



Kestel Bölgesinde (Kadınhanı-Konya) Yetişen Bazı Makromantarların Antimikrobiyal Aktivitelerinin Araştırılması

Investigation of the Antimicrobial Activities of Some Macrofungi Growing in the Kestel Region (Kadınhanı-Konya)

Ayşegül Yaprak¹ , Sinan Alkan² , Erdoğan Güneş¹ , Gıyasettin Kaşık¹

¹Selçuk University, Science Faculty, Department of Biology, Konya, Türkiye

²Selçuk University, Çumra School of Applied Sciences, Organic Agriculture Administration Department, Konya, Türkiye

Öz

Bu araştırma Beykavağı (Kadınhanı-Konya) yöresinde Kestel ormanlarında yaygın olarak yetişen bazı makrofungusların antimikrobiyal aktivitelerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Kullanılan materyal; *Boletopsis leucomelaena* (Pers.) Fayod, *Infundibulicybe geotropa* (Bull.) Harmaja, *Lactarius sanguifluus* (Paulet)Fr., *Russula delica* Fr., *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr. türlerine ait bazidiyokarplardır. Elde edilen metanol ekstraktları DMSO (Dimetil sülfoksit)'da çözülerek 25 mg/ml olarak hazırlanarak, on bir mikroorganizma suşuna karşı test edilmiştir. Test suşları olarak; *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC, 27853, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603, Metisilin dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 43300, *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Sarcina lutea* ATCC 9341, *Salmonella typhimurium* NRRLE 4463, *Citrobacter freundii*, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Candida albicans* NRLL Y-417 olmak üzere on tane bakteri suşu ve bir maya suşu kullanılmıştır. Antimikrobiyal aktiviteyi tespit için Sıvı Mikrodilüsyon ve Agar Disk Difüzyon teknikleri uygulanmıştır. Araştırmada negatif(-) kontrol olarak DMSO, pozitif(+) kontrol olarak da ticari gentamisin kullanılmıştır. Çalışmada belirlenen sonuçlara göre, *B. leucomelaena* özütünün her iki teknikte de yalnızca *E. coli* suşuna antibakteriyel bir aktivite göstermediği, mikrodilüsyon tekniğinde ise test edilen tüm bakteri suşlarına 1.56 – 0.39 mg/ml dozlarında etkili olduğu, en yüksek aktivitesinin ise 0.39 mg/ml dozunda *S. aureus* suşunda gerçekleştiği tespit edilmiştir. Disk difüzyon tekniğinde ise en yüksek aktivite *S. aureus* ile *S. lutea*'da belirlenmiştir. *I. geotropa* ve *R. roseolus*'un bazı suşlara karşı antimikrobiyal etki gösterdiği görülmüştür. Gerçekleştirilen uygulamalarda en yüksek antimikrobiyal aktivitenin *B. leucomelaena* türünde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal aktivite, agar disk difüzyon, sıvı mikrodilüsyon, makrofungus.

Abstract

This research was carried out to determine the antimicrobial activities of some macrofungi commonly growing in Kestel forests in the Beykavağı (Kadınhanı-Konya) region. For the materials, basidiocarps belonging to the species *Boletopsis leucomelaena* (Pers.) Fayod, *Infundibulicybe geotropa* (Bull.) Harmaja, *Lactarius sanguifluus* (Paulet) Fr., *Russula delica* Fr., *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr. were used. There relevant materials were subjected to methanol extraction and then were dissolved in DMSO (Dimethyl sulfoxide). The solutions prepared at 25 mg/ml were assayed against eleven microbial strains. For test strains, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC, 27853, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603, Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 43300, *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Sarcina lutea* ATCC 9341, *Salmonella typhimurium* NRRLE 4463, *Citrobacter freundii*, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 ten bacterial strains, including, *Candida albicans* NRLL Y-417,

*Sorumlu yazarın e-posta adresi: giyasettin@selcuk.edu.tr

Ayşegül Yaprak orcid.org/0000-0003-1444-1926

Sinan Alkan orcid.org/0000-0001-7725-1957

Erdoğan Güneş orcid.org/0000-0003-2833-5710

Gıyasettin Kaşık orcid.org/0000-0001-8304-6554



Bu eser "Creative Commons Atıf-GayriTicari-4.0 Uluslararası Lisansı" ile lisanslanmıştır.

and one yeast strain were used. Antimicrobial activity was determined using liquid microdilution and agar disc diffusion techniques. Out of the experimental groups, commercially available gentamicin has been used as a positive (+) control and DMSO as a negative (-) control. Accordingly *B. leucomelaena* extract did not show antibacterial activity only against the *E. coli* strain in both techniques, it was effective against all bacterial strains tested in the microdilution technique at doses of 1.56 - 0.39 mg/ml, and at the dose of 0.39 mg/ml. The highest activity was found against *S. aureus*. In the disc diffusion technique, the highest activity was detected in *S. aureus* and *S. lutea*. It has been observed that *I. geotropa* and *R. roseolus* have antimicrobial effects against some strains. In the applications carried out, it was determined that the highest antimicrobial activity was in the *B. leucomelaena* species.

Keywords: Antimicrobial activity, agar disk diffusion, liquid microdilution, macrofungus.

1. Giriş

Mantarlar fotosentez yapamadıkları için dışarıdan besin alarak beslenirler, yani heterotrofturlar. Gıdalarını hücre periferinde parçaladıktan sonra absorpsiyonla hücreye alırlar. Misel veya hif olarak bilinen hücreleri içerirler. Bu hücreler miselyumu, ortam koşulları oluşursa miselyum da gelişerek fruktifikasyon organını meydana getirir (Kaşık 2010).

Günümüzde ise makrofungusların fruktifikasyon organlarının gıda olarak değerlendirilmesi dışında mantarlar kefir, ekmek, bira, kahve ve çay gibi gıda maddelerinin üretilmesinde, bunlardan başka fruktifikasyon organları veya doğrudan mantarın metabolitleri ilaç olarak da kullanılabilirlerdir (Kaşık 2010). Bunun dışında kimya ve gıda sanayisinde itakonik asit, fumarik, glukonik ve sitrik asit ile invertaz, selülaz, lipaz, proteaz, pektinaz, amiloglukosidaz ve alfa-amilaz gibi enzimlerin elde edilmesinde mantarlar kullanılmaktadır. Mantarların ürettikleri vitamin ve mikotoksinler gibi sağlık açısından büyük önem taşıyan sekonder metabolitler sağlık sektörü açısından değerlidir (Sümer 2006, Kaşık 2010, Kavanagy 2014).

Mantarlar yüzyıllardır çeşitli medeniyetlerde besin olarak (Pekşen ve Kaplan, 2017) özellikle Uzak Doğu ülkelerinde bir gıda maddesi ve doğal ilaç kaynağı olarak tüketilmektedir. (Kalyoncu vd. 2008). Besin değerlerinin yanı sıra mantarlar, doğada organik madde yıkımında rol aldıklarından yetiştikleri substrat içeriğine bağlı olarak bünyelerinde ve buldukları ortamın içeriğinde değişime neden olurlar (Sevindik vd. 2016).

Antimikrobiyal etki çalışmalarında farklı test tekniklerinin ve test mikroorganizmalarının kullanıldığı ancak bu test teknikleri içinde en uygun ve güvenilir tekniğin Disk Difüzyon Yöntemi olduğu ifade edilmektedir (Dülger vd. 1998, Dülger ve Arslan 1999). Çeşitli makrofungusların antimikrobiyal aktivite çalışmalarında üzerine farklı test mikroorganizmaları üzerine değişik çözümlerden hazırlanan özütlerinin değişik etkiler oluşturdukları ortaya çıkarılmakla beraber, Disk Difüzyon Metodu kullanımlarında etanol ekstratlarından daha iyi sonuç alındığı belirtilmektedir (Be-

nedict ve Brady 1972, Gücin ve Tamer 1986, Isaacs ve Platt 1989).

Makrofunguslar konusunda antimikrobiyal aktivite çalışmaları oldukça yoğunlaşmıştır. Rougieux (1963), *Terfezia boudieri* Chatin'den hazırlanmış olan özütlerin göz içi ve gözün kornea infeksiyonlarının amili *S. aureus*'un gelişimini engellediğini saptamasıyla mantarların antimikrobiyal etki çalışmaları adına dikkat çeken ilk çalışmayı yapmıştır. Colletto vd. (1994), 34 *Basidiomycetes* türü, Smânia vd. (1995), *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat.' türü, Dülger vd. (1998), *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer türü, Dülger ve Arslan (1999), *Coriolus versicolor* (L. ex Fr.) Quel.' türü, Dülger ve Şen (1999), *Russula delica* Fr. türü, Dülger vd. (1999), *Tricholoma terreum* (Fr) Kummer' türü, Gerasimenya vd. (2002), Rusya'nın Moskova şehri dolaylarında toplamış oldukları *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.' türü, Efremenkova vd. (2003), *Coprinus* cinsinin Rusya'nın farklı yerlerinden topladıkları 6 farklı türü, Solak vd. (2006), *Clitocybe alexandri* (Gill.) Konr. ile *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr.' türleri, Yamaç ve Bilgili (2006), 10 farklı makrofungus türü, Demirhan vd. (2007), *Pleurotus floridanus* Singer, *Schizophyllum commune* Fr. ve *Helvella leucomelaena* (Pers.) Nannf.' türleri, Türkoğlu vd. (2007), *Russula delica* Fr. türü, Yaltrık vd. (2009) *Russula delica*, Altuner ve Akata (2010), *Infundibulicybe geotropa* (Bull.) Harmaja, *Lactarius deliciosus* (L.) Gray, *Lactarius controversus* Pers., ve *Phellinus hartigii* (Allesch. ve Schnabl) Pat. türleri, Kalyoncu vd. (2010), bazı yabancı makrofungus misellerinin üzerinde, Bekçi vd. (2011), *Morchella elata* Fr., *Morchella conica* Krombh, *Terfezia clavaryi* Chatin türleri, Karaca vd. (2017), *Lentinula edodes* (Berk.) Sing. (Shiitake), *Lactarius deliciosus* ve *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. türleri, Eren ve Akyüz (2018), *Terfezia boudieri*, *Picoa juniperi* Vittad., *Picoa lefebvrei* (Pat.) Maire, *Pleurotus ostreatus*, *P. floridanus*, *P. sajor-caju* (Fr.) Singer, *P. eryngii* (DC.) Quel. ve *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach türleri, İnci ve Kırbağ (2018), *Terfezia clavaryi* türü, İnci vd. (2019), *H. leucomelaena* türü hakkında antimikrobiyal özellikleri ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Çalışmaların genel sonuçlarına bakıldığında mantarların farklı seviyelerde antimikrobiyal etkiye sahip oldukları görülmüştür.

Kadınhanı'nda, ormanlık bölgelerin az olması mantar çeşitliliğini de sınırlandırmaktadır. Bu nedenle mantarların sıklıkla yetiştiği yer Kestel/Beykavağı yöresidir. Kestel bölgesinde halen yoğun şekilde su tutma kapasitesine sahip büyük bir yapay gölet bulunmaktadır. Bu sayede bölgenin iklim şartları da her geçen yıl değişerek alanın bitki örtüsü üzerinde de olumlu yönde etkilemektedir. Bölgedeki engebeli arazide yaygın bitki türleri olarak *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Sorbus torminalis* (L.) Crantz var. *torminalis*, *Juniperus foetidissima* Willd., *Quercus pubescens* Willd., *Cistus laurifolius* L., *Quercus ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge ve Yalt., *Cotoneaster nummularia* Fish. ve Mey., *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*, ağaç ve ağaççıkları, dere kenarlarında *Salix* sp. ve *Populus* sp. gibi ağaçları görmek mümkündür (Küçüköçük vd. 2002, Küçüköçük vd. 2023, Alkan vd. 2023). Kestel yöresindeki ormanlarda mantarlar ile ilgili olarak bir yüksek lisans tezi (Erdoğan, 2004) ile Pekak vd. 2011 ve Aydemir vd. 2022 çalışmaları yapılmıştır. Kestel ormanlarında yapılan çalışmalarda iki sınıf, 27 familyaya dağılan 106 takson belirlenmiştir. En fazla temsil edilen taksonun *Tricholomataceae* familyası olduğu belirtilmiştir (Erdoğan, 2004). Kestel yöresinde belirlenen bazı makrofunguslar ile ilgili antibakteriyel ve antifungal çalışmanın olmadığından dolayı bu araştırma Kestel (Beykavağı-Kadınhanı-Konya) ormanında yaygın olarak yetişen bazı yenen makrofungusların antibakteriyel ve antifungal aktivitelerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Gereç ve Yöntem

Araştırma için gerekli mantar örnekleri sonbahar mevsiminde Kestel bölgesinde (Beykavağı-Kadınhanı-Konya) yapılan arazi çalışması ile elde edilmiştir. Arazi çalışmalarında tespit edilen mantar örneklerinin bulunduğu koordinatları belirlenip, fruktifikasyon organları alüminyum folyoya sarılarak, muhafaza altına alınmıştır. Elde edilen mantar örneklerinin ekolojik ve morfolojik karakterlerinin yanı sıra habitat özellikleri ve elde edilen diğer veriler kaydedilmiştir. Her mantar örneği numaralandırılmıştır. Fungaryuma alüminyum folyo içinde getirilen makrofungus örneklerinin mikroskopik ve makroskopik özellikleri incelenerek ve mevcut kaynaklar yardımıyla (Breitenbach ve Kranzlin 1986, Ellis ve Ellis 1990, Breitenbach ve Kranzlin 1991, Gerhardt 1997, Breitenbach ve Kranzlin 2005, Kranzlin 2005) teşhisleri yapılmıştır. Elde edilen mantarların fungaryum örnekleri Selçuk Üniversitesi Mantarcılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Fungaryumu'nda arşivlenmiştir.

Mantar özütlerinin hazırlanmasında dimetil sülfoksit ve metanol çözücüleri, antimikrobiyal etki ve bakteri kültürlerinin hazırlanması çalışmalarının değerlendirilmesinde Mueller-Hinton Broth ve Mueller-Hinton Agar besiyerleri kullanılmıştır. Ekstrelerin antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda kontrol amaçlı Gentamisin (Genta®), ekstrelerin ve kontrol antibiyotiginin sulandırılmasında Phosphate Buffered Saline (PBS) tabletleri, mikroorganizmaların canlılığını göstermek için 2,3,5- Trifeniltetrazolium klorid (TTC) kullanılmıştır (Zengin vd, 2015).

Kullanılan çözücülerin özellikleri; Metanol (CH₃OH, kaynama noktası 64.6 °C, donma noktası -98 °C,), Dimetil sülfoksit (DMSO) [(CH₃)₂SO, kaynama noktası 189 °C, donma noktası -20 °C,] olarak belirtilmiştir (Uyar 1992).

Mantar ekstrelerinin antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi adına yapılmış çalışmalarda hayvan, insan ile gıdalar üzerinde patojen olan mikroorganizmalar tercih edilmiştir. Çalışmada *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC, 27853, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603, Metisilin dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 43300, *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Sarcina lutea* ATCC 9341, *Salmonella typhimurium* NRRLE 4463, *Citrobacter freundii*, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Candida albicans* NRLL Y-417 olmak üzere on tane bakteri suşu ve bir maya suşu kullanılmış olup, antimikrobiyal çalışma Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

2.1. Mantar Ekstraktlarının Hazırlanması

Araziden toplanılan mantarlar temizlenip kurutulmaya tabi tutulmuş, kurutulmuş mantar örnekleri mekanik bir öğütücü yardımıyla öğütülmüştür. Daha sonra ekstraksiyon işlemi Soxhlet cihazında (QUALITEC) yapılmıştır. Hassas terazide (KERN PLJ) 5 g tartılan numuneler, 100 ml metanol çözücünün kullanıldığı Soxhlet cihazında 50 °C'de 4 saat süreyle ekstraksiyon işlemine tabi tutularak, özütleri elde edilmiştir. Elde edilen özütler Whatman No:1 filtre kağıdından geçirilerek filtre edilmiş ve daha sonra da azaltılmış basınç altında 50 °C'de rotary evaporatörde (ISOLAB) evapor edilmeye başlanmıştır. 64.5 °C'de çözücü ekstraktan ayrılmaya başlamıştır. Kalan çözücünün uçması için ekstraktlar 48 saat etüvde 40 °C'de bekletilmiştir. Bu işlemin ardından -20 °C 'de dondurucuda saklanmıştır. Ekstreler antimikrobiyal etkileri yönünden inceleneceği sırada, Disk Difüzyon ve Sıvı Mikrodilüsyon yönteminde kullanılmak üzere DMSO'da çözümlenerek 25 mg/ml olacak şekilde stokları hazırlanmış ve stoklar enjektör filtrelerden geçirilerek steril

edilmişlerdir ve kullanılabildiği kadar + 4 °C de saklanmışlardır (Zengin vd, 2015).

2.2. Besiyerlerin Hazırlanması

Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi amacıyla kullanılan Sıvı Mikrodilüsyon tekniğinde Mueller-Hinton Broth besiyeri, disk difüzyon tekniğinde ise Mueller-Hinton Agar kullanılmıştır. Bakterilerin canlandırılmasında ise Brain Heart Infüzyon Broth (BHIB) besiyeri tercih edilmiştir. Brain Heart Infüzyon Broth (BHIB) ve Mueller-Hinton Broth besiyeri saf suda eritildikten sonra otoklavda 121 °C' de 15 dk. steril edilmiştir.

2.3. Antibakteriyel Aktivitenin Belirlenmesi

2.3.1. Disk Difüzyon Yöntemi

Öncelikle Stok bakteri ve maya suşları derin dondurucudan çıkarılmıştır. Suşlar inoküle edildikten sonra 37°C' de 18-24 saat inkübe edilerek taze kültürleri hazırlanmıştır. Kültürlerin yoğunluğu McFarland standart bulanıklık derecesine göre 0.5 olacak şekilde Densimat (Biosan) dansitometre cihazında ayarlanarak bakteriyel süspansiyon hazırlanmıştır. Daha sonra bakteri kültür solüsyonlarından 100 µl alınarak besiyerlerinin üzerine yayılmıştır. Daha önceden hazırlan-

mış kendi çözücü içinde 25 mg/ml olan her ekstraktın steril solüsyonları 6 mm çapında steril antibiyotik disklerle 20'şer µl emdirilerek, 37°C' de 18-24 saat inkübe edilmiştir. Daha sonrasında oluşan inhibisyon tabakalarının çapı ölçülerek kayıt işlemi yapılmıştır (Sökmen vd. 1999)

2.3.2. Sıvı Mikrodilüsyon Yöntemi

96 kuyucuklu mikrotitrasyon plakların her bir kuyucuğuna, hazırlanan Mueller-Hinton Besiyeri'nden 100'er µl dağıtıldıktan sonra stok haldeki ekstraktlardan plakların ilk kuyucuklarına 100'er µl konulmuştur. Daha sonra ilk kuyucuktan başlanılarak 100 µl' lik hacimler alınıp, bir sonraki kuyucuğaya ilave edilerek yarı yarıya sulandırmaları yapılmıştır. 0.5 McFarland bulanıklığında bakteri süspansiyonları hazırlanmış, gerekli sulandırma yapılarak her kuyucuktaki inokulumun son konsantrasyonu 5×10^5 kob/ml olacak şekilde her kuyucuğaya 100 µl eklenmiştir. Plakların son kuyucuğuna kontrol amaçlı herhangi bir kültür ya da ekstrakt konulmamıştır. Son olarak Plaklar 18-24 saat 37°C' de inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi bitiminde kuyucuklara 20 µl 2,3,5- trifeniltetrazolyum klorid eklenilerek 30 dk. daha inkübasyona bırakılmıştır. Plaklarda gözle görülür bir üreme olmamış, pembe kırmızı renkli olmayan son kuyucuk mini-

Çizelge 1. Tespit edilen makrofungusların sistematigi ve lokaliteleri.

Tür ismi	Türkçe Bilimsel İsmi (Sesli vd. 2020)	Sistematigi	Toplama Tarihi, Substrat, Koordinat	Fungaryum Numarası
<i>B. leucomelaena</i>	Karadibidelik	Bankeraceae, Thelephorales, Agaricomycetes, Agaricomycotina, Basidiomycota, Mycetae (Fungi)	10.11.2020 Karışık Orman 38°08'10.69"K 32°15'34.26"D	FN5416
<i>I. geotropa</i>	Etçe	Incertae sedis, Agaricales,	09.11.2020 Karışık Orman 38°08'20.99"K 32°15'23.00"D	FN5415
<i>L. sanguifluus</i>	Solgunkanlıca	Russulaceae, Russulales,	09.11.2020 Karışık Orman 38°08'22.45"K 32°15'24.67"D	FN5414
<i>R. roseolus</i>	Altavşanböbreği	Rhizopogonaceae, Boletales,	10.11.2020 Karışık Orman 38°07'20.79"K 32°15'38.34"D	FN5418
<i>R. delica</i>	Akçintar	Russulaceae, Russulales,	10.11.2020 Karışık Orman 38°08'11.04"K 32°15'29.05"D	FN5417

mum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) olarak belirlenmiştir (Zengin vd, 2015).

3. Bulgular

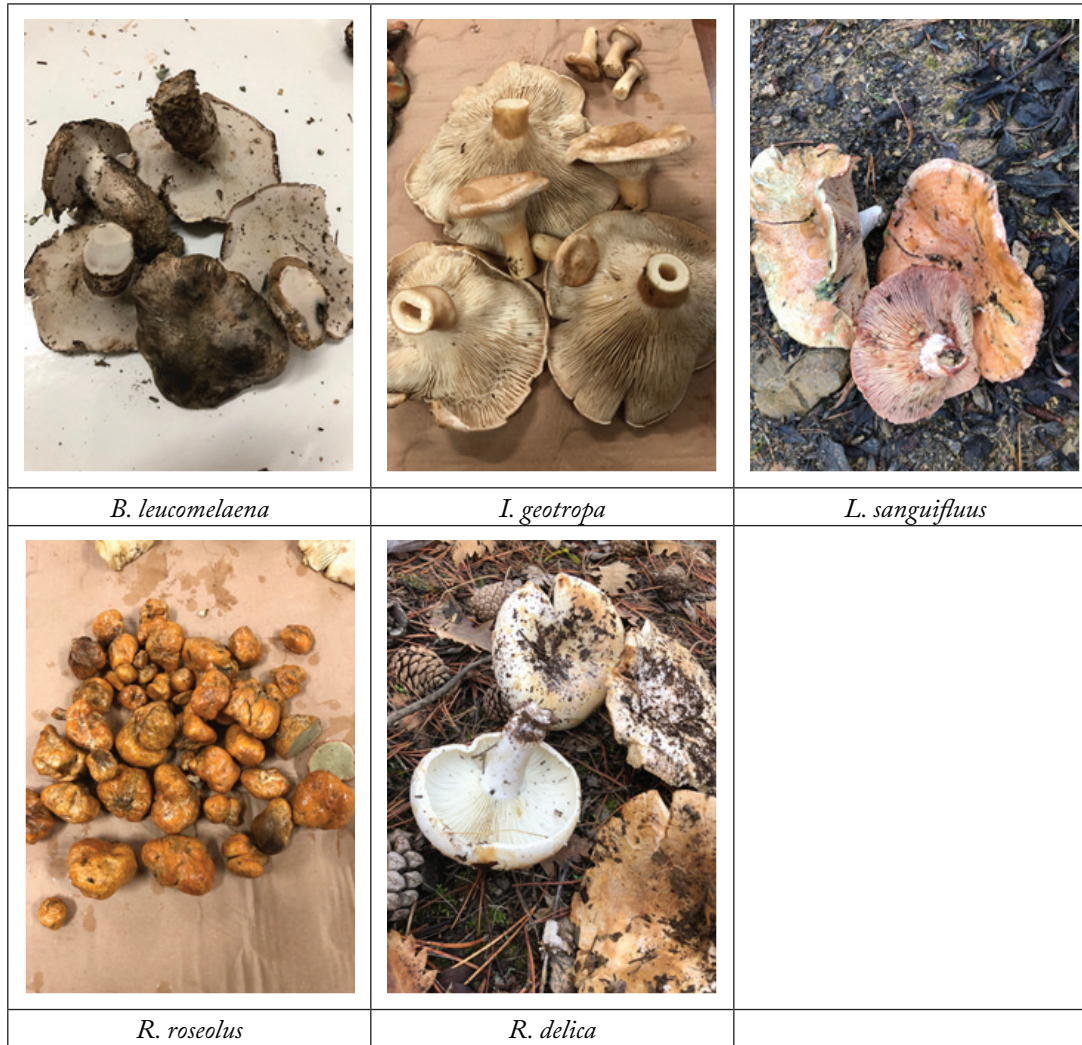
Yapılan arazi çalışmalarında Kestel (Kadınhanı-Konya) ormanında yaygın olarak bulunan mantar örneklerinin teşhisi sonucunda *Boletopsis leucomelaena* (Pers.) Fayod, *Infundibulicybe geotropa* (Bull.) Harmaja, *Lactarius sanguifluus* (Paulet) Fr., *Russula delica* Fr. ve *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr. türleri tespit edilmiştir (Şekil 1, Çizelge 1).

Çalışmada Kestel (Kadınhanı-Konya) bölgesinde yaygın olarak yetiştiği tespit edilen makrofunguslardan *B. leucomelaena*, *I. geotropa*, *L. sanguifluus*, *R. roseolus* ve *R. delica* türlerinin metanol ekstraktlarının Sıvı Mikrodilüsyon metodunda elde edilen antimikrobiyal aktivite sonuçları Çizelge 2'de,

Disk Difüzyon metodundaki antimikrobiyal aktivite sonuçları ise Çizelge 3'de verilmiştir.

4. Tartışma

Çalışmada elde edilen bulgular literatür ile karşılaştırılmıştır. *Russula delica* ile yapılan antimikrobiyal aktivite çalışmalarında (Dülger ve Şen, 1999), mantarın başta *Corynebacterium xerosis* CCM 2824 ve *Listeria monocytogenes* ATCC 19117 olmak üzere bazı Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler ile bazı mayalara özellikle *Kluyveromyces fragilis* üzerine bir antimikrobiyal etki içerdiğini belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada ise, Türkoğlu vd. (2007) tarafından *R. delica*'nın antimikrobiyal etkisi, Agar Disk Difüzyon metodunda yedi Gram(-), altı Gram (+) bakteri ile bir maya üzerine incelenmiştir. *R. delica* Gram negatif bakterilere karşı etkili



Şekil 1. Arazi çalışmalarında tespit edilen ve materyal olarak kullanılan makrofunguslar.

olmadığı, *Micrococcus luteus* ve *Micrococcus flavus*' un da içinde bulunduğu Gram pozitif bakterilere karşı yüksek inhibe edici etki gösterdiği gözlenmiştir. Zonların maksimum değerlerinin 15 – 20 mm civarında olduğu tespit edilmiştir. Yine Yaltrak vd. (2009) *R. delica*'nın antimikrobiyal ve antioksidan etkilerini araştırdıkları çalışmada, kullanılan dokuz mikroorganizma suşuna karşı antimikrobiyal etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir.

R. delica ile yaptığımız çalışmada ise; kullandığımız test mikroorganizmalarına karşı potansiyel bir antibakteriyel ve antifungal bir aktiviteye sahip olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 2). *R. delica*'nın, farklı çalışmalarda antimikrobiyal etki gösterdiği aynı türe ait farklı suşlara çalışmamızda etki göstermediği tespit edilmiştir.

Solak vd. (2006), çalışmalarında *Clitocybe alexandri* ve *R. roseolus*'un farklı çözümler kullanılarak hazırlanmış özütlerinin Agar Disk Difüzyon tekniği ile bazı mikroorganizmalar üzerine çalıştıkları bir çalışmada ise her iki mantarın metanolik ekstratlarının *E. coli* (15-13 mm), *Bacillus subtilis* (25-18 mm) ve *Enterobacter aerogenes* (25-16 mm)'e karşı antimikrobiyal etkisi saptamışlardır. Aynı zamanda *C. alexandri*'nin etilasetat özütünün *Saccharomyces cerevisiae* (12 mm) ve *C. albicans* (14 mm) mayaları üzerine etkisinin bulunduğunu belirtmişlerdir.

R. roseolus özütü ile çalışmamızda ise, Mikrodilüsyon tekniğinde *C. freundii*, *E. faecalis* ve *S. lutea* suşlarına karşı sırasıyla 1.56, 0.78 ve 0.39 mg/ ml dozlarında antibakteriyel aktivite tespit edilirken, en etkili olduğu suş ise 0.19 mg/ml dozuyla *S. aureus* olduğu belirlenmiştir. Yine bu özütün her iki teknikte de antifungal bir aktiviteye sahip olmadığı görülmüştür (Çizelge 2, 3).

Altuner ve Akata (2010), bazı makrofungus ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi isimli çalışmalarında, *I. geotropa*, *Lactarius controversus* Pers., *L. deliciosus* ve *Phellinus hartigii* (Allesch. & Schnabl) Pat. türlerine ait antimikrobiyal etkileri incelemişlerdir. Netice olarak, *Shigella flexneri* üzerine tüm ekstratların, *P. hartigii* hariç tüm ekstratların *P. aeruginosa* üzerine antibakteriyel etkiye sahip oldukları gözlemlenmiştir.

I. geotropa özütünün ise test edilen mikroorganizmalar arasında yalnızca *C. freundii* suşuna Sıvı Mikrodilüsyon tekniğinde 1.56 mg/ml dozunda antimikrobiyal aktivite gösterdiği görülmüştür (Çizelge 2).

Lactarius sanguifluus özütü sonuçları incelendiğinde ise her iki teknikte de test edilen mikroorganizmalara karşı potansiyel bir antibakteriyel ve antifungal aktiviteye sahip olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 2, 3).

Elde edilen literatür taramasında *B. leucomelaena* ekstraktı ile ilgili bir bulguya rastlanmamıştır.

Çizelge 2. Sıvı Mikrodilüsyon yöntemindeki sonuçlar (mg/ml).

Test mikroorganizmaları	<i>B. leucomelaena</i>	<i>I. geotropa</i>	<i>L. sanguifluus</i>	<i>R. delica</i>	<i>R. roseolus</i>
<i>E. coli</i> ATCC 25922	-	-	-	-	-
<i>Pseudomonas</i> ATCC 27853	0.78	-	-	-	-
<i>K. pneumonia</i> ATCC 70603	1.56	-	-	-	-
Metisilin dirençli <i>S. aureus</i> (MSSA) ATCC 43300	0.39	-	-	-	0.19
<i>S. enteritidis</i> ATCC 13076	1.56	-	-	-	-
<i>S. lutea</i> ATCC 9341	0.78	-	-	-	0.39
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	1.56	-	-	-	0.78
<i>S. typhimurium</i> NRRLE 4463	1.56	-	-	-	-
<i>B. cereus</i> ATCC 11778	1.56	-	-	-	-
<i>C. freundii</i>	0.78	1.56	-	-	1.56
<i>C. albicans</i> NRRL Y-417	1.56	-	-	-	-

Çizelge 3. Disk Difüzyon yöntemindeki sonuçlar(Zon çapları mm).

Test mikroorganizmaları	B. leucomelaena	I. geotropa	L. sanguifluus	R.delica	R. roseolus	Gentamisin
<i>E. coli</i> ATCC 25922	-	-	-	-	-	23
<i>Pseudomonas</i> ATCC 27853	7	-	-	-	-	22
<i>K. pneumonia</i> ATCC 70603	-	-	-	-	-	15
Metisilin dirençli <i>S.aureus</i> (MSSA) ATCC 43300	10	-	-	-	8	24
<i>S. enteritidis</i> ATCC 13076	-	-	-	-	-	25
<i>S.lutea</i> ATCC 9341	10	-	-	-	-	24
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	7	-	-	-	7	20
<i>S. typhimurium</i> NRRLE 4463	-	-	-	-	-	21
<i>B. cereus</i> ATCC 11778	-	-	-	-	-	23
<i>C. freundii</i>	-	-	-	-	-	23
<i>C. albicans</i> NRRL Y-417	-	-	-	-	-	25

Çalışmamızın sonuçlarına göre, *B. leucomelaena* ekstraktının her iki teknikte yalnızca *E. coli*'ye karşı antibakteriyel bir aktivite göstermediği, Mikrodilüsyon tekniğinde çalışmada test edilen bakteri suşlarının tümüne 1.56 – 0.39 mg/ml dozlarında etkili olduğu, en yüksek aktivitenin ise 0.39 mg/ml dozunda *S. aureus*'a karşı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

İncelenen beş makrofungus türünden *B. leucomelaena* ve *R. roseolus* türlerinin test mikroorganizmaları üzerinde antimikrobiyal etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Diğer mantar türlerinden elde edilen ekstraktların etkisi gözlenmemiştir (Çizelge 2,3). Bu durumun suşların farklı direnç seviyelerinden ve kullanılan yöntemden kaynaklandığı varsayılmıştır.

Test mikroorganizmalarına antimikrobiyal aktivite göstermeyen mantar türleri besin olarak değerlendirilmekte olup, farklı çözücü ile elde edilmiş özütlerin farklı mikroorganizmalar açısından etkileri araştırılabilir. Çalışmada antimikrobiyal etkisi tespit edilen makrofungusların antibakteriyel özellikleri dikkate alınarak sağlık sektöründe potansiyel kaynak olarak değerlendirilmesi ve benzer çalışmalar için literatür veri kaynağı olarak kullanılması uygun olacaktır.

5. Teşekkür

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi BAP Koordinatörlüğünce desteklenmiş olup, teşekkürlerimizi sunarız(Proje No: 20201060).

Yazarlık Katkı Beyanı

Yazar 1: Çalışmanın tüm aşamalarına katkısı vardır.

Yazar 2: Arazi çalışmaları, tür teşhisleri ve ekstrakt elde edilmesi

Yazar 3: Antimikrobiyal denemelerin yapılması

Yazar 4: Fikir sahibi ve tüm aşamaların gerçekleştirilmesi

Etik Standartlar Bildirgesi

Yazarlar tüm etik standartlara uyduklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarların bu makalenin içeriğiyle ilgili olarak beyan edecekleri hiçbir çıkar çatışması yoktur.

6. Kaynaklar

Alkan, S., Kaşık, G., Öztürk, C. 2023. Beykavağı/Kestel mantarları. Sayfa :19-33, "Kadınhanı İlçesi Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği", ISBN: 978-625-00-1834-7 (Editörler; Küçükdağ, Y., Özcan, K., Arabacı, C.), Optimum Basım San. Ve Tic. Ltd. Şti. İstanbul.

Altuner, EM., Akata, I. 2010. Antimicrobial activity of some macrofungi extracts. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 14 (1), 45-49.

- Aydemir, RB., Kaşık, G., Öztürk, C., Alkan, S. 2022.** Kestel bölgesinde(Kadınhanı-Konya) yaygın olarak bulunan bazı makromantarların mineral kompozisyonu. Mantar Dergisi, Aralık 13 (Özel Sayı)4-58. <https://doi.org/10.30708/mantar.1206667>.
- Bekçi, H., Altınsoy, B., Karakaya, S., Onbaşı, D., Yuvalı Çelik, G. 2011.** Kastamonu yöresinden toplanan bazı makrofungusların antimikrobiyal aktivitesi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11 (2), 18-10.
- Benedict, RG., Brady, LR. 1972.** Antimicrobial activity of mushroom metabolites. Journal Of Pharmaceutical Sciences, 61 (11), 1820-1821. <https://doi.org/10.1002/jps.2600611130>
- Breitenbach J., Kranzlin, F. 1986.** Fungi of Switzerland, Volume 2. Verlag Mykologia CH-6000 Luzern 9, Switzerland.
- Breitenbach, J., Kranzlin, F. 1991.** Fungi of Switzerland, Volume 3., Verlag Mykologia CH-6000 Luzern 9, Switzerland.
- Breitenbach J., Kranzlin, F. 2005.** Fungi of Switzerland, Volume 5. Verlag Mykologia CH-6000 Luzern 9, Switzerland.
- Coletto, MAB., Pizzinat, M., Rossi, M. 1994.** Antibiotic activity in basidiomycetes. VII. Antibiotic activity of mycelia and cultural filtrates. Allionia, 32 (79-83). <https://doi.org/10.4308/hjb.17.2.63>
- Demirhan, A., Yeşil, ÖF., Yıldız, A., Gül, K. 2007.** Bazı makrofungus türlerinin antimikrobiyal aktiviteleri üzerine bir araştırma. Fırat Üniversitesi Fen Ve Müh. Bil. Dergisi, 19 (4), 425-433. <https://doi.org/10.30708/mantar.451294>
- Dülger, B., Yılmaz, F., Gücin, F. 1998.** *Macrolepiota procera* (Scop. Ex.Fr.) Sing. makrofungusunun antimikrobiyal aktivitesi. Kükem Dergisi, 21 (1), 7-12.
- Dülger, B., Arslan, Ü. 1999.** *Coriolus versicolor* (L. Ex Fr.) Quel. makrofungusunun antimikrobiyal aktivitesi, Tr. J. Of Biology, 23 (385-392).
- Dülger, B., Şen, F. 1999.** *Russula delica* Fr. makrofungusunun antimikrobiyal aktivitesi. Tr.J. Of Biology, 23, 127-133. <https://journals.tubitak.gov.tr/biology/vol23/iss1/14>
- Dülger, B., Yılmaz, F., Gücin, F. 1999.** *Tricholoma terreum* (Fr.) Kummer "Cincile" makrofungusunun antimikrobiyal aktivitesi. Çev-Kor, 30 (8), 13-17.
- Efremenkova, OV., Ershova, EY., Tolstych, IV., Zenkova, VA., Dudnik, YV. 2003.** Antimicrobial activity of medicinal mushrooms from the genus Coprinus (Fr.) S. F. Gray (Agaricomycetidae). International Journal of Medicinal Mushrooms, 5, 37-41. DOI: 10.1615/InterJMedicMush.v5.i1.50
- Ellis, MB., Ellis, JP. 1990.** Fungi without gills (Hymenomycetes and Gasteromycetes). London, Chapman And Hill.
- Eren, A., Akyüz, M. 2018.** Bazı makrofungus misellerin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. Mantar Dergisi, 9 (2), 196-205. Doi:10.30708/mantar.451294
- Gerasimenya, VP., Efremenkova, OV., Kamzolkina, OV., Bogush, TA., Tolstych, IV., Zenkova, VA. 2002.** Antimicrobial and antitoxical action of edible and medicinal mushroom *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. extracts. International Journal of Medicinal Mushrooms, 4 (127-132). DOI: 10.1615/IntJMedMushr.v4.i2.50
- Gerhardt, E. 1997.** Der große BLV pilz führer für unterwegs. München, BLV.
- Gücin, F., Tamer, AÜ. 1986.** *Terfezia boudieri* Chatin " Domalan " nin antibiyotik aktivitesi üzerinde invitro araştırmalar. VIII. Ulusal Biyoloji Kongresi; Zooloji, Hidrobiyoloji, Temel Ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Tebligleri, 107-113.
- İnci, Ş., Kırbağ, S. 2018.** *Terfezia claveryi* Chatin'in besinsel içeriği, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 19 (2), 132-143. <https://doi.org/10.17474/artvinofd.375460>
- İnci, Ş., Dalkılıç, L., Dalkılıç, S., Kırbağ, S. 2019.** *Helvella leucomelaena* (Pers.) Nannf.'nin antimikrobiyal ve antioksidan etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 20 (2), 249-253. <https://doi.org/10.17474/artvinofd.601528>
- Isaacson, DM., Platt, TB. 1989.** Methods for bioassay of antibiotics. in: Practical Handbook of Microbiology, U.S.A., Harper And Coolins, P. 621-630.
- Kalyoncu, F., Oskay, M., Kalmış, E. 2010.** Bazı yabancı makrofungus misellerinin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. Mantar Dergisi, 1 (1), 1-8.
- Kalyoncu, F., Kalmış, E., Solak, M. 2008.** Bazı makrofungus türlerine ait misellerin farklı kültür ortamlarındaki gelişim hızlarının belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12 (2).
- Karaca, B., Akata, I., Cihan, AÇ. 2017.** *Lentinus edodes*, *Lactarius deliciosus* ve *Ganoderma lucidum*'un antibiyofilm ve antimikrobiyal etkinlikleri. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17 (4), 660-668. <https://doi.org/10.17475/kastorman.341971>
- Kaşık, G. 2010.** Mantar bilimi. Marifet Matbaa Ve Kağıtçılık.
- Kavanagy, K. 2014.** Fungi Biology and Applications. (çeviri editörü: Ünal Özakça D.) Wiley-Blackwell,
- Kranzlin, F. 2005.** Fungi of Switzerland. Volume 6. Verlag Mykologia CH-6000 Luzern 9, Switzerland.
- Küçüköyük, M., Ketenoğlu, O., Serin, M., Şanda, MA. 2002.** Beykavağı (Kestel) Dağı (Kadınhanı-Konya) ve Çevresinin Vegetasyonu, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 1, 19, 51-61.
- Küçüköyük, M., Ketenoğlu, O., Serin, M., Şanda, MA. 2023.** Beykavağı/Kestel'in Orman ve Step Vegetasyonu. Sayfa 5-18, "Kadınhanı İlçesi Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği", ISBN: 978-625-00-1834-7 (Editörler;Küçükdağ,Y.,Özcan, K., Arabacı, C.), OPTİMUM Basım San. ve Tic. Ltd. Şti. İstanbul.

- Pekak, C., Kaşık, G., Eroğlu, G. 2011.** Chemical composition of two *Lactarius* species of wild growing in Kestel Kadınhanı-Konya district. *Mantar Dergisi*, Nisan-Ekim 2(1-2)57-61.
- Pekşen, A., Kaplan, M. 2017.** Ordu ilinin ekonomik öneme sahip yenilebilen doğa mantarları, *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 335-342.
- Rougieux, R. 1963.** Actions antibiotiques et stimulantes de la truffe du desert (*Terfezia boudieri*). *Ann. Inst. Pasteur*, 105, 315-318.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F., Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, HH., Erdoğan, M., Ergül, CC., Eroğlu, G., Giray, G., Halikî Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbag, S., Kıvanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekel, İ., Ulukapı, M., Uzun, Y., Uzun, Y., Yoltaş, A. 2020.** Türkiye mantarları listesi. Nurtan Ambalaj ve Matbaacılık San. Ve Tic. A.Ş., Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayınları, P. 1177.
- Sevindik, M., Akgül, H., Günal, S., Doğan, M. 2016.** Pleurotus ostreatus' un doğal ve kültür formlarının antimikrobiyal aktiviteleri ve mineral madde içeriklerinin belirlenmesi, *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 16 (1). <https://doi.org/10.17475/kujff.27130>
- Smânia, A., Delle Monache, F., Smânia, E., Gil, M., Benchetrit, L., Cruz, F. 1995.** Antibacterial activity of a substance produced by the fungus *Pycnoporus sanguineus* (Fr.) Murr. *Journal of Ethnopharmacology*, 45(3), 177-181. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(94\)01212-i](https://doi.org/10.1016/0378-8741(94)01212-i)
- Solak, MH., Kalmış, E., Sağlam, H., Kalyoncu, F. 2006.** Antimicrobial activity of two wild mushrooms *Clitocybe alexandri* (Gill.) Konr. and *Rhizopogon roseolus* (Corda) T.M. fries collected from Turkey. *Phytother. Res.*, 20, 1085-1087. DOI: 10.1002/ptr.2002
- Sökmen, A., Jones, BM., Erturk, M. 1999.** The in vitro antibacterial activity of Turkish medicinal plants, *Journal of ethnopharmacology*, 67 (1), 79-86. DOI: 10.1016/s0378-8741(98)00189-5
- Sümer, S. 2006.** Genel mikoloji. İstanbul, Nobel Yayın Dağıtım.
- Türkoğlu, A., Duru, ME., Mercan, N. 2007.** Antioxidant and antimicrobial activity of *Russula delica* Fr. an edible wild mushroom. *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*, 2 (1), 54-67. DOI: 10.12973/ejac/78055
- Uyar, T. 1992.** Organik kimya. Güneş Kitabevi.
- Yaltrak, T., Aşım, B., Öztürk, S., Allı, H. 2009.** Antimicrobial and antioxidant activities of *Russula delica* Fr. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 2052-2056. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.05.029>
- Yamaç, M., Bilgili, F. 2006.** Antimicrobial activities of fruit bodies and/or mycelial cultures of some mushroom isolates. *Pharmaceutical Biology*, 44 (9), 660-667. <https://doi.org/10.1080/13880200601006897>
- Zengin, G., Sarıkürkcü, C., Güneş, E., Uysal, A., Ceylan, R., Uysal, S., Güngör, H., Aktümsek, A., 2015.** Two Ganoderma species: profiling of phenolic compounds by HPLC-DAD, antioxidant, antimicrobial and inhibitory activities on key enzymes linked to diabetes mellitus, Alzheimer's disease and skin disorders, *Food & Function*, 6 (8), 2794-2802. <https://doi.org/10.1039/c5fo00665a>