



Tokat ve Yozgat Bölgelerinden Toplanan Bazı Yenilebilir Mantarların Antimikrobiyal Potansiyeli Üzerine Bir Araştırma

Hakan IŞIK¹, İsa KARAMAN², İbrahim TÜRKEKUL^{3*}

¹ Tokat M. Emin Saraç Anadolu İmam Hatip Lisesi, 60030, Tokat, Türkiye

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, 60240, Tokat, Türkiye

³ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 60240, Tokat, Türkiye

Hakan IŞIK ORCID No: 0000-0001-8241-0078

İsa KARAMAN ORCID No: 0000-0001-5663-8941

İbrahim TÜRKEKUL ORCID No: 0000-0002-1036-9835

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

(Alınış: 24.03.2020, Kabul: 04.06.2020, Online Yayınlanma: 18.06.2020)

Anahtar Kelimeler

Antimikrobiyal aktivite,
Disk difüzyon test,
Makrofungus,
Tokat,
Yozgat

Öz: Günümüzde mantarların kimyasal yapısını tespit etmeye yönelik yapılan çalışmalar, vitamin, mineral, protein, esansiyel amino asitler ve doymamış yağ asitleri bakımından değerli besinler olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca üretmiş oldukları kimyasal maddeler birçok endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Son yıllarda özellikle biyoteknoloji, tıp ve farmakoloji alanında yapılan çalışmalar giderek artmıştır. Bu çalışmada Tokat ve Yozgat yörelerinden toplanan *Agaricus campestris* L., *Morchella esculenta* (L.) Pers., *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., *Tricholoma terreum* (Schaeff.) P. Kumm. mantarlarının çeşitli ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi disk difüzyon metodu ile test edilmiştir. Çalışma sonunda, mantarlardan elde edilen ekstraktların bazı Gram (+) ve Gram (-) bakteriler (*Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Streptococcus pyogenes*) ve bazı mikrofunguslar (*Candida albicans*, *Candida utilis*) üzerinde farklı derecelerde antimikrobiyal aktiviteye sahip oldukları tespit edilmiştir.

A Study on Antimicrobial Potential of Some Wild Edible Mushrooms Collected from Tokat and Yozgat Regions

Keywords

Antimicrobial activity,
Disc diffusion test,
Macrofungi,
Tokat,
Yozgat

Abstract: Nowadays, studies made to determinate the chemical structure of mushrooms have revealed that they are valuable nutrients in terms of vitamins, minerals, proteins, essential amino acids and unsaturated fatty acids. In addition, the chemicals that they produce are used in many industrial fields. Especially studies made in the field of biotechnology, medicine and pharmacology have increased in recent years. In this study, antimicrobial activities of various extracts of *Agaricus campestris* L., *Morchella esculenta* (L.) Pers., *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., *Tricholoma terreum* (Schaeff.) P. Kumm. collected from Tokat and Yozgat provinces has been tested by disk diffusion method. At the end of the study, it was determined that the extracts obtained from the mushrooms had antimicrobial activity at different degrees on some Gram (+) and Gram (-) bacteria (*Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Streptococcus pyogenes*) and some microfungi (*Candida albicans*, *Candida utilis*).

1. GİRİŞ

Mantarlar dünyada tür çeşitliliği en fazla olan canlılardan biridir. Dünya genelinde yayılış gösteren 1.5 milyon mantar türü olduğu tahmin edilmektedir. Ancak bunlardan çok az bir kısmı şimdiye kadar tespit

edilebilmiştir. Tespit edilen mantarların yaklaşık 10 bin türünü makromantarlar oluşturmaktadır. Bunlardan 5020'si yenir özellikte ve 1820' ise tıbbi özellik gösteren makromantarlardır [1,2].

Mantarlar ve bitkiler uzun yıllardan beri dünya çapında geleneksel ilaçlar olarak terapötik amaçlar için

kullanılmıştır. Günümüzde doğal-sentetik antibiyotikler patojen mikroorganizmaların sebep olduğu enfeksiyon hastalıklarda tedavi edici amaçlı tercih edilmektedir. Ancak mikroorganizmaların bu ilaçlara direnç kazanması halk sağlığı açısından büyük problemlere neden olmaktadır. Bu olay, bitki ve mantarların ürettiği doğal antimikrobiyal maddelerin elde edilmesi çalışmalarını hızlandırmıştır. Ormanlık ve çayır alanlarda doğal olarak yetişen veya kültürü yapılarak elde edilen mantarlar polisakkaritler, glikopeptitler, alkaloidler, terpenler, triterpenoidler, saponinler, fenolik bileşikler, lektinler, flavonoidler, şizofillan, lentinan, β -glukan gibi maddeler içermektedir [3]. Mantarların genellikle düşük molekül ağırlıklı ikincil metabolitler olarak isimlendirilen maddeler ürettiği bilinmektedir. Bunlar birincil metabolik yolların sonunda üretilen maddelerden sentezlenirler. Genellikle kendilerinin büyüme, gelişme ve üreme gibi fizyolojik olaylarında rol almayan ve hücre dışına salgılanan bu maddelerin antimikrobiyal aktivite özelliği vardır. Ayrıca sıcaklık, ultraviyole ışınımı, nem, tuzluluk, pH ve su konsantrasyonu gibi çevresel stresler mantarların fizyolojisini ve metabolik yollarını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Mantarların ürettiği sekonder metabolitler ile ilgili çalışmalar 1928'de Alexander Fleming'in penisilini keşfetmesiyle artarak günümüze kadar gelmiştir. Son yıllarda bu maddeler ile ilgili birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalardan bazılarını antimikrobiyal aktivite testleri oluşturmaktadır. Ülkemizde mantarların terapötik amaçlar için kullanımından daha çok beslenme amaçlı olarak tüketimi daha yaygındır. Bu yüzden yenen mantarların antimikrobiyal, antiviral, antikanser, antioksidant gibi biyolojik aktivitelerini tespit etmek önem kazanmış ve bununla ilgili çalışmalar giderek artmıştır [3,4].

Bu çalışmadaki amacımız Tokat ve Yozgat illerinde farklı lokalitelerden toplanan yenen makromantarlar olan *P. ostreatus*, *T. terreum*, *A. campestris* ve *M. esculenta*'nın bazı Gram (+) ve Gram (-) bakteriler ile bazı mikrofunguslar üzerine olan antimikrobiyal aktivitelerini tespit etmektir.

2. MATERYAL VE METOT

P. ostreatus, *T. terreum*, *A. campestris* ve *M. esculenta* olarak teşhis edilen mantar örnekleri 2014-2018 yılları arasında gerçekleşen arazi gezileri sırasında Tokat ve Yozgat illerinin farklı lokalitelerinden toplanmıştır. Mantar örneklerine ait bazı özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Arazi gezileri sırasında tespit edilen mantar örneklerinin Canon EOS 600D marka fotoğraf makinesi ile renkli fotoğrafları çekilmiş, morfolojik ve ekolojik özellikleri not edilmiştir. Laboratuvara getirilen örneklerden spor izi alınmış ve kurutulmuştur. Mantar örneklerinin mikroskopik özellikleri kuru örnekler kullanılarak elde edilmiştir. Bunun için bazı kimyasallar (distile su, KOH%5, kongo kırmızısı, laktofenol gibi) ve Nikon marka araştırma mikroskopu kullanılmıştır. Morfolojik ve ekolojik özellikleri ortaya çıkarılan mantarlar mevcut literatür [5,6,7,8,9,10,11] yardımıyla teşhis edilmiştir.

Antimikrobiyal aktivitesi test edilen makromantarın sistematığı Index Fungorum'a uygun olarak yazılmıştır [12]. Mantar ekstraktlarının hazırlanması işleminde Soxhlet cihazı kullanılmıştır. Toz haline getirilen her bir mantar örneğinden 10 gr. alınmış ve sırasıyla aseton, etanol ve etil asetat çözücülerini kullanarak cihazda ekstraksiyona tabii tutulmuştur. Elde edilen ekstraktlar, rotary evaporatör kullanılarak 40°C'de konsantre edilmiş ve + 4°C'de saklanmıştır. Antimikrobiyal aktivite testinde disk difüzyon yöntemi uygulanmıştır [13].

Tablo 1. Mantar türlerine ait bazı özellikler

Mantar Türleri	Familya	Lokaliteler
<i>A. campestris</i>	<i>Agaricaceae</i>	Tokat-Akbelen yaylası, çayır alan Yozgat-Kadışehri, meşe ormanı çayır alan
<i>M. esculenta</i>	<i>Morchellaceae</i>	Tokat-Yaylacık dağı-Orman deposu, <i>Pinus sylvestris</i> ormanı Yozgat-Akdağmadeni, <i>Pinus sylvestris</i> ormanı
<i>P. ostreatus</i>	<i>Pleurotaceae</i>	Tokat merkez- Akbelen köyü, karışık orman Yozgat-Kadışehri, meşe ormanı
<i>T. terreum</i>	<i>Tricholomataceae</i>	Tokat merkez, <i>Pinus sylvestris</i> ormanı Yozgat-Akdağmadeni, <i>Pinus sylvestris</i> ormanı

Mikrofunguslar ve bakteriler için besi yeri olarak Mueller Hinton Agar kullanılmıştır. Daha önce hazırlanan bakteri ve mikrofungus süspansiyonlarından 0.1 ml alınarak besi yerine ekilmiş, ekstraktlardan 20 µl emdirilmiş 6 mm çapındaki diskler belirli aralıklarla besi yerine yerleştirilmiştir. Bakteriler için Sulbactam/Cefoperazone (SCF 105 µg) ve mikrofunguslar için Nistatin (100 µg) bulunduran diskler karşılaştırma amacıyla besi yerlerine yerleştirilmiştir. Bakteri aşılama petri 37°C'de 24 saat, maya süşunun aşılama petri ise 28°C'de 3-4 gün süre ile inkübe edilmiştir. Süre sonunda petri kaplarında disklerin çevresinde oluşan inhibisyon zonları mm olarak ölçülmüştür. Zon çapları çok küçük olan sonuçlar dikkate alınmamıştır. Çalışmalar 3 tekrar şeklinde yapılmıştır. Aseton, etanol ve etil asetat çözücülerini negatif kontrol olarak kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler SPSS (versiyon 17.0) yazılımı ile analiz edilmiştir. Mantarlardan elde edilen ekstraktların ve antibiyotiklerin oluşturduğu zon çapları tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR

Bu çalışmada Tokat ve Yozgat illerinde yapılan arazi gezileri sırasında doğal ortamlarından toplanan yenilebilir *P. ostreatus*, *T. terreum*, *A. campestris* ve *M. esculenta*'nın antimikrobiyal ve antifungal aktiviteleri disk difüzyon metodu ile test edilmiştir. Boş antibiyotik disklerle emdirilen mantar ekstraktlarının besi yerinde oluşturduğu zon çapları ve karşılaştırma için kullanılan antibiyotiklerin oluşturduğu zon çapları Tablo 2'de

gösterilmiştir. Çalışmanın sonucunda *P. ostreatus*, *T. terreum*, *A. campestris* ve *M. esculenta* makromantarlarının Tokat yöresinden toplanan örnekleri ile Yozgat yöresinden toplanan örneklerinden elde edilen ekstraktların farklı derecelerde antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir.

P. ostreatus'un Tokat'tan toplanan örneklerinde oluşan zon çaplarının minimum 6.50 ± 0.50 mm, maksimum 14.00 ± 1.00 mm; Yozgat'tan toplanan örneklerinde ise minimum 9.00 ± 0.00 mm, maksimum 14.00 ± 0.86 mm olduğu tespit edilmiştir. Yozgat yöresinden toplanan *P. ostreatus*'un etil asetat ekstraktlarının *B. cereus* ve *E. coli* üzerinde antimikrobiyal etkisinin olmadığı, Tokat yöresinden toplanan örneklerin ise düşük aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Hem Yozgat hem de Tokat'tan toplanan örneklerin aseton ekstraktlarının ise *P. aeruginosa* üzerinde antimikrobiyal etkilerinin olmadığı gözlenmiştir. Tokat yöresinden toplanan *P. ostreatus*'un aseton ekstraktlarının *B. subtilis*, *S. enteritidis*, *S. pyogenes*, *C. albicans* ve *C. utilis* üzerinde, etanol ekstraktlarının ise *P. vulgaris*, *S. Enteritidis* ve *S. pyogenes* üzerinde güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Yozgat yöresinden toplanan *P. ostreatus*'un aseton ekstraktlarının *B. subtilis*, *E. coli*, *S. enteritidis*, *S. pyogenes*, *C. albicans* ve *C. utilis* üzerinde; etanol ekstraktlarının ise *B. cereus*, *B. subtilis*, *P. vulgaris*, *S. enteritidis*, *S. aureus* ve *C. albicans* üzerinde güçlü antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Yozgat yöresinden toplanan *P. ostreatus*'un etil asetat ekstraktlarının, Tokat yöresinden toplanan örneklerden elde edilen etil asetat ekstraktlarına göre test mikroorganizmaları üzerinde daha fazla etkili olmuştur (Tablo 2).

Tokat'tan toplanan *T. terreum* örneklerinde minimum 6.50 ± 0.86 mm, maksimum 15.50 ± 0.86 mm; Yozgat'tan toplanan örneklerinde ise minimum 6.66 ± 0.57 mm, maksimum 16.00 ± 1.00 mm zon çapı tespit edilmiştir. Tokat yöresinden toplanan *T. terreum*'dan elde edilen aseton ve etanol ekstraktların *P. vulgaris* üzerinde, aseton ekstraktının ise *S. aureus* üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. *P. aeruginosa* üzerinde etil asetat, *S. pyogenes* üzerinde ise etanol ekstraktları etkili olmamıştır. Makromantardan elde edilen ekstraktlar diğer mikroorganizmalar üzerinde farklı derecelerde etkili olmuştur. *B. cereus* üzerinde tüm ekstraktlar kuvvetli aktivite göstermiştir. Yozgat'tan toplanan *T. terreum* örneklerinden elde edilen etil asetat ekstraktı *P. aeruginosa* ve *S. aureus* üzerinde, etanol ekstraktı *S. pyogenes* üzerinde, aseton ekstraktı ise *S. aureus* üzerinde etkili olmamıştır. Diğer mikroorganizmalar üzerinde farklı zon çapları ile zayıf etkiden kuvvetli etkiye kadar değişik derecelerde antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Mantarın tüm ekstraktları, Tokat örneklerinde olduğu gibi *B. cereus* üzerinde kuvvetli antimikrobiyal etki göstermiştir.

A. campestris'in Tokattan toplanan örneklerinde minimum 6.66 ± 0.57 mm, maksimum 13.66 ± 0.57 mm; Yozgat'tan toplanan örneklerinde ise minimum 7.00 ± 0.00 mm, maksimum 15.00 ± 0.00 mm zon çapı tespit edilmiştir. Tokat yöresinden toplanan *A.*

campestris örneklerinden elde edilen aseton ekstraktlarının *E. coli*, *P. vulgaris*, *P. aeruginosa* üzerinde yeterli zon çapı oluşturamadığı; *B. cereus* ve *S. aureus* üzerinde ise düşük aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Yine bu mantar örneklerinin etil asetat ekstraktlarının *B. cereus*, *P. aeruginosa*, *S. enteritidis*, *C. albicans* ve *C. utilis* üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. Bu ekstraktlar diğer mikroorganizmalar üzerinde değişik zon çapları oluşturabilmiştir. Etanol ekstraktlarının tüm bakteriler üzerinde farklı derecelerde antimikrobiyal aktivite gösterdiği görülmüştür. *A. campestris*'in Yozgat'tan toplanan örneklerinin aseton ekstraktlarının *E. coli*, *P. vulgaris*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* üzerinde; etil asetat ekstraktlarının *B. cereus*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa*, *S. enteritidis*, *S. pyogenes*, *C. albicans* ve *C. utilis* üzerinde etkili olmadığı görülmüştür.

M. esculenta'nın Tokattan toplanan örneklerinde minimum 8.33 ± 0.57 mm, maksimum 15.83 ± 1.25 mm; Yozgat'tan toplanan örneklerinde ise minimum 6.66 ± 0.57 mm, maksimum 16.16 ± 1.04 mm zon çapı tespit edilmiştir. *M. esculenta*'nın Tokat yöresinden toplanan örneklerinde aseton ve etanol ekstraktları tüm mikroorganizmalar üzerinde etkili olmuştur. Ancak etil asetat ekstraktı *S. pyogenes*, *C. albicans* ve *C. utilis* üzerinde etki göstermemiştir. Diğer mikroorganizmalar üzerinde farklı büyüklükte zon çapı oluşturarak etkili olmuştur. Bu makromantarın Yozgat'tan toplanan örneklerin etil asetat ekstraktı *S. pyogenes* üzerinde zayıfta olsa antimikrobiyal etki gösterirken, Tokat'tan toplanan örnekler yeterli büyüklükte zon çapı oluşturamamıştır (Tablo 2).

4. SONUÇ

Mevcut çalışmada doğal ortamlarından toplanan yenen dört farklı makromantar türünün antimikrobiyal aktiviteleri, on patojenik organizmaya karşı disk difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir. Tablo 2'de farklı çözücüler (aseton, etanol ve etil asetat) kullanarak elde edilen mantar ekstraktlarının zon çapları verilmiştir.

Vamanu ve ark. [14] çalışmalarında *Pleurotus ostreatus*'un kültür formundan elde edilen etanol ekstraktlarının *E.coli*, *B. cereus* ve *Listeria innocua* üzerinde 10-20 mm arasında değişen zon çapı ile antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda doğal ortamdan toplanan *Pleurotus ostreatus*'un etanol ekstraktları *E.coli* ve *B. cereus* üzerinde 9.00 ± 1.00 - 11.50 ± 0.86 arasında değişen zon çapı oluşturarak etkili olmuştur.

Singha ve ark. [15] tarafından yapılan çalışmada *Pleurotus ostreatus*'un aseton ekstraktının *Staphylococcus aureus* ve *Klebsiella pneumonia* patojenlerine karşı dikkate değer antibakteriyel etkisinin olduğu belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda ise bu mantardan elde edilen aseton ekstraktları *S. aureus* patojenine karşı 10.33 ± 0.28 ve 11.00 ± 0.00 mm zon çapları oluşturmuştur.

Tablo 2. Mantar ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi (mm)

Mantar Örneklere	Kullanılan çözücüler	Bakteriler						Mantarlar			
		<i>B. cereus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. enteritidis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>S. pyogenes</i>	<i>C. albicans</i>	<i>C. utilis</i>
<i>P. ostreatus</i> (Tokat örneği)	aseton	9.16±0.28	11.66±1.52	10.50±0.00	10.16±0.76	-	14.00±1.00	10.33±0.28	11.66±0.57	12.66±1.55	11.83±1.25
	etanol	9.00±1.00	10.00±0.00	9.50±0.50	12.00±0.00	10.16±0.29	13.66±0.57	11.00±0.00	11.50±0.50	11.50±0.50	12.00±0.00
	etil asetat	6.50±0.50	8.66±0.28	6.83±0.28	9.33±0.57	8.83±0.28	8.16±1.04	14.00±0.86	9.00±0.00	9.16±1.41	10.33±0.76
<i>P. ostreatus</i> (Yozgat örneği)	aseton	11.00±0.00	13.00±0.00	12.00±1.73	10.50±0.50	-	14.00±0.86	11.00±0.00	12.16±0.76	13.00±1.00	12.33±0.57
	etanol	11.50±0.86	13.16±0.28	11.00±0.00	14.00±0.50	11.00±0.00	13.16±0.76	11.83±1.25	11.00±0.00	12.33±0.57	10.00±0.00
	etil asetat	-	10.00±0.50	-	9.00±0.00	10.66±1.15	9.83±0.76	10.16±0.76	10.00±1.00	10.00±0.00	10.50±0.50
<i>T. terreum</i> (Tokat örneği)	aseton	15.16±1.04	10.50±0.86	11.00±0.00	-	6.83±0.76	12.50±0.50	-	10.83±0.28	11.33±0.57	12.00±0.00
	etanol	15.50±0.86	12.16±0.28	13.83±0.76	-	9.50±0.50	13.50±1.50	6.50±0.86	-	12.66±1.52	10.33±0.28
	etil asetat	12.16±1.25	10.00±0.00	8.33±0.57	6.83±1.04	-	10.00±0.00	6.66±0.28	7.33±1.15	8.16±0.76	9.83±0.28
<i>T. terreum</i> (Yozgat örneği)	aseton	16.00±1.00	12.00±0.00	10.00±0.50	8.00±0.00	7.83±1.60	10.66±0.57	-	10.00±0.00	12.50±0.50	12.50±0.50
	etanol	16.00±0.00	12.33±0.57	14.66±1.52	9.00±0.00	11.16±0.76	15.00±0.00	8.00±0.00	-	12.83±1.89	11.83±0.76
	etil asetat	14.50±0.50	10.33±0.15	10.16±1.04	6.66±0.57	-	11.83±0.76	-	9.00±0.00	10.16±0.28	11.00±0.00
<i>A. campestris</i> (Tokat örneği)	aseton	6.66±0.57	9.83±0.28	-	-	-	10.16±0.76	6.83±0.28	11.00±1.73	9.33±1.55	9.83±0.28
	etanol	11.00±1.5	10.50±0.86	10.66±0.57	10.33±1.15	11.33±1.52	13.66±0.57	12.50±0.50	9.16±1.04	9.66±0.57	10.50±0.86
	etil asetat	-	6.66±0.76	9.00±0.86	7.66±0.57	-	-	8.00±1.00	7.00±0.00	-	-
<i>A. campestris</i> (Yozgat örneği)	aseton	7.00±0.00	12.00±0.00	-	-	-	10.83±0.28	-	12.00±0.00	11.00±0.00	11.33±0.57
	etanol	12.66±0.57	12.33±1.52	12.16±0.28	10.83±0.28	12.83±1.25	15.00±0.00	12.66±0.57	11.66±1.15	12.00±0.50	12.00±0.00
	etil asetat	-	-	9.00±0.00	8.00±0.00	-	-	8.33±1.55	-	-	-
<i>M. esculenta</i> (Tokat örneği)	aseton	10.66±1.55	12.00±0.50	12.83±0.28	11.83±1.44	12.00±0.00	12.00±1.73	11.50±0.86	8.33±0.57	12.83±1.04	12.33±0.57
	etanol	14.50±1.32	12.16±1.44	13.83±0.76	14.83±0.76	9.50±0.50	13.50±0.86	15.83±1.25	13.00±1.73	14.66±0.57	13.00±1.00
	etil asetat	9.33±0.57	9.00±0.00	9.33±1.15	13.66±1.15	13.66±0.57	9.00±0.00	9.16±0.28	-	-	-
<i>M. esculenta</i> (Yozgat örneği)	aseton	11.00±0.00	10.00±0.00	14.33±0.28	13.00±1.00	10.00±1.00	14.00±0.00	11.66±0.57	9.16±0.76	13.66±1.52	11.00±0.00
	etanol	16.16±1.04	11.00±0.00	14.00±0.00	15.83±1.75	11.00±1.73	14.66±0.57	16.00±0.00	14.00±0.00	14.83±1.60	13.00±0.00
	etil asetat	11.16±0.76	8.50±0.50	11.00±0.00	14.00±0.00	14.33±0.57	9.00±0.00	10.66±1.15	6.66±0.57	-	-
SCF		25.75±1.89	26.25±2.21	25.00±4.61	26.25±0.50	30.50±2.64	25.00±2.30	27.00±3.46	28.00±3.55	-	-
Nystatin		-	-	-	-	-	-	-	-	21.75±1.8	20.00±1.63

Kalyoncu ve ark. [16]'nın yaptığı çalışmada *Pleurotus ostreatus*'un laboratuvar ortamında yetiştirilen misellerinden hazırlanan etanol ekstraktları *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus*, *C. albicans*, *B. subtilis*, *P. vulgaris*

üzerine sırasıyla 24, 18, 16, 12, 12, 8 mm zon çapı oluşturularak etkili olmuştur. Bizim çalışmamızda aynı patojenlere karşı etanol ekstraktları *S. aureus*, *E. coli* ve *B. cereus* üzerinde daha düşük zon çapı oluştururken *C.*

albicans, *B. subtilis* ve *P. vulgaris* üzerinde daha büyük zon çapı oluşturmuştur (Tablo 2).

Agaricus campestris'in antimikrobiyal aktivitesini tespit etmeye yönelik Giri ve ark. [17] tarafından yapılan çalışmada, metanol ekstraktlarının *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* üzerinde etkili olmadığı, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* üzerinde ise antimikrobiyal aktivitesi olduğu tespit edilmiştir.

Bizim yaptığımızda çalışmada *A. campestris*'in hem Tokat hem de Yozgat'tan toplanan örneklerinden elde edilen ekstraktların *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* ve *Escherichia coli* üzerinde farklı derecelerde zon çapı oluşturarak etkili olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada *Pleurotus ostreatus*'dan elde edilen metanol ekstraktların *Bacillus cereus* ve *Candida albicans* üzerinde etkili olmadığı, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* üzerinde ise aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmamızda *Pleurotus ostreatus*'dan elde edilen farklı ekstraktların *Bacillus cereus* üzerine 6.50 ± 0.50 - 11.50 ± 0.86 arasında zon çapı ile, *Candida albicans* üzerine ise 8.66 ± 0.57 - 13.00 ± 1.00 arasında zon çapı oluşturarak etkili olduğu görülmüştür. Bu iki çalışmada elde edilen sonuçların farklı olması kullanılan çözücülerin farklılığından kaynaklanmıştır.

Jagdish ve ark. [18], *A. campestris* makromantarına yakın bir tür olan *Agaricus bisporus* üzerinde antimikrobiyal aktivite çalışmaları yapmıştır. Sonuçta etanol ekstraktlarının test için kullandıkları Gram (-) bakteriler üzerine zayıf etkilerinin olduğu, ancak Gram (+) bakteriler üzerinde kuvvetli etkilerinin olduğunu tespit etmişlerdir. Makromantarın çiğ örneklerinin *S. aureus*, *B. subtilis* ve *P. aeruginosa* üzerinde sırasıyla 22 ± 4 , 12 ± 1 , 16 ± 0.2 mm zon çapı oluşturarak antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirlenirken, *E. coli* üzerinde yeterli zon çapı oluşturamamıştır. Ayrıca *C. albicans* üzerinde 14 ± 0.5 mm zon çapı oluşturarak antifungal etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda *A. campestris* örneklerinin etanol ekstraktları *S. aureus* üzerine 12.50 ± 0.50 ve 12.66 ± 0.57 mm, *B. subtilis* üzerine 10.50 ± 0.86 ve 12.33 ± 1.52 mm, *P. aeruginosa* üzerine 11.33 ± 1.52 ve 12.83 ± 1.25 mm ve *E. coli* üzerine 10.66 ± 0.57 ve 12.16 ± 0.28 mm zon çapı oluşturmuştur. *C. albicans* üzerinde 9.66 ± 0.57 ve 12.00 ± 0.50 mm zon çapları oluşturarak Jagdish ve ark. [18]'nin sonuçlarına göre biraz daha düşük antifungal aktivite göstermiştir.

Yıldız ve ark. [19] tarafından yapılan çalışmada *Agaricus bisporus* ve *Pleurotus ostreatus*'un kültür ortamında yetiştirilmiş örneklerinin metanol ekstraktlarının bazı bakteri (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhimurium*, *Acinetobacter haemolyticus*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*) ve mayalara (*Candida albicans*) karşı antimikrobiyal aktiviteleri test edilmiştir. Analizler sonucunda, bu mantar ekstraktlarının test

mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivitelerinin olmadığı belirlenmiştir. Bizim analizlerimizde *Pleurotus ostreatus* örneklerinden elde edilen ekstraktların *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* ve *C. albicans* patojenlerine karşı 6.83 ± 0.28 - 13.00 ± 1.00 arasında değişen zon çapları ile antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu görülmüştür.

Canlı ve ark. [20] tarafından *Morchella esculenta*'nın antimikrobiyal aktivitesini tespit etmek amacıyla yapılan çalışmada etanol ekstraktlarının *B. subtilis*, *C. albicans*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. enteritidis*, *S. aureus* ve *P. vulgaris* üzerine 7.00 - 13.00 mm arasında zon çapı oluşturarak etkili olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda etanol ekstraktlarının 9.50 ± 0.50 - 16.16 ± 1.04 mm arasında zon çapı oluşturduğu görülmüştür.

M. esculenta'nın 6 farklı patojene karşı antimikrobiyal aktivitesini belirlemek için yapılan bir çalışmada etil asetat ekstraktlarının *E. coli*, *B. subtilis*, *S. pyogenes* ve *C. albicans* üzerine etkili olmadığı, *P. aeruginosa* üzerinde 8 mm ve *S. aureus* üzerinde 10 mm zon çapı oluşturarak etki gösterdiği belirlenmiştir [21]. Bizim örneklerimizden elde ettiğimiz etil asetat ekstraktları *E. coli*, *B. subtilis*, *S. pyogenes*, *P. aeruginosa* ve *S. aureus* üzerinde 6.66 ± 0.57 - 14.33 ± 0.57 arasında değişen zon çapları oluşturarak antimikrobiyal aktivite gösterirken, *C. albicans* üzerinde yeterli zon çapı oluşturamamıştır.

Sadi ve ark. [22] tarafından *Tricholoma terreum* üzerine yaptıkları çalışmada metanol ve su ekstraktları *E. coli*, *B. subtilis* ve *S. aureus* bakterilerine karşı 6-8 mm arasında değişen zon çapı oluşturarak antibakteriyel etki gösterdiği görülmüştür. Çalışmamızda *T. terreum*'dan elde ettiğimiz aseton, etanol ve etil asetat ekstraktları aynı patojenlere karşı 6.66 ± 0.28 - 14.66 ± 1.52 arasında değişen zon çapları oluşturmuştur.

Yapılan bu çalışmada Tokat ve Yozgat yöresinde yapılan arazi gezileri sırasında toplanan *P. ostreatus*, *T. terreum*, *A. campestris* ve *M. esculenta*'nın aseton, etanol ve etil asetat ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri test edilmiştir. Çalışma sonucunda Tokat'tan toplanan örnekler ile Yozgat'tan toplanan örnekler arasında farklı zon çapları oluşmuştur. Yogabaanu ve ark. [4] göre su ve mineral miktarı, sıcaklık, pH ve tuzluluk gibi çevresel faktörler antimikrobiyal aktivite gösteren sekonder metabolitlerin üretimi üzerinde etkili olabilmektedir.

Teşekkür

Antimikrobiyal aktivite testlerimizde yardımlarını esirgemeyen Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarı ve Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Biyomühendislik Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarı uzman personeline teşekkür ederiz. Ayrıca Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (GOU-BAP: 2012/048) bu çalışmayı finansal olarak desteklediği için teşekkür ederiz. Bu çalışmanın bir bölümü 1. Avrasya Mikoloji

Kongresi'nde (3-5 Temmuz 2017, Manisa) poster sunumu yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Hawksworth DL. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research*, 2001; 105(12): 1422-1432.
- [2] Pekşen A. Mantarların İnsan Hayatı ve Sağlığındaki Yeri. *Bahçe Haber*, 2013; 2(1): 10-15.
- [3] Akyüz M, Onganer AN, Erecevit P, Kırbağ S. Antimicrobial Activity of some Edible Mushrooms in the Eastern and Southeast Anatolia Region of Turkey. *GUJS*. 2010; 23(2): 125-130.
- [4] Yogabaanu U., Weber JFF, Convey P., Rizman-Idid M., Alias SA. Antimicrobial properties and the influence of temperature on secondary metabolite production in cold environment soil fungi. *Polar Science*, 2017; 14: 60-67.
- [5] Phillips R. *Mushrooms and Other Fungi of Great Britain & Europe*. Pan Books Ltd., 288 page, London; 1981.
- [6] Moser M. *Keys to Agarics and Boleti*. Gustav Fischer Verlag, 535 page, Stuttgart; 1983.
- [7] Bon M. *The Mushrooms and Toadstools of Britain and North-Western Europe*. Hodder-Stoughton, 352 page, London; 1987.
- [8] Breitenbach J, Kränzlin F. *Fungi of Switzerland. Vol: 3, Boletes and Agarics 1. Part*, Verlag Mykologia CH-6000 Luzern 9, 361 page, Switzerland; 1991.
- [9] Breitenbach J, Kränzlin F. *Fungi of Switzerland. Vol: 4, Agarics 2. Part*, Verlag Mykologia CH-6000 Luzern 9, Switzerland; 1995.
- [10] Jordan M. *The Encyclopedia of Fungi of Britain and Europe*. Frances Lincoln, London; 1995.
- [11] Beug MW, Bessette AE, Bessette AR. *Ascomycete Fungi of North America*. Austin, TX, University of Texas Press, USA; 2014.
- [12] Kirk P. [Internet]. *Index Fungorum*; 2011 (erişim tarihi: 20 Aralık 2019). URL: <http://www.indexfungorum.org>
- [13] Murray PR, Baron EJ, Pfaller MA, Tenover FC, Tenover FC. *Manual of Clinical Microbiology*. 7th edition, American Society Microbiology; 2003.
- [14] Vamanu E, Ene M, Vamanu A, Smarandache D, Sârbu I, Popa O, et al. Antioxidant and antibacterial properties of the extracts from *Pleurotus ostreatus* EVFB1 and EVFB4. *Romanian Biotechnological Letters*, 2011; 16: 40-46.
- [15] Singha K, Pati BR, Mondal KC, Mohapatra PKD. Study of nutritional and antibacterial potential of some wild edible mushrooms from Gurguripal Ecoforest, West Bengal, India. *IJBT*. 2017; 16: 222-227.
- [16] Kalyoncu F, Oskay M, Sağlam H, Erdoğan TF, Tamer AÜ. Antimicrobial and Antioxidant Activities of Mycelia of 10 Wild Mushroom Species. *Journal of Medicinal Food*, 2010; 13(2): 415-419.
- [17] Giri S, Biswas G, Pradhan P, Mandal SC, Acharya K. Antimicrobial Activities of Basidiocarps of Wild Edible Mushrooms Of West Bengal, India. *Int. J. PharmTech Res.* 2012; 4(4): 1554-1560.
- [18] Jagadish LK, Krishnan VV, Shenbhagaraman R, Kaviyaran V. Comparative study on the antioxidant, anticancer and antimicrobial property of *Agaricus bisporus* (J. E. Lange) Imbach before and after boiling. *Afr. J. Biotechnol.* 2009; 8(4): 654-661.
- [19] Yıldız S, Yılmaz A, Can Z, Tabbouche SA, Kılıç AO, Sesli E. Some Bioactive Properties of Wild and Commercial Mushroom Species. *J Food Health Sci.* 2017; 3(4): 161-169.
- [20] Canlı K, Benek A, Şenturan M, Akata I, Altuner EM. In vitro Antimicrobial Activity of *Morchella esculenta* and *Trametes versicolor*. *Mantar Dergisi*, 2019; 10(özel sayı): 28-33.
- [21] Acay H. Yenilebilen Yabani Mantar *Morchella esculenta* (L.) Pers.'nın Besinsel Kalitesi ve Biyoaktif Özelliklerinin Değerlendirilmesi. *Mantar Dergisi*, 2018; 9(2): 95-105.
- [22] Sadi G, Kaya A, Yalçın HA, Emsen B, Kocabaş A, Kartal Dİ, et al. Wild Edible Mushrooms from Turkey as Possible Anticancer Agents on HepG2 Cells Together with Their Antioxidant and Antimicrobial Properties. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 2016; 18(1): 83-95.