



Türkiye'den Yabani ve Kültüre Alınmış *Ganoderma lucidum*'un Sulu Ekstraktlarının Antioksidan Özelliklerinin Karşılaştırılması

Haluk ÖZPARLAK, Gökhan ZENGİN¹, Gıyasettin KAŞIK
Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya, Türkiye

Öz: *Ganoderma* cinsi çok eski çağlardan beri insan sağlığı için kullanılmaktadır. *Ganoderma* türleri en önemli tıbbi mantarlardan biri olarak düşünülmektedir ve geleneksel tıpta kanser, hipertansiyon, gastrik ülser, böbrek ve kardiyovasküler hastalıkları içeren çok sayıda rahatsızlığın tedavisinde kullanılmaktadır. Bu çalışma Türkiye'den yabani ve kültüre alınmış *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst.'ın antioksidan özelliklerini karşılaştırmaktadır. Bu çalışmada mantarların sulu ekstraktları değerlendirilmiştir. Ayrıca ekstraktlardaki total fenolik ve flavonoid içerikleri de Folin-Ciocalteu ve $AlCl_3$ yöntemleriyle tespit edilmiştir. Antioksidan aktiviteleri serbest radikal süpürme (DPPH ve ABTS), indirgeme gücü (FRAP ve CUPRAC), fosfomolibdat ve metal şelatlama testleri gibi farklı yöntemlerle araştırılmıştır. Her iki *G.lucidum* ekstraktı orta seviyede antioksidan özelliklere sahiptir. Genel olarak, yabani *G. lucidum* ekstraktı kültür örneğine kıyasla fenoliklerinin yüksek seviyesiyle önemli antioksidan aktiviteler sergilemiştir. Bizim çalışmamızın sonuçları *G. lucidum*'un doğal antioksidan ajanların bir kaynağı olarak gıda ve farmasotik endüstrileri için düşünülebileceğini önermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Ganoderma*, Kültür, Serbest radikal süpürme, Total fenolik, Türkiye, Yabani

Antioxidant Properties of Aqueous Extract of Wild-Grown and Cultivated *Ganoderma lucidum* from Turkey: A Comparative Study

Abstract: The genus *Ganoderma* has used to promote human health since the prehistoric ages. The *Ganoderma* species is considered one of the most important medicinal mushrooms and is traditionally used in the treatment of various ailments, including cancer, hypertension, gastric ulcer, kidney and cardiovascular problems. This work reports the comparison of antioxidant effects of wild-grown and cultivated *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst from Turkey. Water extracts of mushrooms were evaluated in this study. Total phenolics and flavonoids contents present in the extracts were also determined by Folin-Ciocalteu and $AlCl_3$ assays. Antioxidant activities were investigated by using different assays, including free radical scavenging assays (DPPH and ABTS) reducing power (FRAP and CUPRAC), phosphomolybdenum and metal chelating assays. Both *G. lucidum* extracts had moderate antioxidant properties. Generally, wild-grown *G. lucidum* exhibited remarkable antioxidant activity with higher level of phenolics as compared to cultivated samples. Our study results suggested that *G. lucidum* could be considered as a source of natural antioxidant agents for food and pharmaceutical industries.

Keywords: *Ganoderma*, Cultivated, Free radical scavenging, Total phenolic, Turkey, Wild-Grown



Giriş

Oksijenin yaşam için temel öneme sahip olduğu herkes tarafından bilinmektedir. Bununla birlikte oksijen varlığı, organizmadaki biyokimyasal reaksiyonlar sırasında oluşan ve canlı bünyesindeki organik moleküllere zarar veren reaktif oksijen türleri (ROS) denilen yüksek reaktiviteye sahip toksik bir grup radikal oluşumuna yol açar. Bu radikaller, bilhassa oksijenli solunumda elektronların taşıma zincirinde son elektron alıcısı olan oksijene aktarılması esnasında oluşur. Oksijenin tam olarak indirgenmesiyle su son ürün olarak oluşur. Bununla birlikte oksijenin tam olarak indirgenmemesiyle ROS teşekkül eder. ROS içerisinde süperoksit (O_2^-), hidroksil (OH^-) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) yer almaktadır. Radikal terimi yapısında bir veya daha fazla sayıda eşlenmemiş elektron içeren molekül veya molekül grupları için kullanılan bir tanımlamadır (Halliwell ve Gutteridge, 1999). Bu moleküller eşlenmemiş elektron çiftlerinden dolayı oldukça reaktiftirler ve diğer moleküllerle kolaylıkla reaksiyona girerek yeni radikallerin oluşumuna yol açmaktadırlar. Dolayısıyla serbest radikaller nükleik asit, lipid, protein ve karbohidratlarla etkileşerek doku ve hücre hasarının ortaya çıkmasında büyük rol oynarlar (Aruoma, 1996).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, serbest radikallerin pek çok kanser türüne, kardiovasküler hastalıklara, dejeneratif ve kronik hastalıkların gelişmesine sebep olduğunu bildirmektedir (Hou ve ark., 2003). Elbette, canlı bünyesinde serbest radikalleri veya bunların zararlı etkilerini gideren enzimatik savunma sistemi vardır. Bu savunma sistemini katalaz, süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz ve glutatyon redüktaz oluşturmaktadır (Fridovich, 1995). Bununla birlikte insanlar günlük hayatta sigara kullanımı, ilaç kullanımı, kötü beslenme, stres, UV ışınları ve çevre kirliliği gibi çeşitli faktörlere maruz kaldıkları için bu enzimatik savunma sisteminin çalışma kapasitesi bozulmakta, organizmada serbest radikallerin daha fazla birikimi ve dolayısıyla belirtilen zararlı etkilerinin ortaya çıkması söz konusu olmaktadır. Bu sebeple antioksidanlar olarak

nitelendirilen bileşiklerin dışarıdan diyetle alınmaları oldukça önem kazanmaktadır (Halliwell, 1994). Antioksidanlar düşük konsantrasyonlarda okside olabilen moleküllerin oksidasyonunu engelleyen moleküller şeklinde tanımlanmaktadır (Antolovich ve ark., 2002). Antioksidanlar etkilerini dört şekilde gösterirler. i. Serbest oksijen radikallerini etkileyerek onları tutma veya daha az reaktif yeni bir moleküle çevirerek (toplayıcı etki), ii. Serbest oksijen radikalleriyle etkileşip onlara bir hidrojen aktararak aktivitelerini azaltarak veya inaktif şekle dönüştürerek (bastırıcı etki) iii. Serbest oksijen radikallerini bağlayarak zincir reaksiyonlarını kırıp fonksiyonlarını engelleyerek (zincir kırıcı etki), iv. Serbest radikallerin oluşturdukları hasarı onararak (onarıcı etki) (Shahidi, 1996).

Japonya, Kore ve Çin gibi birçok Uzakdoğu ülkesinde yüz yıllardır insanlar tarafından yoğun olarak kullanılan *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst, "Ölümsüzlük Mantarı" ve "Reishi" ve "Ling Zhi" gibi isimlerle de anılmaktadır. *G. lucidum*'un sinir hastalıkları, kronik nefrit, eklem iltihabı, uykusuzluk, astım, gastrik ülser, halsizlik, iştahsızlık, baş dönmesi, kronik karaciğer iltihabı, yüksek tansiyon, mantar zehirlenmeleri, yaşlı bireylerde bronşiyal öksürük ve kolesterol sentezi inhibisyonu gibi birçok hastalığa iyi geldiği bilinmektedir. Ayrıca *G. lucidum* karaciğer yetmezliği, çeşitli kanser türleri, HIV, herpes enfeksiyonları gibi birçok rahatsızlığın tedavisinde kullanıldığından, bilim dünyasının ilgisini çekmekte, çeşitli araştırmalara tabii tutulmakta ve ilaç geliştirmeye katkı sağlamaktadır. *G. lucidum*'un Japonya'da 2005 yılından itibaren kanser ve diğer birçok hastalığın tedavisinde kullanımına Sağlık Bakanlığı tarafından resmi olarak izin verilmiştir. Bunların yanı sıra *G. lucidum* immunolojik ve anti-tümör özelliklerinden dolayı da son yıllarda dikkatleri çekmektedir (Hobbs, 1995; Borchers ve diğ., 1999; Wasser ve Weis, 1999; Kim ve ark., 2004; Berger ve ark., 2004; Huie ve Din, 2004).



Ülkemizde doğal olarak bazı bölgelerde yetişen son yıllarda da kültür yetiştiriciliğiyle de gündeme gelen *G. lucidum* sabun, diş macunu, kapsül şeklinde ve özellikle kahve, çay gibi alternatiflerle insanların kullanımına sunulmuştur. Bu çalışmayla insanların yoğun şekilde tüketimine sunulan *G. lucidum*'un Türkiye'deki yabani ve kültüre alınmış formlarının sulu ekstraktlarının antioksidan özelliklerinin ortaya konması ve karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Mantar materyali ve ekstraktların hazırlanması

Yabani *G. lucidum* örnekleri Karabük-Yenice (Kanyon girişi, 41°08'16K, 032°21'51D, 456 m) ilçesinden toplanmış (Şekil 1) ve teşhis edilerek laboratuarda özel kurutma dolaplarında 40-45°C'de kurutulmuştur. Kültüre alınmış *G. lucidum* örnekleri kurutulmuş ve dilimlenmiş olarak ticari bir işletmeden (GanoTürk-Seyhan, Adana) temin edilmiştir. Kuru örnekler ayrı ayrı değirmende toz haline getirilmiş ve su ekstraktı hazırlamak için 10 g öğütülmüş mantar 300 ml kaynar bidistile suyla 15 dk karıştırılmış ve liyofilize edilmiştir.



Şekil 1. Yabani *Ganoderma lucidum*

Toplam Fenolik Madde Tayini

Mantar ekstraktlarından (2 mg/ml) 250 µl deney tüplerine alınmış ve ardından her bir tüpe 1ml Folin-Ciocalteu reaktifi (1:9 oranında

seyreltilmiş) eklenmiştir. Daha sonra her bir tüpe 750 µl %1'lik Na₂CO₃ çözeltisinden ilave edilmiştir. Bu karışımlar karanlıkta ve oda sıcaklığında 2 saat bekletildikten sonra 765 nm'de absorbansları ölçülmüştür (Shimadzu UV-1800). Tüm işlemler standart olarak kullanılan gallik asit için de gerçekleştirilmiştir. Mantar örneklerinin fenolik madde içeriği g ekstraktta gallik asit eş değeri (mg GAE/g) olarak sunulmuştur (Slinkard ve Singleton, 1977).

Toplam flavonoid madde tayini

Mantar ekstraktlarından (1 mg/ml) 1 ml deney tüplerine konuldu ve ardından her bir tüpe 1ml metanolik AlCl₃ çözeltisi eklendi. 10 dakika bekledikten sonra 415 nm'de karışımın köre karşı absorbansı belirlendi. Tüm işlemler standart flavonoid olan rutin için de yapılarak rutine ait kalibrasyon eğrisi çizildi. Mantar örneklerinin toplam flavonoid madde içerikleri g ekstraktta rutin eş değeri (mg RE/g) olarak sunulmuştur (Berk ve ark., 2011).

DPPH radikal giderme (süpürme) aktivitesinin belirlenmesi

Öncelikle metanolik DPPH çözeltisi %0.004'lük olacak şekilde hazırlanmış, mantar ekstraktlarının 1 ml'si hazırlanan DPPH çözeltisinin 4 ml'siyle karıştırılmıştır. Tüpler ağızları kapatılıp iyice karıştırıldıktan sonra karanlıkta ve oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir. Ardından absorbanslar 517 nm'de okunmuştur. Aynı işlemler troluks için de gerçekleştirilmiş ve mantar örneklerinin DPPH radikalini giderme (süpürme) aktiviteleri g ekstraktta troluks eş değeri (mgTES/g) olarak sunulmuştur (Sarikurkcu, 2013).

ABTS radikal giderme aktivitesinin belirlenmesi

Bu metotta ABTS⁺ radikal katyonu, 7.4 mM ABTS solusyonu ile 2.45 mM potasyum persülfat reaksiyona girmesiyle direkt olarak üretilmiştir. Bu karışım 12-16 saat karanlıkta bekletilerek aktif radikal oluşması sağlanmıştır. Deneyden önce ABTS solüsyonununun 734 nm'de absorbansı 0.700±0.02 olacak şekilde metanolle seyreltilmiştir. Mantar ekstraktlarından 1 ml alınarak ve 2 ml ABTS solüsyonu ile karıştırılmıştır.



Ağızları kapalı şekilde tüpler oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiş ardından örneklerin absorbansları 734 nm'de okunmuştur Aynı işlemler troloks içinde gerçekleştirilmiş ve ekstraktların ABTS katyon radikalini süpürme aktiviteleri troloks eş değer (mgTEs/g) olarak sunulmuştur (Re ve ark., 1999).

FRAP testi

Öncelikle, 0.3 M pH'sı 3.6 olan asetat tamponu, 10 mM TPTZ ve 20 mM FeCl₃'ün 10:1:1 oranında karıştırılmasıyla FRAP reaktifi hazırlanmıştır. Mantar ekstraktlarının 0.1 ml'si hazırlanan FRAP reaktifinin 2 ml'siyle karıştırılarak, oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Bu karışımların absorbansları 593 nm'de okunmuş ve sonuçlar g ekstraktta troloks eşdeğer (mgTE/g) olarak sunulmuştur (Benzie ve Strain, 1996).

CUPRAC testi

Mantar ekstraktlarından 0.5 ml alınarak ve her bir deney tüpüne 1 ml CuCl₂.2H₂O (10 mM), 1 ml amonyum asetat (1 M; pH:7) ve 1 ml neokuproin (7.5 mM) çözeltileri konulmuştur. Ağızları kapalı bir biçimde tüpler karanlıkta ve oda sıcaklığında 30 dakika bekletilerek ardından absorbansları 450 nm'de okunmuştur. Sonuçlar g ekstraktta troloks eşdeğer (mgTE/g) olarak sunulmuştur (Apak ve ark., 2006).

Fosfomolibdat testi

2 mg/ml konsantrasyonunda mantar ekstraktlarından 0.3 ml bir tüpe alınmış ve bunun üzerine reaktif çözeltilisinden (0.6 M H₂SO₄, 28 mM Na₂HPO₄.12H₂O ve 4 mM amonyum molibdat) 3 ml eklenmiştir. İyice karıştırılan tüpler 95°C'de 90 dakika inkübe edilmiş ve ardından çözeltilerin absorbansı 695 nm'de okunmuştur. Tüm işlemler standart antioksidan olarak kullanılan troloks için de uygulanmıştır. Antioksidan aktivite g ekstraktta troloks eşdeğeri (mmolTE/g) olarak sunulmuştur (Prieto ve ark., 1999).

Metal şelatlama aktivitesi

Mantar örneklerinin Fe²⁺ iyonlarını şelatlama kapasitelerini belirlemek için önce içerisinde 2 ml ekstrakt (1 mg/ml) bulunan deney tüplerine 2 mM 0.05 ml FeCl₂ çözeltilisi ilave edilmiştir.

Reaksiyon 0.2 ml 5 mM ferrozin ilavesiyle başlatılmış, tüpler karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 10 dakika inkübasyona bırakılmış ve ardından 562 nm'de absorbans ölçümü gerçekleştirilmiştir. Tüm işlemler şelatlayıcı ajan olan EDTA içinde uygulanmıştır. Sonuçlar g ekstraktta EDTA eş değer (mg EDTAE/g) olarak sunulmuştur (Dinis ve ark., 1994).

Bulgular ve Tartışma

Son yıllarda değişen hayat şartları ve beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak birçok dejeneratif ve kronik hastalığa yakalanma ve bunlardan dolayı ölüm riski oldukça artış göstermiştir. Bu bağlamda bu hastalıklara karşı alternatif tedavi kaynaklarının belirlenmesi bilim dünyasında en popüler konular arasındadır. Sentetik tedavilerin toplumdaki kaygıları ve yan etkileri doğal alternatif tedavi kaynaklarına yönelimi artırmıştır. Bu durumu destekler nitelikte bitkiler ve mantarların biyolojik aktiviteleri üzerine çalışmalar son yıllarda büyük artış göstermiştir (Ozkan ve ark., 2016).

Antioksidan kapasite üzerine yapılan çok sayıda çalışma olmasına rağmen, antioksidan kapasiteyi tümüyle ortaya koyan tek bir metot henüz geliştirilememiştir. Bu bağlamda birden fazla metot kullanılarak antioksidan tablonun tümüyle yorumlanması en doğru yaklaşım tarzıdır. Bu amaçla çalışmamızda yabani ve kültüre alınmış *G. lucidum* ekstraktlarının antioksidan özellikleri farklı antioksidan test sistemleri kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca, ekstraktların toplam fenolik ve flavonoid içerikleri de hesaplanmıştır.

Fenolik bileşikler, antioksidan, antikan- ser veya antimikrobiyal aktivite gibi oldukça geniş yelpazede biyolojik aktiviteleri ile son yılların en fazla dikkat çeken bileşik gruplarından biridir. Bu anlamda *G. lucidum* ekstraktlarının toplam fenolik içeriği spektrofotometrik Folin metoduyla belirlenmiştir. Doğal ortamdan toplanan *G. lucidum* ekstraktı fenolik içerik bakımından kültüre alınmış ekstraktan daha zengindir (Tablo 1).



Tablo 1. *G. lucidum*'un Türkiye'deki yabani ve kültüre alınmış formlarının sulu ekstraktlarının antioksidan özellikleri

Parametreler	Kültür Form	Yabani Form
Toplam fenolik içerik (mgGAE/g ekstrakt)	21.22±0.17	25.58±0.15
Toplam flavonoid içerik (mgRE/g ekstrakt)	0.78±0.14	0.67±0.13
DPPH radikal giderme aktivitesi (mgTE/g ekstrakt)	16.10±0.84	17.67±0.06
ABTS radikal giderme aktivitesi (mgTE/g ekstrakt)	75.39±0.61	83.44±0.23
FRAP aktivitesi (mgTE/g ekstrakt)	38.15±0.59	46.55±0.45
CUPRAC aktivitesi (mgTE/g ekstrakt)	59.91±0.77	78.02±0.69
Fosfomolibdat aktivitesi (mmol TE/g ekstrakt)	0.41±0.06	0.46±0.10
Metal şelatlama aktivitesi (mgEDTAE/g ekstrakt)	8.02±0.05	14.45±0.15

Üç paralel ölçümün ortalaması±standart sapma. GAE: gallik asit eşdeğeri; RE: rutin eşdeğeri; TE: trolox eşdeğeri; EDTAE: EDTA eşdeğeri.

G. lucidum üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda fenolik içerik oldukça farklılık göstermektedir (Kozarski ve ark., 2014; Abdullah ve ark., 2012; Stojković ve ark., 2014; Zengin ve ark., 2015). Bu farklılık fenolik içeriğin coğrafik, iklimsel veya genetik değişikliklere bağlı olarak değişim göstermesiyle açıklanabilir. Fenolik bileşiklerin en önemli gruplarından olan flavonoidlerin total içeriği AlCl₃ metodu ile araştırılmış ve kültür ortamında yetiştirilen örnekten elde edilen ekstraktın flavonoid içeriği daha yüksek seviyede bulunmuştur.

Antioksidan kapasite çalışmalarında genellikle en az bir radikal kullanılarak ekstraktın bu radikali hangi seviyede giderdiği araştırılmaktadır. Bu amaçla en çok kullanılan radikaller DPPH ve ABTS radikalleridir. DPPH radikali stabil bir radikal olup metanolik çözeltisi mor renklidir. Antioksidan maddelerin bu radikale elektron veya hidrojen aktarmalarıyla bu mor renk sarıya dönüşmekte ve bu değişim spektrofotometrik olarak 517 nm'de ölçülmektedir.

ABTS radikali ise potasyum persülfatla muamele sonucu 12-16 saat sonra aktif hale gelmekte ve radikalin koyu mavi rengi

antioksidan maddeler tarafından açılmaktadır. *G. lucidum* ekstraktlarının radikal giderme etkinliği açısından yabani ekstrakt daha güçlü etkinlik sergilemiştir (Tablo 1). Bu durum fenolik içerikle de uyumludur ve birçok çalışmada toplam fenolik içerikle radikal giderme etkinliği arasında bir korelasyonun bulunduğu rapor edilmiştir (Moussi ve ark., 2015; Turumtay ve ark., 2014; Sharmila ve ark., 2016).

İndirgeme gücü antioksidan kapasitenin değerlendirilmesinde önemli bir parametre olup antioksidan bileşiklerin elektron verme yeteneğini yansıtmaktadır. Bu amaçla çalışmamızda CUPRAC ve FRAP testleri uygulanmıştır. CUPRAC testi antioksidan bileşiklerin Cu²⁺-neokuproin kompleksini Cu⁺e indirgemesine ve bu değişimin 450 nm'de ölçülmesine dayanır. FRAP test ise Fe⁺³-TPTZ kompleksinin Fe⁺²ye indirgenmesine ve bu durumun 595 nm'de spektrofotometrik ölçümüne dayanmaktadır. Testin sonuçlarına bakıldığında toplam fenolik içerikle uyumlu olarak yabani ortamdaki toplanan örnekten elde edilen ekstraktın daha güçlü indirgeme potansiyeline sahip olduğu görülmektedir (Tablo 1). Bu durum çeşitli çalışmalarla



da doğrulanmaktadır (Asadi ve ark., 2010; Ye ve ark., 2015). Fosfomolibdat testi asidik ortamda antioksidan bileşiklerin Mo(VI)'yı Mo(V)'e indirgemesine ve oluşan yeşil renkli Mo(V)-fosfat kompleksinin 595 nm'de ölçülmesi prensibine dayanır. Metot kolaylığı, kullanılan kimyasalların ucuzluğu ve özel bir ekipman gerektirmemesi gibi avantajlarından dolayı son yıllarda antioksidan kapasite çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Fosfomolibdat testinin sonuçlarında da diğer test sistemleriyle uyumlu olarak yabancı ortamdan toplanan örnek daha güçlü aktivite sergilemiştir (Tablo 1). Bu durum çeşitli çalışmalarda da rapor edilmiştir (Sihem ve ark., 2015; Shettar ve ark., 2015). Bununla birlikte fosfomolibdat testinde sadece fenolik bileşikler rol almadığı için çeşitli çalışmalarda toplam fenolik içerik ve fosfomolibdat testi arasında negatif bir ilişki olduğu rapor edilmiştir (Albayrak ve ark., 2010).

Geçiş metalleri Fenton ve Haber-Weiss reaksiyonlarıyla hidroksil radikalinin üretiminde bir katalizör gibi rol oynarlar. Hidroksil radikali lipid peroksidasyonun bir başlatıcısıdır ve bu radikalinin etkisiz hale getirilmesi oldukça önemlidir. Bu bağlamda geçiş metallerinin şelatlama yeteneği antioksidan özelliklerin başında gelmektedir. Çalışmamız kapsamında

ekstraktların şelatlama yetenekleri ferrozin testi kullanılarak araştırılmıştır. Testin sonuçlarına göre yabancı örnekten elde edilen ekstraktın şelatlama yeteneği kültür ortamına kıyasla daha yüksektir (Tablo 1). Bu durum ekstraktlardaki fenolik bileşiklerin şelatlama yetenekleriyle açıklanabilir ve çeşitli çalışmaların sonuçları da bunu desteklemektedir (Loizzo ve ark., 2012; Kumari ve ark., 2016).

Günümüzde doğal biyolojik ajanların yeni kaynaklarının tespitinin büyük önem taşıması bu bağlamda yapılacak çalışmalarda hız kazanmıştır. Çalışmamızın sonucunda antioksidan kapasite bakımından yabancı ve kültüre alınan *G. lucidum* sulu ekstraktlarının antioksidan özellikleri belirlenmiş ve yabancı ortamdan toplanan örnekten elde edilen ekstrakt daha güçlü antioksidan etkinlik sergilemiştir. Bu durum yetiştirme ortamlarındaki farklılıktan kaynaklanabilir. Genel itibarıyla doğal ve kültüre alınan *G. lucidum* ekstraktlarının orta düzeyde antioksidan aktiviteye sahip oldukları söylenebilir. Bu noktadan hareketle, *G. lucidum*'un doğal antioksidanların kaynağı olarak başta gıda ve farmakoloji endüstrileri için kullanılabilirliği önerilmektedir. Bununla birlikte, bu ekstraktların *in vivo* deneylerle toksik özelliklerinin araştırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Abdullah N., Ismail S.M., Aminudin N., Shuib A.S., Lau B.F., *Evaluation of selected culinary-medicinal mushrooms for antioxidant and ACE inhibitory activities*, Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2012: 1-12 (2012)
- Albayrak S., Aksoy A., Sagdic O., Hamzaoglu E., *Compositions, antioxidant and antimicrobial activities of Helichrysum (Asteraceae) species collected from Turkey*, Food Chemistry, 119(1): 114-122 (2010).
- Antolovich M., Prenzler P.D., Patsalides E., Mcdonal S., Robards. K., *Methods for testing antioxidant activity*. The Analyst 127: 183-198 (2002).
- Apak R., Guclu K., Ozyurek M., Karademir S.E., Ercag E., *The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas*, International Journal Food Science and Nutrition 57(5-6): 292-304 (2006).
- Aruoma O.I., *Assessment of potential prooxidant and antioxidant actions*, Journal of the American Oil Chemists Society, 73(12): 1617-1625 (1996).
- Asadi S., Ahmadiani A., Esmaeili M.A., Sonboli A., Ansari N., Khodaghali, F., *In vitro antioxidant activities and an investigation of neuroprotection by six Salvia species from Iran: a comparative study*, Food and Chemical Toxicology, 48(5): 1341-1349 (2010).



- Benzie I.F.F., Strain J.J., *The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay*, Analytical Biochemistry, 239(1): 70-76 (1996).
- Berger A., Rein D., Kratky E., Monnard I., Hajjaj H., Meirim I., Piguet-Welsch C., Hauser J., Mace K., Niederberger P., *Cholesterol-lowering properties of Ganoderma lucidum in vitro, ex vivo, and in hamsters and minipigs*, Lipids in Health and Disease, 3: 1-12 (2004).
- Berk S., Tepe B., Arslan S., Sarikurkcü C., *Screening of the antioxidant, antimicrobial and DNA damage protection potentials of the aqueous extract of Asplenium ceterach DC*, African Journal of Biotechnology, 10(44): 8902-8908 (2011).
- Borchers AT., Stern J.S., Hackman R.M., Keen C.L., Gershwin M.E., *Mushrooms, tumors and immunity*, Proceedings of The Society for Experimental Biology and Medicine, 221: 281-293 (1999).
- Dinis T.C.P., Madeira V.M.C., Almeida L.M., *Action of Phenolic Derivatives (Acetaminophen, Salicylate, and 5-Aminosalicylate) as Inhibitors of Membrane Lipid-Peroxidation and as Peroxyl Radical Scavengers*, Archives of Biochemistry and Biophysics, 315(1): 161-169 (1994).
- Fridovich I., *Superoxide radical and superoxide dismutases*, Annual Review of Biochemistry, 64: 97-112 (1995).
- Halliwell B., *Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence*, Lancet, 344: 721-724 (1994).
- Halliwell B., Gutteridge J.M.C., *Free radicals in Biology and Medicine*, 3rd ed., Oxford University Press, New York, USA, pp10-121 (1999).
- Hobbs, C., *Medicinal Mushrooms: An Exploration of Tradition, Healing and Culture*, Botanica Press, Santa Cruz, CA. (1995).
- Hou W.C., Lin R.D., Cheng K.T., Hung Y.T., Cho C.H., Chen C.H., Hwang S.Y., Lee M.H., *Free radical scavenging activity of Taiwanese native plants*, Phytomedicine, 10: 170-175 (2003).
- Huie W.C., Din X., *Chromatographic and electrophoretic methods for Linghzi pharmacologically active components*, Journal of Chromatography B, 812: 241-257 (2004).
- Kim H.W., Shim M.J., Kim B.K., *Ganoderma lucidum (Curt.:Fr.) P. KARST. (Aphyllophoromycetidae) Inhibits Proliferation of Human Peripheral Blood Lymphocytes by blocking interleukin-2 secretions*, International Journal of Medicinal Mushrooms, 2: 313-321 (2004).
- Kozarski M., Klaus A., Nikšić M., Vrvic M.M., Todorović N., Jakovljević D., Van Griensven L.J., *Antioxidative activities and chemical characterization of polysaccharide extracts from the widely used mushrooms Ganoderma applanatum, Ganoderma lucidum, Lentinus edodes and Trametes versicolor*, Journal of Food Composition and Analysis, 26(1): 144-153 (2014).
- Kumari S., Elancheran R., Kotoky J., Devi, R., *Rapid screening and identification of phenolic antioxidants in Hydrocotyle sibthorpioides Lam. by UPLC-ESI-MS/MS*, Food Chemistry, 203: 521-529 (2016).
- Loizzo M.R., Tundis R., Bonesi M., Menichini F., Mastellone V., Avallone L., Menichini F., *Radical scavenging, antioxidant and metal chelating activities of Annona cherimola Mill. (cherimoya) peel and pulp in relation to their total phenolic and total flavonoid contents*, Journal of Food Composition and Analysis, 25(2): 179-184 (2012).
- Moussi K., Nayak B., Perkins L.B., Dahmoune F., Madani K., Chibane, M., *HPLC-DAD profile of phenolic compounds and antioxidant activity of leaves extract of Rhamnus alaternus L.*, Industrial Crops and Products, 74: 858-866 (2015).
- Ozkan G., Kamiloglu S., Ozdal T., Boyacioglu D., Capanoglu, E., *Potential use of Turkish medicinal plants in the treatment of various diseases*, Molecules, 21(3): 257 (2016).
- Prieto P., Pineda M., Aguilar, M., *Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E*, Analytical Biochemistry, 269(2): 337-341 (1999).



):

- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans, C., *Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay*, Free Radical Biology and Medicine, 26(9): 1231-1237 (1999).
- Sarikurkcü C., *Antioxidant activities of solvent extracts from endemic Cyclamen mirabile Hildebr. tubers and leaves*, African Journal of Biotechnology, 10(5): 831-839 (2013).
- Shahidi F., *Natural Antioxidants, Chemistry, Health Effects and Applications*, AOCS Press, Champaign, Illinois (1996).
- Sharmila G., Nikitha V.S., Ilaiyarasi S., Dhivya K., Rajasekar V., Kumar N.M., Muthukumaran C., *Ultrasound assisted extraction of total phenolics from Cassia auriculata leaves and evaluation of its antioxidant activities*, Industrial Crops and Products, 84: 13-21 (2016).
- Shettar A.K., Kotresha K., Kaliwal B.B., Vedamurthy, A.B., *Evaluation of in vitro antioxidant and anti-inflammatory activities of Ximenia americana extracts*, Asian Pacific Journal of Tropical Disease 5(11): 918-923 (2015).
- Sihem D., Samia D., Gaetano P., Sara L., Giovanni M., Hassiba C., Noureddine H.A., *In vitro antioxidant activities and phenolic content in crop residues of Tunisian globe artichoke*, Scientia Horticulturae, 190: 128-136 (2015).
- Slinkard K., Singleton V.L., *Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods*, American Journal of Enology and Viticulture, 28(1): 49-55 (1977).
- Stojković D.S., Barros L., Calhelha R.C., Glamočlija J., Ćirić A., Van Griensven L.J., Ferreira I. C., *A detailed comparative study between chemical and bioactive properties of Ganoderma lucidum from different origins*, International Journal of Food Sciences and Nutrition, 65(1): 42-47 (2014).
- Turumtay E.A., İslamoğlu F., Çavuş D., Şahin H., Turumtay H., Vanholme, B., *Correlation between phenolic compounds and antioxidant activity of Anzer tea (Thymus praecox Opiz subsp. caucasicus var. caucasicus)*, Industrial Crops and Products, 52: 687-694 (2014).
- Wasser S.P., Weis A.L., *Therapeutic effects of substances occurring in higher basidiomycetes mushrooms: a modern perspective*, Critical Reviews in Immunology, 19: 65–96 (1999).
- Ye F., Liang Q., Li H., Zhao G., *Solvent effects on phenolic content, composition, and antioxidant activity of extracts from florets of sunflower (Helianthus annuus L.)*, Industrial Crops and Products, 76: 574-581 (2015).
- Zengin G., Sarikurkcü C., Gunes E., Uysal A., Ceylan R., Uysal S., Güngör H., Aktumsek A., *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: 2794-2802 (2015).