



**Bu makaleye şu şekilde atıf yapılır:** Önay A.O. ve Güneş E. (2024). Kırklareli İli'nden Toplanan Bazı Yenen Mantarlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi, *Mantar Dergisi*, 15(2), 103-109.

Geliş(Received) :30.07.2024

Kabul(Accepted) :29.08.2024

**Araştırma Makalesi**

Doi: 10.30708/mantar.1524914

## Kırklareli İli'nden Toplanan Bazı Yenen Mantarlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi

Ahmet Oguz ÖNAY<sup>1\*</sup>, Erdoğan GÜNEŞ<sup>2</sup>

\*Sorumlu yazar: oguzonay20@gmail.com

<sup>1</sup> Selçuk üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı/ oguzonay20@gmail.com 

<sup>2</sup> Selçuk üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü/ erdogangunes@selcuk.edu.tr 

**Öz:** Bu çalışmada yenilebilir mantarlardan *Boletus edulis* Bull., *Lactifluus piperatus* (L.) Roussel ve *Cantharellus cibarius* Fr. türlerinin etanol ekstraktlarının insan patojeni olan bazı standart patojen mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Antimikrobiyal aktivite sıvı mikrodilüsyon yöntemiyle saptanmıştır. *B. edulis* ve *L. piperatus* mantarlarının etanol ekstraktının benzer aktivite gösterdiği, Gram negatif *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa* ve Gram pozitif *Sarcina lutea* ve *Bacillus cereus* standart bakterilerine karşı 3.12 mg/ml dozunda antibakteriyel aktivite tespit edilmiştir. Her iki türün Gram pozitif *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı ise 6.25 mg/ml dozunda aktivite gösterdikleri bulunmuştur. *Klebsiella pneumoniae* ve *Salmonella enteritidis* bakterilerine karşı herhangi bir aktivite saptanmamıştır. *C. cibarius* türünün etanol ekstraktının, *S. lutea* ve *S. enteritidis*'e karşı 3.12 mg/ml, *S. aureus* bakterisine karşı ise 6.25 mg/ml dozunda aktivite gösterdiği bulunmuştur. Gram pozitif *B. cereus* bakterisine karşı 0.19 mg/ml MİK değeriyle oldukça yüksek oranda aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. *E. coli*, *P. aeruginosa* ve *K. pneumoniae*'ya karşı herhangi bir aktivite tespit edilmemiştir. Çalışılan tüm mantar türleri antibakteriyel aktivite yönünden kıyaslandığında, *B. edulis* ve *L. piperatus* mantarı türlerinin *C. cibarius* türüne göre standart patojen bakteriler üzerine daha etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca yapılan çalışmada *B. edulis*, *L. piperatus* ve *C. cibarius* türlerinin etanol ekstraktlarının *Candida albicans* maya suşuna karşı antifungal bir etki göstermedikleri saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Antimikrobiyal aktivite, Etanol ekstraktı, Mantar ekstraktları, Yenilebilir mantarlar

### Determination of Antimicrobial Activities of Some Edible Mushrooms Collected from Kırklareli Province

**Abstract:** In this study, it was aimed to determine the antimicrobial effect of ethanol extracts of edible mushrooms *Boletus edulis*, *Lactifluus piperatus* and *Chanterelle cibarius* species on some standard pathogenic microorganisms that are pathogenic to humans. Antimicrobial activity was determined by the broth microdilution method. Ethanol extract of *B. edulis* and *L. piperatus* mushrooms showed similar activity, and antibacterial activity was detected against Gram-negative *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* and Gram-positive *Sarcina lutea* and *Bacillus cereus* standard bacteria at a dose of 3.12 mg/ml. It was found that both species showed activity against Gram-positive *Staphylococcus aureus* bacteria at a dose of 6.25 mg/ml. No activity was detected against *Klebsiella pneumoniae* and *Salmonella enteritidis* bacteria. It was found that the ethanol extract of the *C. cibarius* species showed activity against *S. lutea* and *S. enteritidis* at a dose of 3.12 mg/ml and against *S. aureus* bacteria at a dose of



6.25 mg/ml. It was found to have a very high activity against Gram-positive *B. cereus* bacteria, with a MIC value of 0.19 mg/ml. No activity was detected against *E. coli*, *P. aeruginosa* and *K. pneumoniae*. When all studied mushroom species were compared in terms of antibacterial activity, *B. edulis* and *L. Piperatus* mushroom species were found to be more effective against standard pathogenic bacteria than *C. cibarius* species. Additionally, in the study, it was determined that ethanol extracts of *B. edulis*, *L. piperatus* and *C. cibarius* species did not show an antifungal effect against the *Candida albicans* yeast strain.

**Keywords:** Antimicrobial activity, Ethanol extracts, Mushroom extracts, Edible mushrooms,

## Giriş

Yenilebilir mantarlar, lezzetleri, özellikle farklı aromaları ve dokuları ile düşük kalorili seviyeleri nedeniyle dünya çapında büyük ilgi görmektedir (Kalac, 2016). Bu mantarlar sahip oldukları besinsel ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle taze veya kurutulmuş biçimde tüketilmektedirler (Cheung, 2013). Yabani ve yetiştirilen bazı mantar türleri, besleyici ve/veya tıbbi özelliklere sahip çok çeşitli biyomoleküller içerir. Bu özellikleri nedeniyle, fonksiyonel gıdalar olarak kabul edilmişler ve ayrıca ilaç ve nutrasötiklerin geliştirilmesi için bir kaynak olarak kullanılabilirler belirtilmiştir (Alves ve ark., 2012). Besleyici potansiyellerinin yanı sıra mantarlar aynı zamanda sağlığı destekleyen, fizyolojik açıdan yararlı biyoaktif maddelerin de kaynağıdır. Yüksek terapötik değeri olan çok çeşitli ikincil metabolitler üretirler (Kosanić ve ark., 2012). Polisakkaritler, proteinler, triterpenoidler, fenoller ve flavonoidler gibi biyoaktif bileşikler, yenilebilir mantar türlerinden izole edilmiştir (Liu ve ark., 2016). Ayrıca çok sayıda çalışma bazı yenilebilir mantarların antioksidan, antitümör, antialerjik, antiinflamatuvar, antikoolesterolemik, antiviral, antibakteriyel ve immünomodülatör etkilere sahip olduğunu bildirmiştir (Ooi, 2000; O Oyetayo ve ark., 2009; Yu ve ark., 2009; Chang ve Wasser, 2012). Dünyada yaklaşık 140.000 mantar türü olduğu tahmin edilmektedir ve bunlardan yalnızca 22.000'i bilinmektedir ve yalnızca küçük bir yüzdesi (%5) araştırılmıştır (Lindequist ve ark., 2005). Bu nedenle mantarların özellikleri ve potansiyel uygulamaları hakkında keşfedilecek çok şey vardır.

Mikroorganizma kaynaklı enfeksiyon hastalıkları dünya çapında morbidite ve mortalitenin ana nedenlerinden biridir (Medina ve Pieper, 2016). Kolayca iyileşen hastalıklar, günümüzde ortaya çıkan ve her geçen gün artan antibiyotik direnci nedeniyle ciddi bir sorun haline gelmiştir. Çoklu ilaca dirençli mikroorganizmalar ile hastane enfeksiyonları arasındaki ilişki bunun büyük bir sorun olduğunu ve acil çözüm ihtiyacını ortaya koymaktadır (Peres-Bota ve ark., 2003; Pittet, 2005). En çok bilinen çoklu ilaç direncine sahip bakteriler arasında *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* ve

*Enterobacter* türleri gibi mikroorganizmalar yer almaktadır (Alam ve ark., 2021). Bu tehlikeli patojenlerle savaşmak için, antibakteriyel ve antibiyofilm aktivitelerine sahip umut verici ajanlar olarak mantar ekstraktlarına olan ilgi yeniden artmıştır. Aslında mantar türleri, yeni ve etkili antibiyotikler olarak kullanılabilir fenolik asitler, terpenoidler, flavonoidler, tanenler, alkaloidler ve polisakkaritler gibi çeşitli biyoaktif bileşikler bünyelerinde barındırmaktadırlar (Alves ve ark., 2012; Garcia ve ark., 2021). Yenilebilir mantarların kimyasal bileşiminin ve farmakolojik aktivitelerinin değerlendirilmesi günümüzde hala popüler aktif bir araştırma alanıdır.

*Boletus edulis* Yıldız Dağı orman köylerinde "Bolet" veya "Ayı mantarı" olarak bilinmekte, nadir olarak da "porçini" adıyla bilinmektedir. Köylüler tarafından toplanarak ticareti yapılmakta aynı zamanda bölge halkı tarafından severek yenilmektedir.

*Lactifluus piperatus* Kırklareli bölgesinde "acı-sütlü mantar, sütleğen mantarı, acı mantar" olarak bilinmektedir. Kırklareli'nin kuzey bölgelerinde, Istranca dağları olarak bilinen Yıldız Dağlarında orman köylüleri tarafından bol miktarda toplanmakta ancak satışı yapılmamakta, bölge halkı tarafından turşu, salamura olarak değerlendirilmekte, taze olarak tüketilmekte ancak yemeden bir gece önce tuzlu suya yatırılarak acı tadının gitmesi sağlanmaktadır, bazen de çorba benzeri sütlü yemeği yapılmaktadır.

*Cantharellus cibarius* Yıldız Dağı orman köylerinde "sarı mantar, sarı kız mantarı, keçi mantarı, tavuk mantarı, civciv veya tavuk bacağı mantarı" olarak bilinmektedir. Köylüler tarafından toplanarak ticareti yapılmaktadır. Bölge halkının tadını sevdiği mantarlardan biridir.

Bu üç mantarı orman köylüleri yaklaşık 25 yıldır bildiklerini, geçmişten günümüze kadar farklı üniversitelerden gelen akademisyenlerin bilgilendirmeleri sonucunda her geçen yıl mantarlara olan ilginin arttığını bildirmişlerdir. O zamandan bu yana hem ticareti yapılmakta hem de taze, dondurulmuş, turşu veya salamura olarak tüketilmektedirler. Ayrıca bölgeye Karadeniz'den alınan göçler (özellikle Kastamonu ilinden) sonucunda da yerel halk göçmenlerden mantarları

tanımayı ve yemek olarak kullanmayı öğrendikleri aktarılmıştır.

Bu çalışmanın amacı Kırklareli ilinden toplanan yenilebilir mantarlardan *Boletus edulis*, *Lactifluus piperatus* ve *Cantharellus cibarius* türlerinin etanol ekstraktlarının insan patojeni olan bazı standart patojen mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkisinin belirlenmesidir.

## Materyal ve Metot

### Mantar örneği ve ekstraksiyon

Çalışmada kullanılan mantar örnekleri farklı zamanlarda yapılan arazi çalışmalarında Kırklareli il sınırları içerisinde toplanmıştır. Mantarlar araziden uygun şekilde toplanırken teşhis için faydalı bilgi ve belgeleri not edildikten sonra Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi'ndeki Fungaryum laboratuvarına getirilerek kurutma cihazlarına konulmuştur. Kuruyan örneklerin uygun dokularından hazırlanan preparatlardaki mikroskopik karakterleri (Spor, Basidium, Sistit, vb.) ve makroskopik bilgileri ışığında teşhisleri Dr. Öğrt. Üyesi Sinan ALKAN tarafından yapılmıştır. Mantarların sistematik dizilimi, öterleri, Türkçe Geçerli İsimleri (T.G.İ.) (Sesli ve ark. 2020), lokaliteleri, habitatları ve toplama tarihleri verilmiştir.

### Fungi

#### Basidiomycota

#### Agaricomycetes

#### Boletales

#### Boletaceae

#### *Boletus edulis* Bull. (T.G.İ.: Çörek mantarı)

Kırklareli, Vize ilçesi, Doğanca köyü, çalılık alan, 02.10.2022.

#### Russulales,

#### Russulaceae

#### *Lactifluus piperatus* (L.) Roussel (T. G. İ.: Sütüdülbüran)

Kırklareli, Merkez, Dereköy köyü, Meşe ağaçları karışık orman altında, 01.10.2022.

#### Cantharellales

#### Hydnaceae

#### *Cantharellus cibarius* Fr. (T. G. İ.: Sarıkız mantarı)

Kırklareli, Demirköy ilçesi, Sivrililer köyü, Meşe ağaçları altında, 30.05.2023.

Mantar örneklerinin teşhis işlemleri tamamlandıktan sonra 45-50°C ye ayarlanmış özel kurutma dolaplarında bir gün daha kurutulmuşlardır. Tamamen kuruyan mantarlar mekanik öğütücüde toz haline gelinceye kadar öğütülmüştür. Her bir mantar örneğinden 10'ar gramlık numuneler tartılarak soxhlet ekstraksiyon kartuşları içerisine dikkatlice yerleştirilmişlerdir. Mantar örneklerinin taban kısmında bulunan balon jöjelere 120 ml etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O) ilave edilerek aynı anda ekstraksiyon işlemi başlatılmıştır.

55°C ye ayarlanmış ısıtıcılarla yaklaşık olarak 8 saat boyunca örnekler ekstre edilmiştir. Bu süre sonunda kartuşların bulunduğu haznelerdeki çözücünün şeffaflaşınca işlem sonlandırılmıştır. Elde edilen çözücüler içindeki ekstraksiyonlar sırayla Rotary Evaporatöre alınarak 60°C de 90 rpm hızda döndürülerek basınç altında çözücülerinden uzaklaştırılmıştır. Son olarak ekstraktların içinde çözücülerin kalma ihtimalini ortadan kaldırmak için steril petri kapları içerisinde 45°C sıcaklıktaki etüvde 24 saat daha bekletilerek çözücü kimyasallar ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Elde edilen ekstratlar deneyler başlatılana kadar +4°C de buzdolabında kapalı bir şekilde muhafaza edilmiştir.

### Kullanılan mikroorganizma suşları

Yapılan çalışmada incelenen mantar örneklerinin antimikrobiyal aktivitesini belirlemek için; *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC, 27853, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603, Metisilin dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 43300, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Sarcina lutea* ATCC 9341, *Bacillus cereus* ATCC 11778, standart bakteri suşları ve *Candida albicans* NRLL Y-417 maya suşu kullanılmıştır. Bu suşlar Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarından temin edilmiştir.

### Antimikrobiyal aktivite

Çalışmada mantar türlerinin etanol ekstraktlarının Minimum İnhibisyon Konsantrasyon (MİK) değerleri bazı modifikasyonlarla sıvı mikrodilüsyon metoduyla belirlendi (Zengin ve ark., 2014). Bu amaçla kullanılacak mikroorganizmalar Brain Hearth İnfüzyon besiyerine ekilerek gecelik taze kültürleri hazırlandı. Hazırlanan kültür süspansiyonları 0.5 McFarland standart bulanıklığında (10<sup>8</sup> Kob/ml) hazırlandı ve daha sonra her kuyucuktaki inokulumun son konsantrasyonu 5x10<sup>5</sup> Kob/ml olacak şekilde ayarlandı. Steril 96 kuyucuklu pleytin her bir kuyucuğuna 100 µl Müller Hinton Broth besiyeri dağıtıldı. 50 mg/ml olacak şekilde stok olarak hazırlanan mantar ekstrakt solüsyonlarından, mikroyuğurtların ilk kuyucuklarına 100 µl olarak eklendi ve ilk kuyucuktan 100 µl alıp sırayla kalan kuyucuklara konularak ekstraktların iki kat dilüsyonu (12.5-0.006 mg/ml) yapıldı. Daha sonra tüm kuyucuklara 100 µl mikroorganizma kültür süspansiyonu inoküle edildi. Negatif kontrol olarak DMSO ve pozitif kontrol olarak Gentamisin kullanıldı. Pleytler etüve kaldırılarak 37°C'de 18-24 saat süreyle inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresinin ardından tüm kuyucuklara 20 µl 2,3,5-trifeniltetrazolyum klorit ilave edilerek pleytler 37°C'de 30 dakika daha inkübe edildi. İnkübasyon sonunda pleytlerdeki üreme kontrol edilerek, gözle görülür bir üremenin olmadığı yani pembe veya kırmızı renkte olmayan son kuyucuk MİK olarak belirlendi.

### Bulgular

Yapılan çalışmada Kırklareli'den toplanan *Boletus edulis*, *Lactifluus piperatus* ve *Cantharellus cibarius* mantar türlerinin etanol ekstraktlarının insan patojeni olan standart patojen mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkisi araştırılmış ve bu

mikroorganizmalara karşı bulunan MİK değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Çalışmamızdan elde edilen verilere göre *B. edulis* ve *L. piperatus* mantarlarının etanol ekstraktından alınan sonuçlara göre iki türün benzer aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre her iki türün etanol ekstraktının gram negatif *E. coli* ve *P. aeruginosa* ve gram pozitif *S. lutea* ve

*B. cereus* standart bakterilerine karşı 3.12 mg/ml dozunda aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Bu türlerin etanol ekstraktının gram pozitif *S. aureus* bakterisine karşı 6. 25 mg/ml dozunda aktivite gösterdikleri bulunmuştur. Her iki türün *K. pneumoniae* ve *S. enteritidis* standart bakterilerine karşı herhangi bir aktivite göstermediği belirlenmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** *Boletus edulis*, *Lactifluus piperatus* ve *Cantharellus cibarius* türlerinin etanol ekstraktlarının sıvı mikrodilüsyon yöntemiyle elde edilen MİK değerleri

Test Mikroorganizmaları	Mantar türlerinin etanol ekstraktlarının MİK değerleri (mg/ml)			Gentamisin (µg/ml)
	<i>B. edulis</i>	<i>L. piperatus</i>	<i>C. cibarius</i>	
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	3.12	3.12	-	2.44
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	3.12	3.12	-	9.76
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 70603	-	-	-	2.44
<i>Metisilin dirençli Staphylococcus aureus (MRSA)</i> ATCC 43300	6.25	6.25	6.25	78.12
<i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076	-	-	3.12	4.88
<i>Sarcina lutea</i> ATCC 9341	3.12	3.12	3.12	4.88
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 11778	3.12	3.12	0.19	2.44
<i>Candida albicans</i> NRRL Y-417	-	-	-	312.5

*C. cibarius* türünün çalışılan suşlar üzerine olan etkisi incelendiğinde, *S. lutea* ve *S. enteritidis*'e karşı 3.12 mg/ml MİK değerleri belirlenmiş olup, *S. aureus* bakterisine karşı 6. 25 mg/ml dozunda aktivite tespit edilmiştir. Gram pozitif *B. cereus* bakterisine karşı 0.19 mg/ml MİK değeriyle oldukça yüksek oranda aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. *E. coli*, *P. aeruginosa* ve *K. pneumoniae*'ya karşı herhangi bir aktivite tespit edilmemiştir (Tablo 1).

Çalışılan 3 tür aktivite yönünden kıyaslandığında, *B. edulis* ve *L. Piperatus* mantarı türleri *C. cibarius* türüne göre standart patojen bakteriler üzerine daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca yapılan çalışmada *B. edulis*, *L. piperatus* ve *C. cibarius* türlerinin etanol ekstraktlarının *C. albicans* maya suşuna karşı antifungal bir etki göstermedikleri saptanmıştır.

### Tartışma

Günümüzde, çok sayıda antibiyotige dirençli insan patojenlerinin görülme sıklığı dünya çapında artmıştır. Daha da önemlisi, geleneksel antibiyotiklerin etkinliğinin olmaması, bulaşıcı hastalıkların tedavisinde ciddi sorunlar yaratmıştır (Morris ve Cerceo, 2020). Bu nedenle, bulaşıcı hastalıklarla mücadele de ve vakaları azaltmak için yeni alternatif tedaviler bulma isteği, çoklu ilaç dirençli patojenlerle ilişkilendirilmiştir. Doğal ürünlerin tanınan güvenli statüsü nedeniyle, doğadan elde edilen antimikrobiyallere olan ilgi gün geçtikçe artmıştır (Gupta ve Birdi, 2017). Mantarlar da dahil olmak üzere doğal ürünlerden olağanüstü miktarda antimikrobiyal elde

edilmiştir (Alves ve ark., 2012). Mantarlar, geleneksel tıpta 1.000 yıldır çeşitli hastalıklar için kullanılmaktadır ve günümüzde ise yeni moleküllerin keşfinde önemli bir rol oynamaya devam etmektedirler (Ganeshpurkar ve ark., 2010). Mantarlar, antimikrobiyal etki de dahil olmak üzere biyolojik aktiviteler açısından onları çok yönlü hale getiren kimyasal ve yapısal çeşitliliğe sahip çok sayıda biyoaktif bileşik içermektedirler (Garcia ve ark., 2021). Yapılan bu çalışmada Kırklareli ilinden toplanan *Boletus edulis*, *Lactifluus piperatus* ve *Cantharellus cibarius* gibi yenilebilir mantar türlerinin etanol ekstraktlarının patojen mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır.

Kosanić ve ark.,(2012) Sırbistan'dan topladıkları *B. aestivalis* ve *B. edulis* türlerinin aseton ve metanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini çalışmışlardır. Türlerin ekstraktlarının *E. coli*'ye 5 - 10 mg/ml dozlarında, *P. aeruginosa* ve *S. aureus*'a 2.5 - 5 mg/ml dozlarında etki tespit etmişlerdir. Kırklareli'den topladığımız *B. edulis* türünün etanol ekstraktının *E. coli* ve *P. aeruginosa*'ya 3.12 mg/ml dozunda *S. aureus*'a ise 6.25 mg/ml dozunda antibakteriyel etki göstermiş olup bulduğumuz bu değerler araştırmacıların bulduğu değerlerle uyum göstermektedir. Yalnız çalışmamızda araştırmacılar farklı olarak *K. pneumoniae* bakterisi ve *C. albicans* maya suşuna karşı herhangi bir aktivite görülmemiştir. Sırbistan'da yapılan farklı bir çalışmada *B. regius* ve *B. appendiculatus*'un etanol ekstraktlarının *E. coli*'ye 12.5-25 mg/ml, *P. aeruginosa*'ya 0.8-3.1mg/ml, *S. aureus*'a 3.1-6.3 mg/ml ve *B. cereus*'a 3.1-6.3 mg/ml dozlarında antibakteriyel

etki tespit etmişlerdir (Dimitrijevic ve ark., 2015). Araştırmacıların bahsedilen mikroorganizmalara karşı tespit ettikleri değerler bulgularımızla örtüşmektedir. Araştırmacılar ayrıca *S. enteritidis* ve *K. pneumoniae* bakterilerine karşı da aktivite tespit etmişler fakat çalışmamızda bu bakterilere karşı herhangi bir aktivite belirlenmemiştir. *B. edulis* türünün su ve metanol ekstraktının denendiği farklı bir çalışmada ise (Garcia ve ark., 2022), etanol ekstraktını incelediğimiz çalışmamıza benzer şekilde *K. pneumoniae* bakterisine karşı herhangi bir aktivite saptanmamıştır. *B. edulis*'in metanol ekstraktının disk difüzyon yöntemiyle denendiği farklı bir çalışmada *S. aureus* ve *P. aeruginosa* bakterileri üzerinde etkili olduğu görülürken ekstraktın *E. coli* ve *B. subtilis* bakterisine etkisiz olduğu tespit edilmiştir (Dundar ve ark., 2015).

Romanya'da yapılan çalışmada *L. piperatus*'un metanol ekstraktı patojen bazı mikroorganizmalar üzerine denenmiş *S. aureus* ve *E. coli* bakterilerine karşı 29.99 mg/ml dozunda, *P. aeruginosa* ve *B. cereus* bakterilerine karşı ise 56. 68 mg/ml dozunda antibakteriyel aktivite tespit edilmiştir (Fogarasi ve ark., 2020). Etanol ekstraktı verilerimizle kıyaslandığında tespit ettiğimiz değerlerin araştırmacılarınkine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. *L. piperatus* türünün aseton ve metanol ekstraktlarının denendiği Sırbistan'daki bir çalışmada ise ekstraktların *E.coli*'ye 2.5-5 mg/ml, *P. aeruginosa* ve *S. aureus*'a karşı ise 2.5 mg/ml dozlarında aktivite tespit etmişlerdir (Kosanic ve ark., 2013). Bulunan bu değerler çalışmamızda bulunan değerlerle oldukça yakındır. Araştırmacılar ayrıca *K. pneumoniae* ve *C. albicans*'a karşı da etki saptamışlardır fakat yaptığımız çalışmada etanol ekstraktının bu mikroorganizmalara etkisi görülmemiştir. Ülkemizde *L. rugatus* türüyle yapılan bir çalışmada metanol ve diklorometan ekstraktlarının *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* bakterilerine karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Sevindik, 2020). Yine Ülkemizde 6 farklı *Lactarius* türüyle yapılan bir çalışmada ise türlerin metanol ekstraktının hepsinin çalışmamıza benzer şekilde *E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus* bakterilerine etkili olduğu belirlenirken, *K. pneumoniae* ve *C. albicans*'a karşı aktivite saptanmamıştır (Dulger ve ark., 2002).

*C. cibarius* türünün etanol ekstraktının yapılan çalışma sonucunda *S. aureus*'a 6.25 mg/ml *S. lutea* ve *S. enteritidis*'e 3.12 mg/ml ve *B. cereus*'a 0.19 mg/ml dozda etki görülürken *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* bakterilerine ve *C. albicans* maya suşuna karşı aktivite belirlenmemiştir. Barros ve ark. (2008) yaptıkları çalışmalarında bulduğumuz sonuçlara benzer şekilde *C. cibarius* türünün metanol ekstraktının *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* bakterilerine ve *C. albicans* maya suşuna karşı aktivite göstermediğini tespit etmişler, *B. subtilis*'e ve *S. aureus* bakterilerine karşı ise etkili olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan farklı bir çalışmada ise türün disk difüzyon yönteminden alınan sonuçlara göre etanol ve metanol ekstraktlarının *E. coli* ve *P. aeruginosa*'ya etki göstermezken *S. lutea* ve *S.*

*aeruginosa*'ya etkili olduğu belirtilmiştir (Zavastin ve ark., 2016). Farklı yöntem kullanılmış olsa da bulgularımız araştırmacıların bulgularıyla uyum göstermektedir. Türün aseton ve metanol ekstraktlarının denendiği farklı bir çalışmada ise araştırmacılar çalışmamızdan farklı olarak *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* bakterilerine ve *C. albicans* maya suşuna karşı aktivite tespit etmişlerdir (Kosanic ve ark., 2013).

Yaptığımız bu çalışma ve daha önce yapılan çalışmalarından da anlaşıldığı üzere aynı cinsin farklı türleri arasında hatta ve hatta aynı türler arasında bile antimikrobiyal aktivite yönünden farklılıklar olduğu görülmektedir. Çalışmalar arasındaki bu farklı sonuçların sebebi mantarların yetiştiği ortam ve iklim koşulları gibi çevresel faktörlere göre özütlerinin bileşiminin değiştiği belirtilmektedir. Ayrıca antimikrobiyal aktiviteyi belirlemek için seçilen yöntem, çözücü türü, ekstraksiyon tekniği ve test mikroorganizmalarının seçimi de farklı sonuçların çıkması için bir etkidir (Janssen ve ark., 1987).

Çalışmamızda incelediğimiz türlerin ekstraktlarının antibakteriyel etki göstermesine rağmen antifungal bir etki göstermemesinin nedeni mantarlar ve bakterilerin hücre duvarının farklı geçirgenliğe sahip olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür (Yang ve Anderson, 1999). Gram pozitif bakterilerin hücre duvarı peptidoglukanlardan (mureinler) ve teikoik asitlerden oluşurken, Gram negatif bakterilerin hücre duvarı lipopolisakaritlerden ve lipopoliproteinlerden oluşmakta, mantarların hücre duvarı ise kitin ve glukan gibi polisakaritler içermektedir (Heijenoort, 2001; Farkaş, 2003).

Sonuç olarak deneğimiz yenilebilir *B. edulis* ve *L. piperatus* ve *C. cibarius* türlerinin etanol ekstraktlarının antibakteriyel etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir. Elde edilen verilere dayanarak, mantarların iyi bir doğal antibakteriyel ajan kaynağı olduğu ve insan terapisi ve hastalıkları açısından önemli olabileceği görülmektedir. Mantarlardan antimikrobiyal aktiviteden sorumlu yeni bileşiklerin izolasyonu ve karakterizasyonu üzerine daha fazla çalışma yapılması gerektiği düşünülmektedir.

#### Yazar Katkıları

Tüm yazarlar eşit katkıya sahiptir.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Etik Beyanı:** Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur (Ahmet Oğuz ÖNAY, Erdoğan GÜNEŞ).

#### Teşekkür

Mantar örneklerinin teşhisleri sırasında bize yardımcı olan sayın Dr. Öğr. Üyesi Sinan ALKAN'a teşekkürü bir borç biliriz.

**Kaynaklar**

- Alam, M. M., Islam, M. N., Hawlader, M. D. H., Ahmed, S., Wahab, A., Islam, M., Uddin, K. R. ve Hossain, A., (2021). Prevalence of multidrug resistance bacterial isolates from infected wound patients in Dhaka, Bangladesh: a cross-sectional study, *International Journal of Surgery Open*, 28, 56-62.
- Alves, M. J., Ferreira, I. C., Dias, J., Teixeira, V., Martins, A. ve Pintado, M., (2012). A review on antimicrobial activity of mushroom (Basidiomycetes) extracts and isolated compounds, *Planta medica*, 78 (16), 1707-1718.
- Barros, L., Cruz, T., Baptista, P., Estevinho, L. M. ve Ferreira, I. C., (2008). Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals, *Food and chemical toxicology*, 46 (8), 2742-2747.
- Chang, S.-T. ve Wasser, S. P., (2012). The role of culinary-medicinal mushrooms on human welfare with a pyramid model for human health, *International journal of medicinal mushrooms*, 14 (2).
- Cheung, P. C., (2013). Mini-review on edible mushrooms as source of dietary fiber: Preparation and health benefits, *Food Science and Human Wellness*, 2 (3-4), 162-166.
- Dimitrijevic, M., Jovanovic, V. S., Cvetkovic, J., Mihajilov-Krstev, T., Stojanovic, G. ve Mitic, V., (2015). Screening of antioxidant, antimicrobial and antiradical activities of twelve selected Serbian wild mushrooms, *Analytical Methods*, 7 (10), 4181-4191.
- Dulger, B., Yilmaz, F. ve Gucin, F., (2002). Antimicrobial activity of some *Lactarius* species, *Pharmaceutical biology*, 40 (4), 304-306.
- Dundar, A., Okumus, V., Ozdemir, S., Celik, K., Boga, M., Ozcagli, E., Ozhan, G. ve Yildiz, A., (2015). Antioxidant, antimicrobial, cytotoxic and anticholinesterase activities of seven mushroom species with their phenolic acid composition, *J Horticulture*, 2 (4), 1-7.
- Farkaš, V., (2003). Structure and biosynthesis of fungal cell walls: methodological approaches, *Folia microbiologica*, 48 (4), 469-478.
- Fogarasi, M., Diaconeasa, Z. M., Pop, C. R., Fogarasi, S., Semeniuc, C. A., Fărcaș, A. C., Țibulcă, D., Sălăgean, C.-D., Tofană, M. ve Socaci, S. A., (2020). Elemental composition, antioxidant and antibacterial properties of some wild edible mushrooms from Romania, *Agronomy*, 10 (12), 1972.
- Ganeshpurkar, A., Rai, G. ve Jain, A. P., (2010). Medicinal mushrooms: Towards a new horizon, *Pharmacognosy Reviews*, 4 (8), 127.
- Garcia, J., Afonso, A., Fernandes, C., Nunes, F. M., Marques, G. ve Saavedra, M. J., (2021). Comparative antioxidant and antimicrobial properties of *Lentinula edodes* Donko and Koshin varieties against priority multidrug-resistant pathogens, *South African Journal of Chemical Engineering*, 35 (1), 98-106.
- Garcia, J., Rodrigues, F., Castro, F., Aires, A., Marques, G. ve Saavedra, M. J., (2022). Antimicrobial, antibiofilm, and antioxidant properties of *Boletus edulis* and *Neoboletus luridiformis* against multidrug-resistant ESKAPE pathogens, *Frontiers in Nutrition*, 8, 773346.
- Gupta, P. D. ve Birdi, T. J., (2017). Development of botanicals to combat antibiotic resistance, *Journal of Ayurveda and integrative medicine*, 8 (4), 266-275.
- Heijenoort, J. v., (2001). Formation of the glycan chains in the synthesis of bacterial peptidoglycan, *Glycobiology*, 11 (3), 25R-36R.
- Janssen, A., Scheffer, J. ve Svendsen, A. B., (1987). Antimicrobial activity of essential oils: a 1976-1986 literature review. Aspects of the test methods, *Planta medica*, 53 (05), 395-398.
- Kalac, P., (2016). Edible mushrooms: chemical composition and nutritional value, Academic Press, p.
- Kosanic, M., Rankovic, B. ve Dasic, M., (2013). Antioxidant and antimicrobial properties of mushrooms, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19 (5), 1040-1046.
- Kosanić, M., Ranković, B. ve Dašić, M., (2012). Mushrooms as possible antioxidant and antimicrobial agents, *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 11 (4), 1095.
- Lindequist, U., Niedermeyer, T. H. ve Jülich, W.-D., (2005). The pharmacological potential of mushrooms, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2 (3), 285-299.
- Liu, Y., Chen, D., You, Y., Zeng, S., Li, Y., Tang, Q., Han, G., Liu, A., Feng, C. ve Li, C., (2016). Nutritional composition of boletus mushrooms from Southwest China and their antihyperglycemic and antioxidant activities, *Food chemistry*, 211, 83-91.
- Medina, E. ve Pieper, D. H., (2016). Tackling threats and future problems of multidrug-resistant bacteria, *How to overcome the antibiotic crisis: facts, challenges, technologies and future perspectives*, 3-33.
- Morris, S. ve Cerceo, E., (2020). Trends, epidemiology, and management of multi-drug resistant gram-negative bacterial infections in the hospitalized setting, *Antibiotics*, 9 (4), 196.
- O Oyetayo, V., Dong, C.-H. ve Yao, Y.-J., (2009). Antioxidant and antimicrobial properties of aqueous extract from *Dictyophora indusiata*, *The Open Mycology Journal*, 3 (1).
- Ooi, V., (2000). Medicinally important fungi.
- Peres-Bota, D., Rodriguez, H., Dimopoulos, G., DaRos, A., Mélot, C., Struelens, M. J. ve Vincent, J.-L., (2003). Are infections due to resistant pathogens associated with a worse outcome in critically ill patients?, *Journal of Infection*, 47 (4), 307-316.

- Pittet, D., (2005). Infection control and quality health care in the new millenium, *American journal of infection control*, 33 (5), 258-267.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F., Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H. H., Erdoğan, M., Ergül, C. C., Eroğlu, G., Giray, G., Halikî Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kıvanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Y., Uzun, Y. ve Yoltaş, A. (2020). Türkiye mantarları listesi. İstanbul, Türkiye: ANG Vakfı Yayınları.
- Sevindik, M., (2020). Antioxidant and antimicrobial capacity of *Lactifluus rugatus* and its antiproliferative activity on A549 cells, *Indian Journal of Traditional Knowledge (IJTK)*, 19 (2), 423-427.
- Yang, Y. ve Anderson, E. J., (1999). Antimicrobial activity of a porcine myeloperoxidase against plant pathogenic bacteria and fungi, *Journal of Applied Microbiology*, 86 (2), 211-220.
- Yu, S., Weaver, V., Martin, K. ve Cantorna, M. T., (2009). The effects of whole mushrooms during inflammation, *BMC immunology*, 10, 1-13.
- Zavastin, D. E., Bujor, A., TUCHILUŞ, C., Mircea, C. G., Gherman, S. P., Aprotosoiaie, A. C. ve Miron, A., (2016). Studies on antioxidant, antihyperglycemic and antimicrobial effects of edible mushrooms *Boletus edulis* and *Cantharellus cibarius*, *Journal of Plant Development*, 23.
- Zengin, G., Uysal, A., Gunes, E. ve Aktumsek, A., (2014). Survey of phytochemical composition and biological effects of three extracts from a wild plant (*Cotoneaster nummularia* Fisch. et Mey.): A potential source for functional food ingredients and drug formulations, *PLoS One*, 9 (11), e113527.