



Geliş(Received) :11/07/2018
Kabul(Accepted) :31/10/2018

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708mantar.442578

Cam Kavanozda Yetiştirilen Shiitake (*Lentinula edodes*) Mantarının Bazı Morfolojik Özellikleri ve Antibakteriyel Performansı

Elif Ayşe ERDOĞAN ELİUZ

Mersin Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu,
Gıda Teknolojileri Bölümü, Mersin, Türkiye
Orcid ID:0000-0003-4317-3000/ eliferdogan81@gmail.com

Öz: Bu çalışmanın amacı, cam kavanozda gürgen talaşı ile buğday kepeği karışımından hazırlanan yetiştirme ortamında yetiştirilen Shiitake (*Lentinula edodes* Berk.) mantarının bazı morfolojik özelliklerini ve antibakteriyel performansını belirlemektir. Çalışmamızda cam kavanozlar içerisinde hazırlanan yetiştirme ortamlarında mantar üretimi gerçekleştirildi. Elde edilen mantarlardan hazırlanan DMSO' lu (%10) ekstraktın *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* üzerine antibakteriyel aktiviteleri spektrofotometrik broth mikrodilüsyon yöntemi kullanılarak araştırıldı. Buna göre, en düşük aktivite *B. subtilis* (71.28 g/ml) bakterisi üzerine iken, en yüksek aktivite *P. aeruginosa* (7.86 g/ml) üzerine bulundu. Sonuç olarak, cam kavanozda yetiştirilen Shiitake mantarının diğer yöntemlerle üretilen mantar tiplerine morfolojik olarak yakın özellikler taşıdığı ve patojen bakterilere karşı antimikrobiyal etkinliğe sahip olduğu belirlendi.

Anahtar kelimeler: Shiitake (*Lentinula edodes*), Antibakteriyel, Mikrodilüsyon, Gürgen talaşı

Some Morphological Properties and Antibacterial Performance of Shiitake (*Lentinula edodes*) Mushroom Grown in Glass Jar

Abstract: The objective of this study was to determine some morphological characters and antibacterial performance of Shiitake (*Lentinula edodes*) mushroom grown in the growing medium prepared from a mixture of hornbeam sawdust and wheat bran in the glass jar. In our work, mushroom production was carried out in the growing media prepared in glass jars. Antibacterial activities of the extract prepared in DMSO (10%) from the obtained mushrooms on *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Klebsiella pneumoniae* and *Staphylococcus aureus* were investigated using spectrophotometric broth microdilution method. Accordingly, the highest activity was found *P. aeruginosa* (7.86 mg/ml) while the lowest activity was on *B. subtilis* (71.28 g/ml). As a result, it was determined that Shiitake mushroom grown in glass jar has morphologically close features to mushroom types grown by other methods and has antimicrobial activity against pathogenic bacteria.

Key words: Shiitake (*Lentinula edodes*), Antibacterial, Microdilution, Hornbeam sawdust



Giriş

Shiitake mantarı (*L. edodes* (Berk.) Pegler 1976) sistematik olarak *Basidiomycetes* sınıfına ait, şapkalı bir mantar türüdür (Ağaoğlu ve ark. 1991). Shiitake dünyanın en önemli üçüncü kültürü yapılan yenen mantar türüdür. Türkiye'de de dünya mantar üretimine benzer olarak *Agaricus* cinsi %86 oranı ile birinci sırada, %10 oranı ile *Pleurotus* türleri ikinci ve %3 ile *Lentinula edodes* türü üçüncü sırada yer almaktadır. Türkiye'de *Pleurotus* türleri ve *L. edodes* ile ilgili akademik çalışmalar 1990'lı yıllarda yapılmaya başlanmış olmasına rağmen, bu türlerin ticari yetiştiriciliği 2010 yılından sonra hız kazanmıştır (Eren ve Pekşen, 2016).

Türkiye'de kültür mantarı üretim miktarının cinslere dağılımı incelendiğinde *Agaricus* cinsi %86 oranı ile birinci sırada, %10 oranı ile *Pleurotus* türleri ikinci ve %3 ile *Lentinula edodes* türü üçüncü sırada yer almaktadır (Eren ve Pekşen, 2016). Bu mantar, kültüre alınabilen bir mantardır ve suni metotlar ile kültüre alma çalışmaları üzerine giderek çeşitli yöntemler geliştirilmektedir (Royse ve Sanchez, 2007). Shiitake kültür çalışmalarının başladığı ülkeler olan Japonya ve Çin dışında Kore, Rusya, Amerika ve İtalya gibi diğer ülkelerde de doğal olarak yetişmektedir. Bu ülkelerde daha çok lezzet yönünden tercih edilse de tıbbi önemi giderek artmaktadır (Wasser and Weis, 1999; Manzi ve ark, 2001).

Shiitake mantarının çok önemli biyolojik aktiviteye sahip bileşenlerinin olduğu bir çok çalışma ile gösterilmiştir. İçeriğindeki beta-glukan benzeri polisakkarit, lentinan olarak bilinmekte, mantardan sulu ekstraksiyon yöntemiyle elde edilebilmektedir. Molekül, β -glukandan farklı olarak, β -1,3 ve β -1,6- D gluklan şeklindedir ve 3'lü sarmal yapıdadır (Bohn ve BeMiller, 1995; Manzi and Pizzoferrato, 2000). Sahip olduğu eritadenin proteini ise, 2,3-dihidroksi-4-(9- adenil-butirik) asittir ve hipokolesteromik özelliğinin keşfedilmesi ile farmakoloji alanında önemli bir yere sahiptir. Shiitake mantarı, içerdiği lentinan ve eritadenin bileşikleri yanında vitamin, D, B2, B12, yağ asitleri ve önemli mineraller ile bir çok sağlık problemlerini engelleme özelliğine sahiptir. Metanol, etanol gibi farklı metotla elde edilen ekstraktlarının antitümör, antiviral, antioksidant, antimikrobiyal ve afrodizyak etkileri ortaya çıkarılmış, hatta insan sağlığına olan faydası nedeniyle uzun yaşamın sırrı olarak anılmıştır. (Hasegawa ve ark. 2005; Choi ve ark. 2006; Enman ve ark. 2007; Hearst ve ark. 2009; Woldegiorgis ve ark. 2014). Ayrıca mantarın degradasyon yeteneğinden faydalanılarak lakkaz, peroksidadaz gibi ekstrasellüler enzimleri ekstrakte edilmiştir. Bu yönü ile çevre kirliliğine sebep olan atıkların

parçalanmasında ve diğer sanayi kollarında kullanılabileceği bilinmektedir (Moreira ve ark. 2000; Nagai ve ark. 2002).

Bu çalışmada, cam kavanozda gürgen talaşı ile buğday kepeği karışımından hazırlanan yetiştirme ortamında Shiitake (*Lentinula edodes*) mantarı geliştirildi ve bazı morfolojik özellikleri ile antibakteriyel performansını belirledi.

Materyal ve Metot

Saf kültürün elde edilmesi

Shiitake (*L. edodes*) mantarı Agroma Mantar Üretim Çiftliği'nden temin edilmiştir. Laboratuvara getirildikten sonra saf misel elde edilmesinde doku kültüründen yararlanılmıştır. Mantarın spor izleri alınmış ve sporlar MEA (Malt Ekstrakt Agar) içeren petrilere ekilmiştir. Kontaminasyonun olmadığı miseller saf kültür olarak kullanılmıştır (Kibar ve Pekşen, 2011).

Tohumluk misel üretimi

Tohumluk misel (spawn) gelişimi için, meşe odun yongaları kullanılmıştır. Meşe odun yongalarının nemi %70'e, pH'sı 5'e ayarlandıktan sonra 250 mL'lik cam kavanozlara doldurulmuş ve kavanozlar 1,5 saat boyunca 121°C'de sterilize edilmiştir. Ardından oda sıcaklığında soğutulan kavanozlara miseller aşılacaktır. Tohumluk misel üretimi sırasında inkübasyon odasının sıcaklığı 22-26°C olarak ayarlanmıştır. Yaklaşık 1,5-2 ay sonra kavanozlarda misel gelişimi tamamlanmış, bu miseller mantar üretim çalışmasında tohumluk misel olarak kullanılmıştır.

Mantar üretimi

Çalışmada Shiitake mantar üretiminde %75 gürgen talaş, %25 buğday kepeği karışımından hazırlanan yetiştirme ortamı kullanılmıştır (kg/kg). Karışım homojen olarak karıştırılarak %65-70 nem olacak şekilde ıslatılmıştır. Yetiştirme ortamının pH'sı kalsiyum karbonat ilave edilerek 5.5-6.0'a ayarlanmıştır. Hazırlanan yetiştirme ortamları 1,5 kg olacak şekilde kavanozlara doldurulmuş ve otoklavda 1,5 saat boyunca 121 derecede steril edilmiştir. Sterilizasyondan sonra 20-25°C'ye soğuyan ortamlara 50 gr misel aşılacaktır. Aşılardan sonra kavanozlar 22-26°C'de 60-80 gün boyunca karanlık ortamda inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra yetiştirme ortamları kavanozlardan çıkarılmış ve primordium oluşumu teşvik edilmiştir. Bunun için, miselle sarılmış kompostlar 0-4°C arasında 24 saat boyunca şoklanmıştır. Şoklama işlemi tamamlandıktan sonra; iklimlendirme ünitesi sıcaklığı 16-18°C'ye, nemi % 80-90'a ayarlanmış; günde 2-4 saatlik



havalandırma ve 4-8 saatlik ışık (10 lüks) ile mantar oluşumu teşvik edilmiştir (Ağaoğlu ve ark. 1991; Boztok ve Erkip, 2002; Philippoussis ve ark., 2007). Mantar ağırlığı 5 adet mantarın sapı ile birleştiği noktadan kesilerek tartılıp 5'e bölünmesiyle, sap uzunlukları, sap kalınlıkları, şapka genişlikleri ve şapka kalınlıkları ise kumpas yardımıyla ölçülüp kaydedildi ve ortalamaları alınarak hesaplandı.

Mantar ekstraksiyonu

Hasat edilen *L. edodes* mantarları küçük parçalar halinde doğranarak parçalara ayrılmış ve -80°C'de saklanmıştır. Daha sonra dondurulup -50 °C'de vakum altında 72 saat boyunca (5 µHg) liyofilizatörde kurutulmuştur. Kurutulmuş mantardan 100 gr alınarak 1 ml'lik çözücüde (%10 DMSO) 24 saat boyunca çalkalamalı inkübatörde 25°C'de bekletilmiştir. Stok filtreden geçirilerek steril edilmiştir (Barros ve ark. 2008, Oyetayo ve ark. 2009).

Antibakteriyel aktivite tayini

Çalışmada kullanılan *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Klebsiella pneumoniae* ve *Staphylococcus aureus* bakteri suşları Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezinden temin edilmiştir.

Test öncesi tüm suşlar katı besiyerine (TSA- triptik soya agar) ekim yapıldıktan sonra, 37°C'de 18-24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında 18-24 saatlik agar plağındaki tek düşmüş kolonilerden doğrudan serum fizyolojik ile McFarland 0.5 bulanıklık ayarlanmıştır (McFarland, 1987). Yöntemde steril 96 kuyucuklu mikropklara, bakteriler için hazırlanan Mueller Hinton Broth besiyerinden konulmuştur. Daha sonra, ilk kuyucuğa konsantrasyonu hazırlanmış mantar ekstraktı solüsyonundan 50 µl olacak şekilde konularak ilk on sıra sonuna kadar çift katlı dilüsyonlar yapılmıştır. Pozitif kontrol ve negatif kontroller son iki sütuna hazırlanmıştır. Son olarak mantar ekstraktı ve antibiyotik bulunan kuyucuklara 5 µl bakteri eklenmiş ve inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon öncesi (t0.saat) ve inkübasyon sonrasında (t24. saat) 600 nm'de spektrofotometrik ölçümler alınmıştır. Deneyler 3 kez tekrar edilmiş ve ortalama değerlerin yüzde inhibisyon değerleri ($=1-(OD_{t_{24-10}}/OD_{kontrol_{24-10}})*100$) hesaplanmıştır. Elde edilen doğrusal eğim çizgisi üzerinden R² ve

ardından MİK (Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu) hesabı yapılmıştır (Patton ve ark. 2006, Erdogan ve ark. 2017).

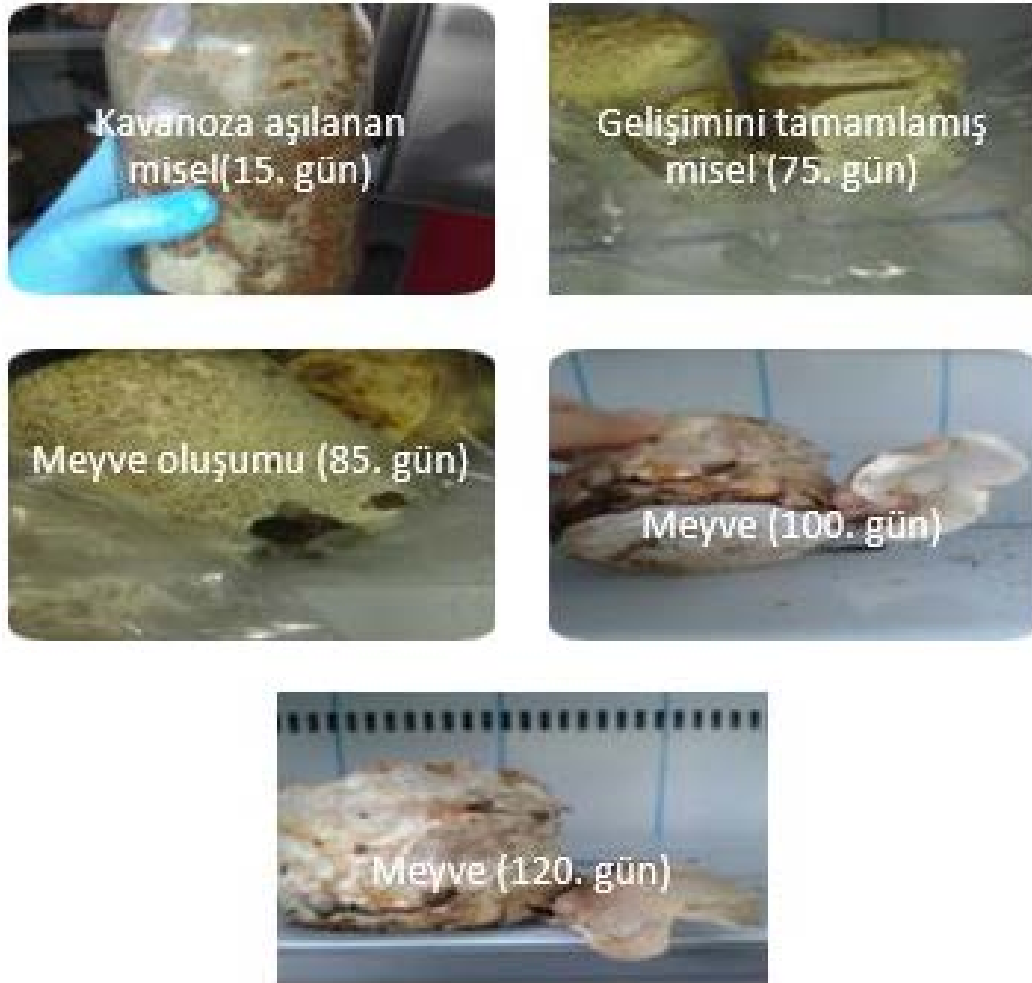
Bulgular

Bu çalışmada, cam kavanozda gürgen talaşı ile buğday kepeği karışımından hazırlanan yetiştirme ortamında yetiştirilen Shiitake (*Lentinula edodes*) mantarının 15, 75, 85, 100 ve 120.günlük fotoğrafları gösterildi (Şekil 1). Toplanan mantarların ortalama mantar ağırlığı, 16.01 g, sap uzunluğu 28 mm, sap kalınlığı 9.01 mm, şapka genişliği 85.03 mm, şapka kalınlığı 7.96 mm olarak ölçüldü (Tablo 1).

Tüm mikroorganizmalar ampisilin pozitif kontrol antibiyotikine karşı duyarlı çıkmıştır (<12.5 µg/ml). Yapılan çalışmaya göre, en yüksek antimikrobiyal aktivite *P. aeruginosa* bakterisine karşı gözlenirken, en düşük aktivite *B. subtilis* bakterisine karşı olmuştur. Minimum inhibisyon konsantrasyon değerleri *B. subtilis* için 71.28 g/ml, *K. pneumoniae* için 62.37 g/ml, *E. faecalis* için 35.6 g/ml, *E. coli* için 34.42 g/ml, *S. aureus* için 16.91 g/ml ve *P. aeruginosa* için ise 7.86 g/ml olarak belirlenmiştir (Şekil 2).

Tartışma

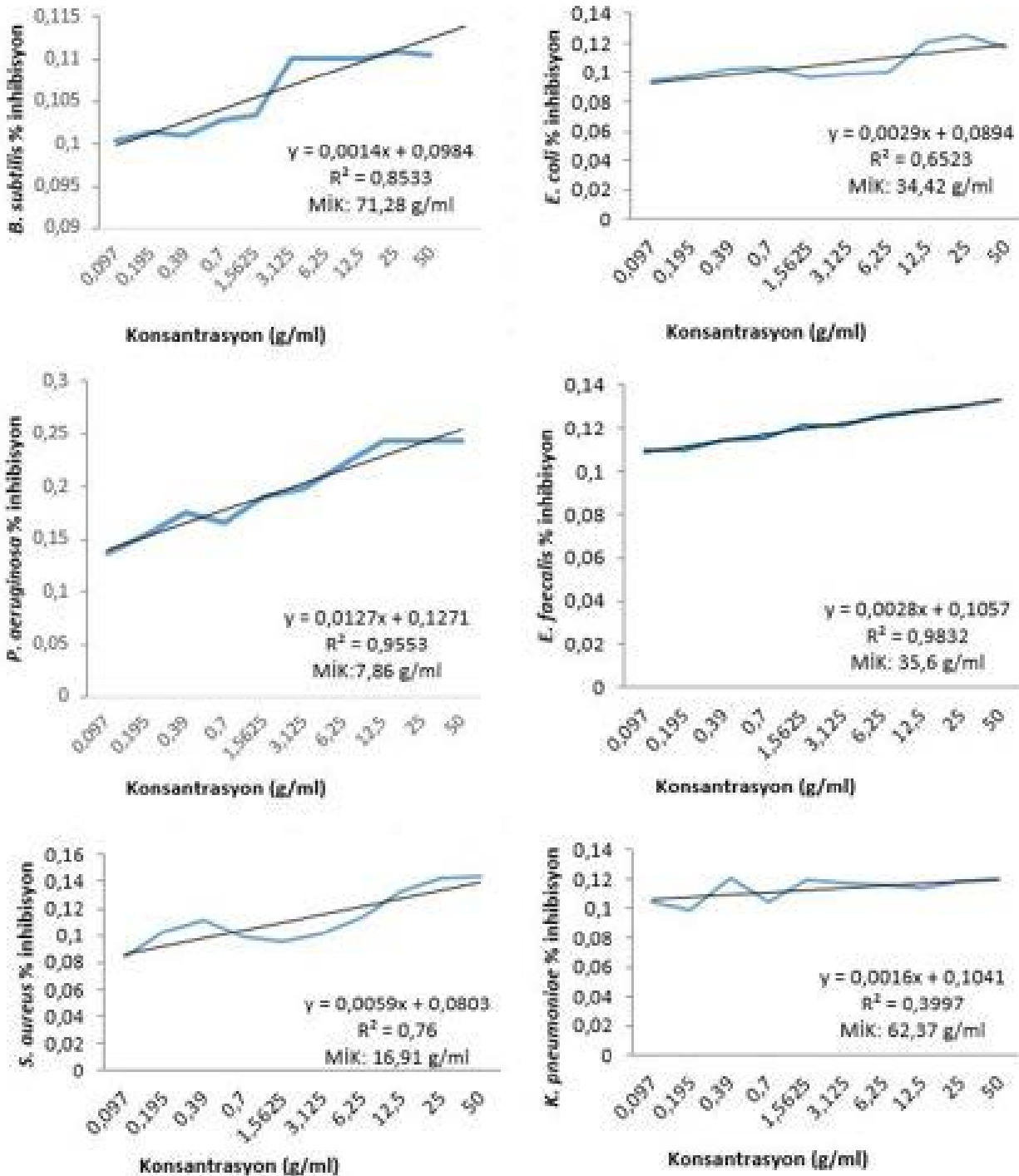
Yapılan pek çok çalışma *L. edodes* yetiştiriciliğinde kullanılan substratların mantar kalitesini etkilediğini göstermiştir. Kompost hammaddesi olarak fındık zuru ve buğday kepeğinin (1/3) kullanıldığı çalışmada (Özçelik ve Pekşen, 2006; Özçelik ve Pekşen, 2007), mantar kalite özelliklerinin oldukça yüksek olduğu bulunmuştur. Özçelik ve Pekşen (2006)'in çalışması ile bulgularımızı karşılaştırdığımızda, mantar ağırlığı (69.0 >16.01 g), sap uzunluğu (60.24 > 28 mm), sap kalınlığı (17.25 > 9.01 mm) ve şapka kalınlığı (140.46 > 7.96 mm) değerlerinin araştırmacıların bulgularına göre düşük olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, Hassan (2011)'in çalışmasına göre, zirai atıklar üzerinde geliştirilen *L. edodes* ağırlığı 17.4 g, sap uzunluğu 50 mm, sap kalınlığı 10.7 mm ve şapka kalınlığı 100 mm olarak bulunmuştur. Ayrıca, Erkip ve Boztok (2003)'ün çalışmasına göre, talaş ortamlarını sterilize ettikten sonra 0, 5, 10 ve 15 ml hidrojen peroksit uygulamanın yapıldığı ortamda gelişen *L. edodes* mantarının şapka çapının maksimum değerlerinin 90.9 mm, sap uzunluğunun ise 60.12 mm olduğu saptanmıştır.



Şekil 1. Gürge talaşı ve buğday kepeği kompostu üzerinde büyüyen bir mantarın gelişim fotoğrafları

Tablo 1. Yapılan çalışmada elde edilen mantarların bazı morfolojik özellikleri ve bunların diğer çalışmalarla kıyaslanması.

	Gürge talaşı+buğday kepeği üzerinde <i>L. edodes</i>	Fındık zurufu+buğday samanı üzerinde <i>L. edodes</i> (Özçelik ve Pekşen, 2006)	Zirai atık üzerinde <i>L. edodes</i> (Hassan, 2011)	Hidrojen-peroksitli talaş ortamında <i>L. edodes</i> (Erkip ve Boztok, 2003)
Mantar ağırlığı (g)	16.01 ± 3.02	69.00	17.4	-
Sap uzunluğu (mm)	28 ± 2.98	60.24	50	60.00
Sap kalınlığı (mm)	9.01 ± 3.89	17.25	10.7	-
Şapka genişliği (mm)	85.03 ± 6.89	-	-	90.9
Şapka kalınlığı (mm)	7.96 ± 4.01	140.46	100.4	-



Şekil 2. Spektrofotometrik broth mikrodilasyon yöntemi kullanılarak, mantar ekstraktının *Enterococcus faecalis*(ATCC 29212), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa*(ATCC 27853), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* bakterileri üzerine antibakteriyel inhibisyon grafikleri ve Mik değerleri



Makrofungusların doğal antimikrobiyal ajan olarak kullanılması, yeni antibiyotik ihtiyacının hızla arttığı bu yüzyılda oldukça önemlidir. Bu nedenle, mantarlardan elde edilen özütler ile ilgili çalışmalar günümüzde giderek artmaktadır (Yang ve ark., 2002; Rao ve ark. 2009). *L. edodes* ekstraktlarının bazı *P. aeruginosa*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas mevalonii*, *Klebsiella/Enterobacter sp.*, *Sphingobacterium multivorum*, *Microbacterium sp.*, *Stenotrophomonas*, *B. subtilis* gibi bakterileri güçlü bir şekilde inhibe ettiği gösterilmiştir (Rao ve ark. 2009). Ayrıca, *L. edodes* kültür ekstraktının, *B. cereus*, *Listeria innocua*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* gibi gıda patojenlerini disk difüzyon yöntemine göre 3-13 mm zon aralığında inhibe ettiği gösterilirken, Gram negatif bakteriler olan *E. coli* ve *P. aeruginosa* suşlarının *L. edodes*'e karşı dirençli oldukları dikkat çekmektedir. (Ishikawa, 2001). Başka bir çalışmada, süperkritik ekstraksiyon metoduna göre hazırlanan *L. edodes* örnekleri ile *B. cereus*, *S. aureus*, *E. coli* ve *M. luteus* mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal disk difüzyon testi yapılmıştır. Buna göre, *S. aureus* ve *C. albicans* suşlarının *L. edodes* ekstraksiyonlarına (40°C/30MPa, 40°C/20MPa, 30°C/15-20-30MPa) karşı oldukça dirençli oldukları tespit edilmiştir (Kitzberger ve ark. 2007). Çalışmamızda ise dirençli suş görülmemekle birlikte, mikroorganizmaların 7.84 g/ml ve 71.28 g/ml aralığında inhibe oldukları bulundu.

Yapılan bir çalışmada, *L. edodes* metanol ekstraktının *S. typhimurium* ve *P. aeruginosa* bakterilerine karşı MİK değerlerinin 200 mg/ml olduğu belirlenmiştir (Karaca ve ark. 2017). Bu çalışmada ise mantar ekstraktının *P. aeruginosa* bakterisi üzerine MİK değeri 7.86 g/ml olarak belirlenmiştir. Başka bir çalışmada, *L. edodes* metanolik ekstraktının antimikrobiyal etkileri bizim çalışmamızla kıyaslandığında oldukça düşük bulunmuştur. Çalışmada, mantar ekstraktının MİK değerleri, *S. aureus*, *B. subtilis*, *E. coli* ve *K. pneumoniae* için 3 mg/ml iken, *P. aeruginosa* için 4 mg/ml, *C. albicans* için ise 1 mg/ml olarak tespit edilmiştir (Chowdhury ve ark. 2015). *L. edodes* sulu ekstraktlarının *S. aureus*, *E. faecium* ve *E. coli* bakterilerine karşı MİK değerlerinin sırasıyla 50 mg/ml, >50 mg/ml ve >50 mg/ml olduğu belirlenmiştir (Hirasawa ve ark. 1999). Bu çalışma ile kıyaslandığında ise *S. aureus* (16.91 g/ml), *E. faecium* (35.6 g/ml) ve *E. coli* (34.42 g/ml) bakterilerinin DMSO'lu mantar ekstraktına karşı daha dirençli oldukları tespit edilmiştir. Rao ve ark (2009) *L. edodes*'in sulu ekstraktlarının *E. coli* 0157, MRSA *S. aureus*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa* gibi çevresel patojenlere karşı inhibisyon etkisinin

yüksek olduğunu belirtmişler, bu nedenle mantarın mikrobiyal zararlılardan korunmak için önemli bir antimikrobiyal ajan olduğunu vurgulamışlardır.

Sonuç olarak, *L. edodes* ticari bir mantar olmasının yanında, biyolojik araştırmalarda kullanılacak önemli bir mantar türüdür. Bu nedenle, farklı substratlar kullanarak ve yeni metodlarla biyolojik aktivite çalışmaları için önemli bir doğal antimikrobiyal ajan özelliğine sahiptir. Ancak, daha fazla detaylı araştırmalara ihtiyaç vardır.

Teşekkürler

Bu çalışmada emeği geçen stajyer öğrencilerimiz Fatma Nur Alkan, Media Kolakan, Sema Aydın ve Havva Kırkık'a teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Ağaoğlu Y.S., İlbay M.E. ve Güler, M. (1991). Doğal ve Kültür Alınabilir Mantar Türleri: III. Shiitake Yetiştiriciliği. *T.C.Orm.B.Gen.Müd.*
- Barros, L., Cruz, T., Baptista, P., Estevinho, L. M. ve Ferreira, I. C. F. R. (2008). Wild and Commercial Mushrooms as Source of Nutrients and Nutraceuticals. *Food Chem Toxicol*, 46(8)2742–2747.
- Bohn, J.A. ve BeMiller, JN. (1995). (1-3)-Beta-D-Glucans as Biological Response Modifiers: A Review of Structure-functional Activity Relationships. *Carbohydr Polym*, 28: 3-14
- Boztok, K. ve Erkip, N. (2002). Plastik Torbalarda Meşe Mantarı (*Lentinula edodes*) Yetiştiriciliği. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg*, 39(3)145-152.
- Choi, Y., Lee, S. M., Chun, J., Lee, H. B. ve Lee, J. (2006). Influence of Heat Treatment on the Antioxidant Activities and Polyphenolic Compounds of Shiitake (*Lentinula edodes*) Mushroom. *Food Chem*, 99(2)381–387.
- Chowdhury, M.M.H., Kubra, K. ve Ahmed, S.R. (2015). Screening of Antimicrobial, Antioxidant Properties and Bioactive Compounds of Some Edible Mushrooms Cultivated in Bangladesh. *Ann Clin Microbiol Antimicrob*, 14(8)1-6.
- Enman, J., Rova, U., ve Berglund, K. A. (2007). Quantification of the Bioactive Compound Eritadenine in Selected Strains of Shiitake Mushroom (*Lentinula edodes*). *J. Agric. Food Chem*, 55(4)1177–1180.
- Erdogan Eliuz, E.A., Ayas, D. ve Goksen, G. (2017). In Vitro Phototoxicity and Antimicrobial Activity of Volatile Oil Obtained from Aromatic Plants. *J Essent Oil Bear Pl*, 20(3)758-768.
- Eren, E. ve Pekşen A. (2016). Türkiye'de Kültür Mantarı Sektörünün Durumu ve Geleceğine Bakış. *Turkish Journal of Agriculture. Food Sci Tech*, 4(3) 189-196.
- Erkip, N. ve Boztok, K. (2003). Torba Kültürü Yöntemi ile *Lentinula edodes* Yetiştiriciliğinde Hidrojen Peroksit Uygulamasının Verime Etkileri. *Ege Üniv Ziraat Fak Derg*, 40(1) 1-7.



- Hassan, F.R.H. (2011). Utilization of Agro. and Agro-industrial Wastes for Cultivation of Shiitake (*Lentinula edodes*) an Edible and Medicinal Mushroom and Their Drying Aspects in Egypt. *RJABS*, 7(6)491-497.
- Hassegawa, R. H., Kasuya, M. C. M. ve Vanetti, M. C. D. (2005). Growth and Antibacterial Activity of *Lentinula edodes* in Liquid Media Supplemented with Agricultural Wastes, *Electron. J. Biotechnol*, 8(2)212–217.
- Hearst, R., Nelson, D., McCollum, G., Millar, B., Maeda, Y., Goldsmith, C., Rooney, P., Loughrey, A., Rao, J. Ve Moore, J.(2009). An Examination of Antibacterial and Antifungal Properties of Constituents of Shiitake (*Lentinula edodes*) and Oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushrooms. *Complement, Ther. Clin. Pract*, 15(1)5–7.
- Hirasawa, M., Shouji, N., Neta, T., Fukushima, K. ve Takada, K. (1999). Three Kinds of Antibacterial Substances from *Lentinula edodes* (Berk.) Sing. (Shiitake, an edible mushroom). *Int. J. Antimicrob. Agents*, 11(2)151–157.
- Ishikawa, N.K., Kasuya, M.C.M. ve Vanetti, M.C.D. (2001). Antibacterial activity of *Lentinula edodes* grown in liquid medium. *Braz. J. Microbiol.*, 32, 206- 210.
- Karaca B., Akata I. ve Cihan A.Ç. (2017). *Lentinula edodes*, *Lactarius delicious* ve *Ganoderma lucidum*'un Antibiyofilm ve Antimikrobiyal etkinlikleri. *Kastamonu Üniv.Orman Fak. Derg*, 17(4)660-668.
- Kibar B. ve Pekşen, A. (2011). Mycelial Growth Requirements of *Lactarius pyrogalus* and *Lactarius controversus*. *African J. Microbiol. Res*, 5(28)5107-5114.
- Kitzberger, C.S.G., Smania, A., Pedrosa, R.C. ve Ferreira S.R.S. (2007). Antioxidant and Antimicrobial Activities of Shiitake (*Lentinula edodes*) Extracts Obtained by Organic Solvents and Supercritical Fluids. *J Food Eng*, 80, 631– 638.
- Manzi, P., Aguzzi, A. ve Pizzoferrato, L. (2001). Nutritional Value of Mushrooms Widely Consumed in Italy. *Food Chem*, 73(3)321–325.
- Manzi, P. ve Pizzoferrato, L. (2000). Beta-Glucans in Edible Mushrooms. *Food Chem*, 68(3)315–318.
- McFarland, J. (1987). Standardizasyon Bacteria Culture for the Disc Diffusion Assay. *JAm Med Assoc*, 49,1176-1178
- Moreira, M. T., Mielgo, I., Feijoo, G. ve Lema, J. M. (2000). Evaluation of Different Fungal Strains in the Decolourisation of Synthetic Dyes. *Biotechnol Lett*, 22(18)1499–1503.
- Nagai, M., Sato, T., Watanabe, Saito, K., Kawata, M. ve Enei, H. (2002). Purification and characterization of an extracellular laccase from the edible mushroom *Lentinula edodes*, and decolorization of chemically different dyes. *Appl Microbiol Biot*, 60, 327-335.
- Oyetayo, V.O., Dong, C.H. ve Yao, J. (2009). Antioxidant and Antimicrobial Properties of Aqueous Extract from *Dictyophora indusiata*. *The Open Mycol J*, 3(1)20-26
- Özçelik, E. ve Pekşen, A., Hazelnut Husk as a Substrate for the Cultivation of Shiitake Mushroom (*Lentinula edodes*). *Bioresour Technol*, *Bioresource Technology*, 98(14)2652-2658 (2007).
- Özçelik, E. ve Pekşen, A. (2006). *Lentinula edodes* Yetiştiriciliğinde Fındık Zurufundan Hazırlanan farklı Yetiştirme Ortamlarının Verim ve Bazı Mantar özelliklerine Etkileri. *OMÜ Zir. Fak. Derg*, 21(1)65-70
- Patton, T., Baret, J., Brennan, J. ve Moran, N. (2006). Use of a Spectrophotometric Bioassay for Determination of Microbial Sensitivity to Manuka Honey. *J Microbiol Methods*, 64(1)84-95.
- Philippoussis, A., Diamantopoulou, P. ve Israilides, C. (2007). Productivity of Agricultural Residues Used for the Cultivation of the Medicinal Fungus *Lentinula edodes*. *Int Biodeterior Biodegrad*, 59(3)216–219.
- Rao, J.R., Millar, B.C. ve Moore, J.E. (2009). Antimicrobial Properties of Shiitake Mushrooms (*Lentinula edodes*). *Int J Antimicrob Agents*, 33(6), 591-592.
- Royse, D. J. ve Sanchez, J. E. (2007). Ground Wheat Straw as a Substitute for Portions of Oak Wood Chips Used in Shiitake (*Lentinula edodes*) Substrate Formulae. *Bioresour Technol*, 98(11)2137–2141.
- Wasser, S.P. ve Weis, A.L.. Medicinal Properties of Substances Occurring in Higher Basidiomycetes Mushrooms: Current Perspectives (Review). *Int J Med Mushrooms*, 1(1)31–62 (1999).
- Woldegiorgis, A.Z., Abate, D., Haki, G.D. ve Ziegler, G.R. (2014). Antioxidant Property of Edible Mushrooms Collected from Ethiopia. *Food Chem*, 57, 30-36.
- Yang, B.K., Kim, D.H., Jeong, S.C., Das, S., Choi, Y.S., Shin, J.S., Lee, S.C. ve Song, C.H. (2002). Hypoglycemic Effect of a *Lentinula edodes* Exopolymer Produced from a Submerged Mycelial Culture. *Biosci Biotech Bioch*, 66, 937-942.