

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ VE FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI MAKROFUNGUS MİSELLERİN ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİNİN
BELİRLENMESİ

Ayşe EREN

KASIM 2017

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI MAKROFUNGUS MİSELLERİN ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİNİN
BELİRLENMESİ

Hazırlayan
Ayşe EREN

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKYÜZ

Jüri Üyeleri
Doç. Dr. Veysi OKUMUŞ
Doç. Dr. Ayşe Dilek ÖZŞAHİN KİREÇCİ
Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKYÜZ

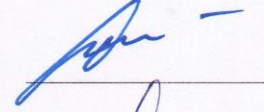
KASIM 2017

Ayşe EREN tarafından hazırlanan “**Bazı Makrofungus Misellerin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi**” adlı tez çalışması 17.11.2017 tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

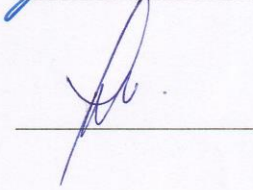
Jüri Üyeleri

İmza

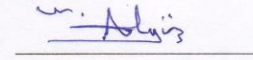
Doç. Dr. Veysi OKUMUŞ
(Başkan)



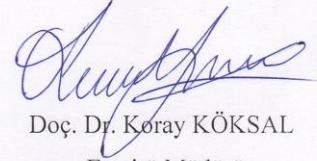
Doç. Dr. Ayşe Dilek ÖZŞAHİN KİREÇÇİ
(Üye)



Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKYÜZ
(Danışman)



Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 07/12/2017 gün ve 48/02 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Doç. Dr. Koray KÖKSAL
Enstitü Müdürü

ÖZET

BAZI MAKROFUNGUS MİSELLERİN ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Ayşe EREN

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKYÜZ

Kasım 2017, 33 sayfa

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 bakterileri (*Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus megaterium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*), maya (*Candida albicans* ve *C. glabrata*) ve dermatofit türlerine (*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. globrata*, *Trichophyton* sp. ve *Epidermophyton* sp.) en yüksek etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak standart antibiyotiği 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* spp., *A. bisporus*, *T. boudieri*, *P. lefebvrei*, *P. juniperi*, bakteri, maya, dermatofit



ABSTRACT

DETERMINATION OF ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF SOME MACROFUNGI MYCELIAL CULTURES

Ayşe EREN

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Mehmet AKYÜZ

November 2017, 33 pages

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. globrata*, *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.

Keywords: Antimicrobial activity, *Pleurotus* spp., *A. bisporus*, *T. boudieri*, *P. lefebvrei*, *P. juniperi* bacteria, yeast, dermatophyte



TEŐEKKÖR

Bu alıŐma, Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakóltesi, Biyoloji Bölümü Öğretim Üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKYÖZ'ün danıŐmanlıėında yÖrÖtÖlmüŐtÖr. ÇalıŐmalarım sırasında, gÖsterdikleri ilgi ve yardımlarından dolayı kendilerine teŐekkÖr ederim.

YÖksek Lisans tezime değerli katkılarından dolayı, Fırat Üniversitesi, Fen Fakóltesi, Biyoloji Bölümü Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Sevda KIRBAğ'a, laboratuvar çalıŐmalarında yardımlarını esirgeyemeyen YÖksek Lisans Öğrencisi, değerli arkadaŐım Őule İNCİ'ye ve bu çalışmanın tamamlanmasında maddi ve manevi katkı sağlayan ve gÖstermiŐ oldukları sabır, anlayıŐ ve özveriden dolayı aileme yÖrekte teŐekkÖr ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

| | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | iii |
| TEŞEKKÜR | v |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ | vi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | vii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | viii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | ix |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR | 4 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 10 |
| 3. 1. Materyal..... | 10 |
| 3. 1. 1. Çalışmada Kullanılan Mantar Misel Örnekleri..... | 10 |
| 3. 1. 2. Çalışmada Kullanılan Test Mikroorganizmaları..... | 10 |
| 3. 2. Yöntem..... | 11 |
| 3. 2. 1. Misel Kültürlerin Çoğaltılması İle İlgili Deneysel Çalışmalar..... | 11 |
| 3. 2. 1. 1. Besiyeri Hazırlanması..... | 11 |
| 3. 2. 1. 2. Misel Kültürlerin Çoğaltılması ve Ekstraktların Hazırlanması..... | 11 |
| 3. 2. 2. Antimikrobiyal Aktivite İle İlgili Deneysel Çalışmalar..... | 12 |
| 3. 2. 2. 1. Mikroorganizma Kültürlerin ve Disklerin Hazırlanması..... | 12 |
| 3. 3. İstatistiksel Analiz..... | 13 |
| 4. BULGULAR | 14 |
| 4. 1. Uyum İyiliği ve Varyansların Homojenliği Testi Sonuçları..... | 14 |
| 4. 2. Makrofungus Misel Kültürlerin Test Mikroorganizmalarına Karşı Antimikrobiyal Etkisi...15 | 15 |
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ | 18 |
| KAYNAKLAR | 23 |
| ÖZGEÇMİŞ | 33 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| <u>ŞEKİL</u> | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| 3. 1. Çalışmada kullanılan makrofungus misel kültürleri..... | 10 |
| 3. 2. Misel kültürlerin çoğaltılması için hazırlanan besiyeri..... | 11 |
| 3. 3. İnkübasyon sonucunda elde edilen saf misel örnekleri..... | 12 |
| 3. 4. Petri kabında gelişen saf miselin uygun koşullar altında kurutulması..... | 12 |
| 3. 5. Makrofungus misel ekstraktların test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal etkilerinin test edilmesi..... | 13 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE

Sayfa

- 4. 1.** Uyum İyiliği ve Varyansların Homojenliği Testi Sonuçları.....14
- 4. 2.** Değişik yenen makrofungus misel kültürlerin bazı bakteri, maya ve dermatofit türler üzerine antimikrobiyal etkileri (mm çap).....16



SİMGELER DİZİNİ

| | |
|-----|-------------------|
| °C | Santigrat Derece |
| dk | Dakika |
| g | Gram |
| ml | Mililitre |
| cm | Santimetre |
| Atm | Atmosfer (basınç) |
| % | Yüzde |
| lt | Litre |
| mm | Milimetre |

KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|----------------------|-------------------------------|
| <i>P. eryngii</i> | <i>Pleurotus eryngii</i> |
| <i>A. bisporus</i> | <i>Agaricus bisporus</i> |
| <i>P. ostreatus</i> | <i>Pleurotus ostreatus</i> |
| <i>P. sajor-caju</i> | <i>Pleurotus sajor-caju</i> |
| <i>C. albicans</i> | <i>Candida albicans</i> |
| <i>C. globrata</i> | <i>Candida globrata</i> |
| <i>B. magaterium</i> | <i>Bacillus megaterium</i> |
| <i>E. coli</i> | <i>Escherichia coli</i> |
| <i>P. juniperi</i> | <i>Picoa juniperi</i> |
| <i>P. lefebvrei</i> | <i>Picoa lefebvrei</i> |
| <i>K. pneumonia</i> | <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| <i>P. aeruginosa</i> | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| <i>S. typi</i> | <i>Salmonella typi</i> |
| <i>P. florida</i> | <i>Pleurotus florida</i> |
| vd. | ve diğerleri |
| vb. | ve benzeri |

1. GİRİŞ

Mantarlar, tek ya da çok hücreli, eukaryotik, klorofilsiz, tipik olarak ipliksi, spor oluşturan çoğunun çeperi kompleks karbonhidrat kitin ile bazende selüloz içeren canlılardır. Kendi besinlerini yapamayan dolayısıyla saprofit, simbiyotik, parazit ve mikorizal olarak yaşamaktadırlar. Bunların tümü, gelişmeleri için hazır organik maddelere ihtiyaç gösteren heterotrofik organizmalardır (Gücin ve Tamer 1997).

Eski uygarlıklardan olan Mısırlılar, makrofungusları “tanrıların hediyesi” olarak, ‘Romalılar, ‘tanrıların gıdaları” ve Çinliler ise “yaşam iksiri” olarak isimlendirmişlerdir. Ayrıca, Yunanlıların, savaşlarda askerlere “güç ve direnç kazandırmak” için mantarları, besin olarak kullandıkları ifade edilmiştir (Chang ve Miles 1982, Manzi vd. 1999, Cheung 2008, Valverde vd. 2015).

Günümüzde yaklaşık 5 milyon fungus türünün olduğu tahmin edilmekte, 140.000’den fazla şapkallı mantar türünün olduğu, 14.000-22.000 makrofungus türün tanındığı ve bunların içerisinde 3.000’den fazla türün yenilebilir düzeyde olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, bu türler içerisinde yaklaşık 100 türün ticari olarak kültürünün yapıldığı, tüm dünyada en fazla 10 türün endüstriyel boyutta üretildiği (*Agaricus* spp., *Pleurotus* spp., *Lentinus edodes*, *Flammulina velutipes*, *Volvariella volvacea*, *Auricularia* spp. vd.) ve 700 türün ise dünyanın değişik yerlerinde tıbbi amaçlar için kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca, doğal olarak yetişen ve kültürü yapılan pek çok mantar türünün yüksek lezzet ve aroma içeriğine sahip oldukları belirtilmiştir (Lindequist ve Niedermeyer 2002, Chang ve Miles 2004, Blackwell 2011, Hall ve Zambonelli 2012, Beulah vd. 2013, Wasser 2014).

Makrofunguslar, kuru ağırlık üzerinden yaklaşık % 50-65 karbonhidrat, % 19-35 protein, % 2-6 yağ ve diğer temel bileşimlerden (doymamış yağ asidi, element, vitamin vb.) oluştuğu belirtilmiştir (Rathore vd. 2017).

Yüzyıllardır şapkallı mantarlar değişik toplumlar 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). Günümüzde ise bazı şapkallı mantar türlerinin, besleyici ve tedavi edici özelliklerinden ziyade, aroma ve tat özelliklerinden dolayı tercih edildikleri ve içerdikleri pek çok bioaktif bileşenler sayesinde sağlığa yararlı bir besin olarak tercih edildiği görülmektedir.

Farklı makrofungus türlerin (*Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinus*, *Volvariella*, *Genoderma*, *Flammulina*, *Russula*, *Auricularia*, *Boletus*, *Armillaria*, *Cantharellus*, *Lactarius*, *Termitomyces*,

Agrocybe, Coprinus, Terfezia, Picoa, Tirmania, Tuber, Morchella vd.) fruktifikasyon (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, Mattila vd. 2001, Barros vd. 2008, Kavishree vd. 2008, Heleno vd. 2009, Kalac 2009, Kim vd. 2009, Riberio vd. 2009, Beluhan ve Ranogajec 2011, Grangeia vd. 2011, Wang ve Marcone 2011, Reis vd. 2012, Wang vd. 2014, Heleno vd. 2015, Liu vd. 2015, Liu vd. 2016, Carrasco-González vd. 2017, Kamle vd. 2017, 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, gluklan, mannan, ksilan, galaktan), vitamin (A, B, D, C, E, β -karoten), lektin, uçucu yağlar, terpenoidler, steroidler, glikozitler, alkoloitler, organik asitler, enzimler, lifler, protein, nükleik asitler, purinler, pirimidinler, kinonlar ve fenil propanoid türevleri, lentinan vb.) tıbbi ve tedavi edici etkilere (antikanser, antitümör, antiinflamator, antiatherosklerotik, antihipolipidemik, antihipertansif, antiromatizmal, antioksidant, antimikrobiyal, antibakteriyal, antiviral, antifungal, antiparazitik, antimutajenik, antikolinesteraz, antidiyabetik, antialerjik, antihiperglisemik, 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 (Chen ve Seviour 2007, Barros vd. 2008, Synytsya vd. 2009, Yu vd. 2009, Jang vd. 2011, Wang ve Marcone 2011, Zhang vd. 2011, Chang ve Wasser 2012, Chen vd. 2012, Patel 2012, Patel vd. 2012, Finimundy vd. 2013, Sabaratnam vd. 2013, Vanucci vd. 2013, Ma vd. 2014, Silveira vd. 2014, Wasser 2014, Heleno vd. 2015, Valverde vd. 2015, Chetterjee ve Patel 2016, Dündar vd. 2016, Liu vd. 2016, Singdevsachan vd. 2016, Srikram ve Supapvanich 2016, Sulistiany vd. 2016, Ruthes vd. 2016, Taofiq vd. 2016, Carrasco-González vd. 2017, Reis vd. 2017, Rathore vd. 2017, Sanchez 2017, Souilem vd. 2017).

Günümüzde, coğrafik yapı, iklimsel değişiklikler, hızlı nüfus artışı, düzensiz göçler, kentleşme, sanayileşme, ekolojik çevrenin kirletilmesi 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, alzaimer vb. gibi pek çok hastalıkla sık olarak karşılaşılmaktadır.

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.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

T. boudieri askokarplarından elde edilen ekstraktların, *E. coli*, *S. typhimurium*, *S. aureus*, *B. subtilis*, *M. luteus*, *M. smegmatis* ve *C. utilis*'e karşı antimikrobiyal etki gösterdiği belirtilmiştir (Gücin ve Tamer 1986).

Trüf mantarların (*T. nivea*, *T. boudieri* ve *T. claveryi*) askokarpları sıkılarak elde edilen suyunun deri hastalıkları ile göz rahatsızlıklarının tedavisinde kullanıldıkları ifade edilmiştir (Mandeel ve Al-Laith 2007, Shavit 2008, Trappe vd. 2008, Patel 2012, Al-Laith 2014).

Terfezia ve *Tirmania* türlerinin metanol ve etilasetat ekstraktlarının, *B. subtilis* ve *S. aureus* türlerinin gelişmelerini engellediği saptanmıştır (Chellal ve Lukasova 1995).

P. eryngii var. *eryngii* ve *A. cylindracea* makrofunguslarından elde edilen: etil asetat, aseton, kloroform ve etanol ekstraktlarının disk difüzyon metoduna göre, *B. megaterium*, *K. pneumonia*, *M. luteus*, *P. denitrificans* ve *S. aureus* türlerine karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir. *P. eryngii* var. *eryngii*'nin farklı çözeltilerden elde edilen ekstraktlardan en iyi inhibisyon zonunun etanol ve kloroform ekstraktlarında saptanmıştır. *P. eryngii* var. *eryngii*'nin aseton ve etil asetat çözeltilerinden elde edilen ekstraktların, *M. luteus* ve *P. denitrificans*'a karşı düşük seviyede inhibisyon etkisi gösterdiği, etilasetat ile hazırlanan ekstrakta ise, *B. megaterium*, *K. pneumonia* ve *S. aureus* türlerine karşı çok az inhibisyon etki göstermiştir (Uzun vd. 2004).

P. sajor-caju'nun, *F. oxysporum*, *M. arachidicola*, *P. aeruginosa* ve *S. aureus* gelişimini değişen oranlarda etkilediği, bunun temel nedeninin RNaz aktivitesinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Ngai ve Ng 2004).

P. eryngii var. *eryngii*'den izole edilen 'eryngin' peptidinin, *F. oxysporum* ve *M. arachidicola*'nın gelişimini sınırladığını saptamışlardır (Wang ve Ng 2004).

T. claveryi askokarpından elde edilen ekstraktların in vitro koşullarda *P. aeruginosa* üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiği ifade edilmiştir (Janakat vd. 2005).

A. bisporus ve *P. sajor-caju*'nun basidiokarp yapılarının sulu ve organik solvent (etanol, metanol, eter, ksilen, aseton ve benzen) ekstraktları, *E.coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*, *E. aerogenes*, *P. vulgaris*, *P. typhimurium*, *S. typhi*, *S. aureus* ve *S. epidermidis* bakterilere karşı değişen düzeylerde (12-22 mm) antibakteriyal etki gösterdiği tespit edilmiştir (Tambekar vd. 2006).

P. ostreatus, *P. florida*, *S. commune*, *H. leucomelaena* ve *A. virosa*'nın şapkalarının farklı çözücülerde (etil asetat, kloroform, aseton ve etil alkol) ekstraktları hazırlanarak disk difüzyon yöntemine göre bazı bakterilere (*E. coli*, *S. aureus* ve *P. aeruginosa*) karşı düşük düzeylerde (7-15 mm) antimikrobiyal etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir. Genel olarak standart antibiyotik

olarak kullanılan rozatin etkisi ortalama 16-26 mm çap olarak ölçülmüştür. Buna göre, kullanılan ekstraksiyonların inhibisyon etkileri düşük bulunmuştur. Kullanılan 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 gözlenmiştir (Demirhan vd. 2007).

P. florida, *P. tuber-regium*, *P. atroumbonata*, *P. giganteus*, *F. lignosus*, *M. jodocodo*, *T. microcarpus* ve *T. robustus* türlerinden elde edilen ekstraktların, *B. cereus*, *E. coli*, *K. pneumonia*, *P. vulgaris*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *A. niger*, *A. flavus*, *C. albicans*, *M. bouldarii* ve *T. concentrum*'a karşı etkin bir antibakteriyel aktivite gösterdiği, fakat antifungal etkilerinin zayıf olduğu belirtilmektedir (Gbolagade vd. 2007).

P. ostreatus'un basidiokarpların petrol eter ve aseton ekstratları oyuk agar yöntemine göre, *E. coli* (7.0-8.2 mm), *S. typhi* (7.0-7.5 mm), *B. licheniformis* (7.7 mm), *B. subtilis* (7.1-7.8 mm), *S. aureus* (7.0-7.6 mm), *C. albicans* (8.0-8.1 mm), *S. cerevisiae* (10.5-10.8 mm) ve *K. pneumonia* (7.0-7.1 mm) türlerine karşı düşük düzeylerde antimikrobiyal etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Iwalokun vd. 2007).

P. eryngii var. *eryngii* ve *P. eryngii* var. *ferulae*'nin şapka kısımlarının metanol ekstreleri disk difüzyon yöntemi ile *B. megaterium*, *E. coli*, *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *C. albicans*, *C. glabrata*, *Trichophyton* sp. ve *Epidermophyton* sp. gelişmelerini farklı oranlarda engellediği (7.3-17.3 mm), fakat bazı mikroorganizmaların gelişmesini ise inhibe etmediği belirtilmiştir. Genel olarak karşılaştırma antibiyotiği olarak kullanılan nystatin ve streptomisin sülfat etkisi ortalama 13-18 mm çap olarak ölçülmüştür. Buna göre, kullanılan ekstraksiyonların inhibisyon etkileri düşük bulunmuştur (Akyüz 2008).

T. boudieri'nin kloroform, aseton ve metanol ekstraktlarının, *B. subtilis*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *S. pyogenes*, *E. coli*, *K. pneumonia*, *P. auroginosa*, *P. vulgaris*, *S. enteritidis* ve *C. albicans*'a karşı farklı düzeylerde antimikrobiyal etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Aydın 2009).

P. eryngii var. *eryngii*, *P. eryngii* var. *ferulae*, *P. ostreatus*, *P. sajor-caju*, *T. boudieri* ve *A. bisporus*'un basidiokarp ve askokarp yapılarının metil alkol özütleri disk difüzyon yöntemine göre, *B. megaterium* (7.5-9.0 mm), *K. pneumonia* (7.5-8.5 mm), *E. coli* (8.0-9.5 mm), *S. aureus* (7.5-10.5 mm), *C. albicans* (7.5-8.5 mm) *C. glabrata* (8.0-15.5 mm), *Epidermophyton* sp. (8.0-10.0 mm) ve *Trichophyton* sp. (8.0-11.5 mm) türlerine karşı düşük düzeyde (7.5-15.5 mm) antimikrobiyal aktivite gösterdiği, bazılarının ise herhangi bir etki göstermediği belirtilmiştir. Standart antibiyotik olarak kullanılan nystatin ve streptomisin sülfat etkisi yaklaşık 13-18 mm

çap olarak ölçülmüştür. Buna göre, kullanılan ekstraksiyonların inhibisyon etkileri düşük bulunmuştur (Akyüz vd. 2010).

P. djamor, *P. sajor-caju*, *A. bresadolanus*, *A. auricula-judae*, *F. fomentarius*, *G. lucidum*, *L. edodes*, *M. esculenta* ve diğer mantar türlerin misel kültürlerinin etanol ekstraktları, *E. coli*, *S. aureus*, *P. vulgaris*, *B. subtilis*, *B. cereus*, *E. aerogenes*, *S. lutea*, *S. typhimurium*, *E. faecalis*, *E. cloacae* ve *C. albicans* türlerine karşı düşük düzeyde (8-20 mm) antimikrobiyal aktivite gösterdiği, bazılarının ise herhangi bir etki göstermediği belirtilmiştir. Genel olarak standart antibiyotik ile karşılaştırıldığında (nalidiksik asit, novobiosin, penisilin, nystatin ve etanol), kullanılan misel ekstraksiyonların inhibisyon etkileri düşük bulunmuştur (Kalyoncu vd. 2010a).

P. eryngii, *P. ostreatus*, *A. mellea*, *M. costata*, *M. elata*, *M. esculenta* var. *vulgaris*, *M. hortensis*, *M. rotunda* ve *P. involutus* misel kültürlerinden elde edilen etanol ekstraktların, *B. cereus* (16 mm), *B. subtilis* (10-12 mm), *E. aerogenes* (8 mm), *E. cloacae* (12-20 mm), *E. faecalis* (10 mm), *E. coli* (8-18 mm), *P. vulgaris* (8 mm), *S. typhimurium* (8-12 mm), *S. lutea* (8-30 mm), *S. aureus* (8-24 mm) ve *C. albicans* (8-15 mm) türlerine karşı değişen düzeyde (8-30 mm) antimikrobiyal aktivite gösterdiği, bazılarının ise herhangi bir etki göstermediği belirtilmiştir. *P. eryngii* miselinin etanol ekstraktı, *E. coli* (8 mm), *S. aureus* (8 mm) ve *C. albicans* (10 mm) üzerinde etkili olduğu, fakat diğer türlerde ise herhangi bir etki göstermemiştir. Ayrıca, *P. ostreatus* miselinin etanol ekstraktı, *B. cereus* (16 mm), *B. subtilis* (12 mm), *E. aerogenes* (8 mm), *E. cloacae* (20 mm), *E. coli* (18 mm), *P. vulgaris* (8 mm), *S. typhimurium* (12 mm), *S. lutea* (30 mm), *S. aureus* (24 mm) ve *C. albicans* (12 mm) üzerinde etkili olduğu fakat, *E. faecalis*'in gelişimi üzerinde herhangi bir etki göstermemiştir (Kalyoncu vd. 2010b).

T. claveryi'nin aseton ekstraktı, *B. cereus* (11 mm), *E. coli* (12-14 mm), *P. aeruginosa* (9 mm), *S. enteritidis* (11 mm), *S. aureus* (10 mm), *C. glabrata* (10 mm) ve *C. albicans* (10 mm)'in gelişimini farklı oranlarda engellediği belirtilmiştir (Bekçi vd. 2011).

T. claveryi, *T. nivea* ve *T. leonis*'in askokarplarından elde edilen ekstraktların, *P. aeruginosa* ve *S. aureus*'a karşı farklı düzeylerde antimikrobiyal etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Gouzi vd. 2011).

T. claveryi askokarpından elde edilen değişik ekstraktların in vitro koşullarda *S. aureus* (19 mm), *S. epidermitis* (18 mm), *S. faecalis* (17 mm), *E. coli* (15 mm), *P. aeruginosa* (20 mm), *P. vulgaris* (15 mm) ve *K. pneumonia* (14 mm) karşı farklı oranlarda antimikrobiyal etki göstermiştir (Aldebasi vd. 2013).

T. boudieri'nin askokarp yapısından hazırlanan kloroform, aseton ve metanol ekstraktı mikro dilüsyon yöntemine göre, bazı Gram (+) (*B. subtilis*, *S. aureus*, *L. monocytogenes* ve *S. pyogenes*), Gram (-) (*E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *P. vulgaris* ve *S. enteritidis*) ve maya (*C.*

albicans) türlerine karşı değişen düzeylerde antimikrobiyal etkiye sahip oldukları, fakat en yüksek etkiyi maya türü üzerinde gösterdiği ifade edilmiştir. Antimikrobiyal etkiyi oluşturan bioaktif bileşenlerin, mantar yapılarında bulunan fenolik bileşenlerden (kateşin, kumarik asit, ferulik asit ve sinnamik asit) kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Antimikrobiyal aktivitenin, makrofungus türüne, farklı çözümlerle hazırlanan ekstraktlarına ve test edilen canlı türüne bağlı olarak değiştiği ifade edilmiştir (Doğan ve Aydın 2013).

P. flabellatus, *M. giganteus*, *E. lividoalbum* ve *R. aurea* türlerinin şapka yapılarından hazırlanan etanol ve etil asetat ekstraktların disk difüzyon yöntemine göre, *S. aureus* (8-10 mm), *P. vulgaris* (7-17 mm), *C. albicans* (8-11 mm), *E. coli* (8-11 mm), *P. aeruginosa* (8-12 mm) ve *B. subtilis* (9-15 mm) üzerinde etkili olduğu, fakat diğer test mikroorganizma türleri üzerinde çok az veya hiç etki göstermemişlerdir (Rai vd. 2013).

P. florida'nın şapka yapısından elde edilen 4 farklı çözücü (etanol, metil alkol, kloroform ve dietileter) ekstraktlarının, *S. typhi*, *E. coli*, *K. pneumonia*, *V. parahaemolyticus*, *K. oxytoca*, *V. cholera*, *P. murabilis*, *Streptococcus* sp., *T. rubrum*, *E. floccosum* ve *M. gypseum* türlerine karşı değişen düzeylerde antibakteriyel ve antifungal etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir. Antimikrobiyal etkiyi oluşturan bioaktif bileşenlerin, mantar yapılarında bulunan fenolik bileşenlerden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Thillaimaharani vd. 2013).

P. ostreatus'un misel kısımlarından hazırlanan etanol ekstreleri, *E. coli*, *B. cereus*, *L. innocua*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *Candida* sp. ve *C. albicans* türlerine karşı değişen düzeylerde antimikrobiyal etki gösterdiği belirtilmiştir (Vamanu 2013).

A. bisporus, *P. florida* ve *C. indica* şapka yapılarından elde edilen petrol eter ekstraktın disk difüzyon yöntemine göre, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *S. pyogenes* ve *C. albicans* türlerine karşı değişen düzeylerde antimikrobiyal etki gösterdiği, *A. bisporus* ve *P. florida* ile karşılaştırıldığında, *C. indica* en az antimikrobiyal etkiye sahip olduğu saptanmıştır (Padmavathy vd. 2014).

T. boudieri, *T. claveryi*, *T. olbiensis*, *P. lefebvrei* ve *P. juniperi* askokarpların metil alkol özütleri disk difüzyon yöntemine göre, *B. subtilis* (9-15 mm), *P. aeruginosa* (11-20 mm), *E. coli* (9-20 mm), *S. aureus* (9-12 mm), *S. mutans* (12-22 mm), *P. vulgaris* (9-12 mm), *S. typhi* (8-14 mm), *C. tropicalis* (9-16 mm) ve *Trichophyton* sp. (9-15 mm) türlerinin gelişmelerini farklı oranlarda (8-22 mm çap) inhibe ettiği gözlenmiştir. *Terfezia* türlerinden elde edilen metil alkol ekstraktlarının, test mikroorganizmalarına karşı *Picoa* türlerinden daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Akyüz vd. 2015).

P. ostreatus, *L. edodes* ve *H. tessulatus* türlerinin şapka yapılarının metanol ekstreleri in vitro koşullarda disk difüzyon yöntemine göre; *E. coli*, *S. aureus*, *B. subtilis*, *S. typhi*, *K. pneumonia*, *C. albicans*, *S. cerevisiae* ve *P. aeruginos* karşı düşük düzeylerde (7-20 mm çap)

antimikrobiyal etki göstermiştir. Genel olarak karşılaştırma antibiyotiği ortalama 20-30 mm çap olarak ölçülmüştür. Buna göre, kullanılan ekstraksiyonların inhibisyon etkileri düşük bulunmuştur. Antimikrobiyal etkiyi oluşturan bioaktif bileşenlerin, mantar yapılarında bulunan fenol, flavonoid ve askorbik asit bileşenlerden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Chowdhur vd. 2015).

P. ostreatus, *B. edulis*, *T. populinum*, *H. queletii*, *A. tabescens*, *P. candolleana* ve *H. leusopus* türlerinin metanol ekstratının in vitro koşullarda disk difüzyon yöntemine göre, *E. coli*, *S. aureus*, *B. subtilis*, *E. hirae*, *M. luteus* ve *P. aeruginos* karşı değişen düzeylerde (1.0-13.0 mm çap) antimikrobiyal etki gösterdiği gözlenmiştir. Antimikrobiyal etkiyi oluşturan bioaktif bileşenlerin, mantar yapılarında bulunan fenol bileşenlerinden kaynaklandığını ve bu miktarların, türe ve yetiştirme ortamına bağlı olarak değiştiği ifade edilmiştir (Dündar vd. 2015).

P. ostreatus, *P. cornucopiae* ve *P. salmoneo-stramineus* türlerinin misel ekstraktları, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *E. faecalis* ve *C. parapsilosis*'e karşı değişen düzeyde antimikrobiyal aktivite gösterdiği, bazıları ise herhangi bir etki göstermemiştir (Owaid vd. 2015).

A. bisporus, *P. ostreatus*, *P. schweinitzii*, *I. hispidus*, *T. columbetta*, *T. caligatum*, *X. Chrysenteron* ve *H. ferrugineum* türlerinin şapka yapılarının sikloheksan, diklorometan, metanol ve su özütleri agar difüzyon yöntemine göre, *B. cereus*, *P. aeruginosa* ve *C. albicans* türlerine karşı değişen düzeyde antimikrobiyal etki (8.0-17.0 mm çap) gösterdiği, fakat bazı türlere karşı herhangi bir etki göstermediği ifade edilmiştir. Ayrıca, *A. bisporus* ve *P. ostreatus*'dan elde edilen ekstraktların *C. albicans* (0.0-15.0 mm), *B. cereus* (9.0-14.0 mm çap) ve *P. aeruginosa*'nın (0.0-15 mm çap) gelişimlerini farklı oranlarda engelledikleri tespit edilmiştir (Smolskaite vd. 2015).

T. boudieri askokarp yapılarının petrol eter, diklorometan, kloroform, etil asetat, metanol, sıcak su ekstraktlarının bazı Gram (-) (*S. typhimurium*, *E. coli* ve *P. aeruginosa*) ve Gram (+) (*E. faecalis*, *S. aureus*, *S. epidermis* ve *B. subtilis*) bakterilere karşı değişen düzeyde antibakteriyel etki gösterdiği belirtilmiştir (Hamza vd. 2016).

P. djamor, *P. eryngii*, *P. ostreatus*, *M. esculenta*, *L. edodes*, *A. aegerita*, *A. aurea*, *C. sinensis*, *C. militaris*, *C. comatus*, *C. schevczenkovi*, *F. velutipes*, *F. fomentarius*, *F. pinicola*, *G. applanatum*, *G. lucidum*, *G. frondosa*, *H. erinaceus*, *H. myxotricha*, *H. marmoreus*, *I. obliquus*, *L. sulphureus*, *L. luscina*, *L. shimeji*, *O. obducens*, *P. igniarius*, *P. betulinus*, *S. commune*, *S. litschaueri* ve *T. versicolor* mantar türlerinin misel kültürlerin disk difüzyon yöntemine göre, *E. coli*, *S. aureus* ve *B. subtilis* türlerine karşı farklı oranlarda antibakteriyel etki (9.5-23.8 mm çap) gösterdiği, fakat bazı türlere karşı herhangi bir etki göstermediği görülmüştür. *A. aurea*, *F. fomentarius* ve *L. shimeji* türlerin dışındaki, misel kültürlerin farklı düzeylerde antibakteriyel etki gösterdikleri, fakat genellikle çalışılan türlerin çoğunun zayıf antibakteriyel etkiye sahip oldukları

ifade edilmiştir. Ayrıca, bakteri gelişimini inhibe eden en aktif misel kültürlerin *L. edodes*, *P. betulinus* ve *P. igniarius* türleri olduğu belirtilmiştir (Krupodorava vd. 2016).

P. squarrosulus, *V. vulvae*, *R. vesca* ve *A. auricular* şapka yapılarının sıcak su, soğuk su ve etanol ekstraktlarının, bazı Gram (-), Gram (+) ve maya türlerin gelişimini düşük düzeyde engellediği belirlenmiştir (0-12 mm çap). *R. vesca*'nın etanol ekstraktı, *C. albicans* üzerinde (10.44 mm), *A. auricular*'ın etanol ekstraktı *B. cereus* üzerinde (7.70 mm) ve soğuk su ekstraktı ise *C. albicans* üzerinde (9.10 mm) ve *P. squarrosulus*'un etanol ekstraktı *B. cereus* üzerinde (9.76 mm) ve soğuk su ekstraktı ise *S. aureus* üzerinde (11.71 mm çap) etkili olduğu, fakat diğer test mikroorganizma türleri üzerinde çok az veya hiç etki göstermemişlerdir. Antimikrobiyal etkiyi oluşturan bioaktif bileşenlerin, mantar yapılarında bulunan fitokimyasal bileşenlerden (glikozit, tannin, saponin, flavonoid, karbonhidrat, protein ve alkaloid) kaynaklandığını ve bu miktarların, türe ve yetiştirme ortamına bağlı olarak değiştiği ifade edilmiştir. Standart antibiyotik olarak kullanılan gentamisin ve nyastatin etkisi yaklaşık 14-24 mm çap ölçülmüştür. Buna göre, kullanılan ekstraksiyonların inhibisyon etkileri çok düşük bulunmuştur (Nwachukwu ve Uzoeto 2010).

P. ostreatus'un doğa'dan ve kültür ortamından elde edilen şapka yapılarının etanol özütleri agar dilüsyon yöntemine göre, bazı bakteri (*S. aureus*, *E. faecalis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*) ve maya türlerine (*C. albicans* ve *C. tropicalis*) karşı düşük düzeyde antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Sevindik vd. 2016).

L. sulphureus, *G. applanatum*, *G. lucidum*, *F. velutipes*, *T. versicolor* ve *H. coralloides*'in misel kültürlerinden hazırlanan etanol ekstraktının disk difüzyon yöntemine göre, *B. subtilis* subsp. *spizizenii*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, *E. faecalis*, *C. albicans* ve *C. parapsilosis*'e karşı düşük düzeyde antimikrobiyal aktivite gösterdiği, bazıları ise herhangi bir etki göstermemiştir. Ayrıca, *P. eryngii*'nin misel ekstraktının test mikroorganizmalarının gelişimi üzerine herhangi bir etki göstermezken, *A. campestris*'in ise *B. subtilis*, *S. aureus* ve *P. aeruginosa*'nın gelişimi üzerine düşük düzeyde etki gösterirken, *E. coli*, *E. faecalis*, *C. albicans* ve *C. parapsilosis* türlerine karşı herhangi bir etki göstermemiştir (Nicolcioiu vd. 2017).

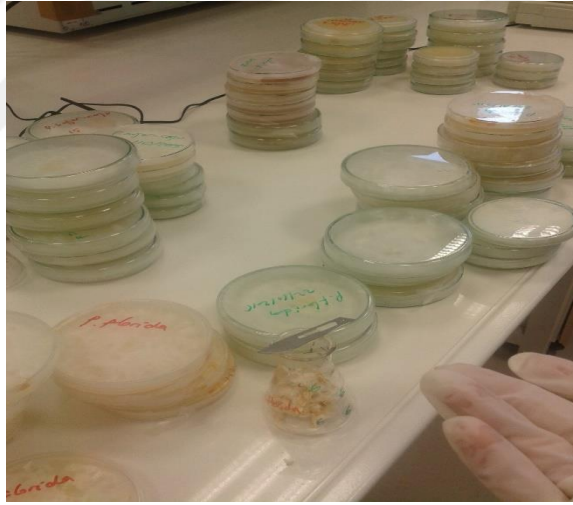
P. ostreatus, *P. sajor-caju*, *P. pulmonarius* ve *P. populinus* türlerinin şapka yapılarının n-hekzan ekstreleri oyuk agar yöntemine göre, *B. cereus*, *S. agalactiae*, *A. vitis* ve *P. aeruginosa* türlerine karşı değişen düzeyde antibakteriyal etki (10-14 mm çap) gösterdiği, fakat bazı türlere karşı (*E. coli* ve *S. dysenteriae*) herhangi bir etki göstermediği ifade edilmiştir. *P. ostreatus* ve *P. sajor-caju*'dan elde edilen ekstrelerin test mikroorganizmaları üzerinde, *P. pulmonarius* ve *P. populinus* türleri ile karşılaştırıldığında daha etkin olduğu gözlenmiştir (Okafor vd. 2017).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3. 1. Materyal

3. 1. 1. Çalışmada Kullanılan Mantar Misel Örnekleri

Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı'ndan sağlanan *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel., *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm., *Pleurotus sajor caju* (Fr.) Singer ve *Pleurotus 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 *Picoa 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. Buradan elde edilen ana (saf) miseller (Şekil 3.1), aşı materyali olarak kullanılmıştır.



Şekil 3. 1. Çalışmada kullanılan makrofungus misel kültürleri

3. 1. 2. 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.

3. 2. Yöntem

3. 2. 1. Misel Kültürlerin Çoğaltılması İle İlgili Deneysel Çalışmalar

3. 2. 1. 1. Besiyeri Hazırlanması

Hassas terazide tartılan 20 g malt ekstrakt ve agar, 1 lt'lik erlen içerisinde bırakılarak saf suyla 1 lt'ye tamamlanmıştır. Besiyeri suda eritildikten sonra, erlenin ağzı pamuk ile kapatılıp, alüminyum folyo ile sarıldıktan sonra 121 °C'de 1.5 atm basınç altında 15 dakika süreyle otoklavda steril edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2. Misel kültürlerin çoğaltılması için hazırlanan besiyeri

Aşılama işleminden 1-1.5 saat önce ekim işlemlerinin yapıldığı HEPA Filtreli Laminar Flowun iç hacmi önce dezenfektan, daha sonra alkol (% 70) ile silinerek ortam dezenfekte edilmiştir. Pastör Fırın'ında 180 °C'de 1 saat 30 dakika süreyle steril edilen ve pehlür kağıtlarına sarılı olan 9.00 mm çapındaki cam petri kapları ve steril besiyeri, ekim işleminin yapıldığı HEPA Filtreli Laminar Flowun içerisine taşınmıştır. Daha sonra, pehlür kağıtlarına sarılı olan cam petri kapları açılarak her birine besi yerinden yaklaşık 25 ml dökülmüştür. HEPA Filtreli Laminar Flow'un ultraviyole lambası 30 dakika süreyle açık tutularak olası kontaminasyonların önlenmesi için petri kaplarının ve Laminar Flow ortamının sterilizasyonu tekrarlanmıştır.

3. 2. 1. 2. Misel Kültürlerin Çoğaltılması ve Ekstraktların Hazırlanması

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 parafilmlelenerek, etiketlenmiştir. Aşılardan plaklar misel gelişimi için 25 °C’de inkübasyona bırakılmıştır (Zadrazil 1978). Buradan elde edilen misel örnekleri (Şekil 3.3), uygun koşullarda kurutulduktan sonra (Şekil 3.4) 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 çözücülerini rotavaporda uzaklaştırılmış ve etüvde kurutulularak kuru ekstraktlar elde edilmiştir. Metil alkol ile hazırlanan ve kurutulmuş ekstraktlar DMSO (Dimetil sülfoksit) ile 1 mg/ml olacak şekilde çözdürülmüştür. Böylece misel ekstraktlarının solüsyonları oluşturulmuştur. Bu şekilde hazırlanan tüm ekstraktlar hemen analize tabi tutulmuş ve deney sonuçlanıncaya kadar 4 °C de buzdolabında saklanmıştır.



Şekil 3. 3. İnkübasyon sonucunda elde edilen saf misel örnekleri



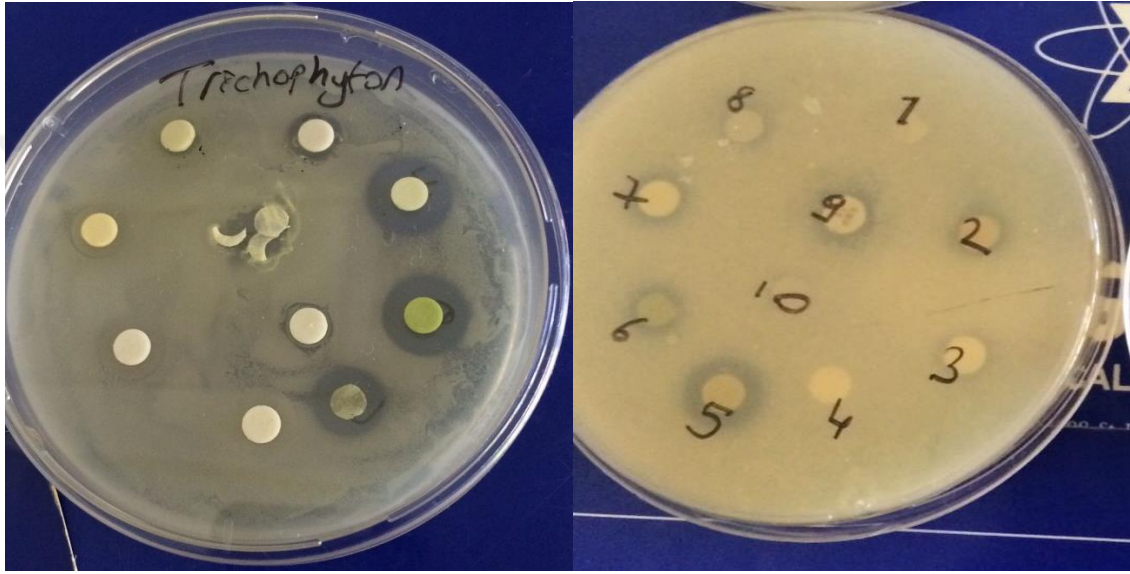
Şekil 3. 4. Petri kabında gelişen saf miselin uygun koşullar altında kurutulması

3. 2. 2. Antimikrobiyal Aktivite İle İlgili Deneysel Çalışmalar

3. 2. 2. 1. Mikroorganizma Kültürlerin ve Disklerin Hazırlanması

Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde disk difüzyon yöntemi uygulanmıştır. Bakteri suşları, nutrient buyyon’a (Difco) aşılardan 35±1°C’de 24 saat, maya suşları, malt ekstrakt buyyon’da (Difco), dermofit 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 aşılardan (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 aşılama plakları 37±0.1°C'de 24 saat, maya ve dermofit aşılama plakları 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). Süre sonunda besiyeri üzerinde oluşan inhibisyon zonları mm olarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.5) ve çalışma üç tekrarlı olarak yapılmıştır.



Şekil 3. 5. Makrofungus misel ekstraktların test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal etkilerinin test edilmesi

3.3. 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 ekstraktlarının 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.

4. BULGULAR

4. 1. Uyum İyiliği ve Varyansların Homojenliği Testi Sonuçları

Varyansların homojenliğinin tespitinde Levene testi kullanılmış ve elde edilen p -değerlerinin 0.05'den büyük olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1). Bu sonuçlara göre, değişkenlere ait varyansların homojen olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Kolmogorov Smirnov uyum iyiliği testine göre değişkenlerin büyük çoğunluğunun normal dağılıma uyum sağladığı belirlenmiştir ($p>0.01$, $p>0.05$). Hem normallik varyansının sağlanması hem de varyansların homojenliği koşulunun sağlanması sonucunda ANOVA testinin yapılabileceği saptanmıştır (Çizelge 4. 1).

Çizelge 1 incelendiğinde F testine (ANOVA) ait p değerlerinin, $p<0.05$ olduğu görülmüştür. Bu çoklu karşılaştırma testlerinin uygulanabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlara göre, farklı mantar misel türlerinden elde edilen ekstraktların, test mikroorganizma türleri (bakteri, maya ve dermatofit) üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu gözlenmiştir. Hangi mantar türleri arasında anlamlı bir farklılığın olduğunu belirleyebilmek için, çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan testi uygulanmıştır. Gruplar arasındaki farklılık $p<0.05$ olduğu durumlarda anlamlı kabul edilmiştir.

Çizelge 4. 1. Uyum İyiliği ve Varyansların Homojenliği Testi Sonuçları

| Değişkenler | Varyansların Homojenliği Testine ait p -değeri (Levene testi) | Kolmogorov Smirnov uyum iyiliği testine ait p -değeri | F Testine ait p -değeri (ANOVA testi) |
|---------------------------|---|---|---|
| <i>K. pneumonia</i> | 0.2950 | 0.001 | 0.0000 |
| <i>P. aeruginosa</i> | 0.6920 | 0.000 | 0.0000 |
| <i>E. coli</i> | 0.3150 | 0.029 | 0.0000 |
| <i>B. megaterium</i> | 0.8400 | 0.100 | 0.0150 |
| <i>S. aureus</i> | 0.1550 | 0.200 | 0.0000 |
| <i>S. typhi</i> | 0.7280 | 0.200 | 0.0200 |
| <i>C. globrata</i> | 0.2120 | 0.750 | 0.0000 |
| <i>C. albicans</i> | 0.5720 | 0.149 | 0.0000 |
| <i>Epidermophyton</i> sp. | 0.1840 | 0.003 | 0.0000 |
| <i>Trichophyton</i> sp. | 0.1500 | 0.001 | 0.0000 |

4. 2. Makrofungus Misel Kùltürlerinin Test Mikroorganizmalarına Karşı Antimikrobiyal Etkisi

Değişik mantar misel kùltürlerinin (*Pleurotus* spp., *A. bisporus*, *P. lefebvrei*, *P. juniperi* ve *T. boudieri*) metil alkol ekstraktlarının, bazı bakterilere, mayalara ve dermofitlere karşı antimikrobiyal aktiviteleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

K. pneumonia üzerine, en düşük etkiyi *T. boudieri* (7.7 mm çap), en yüksek etkiyi 17.3 mm çap ile *P. lefebvrei* ekstraktının gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, *P. eryngii* (8.3 mm çap), *P. ostreatus* ve *P. florida* (9.7 mm çap) ve *A. bisporus* (10.0 mm çap) misellerinden hazırlanan metil alkol ekstraksiyonları arasında *K. pneumonia* gelişimi üzerine etkisi bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı, *P. lefebvrei* misel kùltüründen elde edilen ekstraktların ise diğer mantar türlerinden farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2’de gösterildiği gibi *T. boudieri*, *P. ostreatus*, *P. eryngii*, *P. florida*, *P. juniperi* ve *P. sajor-caju* misel kùltürlerinden elde edilen ekstraktların, *P. aeruginosa*’nın gelişimini düşük düzeyde engelleyici bir etki göstermiştir (8.3-10.0 mm çap). En fazla etkiyi 16.0 mm çap ile *A. bisporus* ve 16.7 mm çap ile *P. lefebvrei*’den elde edilen ekstraktların gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, *T. boudieri*, *P. ostreatus*, *P. eryngii*, *P. florida*, *P. juniperi* ve *P. sajor-caju*’dan elde edilen ekstraktların *P. aeruginosa* üzerine benzer etki gösterirken, *A. bisporus* ve *P. lefebvrei*’nin ise istatistiksel olarak diğer mantar türlerinden farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

T. boudieri, *P. ostreatus*, *P. eryngii*, *P. florida* ve *P. juniperi* misel kùltürlerinden elde edilen ekstraktların, *E. coli* üzerine istatistiksel olarak (10.0-12.0 mm çap) benzer etki gösterirken, *P. lefebvrei* misel kùltüründen elde edilen ekstraktların değişkenlik (14.6 mm çap) gösterdiği Çizelge 4.2’de tespit edilmiştir.

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 (Çizelge 4.2). Ayrıca, *P. eryngii* misel kùltürlerinden elde edilen ekstraktın *P. florida* mantarından farklılık gösterdiği, *P. lefebvrei* ve *P. eryngii* mantarlarından elde edilen ekstraktların *B. megaterium* üzerine etkisinin ise diğer mantar türlerinin tamamından farklılık gösterdiği istatistiksel olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi *P. florida* ve *T. boudieri* misellerinden elde edilen ekstraktların, *S. aureus*’un gelişimini engelleyici etkisi, *P. lefebvrei* mantarı dışında diğer mantar türlerinin tamamı ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır. *S. aureus*’un gelişimi üzerine, en düşük etkiyi *P. ostreatus* ve *P. juniperi* (10.0 mm çap) ekstraktları, en yüksek etkiyi ise 17.3 mm çap ile *P. lefebvrei* ekstraktları göstermiştir.

Çizelge 4. 2. 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</i> sp. | <i>Trichophyton</i> sp. |
| <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)

° : Nystatin (30 µg)

oo : Streptomisin sülfat (10 µg)

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 Çizelge 4. 2’de gözlenmiştir.

P. lefebvrei ekstraktının, *C. glabrata* üzerine etkisi bakımından (13.7 mm çap), *P. ostreatus* ve *P. juniperi* (11.7 mm çap) mantar türleri ile benzerlik gösterdiği, fakat diğer mantar türlerinden ise istatistiksel olarak farklılık göstermektedir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4. 2’de görüldüğü gibi *C. albicans* gelişimi üzerine *P. juniperi*’nin (12.3 mm çap), *P. ostreatus* mantarı (12.0 mm çap) ile benzer etkiye sahip olduğu, *P. lefebvrei* mantar türünün ise (15.3 mm çap) tüm mantar türlerinden istatistiksel olarak farklı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Epidermophyton sp. gelişimi üzerine etkisi bakımından en düşük etkiye sahip olan *P. ostreatus* (8.3 mm çap) mantarının, *A. bisporus* (11.3 mm çap) ve *P. lefebvrei* (14.6 mm çap) mantar türlerinden farklılık gösterdiği, en yüksek etkiye sahip olan *P. lefebvrei* mantar türünün ise (14.6 mm çap), diğer mantar türlerinin tamamından farklılık gösterdiği istatistiksel olarak saptanmıştır (Çizelge 4.2).

P. lefebvrei mantar türünün (15.3 mm çap), *Trichophyton* sp. gelişimi üzerine en yüksek etkiye sahip olduğu ve diğer mantar türlerinin tamamından istatistiksel olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, *Trichophyton* sp. gelişimi üzerinde, *P. eryngii* mantar türünün hem *P. sajor-caju* hem de *P. florida* mantar türlerinden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Sonuç olarak, *P. lefebvrei* mantar türünün metil alkol ekstraktının, bazı bakteri (*K. pneumonia*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, *B. megaterium*, *S. aureus* ve *S. typhi*), maya (*C. glabrata* ve *C. albicans*) ve dermatofit (*Epidermophyton* sp. ve *Trichophyton* sp.) türlerin gelişimi üzerine olan etkisi bakımından, diğer mantar türlerine (*T. boudieri*, *P. juniperi*, *P. ostreatus*, *P. florida*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii*, *Agaricus bisporus*) göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Karşılaştırma antibiyotiği olarak kullanılan nystatin ve streptomisin sülfat etkisi, ortalama 13.0-18.0 mm çap olarak ölçülmüştür. Buna göre, kullanılan ekstraksiyonların inhibisyon etkileri düşük bulunmuştur (Çizelge 4.2).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Farklı mantar misel kültürlerin (*Pleurotus* spp., *A. bisporus*, *P. lefebvrei*, *P. juniperi* ve *T. 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 (Çizelge 4.2).

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 (Çizelge 4.2). Besin olarak tüketilen bazı mantar türlerinin (*P. eryngii*, *P. ferulae*, *P. sajor-caju*, *P. florida*, *P. ostreatus*, *P. tuber-regium*, *P. atroumbonata*, *P. giganteus*, *A. bisporus*, *T. boudieri*, *T. claveryi*, *L. edodes*, *H. tessulatus*, *A. clindracea*, *F. lignosus*, *M. jodocodo*, *T. microcarpus* ve *T. robustus*), *K. pneumoniae*'ya karşı değişen oranlarda engelleyici etki göstermiştir (Uzun vd. 2004, Tambekar vd. 2006, Gbolagade vd. 2007, Iwalokun vd. 2007, Akyüz 2008, Aydın 2009, Akyüz vd. 2010, Aldebasi vd. 2013, Doğan ve Aydın 2013, Thillaimaharani vd. 2013, Chowdhur vd. 2015). Yapılan çalışmalarda, farklı çözenlerle hazırlanan mantar ekstraktlarının, *K. pneumoniae* üzerine karşı farklı inhibisyon etki oluşturabileceği ifade edilmiştir.

Çizelge 4.2'de gösterildiği gibi *T. boudieri*, *P. ostreatus*, *P. eryngii*, *P. florida*, *P. juniperi* ve *P. sajor-caju* 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 (*P. sajor-caju*, *P. ostreatus*, *P. florida*, *P. tuber-regium*, *P. pulmonarius*, *P. populinus*, *P. cornucopiae*, *P. salmoneo-stramineus*, *A. bisporus*, *T. boudieri*, *T. claveryi*, *T. olbiensis*, *P. lefebvrei*, *P. juniperi*, *T. nivea*, *T. leonis*, *B. edulis*, *G. applanatum*, *G. lucidum*, *F. velutipes*, *T. versicolor* 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 (Ngai ve Ng 2004, Janakat vd. 2005, Tambekar vd. 2006, Demirhan vd. 2007, Gbolagade vd. 2007, Aydın 2009, Bekçi vd. 2011, Gouzi vd. 2011, Aldebasi vd. 2013, Doğan ve Aydın 2013, Rai vd. 2013, Vamanu 2013, Padmavathy vd. 2014, Akyüz vd. 2015, Chowdhur vd. 2015, Dünder 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 çözenlerden hazırlanan ekstraktların farklı

etkiler oluşturacağı ifade edilmiştir. Kullanılan mantar ekstraktların, test mikroorganizmaları üzerindeki antimikrobiyal aktivitelerinin farklı olması, farklı çözenlerin kullanılması, denenen çözenlerin çözebildiği ve bu mikroorganizmalar üzerine etkili olabilen makrofungusların değişik karakterdeki bileşenlerinin farklı etkileşiminden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

T. boudieri, *P. ostreatus*, *P. eryngii*, *P. florida* ve *P. juniperi* misel kültürlerinden elde edilen ekstraktların, *E. coli* üzerine benzer etki gösterirken (10.0-12.0 mm çap), *P. lefebvrei* misel kültüründen elde edilen ekstraktlar ise değişkenlik (14.6 mm çap) göstermiştir (Çizelge 4. 2). *T. boudieri*, *T. claveryi*, *T. olbiensis*, *P. lefebvrei*, *P. juniperi*, *A. bisporus*, *P. ostreatus*, *P. cornucopiae*, *P. salmoneo-stramineus*, *P. eryngii*, *P. djamor*, *P. ferulae*, *P. sajor-caju*, *P. florida*, *P. tuber-regium*, *P. atroumbonata*, *P. giganteus*, *S. commune*, *H. leucomelaena*, *A. virosa*, *F. lignosus*, *M. jodocodo*, *T. microcarpus*, *T. robustus*, *A. mellea*, *M. giganteus*, *M. costata*, *M. elata*, *M. hortensis*, *M. rotunda*, *P. involutus*, *A. bresadolanus*, *A. auricula-judae*, *G. lucidum*, *M. esculenta*, *R. roseolus*, *P. flabellatus*, *E. lividoalbum*, *R. aurea*, *B. edulis*, *T. populinum*, *H. queletii*, *A. tabescens*, *P. candolleana*, *H. leusopus*, *L. edodes*, *A. aegerita*, *A. aurea*, *C. sinensis*, *C. militaris*, *C. comatus*, *C. schevczenkovi*, *F. fomentarius*, *F. pinicola*, *G. applanatum*, *G. frondosa*, *H. erinaceus*, *H. myxotricha*, *H. marmoreus*, *I. obliquus*, *L. luscina*, *L. shimeji*, *O. obducens*, *P. igniarius*, *P. betulinus*, *S. litschaueri*, *L. sulphureus*, *G. lucidum*, *F. velutipes*, *T. versicolor* ve *H. coralloides* gibi mantar türlerinden hazırlanan ekstraktların *E. coli*'ye karşı farklı oranlarda antimikrobiyal aktivite gösterdiği, bazıları ise herhangi bir etki göstermediği tespit edilmiştir (Gücin ve Tamer 1986, Tambekar vd. 2006, Demirhan vd. 2007, Gbolagade vd. 2007, Iwalokun vd. 2007, Akyüz 2008, Aydın 2009, 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, Chowdhur vd. 2015, Dündar 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 çözenlerden hazırlanan ekstraktların, kullanılan mantar türüne, çözene, test organizmalarına ve uygulanan yöntemle ilgili olarak farklı etkiler oluşturabileceği, bu yönüyle Çizelge 4. 2'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 (Çizelge 4.2). Bazı mantar türlerinin (*T. boudieri*, *T. claveryi*, *T. olbiensis*, *P. lefebvrei*, *P. juniperi*, *A. bisporus*, *P. ostreatus*, *P. djamor*, *P.*

sajor-caju, *P. eryngii*, *P. ferulae*, *P. florida*, *P. tuber-regium*, *P. pulmonarius*, *P. populinus*, *A. mellea*, *F. fomentarius*, *G. lucidum*, *L. edodes*, *A. aegerita*, *F. velutipes*, *T. versicolor*, *B. edulis*, *S. commune*, *Genoderma* spp., *Morcella* spp. vb.) *Bacillus* spp.'ye (*B. cereus*, *B. subtilis*, *B. megaterium*, *B. licheniformis*) karşı düşük düzeyde antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir (Gücin ve Tamer 1986, Chellal ve Lukasova 1995, Uzun vd. 2004, Gbolagade vd. 2007, Iwalokun vd. 2007, Akyüz 2008, Aydın 2009, 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, Chowdhur vd. 2015, Dündar vd. 2015, Smolskaite vd. 2015, Hamza vd. 2016, Krupodorava vd. 2016, Nicolcioiu vd. 2017, Okafor vd. 2017). Benzer çalışmalarda, değişik çözenlerle 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 çözenlere bağlı olduğu ifade edilmiştir.

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi *P. florida* ve *T. boudieri* misellerinden elde edilen ekstraktların, *S. aureus*'un gelişimini engelleyici etkisi, *P. 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 ve misel kısımlarından elde edilen ekstraktların, farklı düzeylerde antibakteriyel etki gösterdikleri, fakat genellikle çalışılan türlerin çoğunun zayıf etkiye sahip oldukları belirtilmiştir (Gücin ve Tamer 1986, Chellal ve Lukasova 1995, Uzun vd. 2004, Ngai ve Ng 2004, Tambekar vd. 2006, Demirhan vd. 2007, Gbolagade vd. 2007, Iwalokun vd. 2007, Akyüz 2008, Aydın 2009, 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, Chowdhur vd. 2015, Dündar 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 çözenler 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 Çizelge 4. 2'de gözlenmiştir. Bazı makrofungus türlerin (*T. boudieri*, *T. claveryi*, *T. olbiensis*, *P. lefebvrei*, *P. juniperi*, *A. bisporus*,

P. djamor, *P. sajour-caju*, *P. eryngii*, *P. ostreatus*, *A. mellea*, *G. lucidum*, *L. edodes*, *F. fomentarius*, *M. esculenta* vd.) fruktifikasyon ve misel kısımlarından sağlanan ekstraksiyonların *Salmonella* türlerinin (*S. typhi*, *S. typhimurium*, *S. enteritidis*) gelişimini düşük düzeyde engellediği saptanmıştır (Gücin ve Tamer 1986, Tambekar vd. 2006, Kalyoncu vd. 2010ab, Bekçi vd. 2011, Doğan ve Aydın 2013, Akyüz vd. 2015, Chowdhur vd. 2015, Hamza vd. 2016). Araştırmalarda; değişik çözenlerle 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. Çizelge 4. 2’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 (Çizelge 4. 2). Dünyanın değişik yerlerinde doğal olarak yetişen, kültürü yapılan ve ticari olarak satışı yapılan bazı mantar türlerinin (*P. ostreatus*, *P. djamor*, *P. sajour-caju*, *P. eryngii*, *P. ferulae*, *P. florida*, *P. tuber-regium*, *A. bisporus*, *T. boudieri*, *T. clavaryi*, *T. olbiensis*, *P. lefebvrei*, *P. juniperi*, *A. mellea*, *Morchella* spp., *F. fomentarius*, *G. lucidum*, *L. edodes* ve diğer türler), *A. niger*, *A. flavus*, *S. cerevisiae*, *Candida* sp., *C. albicans*, *C. glabrata*, *C. parapsilosis*, *Trichophyton* sp., *Epidermophyton* sp., *T. rubrum*, *E. floccosum*, *M. gypseum* gibi maya ve fungus türlerine karşı değişen oranlarda anticandidal ve antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir (Gücin ve Tamer 1986, Gbolagade vd. 2007, Iwalokun vd. 2007, Akyüz 2008, Aydın 2009, 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, Chowdhur 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 ve öneriler,

1. *P. lefebvrei* misel kültürü; bazı bakteri, maya ve dermatofit türlerin gelişimi üzerine olan etkisi bakımından, çalışmada kullanılan diğer mantar misel kültürlerine (*T. boudieri*, *P. juniperi*, *P. ostreatus*, *P. florida*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii*, *A. bisporus*) göre daha etkili olduğu saptanmıştır. Genel olarak çalışmada kullanılan standart antibiyotikler ile karşılaştırıldığında; kullanılan tüm mantar misel ekstraların inhibisyon etkileri düşük bulunmuştur (Çizelge 4.2).
2. Dünyanın farklı yerlerinde doğal olarak yetişen, ticari olarak satılan ve kültürü yapılan mantar türlerin askokarp, basidiokarp ve misel yapılarından izole edilen biyoaktif bileşenlerin, değişik tıbbi ve tedavi edici etkilere sahip oldukları kanıtlanmıştır. Çalışmamızda da antimikrobiyal etkiyi oluşturan etken maddelerin mantar yapılarında bulunan bioaktif bileşenlerden kaynaklanabileceği ve bu etkileri oluşturan etken maddelerinin mantarın hem misel hemde fruktifikasyon yapılarında da tespit edilmesinin gerekli olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, mantarın hem misel hemde fruktifikasyon yapılarında yapılacak analizler ile bioaktif bileşenlerin çeşitleri tespit edilerek miktarların karşılaştırılması yararlı olacaktır. Böylece, mantarın misel yapısının mı? yoksa şapka yapısının mı? daha zengin bioaktif bileşenleri taşıdığı saptanmış olunacaktır.
3. Dünyanın değişik yerlerinde yetişen farklı mantar türlerinin genellikle fruktifikasyon yapılarının besinsel ve tıbbi etkileri üzerine yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Mantarın misel yapılarının besinsel düzeylerini belirleyen çok az çalışmanın olduğu görülmüş, fakat son yıllarda özellikle misel kültürlerinin tıbbi etkilerini belirlemeye yönelik çalışmalar ise hız kazanmıştır. Bu nedenle, özellikle mantar misel kültürlerin besin değerleri ile bioaktif bileşenlerinin tespit edilmesi ve karşılaştırılması yararlı olacaktır.
4. Pekçok araştırmada antimikrobiyal aktivitenin makrofungus türüne, yetiştiği ortama ve çalışılan örnek çeşidine (misel, fruktifikasyon yapısı), farklı çözümlerle hazırlanan ekstraktlarına, test edilen canlı türüne ve kullanılan yöntem (disk difüzyon, oyuk agar yöntemi, MIC) bağlı olarak değiştiği ifade edilmiştir. Değişik çalışmalar ile desteklenerek, mantarların hem misel hem de fruktifikasyon yapıları karşılaştırılmalı olarak bioaktif bileşenlerin tespit edilmesi koşuluyla; farklı çözümler, test mikroorganizmaları ve metodlar kullanılarak daha ayrıntılı çalışmaların sürdürülmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akyüz M, 2008. *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel.var. *eryngii* ve *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. var. *ferulae* Lanzi'nin Besinsel İçeriklerinin ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Akyüz M, Kırbağ S, Bircan B, 2015. Medical characteristics of arid-semi arid Truffle (*Terfezia and Picoa*) in the Elazığ-Malatya region of Turkey. Hacettepe J Biol Chem, 43: 301-308.
- Akyüz M, Onganer AN, Erecevit P, Kırbağ S, 2010. Antimicrobial activity of some edible mushrooms in the Eastern and Southeast Anatolia region of Turkey. Gazi Univ J Sci, 23: 125-130.
- Aldebasi YH, Aly SM, Qureshi MA, Khadri H, 2013. Novel antibacterial activity of *Terfezia clavaryi* aqueous extract against clinical isolates of corneal ulcers. Afr J Biotechnol, 12: 6340-6346.
- Al-Laith AAA, 2014. Nutritional and Antioxidant Properties of the White Desert Truffle *Tirmania nivea* (Zubaidi). 275-297, In: Desert Truffles (Ed: Kagan-Zur V, Roth-Bejerano N, Sitrit Y, Morte A). Springer Berlin Heidelberg.
- Aydın S, 2009. *Terfezia boudieri* Chatin ve *Lactararius vellereus* (Fr.) Fr.'un Antioksidan, Antimikrobiyal Etkilerinin ve Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Barros L, Cruz T, Baptista P, Estevinho LM, Ferreira ICFR, 2008. Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. Food Chem Toxicol, 46: 2742-2747.
- Bekçi H, Altınsoy B, Sarıkaya S, Onbaşı D, Çelik Yuvalı G, 2011. Kastamonu yöresinden toplanan bazı makrofungusların antimikrobiyal aktivitesi. Kastamonu Üniv Orman Fak Derg, 11: 187-190.
- Beluhan S, Ranogajec A, 2011. Chemical composition and non-volatile components of Croatian wild edible mushrooms. Food Chem, 124: 1076-1082.
- Beulah H, Margret AA, Nelson J, 2013. Marvelous medicinal mushroom. Int J Pharma Bio Sci, 3: 611-615.

- Blackwell M, 2011. The fungi: 1, 2, 3, ...5.1 million species. *Am J Bot*, 98: 426-438.
- Carrasco-Gonzalez JA, Serna-Saldivar SO, Gutierrez-Urbe JA, 2017. Nutritional composition and nutraceutical properties of the *Pleurotus* fruiting bodies: Potential use as food ingredient. *J Food Compos Anal*, 58: 69-81.
- Chang ST, Miles PG, 1982. Introduction to Mushroom Science. 3-11, In: *The Tropical Mushrooms: Biological Nature and Cultivation Method* (Eds: Chang ST, Quimio TH). The Chinese University Press, Hong Kong.
- Chang ST, Miles PG, 2004. *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect and Environmental Impact*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Chang ST, Wasser SP, 2012. The role of culinary-medicinal mushrooms on human welfare with a pyramid model for human health. *Int J Med Mushrooms*, 14: 95-134.
- Chatterjee B, Patel T, 2016. Edible mushroom a nutritious food Improving human health. *Int J Clin Biomed Res*, 2: 34-37.
- Chellal A, Lukasova E, 1995. Evidence for antibiotics in the two Algerien truffles *Terfezia* and *Tirmania*. *Pharmazie*, 50: 228-229.
- Chen J, Mao D, Yong Y, Li J, Wei H, Lu L, 2012. Hepatoprotective and hypolipidemic effects of water-soluble polysaccharidic extract of *Pleurotus eryngii*. *Food Chem*, 130: 687-694.
- Chen J, Seviour R, 2007. Medicinal importance of fungal β -(1→3), (1→6)-glucans. *Mycol Res*, 111: 635-652.
- Cheung PCK, 2008. *Mushroom as Functional Foods*. A John Wiley & Sons Inc, Hoboken NJ USA.
- Chowdhury MMH, Kübra K, Ahmed SR, 2015. Screening of antimicrobial, antioxidant properties and bioactive compounds of some edible mushrooms cultivated in Bangladesh. *Ann Clin Microbiol Antimicrob*, 14: 1-6.
- Collins CH, Lyne PM, 1987. *Mikrobiyological Methots* Butter Morths and Co (Publishers) Ltd. London.

- Demirhan A, Yeşil ÖF, Yıldız A, Gül K, 2007. Bazı makrofungus türlerinin antimikrobiyal aktiviteleri üzerine bir araştırma. Fırat Üniv Fen ve Müh Bil Derg, 19: 425-433.
- Diez VA, Alvarez A, 2001. Compositional and nutritional studies on two wild edible mushrooms from Northwest Spain. Food Chem, 75: 417-422.
- Doğan HH, Aydın S, 2013. Determination of antimicrobial effect, antioxidant activity and phenolic contents of desert truffle in Turkey. Afr J Tradit Complement Altern Med, 10: 52-58.
- Dündar A, Okumuş V, Ozdemir S, Çelik KS, Boğa M, Ozcagli E, 2016. Determination of cytotoxic, anticholinesterase, antioxidant and antimicrobial activities of some wild mushroom species. Cogent Food Agric, 2: 1-9.
- Dündar A, Okumuş V, Ozdemir S, Çelik KS, Boğa M, Ozcağı E, Gül O, Yıldız A, 2015. Antioxidant, antimicrobial, cytotoxic and anticholinesterase activities of seven mushroom species with their phenolic acid composition. J Horticulture, 2: 1-6.
- Finimundy TC, Gambato G, Fontana R, Camassola M, Salvador M, Moura S, Hess J, Henriques JAP, Dillon AJP, Roesch-Ely M, 2013. Aqueous extracts of *Lentinula edodes* and *Pleurotus sajor-caju* exhibit high antioxidant capability and promising in vitro antitumor activity. Nutr Res, 33: 76-84.
- Gbolagade J, Kigigha L, Ohimain E, 2007. Antagonistic effect of extracts of some Nigerian higher fungi against selected pathogenic microorganism. American-Eurasian J Agric Envir Sci, 2: 364-368.
- Gouzi H, Belyagoubi L, Abdelali KN, Khelifi A, 2011. *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.
- Grangeia C, Heleno SA, Barros L, Martins A, Ferreira ICFR, 2011. Effects of trophism on nutritional and nutraceutical potential of wild edible mushrooms. Food Res Inter 44, 1029-1035.
- Gücin F, Tamer AÜ, 1997. Mikolojiye Giriş, Uludağ Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Ders Notları, Bornova İzmir.

- Gücin F, Tamer AÜ, 1986. *Terfezia boudieri* Chatin domalan'nin antibiyotik aktivitesi üzerinde in vitro araştırmalar, VIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Zooloji, Hidrobiyoloji, Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Teblięleri, İzmir, s: 107-113.
- Hall IR, Zambonelli A, 2012. Edible Ectomycorrhizal Mushrooms: Current Knowledge and Future Prospects. New York: Springer-Verlag.
- Hamza A, Zouari N, Zouari S, Jdir H, Zaidi S, Gtari M, Neffati M, 2016. 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.
- Heleno SA, Barros L, Martins A, Morales P, Fernandez-Ruiz V, Glamoclija J, Sokovic M, Ferreira ICFR, 2015. Nutritional value, bioactive compounds, antimicrobial activity and bioaccessibility studies with wild edible mushrooms. LWT-Food Sci Tech, 63: 799-806.
- Heleno SA, Barros L, Sousa MJ, Martins A, Ferreira ICFR, 2009. Study and characterization of selected nutrients in wild mushrooms from portugal by gas chromatography and high performance liquid chromatography. Microchem J, 93: 195-199.
- Iwalokun BA, Usen UA, Otunba AA, Olukaya DK, 2007. Comparative phytochemical evaluation, antimicrobial and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus*. Afr J Biotechnol, 6: 1732-1739.
- Janakat SM, Al-Fakhiri SM, Sallal AKJ, 2005. Evaluation of antibacterial activity of aqueous and methanolic extracts of the truffle *Terfezia claveryi* against *Pseudomonas aeruginosa*. Saudi Med J, 26: 952-955.
- Jang JH, Jeong SC, Kim JH, Lee YH, Ju YC, Lee JS, 2011. Characterisation of a new antihypertensive angiotensin i-converting enzyme inhibitory peptide from *Pleurotus cornucopiae*. Food Chem, 127: 412-418.
- Kalac P, 2009. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. Food Chem, 113: 9-16.
- Kalyoncu F, Oskay M, Kalmış E, 2010a. Bazı yabani makrofungus misellerinin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. Mantar Derg, 1: 1-8.

- Kalyoncu F, Oskay M, Sağlam H, Erdoğan TF, Tamer AÜ, 2010b. Antimicrobial and antioxidant activities of mycelia of 10 wild mushroom species. *J Med Food*, 13: 415-419.
- Kamle M, Bar E, Lewinsohn D, Shavit E, Roth-Bejerano N, Kagan-Zur V, Barak Z, Guy O, Zaady E, Lewinsohn E, Sitrit Y, 2017. Characterization of morphology, volatile profiles and molecular markers in edible desert Truffles from the negev desert. *J Agric Food Chem*, 65: 2977-2983.
- Kavishree S, Hemavathy J, Lokesh BR, Shashirekha MN, Rajarathnam S, 2008. Fat and fatty acids of indian edible mushrooms. *Food Chem*, 106: 597-602.
- Kim MY, Chung IM, Lee SJ, Ahn JK, Kim EH, Kim MJ, Kim SL, Moon HI, Ro HM, Kang EY, Seo SH, Song HK, 2009. Comparison of free amino acid, carbohydrates concentrations in Korean edible and medicinal mushrooms. *Food Chem*, 113: 386-393.
- Krupodorova TA, Barshteyn VY, Zabeida EF, Pokas EV, 2016. Antibacterial activity of macromycetes mycelia and culture liquid. *Microbial Biotechnol Lett*, 44: 246-253.
- Lincoof HGL, 1988. *The Audubon Society Field Guide to North American Mushrooms*. Chanticleer Press. New York.
- Lindequist U, Niedermeyer THJ, Julich WD, 2002. The pharmacological potential of mushrooms. *eCAM* 2: 285-299.
- Liu B, Huang Q, Cai H, Guo X, Wang T, Gui M, 2015. Study of heavy metal concentrations in wild edible mushrooms in Yunnan Province, China. *Food Chem*, 188: 294-300.
- Liu Y, Chen D, You Y, Zeng S, Li Y, Tang Q, Han G, Liu A, Feng C, Li C, Su Y, Su Z, Chen D, 2016. Nutritional composition of *Boletus* mushrooms from Southwest China and their antihyperglycemic and antioxidant activities. *Food Chem*, 211: 83-91.
- Ma G, Yang W, Mariga AM, Fang Y, Ma N, Pei F, Hu Q, 2014. Purification, characterization and antitumor activity of polysaccharides from *Pleurotus eryngii* residues. *Carbohydr Polym*, 114: 297-305.
- Mandeel QA, Al-Laith AA, 2007. Ethnomycological aspects of the desert truffle among native Bahraini and non-Bahraini peoples of the Kingdom of Bahrain. *J Ethnopharmacol*, 110: 118-

129.

- Manzi P, Pizzoferrato L, 2000. Beta glucans in edible mushrooms. *Food Chem*, 68: 315-318.
- Manzi P, Aguzzi A, Pizzoferrato L, 2001. Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chem*, 73: 321-325.
- Manzi P, Gambelli L, Marconi S, Vivanti V, Pizzoferrato L, 1999. Nutrients in edible mushrooms: An inter-species comparative study. *Food Chem*, 65: 477-482.
- Mattila P, Konko K, Euroala M, Pihlava JM, Astola J, Vahteristo L, Hietaniemi V, Kumpulainen J, Valtonen M, Piironen V, 2001. Contents of vitamins, mineral elements and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *J Agric Food Chem*, 49: 2343-2348.
- Mattila P, Suonpaa K, Piironen V, 2000. Functional properties of edible mushrooms. *Nutrition*, 16: 694-696.
- Ngai PHK, Ng TB, 2004. A ribonuclease with antimicrobial, antimitogenic and antiproliferative activities from the edible mushroom *Pleurotus sajor-caju*. *Peptides*, 25: 11-17.
- Nicolcioiu MB, Popa G, Matei F, 2017. Antimicrobial activity of ethanolic extracts made of mushroom mycelia developed in submerged culture. *Scientific Bulletin Series F. Biotechnologies*, 21: 159-164.
- Nwachukwu E, Uzoeto HO, 2010. Antimicrobial activity of some local mushrooms on pathogenic isolates. *J Med Plant Res*, 4: 2460-2465.
- Okafor DC, Onuegbu NC, Odimegwu NE, Ibeabuchi JC, Njoku NE, Agunwa IM, Ofoedu CE, Njoku CC, 2017. Antioxidant and antimicrobial activities of oyster mushroom. *Amer J Food Sci Tech*, 5: 64-69.
- Owaid MN, Al-Saeedi SSS, Al-Assaffii IAA, 2015. Antimicrobial activity of mycelia of oyster mushroom Species (*Pleurotus spp.*) and liquid filtrates (in vitro). *J Med Bioeng*, 4: 376-380.
- Padmavathy M, Sumathy R, Manikandan N, Kumuthakalavalli R, 2014. Antimicrobial activity of mushrooms against skin infection causing pathogens. *Res Biotechnol*, 5: 22-26.

- Patel P, Patel D, Patel N, 2012. Experimental investigation of anti-rheumatoid activity of *Pleurotus sajor-caju* in adjuvant-induced arthritic rats. *Chin J Nat Med*, 104: 269-274.
- Patel S, 2012. Food, health and agricultural importance of truffles: A review of current scientific literature. *Curr Trends Biotechnol Pharm*, 6: 15-27.
- Rai M, Sen S, Acharya K, 2013. Antimicrobial activity of four wild edible mushrooms from Darjeeling hills, West Bengal, India. *Int J Pharm Tech Res*, 5: 949-956.
- Rathore H, Prasad S, Sharma S, 2017. Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. *Pharma Nutr*, 5: 35-46.
- Reis FR, Barros L, Martins A, Ferreira ICFR, 2012. Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: An inter-species comparative study. *Food Chem Toxicol*, 50: 191-197.
- Reis FS, Martins A, Vasconcelos MH, Morales P, Ferreira ICFR, 2017. Functional foods based on extracts or compounds derived from mushrooms. *Trends Food Sci Tech*, 66: 48-62.
- Riberio B, Pinho PG, Andrade P, Baptista P, 2009. Fatty acid composition of wild edible mushrooms species: A comparative study. *Microchem J*, 93: 29-35.
- Ruthes AC, Smiderlea FR, Iacomini M, 2016. Mushroom heteropolysaccharides: A review on their sources, structure and biological effects. *Carbohydr Polymer*, 136: 358-375.
- Sabaratnam V, Kah-Hui W, Naidu M, David PR, 2013. Neuronal health can culinary and medicinal mushrooms Help. *J Tradit Complement Med*, 3: 62-68.
- Sanchez C, 2017. Reactive oxygen species and antioxidant properties from mushrooms. *Synthetic Syst Biotechnol*, 2: 13-22.
- Sanmee R, Dell B, Lumyong P, Izumori K, Lumyong S, 2003. Nutritive value of popular wild edible mushrooms from Northern Thailand. *Food Chem*, 82: 527-532.
- Sevindik M, Akgül H, Günal S, Doğan M, 2016. *Pleurotus ostreatus*'un doğal ve kültür formlarının antimikrobiyal aktiviteleri ve mineral madde içeriklerinin belirlenmesi. *Kastamonu Univ Orman Fak Derg*, 16: 153-156.

- Shavit E, 2008. Truffle roasting in the evening fires. Pages from the history of desert Truffles, Fungi, 1: 18-23.
- Silveira MLL, Smiderle FR, Moraes CP, Borato DG, Baggio CH, Ruthes AC, Wisbeck E, Sasaki GL, Cipriani TR, Furlan SA, Iacomini M, 2014. Structure characterization and anti-inflammatory activity of a linear β -D-glucan isolated from *Pleurotus sajor-caju*. Carbohydr Polym, 113: 588-596.
- Singdevsachan SK, Auroshree P, Mishra J, Baliyarsingh B, Tayung K, Thatoi H, 2016. Mushroom polysaccharides as potential prebiotics with their antitumor and immunomodulating properties: A review. Bioactive Carbohydr Dietary Fibre, 7: 1-14.
- Smolskaite L, Venskutonis PR, Talou T, 2015. Comprehensive evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of different mushroom species, LWT-Food Sci Tech, 60: 462-471.
- Souilem F, Fernandes A, Calhelha RC, Barreira JCM, Barros L, Skhiri F, Martins A, Isabel CFR, Ferreira ICFR, 2017. Wild mushrooms and their mycelia as sources of bioactive compounds: Antioxidant, anti-inflammatory and cytotoxic properties. Food Chem, 230: 40-48.
- Srikram A, Supapvanich S, 2016. Proximate compositions and bioactive compounds of edible wild and cultivated mushrooms from Northeast Thailand. Agr Nat Resour, 50:432-436.
- Sulistiany H, Sudirman LI, Dharmaputra OS, 2016. Production of fruiting body and antioxidant activity of wild *Pleurotus*. Hayati J Biosci, 23: 191-195.
- Synytsya A, Mickova K, Synytsya A, Jablonsky I, Spevacek J, Erban V, Kovarikova E, Copikova J, 2009. Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii* structure and potential prebiotic activity. Carbohydr Polym, 76:548-556.
- Tambekar DH, Sonar TP, Khodke MV, Khante BS, 2006. The novel antibacterials from two edible mushrooms: *Agaricus bisporus* and *Pleurotus sajor-caju*. Int J Pharmacol, 2: 584-687.
- Taofiq O, Martins A, Barreiro MF, Ferreira ICFR, 2016. Anti-inflammatory potential of mushroom extracts and isolated metabolites. Trends Food Sci Technol, 50: 193-210.

- Thillaimaharani KA, Sharmila K, Thangaraju P, Karthick M, Kalaiselvam M, 2013. Studies on antimicrobial and antioxidant properties of oyster mushroom *Pleurotus florida*. Int J Pharmaceut Sci Res, 4: 1540-1545.
- Trappe JM, Claridge AW, Arora D, Smit WA, 2008. Desert truffles of the African Kalahari: ecology, ethnomycology and taxonomy. Econ Bot, 62: 521-529.
- Uzun Y, Atalan E, Keles A, Demirel K, 2004. *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.
- Valverde ME, Hernandez-Perez T, Paredes-Lopez O, 2015. Edible mushrooms: improving human health and promoting quality life. Int J Microbiol, 2015: 1-14.
- Vamanu E, 2013. Studies on the antioxidant and antimicrobial activities of *Pleurotus ostreatus* PS1101109 mycelium. Pak J Bot, 45: 311-317.
- Vannucci L, Krizan J, Sima P, Stakheev D, Caja F, Rajsiglova L, Horak V, Saieh M, 2013. Immunostimulatory properties and antitumor activities of glucans. Int J Oncol, 43: 357-364.
- Wang H, Ng TB, 2004. Eryngin, a novel antifungal peptide from fruiting bodies of the edible mushroom *Pleurotus eryngii*. Peptides, 25: 1-5.
- Wang S, Marcone MF, 2011. The biochemistry and biological properties of the world's most expensive underground edible mushroom: Truffles. Food Res Int, 44: 2567-2581.
- Wang XM, Zhang J, Wu LH, Zhao YL, Li T, Li JQ, Wang YZ, Liu HG, 2014. A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China. Food Chem, 151: 279-285.
- Wasser SP, 2014. Medicinal mushroom science: current perspectives, advances, evidences and challenges. Biomed J, 37: 345-356.
- Yu S, Weaver V, Martin K, Cantorna MT, 2009. The effects of whole mushrooms during inflammation. BMC Immunol, 10: 1-12.

Zadrazil F, 1978. Cultivation of *Pleurotus*. 521-557, In: The biology and cultivation of edible mushrooms (Eds: Chang ST, Hayes WA), Academic Press, New York, USA.

Zhang L, Fan C, Liu S, Zang Z, Jiao L, 2011. Chemical composition and antitumor activity of polysaccharide from *Inonotus obliquus*. J Med Plant Res, 5: 1251-1260.



ÖZGEÇMİŞ

Siirt'in Pervari İlçesinde doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Silvan-Diyarbakır'da tamamladı. 2009 yılında, Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünü kazandı ve 2013 yılında mezun oldu. Aynı yıl, Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi Pedagojik Formasyon sertifika programını başarı ile tamamladı. Ayrıca, Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İlaç Kimyası alanında Tezsiz Yüksek Lisans programını kazanarak, bu programdan 2015 yılında mezun oldu. 2013 yılında, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı. 2017 yılında ise, Dicle Üniversitesi bünyesinde açılan İş Güvenliği Uzmanlığı Sertifika programını tamamladı.