

Suillus granulatus'tan elde edilen etanolik ekstraktın antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi

Ali Soyuçok¹, Mahmut Doğanürk², Orhan Yavuz², Cahit Burak Küçükigci², Ali Kıyak²

¹Süt Ürünleri ve Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur/Türkiye

²Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur/Türkiye

Anahtar Kelimeler:

antimikrobiyal
antioksidan
Suillus granulatus

Key Words:

antimicrobial
antioxidant
Suillus granulatus

Geliş Tarihi : 07.09.2021
Kabul Tarihi : 04.11.2021
Yayın Tarihi : 29.04.2022
Makale Kodu : 992073

Sorumlu Yazar:
A. SOYUÇOK
(alisoyucok@gmail.com)

ORCID
A. SOYUÇOK : 0000-0003-2626-5827
M. DOĞANTÜRK: 0000-0003-1133-6792
O. YAVUZ : 0000-0002-9263-657X
CB. KÜÇÜKİĞCİ : 0000-0001-9317-7013
A. KIYAK : 0000-0002-6631-7778

ÖZ

Çalışmamızda, *Suillus granulatus* mantarının kurumadde ve protein miktarları belirlendikten sonra etanolik ekstraksiyonlarının antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri araştırılmıştır. Serbest radikal süpürme aktivitesi 1-1 difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) yöntemiyle belirlenirken fenolik madde içeriği yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) ile tespit edilmiştir. *S. granulatus* ekstraktının antimikrobiyal aktivitesi *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella Typhimurium*, *Listeria monocytogenes* ve *Pseudomonas florescens* mikroorganizmalarına karşı belirlenmiştir. Çalışmamızda, *S. granulatus* mantarının kuru madde ve protein miktarları sırasıyla % 37.41 ve % 12.84 bulunmuştur. *S. granulatus* mantarının antioksidan kapasiteye sahip olduğu ve fenolik asit bakımından en yüksek miktarda bulunan fenolik bileşenlerin sırasıyla ellajik asit, kafeik asit ve gentisik asit olduğu tespit edilmiştir. *S. granulatus* ekstraktının 64 µg/ml konsantrasyonunun *S. aureus* ve *E. coli* gelişimini tamamen inhibe ederken 32 ve 64 µg/ml konsantrasyonlarının *S. Typhimurium*, *L. monocytogenes* ve *P. florescens*'in gelişimini baskıladığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda *S. granulatus* mantarının antioksidan kapasiteye sahip olduğu ve *S. aureus* ve *E. coli*'ye karşı antimikrobiyal aktiviteye özellik gösterdiği bulunmuştur.

Determination of antioxidant and antimicrobial activities of ethanolic extract from *Suillus granulatus*

ABSTRACT

In this study, dry matter and protein amounts of *Suillus granulatus* mushroom and antioxidant and antimicrobial activities of ethanolic extraction of *S. granulatus* were investigated. Free radical scavenging activity was determined by the 1-1 diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH) method, while the phenolic content was determined by high pressure liquid chromatography (HPLC). Antimicrobial activity of *S. granulatus* extract was determined against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella Typhimurium*, *Listeria monocytogenes* and *Pseudomonas florescens* microorganisms. In our study, dry matter and protein amounts of *S. granulatus* mushroom were found to be 37.41% and 12.84%, respectively. It was found that *S. granulatus* mushroom had antioxidant capacity and the phenolic components with the highest amount of phenolic acid are ellagic acid, caffeic acid and gentisic acid, respectively. It was determined that 64 µg/ml concentration of *S. granulatus* extract completely inhibited the growth of *S. aureus* and *E. coli*, while 32 and 64 µg/ml concentrations suppressed the growth of *S. Typhimurium*, *L. monocytogenes* and *P. florescens*. As a result of the study, it was found that the *S. granulatus* had antioxidant capacity and showed antimicrobial activity against *S. aureus* and *E. coli*.

GİRİŞ

Nüfusun aşırı düzeyde artması, tarım alanların kentselleştirilmesi, sanayileşme, iklim değişikliği, çevre ve su kirliliği gibi faktörler tarım alanlarında verimin düşmesine neden olmaktadır. Yaşanan bu olumsuz durumların önlenmesi için ucuz, kolay ve sağlıklı alternatif gıda kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Protein, mineral ve vitamin bakımından oldukça zengin olan mantarlar, artan gıda ihtiyacının karşılanmasında önemli besin kaynağıdır. Aynı zamanda doğadan doğrudan toplanabilmesi ve kültür ortamında yüksek verimle üretilmesi ile ekonomik katkı açısından da en önemli gıdaların başında gelmektedir (1).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütünün 2017 yılına ait verilerine göre mantar üretiminde dünyada ilk sırayı 7.8 milyon ton üretim hacmiyle Çin, ikinci sırayı 421 bin ton üretim hacmi ile ABD ve üçüncü sırayı ise 303 bin ton üretim hacmiyle Polonya alırken ülkemiz ise 40 bin tonluk üretimiyle 16. sırada yer almaktadır (2). Uygun iklim koşulları, tüketim pazarlarına yakınlık, ucuz hammadde ve insan gücü gibi elverişli koşullara sahip olmasına rağmen Türkiye'de mantar üretimi belirli türlerde yoğunlaşması ve tür çeşitliliğinin sağlanamaması nedenleri ile ülkemiz büyük mantar üreticisi olan diğer ülkelerle rekabet edebilecek seviyeye gelememiştir.

Sağlık üzerine etkileri ve içerdiği besin öğeleri bakımından fonksiyonel gıda olarak değerlendirilen mantar (3), özellikle bileşimindeki elzem amino asitler ve minerallere ek olarak fazla miktarda protein içeriğiyle tüketiciler için oldukça önemli bir besin kaynağı olmuştur (4). Mantarın besleyici rolü yanında terapötik etkileri nedeniyle geleneksel sağlık uygulamalarında uzun zamandan beri kullanılmasına neden olmuştur (5). Yapılan çalışmalar mantarın antikanser (6), antioksidan (7), antimikrobiyal (8), oksidatif strese karşı DNA'yı koruyucu (9), kolesterol düşürücü (10), antiinflamatuarasyon (6), antidiyabetik (11), antiviral (12), antihipertansif (13) ve bağışıklık sistemini destekleyici (14) özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Mantarlar sahip oldukları fizyolojik ve teknolojik özellikler gıda endüstrisinin ilgisini çekmektedir. Mantarın köftelerde sululuk kazandırdığı ve tekstürün gelişmesine yardımcı olduğu (15) ve mürekkep balığından üretilen surimilerde kullanımının ise ürünün besleyiciliğini ve fonksiyonelliğini artırdığı ifade edilmiştir (16). Ayrıca emülsifiye et ürünlerinde, mantar ilavesi ile emülsiyon kalitesinin arttığı (17) ve fosfatların yerini alabileceği (18) yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir. Ayrıca buğday ununa mantardan ilave edilen β -glukan buğday ununun diyet lifi miktarının arttırdığı belirtilmiştir (19).

Dünya üzerinde *Suillus* cinsine ait 50 tür bulunurken Türkiye'de ise *Suillus* spp. ait 12 adet tür tanımlanmıştır (20). *Suillus* cinslerinin Suillinin denilen bir fenolik asidi içermekte ve bu fenolik maddenin insan hepatomu HepG2 hücrelerinde güçlü bir apoptoz indükleyicisi olduğu kanıtlanmıştır (21). Ayrıca *S. collinitus*'tan elde edilen metanolik ekstraktının göğüs kanseri hücreleri üzerinde apoptozise neden olduğu ifade edilmiştir (22). Yapılan diğer bir çalışmada ise *S. luteus*'un farklı çözücüler kullanılarak elde edilen ekstraktların insan akciğer, meme, kolon ve mide kanseri hücreleri üzerinde sitotoksik etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir (23). *S. luteus* türü mantarlar sinamik asit ve protokatesik asit gibi fenolik asitler ile tokoferoller, oleik asit ve linoleik asit gibi biyoaktif yapıları da içermektedir (23). Bu çalışmada *S. granulatus* mantarından elde edilen etanolik ekstraktının antioksidan kapasitesi ve fenolik madde içeriği belirlenerek *in vitro* koşullarda Gram pozitif ve Gram negative bakterilere karşı antimikrobiyal aktiviteleri araştırılmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Burdur ili Kurna mevkinde (1,138 m) toplanan (Mayıs 2018) mantarların teşhisi Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Botanik Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Hasan AKGÜL tarafından yapılmıştır. *S. granulatus* türü mantarın antioksidan, fenolik bileşikler, antimikrobiyal aktivitesi ve protein içeriğinin araştırılması kullanılacak olan mantarlar 40°C'de 24 saat boyunca kurutulduktan mantarlar bir öğütücü (Arzum, Türkiye) yardımıyla toz hale getirilmiş ve -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Kurumadde Analizi

Kurumadde analizi AOAC (1990)'a göre yapılmıştır (24). Oda sıcaklığına soğutulmuş ve sabit tartıma gelen metal kaplara 5 g mantar örneği tartıldı ve sonra örnek bulunan kaplar 105 °C 18 saat boyunca etüvde (Mommert, Almanya) bekletildi. Sabit tartıma gelen örnekler tartıldı ve aşağıdaki denkleme göre yüzde kuru madde miktarı hesaplandı.

$$\% \text{ Kurumadde} = (\text{Son tartım} - \text{dara}) / (\text{Örnek ağırlığı}) * 100$$

Protein Analizi

S. granulatus mantarındaki protein miktarının belirlenmesi toplam azot miktarından yararlanıldı. Toplam azot miktarı, azot tayin cihazı (Dumatherm, Gerhardt, Almanya) kullanılarak belirlendi. Elde edilen toplam azot miktarı mantar için kullanılan azot faktörü olan 4.40 ile çarpılarak % protein değeri elde edildi (25).

S. granulatus ekstraktının elde edilmesi

Öğütülmüş 10 g mantara 50 ml etanol-su (80:20) ilave edilip 24 saat boyunca manyetik karıştırıcıda 200 rpm'de ekstraksiyon işlemine tabi tutuldu. Mantar ekstraktı Whatman No 40 süzgeç kâğıdı ile süzüldü ardından evaporatör cihazı (Hei-Vap, Heidolph, Almanya) ile etanol uzaklaştırıldı ve elde edilen saf mantar ekstraktı -24°C'de analiz öncesine kadar muhafaza edildi (26).

DPPH Aktivitesinin Belirlenmesi

Mantar örneklerinin serbest radikal tutma aktivitesinin belirlenmesinde 1-1 difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikalinin süpürücü metodu kullanıldı. Mantar ekstraktının 2.5, 5, 10, 12.5 ve 25 µg/ml olmak üzere beş farklı dilüsyonu metanol içerisinde hazırlandı. Bu dilüsyonlardan 1 ml alınarak üzerine 4 ml %0.004'lük DPPH çözeltisi ilave edilip vorteksenerek 30 dakika karanlık ortamda inkübe edildi. Süre sonunda 517 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Perkin Elmer, Lambda35, Amerika Birleşik Devletleri) absorbans değerleri ölçüldü (27).

Fenolik Asit Kompozisyonunun Belirlenmesi

Mantar örneği 1 ml mobil faz içerisinde çözündürülerek 0.45 mikron filtreden geçirildi. Analizde LC20 AT pompaya sahip DAD (SPD-M20A) dedektörlü Shimadzu Prominence Marka HPLC (Tokyo, Japonya) sistemi kullanıldı. Analiz 1.3 ml/dk akış hızında, 20 µl enjeksiyon hacminde, 30 °C kolon sıcaklığında yapıldı. Çalışmada Zorbax C18 (250*4.6 mm, 5 mikron) kolonu kullanıldı. Sonuçlar LC Solution (version 1.25, Japonya) bilgisayar paket programı kullanılarak hesaplandı. Çalışmada 13 adet fenolik bileşik (sinamik asit, sirinjik asit, 3,4-dihidroksibenzoik asit, vanilik asit, kafeik asit, ferulik asit, 2,5-dihidroksibenzoik asit, epikateşin, ellajik asit, klorojenik asit, kuersetin, rosmarinik asit ve gallik asit) standart olarak kullanıldı (28).

Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesi

Antimikrobiyal aktivite buyyon dilüsyon yöntemi kullanılarak Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) değerleri belirlendi. MİK testleri *S. aureus* ATCC 25923, *E. coli* ATCC 35150, *S. Typhimurium* ATCC 700408, *L. monocytogenes* RSKK 472 ve *P. fluorescens* ATCC 13525 bakterilerinde gerçekleştirildi. Çalışmada yedi farklı ekstrakt konsantrasyonu (1, 2, 4, 8, 16, 32 ve 64 µg/ml) içeren Mueller Hinton Broth II (Merck, Almanya) besiyeri ve ekstrakt içermeyen Mueller Hinton Broth II besiyeri kullanıldı. Hazırlanan besiyeriler düz tabanlı bir mikropalakaya (Flat bottom, Corning®, Amerika Birleşik Devletleri) her bir kuyucuğa 180 µl olarak dağıtıldı. TSA (Merck, Almanya) geliştirilen taze bakteri kültürlerin tür-

biditesi densitometre yardımıyla (Den-1 Densitometer, Biosan, Letonya) %0.9 NaCl içerisinde 0.5 McFarland yoğunluğunda süspansiyon hazırlandı. Hazırlanan bakteri süspansiyonlarından 20 µl mikropalakadaki besiyeriler üzerine inoküle edildi. İnokülasyon sonucu mikropalakalar 37 °C derece sıcaklıkta 24 saat inkübe edildi. İnübasyon sonucunda mikropalaka okuyucusunda (Epoch, BioTek Amerika Birleşik Devletleri) 600 nm dalga boyunda okuma yapıldı (29).

İstatistiksel Analiz

Çalışmada yapılan bütün analizler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiş olup sonuçlar MS Excel 2016 (Microsoft, Amerika Birleşik Devletleri) paket programı kullanılarak % dağılım testi analizleri gerçekleştirildi. Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak verildi.

BULGULAR

S. granulatus ait kurumadde miktarı % 37.41 ± 0.73, protein değerinin ise % 12,84± 0.12 olduğu tespit edildi. DPPH analizi sonucunda, *S. granulatus* ekstraktının DPPH radikalini süpürme aktivitesi 175. 64 µmol TE/g kuru ağırlık olarak tespit edildi. Antimikrobiyal aktivite sonuçlarına göre *S. granulatus* ekstraktının 64 µg/mL konsantrasyonunda *E. coli* ve *S. aureus* inhibe olurken 16 µg/mL'den daha yüksek konsantrasyonları *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium* ve *P. florescens* gelişimlerini baskıladığı bulundu.

TARTIŞMA

Kurumadde Analizi Sonucu

Dikeman vd. (30) 10 dakikalık pişirme işleminin *Agaricus bisporus*'un ağırlığının % 30 azalmasına neden olduğunu raporlamışlardır. *Suillus* spp.'nin kurumadde değerinin belirlendiği iki farklı çalışmada, *Suillus* spp.'nin kurumadde miktarı % 7 (31) ve % 8.62 (32) olduğu ifade edilmiştir. Diğer mantarlara kıyasla düşük kurumadde ağırlığına sahip *Suillus* mantarı besin öğeleri bakımından *Boletus edulis*, *Cantharellus cibarius* ve *Romaria botrytis*'a benzerlik göstermektedir (33). Bulgularımıza benzer olan bir çalışmada (34), araştırmacılar *S. luteus*'un kurumadde miktarını % 45 olarak tespit edilmiştir.

Protein Analizi Sonucu

2001 yılında yapılan bir çalışmada ise *S. granulatus* mantarının protein içeriğinin % 24.68 olduğu belirtilmiştir (32). 30 adet mantarın protein içeriğinin belirlendiği bir çalışmada (35), araştırmacılar mantarların protein içeriklerinin % 18.32-64.70 aralığında olduğu ve *Suillus* cinsine ait örneklerin protein miktarının ise % 31.16-40.73 arasında değiştini ifade etmişlerdir. Başka bir çalışmada 8 cins arasından en düşük protein içeriğinin (% 16) *S. granulatus*'a ait olduğu ve kültüre edilmiş/edilmemiş mantarlar için protein değerinin % 16-35 aralığında değiştini ifade edilmiştir (31). Benzer bir çalışmada ise *S. luteus*'un protein miktarının % 11 olduğu ve bu değer çalışmamızla kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir (34). *Suillus* spp. cinsine ait mantarlarının protein miktarlarındaki bu değişkenlik hasat öncesi (hasat zamanı, bulunduğu yer ve iklim koşulları) ve pişirme (su miktarının uzaklaşması) gibi bazı parametrelerden kaynaklanmaktadır (34,35).

DPPH Analizi Sonucu

Yapılan çalışmalar diğer mantarlara kıyasla *Suillaceae* ailesine ait üyeleri daha düşük antioksidan aktivite gösterdiğini raporlamışlardır (33,36). *Suillus* ekstraktının antioksidan aktivitesi içermiş olduğu fenolik bileşenlerden kaynaklanmaktadır (37). Jaworska vd. (34) taze *S. luteus* mantarının metanol ile ekstraksiyonu sonucunda elde ettiği ekstraktın DPPH aktivitesini 3.48 mmol TE olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bir çalışmada *Suillus* ekstraktının etanol ve metanol çözücülerindeki DPPH aktiviteleri araştırmıştır (37). Araştırmacılar en yüksek DPPH aktivitesi sırasıyla metanol ve etanol çözücülerinde bulunmuş ve *Suillus* ekstraktının BHT'den daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu ifade etmişlerdir. İki *Suillus* türünün antioksidan kapasitesinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, *S. collinitus* ve *S. mediterraneanis* cinslerinin IC₅₀ değerleri farklılık gösterdiğini en yüksek antioksidan aktivite *S. mediterraneanis* cinsinde tespit edilmiştir (36).

Fenolik Asit Analizi Sonucu

Çalışmamızda *Suillus* ekstraktında kuersetin, rutin, vanilik ve ferulik asit tespit edilmemiştir. *Suillus* ekstraktının 70 ppm konsantrasyonda ellajik asit içerdini ve daha sonra en yüksek bulunan fenolik yapıların kafeik (7.52 ppm) ve gentisik asit (4.55 ppm) olduğu tespit edilmiştir. *Suillus* ekstraktında tespit edilen epikateşin asit, klorojenik asit, gallik asit, narginin asit, monohidrobenzoik asit, p-kumarik asit ve sinamik asit konsantrasyonlarının 0 ile 1 ppm arasında değişken olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada 9 farklı cins mantar olmak üzere toplam 32 yenilebilir yabancı mantarın fenolik madde içeriği araştırmıştır (38). Araştırmacılar *S. bellini* ve *S. granulatus* türlerinde bulunan başlıca fenolik bileşenin şikimik asit olduğunu belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada *S. collinitus*'un etanolik ekstraktında 5.2 ppm protokateşin asit, 14.1 ppm hidrobenzoik asit ve 1.3 ppm sinamik asit bulunduğunu ifade edilmiştir (22). Benzer çalışmalarda, *S. granulatus* türünde bulunan başlıca fenolik bileşen hidroksibenzoik asit olduğu tespit edilirken (39), *S. luteus* türünde kafeik asit olduğu ifade edilmiştir (34). Reis vd. (40) yaptıkları çalışmada Sırbistan ve Portekiz'de bulunan *S. granulatus* türünün fenolik bileşen kompozisyonunu araştırmışlardır. Araştırmacılar Portekiz'de bulunan *S. granulatus* türünün daha yüksek fenolik madde içeriğini ve gallik asit, hidroksibenzoik asit ve sinamik asit bakımından daha zengin olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan benzer bir çalışmada, *S. granulatus*'un % 20'lik metanol ekstraktında fumarik asit (48.38 ppm) ve kateşin hidrat (16.59 ppm) bulunan en yüksek fenolik maddeler olduğu ifade edilmiştir (41).

Antimikrobiyal Aktivite Sonuçları

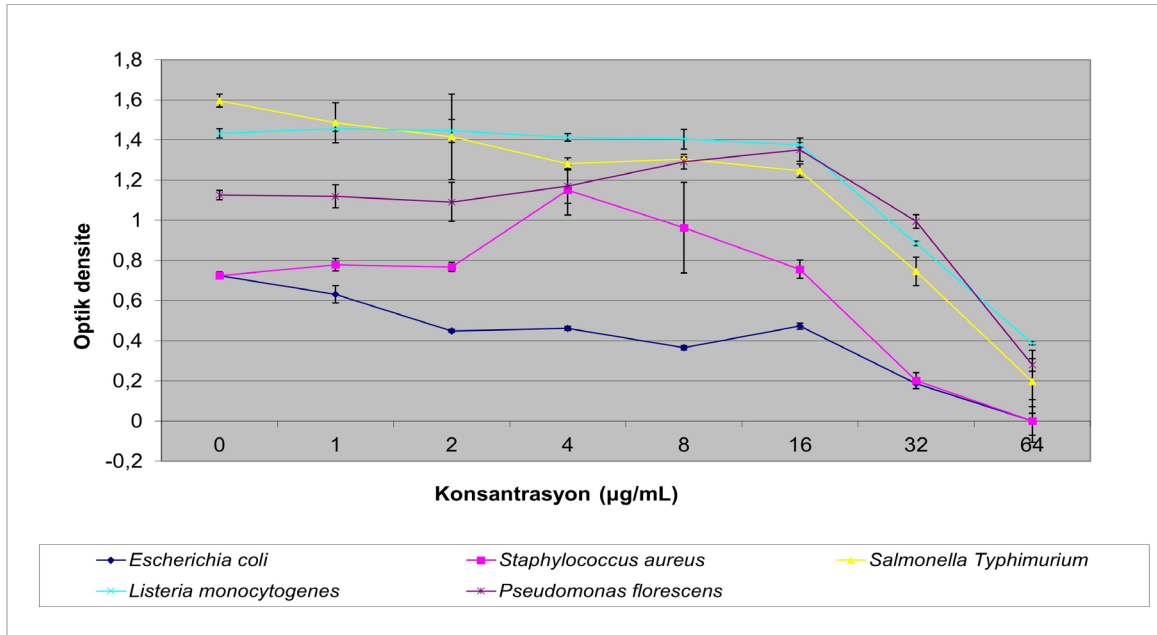
Yapılan MİK testi sonuçlarına göre test edilen *S. aureus* ve *E. coli* suşları üzerinde 64 µg/ml konsantrasyonda tamamen inhibisyon gerçekleştiği tespit edilmiştir. Diğer üç test edilen bakteride ise bu çalışma için en yüksek konsantrasyon olan 64 µg/mL değerinde bakteri gelişiminin baskılandini gözlemlenmektedir. Diğer mikroorganizmalara kıyasla *S. aureus* ve *P. florescens* suşlarında *Suillus* ekstraktı miktarı artıkça optik densitelerde artış meydana geldiği bulundu. Meydana gelen artış mikroorganizmanın *S. granulatus* ekstraktının varlığına karşı gösterdiğini bir direnç mekanizması olarak düşünülmüştür. Tüm bakteriler için

16 µg/ml konsantrasyon değerinde ise üremenin baskılanmaya başladığı konsantrasyon olarak değerlendirilebilir (Şekil 1).

Yamaç ve Bilgili tarafından 2006 yılında yayınlanan bir çalışmada *S. collitinus* türünün antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. Bu çalışmada araştırmamıza benzer olarak *E. coli* (250 µg/ml), *S. Typhimurium* (125 µg/ml), *P. aeruginosa* (Tespit edilememiş) ve *S. aureus* (25 µg/ml) MİK değerleri tespit edilmiştir (42). Bu çalışmada *E. coli*, *S. Typhimurium* ve *P.*

SONUÇ

Çalışmamızda Burdur'da bulunan *S. granulatus*'un antioksidan ve antimikrobiyal özelliği araştırılmıştır. Elde ettiğimiz bulgular *S. granulatus* mantarının serbest radikal süpürme aktivitesine sahip olduğu ve fenolik madde içeriği bakımından literatürden farklı olarak ellajik asit ve gentisik asit miktarlarının yüksek olduğu bulunmuştur. Antimikrobiyal aktivite verilerine göre 64 µg/ml *S. granulatus* ekstraktı konsantrasyonu *S. aureus*



Şekil 1. *Suillus granulatus* ekstraktının bazı patojen bakteriler üzerindeki etkileri
Figure 1. Effects of *Suillus granulatus* extract on some pathogen bacteria

aeruginosa için çalışmamıza göre çok daha düşük antimikrobiyal etki gözlemlenmiştir. *E. coli* ve *S. Typhimurium* için bu kadar yüksek farkların sebebi kullanılan bakteri suşlarının aynı olmaması veya kullanılan mantar türünün aynı olmaması olarak açıklanabilir. Çalışmada kullanılan ve antimikrobiyal etkinin tespit edilemediği *P. aeruginosa* yerine çalışmamızda kullanılan *P. florescens* türünde antimikrobiyal etki tespit edilmiştir. Burada aynı cinse ait farklı türler üzerinde antimikrobiyal etkinin değişken olabileceği sonucu gözlemlenmiştir. *S. aureus* için ise her iki çalışmada da aynı bakteri suşu kullanılmasına rağmen sonuçlar arasında fark vardır. Burada önemli etkinin mantar türünden kaynaklandığı düşünülmektedir. Shen vd. (43), *Suillus* cinsi mantarlarda yaptığı antimikrobiyal çalışmada *L. monocytogenes* türünde antimikrobiyal etki tespit edememiştir. Çalışmamızda ise *L. monocytogenes* türünün gelişimi düşürdüğü gözlemlenmiştir. Klančnik vd. (44), Slovenya'dan toplanan yabancı mantar örnekleri yapılan çalışmada *E. coli* türü için MİK değerleri *S. variegatus* ve *S. granulatus* türlerinde sırasıyla 95 ve 62 µg/ml olarak tespit edilmiştir. *S. granulatus* türü çalışmamızla benzer sonuç gösterirken *S. variegatus* türü daha yüksek MİK değeri vermiştir. *E. coli* için farklı bölgelerde benzer sonuçlar çıkması antimikrobiyal etki ile bölgesel farklılık arasında bir ilişki olmadığını göstermiştir.

ve *E. coli* gelişimini tamamen inhibe ettiği tespit edilmiştir. 16 µg/ml'den daha yüksek *S. granulatus* ekstraktı konsantrasyonları *S. Typhimurium*, *L. monocytogenes* ve *P. florescens* gelişimini baskıladığı tespit edilmiştir. Çalışmamız sonucunda *S. granulatus* mantarının gıda, kozmetik ve farmakoloji alanları için alternatif bir doğal kaynak olabileceği düşünülmektedir

BEYANNAMELER

Etik onay

Çalışmada herhangi bir deney hayvanı kullanılmaması nedeniyle etik kurul raporuna gerek bulunmamıştır.

Finansman

Bu araştırma, kamu, ticari veya kar amacı gütmeyen sektörlerdeki finansman kuruluşlarından herhangi bir özel hibe almamıştır.

Veri kullanılabilirliği

Bu çalışmanın bulgularını destekleyen veriler makul talep üzerine sorumlu yazardan temin edilebilir.

Çıkar çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Yazar Katkıları

Fikir, Kavram ve Tasarım: MD

Veri Toplama ve Analiz: AS, MD, OY, CBK, AK

Makalenin Yazımı: AS, MD, OY

Eleştirel İnceleme: AS

Teşekkür

Laboratuvar alt yapısının kullanıldığı Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne teşekkür eder ve mantar türünün teşhisi sağlayan Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Botanik Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Hasan AKGÜL'e şükranlarımızı sunarız.

KAYNAKLAR

1. Akgül H, Sevindik M, Akata I, Altuntaş D, Bal C, Dođan M. *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer. Mantarının Ağır Metal İçeriklerinin ve Oksidatif Stres Durumunun Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2016; 20(3): 504-508.

2. FAO (Food and Agricultural Organization). 2020. <http://www.fao.org/3/y5489e/y5489e00.htm>, (Erişim tarihi: 07.01.2021)

3. Akgül H, Sevindik M, Coban C, Alli H, Selamođlu Z. New approaches in traditional and complementary alternative medicine practices: *Auricularia auricula* and *Trametes versicolor*. *J Tradit Med Clin Naturop*. 2017; 6(239): 1-4.

4. Sevindik M, Bal C, Akgül H. Comparison of Antioxidant Potentials of the Wild and Cultivated Forms of Edible *Pleurotus ostreatus* and *Agaricus bisporus* Mushrooms. *Türk Yaşam Bilimleri Dergisi*. 2018; 3(2):263-266.

5. Öztürk A, Çopur Ö U. Mantar bileşenlerinin teröpatik etkileri. *Bahçe*. 2009; 38(1), 19-24. 2009.

6. Ma L, Chen H, Dong P, Lu X. Anti-inflammatory and anticancer activities of extracts and compounds from the mushroom *Inonotus obliquus*. *Food Chem*. 2013; 139(1-4): 503-508.

7. Cheung L M, Cheung P C, Ooi V E. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food Chem*. 2003; 81(2): 249-255.

8. Alves M J, Ferreira I C, Dias J, Teixeira V, Martins A, Pintado M. A review on antimicrobial activity of mushroom (Basidiomycetes) extracts and isolated compounds. *Planta med*. 2012; 78(16): 1707-1718.

9. Park Y K, Lee H B, Jeon E J, Jung H S, Kang M H. Chaga mushroom extract inhibits oxidative DNA damage in human lymphocytes as assessed by comet assay. *Biofactors*. 2004; 21(1-4): 109-112.

10. Bobek P, Ginter E, Jurčovičová M, Kuniak L. Choles-

terol-lowering effect of the mushroom *Pleurotus ostreatus* in hereditary hypercholesterolemic rats. *Ann Nutr Metab*. 1991; 35(4): 191-195.

11. Friedman M. Mushroom polysaccharides: chemistry and antiobesity, antidiabetes, anticancer, and antibiotic properties in cells, rodents, and humans. *Foods*. 2016; 5(4): 80.

12. Teplyakova T V, Psurtseva N V, Kosogova T A, Mazurkova N A, Khanin V A, Vlasenko V A. Antiviral activity of polyporoid mushrooms (higher Basidiomycetes) from Altai Mountains (Russia). *Int j med mushrooms*. 2012; 14(1).

13. Talpur N A, Echard B W, Fan A Y, Jaffari O, Bagchi D, et al. Antihypertensive and metabolic effects of whole Maitake mushroom powder and its fractions in two rat strains. *Mol cell biochem*. 2002; 237(1-2): 129-136.

14. Liu F, Ooi V E C, Liu W K, Chang S T. Immunomodulation and antitumor activity of polysaccharide-protein complex from the culture filtrates of a local edible mushroom, *Tricholoma lobayense*. *Gen Pharmacol*. 1996; 27(4): 621-624.

15. Chun S, Chambers I V, Edga R, Chambers D. Perception of pork patties with shiitake (*Lentinus edode* P.) mushroom powder and sodium tripolyphosphate as measured by Korean and United States consumers. *J Sens Stud*. 2005; 20(2): 156-166.

16. Im Chung S, Kim S Y, Nam Y J, Kang M Y. Development of surimi gel from king oyster mushroom and cuttlefish meat paste. *Food Sci Bio*. 2010; 19(1): 51-56.

17. Kurt A, Gençcelep H. Enrichment of meat emulsion with mushroom (*Agaricus bisporus*) powder: Impact on rheological and structural characteristics. *J Food Eng*. 2018;237: 128-136.

18. Choe J, Lee J, Jo K, Jo C, Song M, Jung S. Application of winter mushroom powder as an alternative to phosphates in emulsion-type sausages. *Meat Sci*. 2018; 143: 114-118.

19. Kim J, Lee S M, Bae I Y, Park H G, Gyu Lee H, et al. (1-3) (1-6)-β-Glucan-enriched materials from *Lentinus edodes* mushroom as a high-fibre and low-calorie flour substitute for baked foods. *J Sci Food Agric*. 2011; 91(10): 1915-1919.

20. Sarwar S, Khalid A N. Diversity and phylogeny of suillus (suillaceae; boletales; basidiomycota) from coniferous forests of pakistan. *Int J Agric Biol*. 2014; 16(3): 489-497.

21. Liu F Y, Luo K W, Yu Z M, Co N N, Wu S H, Wu P W, et al. Suillin from the mushroom *Suillus placidus* as potent apoptosis inducer in human hepatoma HepG2 cells. *Chem Bio Interact*. 2009; 181: 168-174.

22. Vaz J A, Ferreira I C F R, Tavares C, Almeida G M, Martins A, Vasconcelos H M. *Suillus collinitus* methanolic extract increases p53 expression and causes cell cycle arrest and apoptosis in a breast cancer cell line, *Food Chem*. 2012; 135(2): 596-602,

23. Reis F S, Heleno S A, Barros L, Sousa M J, Martins A, Santos-Buelga C. Toward the antioxidant and chemical charac-

terization of mycorrhizal mushrooms from Northeast Portugal. *J Food Sci.* 2011; 76: 824–830.

24. AOAC. 1990. Official Methods of Analyses. Association of Official Analytical Chemist. IAC, Arlington, VA, USA.

25. Doğantürk M, Gürlek M E. Yetiştiricilikte Alternatif Gübre Olarak En Çok Tercih Edilen İki Salyangoz (*Helix aspersa* ve *Achatina fulica*) Gübresinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 2019; 9(2): 144-150. 2019.

26. Selani M M, Contreras-Castillo C J, Shirahigue L D, Gallo C R, Plata-Oviedo M, Montes-Villanueva N D. Wine Industry Residues Extracts as Natural Antioxidants in Raw and Cooked Chicken Meat During Frozen Storage. *Meat Sci.* 2011; 88: 397-403.

27. Erdoğan S, Soylu M K, Başer K H C. Bazı yabancı mantarların antioksidan özellikleri. *Neşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi.* 2017; 6: 254-260.

28. Gomes T, Caponio F, Alloggio V. Phenolic compounds of virgin olive oil: influence of paste preparation techniques. *Food Chem* 1999; 64: 203-209.

29. Demirtas A, Ozturk H, Sudagidan M, Keyvan E, Yavuz O, Gulay O Y, et al. Effects of commercial aldehydes from green leaf volatiles (green odour) on rumen microbial population and fermentation profile in an artificial rumen (Rusitec). *Anaerobe.* 2019; 55: 83-92.

30. Dikeman C L, Bauer L L, Flickinger E A, Fahey G C. Effects of stage of maturity and cooking on the chemical composition of select mushroom varieties. *J Agric Food Chem.* 2005; 53: 1130–1138.

31. Ouzouni P, Riganakos K. Nutritional value and metal content profile of Greek wild edible fungi. *Acta Alimentaria,* 2007; 36(1): 99-110.

32. Petrovska B B. Protein fraction in edible Macedonian mushrooms. *Europ Food Res Tech.* 2001; 212(4): 469-472.

33. Pereira E, Barros L, Martins A, Ferreira I C. Towards chemical and nutritional inventory of Portuguese wild edible mushrooms in different habitats. *Food Chem.* 2012; 130(2): 394-403.

34. reG, Pogoń K, Bernaś E, Skrzypczak A, Kapusta I. Vitamins, phenolics and antioxidant activity of culinary prepared *Suillus luteus* (L.) Roussel mushroom. *LWT.* 2014; 59(2): 701-706.

35. Uzun Y, Gen H, Tun Y, Demirel K. Determination of protein and nitrogen fractions of wild edible mushrooms. *Asian Journal of Chemistry.* 2009; 21(4): 2769. 2009.

36. Heleno S A, Barros L, Sousa M J, Martins A, Ferreira I C F R. Tocopherols composition of Portuguese wild mushrooms with antioxidant capacity. *Food Chem.* 2010; 119:1443-1450.

37. Aytar E C, Akata İ, Açık L. Antioxidant, Antimicrobial and Anti-Proliferative Activity Of *Suillus Luteus* (L.) Roussel

Extracts. *Journal Of Faculty Of Pharmacy Of Ankara University.* 2020; 44(3): 373-387.

38. Ribeiro B, Rangel J, Valentao P, Baptista P, Seabra R M, Andrade P B. Contents of carboxylic acids and two phenolics and antioxidant activity of dried Portuguese wild edible mushrooms. *J Agric Food Chem.* 2006; 54(22): 8530-8537.

39. Ribeiro B, Andrade P B, Silva B M, Baptista P, Seabra R M, Valentão P. Comparative study on free amino acid composition of wild edible mushroom species. *J Agric Food Chem.* 2008; 56(22): 10973-10979.

40. Reis F S, Stojković D, Barros L, Glamočlija J, Ćirić A, Soković M, et al. Can *Suillus granulatus* (L.) Roussel be classified as a functional food. *Food & function.* 2014; 5(11): 2861-2869.

41. Çayan F, Deveci E, Tel-Çayan G, Duru M E. Identification and quantification of phenolic acid compounds of twenty-six mushrooms by HPLC–DAD. *Journal of Food Measurement and Characterization.* 2020; 14(3): 1690-1698.

42. Yamaç M, Bilgili F. Antimicrobial activities of fruit bodies and/or mycelial cultures of some mushroom isolates. *Pharm biol.* 2006; 44(9): 660-667.

43. Shen H S, Shao S, Chen J C, Zhou T. Antimicrobials from mushrooms for assuring food safety. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2017; 16(2): 316-329.

44. Klančnik A, Megušar P, Sterniša M, Jeršek B, Bucar F, Smole Možina S, et al. Aqueous Extracts of Wild Mushrooms Show Antimicrobial and Antiadhesion Activities against Bacteria and Fungi. *Phytother Res.* 2017; 31(12): 1971-1976.