



LACTARIUS DELICIOUS VE LACTARIUS SALMONICOLOR MANTARLARININ FENOLİK BİLEŞİKLERİ VE ANTIOKSİDAN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

*EVALUATION OF PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT EFFECTS OF
LACTARIUS DELICIOUS AND LACTARIUS SALMONICOLOR MUSHROOMS*

Naz DİZECİ^{1*} , **Özlem YILDIRIM²** 

¹Ankara Medipol Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, 06050,
Ankara, Türkiye

²Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı, 06560, Ankara, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, *L. deliciosus* ve *L. salmonicolor* mantarlarından elde edilen etanollü özütlerin fenolik içerikleri ve antioksidan enzim aktivitelerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Mantar özütlerinin fenolik bileşiklerinin miktarı Folin-Ciocalteu, Alüminyum klorür kolorimetrik ve Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (YPSK) yöntemleri ile analiz edilmiştir. Ayrıca, mantar özütlerinin antioksidan aktivite tayini DPPH yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte mantarların etanollü özütlerinin glutatyon-S-transferaz (GST), glutatyon peroksidaz (GPx) ve katalaz (CAT) enzimleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

Sonuç ve Tartışma: Elde edilen sonuçlar, *L. deliciosus* mantarından elde edilen etanollü özütün *L. salmonicolor*'a göre daha yüksek oranda fenolik bileşik içerdiğini ve antioksidan kapasitesinin de daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, fenolik bileşikler, *Lactarius deliciosus*, *Lactarius salmonicolor*

ABSTRACT

Objective: In this study, it was aimed to investigate the phenolic content and antioxidant activities of ethanolic extracts obtained from *L. deliciosus* and *L. salmonicolor* mushrooms.

Material and Method: In this study, the amount of phenolic compounds of mushroom extracts were analyzed by Folin-Ciocalteu, Aluminum chloride colorimetric and High Performance Liquid Chromatography (HPLC) methods. In addition, the antioxidant activity of the mushroom extracts were determined by the DPPH method. The activity of ethanolic extracts of these mushrooms were

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Naz Dizeci
e-posta / e-mail: naz.dizeci@ankaramedipol.edu.tr, Tel. / Phone: +905542816336

Gönderilme / Submitted : 28.12.2022

Kabul / Accepted : 27.03.2023

Yayınlanma / Published : 20.05.2023

also investigated on glutathione-S-transferase (GST), glutathione peroxidase (GPx) and catalase (CAT) enzymes.

Result and Discussion: The results showed that the ethanolic extract obtained from *L. deliciosus* mushroom contains higher phenolic compounds and higher antioxidant capacity than *L. salmonicolor*.

Keywords: Antioxidant activity, *Lactarius deliciosus*, *Lactarius salmonicolor*, phenolic compounds

GİRİŞ

Lactarius, birkaç yenilebilir mantar arasında yer alan ektomikorizal mantarların bir cinsidir. Özellikle süt şapkası olarak bilinen cinsin türleri, kesildiğinde veya hasar gördüğünde salgıladıkları lateks (sütlü sıvı) ile karakterize edilir. Bu cinste yaklaşık 500'den fazla mantar türü teşhis edilmiştir. Bu mantar cinsine ait olan türler çoğunlukla Kuzey yarımkürede dağılım göstermektedir. *Lactarius deliciosus*, Kuzey yarımküredeki en değerli mantarlar arasında yer alırken, *L. indigo* veya *L. deterrimus* gibi diğer türlerin tadı konusunda görüşler farklılık gösterir. Rusya, Tanzanya ve Çin'de çeşitli türlerin yiyecek olarak toplandığı bildirilmiştir. Aynı zamanda, *L. turpis* veya *L. helvus* gibi bazı *Lactarius* türleri toksik mutajenik bir bileşik içerdiği için toksik mantarlar olarak bilinmektedir [1,2].

L. deliciosus Russulaceae familyasında ve *Lactarius* cinsinde yer alan yenilebilir mantar türüdür. Halk arasında safran süt kapağı ve kızıl çam mantarı olarak bilinmektedir. Genellikle Bulgaristan, İspanya, Yunanistan, İtalya, Kıbrıs, Fransa, Akdeniz bölgelerinde dağılım göstermektedir. Türkiye'de ise İzmir'den başlayarak Antalya'ya kadar yayılım göstermektedir. *L. deliciosus* mantarı ayrıca sonbahar döneminde genellikle Kastamonu, Bolu ve Mengen etrafında iğne yapraklılar altında yüksek oranda görünmektedir. *L. deliciosus*, başarıyla yetiştirilen birkaç ektomikorizal mantar türünden biri olarak da tanınmaktadır [3].

Halk arasında Kanlıca mantarı olarak bilinen *L. salmonicolor*, Russulaceae familyası ve *Lactarius* cinsinin başka bir türüdür. Bu mantarın şapka kısmının çapı yaklaşık 5-15 cm civarındadır. Mantarın rengi turuncudur, ama bazen açık sarı rengine değişmektedir. Genellikle, çam ormanı, çayırliklarda ve yapraklı ağaç ormanlarında görülmektedir. Türkiye'de ise Karadeniz bölgesinde yayılış göstermektedir. Mantarın tadı acımsıdır fakat lezzetlidir [4].

Bu çalışmada, Karadeniz bölgesinde halk pazarlarından temin edilen *L. deliciosus* ve *L. salmonicolor* türlerinden hazırlanan etanolü özütlerin flavonoid ve fenolik madde miktarları, antioksidan özellikleri, ayrıca antioksidan savunma sisteminde görev alan glutatyon-S-transferaz (GST), glutatyon peroksidaz (GPx) ve katalaz (KAT) enzimleri üzerindeki potansiyellerinin araştırılması hedeflenmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Mantarların Özütlemesi

Çalışma kapsamında sunulan *L. deliciosus* ve *L. salmonicolor* mantarları Ekim ve Kasım aylarında Kastamonu halk pazarından satın alındı. Toplanan örneklerin tür teşhisleri Prof. Dr. Ilgaz AKATA tarafından yapıldı. Özütleme işlemi için %99'luk etanol kullanıldı. Bu uygulama için, her ekstraksiyon aşamasında, her iki mantar türünden ayrı ayrı 10'ar gr tartılarak, sıvı azot yardımıyla havanda öğütüldü. Öğütülen mantar örneklerinin üzerine ağırlığının 10 katı kadar (100 ml) %99'luk etanol ilave edildi. Karışım yaklaşık 4 saat manyetik balıkla karıştırıldı. Örnekler karıştırıldıktan sonra yaklaşık 24 saat +4°C'de inkübe edildi. İnkübasyon sonrası, karışım Watmann No.1 kağıdından süzüldü. Ardından elde edilen karışımın etanolü 40°C'de uygun basınçta (337 mbar) rotary evaporatör yardımıyla uçuruldu. Evaporasyon sonrasında özütler liyofilizatör yardımıyla kurutuldu ve toz haline getirildi. Hazırlanan örnekler deneylerde kullanılabildiği kadar -20°C'de saklandı [5].

Mantar Özütlerinin Fenolik Madde Miktarı Tayini

Mantarlardan elde edilen etanolü özütlerin fenolik bileşik tayini için spektrofotometrik metot kullanıldı. Bu yöntemde Folin-Ciocalteu solüsyonuna ilaveten %2'lik sodyum karbonat solüsyonu ve fenolik madde standardı olarak gallik asit (GA) kullanıldı. Reaksiyon sonunda oluşan renk değişimi 750

nm’de spektrofotometre de kolorimetrik olarak ölçüldü [6].

Mantar Özütlerinin Flavonoit Miktar Tayini

Mantar örneklerinden elde edilen etanollü özütlerin toplam flavanoit miktarı alüminyum klorür kolorimetrik metodu ile analiz edildi. Bu metotta %95’lik etil alkol, %10’luk alüminyum klorür ve 1 M sodyum asetat solüsyonları kullanıldı. Çalışmada, Woisky ve Salatino tarafından 1998 yılında modifiye edilmiş olan alüminyum klorür kolorimetrik yönteminden yararlanıldı [7].

Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (YPSK) Analizleri

Mantar örneklerin etanollü özütlerinin fitokimyasal içerikleri Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi ile incelendi. Bu aşamada klorojenik asit, ferulik asit, kafeik asit, gallik asit, vanilik asit, kateşin, luteolin, apigenin, epikateşin, elajik asit, trans-sinamik asit, o-kumarik asit, p-kumarik asit, mirsetin, kemferol ve kersetin gibi bazı fenolik asit ve flavonoitler standart biyoaktif bileşikler olarak kullanıldı.

Mantar Özütlerinin Antioksidan Aktivite Analizi

Bu çalışmada, mantarlardan hazırlanan etanollü özütlerin antioksidan aktivitelerinin analizi için, 2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) yöntemi kullanıldı [8].

Glutasyon-S-Transferaz (GST) Enzim Aktivite Analizi

Mantar örneklerinden hazırlanan etanollü özütlerin glutasyon-S-transferaz enzim aktivitesi üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla Habig tarafından geliştirilmiş yöntem kullanıldı [9]. Deney tüm mantar örnekleri için en az üçlü tekrarlar şeklinde gerçekleştirildi. Enzim aktiviteleri ise deneysel veriler kullanılarak aşağıdaki formülle hesaplandı.

$$EA(IU/ml) = (OD_{340}/dakika) \times (1/\epsilon_{340}) \times (\text{seyreltme faktörü})$$

ϵ = Sönümleme Katsayısı CDNB için $9.60 \text{ nM}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ’dir.

Glutasyon Peroksidaz (GPx) Enzim Aktivite Analizi

Mantar özütlerinin GPx enzim aktivitesi üzerinde olan etkisi Paglia ve Valentine tarafından geliştirilmiş yöntem ile belirlendi. Enzim aktivitesi ise deneysel verilerin aşağıdaki formüle yerleştirilmesiyle hesaplandı [10].

$$EA (IU/ml) = (OD_{340}/dakika) \times (1/\epsilon_{340}) \times (\text{seyreltme faktörü})$$

NADPH için 340 nm’deki sönümleme katsayısı (ϵ_{340}) $0.00622 \text{ nM}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ olarak alınmıştır.

Katalaz (KAT) Enzim Aktivite Analizi

Mantar özütlerinin katalaz enzimi üzerinde etkilerini araştırmak için, bu enzimin hidrojen peroksiti suya dönüştüren reaksiyonun spektrofotometrik olarak 520 nm’de ölçüp, peroksit miktarındaki düşmeye bağlı olarak görülecek absorpsiyondaki düşüşün takibiyle gerçekleşti [11]. Enzim aktivitesi aşağıda sunulan formüle göre hesaplandı.

$$EA (IU/ml) = (\Delta H_2O_2/dakika) \times (\text{seyreltme faktörü}) / \text{deney hacimi}$$

SONUÇ VE TARTIŞMA

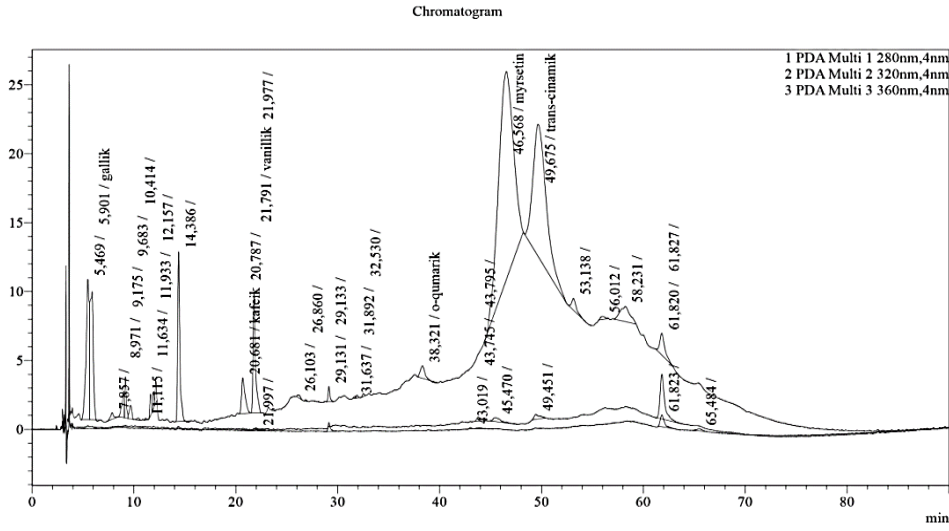
Biyoaktif Bileşiklerin Tayini

Elde edilen mantar özütlerin toplam fenolik madde içeriği, gallik asit grafiğinin standart eğrisinden elde edilen denklem kullanılarak hesaplandı ($y = 5.1718x - 0.0022$, $R^2 = 0.9983$). *L.*

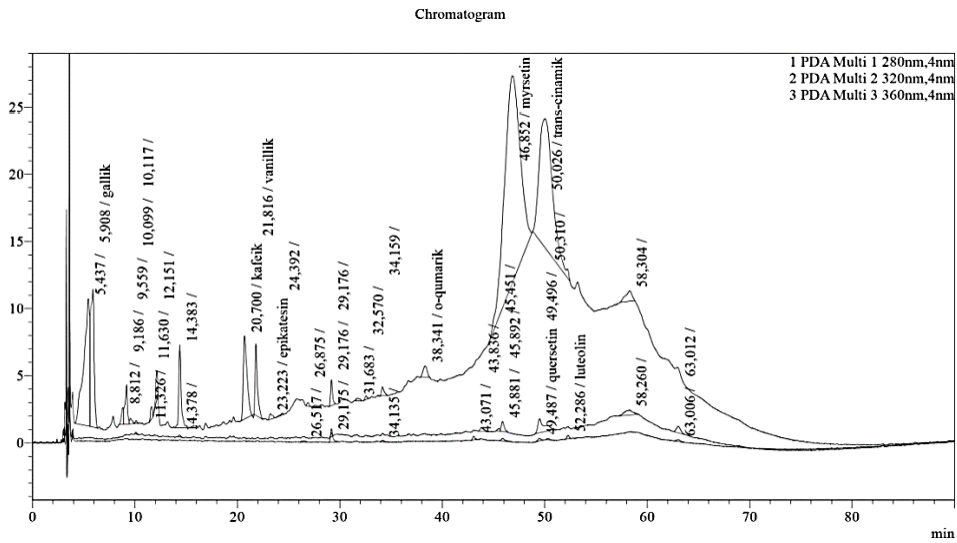
deliciosus ve *L. salmonicolor* özütlerinde bulunan toplam fenolik bileşik miktarları sırasıyla 6.281 ± 0.0006 ve 8.615 ± 0.0008 mg GAE/100 g kuru materyal olarak hesaplandı.

Total Flavonoit konsantrasyonu, kersetin grafiğinin standart eğrisinden elde edilen denklem kullanılarak hesaplandı ($y = 4.24x + 0.002$, $R^2 = 0.9997$). *L. deliciosus* için toplam flavonoit miktarı 7.822 ± 0.0041 mg QE/100 g kuru materyal ve *L. salmonicolor* için 2.303 ± 0.0008 mg QE/100 g kuru materyal olarak hesaplandı.

Çalışma kapsamında mantar örneklerin etanollü özütlerinin fitokimyasal içerikleri YPSK yöntemi ile incelendi. Bu aşamada klorojenik asit, ferulik asit, kafeik asit, gallik asit, vanilik asit, kateşin, luteolin, apigenin, epikateşin, elajik asit, trans-sinamik asit, *o*-kumarik asit, *p*-kumarik asit, mirsetin, kemferol ve kersetin standart biyoaktif bileşikler olarak kullanıldı. YPSK analiz sonucunda elde edilen mantar özütlerin fitokimyasal içerikleri Şekil 1 ve 2’de ve Tablo 1’de sunulmuştur. Bu analizler sonucunda aynı cinse ait iki farklı türün fenolik asit ve flavonoit profilleri belirlendi. Bu bağlamda, iki türün de baskın flavonoidinin mirsetin olduğu gözlemlendi. Ayrıca, aynı cinse ait olan her iki türde gallik asit, vanilik asit, *o*-kumarik asit, trans-sinamik asit, kafeik asit ve mirsetin bileşiklerinin benzer oranlarda bulunduğu gözlemlendi.



Şekil 1. *L. deliciosus*'un YPSK analiz kromatogramı



Şekil 2. *L. salmonicolor*'in YPSK analiz kromatogramı

Tablo 1. Mantar özütlerin fitokimyasal içerikleri (*L. salmonicolor*, *L. delicious*)

mg/l	<i>L. salmonicolor</i>	<i>L. delicious</i>
Gallik asit	5.39	4.57
Vanilik asit	3.55	5.79
<i>o</i> -Kumarik asit	0.55	0.58
Ferullik asit	-	-
Trans-sinamik asit	1.88	1.81
Elajik asit	-	-
<i>p</i> -Kumarik asit	-	-
Klorojenik asit	-	-
Kafeik asit	4.07	2.26
Kateşin	-	-
Epikateşin	-	-
Mirsetin	12.08	11.36
Kuersetin	1.15	-
Kemferol	-	-
Apigenin	-	-
Luteolin	6.7	-

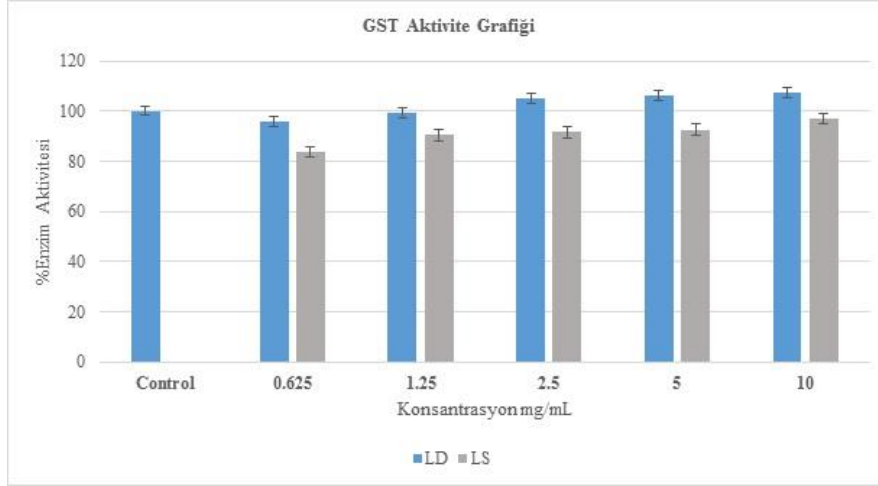
Antioksidan Aktivite

Bu çalışmada mantar özütlerinin serbest radikal temizleme kapasitelerini ölçmek amacıyla DPPH yöntemi kullanıldı. Öncelikle farklı konsantrasyonlarda hazırlanan özütlerin antioksidan etki gösteren yüzdesi hesaplandı ve DPPH konsantrasyonunu %50 oranında azaltan örnek miktarı mg/ml cinsinden belirlenerek, IC₅₀ değeri analiz edildi. Pozitif kontrol olarak farklı konsantrasyonlardaki gallik asit ve kersetin çözeltisi standart olarak kullanıldı. Elde edilen sonuçlara göre, *L. delicious* ve *L. salmonicolor* özütleri serbest DPPH radikalini 10mg/ml dozda sırasıyla %78 ve %57 oranlarında temizledi. Ayrıca, her iki mantar türü için IC₅₀ değeri sırasıyla, 0.906±0.0047 ve 1.088±0.0295 mg/ml olarak hesaplandı. Elde edilen verilere göre *L. delicious* mantarının antioksidan kapasitesinin *L. salmonicolor* mantarında göre daha yüksek olduğu görüldü.

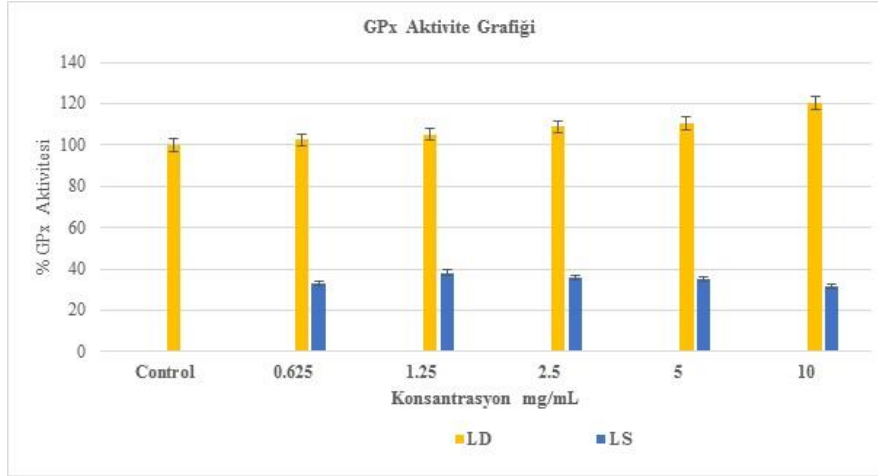
Mantarlardan elde edilen etanollü özütler sırasıyla, 0.625, 1.25, 2.5, 5 ve 10 mg/ml konsantrasyonlarında hazırlanarak GST enzimi üzerine etkileri araştırıldı. Elde edilen verilere göre, *L. salmonicolor*'ın etanollü özütünün tüm konsantrasyonlarda (0.625-10 mg/ml), GST enzim aktivitesini kontrole göre sırasıyla, %3 ile %17 oranında inhibe ettiği tespit edildi (Şekil 3). *L. delicious* mantar özütünün ise 2.5, 5 ve 10 mg/ml konsantrasyonlarda GST enzim aktivitesini kontrole göre sırasıyla, %4, %6 ve %7 oranında aktive ettiği gözlemlendi.

Mantarlardan elde edilen etanollü özütlerin konsantrasyonları sırasıyla 0.625, 1.25, 2.5, 5 ve 10 mg/ml olarak ayarlanarak, GPx enzimi üzerine etkileri araştırıldı. Elde edilen verilere göre *L. delicious*'den elde edilen etanollü özütünün tüm konsantrasyonlarda (0.625-10 mg/ml), GPx enzim aktivitesini kontrole göre %2 ile %20 arasında aktive ettiği tespit edildi. Bu çalışmada, *L. salmonicolor*'ın etanollü ekstresinin tüm konsantrasyonlarda GPx enzim aktivitesini kontrole göre % 65- %70 oranında inhibe ettiği görüldü (Şekil 4).

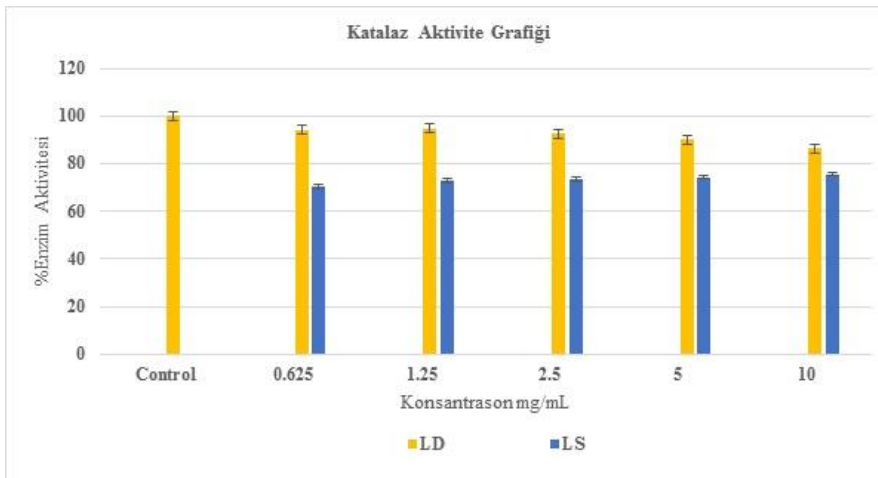
Ayrıca, etanollü mantar özütlerinin tüm konsantrasyonlarda (0.625-10 mg/ml) KAT enzimini inhibe ettiği gözlemlendi. *L. delicious*'un etanollü özütleri tüm konsantrasyonlarda katalaz enzimini %6 ile %14 arasında inhibe ederken, *L. salmonicolor*'ın özütlerinin tüm konsantrasyonlarda KAT enzimini % 30-% 25 oranında inhibe ettiği gözlemlendi (Şekil 5).



Şekil 3. Mantar özütlerinin glutatyon-S-transferaz enzim aktivitesi üzerine etkileri (*L.delicious* (mavi), *L. salmonicolor* (gri))



Şekil 4. Mantar özütlerinin glutatyon peroksidaz enzim aktivitesi üzerine olan etkisi (*L. delicious* (sarı), *L. salmonicolor* (mavi))



Şekil 5. Mantar özütlerinin katalaz enzim aktivitesi üzerine olan etkisi (*L. delicious* (sarı), *L. salmonicolor* (mavi))

Yapılan araştırmalarda fenolik bileşiklerin, özellikle de fenolik asitlerin, mantarların antioksidan aktivitelerinden sorumlu fitokimyasalları arasında ilk sırada yer aldığı konusunda fikir birliği bulunmaktadır [12]. Bunun nedenleri arasında bu yapıların bir veya daha fazla aromatik halka ile, bir veya daha fazla hidroksil (-OH) grubu içermesi yer almaktadır. Bu özellikleri sayesinde serbest radikalleri temizleme potansiyeline sahiptirler [13,14]. Bu çalışmada, YPSK analizinden elde edilen verilere göre *L. delicious* ve *L. salmonicolor* mantarların etanollü özütlerinin yüksek oranda mirsetin ve trans-sinamik asit bileşiklerini içerdikleri gösterilmiştir. Ayrıca, bu iki bileşik dışında gallik asit, vanilik asit ve kafeik asit gibi fenolik asitleri de bünyelerinde bulundurduğu belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında *L. delicious* mantarının yüksek antioksidan aktivitesinin (%78), içerdığı bu fenolik bileşiklerin ve flavonoidlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. *L. delicious* mantarının etanollü özütü yüksek oranda mirsetin içermektedir. Mirsetin, bitki kaynaklı yaygın bir flavonoid olup nutrasötik değeri ile de tanınmaktadır. Bu madde çeşitli yiyecek ve içeceklerin temel bileşenlerinden biridir. Bilimsel çalışmalar bu bileşimin, güçlü antioksidan, antikanser, antidiyabetik ve antienflamatuvar özelliğinin bulunduğunu göstermektedir [15]. Ayrıca, bu çalışmada elde edilen sonuçlar *L. delicious* mantarının etanollü özütünün yine fenolik asitler içerisinde yer alan gallik asit içerdiğini de ortaya koymaktadır. Bir çok bilimsel çalışmadan elde edilen sonuçlar, gallik asitin antibakteriyel, antifungal, antiviral, antienflamatuvar, antioksidan, antikanser ve antidiyabetik özelliği bulunduğunu de bildirmektedir [12].

Ökaryotik ve prokaryotik canlılarda, GST enziminin detoksifikasyon amacıyla indirgenmiş glutatyon (GSH) formunun ksenobiyotik substratlara konjugasyonunu katalize ettiği ve bu şekilde toksik maddelerin organizmadan uzaklaştırılmasını sağladığı (detoksifikasyon) bilinmektedir [16]. Enzim bu özelliği ile kemoterapi alan hastalarda çoğu zaman ilaç direncine sebep olmaktadır. Tüm bu bilgilere dayanarak bu çalışmada *L. delicious* mantarının GST enzim aktivitesinde artışa neden olduğu gösterilmiştir. Bu durumun tam tersi olarak, *L. salmonicolor* mantarının etanollü özütü GST enzim aktivitesini tüm dozlarda kontrole göre inhibe etmiştir. Dolayısıyla, normal şartlarda sağlıklı bir bireyin *L. delicious* mantarını tüketmesinin detoksifikasyon açısından enzim aktivitesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Ancak, *L. salmonicolor* mantarının ise GST enzimi üzerinde gösterdiği inhibisyon etkisi dolayısıyla kemoterapi alan hastalar tarafından gıda takviyesi olarak tüketilmesi, GST kaynaklı ilaç direncini ortadan kaldırması bakımından faydalı olabileceği düşünülmektedir.

GPx enzimi, redüklenmiş glutatyon (GSH) ile hidrojen peroksit molekülünün reaksiyonunu katalize edip, hidrojen peroksit molekülünün suya dönüşümünü sağlamaktadır. Bu durum, hücre membranı ve hücre organellerini oksidatif strese karşı korumaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, *L. delicious* mantarının etanollü özütünün tüm dozlarda GPx enzimini aktive ettiğini, dolayısıyla, *L. delicious* 'un etkili bir antioksidan molekül kaynağı olduğu düşüncesini desteklemektedir. Bu nedenle antioksidan savunma sistemini güçlendirmek amacıyla bu mantarın gıda takviyesi olarak kullanılmasının etkili olacağı düşünülmektedir.

Katalaz enzimi hidrojen peroksit molekülünden üretilen serbest radikallerin oluşumunu engeller. Bazı kanser tedavilerinde, kemoterapi ilaçları kanser tümörlerini hücre ölümüne götürebilmek için ortamda serbest radikal oluşumunu indükleyebilmektedir. Ancak antioksidan savunma sisteminde yer alan bazı enzimler, özellikle katalaz, oluşan bu serbest radikalleri temizleyerek ilaç direncine neden olabilmektedir [17]. Bu çalışmada elde edilen veriler, her iki mantar özütünün tüm dozlarda katalaz enzimini inhibe ettiğini göstermiştir. Dolayısıyla, kemoterapi alan hastaların bu mantarlarıgıda takviyesi olarak kullanımlarının ilaç direncine karşı faydalı olabileceğini akla getirmektedir.

Çalışmalar, *L. delicious*'un yüksek oranda stearik asit (doymuş yağ asidi), linoleik asit ve oleik asit (doymamış yağ asiti) içerdiğini göstermektedir. Ayrıca, *L. delicious*'un meyve kısmından elde edilen özütler yüksek oranda polifenolik bileşik ve mannitol içermektedir [18]. Kosaniç ve arkadaşları 2016 yılında [19], *L. delicious* mantarının metanollü özütünün içeriğini araştırmışlar ve yüksek oranda demir (Fe) ve çinko (Zn) metalleri içerdiğini ayrıca askorbik asite kıyasla daha güçlü antioksidan özelliği olduğunu göstermişler. Bununla birlikte yapılan diğer araştırmalarda, yüksek oranda kobalt (Co), kadmiyum (Cd), nikel (Ni) ve kurşun (Pb), ergosterol içerdiğini ve aynı zamanda çok güçlü serbest radikal temizleme özelliğine ve metal şelatlama potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir [20,21]. Bir grup araştırmacı, halk arasında Kanlıca mantarı olarak bilinen *L. salmonicolor*'m, yüksek oranda p-hidroksibenzoik asit içerdiğini tespit etmiştir ve antioksidan potansiyele sahip olduğunu belirtmiştir

[22]. Yaptığımız bu çalışmada, Karadeniz bölgesinden toplanmış olan *L. salmonicolor* mantarının yapılan yöntemle göre etanolü özütünün ölçülebilir antioksidan aktivitesinin yaklaşık olarak %57 oranında olduğu hesaplanmıştır. Bu açıdan tıbbi değeri yüksek bir besin kaynağı olarak da değerlendirilebilir.

Gıda olarak tüketilen mantarların, zengin fitokimyasal içerikleri, düşük oranda şeker ve yağ içermeleri ve özellikle iyi birer diyet ürünü olmaları nedeni ile ideal bir gıda niteliği taşıdığı bilinmektedir. Ayrıca yenebilen mantarlar, protein ve mineral içeriğinden dolayı kalp ve damar hastalığı için iyi bir besin kaynağı olarak tanınmaktadır. Ayrıca, bu tür mantarlar antibakteriyel, antifungal, antiparazitik, detoksifikasyon ve antidiyabetik özellikleri nedeni ile önem arz etmektedir. Bu çalışmada, yenebilen mantar olarak bilinen *L. delicious* ve *L. salmonicolor*'ın kullanılan yöntemle göre elde edilen etanolü özütlerinin biyolojik aktiviteleri ve fitokimyasal içerikleri incelenmiştir. Bulgular, her iki mantarın da yüksek seviyede biyolojik olarak aktif birçok molekül içerdiğini göstermiştir. Ayrıca, *L. delicious* mantarının GST ve GPx enzimlerini kontrol enzimine göre iyi derecede aktif olması ve yüksek oranda serbest radikal temizleme özelliği, bu mantarın güçlü antioksidan etki gösterme özelliğine sahip olduğunu açıklamaktadır. Dolayısıyla, bu mantarın tıbbi değeri yüksek besin kaynağı ya da gıda takviyesi olarak kullanılması antioksidan savunma sistemini destekleme açısından faydalı olabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 3001 proje kapsamında (Proje No: 116Z125) TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

YAZAR KATKILARI

Kavram: N.D., Ö.Y.; Tasarım: N.D., Ö.Y.; Denetim: N.D., Ö.Y.; Kaynaklar: N.D., Ö.Y.; Malzemeler: Ö.Y.; Veri Toplama ve/veya İşleme: N.D., Ö.Y.; Analiz ve/veya Yorumlama: N.D.; Literatür Taraması: N.D.; Makalenin Yazılması: N.D.; Kritik İnceleme: N.D., Ö.Y.; Diğer: -

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar bu makale için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ETİK KURUL ONAYI

Yazarlar bu çalışma için etik kurul onayının zorunlu olmadığını beyan etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Eberhardt, U., Verbeken, A. (2004). Sequestrate *Lactarius* species from tropical Africa: *L. angiocarpus* sp. Nov. and *L. dolichocaulis* Comb. Nov. Mycological Research, 108(9), 1042-1052. [CrossRef]
2. Verbeken, A., Stubbe, D., Van de Putte, K., Eberhardt, U., Nuytinck, J. (2014). Tales of the unexpected: Angiocarpous representatives of the Russulaceae in tropical South East Asia. Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi, 32, 13-24. [CrossRef]
3. Onbaşılı, D., Çelik, G., Katırcıoğlu, H., Narin, İ. (2015). Antimicrobial, antioxidant activities and chemical composition of *Lactarius delicious* (L.) collected from Kastamonu province of Turkey. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 15(1), 98-103.
4. Ünal, S., Karadeniz, M. (2020). Kastamonu yöresinde tespit edilen *Lactarius* türleri. Ağaç ve Orman, 1(2), 50-58.
5. Shomali Moghaddam, N., Isgor, S.B., Isgor, Y.G., Geven, F., Yıldırım, O. (2015). Evaluation of selected plants for their detoxifying effect via antioxidant defense system enzymes. Fresenius Environmental Bulletin, 24(1), 63-70.
6. Slinkard, K., Singleton, V.L. (1977). Total phenol analyses: Automation and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture, 28, 49-55. [CrossRef]
7. Woisky, R., Salatino, A. (1998). Analysis of propolis: Some parameters and procedures for chemical quality control. Journal of Apicultural Research, 37, 99-105. [CrossRef]

8. Koç, S., İşgör, S.B., İşgör, Y.G., Shomali moghaddam, N., Altuner, E.M., Yıldırım, O. (2015). The potential medicinal value of plants from asteraceae family with antioxidant defense enzymes as biological targets. *Pharmaceutical Biology*, 53(5), 746-751. [\[CrossRef\]](#)
9. Habig, W.H., Pabst, M.J., Jakoby, W.B. (1974). Glutathione-S-transferases the first enzymatic step in mercapturic acid formation. *The Journal of Biological Chemistry*, 249(22-25), 7130-7139. [\[CrossRef\]](#)
10. Paglia, D.E., Valentine, W.N. (1967). Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 70, 158-169.
11. Aebi, H. (1984). Catalase *in vitro*. *Methods Enzymology*, 105, 121-126. [\[CrossRef\]](#)
12. Kidd, P.M. (2000). The use of mushroom glucans and proteoglycans in cancer treatment. *Alternative Medicine Review*, 5, 4-27.
13. Sarikurkcu, C., Tepe, B., Semiz, D.K., Solak, M.H. (2010). Evaluation of metal concentration and antioxidant activity of three edible mushrooms from Mugla, Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 1230-1233. [\[CrossRef\]](#)
14. Wright, J.S., Johnson, E.R., DiLabio, G.A. (2001). Predicting the activity of phenolic antioxidants: theoretical method, analysis of substituent effects, and application to major families of antioxidants. *Journal of the American Chemical Society*, 123, 1173-1183. [\[CrossRef\]](#)
15. Semwal, D.K., Semwal, R.B., Combrinck, S., Viljoen, A. (2016). Myricetin: a dietary molecule with diverse biological activities. *Nutrients*, 8, 90. [\[CrossRef\]](#)
16. Townsend, D.M., Tew, K.D. (2003). The role of glutathione-S-transferase in anti-cancer drug resistance. *Oncogene*, 22, 7369-7375. [\[CrossRef\]](#)
17. Cuia, Q., Wang, J.Q., Assarafc, Y., Rena, L., Gupta, P., Weid, L., Ashby, C.R., Yang, D.H., Chen, Z.S. (2018). Modulating ROS to overcome multidrug resistance in cancer. *Drug Resistance Updates*, 41, 1-25. [\[CrossRef\]](#)
18. Barros, L., Ferreira, M., Queiros, B., Ferreira, I.C.F.R., Baptista, P. (2007). Total phenols, ascorbic acid, β -carotene and lycopene in Portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 103(2), 413-419. [\[CrossRef\]](#)
19. Kosanić, M., Ranković, B., Stanojković, T., Stošić, I., Grujičić, D., Milošević-Djordjević, O. (2016). *Lasallia pustulata* lichen as possible natural antigenotoxic, antioxidant, antimicrobial and anticancer agent. *Cytotechnology*, 68(4), 999-1008. [\[CrossRef\]](#)
20. Ozen, T., Kizil, D., Yenigun, S., Cesur, H., Turkecul, I. (2019). Evaluation of bioactivities, phenolic and metal content of ten wild edible mushrooms from western black sea region of Turkey. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 21(10), 979-994. [\[CrossRef\]](#)
21. Kalogeropoulos, N., Yanni, A.E., Koutrotsios, G., Aloupi, M. (2013). Bioactive microconstituents and antioxidant properties of wild edible mushrooms from the island of Lesbos, Greece. *Food and Chemical Toxicology*, 55, 378-385. [\[CrossRef\]](#)
22. Athanasakis, G., Aligiannis, N., Gonou-Zagou, Z., Skaltsounis, A.L., Fokialakis, N. (2013). Antioxidant Properties of the Wild Edible Mushroom *Lactarius salmonicolor*. *Journal of Medicinal Food*, 16(8), 760-764. [\[CrossRef\]](#)