra O.S., *Production of fruiting body and antioxidant activity of wild Pleurotus*, Hayati J Biosci, 23, 191-195 (2016).
- Synytsya A., Mickova K., Synytsya A., Jablonsky I., Spevacek J., Erban V., Kovarikova E., Copikova J., *Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms Pleurotus ostreatus and Pleurotus eryngii structure and potential prebiotic activity*, Carbohydr Polym, 76, 548-556 (2009).
- Tambekar D.H., Sonar T.P., Khodke M.V., Khante B.S., *The novel antibacterials from two edible mushrooms: Agaricus bisporus and Pleurotus sajor-caju*, Int J Pharmacol, 2, 584-687 (2006).
- Thillaimaharani K.A., Sharmila K., Thangaraju P., Karthick M., Kalaiselvam M., *Studies on antimicrobial and antioxidant properties of oyster mushroom Pleurotus florida*, Int J Pharmaceut Sci Res, 4, 1540-1545 (2013).



- Uzun Y., Atalan E., Keles A., Demirel K., *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. ve *Agrocybe cylindracea* (DC. Fr.) Maire makrofunguslarının antimikrobiyal aktivitesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniv Fen Edb Fak Derg, 4, 125-133 (2004).
- Vamanu E., *Studies on the antioxidant and antimicrobial activities of Pleurotus ostreatus PS1101109 mycelium*, Pak J Bot, 45: 311-317 (2013).
- Vannucci L., Krizan J., Sima P., Stakheev D., Caja F., Rajsiglova L., Horak V., Saieh M., *Immunostimulatory properties and antitumor activities of glucans*, Int J Oncol, 43, 357-364 (2013).
- Wang S., Marcone M.F., *The biochemistry and biological properties of the world's most expensive underground edible mushroom: Truffles*, Food Res Int, 44, 2567-2581 (2011).
- Wang X.M., Zhang J., Wu L.H., Zhao Y.L., Li T., Li J.Q., Wang Y.Z., Liu H.G., *A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China*, Food Chem, 151, 279-285 (2014).
- Wasser S.P., *Medicinal mushroom science: current perspectives, advances, evidences and challenges*, Biomed J, 37, 345-356 (2014).
- Wasser S.P., *Medicinal mushrooms in human clinical studies. Part I. Anticancer, oncoimmunological, and immunomodulatory activities: A Review*, Inter J Med Mushrooms, 19, 279-317 (2017).
- Wasser S.P., *Medicinal mushroom science: history, current status, future trends, and unsolved problems*, Inter J Med Mushrooms, 12, 1-16 (2010).
- Zadrazil F., *Cultivation of Pleurotus*, In: *The biology and cultivation of edible mushrooms* (Eds: Chang ST, Hayes WA), Academic Press, New York, USA (1978).