

Farklı yetiştiricilik ortamlarının maitake mantarı (*Grifola frondosa*) yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkisi*

Ecem KARA¹, Gökhan BAKTEMUR¹, Mahmut YARAR¹, Hatıra TAŞKIN¹

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330 Adana

*Bu makale 1. yazarın Yüksek Lisans Tezinden üretilmiş ve XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuş, özet olarak basılmıştır.

Alınış tarihi: 26 Kasım 2020, Kabul tarihi: 1 Nisan 2021
Sorumlu yazar: Ecem KARA, e-posta: ecemkara33@gmail.com

Öz

Amaç: Bu çalışmada, ülkemizde neredeyse hiç üretimi yapılmayan bir mantar türü olan *Grifola frondosa* (maitake mantarı)'nın yetiştiricilik koşullarının ortaya konulması, farklı yetiştiricilik ortamlarının maitake mantarının verim ve kalitesine etkilerinin test edilerek, en uygun substrat materyallerinin ve bunların karışım oranlarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem: Tohumluk misellerin elde edilmesinde, WC 828 No'lu ırk, ana kültürün çoğaltılmasında ise Patates Dekstroz Agar (PDA) besin ortamı kullanılmıştır. *G. frondosa*'nın miselleri; meşe (K), meşe (2 h) + buğday kepeği (1 h) (E1), kavak (2 h)+ buğday kepeği (1 h) (E2), meşe (1 h) + kavak (1 h) + buğday kepeği (1 h) (E3), buğday sapı (1 h) + buğday kepeği (1 h) (E4), meşe (1 h) + buğday sapı (1 h) + buğday kepeği (1 h) (E5) substrat karışımlarına aşılanmıştır. Çalışmada; yetiştirme ortamlarının pH analizi, nem içeriği, azot, karbon, karbon/azot oranı parametreleri belirlenmiş, misel sarım hızı, verim, biyolojik etkinlik ve ortalama ağırlık açısından ortamlar karşılaştırılmıştır.

Araştırma Bulguları: Çalışma sonucunda, en kısa misel sarım süresi 35 gün ile E1, en uzun ise 42 gün ile E4 ortamından elde edilmiştir. K, E2 ve E3 karışımlarında misel sarımı gözlemlenmemiştir. Kurutulmuş mantar örneklerinde yapılan protein analizinde; en yüksek protein içeriği %35.53 ile E4 ortamında, en düşük ise %32.99 ile E5 ortamından elde edilen mantarlarda tespit edilmiştir. Kuru madde E4 ortamında %14.79, E5 ortamında ise

%13.57 olmuştur. Mantar ağırlığı ise (tek bir mantar için) E4 ortamında 17.26 g, E5 ortamında ise 33.92 g olarak kaydedilmiştir. Mantar verimi E4 ortamında 55.02 g kg⁻¹ kompost olurken, E5 ortamında 124.82 g kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Biyolojik etkinlik oranının, %22.83 (E4 ortamı)-29.29 (E5 ortamı) arasında değiştiği saptanmıştır. Substrat karışımlarında yapılan analizlerde, en yüksek kül (%9.49) ve protein oranı (%8.79) E4 ortamından elde edilmiştir.

Sonuç: Bu çalışma ile maitake mantarının yetiştiricilik koşullarında temel bilgiler sağlanmıştır. Gelecek çalışmalarda, farklı ırklar ve tarımsal atıklarlarla denemeler tavsiye edilebilir.

Anahtar kelimeler: Maitake Mantarı, *Grifola frondosa*, Yetiştiricilik, Substrat

Effect of different growing substrates on yield and quality in cultivation of maitake (*Grifola frondosa*) mushroom

Abstract

Objective: In this study, it was aimed to determine the cultivation condition of *Grifola frondosa* (maitake mushroom), which has not been produced in Turkey, and to find the most suitable substrate materials and their mixing ratios by testing the effects of different substrates on yield and quality of maitake mushroom.

Materials and Methods: WC 828 numbered strain was used to obtain spawn and Potato Dextrose Agar (PDA) medium was preferred for propagation of the main culture. The mycelia of *G. frondosa* were

inoculated into substrate mixtures; oak (C), oak (2 v) + wheat bran (1 v) (E1), poplar (2 v) + wheat bran (1 v) (E2), oak (1 v) + poplar (1 v) + wheat bran (1 v) (E3), wheat stalk (1 v) + wheat bran (1 v) (E4), oak (1 v) + wheat stalk (1 v) + wheat bran (1 v) (E5). In the study; pH analysis, moisture content (%), nitrogen (%), carbon (%), ratio of carbon:nitrogen parameters were determined and the growing mixtures were compared in terms of mycelia development time (day), yield (g), biological efficiency (%) and average mushroom weight (g).

Results: As a result, while the fastest mycelia development time was obtained from E1 with 35 days, the slowest was found in E4 with 42 days. No mycelium development was observed in C, E2 and E3 mixtures. In protein analysis performed on dried mushroom samples; the highest protein content was 35.53% in E4 and the lowest was 32.99% in E5. Dry matter was 14.79% in E4 growing mixture and 13.57% in E5. The mushroom weight (for a single mushroom) was recorded as 17.26 g in E4 and 33.92 g in A5 growing mixture. While the mushroom yield was 55.02 g kg⁻¹ in E4, it was determined as 124.82 g kg⁻¹ in E5. It was detected that the biological efficiency rate ranged from 22.83% (A4) to 29.29% (E5). The highest ash (9.49%) and protein (8.79%) ratios were obtained from E4.

Conclusion: In this study, basic information was provided on the cultivation condition of maitake mushroom. In future studies, it may be recommended to test different strains and agricultural wastes.

Keywords: Maitake Mushroom, *Grifola frondosa*, Cultivation, Substrat

Giriş

Tarım alanlarının amaç dışı kullanımı, turizm sektörünün gelişmesi, sanayileşme ve hızlı nüfus artışı tarım arazilerinin azalmasına yol açmaktadır. Günümüzde hızla artan dünya nüfusu, insan beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılan kaynakların tedbirli ve verimli bir şekilde kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Küresel ölçekli olarak meydana gelen iklim değişikliği sonucunda, su kaynaklarının azalması ve kuraklık görülmektedir. Bu durum göz önüne alındığında, verimli tarım arazisine ve yoğun sulama periyoduna ihtiyaç duymadan, tüm yıl boyunca üretim yapılabilmesi mantar yetiştiriciliğine dikkat çeken en temel nedenlerdendir. Aynı zamanda tarım, orman

ve gıda işleme endüstrilerinin faaliyetleri sonucunda, her yıl çok çeşitli organik atıklar üretilmektedir. Bu organik atıklar, çeşitli besin elementleri açısından zengindirler ve bertaraf edilmelerinin yönetilmesi zordur. Çoğunlukla, kirlenmeye neden olan yakma yöntemiyle atılırlar (Udayasimha ve Vijayalakshmi, 2012; Kamthan ve Tiwari, 2017). Tarımsal atıklar, parçalanması zor olan lignoselülozik bileşenleri bakımından zengindirler. Çoğu yenebilir mantar türü, lignoselülozik atıkları başarıyla gıda, yem, bitki gübreleri ve toprak düzenleyiciler gibi katma değerli ürünlere dönüştürmek için uygun enzim mekanizmalarına sahiptir (Mayson ve Verachtert, 1991; Nerud ve Mišurcová, 1996; Philippoussis ve ark., 2000; Poppe, 2000; Tripothi ve Yadav, 1992; Zervakis ve ark., 2001). Bu atıkların mantar yetiştiriciliğinde kompost materyali olarak kullanımı, güvenli bir şekilde bertaraf edilme imkanı sağlanmaktadır.

Günümüzde, dünyada 10.242.541 ton mantar üretimi yapılmaktadır. Dünya mantar üretiminde öne çıkan ülkeler arasında 7.855.698 ton ile Çin ilk sırada yer alırken, bunu sırasıyla 421.208 ton ile Amerika, 302.916 ton ile Polonya ve 300.000 ton ile Hollanda takip etmektedir (FAO, 2017). Ülkemiz toplam 55.455 ton mantar yetiştiriciliğinin 33.752 tonu, Antalya ilinde yapılmaktadır (TÜİK, 2020). Ülkemizde kültür mantarı yetiştiriciliği yakın bir tarihte başlamıştır. Türkiye’de, mantar yetiştiriciliğine dair ilk çalışmalara, 1960’lı yılların başında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi’nde başlanmıştır. Yine 1963 yılında, Ankara’da küçük bir işletmede amatör biçimde ilk özel üretim gerçekleştirilmiştir (Günay ve Abak, 1976). Türkiye’de kültür mantarı yetiştiriciliğinin ticari ölçekli üretime geçişi 1980’li yıllarda gerçekleşmiş, 1990’lı yıllardan itibaren ticari olarak değer kazanmış ve kültür mantarı üretiminde 1990-2000 yılları arasında hızlı bir artış yaşanmıştır. *Agaricus bisporus* (beyaz şapkallı mantar), shiitake (*Lentinula edodes*) ve *Pleurotus* cinsi türleri dünya yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan mantar türlerinin başında gelmektedir. Ayrıca, son yıllarda *Ganoderma lucidum* ve trüf yetiştiriciliği de yaygınlaşmaya başlamıştır (Yakupoğlu ve Pekşen, 2011; Saka ve ark., 2017).

Tıbbi ve yenebilir mantarlardan birisi olan *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray (maitake mantarı) günümüze kadar Asya, Kuzey Amerika ve Avrupa’da doğada pek çok sert odunlu ağaç türlerinde rapor edilmiştir. Bu tür daha çok, kayın ve meşe ağaçlarının köklerine

yakın ve üst üste binen yelpaze şeklinde koloniler halinde büyür. Maitake, hem tadı hem de tıbbi özellikleri nedeniyle değerli olan yenilebilir bir mantardır (Stott ve Mohammed, 2004). Bu mantar; Japonya, Çin, Kore, Avrupa ve Kuzey Amerika'da günlük gıda maddesi olarak ya da kendine özgü zengin odunsu lezzet ve etli dokusu nedeniyle gıda katkı maddesi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Zhuang ve Wasser, 2004; Dissanayake ve ark., 2018). Bu mantarın yüksek besin içeriğinin yanı sıra, antitümör (Kodama ve ark., 2003), antioksidan ve antidiyabetik aktivite gibi birçok tıbbi etki gösteren biyoaktif metabolitleri içerdiği bildirilmiştir (Horio ve Ohtsuru, 2001). Maitake mantarının şeker hastalığı, tansiyon yüksekliği, kolesterol yüksekliği, kilo kaybı, bağışıklık sisteminin uyarılması ve kanser gibi farklı hastalıkların tedavisine destek sağlama amaçlı tıbbi kullanımının araştırıldığı bilinmektedir (Horio ve Ohtsuru, 2001; Barreto ve ark., 2008). Japonlar, maitake mantarını adaptojen olarak, yani vücudun kimyasal dengesini koruması veya yeniden sağlması için kullanmışlardır. Buna ek olarak, maitake mantarının; hemoroid, dalak ve mide hastalıkları ve çeşitli cilt hastalıklarının tedavisi için 'keisho' olarak adlandırılan geleneksel Çin tıbbında kullanıldığı rapor edilmiştir (Hsieh ve ark., 2006). *G. frondosa* mantar türünün değeri mantarın önemi keşfedildikçe artmış ve zamanla önemini anlatan farklı ifadeler kullanılmaya başlanmıştır. *G. frondosa*, Japonya'da "dans eden mantar" manasına gelen "maitake" olarak isimlendirilmektedir. Çin'de "grey tree flower-gri ağaç çiçeği" veya "chestnut mushroom-kestane mantarı", Amerika Birleşik Devletleri'nde "hen of the woods-ormanın tavuğu" veya "sheep's head mushroom-koyun kafası mantarı" olarak adlandırılmaktadır. Japonya'daki bir efsaneye göre, bu mantarın lezzetini ve sağlığa faydalarını bilen insanların, bu mantarı bulduklarında keyifle dans ettikleri için bu isimle anıldığı söylenmektedir (Chang ve Miles, 2004).

Daha çok Uzakdoğu ülkelerinde üretimi yapılan maitake mantarının ticari üretimine Japonya'da 1981 yılında, yıllık 325.000 kg üretimle başlanılmıştır. (Takama ve ark., 1981; Mayuzumi ve Mizuno, 1997). 2003 yılına gelindiğinde, yine bir Uzakdoğu ülkesi olan Çin'de 24.900.000 kg'lık üretim gerçekleştirilmiştir (Chang, 2005). Uzakdoğu ülkelerinin yanı sıra, Amerika Birleşik Devletleri'nde de maitake üretimi ve tüketimi hızla büyümeye devam etmektedir (Barreto ve ark., 2008). Üretimin yükselmesi ve farklı ülkelere dağılması ile bu mantar

türünün yetiştirilmesinde kullanılan substrat reçeteleri üzerine yapılan araştırmalar da devam etmektedir. Mantar yetiştiriciliğinin diğer tarım kollarına göre en önemli avantajlarından bir tanesi de, farklı tarımsal atıkları değerlendirme olanağı vermesidir. Bu nedenle, diğer kültürü yapılan mantar türlerinde olduğu gibi, maitake mantarında da kompost reçeteleri ülkelerde yoğun tarımı yapılan bitkisel atıklara göre değişmektedir. Her ülke kendisi açısından en kolay bulunabilirliği olan, en fazla üretimi yapılan, devamlılığı olan ve en ekonomik tarımsal atıkların mantarın verim ve kalitesine olan etkilerini araştırarak kullanılabilirliğini ortaya çıkarmaya çalışmaktadır. Farklı tarımsal atık seçeneklerinin araştırılarak pratikte kullanıma geçirilmesi, mantar yetiştiriciliğinde yoğun olarak kullanılan farklı ağaçların talaşına olan ihtiyacı azaltacaktır. Son zamanlarda, mantar yetiştiriciliğinin yoğun yapıldığı tüm ülkelerde artan talaş talebine alternatifler aranmaktadır.

Tüm bu bilgiler ışığında sunulan bu çalışmanın amaçları; ülkemizde neredeyse hiç üretimi yapılmayan bir mantar türü olan *G. frondosa* (maitake mantarı)'nın yetiştiricilik koşullarının ortaya çıkarılması, farklı substratların maitake mantarının verim ve kalitesi üzerine etkilerinin test edilerek, en efektif substrat maddelerinin ve bunların karışım oranlarının belirlenmesi, elde edilen sonuçların üreticilere aktararak, mantar üreticileri için yeni bir mantar türü üretim olanağının oluşturulması, ülkemiz mantar tüketicileri için yeni bir mantar türünün pazara kazandırılması olarak sıralanabilir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2018-2019 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA doku kültürü laboratuvarı ve tam iklim kontrollü mantar yetiştirme odalarında yürütülmüştür.

Tohumluk misellerin elde edilmesi için ilk aşamada, yurt dışından temin edilen 2 adet ana stok petriden WC 828 No'lu maitake mantar ırkı (Mushroom Spawn Lab, Penn State University, US) miselleri Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamında çoğaltılmıştır. Bu amaçla, hazır olarak satılan PDA ortamından 39 g L⁻¹ tartılmış ve pH 5.4 olarak ayarlanmıştır. Hazırlanan besin ortamı kullanılan malzemelerle birlikte, otoklavda 121°C 1.2 atm basınçta 15 dakika süresince sterilize edilmiştir. Otoklavdan çıkarılan besin ortamı, steril kabinde bir süre soğutulduktan

sonra, steril plastik petrilere dökülerek besin ortamının donması sağlanmıştır. Daha sonra temin edilen WC 828 No'lu maitake mantar ırkı misellerinin bir adedi steril kabinde açılarak, steril pens ve bistüriler yardımıyla 1 cm'lik parçalar alınarak yeni ortamlara miselli kısmı besin ortamı ile temas edilecek şekilde konulmuştur. Enfeksiyonun önlenmesi amacı ile petrilere streç film ile sarılmıştır. Elde edilen kültürler, miseller tüm petriyi sarana kadar karanlık koşullarda inkübasyon odasında bekletilmiştir. Misel gelişiminin sağlanması amacıyla kültürler, 25°C'lik sıcaklığa ayarlanmış büyütme odasında, karanlık koşullarda 21 gün inkübe edilmiştir. Misel sarımı gerçekleşirken, buğday daneleri orta kısımları açılmayacak şekilde haşlanmış ve sonrasında kurutulmuşlardır. Kurumayı takiben, büyük cam kavanozlara doldurularak 121°C 1.2 atm basınçta 15 dakika süresince otoklavda steril edilmişlerdir. Otoklavdan çıkarılan şişeler, steril kabinde soğumaya alınmış, sonrasında petrileredeki miseller steril kabinde sekiz parçaya ayrılarak, buğday tanesi dolu kavanozların her kenarına birer parça olacak şekilde yerleştirilmiştir. Misel sarımı için inkübasyona alınan kavanozlar her gün sallanarak, misellerin tüm buğday tanelerine sarımı sağlanmıştır.

Araştırmada substrat olarak; meşe talaşı, kavak talaşı ve buğday sapı denenmiş ve bu materyaller kendi aralarında karıştırılmış, kontrol grubu olarak ise meşe talaşı kullanılmıştır. Diğer tarımsal atıklar ise 2:1 ve 1:1:1 oranlarında ağırlık üzerinden buğday kepeği ve %5 oranında soya unu ilave edilerek hazırlanmıştır. Tarımsal atıklara ek olarak, pH dengesi için kireç ilavesi yapılmıştır.

Kullanılan atıkların karışım oranları;

- Meşe talaşı (K)
- Meşe talaşı (2 h) + Buğday kepeği (1 h) (E1)
- Kavak talaşı (2 h) + Buğday kepeği (1 h) (E2)
- Meşe talaşı (1 h) + Kavak talaşı (1 h) + Buğday kepeği (1 h) (E3)
- Buğday sapı (1 h) + Buğday kepeği (1 h) (E4)
- Meşe talaşı (1 h) + Buğday sapı (1 h) + Buğday kepeği (1 h) (E5) şeklindedir.

Tüm bitkisel atıklar, nem içerikleri uygun olana kadar su dolu kaplarda belli bir süre bekletilmişlerdir. Nemlendirme işlemi tamamlandıktan sonra, pH dengesi için %1 oranında kireç ilavesi yapılmıştır. Hazırlanan ortamlar, yüksek

sıcaklığa dayanıklı polipropilen torbaların her birisine 1 kg olacak şekilde doldurulmuştur. Torbaların ağzı, paket lastiği ile bağlanarak sterilizasyon için otoklavda 121°C'de 1.2 atm basınçta 90 dk süre ile tutulmuş, daha sonra torbalar soğumaya bırakılmıştır. Buğdaya misel sardırılarak tohumluk misel elde edilmesi çalışmalarından başarılı sonuçlar alınmadığı için, misel aşılması ile birlikte petri kabında gelişen miseller, steril bir bistüri yardımı ile sekiz eşit parçaya bölünmüştür. Kesilen bu parçalar, talaş ortamına degecek şekilde torba içerisinde beş farklı bölgeye aktarılmıştır. Misel aşılama işlemi tamamlanan torbaların ağızları, 5 cm genişliğinde steril boru ve pamukla kapatılmıştır. Pamuk, inkübasyon süresi boyunca kompostun gaz değişimine imkân sağlamıştır. Yetiştiricilik torbaları mantar yetiştirme odalarına alınmadan bir hafta önce, odalar iyice temizlenmiş, ilaçlanmış ve havalandırılmıştır. Misel aşılması yapılan yetiştiricilik torbaları, misel gelişimi tamamlanmaya kadar, 23-25°C sıcaklık ve %70-80 nem içeren mantar yetiştirme odalarında bırakılmıştır. Misel sarımının tamamlanmasıyla sıcaklık ve nem değerleri, yetiştiriciliğe uygun olacak şekilde ayarlanmıştır. Mantarların büyük bir kısmı aynı büyüklüğe geldiğinde ve renk dönüşümünü tamamladığında, hasat yapılmaya başlanmıştır.

Biyolojik etkinlik oranı, toplam verim ve mantar kalitesi ile ilgili ölçümler, Ağaoğlu ve ark. (1992) ve İlbay (1994)'a göre yapılmıştır. Bütün uygulamalara misel aşılması ile birlikte, torbanın her tarafını miseller sarıncaya kadar geçen süre gün olarak hesaplanmıştır. Uygulamaların her biri için yüzde biyolojik etkinlik oranı, aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır (Shen ve Royse, 2002).

$$\text{BEO (\%)} = (\text{TMA (g)} \times 100) / \text{KMA}$$

%BEO: Yüzde biyolojik etkinlik oranı

TMA: Taze mantar ağırlığı

OKA: Ortamın kuru ağırlığı

Denemede yer alan bütün uygulamalar ve tekerrürlerden ayrı ayrı günlük hasatlar yapılarak, elde edilen ürünler terazide tartılmıştır. Hasat döneminin sonlanmasını takiben, alınan verim değerlerinin toplanması ile her uygulama için elde edilen toplam verim miktarı ortaya çıkarılmıştır. Mantar ağırlığı, sap ve şapkanın birlikte terazide tartılması ile g olarak belirlenmiştir. Üretimin birinci flaşından alınan taze mantar örneklerinde, % kuru madde tayinleri yapılmıştır. Bu amaçla örnekler, önce 0.01 g duyarlıdaki hassas terazide tartılmıştır.

Daha sonra gıda kurutmalarında kullanılan cihazlar yardımı ile ağırlıkları sabit hale gelene kadar kurutulup, tekrar tartılarak % kuru madde miktarları tespit edilmiştir. Üretimin birinci flaşından alınan ve kurutulup öğütülen mantar örneklerinde azot tayini, modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (Kaçar, 1972). Protein miktarı ise bulunan azot değerinin 6.25 faktörüyle çarpılması ile hesaplandıktan sonra, % olarak ifade edilmiştir (Bilgir ve Boztok, 1983).

Yetiştirme ortamlarının hazırlığında, ilk olarak pH ve % nem değerleri belirlenmiştir. Her uygulama için 10 g örnek tartılarak, üzerine 100 mL saf su eklenmiştir. 1.5 saat bekletildikten sonra karışımın suyu süzülerek, pH metre ile ölçüm gerçekleştirilmiştir. Alınan örneklerin her uygulama için yaş ağırlıkları belirlendikten sonra, 65°C'ye ayarlı etüvde, sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kuru ağırlıkları belirlendikten sonra bulunan değerler, 100'den çıkarılarak ortamların % nem içerikleri belirlenmiştir. Kurutulup öğütülen örneklerde % azot tayini, modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemine göre yapılmış, örneklerin kül fırınında 525±25°C'de yakılmasıyla elde edilmiş ve % olarak belirlenmiştir. 100'den kül miktarı çıkarılarak elde edilen organik maddenin, %50'si karbon olarak hesaplanmıştır (Gerrits, 1985; Cormican ve Staunton, 1991). Hesaplanmış olan karbon miktarının, azot miktarına oranlaması ile karbon/azot (K/A) oranı hesaplanmıştır.

Deneme "Tesadüf Parselleri Deneme Deseni"ne göre 3 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 3 torba olacak şekilde yürütülmüştür. Elde edilen veriler, JMP istatistik paket programında tesadüf parselleri deneme desenine göre analiz edilmiştir. Yüzde değerler, açı değerlerine çevrilerek istatistik analiz uygulanmıştır. Farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu verilere, LSD testi uygulanarak, harflendirme yapılmıştır. Ayrıca ilişkisi olduğu düşünülen özelliklere, JMP korelasyon analizi uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Maitake mantarında yetiştiricilik koşullarının ve farklı yetiştiricilik ortamlarının denendiği bu çalışmada, Türkiye'de hazır tohumluk misel ve ana misel kültürü bulunmadığı için, ana stok kültürü yurt dışından temin edilerek, besin ortamında çoğaltılması gerçekleştirilmiştir. Çoğaltılan miseller, tohumluk misel elde edilmesi amacı ile buğdaya sardırılmış, ancak gelişme sağlanamamıştır. Bu nedenle, misellerin direkt yetiştiricilik ortamına ekimi sağlanmıştır. Çalışma süresince, bazı

ortamlarda mantar oluşumu gözlemlenememiş ve mantar elde edilen ortamlarda da tepkinin düşük olduğu görülmüştür. Bu durum, yetiştiricilik döneminde mevsim normalleri dışında yaşanan ani sıcaklık artışı ve buna bağlı olarak yaşanan yoğun zararlı oluşumu ve bu mantarın ülkemizde ilk defa çalışılması nedenleri ile yaşanmış olabilir. Yoğun zararlı oluşumu için tuzaklar ve bu konuda uzmanlaşmış yakalayıcı aletler ile hızlıca önlem alınmasına rağmen, zararlı popülasyonu belirli bir noktaya kadar düşürülebilmiştir.

Maitake mantarının yetiştiriciliği için gerekli ekolojik koşullar

Farklı yetiştiricilik ortamlarına aşılınmış maitake mantarı, 23-25°C ve %70-80 nem içeren mantar yetiştirme odalarına alınarak, misel gelişimi için beklenmiştir. Misellerin tam sarımı, yaklaşık 35-45 gün arasında değişiklik göstermiştir. Ortamların misel sarımı tamamlandıktan sonra primordium oluşumunu teşvik etmek için, 3 gün boyunca sıcaklık 10°C'ye düşürülerek soğuk şok uygulaması gerçekleştirilmiştir. Maitake mantarında primordium oluşumunu teşvik etmek için gerekli olan sıcaklıklar hakkındaki literatür incelendiğinde, Chalmers (1994) 20-25°C sıcaklığı, Rinsanka (1980) 22-24°C sabit sıcaklıkları tavsiye ederken; Royse (1996), Mayuzumi ve Mizuno (1997), Royse (1997a) 4-18°C'lik daha düşük sıcaklıkları ve Stamets (1993) ise 10-15.6°C sıcaklıkların uygun olduğunu belirtmiştir (Barreto ve ark., 2008). Bu çalışmada misel gelişimi tamamlandıktan sonra, sıcaklık 16-18°C'ye düşürülmüştür (Çizelge 1). Yetiştiricilik yapılan odaya taze hava girmesi mantarlara oksijen sağlar, mantar yüzeyindeki nemin buharlaşmasına neden olur ve ortamdaki fazla CO₂'nin giderilmesini sağlar. Havalandırma işlemi fazla yapıldığı zaman nem kaybı yaşanacağı, yeterince yapılmadığı zaman ise ortamın CO₂ konsantrasyonu artıp mantar gelişimi olumsuz etkileneceği için mantar oluşumunun başlaması ile odanın havalandırmasına dikkat edilmiştir (CO₂ konsantrasyonu < 700 ppm). Yetiştiricilik ortamlarının kurumasını önlemek için nem seviyesi, %90-95 arasında tutulmuştur. Nem oranındaki farklılık; ortamın nem içeriğini, misel sarım süresini ve mantar oluşumunu etkilemektedir (Stott ve Mohammed, 2004). Nemlendirme, bu amaçla kullanılan bir cihaz ile otomatik olarak yapılmıştır. Maitake mantarı misel sarım aşamasında ışık istenmediği için, ilk aşamada yetiştiricilik odası karanlık tutulmuştur. Misel sarımının tamamlanması ve ilk primordiumun görülmesiyle birlikte 40

watt'lık floresan lambalarla 12 saat açık tutularak, 200 lüx şiddetinde aydınlatma sağlanmıştır. Yetiştiricilik torbalarında misel sarımı tam olarak gerçekleştiikten sonra, mantar taslaklarının (primordium) oluşumunu teşvik etmek için torbalara steril bir bistüri ile 5'er cm genişliğinde kesikler açılmıştır.

Çizelge 1. Maitake mantarı yetiştiriciliği için uygun ekolojik koşullar

	Misel gelişimi	Primordium başlangıcı	Mantar oluşumu-gelişimi
Sıcaklık (°C)	23-25°C	10±2°C	16-18°C
Nem (%)	%70-80	%90-95	%85-90
Işık (lux)	-	-	200
Havalandırma	-	%0.2-0.5	<%0.1
Süre (gün)	35-45	3	20-25

Ortamlara aşılınmış maitake mantarının misel sarım süresi

Misel sarım süresi ve mantar oluşumunun başarısı büyük ölçüde miselin kalitesine, kullanılan materyalin içeriğine, uygun çevre koşullarına ve ortamın steril koşullarda hazırlanmasına bağlıdır (Sánchez, 2004). Maitake mantarının misel sarım süresi, oldukça uzundur. Kuluçka süresinin uzun olması ise ortamlarda enfeksiyon görülme olasılığını arttırır. Bu çalışma esnasında karşılaşılan yetiştiricilik sezonunda yaşanan beklenmeyen mevsim normalleri dışında gelişen sıcaklık artışı (Bu sıcaklık artışı yetiştiricilik odasını etkileme şeklinde düşünülmemelidir. Çünkü, denemelerimiz tam iklim kontrollü mantar yetiştirme odalarında yapılmıştır. Erken dönemde yaşanan sıcaklık artışı, zararlı sorununu ortaya çıkarmıştır. Sıcaklıkla birlikte zararlılar, daha erken aktifleşmişlerdir. Mantar odasına zararlı girişi ise mantar yetiştirme odamız bir eğitim kurumu olan üniversite binasında olduğu için bulunduğu koridorda farklı amaçlarla kullanılan odalar ve koridora eğitim amaçlı öğrenci girişi olması ile açıklanabilir), buna bağlı olarak yetiştiriciliğin yapıldığı dönemde yaşanan yoğun zararlı sorunları ve bu mantarın ilk defa yetiştiriciliğinin denenmesi gibi pek çok nedenden dolayı, misel sarımı gerçekleşmeyen kompostlar (K: Meşe talaşı, E2: 2 h Kavak talaşı + 1 h Buğday kepeği, E3: 1 h Meşe talaşı + 1 h Kavak talaşı + 1 h Buğday kepeği) olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda, misel sarım süresi en kısa 35 gün ile E1 (2 h Meşe talaşı + 1 h Buğday kepeği) ortamında gerçekleşirken, en uzun sarım 42 gün ile E4 (1 h Buğday sapı + 1 h Buğday kepeği) ortamından elde

edilmiştir. K, E2 ve E3 ortamlarında ise misel sarımı gerçekleşmemiştir (Çizelge 2). Veriler incelendiğinde, maitake mantarının saf meşe talaşı, kavak talaşı ve karışımlarında başarılı olmadığı, buğday sapının ilave edildiği ortamların ise başarılı bir şekilde misel sarımını tamamlayıp, mantar oluşturduğu görülmektedir. Bu sonuçlar literatürde yer alan, 30-35 gün (Shen ve Royse, 2002), 31-42 gün (Stott ve Mohammed, 2004) ve 30-45 gün (Royse, 1996; Royse, 1997b) bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Misel sarım süresindeki farklılıklar, kompostun nem içeriğine, bileşenlerine ve çevre koşullarına göre farklılıklar gösterebilir. Farklı türlerdeki mantarların misel sarım sürelerine bakıldığında; *L. edodes*'de 33.83-59.00 gün arasında (Özçelik ve Pekşen, 2007), *P. ostreatus*'da 10.3-12.7 gün, *P. sajor-caju*'da 11.7-15.3 gün ve *P. florida*'da 11.0-14.0 gün (Kırbağ ve Korkmaz, 2013) olarak bildirilmiştir.

Ortamlara aşılınmış maitake mantarının biyolojik etkinlik oranı

Biyolojik etkinlik (BE); ortamların bileşenlerinden, büyüme döngüsü süresince çevreden ve ırlardan etkilenmektedir (Barreto ve ark., 2008). BE oranı, %29.29 ile en yüksek E5, en düşük ise %22.83 ile E4 ortamlarında belirlenirken, ortamlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Literatür incelendiğinde, *G. frondosa* 'nın BE'sinin %7.5 ile %15.5 (Kirchhoff, 1996), %10 ile %29 (Stamets, 1993), %14 (Chalmers, 1994), %16 ile %27 (Royse, 1997a), %25 ile %32.5 (Mayuzumi ve Mizuno, 1997) ve %35.8 ile %39.5 arasında değiştiği bildirilmiştir (Shen ve Royse, 2001; Barreto ve ark, 2008). Shen ve Royse (2002), farklı maitake ırlarını analiz ederken, BE oranını ortalama %34 olarak hesaplamıştır. Yine aynı çalışmada, biyolojik etkinlik oranı ile mantar kalitesi arasında pozitif korelasyon olduğu bildirilmiştir. Hazırlanan kompostun içerdiği kepek %10'un üzerine çıktıkça, besin miktarı arttığı için biyolojik etkinlik oranının da arttığını gözlemlemişlerdir. Song ve ark. (2018), *G. frondosa* 'nın BE'sini %44.91±1.41 olarak kaydetmişlerdir. Diğer mantar türleriyle yapılan çalışmalar incelendiğinde; Güler ve Ağaoğlu (1995), farklı lignoselülozik atık materyaller üzerinde altı farklı *Pleurotus* türünü yetiştirmişler ve biyolojik etkinliği *P. ostreatus*'da %55.71 ve *P. sajor-caju*'da %60.43 olarak belirlemişlerdir. Philippoussis ve ark. (2000), *P. ostreatus*'un BE'sini %33.37-64.59 arası, *L. edodes*'in %12.78-16.75 arası, *P. eryngii*'nin ise %15.32-% 23.50 arası olarak hesaplamışlardır.

Pokhrel ve ark. (2013), *Pleurotus sajor-caju*'nun BE'sini, %74.88 ile %87.03 arasında kaydetmişlerdir. Diğer mantarlarla kıyaslandığında, *G. frondosa*'nın BE'sinin düşük olduğu görülmektedir. Ancak, maitake mantarında yapılan diğer çalışmaların BE'sinin bazılarında daha düşük bazılarında ise daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Bu durumda, diğer mantar türlerine göre daha düşük BE sonuçları, maitake mantarının kendisi ve yetiştiricilik ortamı için seçilen substratlar kaynaklı olabilir.

Ortamlara aşılınmış maitake mantarının verim değerleri

Değişik ortamlara aşılınmış maitake mantarının ortalama verim miktarı; Çizelge 2, Şekil 1'de sunulmuş ve ortamlar arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek verim; 124.82 g kg⁻¹ ile E5, en düşük verim ise 55.02 g kg⁻¹ ile E4 ortamında gerçekleşmiştir. Maitake mantarının verimi Curvetto (2009) tarafından, 6 kg'lık yetiştiricilik torbası başına 0.5 ile 1 kg arasında bulunmuştur. Kunitomo (1992) *G. frondosa*'nın verimini, ortalama 300 ile 500 g 2.5 kg⁻¹ kompost olarak belirlemiştir. Yoshizawa ve ark. (1997), 2.5 kg'lık bir komposttan yaklaşık 400 g maitake verimi elde etmiştir. Shen ve Royse (2002), *G. frondosa*'nın Asya kökenli WC 828 ırkının mantar oluşturma gücünü, %67 olarak saptamıştır. Bu maitake ırkı yapılan bu çalışmada da kullanılmış, ancak tüm yetiştiricilik ortamlarından tepki alınamamıştır. Bunun olası nedenleri daha önceki bölümlerde tartışılmıştır. Song ve ark. (2018) ortalama verim değerini, 134.72±4.24 g torba⁻¹ olarak bildirmişlerdir. *L. edodes*'de verim, 150.77-233.92 g kg⁻¹ arasında hesaplanmıştır (Özçelik ve Pekşen, 2006). Erkel (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, *G. lucidum*'da meşe, kavak ve kayın talaşı ile buğday, kepek ve çeltiğin farklı oranlarda karışımından elde edilen dokuz farklı ortamdan 25.00-68.44 g kg⁻¹ ortam arasında verim elde edilmiştir (Yakupoğlu ve Pekşen, 2011). Pokhrel ve ark. (2013), *P. sajor-caju*'nun toplam verimini, 224.23 ile 299.53 g kg⁻¹ arasında bulmuştur. *P. ostreatus*'da ortalama verim 27.0-42.0 g 100 g⁻¹ ve *P. florida*'da ise 28.3-34.0 g olarak bildirilmiştir (Kırbağ ve Korkmaz, 2013). Diğer manar türleriyle karşılaştırıldığında, maitake mantarının veriminin düşük olduğu görülmüştür. Ancak her mantar türünün verimini, kendi içerisinde değerlendirmek, daha doğru sonuçlara yönlendirecektir.

Ortamlara aşılınmış maitake mantarının mantar ağırlığı

Sap ve şapkanın birlikte terazide tartılması ile g olarak belirlenen mantar ağırlıkları Çizelge 2'de verilmiştir. E4 ve E5 ortamlarında ortalama mantar ağırlıkları açısından, istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. En fazla mantar ağırlığı 33.92 g ile E5 ortamında, en az ise 17.26 g ile E4 ortamında belirlenmiştir. Maitake mantarında çok fazla çalışma bulunmadığı için ve bu mantar türünün şekli (iç içe geçmiş karnabahar şeklinde olduğu için) ağırlık ve ölçü almakta zor ve karışık olduğu için, karşılaştırma yapmak amacıyla veri bulunamamıştır. Diğer mantar türlerinin ortalama mantar ağırlıkları incelendiğinde; *P. ostreatus*'ta mantar ağırlığı ortalama 21.21 g, *P. sajor-caju*'da 16.73 g (Kurt, 2008), *L. edodes*'de ise 10.14-39.47 g olarak bulunmuştur (Sözbir, 2014). Ancak, her mantar türünün şekli ve ağırlığı farklı olduğu için, farklı türlerle kıyaslama yapmak doğru olamayacaktır.



Şekil 1. E4 ve E5 ortamlarında maitake mantarının hasat aşaması

Ortamlara aşılınmış maitake mantarının kuru madde miktarı

E4 ve E5 ortamlarının ortalama kuru madde miktarları arasında, istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır (Çizelge 2). En yüksek kuru madde miktarı, %17.79 ile E4 ortamında tespit edilmiş, E5 ortamında ise oran %13.57 olmuştur. Svagelj ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, maitake mantarının kuru madde içeriği %14 olarak tespit edilmiştir. Diğer mantar türlerinin kuru madde miktarları incelendiğinde; *P. ostreatus*'da %8.38-14.75 (Koçyiğit, 1984), *P. sajor-caju*'da %7.95-13.08 (Kurt, 2008) ve *L. edodes*'de %8.25-16.66 arasında (Özçelik ve Pekşen, 2006) kaydedilmiştir.

Ortamlara aşılınmış maitake mantarının protein miktarı

E4 ve E5 ortamlarının ortalama protein miktarları arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. (Çizelge 2). En yüksek protein miktarı %35.53 ile E4 ortamından elde edilirken, en düşük %32.99 ile E5 ortamında belirlenmiştir. Maitake mantarının protein içeriğiyle ilgili literatür incelendiğinde, %19.4 (Curvetto, 2009), %20.4-22.3 (Sato ve ark., 2017), %21 (Svagelj ve ark., 2008), %27 (Stott ve Mohammed, 2004) ve %27 (Stamets, 1993) değerleriyle karşılaştırılmıştır. Bu denemede elde edilen sonuçlar ise diğer araştırmacıların

bulgularından daha yüksek olmuştur. Bu durum, yetiştirme ortamı için seçilen substrat kaynaklı olabilir. Farklı mantar türlerinin protein miktarı incelendiğinde, *P. ostreatus*'da %17.04-21.37, *P. sajor-caju*'da %18.62-20.15, *P. sapidus*'da %23.28-26.51 (Küçüközlü ve Pekşen, 2005), *Lycoperdon giganteum*'da %24.30, *Lentinus subnudus*'da %5.80 ve *P. florida*'da %15.10 (Gbolagade, 2006; Dundar ve ark., 2008) değerleri ile karşılaştırılmıştır. Deneme tekrar edilerek sonuçların teyit edilmesi koşulu ile maitake mantarının protein açısından zengin olduğu sonucuna varılabilir.

Çizelge 2. Değişik ortamlara aşılınmış maitake mantarının ortalama misel sarım süresi, biyolojik etkinlik, toplam verim, ortalama mantar ağırlığı, kuru madde ve protein miktarı değerleri

YK	MSS (gün)	BE (%)	TV (g)	OMA (g)	KMM (%)	PM (%)
E1	35.00c	-	-	-	-	-
E4	41.67a	22.83	55.02b	17.26	14.79	35.53 a
E5	38.67b	29.29	124.82a	33.92	13.57	32.99 b
LSD _{mss} ***=1.3894		-	25.31***	ÖD	ÖD	0.982***

YK: Yetiştiricilik karışımları, MSS: Misel sarım süresi, BE: Biyolojik etkinlik, TV: Toplam verim, OMA: Ortalama mantar ağırlığı, KMM: Kuru madde miktarı, PM: Protein miktarı

Aynı sütunda ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki istatistiksel farklılıklar önemli bulunmuştur.

ÖD Önemli değil; *, P < 0.05. **p ≤ 0.01, ***p ≤ 0.001'i ifade etmektedir.

Deneme kapsamında daha önce bahsedilen sebepler nedeni ile ortamların bazılarında misel sarımı (K, E2 ve E3) gerçekleşmezken, bir tanesinden de mantar oluşumu (E1) sağlanamamıştır.

Ortamların pH değeri

pH değeri açısından varyans analizi sonucuna bakıldığında; ortamlar, zaman ve bunların interaksiyonları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar bulunmuştur. Ortam x zaman interaksiyonu arasındaki ilişki önemli bulunmuş, pH değeri en yüksek 5.45 ile otoklav sonrası E4, en düşük ise 3.52 ile hasat sonu E4 ortamlarında gerçekleşmiştir (Çizelge 3). Kullanılan ortamların kendi aralarındaki ortalama pH değeri incelendiğinde; en yüksek değer 4.30 ile E5, en düşük ise 4.24 ile E4 ortamlarında tespit edilmiştir. Üç farklı dönemde ortalamaların pH değeri incelendiğinde, en yüksek sonuç otoklav sonrası (5.33), en düşük ise hasat sonrası (3.62) dönemlerde görülmüştür. Misel aşılama sonrası, ortamların ortalama pH değerinin zamanla azaldığı saptanmıştır. Farklı ortamlara aşılınmış maitake mantarında pH değeri, otoklav sonrası en yüksek K (5.97), en düşük ise E1 (4.89) ortamında

gerçekleşmiştir. Misel sarımı sadece E1 ortamında sağlanırken, bu ortamın pH değeri 4.36 olarak belirlenmiştir. Hasat sonrası, bu ortamlarda analiz yapılmamıştır. Yetiştiricilikte kullanılan ortamların pH içeriğiyle ilgili bulgular incelendiğinde, Yoshizawa ve ark. (1997), pH'sı 4.9-5.9 aralığına sahip ortamların, *G. frondosa*'nın verimi üzerinde belirgin bir etkisinin bulunmadığını tespit etmiş ve ortamların pH değerini ayarlamının etkisini araştırmışlardır. Ortamın pH değerinin misel sarımı ve mantar oluşumu üzerine etkisinde, en uygun aralığın belirlenmesi için daha fazla çalışmanın gerektiğini belirtmişlerdir. Diğer mantar türlerinin yetiştiriciliğindeki pH değeri incelendiğinde, Zadrazil (1978), pH değerinin 8'den yüksek ve 4'ten düşük olması durumunda, *Pleurotus* türlerinde gelişimin engellendiğini ve asidik ortamlarda (pH=4) misel gelişmesinin yavaş olduğunu tespit etmiştir. Sun ve Yu (1989), pH'sı 5.4-6.0 aralığında olan kompostlarda *P. sapidus*'un iyi geliştiğini belirtmişlerdir (Küçüközlü ve Pekşen, 2005). *P. ostreatus*'un farklı yetiştirme ortamlarındaki pH değerlerinin, 6.48-7.52 arasında değiştiği saptanmıştır (Kibar ve ark., 2016).

Çizelge 3. Farklı ortamlara aşılınmış maitake mantarının farklı ortam ve dönemlerde belirlenen pH değeri

Mantar oluşumu gerçekleşen ortamların pH değeri (%)				Mantar oluşumu gerçekleşmeyen ortamların pH değeri (%)			
Zaman	E4	E5	Zaman ortalaması	K	E1	E2	E3
OS	5.45 a	5.20 b	5.33 A	5.97	4.89	5.31	5.19
MS	3.75 d	3.99 c	3.87 B	-	4.36	-	-
HS	3.52 e	3.73 d	3.62 C	-	-	-	-
Ortam ort.	4.24 B	4.30 A	-	-	-	-	-

LSDzam***=0.044, LSDort***=0.036, LSDzam*ort***=0.062

OS: Otoklav sonrası, MS: misel sonrası, HS: Hasat sonrası

Ortamların nem miktarı

Nem oranı açısından varyans analizi sonucu ortamlar, zaman ve bunların etkileşimleri arasında, istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4). Ortam x zaman etkileşimi arasındaki ilişki önemli bulunmuş, nem miktarı en yüksek hasat sonrası E4 (%82.22), en düşük ise otoklav sonrası E5 (%67.12) ortamlarında bulunmuştur. Diğer ortamlar ise bu veriler arasında dağılım göstermiştir. Kullanılan ortamların kendi aralarındaki ortalama nem miktarı incelendiğinde, en yüksek değer E4 (%75.43), en düşük E5 (%73.21) ortamında saptanmıştır. Zamanların ortalamaları incelendiğinde, en yüksek değer hasat sonrası (%80.40), en düşük ise sırasıyla misel sarım (%74.04) ve otoklav sonrası (%68.52)'nde gözlemlenmiştir. Farklı ortamlara aşılınmış maitake mantarında nem miktarı, otoklav sonrasında en yüksek E2 (%70.46), en düşük ise E1 (%66.26) ortamında tespit edilmiştir. Misel sarımı sadece E1 ortamında gerçekleşirken, bu ortamın nem miktarı %66.49 olarak saptanmıştır. Hasat sonrası ise bu ortamlarda analiz yapılmamıştır. Nem içeriği açısından literatür incelendiğinde; Stamets (1993), Chalmers (1994), Kirchoff (1996) ve Mayuzumi ve Mizuno (1997) ortamların nem içeriğinin, %60-65 arasında olması gerektiğini önermektedirler. Barreto ve ark. (2008) ise kompost nem içeriğini, %52.79 olarak kaydetmiştir. Svagelj ve ark. (2008), ortam neminin misel sarımından mantar

gelişmesine kadar olan süreçteki öneminden bahsetmişlerdir. Kompostun nem içeriğiyle misel sarımının, büyümenin ve gelişmenin ilişkilendirilmesinin nedeni mantarlarda bulunan ve belli bir nem içeriği sağlandıktan sonra aktif hale gelen polisakkaritlerdir. Polisakkaritlerin görevi, hazırlanan ortamdaki katı parçacıkların yüzeyine hif bağlamak ve bu hifleri mekanik bozulmalara karşı korumaktır. Kompostun nem içeriğinin, misel büyümesi ve bu polisakkaritlerin üretimi için oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır. %70'den yüksek nem içeriğinin, *G. frondosa*'nın misel sarımı ve polisakkarit üretiminin başlamasını teşvik ettiğini, %70'in altındaki değerlerde ise misel büyümesinin yavaşladığı ve polisakkarit üretiminin açık bir şekilde azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca, kompost nemi %55'e düştüğünde ise misel büyümesinin durduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, misel sarım aşamasında nem içeriği %70'in altında olan kompostlarda misel sarımının gerçekleşmediği tespit edilmiştir. Bu durumun, polisakkarit aktivitesiyle açıklanması mümkün olabilmektedir. Song ve ark. (2018), *G. frondosa* mantarını yetiştirdikleri ortamın nem içeriğini, %62.5'e ayarladıklarını belirtmişlerdir. Velezco ve ark. (1995), %70-80 nem içeriğine sahip kompostlarda, *P. ostreatus* ve *P. djamur* türlerinin misel gelişiminin daha yüksek olduğunu, bu nem içeriğinde biyolojik etkinliğin önemli derecede arttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Farklı ortamlara aşılınmış maitake mantarının farklı ortam ve dönemlerde belirlenen nem miktarı (%)

Mantar oluşumu gerçekleşen ortamların nem değeri (%)				Mantar oluşumu gerçekleşmeyen ortamların nem değeri (%)			
Zaman	E4	E5	Zaman ortalaması	K	E1	E2	E3
OS	69.93 d	67.12 e	68.52 C	69.96	66.26	70.46	70.30
MS	74.16 c	73.93 c	74.04 B	-	66.49	-	-
HS	82.22 a	78.58 b	80.40 A	-	-	-	-
Ortam ort.	75.43 A	73.21 B	-	-	-	-	-

LSDzam***=1.654, LSDort***=1.350, LSDzam*ort***=2.339

Ortamların azot miktarı

Azot içeriği bakımından varyans analizi değerleri incelendiğinde; ortamlar, zaman ve bunların interaksyonları arasında, istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu saptanmıştır (Çizelge 5). Ortam x zaman interaksyonu arasındaki ilişki önemli bulunmuş, azot miktarı en yüksek (%1.74) E4 ortamının hasat sonrası dönemde elde edilirken, en düşük istatistiksel olarak aynı grupta yer alan otoklav sonrası E4 (%1.16) ve E5 (%1.18) ortamlarında gerçekleşmiştir. Ayrıca interaksyon dikkate alındığında, azot miktarının ortamların aşılama ile birlikte otoklav sonrasında hasat sonrasına kadar olan süreçte sürekli arttığı tespit edilmiştir. Kullanılan ortamların kendi aralarındaki ortalama azot miktarı incelendiğinde, en yüksek E4 (%1.41), en düşük ise E5 (%1.31) ortamında saptanmıştır. Zamanların ortalamasına bakıldığında, zamanlar arasında fark önemli bulunmuş, en yüksek değer hasat sonrası (%1.58), en düşük değer ise (%1.17) otoklav sonrasında elde edilmiştir. Farklı ortamlara aşılansın maitake mantarında azot miktarı, en yüksek otoklav sonrası E2 (%1.32), en düşük ise K (%0.28) ortamında tespit edilmiştir. Misel sarımı sadece E1 ortamında gerçekleşirken, bu ortamın azot miktarının artarak %1.26'a çıktığı belirlenmiştir. Hasat sonrası ise bu ortamlarda analiz yapılmamıştır. Yüksek azot içeriğine sahip olan ortamların aynı zamanda yüksek protein içeriğine, düşük azot miktarına sahip olan ortamların da düşük protein içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Kullanılan ortamların azot içeriklerinin, hasat sonunda arttığı tespit edilmiştir. Artan azot miktarıyla birlikte, protein içeriğinde de artış

görülmüştür. Bu durum, ortamların daha sonra hayvan yemi olarak değerlendirilebileceği yönünde umut vadetmektedir. Azot değeri en düşük olarak belirlenen kontrol grubunun, misel sarımını tamamlamadığı dikkat çekmiştir. Kontrol grubu sadece meşe talaşından oluştuğu için içerisindeki azot miktarı düşük çıkmış olabilir ve akabinde misel sarımı ve mantar oluşumu gerçekleşmeyebilir. Olivier (1990), azotun misel sarımını teşvik ettiğini ve sarım süresini kısalttığını belirtmiştir. Ayrıca ortamlara kepek eklenmesiyle birlikte, ortamların azot oranlarının arttığı belirlenmiştir. Bu bulgular mantar yetiştiriciliğinde, atığın içerisine soya unu, kepek ve alçı gibi çeşitli bileşenlerin karıştırılmasının, azot miktarını arttırdığını göstermektedir. Dışardan azot uygulaması yapılmadığı halde, hasat sonunda ortamların azot miktarının artmasının nedeni hakkında, farklı görüşler bulunmaktadır. Abu ve ark. (2000), kompostta bulunan ve henüz kullanılmamış olan proteinin ve diğer azotlu bileşiklerin mikrobiyal proteine dönüşmesiyle birlikte arttığını, Singh (2000) oluşan mantarın havada bulunan serbest azotu bağlaması sonucu olabileceğini, Belewu (2006) suda çözünme ve parçalanma esnasındaki fungal proteinin eklenmesi sonucu meydana geleceğini bildirmişlerdir (Kurt, 2008). Diğer türlerde yapılan çalışmalarda *P. ostreatus* aşılansın buğday samanı ortamının otoklav sonrası azot miktarı, %0.52 olarak bildirilmiştir (Yıldız ve Demir, 1998). Özçelik ve Pekşen (2007), *L. edodes*'de azot miktarının %0.41-0.90 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. *G. lucidum* için atıklar bazında azot oranı, %0.35-2.61 arasında bulunmuştur (Yakupoglu ve Pekşen, 2011).

Çizelge 5. Farklı ortamlara aşılansın maitake mantarının farklı ortam ve dönemlerde belirlenen azot miktarı (%)

Zaman	Mantar oluşumu gerçekleşen ortamların azot miktarı (%)			Mantar oluşumu gerçekleşmeyen ortamların azot miktarı (%)			
	E4	E5	Zaman ortalaması	K	E1	E2	E3
OS	1.16 c	1.18 c	1.17 C	0.28	1.20	1.32	1.09
MS	1.32 b	1.33 b	1.33 B	-	1.26	-	-
HS	1.74 a	1.43 b	1.58 A	-	-	-	-
Ortam ort.	1.41 A	1.31 B		0.28	1.20	1.32	1.09

LSDzaman***=0.078, LSDortam***=0.036, LSDortam*zaman***=0.062

Ortamların kül miktarı

Kül içeriği açısından varyans analizi değerleri incelendiğinde, ortamlar ve bunların interaksyonları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu saptanmıştır (Çizelge 6). Ortam x

zaman interaksyonu arasındaki ilişki önemli bulunmuş, en yüksek değerler istatistiksel olarak aynı grupta yer alan otoklav sonrası E4 (%10.10), hasat sonrası E4 (%9.27), hasat sonrası E5 (%9.27) ve misel sarım sonrası E4 (%9.09) ortamlarında gerçekleşmiştir. En düşük kül miktarı ise otoklav

sonrası E5 (%6.05) ortamından elde edilmiştir. Ortamların kendi aralarındaki kül miktarları incelendiğinde, en yüksek değer %9.49 ile E4, en düşük ise %7.54 ile E5 ortamlarında saptanmıştır. Analiz yapılan üç zamanın kül miktarlarının ortalamasına bakıldığında, istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Buna göre en düşük otoklav sonrasında %8.08, en yüksek ise hasat sonrasında %9.27 olarak kaydedilmiştir. Farklı ortamlara aşılınmış maitake mantarında kül miktarı, en yüksek otoklav sonrası E1 (%5.95), en düşük ise K (%3.88)

ortamında tespit edilmiştir. E1 ortamının misel sarımını tamamladığı, ancak mantar oluşturmadığı dikkat çekmiştir. Misel sarımını tamamlayamayan ortamlarda, hasat sonrasında bu analiz yapılmamıştır. Özçelik ve Pekşen (2007), *L. edodes*'de kül miktarınının %4.58-13.37 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. *P. ostreatus*'da, hasat sonunda kül miktarının arttığı tespit edilmiştir (Kurt, 2008). *G. lucidum*'da ise kül oranı; %4.61-13.77 arasında bulunmuştur (Yakupoğlu ve Pekşen, 2011).

Çizelge 6. Farklı ortamlara aşılınmış maitake mantarının farklı ortam ve dönemlerde belirlenen kül miktarı (%)

Mantar oluşumu gerçekleşen ortamların kül miktarı (%)				Mantar oluşumu gerçekleşmeyen ortamların kül miktarı (%)			
Zaman	E4	E5	Zaman ortalaması	K	E1	E2	E3
OS	10.10 a	6.05b	8.08	3.88	5.95	3.60	4.63
MS	9.09 a	7.30 ab	8.19	-	6.40	-	-
HS	9.27 a	9.27 a	9.27	-	-	-	-
Ortam ort.	9.49 A	7.54 B		-	-	-	-

LSDzaman***=ÖD, LSDortam***=1.64, LSDortam*zaman***=2.8406

Ortamların karbon miktarı

Karbon içeriği açısından varyans analizi değerleri incelendiğinde, ortamlar ve bunların interaksyonları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu saptanmıştır (Çizelge 7). Ortam x zaman interaksyonundan elde edilen sonuçlar, istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Ortamların kendi aralarında karbon miktarları incelendiğinde, en yüksek değer %46.23 ile E5, en düşük ise %45.26 ile E4 ortamlarında tespit edilmiştir. Analiz yapılan üç zamanın kül miktarlarının ortalamasına bakıldığında, istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. En yüksek değer, %45.96 ile hasat sonrası, en düşük değer ise %45.37 ile otoklav sonrası dönemlerde gerçekleşmiştir.

Farklı ortamlara aşılınmış maitake mantarında, karbon miktarı en yüksek otoklav sonrası E2 (%48.20), en düşük E1 (%47.03) ortamında tespit edilmiştir. Misel sarımı sadece E1 ortamında gerçekleşirken, bu ortamın karbon miktarı azalmış ve %46.80 olarak belirlenmiştir. Hasat sonrası ise bu ortamlarda analiz yapılmamıştır. Diğer türlerde yapılan çalışmalarda, *P. ostreatus* mantarının aşılmasından sonra C miktarı, ortalama %33.66-46.54 arasında olmuştur (Kurt, 2008). Misel aşılmasından sonraki karbon miktarı, *G. lucidum*'da %46.73-48.01 (Yakupoğlu ve Pekşen, 2011), *L. edodes*'de %43.32-47.72 arasında kaydedilmiştir (Özçelik ve Pekşen, 2007).

Çizelge 7. Farklı ortamlara aşılınmış maitake mantarının farklı ortam ve dönemlerde belirlenen karbon miktarı (%)

Mantar oluşumu gerçekleşen ortamların karbon miktarı (%)				Mantar oluşumu gerçekleşmeyen ortamların karbon miktarı (%)			
Zaman	E4	E5	Zaman ortalaması	K	E1	E2	E3
OS	44.95	46.97	45.96	48.06	47.03	48.20	47.68
MS	45.45	46.35	45.90	-	46.80	-	-
HS	45.37	45.37	45.37	-	-	-	-
Ortam ort.	45.26 B	46.23 A		-	-	-	-

LSDzaman***=ÖD, LSDortam***=0.820, LSDortam*zaman***= Ö.D

Ortamların Karbon/Azot (K/A) Oranı

K/A varyans analizi değerleri incelendiğinde; ortamlar, zaman ve bunların interaksyonları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde

farklılıklar olduğu saptanmıştır (Çizelge 8). Ortam x zaman interaksyonu arasındaki ilişki önemli bulunmuş, K/A oranı en yüksek otoklav sonrası E5 (39.71) ve E4 (38.69) ortamında elde edilmiş ve bu

ortamlar aynı grupta yer almıştır. En düşük K/A oranı, hasat sonrası E4 (26.25) ortamında gerçekleşmiştir. Ortamların kendi aralarında K/A oranı incelendiğinde, en yüksek değer E5 (35.45), en düşük ise E4 (33.10) ortamlarında tespit edilmiştir. Analiz yapılan üç zamanın K/A oranının ortalamasına bakıldığında, en yüksek değer otoklav sonrası (39.20), en düşük ise hasat sonrası (29.01) dönemlerde gerçekleşmiştir. Ortamlar incelendiğinde, misel sarımı ve hasat sonucuyla birlikte ortamların K/A azot oranlarında düşüş olduğu tespit edilmiştir. K/A oranı ile verim arasında negatif ilişki görülmektedir. Verim arttıkça, K/A oranının düşmesi beklenir. K/A oranları incelendiğinde, en yüksek (172.78) değere sahip kontrol grubunun misel sarmadığı göze çarpmaktadır. Bu denemede misel sarımı için ideal K/A oranı, ortalama 38-39 olarak tespit edilmiştir. Farklı ortamlara aşılınmış maitake mantarında K/A oranında en yüksek değer otoklav sonrası K (172.78), en düşük ise E2 (36.64)

ortamında tespit edilmiştir. Misel sarımı sadece E1 ortamında gerçekleşirken, bu ortamın K/A oranı azalarak 37.15 olarak belirlenmiştir. Hasat sonrası ise bu ortamlarda analiz yapılmamıştır. K/A oranı, yenebilir mantarların büyümesinde hayati bir rol oynadığı için kompost yapımında kullanılacak materyalin seçiminde, içerik dikkate alınmalıdır. Yüksek K/A oranı, misel gelişimi için faydalıdır (Song ve ark., 2018). Öte yandan, çok yüksek azot seviyeleri misellerin güçlü büyümesine yol açar ve bu da verimi etkileyen istenmeyen metabolik ürünlerin birikmesine neden olur (Naraian ve ark., 2009; Hoa ve ark., 2015). Düşük karbon ve azot miktarı; misel büyümesinin yavaşlamasına, verimin düşmesine ve erken yaşlanmaya yol açar. Bu nedenle ideal K/A oranı, yenebilir mantarların verim ve büyüme döngüsünde çok önemli bir rol oynamaktadır (Naraian ve ark., 2009; Hoa ve ark., 2015). Song ve ark. (2018), *G. frondosa*'nın ideal K/A oranını, %48.40 olarak bildirmişlerdir.

Çizelge 8. Farklı ortamlara aşılınmış maitake mantarının farklı ortam ve dönemlerde belirlenen K/A oranı

Mantar oluşumu gerçekleşen ortamların K/A oranı (%)				Mantar oluşumu gerçekleşmeyen ortamların K/A oranı (%)			
Zaman	E4	E5	Zaman ortalaması	K	E1	E2	E3
OS	38.69 a	39.71 a	39.20 A	172.78	39.08	36.64	43.69
MS	34.36 b	34.85 b	34.60 B	-	37.15	-	-
HS	26.25 d	31.78 c	29.01 C	-	-	-	-
Ortam ort.	33.10 B	35.45 A		-	-	-	-

LSDzaman***=1.239, LSDortam***=1.012, LSDortam*zaman***=1.753

Çizelge 9. Farklı ortamlara aşılınmış maitake mantarının farklı ortam ve dönemlerde belirlenen protein miktarı (%)

Mantar oluşumu gerçekleşen ortamların protein miktarı (%)				Mantar oluşumu gerçekleşmeyen ortamların protein miktarı (%)			
Zaman	E4	E5	Zaman ortalaması	K	E1	E2	E3
OS	7.26 c	7.39 c	7.33 C	1.75	7.52	8.23	6.81
MS	8.27 b	8.31 b	8.29 B	-	7.88	-	-
HS	10.85 a	8.93 b	9.89 A	-	-	-	-
Ortam ort.	8.79 A	8.21 B		-	-	-	-

LSDzaman***=0.489, LSDortam***=0.399, LSDortam*zaman***=0.692

Ortamların protein miktarı

Protein varyans analizi değerleri incelendiğinde; ortamlar, zaman ve bunların interaksiyonları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu saptanmıştır (Çizelge 9). Ortam x zaman interaksiyonu arasındaki ilişki önemli bulunmuş, protein miktarı en yüksek hasat sonrası E4 (%10.85) ortamından elde edilmiştir. En düşük protein miktarı ise aynı istatistiksel grupta yer alan, otoklav sonrası E5 (%7.39) ve E4 (%7.26) ortamlarında saptanmıştır. Ortamların kendi

aralarında protein miktarları incelendiğinde, en yüksek değer E4 (%8.79), en düşük ise E5 (%8.21) ortamlarından elde edilmiştir. Analizi yapılan üç zamanın protein miktarlarının ortalamasına bakıldığında, protein içeriği misel sarımı ve hasatla birlikte artış göstermiştir. Misel sarımını tamamlayan ortamlar göz önünde bulundurularak, maitake mantarı yetiştiriciliği yapılan ortamların ortalama en yüksek protein oranı hasat sonrası (%9.89), en düşük ise otoklav sonrası (%7.33) dönemlerde belirlenmiştir. Farklı ortamlara

aşlanmış maitake mantarında protein miktarı, en yüksek otoklav sonrası E2 (%8.23), en düşük ise K (%1.75) ortamında tespit edilmiştir. Misel sarımı sadece E1 ortamında gerçekleşirken, bu ortamın protein miktarı artarak %7.88 olarak bulunmuştur. Hasat sonrası ise bu ortamlarda analiz gerçekleşmemiştir. Wang ve ark. (2001), buğday kepeği eklenerek hazırlanan ortamlarda gelişen misellerin, metabolik aktivitesi arttığı için ortamdaki ham protein miktarının arttığını tespit etmişlerdir. E4 ve E5 ortamlarının protein miktarı, misel sarımı ve mantar oluşumuyla birlikte artmıştır. Maitake mantarı yetiştirilen ortamların protein içeriği, %1.66±0.04 (Tabata ve ark., 2004) ve %1.44 (Barreto ve ark., 2008) olarak bulunmuştur. Farklı türlerde yapılan çalışmalar incelendiğinde, *P. pulmonarius* ve *V. volvacea* gibi çeşitli mantar türlerinde de hasat sonunda ortamların protein miktarında, artışlar olduğu bildirilmiştir (Silva ve ark., 2002; Belew ve Belew, 2005; Kurt, 2008). Hasat sonunda ortaya çıkan protein miktarındaki artışın nedenleri; azot oranının artması, ortam koşulları ve hasat süresindeki farklılıklar sonucu olabileceği düşünülmektedir.

Kullanılan ortamlara yapılan analizlerde değerlendirilen özellikler arasındaki korelasyonlar

Kül içeriğinde; Kül-Nem ($r=0.43$) arasında pozitif yönlü zayıf bir ilişki belirlenirken, Kül-Karbon ($r= -1.00$) arasında, negatif yönlü çok kuvvetli bir ilişki elde edilmiştir. Protein açısından, önemli düzeyde görülen korelasyon katsayılarına göre, Protein-Nem ($r=0.89$) arasında pozitif yönlü güçlü ve Protein-Azot ($r=1.00$) arasında pozitif yönlü çok güçlü bir ilişki tespit edilirken, Protein-pH ($r= -0.76$) arasında negatif yönlü güçlü ve Protein-Karbon/Azot ($r= -0.98$) arasında negatif yönlü çok güçlü bir ilişki belirlenmiştir. Nem içeriği açısından, Nem-Azot ($r=0.89$) arasında pozitif yönlü güçlü bir ilişki görülürken, Nem-pH ($r= -0.84$) arasında negatif yönlü güçlü ve Nem-Karbon/Azot ($r= -0.95$) arasında negatif yönlü çok güçlü bir ilişki tespit edilmiştir. pH değeri incelendiğinde, pH-Karbon/Azot ($r=0.84$) arasından pozitif yönlü güçlü bir ilişki elde edilirken, pH-Azot ($r= -0.76$) arasında negatif yönlü güçlü bir ilişki saptanmıştır. Azot miktarı açısından yapılan korelasyon sonuçlarına göre, negatif yönlü ilişki önemli görülmüştür. Azot-Karbon/Azot ($r= -0.98$) arasında, negatif yönlü çok güçlü bir ilişki elde edilmiştir (Çizelge 10).

Çizelge 10. Ortam içeriklerinin korelasyon analizi

	V2	V3	V4	V5	V6	V7
%Kül (V1)	0,1596	0,4259	-0,1467	0,1596	-1,0000	-0,3004
%Protein (V2)		0,8877	-0,7627	1,0000	-0,1596	-0,9775
%Nem (V3)			-0,8436	0,8877	-0,4259	-0,9507
pH (V4)				-0,7627	0,1467	0,8392
%N (V5)					-0,1596	-0,9775
%C (V6)						0,3004
K/A (V7)						

Sonuç

Yetiştiricilik ortamları incelendiğinde; kontrol grubu misel sarımı için gerekli miktarda nem içeriğine (%63.96), karbon miktarına (%48.06), pH (5.97) oranına sahip olmasına rağmen, yeterli miktarda azot (< %1.15) ve buna bağlı olarak protein (< %7.25) oluşmaması sebebiyle misel sarımını tamamlamadığı görülmüştür. Bu bulgular göz önünde bulundurularak, kontrol grubu olarak belirlenen saf meşe talaşının maitake mantarı yetiştiriciliğinde kullanımının uygun olamayabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, E1 ortamında 2 h : 1 h oranında meşe talaşına kepek ilave edilmesiyle birlikte, ortamın nem oranının (%66.26), azot miktarının (%1.20) ve buna bağlı olarak protein

miktarının (%7.53) arttığı gözlemlenmiş, misel sarımının gerçekleştiği, ancak yetiştiricilik esnasında kaynaklanan enfeksiyon ve zararlı sorunlarından dolayı ürün elde edilmesinin gerçekleşmediği tespit edilmiştir. Meşe talaşının tek başına kullanılması, maitake mantarı üretimi için uygun olmamakla beraber, buğday kepeğiyle karıştırılması, sonraki çalışmalar için umut var görünmektedir. E2 ve E3 ortamlarının nem, azot ve karbon miktarlarının uygun olmasına rağmen, gerek hastalık ve zararlıların yaygınlaşması gerekse ortam içeriklerinden kaynaklı olduğu düşündüğümüz nedenlerden dolayı misel sarımının gerçekleşmediği görülmüştür. Sonuç olarak, kavak talaşı ve kavak talaşıyla oluşturulan ortamların maitake mantarı

yetiştiriciliğinde tercih edilmesinin tekrar test edilmesi gerekmektedir. Buğday sapı ve kepek ile oluşturulan ortamların, misel sarımını tamamlayarak mantar oluşturduğu dikkat çekmiştir. Misel sarımını tamamlayan ortamlar arasında; en kısa sürede sarım, 41.67 gün ile buğday sapı ve kepek ile oluşturulan ortamdan elde edilmiştir. Ortamda bulunan en yüksek azot, protein, kül, nem, pH ve karbon oranları bu iki ortamdan elde edilmiştir. Bu denemede karşılaşılan ürün döngüsü (misel sarımıyla başlayıp, ilk primordium görülmesinden, ilk hasat yapılan güne kadar geçen süre), 75-80 gün olarak belirlenmiştir. Bir sonraki hasat için yaklaşık olarak, 15-20 gün geçmesi gerektiği dikkat çekmiştir. Çalışma süresince, bazı substrat karışımlarından mantar oluşumu gözlemlenmemiş, mantar elde edilen ortamlarda da tepki düşük olmuştur. Bu durumun nedenleri, çalışma içerisinde tartışılmıştır. Aynı zamanda, maitake mantarında verimin düşük olduğu, literatürde de mevcuttur. Ancak, daha öncede belirttiğimiz gibi, maitake mantarı yetiştiriciliğindeki çalışmalar sınırlıdır. Belkide, farklı substrat karışım ve oranları ile verim yükseltilebilir. Bu nedenle, farklı reçetelerle çalışmalara devam edilmesi gerekmektedir. Ayrıca kullanılan talaşların içerikleri; alçı, kireç ve soya unu gibi çeşitli takviyelerle zenginleştirilmelidir. Alçı, kalsiyum kaynağı olarak kullanılır ve asitlik seviyesini düzenler. Alçının su tutma kapasitesi yüksek olup, bu özellik kompostun aşırı ıslanmasını önler. Kireç, ortamın pH değerini ayarlamak için kullanılır ve aynı zamanda ortama az miktarda kalsiyum sağlar. Maitake mantarı yetiştiriciliğine ilişkin mevcut literatürde, misel sarımı ve mantar büyümesi için en uygun olan sıcaklık ve pH hakkında yeterli bilgi bulunmadığından, bu çalışmada elde edilen temel bilgiler ile denemeler tekrarlandığında, daha olumlu sonuçlar alınabileceğini düşünmekteyiz. Sonuç olarak, *G. frondosa*'nın farklı ırkları ve değişik tarımsal atıklar denenerek, yeni ortamlarla çalışmaların yaygınlaştırılması hedeflenmelidir. Aynı zamanda, ticari yetiştiriciliğe yönelik kullanılan ortamların ağırlığı 2.5-5 kg olacak şekilde ayarlanarak denemeler yapılmalıdır.

Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazarların katkı beyanı

EK: Çalışmada stok misel kültürünün çoğaltılması, yetiştiricilik ortamlarının hazırlanması, ortamlara misel ekiminin gerçekleştirilmesi, ekolojik koşulların

sağlanması ve takip edilmesi, hasat işlemlerinin yapılması, ölçümlerin gerçekleştirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve tez yazımında katkı sağlamıştır.

GB: Çalışmada stok misel kültürünün çoğaltılması, yetiştiricilik ortamlarının hazırlanması, ortamlara misel ekiminin gerçekleştirilmesi, ekolojik koşulların sağlanması ve takip edilmesi, hasat işlemlerinin yapılması, ölçümlerin gerçekleştirilmesinde katkı sağlamıştır.

MY: Çalışmada stok misel kültürünün çoğaltılması, yetiştiricilik ortamlarının hazırlanmasında katkı sağlamıştır.

HT: Çalışmada stok misel kültürünün çoğaltılması, yetiştiricilik ortamlarının hazırlanması, ortamlara misel ekiminin gerçekleştirilmesi, ekolojik koşulların sağlanması ve takip edilmesi, hasat işlemlerinin yapılması, ölçümlerin gerçekleştirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve tez yazımının kontrolünde katkı sağlamıştır.

Teşekkür

Bu Yüksek Lisans tez çalışmanın ilk danışmanı olan, bu çalışmada yer alan tüm yazarlar üzerinde çok büyük bilimsel ve manevi emeği olan ve 7 Ocak 2019 yılında kaybettiğimiz Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA'ya gönülden teşekkürlerimizi sunuyor ve kendisini güler yüzü ve sevgi dolu kalbi ile her daim anıyoruz. Bu Yüksek Lisans tez çalışmasını destekleyen Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (FYL-2019-11532) teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abu, O.A., Tewe, O.O., Losel, D.M., & Onifade, A.A. (2000). Changes in Lipid, Fatty Acids and Protein Composition of Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) after Solid-State Fungal Fermentation. *Bioresource Technology*, 72(2), 189-192. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)90102-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)90102-5)
- Ağaoğlu, Y., İlbay, M.E., & Uzun, A. (1992). Değişik Talaş + Kepek Karışımlarının *Pleurotus sajor-caju*'nun Verimi Üzerine Etkileri. *Türkiye 4.Yemeklik Mantar Kongresi* içinde (1-9 ss.), Yalova.
- Barreto, S.M., Lopez, M.V., & Levin, L. (2008). Effect of culture parameters on the production of the edible mushroom *Grifola frondosa* (maitake) in tropical weathers. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24, 1361-1366. <https://doi.org/10.1007/s11274-007-9616-z>
- Belew, M.A. (2006). Conversion of masonia tree sawdust and cotton plant by product into feed by white rot

- fungus (*Pleurotus sajor caju*). *African Journal of Biotechnology*, 5(6), 503-504.
- Belewu, M.A., & Belewu, K.Y. (2005). Cultivation of mushroom (*Volvariella volvacea*) on banana leaves. *African Journal of Biotechnology*, 4(12), 1401-1403.
- Bilgir, B., & Boztok, K. (1983). Kültür Mantarı (*Agaricus bisporus* L. Sing)'nin Besin Değeri Üzerine Araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 9-17.
- Chalmers, W. (1994). *Specialty Mushrooms: Cultivation of the Maitake Mushroom*. Vol June. Mushroom World, p. 62.
- Chang, S.T., & Miles, P.G. (2004). *Mushrooms. Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. Boca Raton, Florida, US: CRC Press, p. 480.
- Chang, S.T. (2005). Witnessing the development of the mushroom industry in China. Q. Tan, J. Zhang, M. Chen et al. (Eds.). Proceedings of the 5th international conference on mushroom biology and mushroom products içinde (3-19 ss.). Shanghai: Acta Edulis Fungi.
- Cormican, T., & Staunton, L. (1991). Factors in Mushroom (*Agaricus bisporus*) Compost Productivity. M.J. Maher (Ed.), *Mushroom Science Vol. XIII, Science and Cultivation of Edible Fungi* içinde (221-226 ss.). Balkema, Rotterdam.
- Curvetto, N. (2009). *Grifola frondosa (Maitake): Su valor nutracéutico, nutricéutico, farmacéutico y cosmeceútico*. Bahía Blanca: Argentina, Tecnología de Producción, pp. 5-7.
- Dissanayake, A.A., Zhang, C.R., Mills, G.L., & Nair, M.G. (2018). Cultivated maitake mushroom demonstrated functional food quality as determined by *in vitro* bioassays. *Journal of Functional Foods*, 44, 4479-85. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.02.031>
- Dundar, A., Acay, H., & Yildiz, A. (2008). Yield performances and nutritional contents of three oyster mushroom species cultivated on wheat stalk. *African Journal of Biotechnology*, 7(19), 3497-3501.
- Erkel, E.I. (2009). The effect of different substrate mediums on yield of *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 7(3), 841-844.
- FAO, (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Erişim adresi <http://www.fao.org>.
- Gbolagade, J.S. (2006). Bacteria associated with compost used for cultivation of Nigerian edible mushrooms *Pleurotus tuber-regium* (Fr.) Singer, and *Lentinus squarrosulus* (Berk.). *African Journal of Biotechnology*, 5(4), 338-342.
- Gerrits, J.P.G. (1985). Developments in Composting in the Netherlands. *Mushroom Journal*, 146, 45-53.
- Güler, M., & Ağaoglu, S. (1995). Kayın mantarlarının (*Pleurotus* spp.) örtü altı yetiştiriciliğinde değişik yetiştirme ortamlarının verim ve kalite faktörlerine etkileri. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi* içinde (64-71 ss.). Adana.
- Günay, A., & Abak, K. (1976). Yemeklik mantarın botanik özellikleri ve tarımı. *Türkiye I. Yemeklik Mantar Kongresi* içinde (1-11 ss.). Yalova.
- Hoa, H.T., Wang, C.L., & Wang, C.H. (2015). The effects of different substrates on the growth, yield, and nutritional composition of two oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*). *Mycobiology*, 43(4), 423-434. <https://doi.org/10.5941/MYCO.2015.43.4.423>.
- Horio, H., & Ohtsuru, M. (2001). Maitake (*Grifola frondosa*) improve glucose tolerance of experimental diabetic rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 47(1), 57-63. <https://doi.org/10.3177/jnsv.47.57>.
- Hsieh, C., Liu, C.J., Tseng, M.H., Lo, C.T., & Yang, Y.C. (2006). Effect of olive oil on the production of mycelial biomass and polysaccharides of *Grifola frondosa* under high oxygen concentration aeration. *Enzyme and Microbial Technology*, 39(3), 434-439. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2005.11.033>
- İlbay, M.E. (1994). *Lentinus edodes Kültür Mantarı Yetiştiriciliğinde Değişik Yetiştirme Ortamları ve Katkı Maddelerinin Verim ve Kaliteye Etkileri Üzerinde Araştırmalar*. (Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara).
- Kaçar, B. (1972). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, II. Bitki Analizleri*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 453.
- Kamthan, R., & Tiwari, I. (2017). Agricultural Wastes-Potential Substrates for Mushroom Cultivation. *European Journal of Experimental Biology*, 7(5). <https://doi.org/10.21767/2248-9215.100031>.
- Kırbağ, S., & Korkmaz, V. (2013). Sellülozik atıkların *Pleurotus* spp.'nin gelişim periyodu ve verimi üzerine etkileri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14(2), 239-244.
- Kibar, B., Duran, H.A., & Pekşen, A. (2016). *Pleurotus ostreatus* Yetiştiriciliğinde Katkı Maddesi Olarak Mısır Silajının Kullanımı. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, 2(1), 10-17.

- Kirchhoff, B. (1996). Investigations of genotypes and substrates for the fruitbody production of *Grifola frondosa* (Dicks.:Fr.). D. Royse (Ed). *Proceedings of the 2nd International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products* içinde (437-441 ss.). Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- Koçyiğit, A.E. (1984). *Kayın Mantarı (Pleurotus ostreatus) Türünde Misel Geliştirme ve Primordium Oluşturma Dönemlerinde Uygulanan Farklı Sıcaklık ve Işık Düzeylerinin Verim ve Kaliteye Etkisi Üzerinde Araştırmalar*. (Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara).
- Kodama, N., Komuta, K., & Nanba, H. (2003). Effect of maitake (*Grifola frondosa*) D-fraction on the activation of NK cells in cancer patients. *Journal of Medicinal Food*, 6(4), 371-377. <https://doi.org/10.1089/109662003772519949>
- Kunitomo, S. (1992). Maitake (Kinshosabai). U. Kunitomo (Ed.). *Kinoko no zousyoku to ikusyu* içinde (229-237 ss.). Nougyou Zusyo: Tokyo.
- Kurt, Ş. (2008). *Değişik Tarımsal Artıkların Kayın Mantarı (Pleurotus ostreatus, Pleurotus sajor-caju) Yetiştiriciliğinde Kullanım Olanakları*. (Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana).
- Küçükomuzlu, B., & Pekşen, A. (2005). Yetiştirme ortamı ağırlıklarının *Pleurotus* mantar türlerinin verim ve kalitesi üzerine etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3), 64-71.
- Mayson, E., & Verachtert, H. (1991). Growth of higher fungi on wheat straw and their impact on the digestibility of the substrate. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 36, 421-424. <https://doi.org/10.1007/BF00208168>
- Mayuzumi, Y., & Mizuno, T. (1997). Cultivation methods of maitake (*Grifola frondosa*). *Food Reviews International*, 13, 357-364.
- Narayan, R., Sahu, R.K., Kumar, S., Garg, S.K., Singh, C.S., & Kanaujia, R.S. (2009). Influence of different nitrogen rich supplements during cultivation of *Pleurotus florida* on corn cob substrate. *Environmentalist*, 29, 1-7. <https://doi.org/10.1007/s10669-008-9174-4>
- Nerud, F., & Mišurová, Z. (1996). Distribution of ligninolytic enzymes in selected white-rot fungi. *Folia Microbiologica*, 41, 264-266. <https://doi.org/10.1007/BF02814628>
- Olivier, J. (1990). Les besoins des *Pleurotus* cultives. *Bull. FNSACC*, 45:35-51.
- Özçelik, E., & Pekşen, A. (2006). *Lentinus edodes* Yetiştiriciliğinde Fındık Zurufundan Hazırlanan Farklı Yetiştirme Ortamlarının Verim ve Bazı Mantar Özelliklerine Etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 65-70.
- Özçelik, E., & Pekşen, A. (2007). Hazelnut Husk as a Substrate for the Cultivation of Shiitake Mushroom (*Lentinula edodes*). *Bioresource Technology*, 98(14), 2652-2658. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.09.020>
- Philippoussis, A., Diamanyopoulou, P., Zervakis, G., & Ioannidou, S. (2000). Potential for the cultivation of exotic mushroom species by exploitation of Mediterranean agricultural wastes. L. Van Griensven (Ed.): *Proc. 15th Internat. Congr. Science and Cultivation of Edible Fungi* içinde (523-530 ss.). Balkema, Rotterdam, Netherlands.
- Pokhrel, C.P., Kalyan, N., Budathoki, U., & Yadav, R.K.P. (2013). Cultivation of *Pleurotus sajor-caju* using different agricultural residues. *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 1(2), 019-023.
- Poppe J. (2000). Use of agricultural waste materials in the cultivation of mushrooms. L. Van Griensven (Ed.). *Proc. 15th Internat. Congr. Science and Cultivation of Edible Fungi* içinde (3-23 ss.). Balkema, Rotterdam, Netherlands.
- Rinsanka, T. (1980). Cultivation technique of edible fungus, *Grifola frondosa* (Fr.) S.F. Gray (maitake no saibaiho). *J. Hokkaido For Products Res. Inst.*, 13-14.
- Royse, D. (1996). Specialty Mushrooms. J. Janick (Ed.). *Progress in New Crop. Proceedings of the 3rd National Symposium New Crops: New Opportunities, New Technologies* içinde (464-475 ss.). Arlington: ASHA Press.
- Royse, D.J. (1997a). Specialty mushrooms and their cultivation. *Horticultural Reviews*, 19, 59-97. <https://doi.org/10.1002/9780470650622.ch2>
- Royse, D. (1997b). Specialty mushrooms: consumption, production and cultivation. *Rev. Mex. Micol.*, 13, 1-11.
- Saka, A. K., İslam, A., & Pekşen, A. (2017). Trüf mantarı yetiştiriciliği. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 329-334.
- Sato, M., Miyagi, A., Yoneyama, S., Giusi, S., Tokuji, Y., & Kawai-Yamada, M. (2017). CE-MS-based metabolomics reveals the metabolic profile of maitake mushroom (*Grifola frondosa*) strains with different cultivation characteristics. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 81(12), 2314-2322.
- Sánchez, C. (2004). Modern aspects of mushroom culture technology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 64(6), 756-62. <https://doi.org/10.1007/s00253-004-1569-7>

- Shen, Q., & Royse, D. (2001). Effects of nutrient supplements on biological efficiency, quality and crop cycle time of maitake (*Grifola frondosa*). *Applied Microbiology and Biotechnology*, 57, 74-78.
- Shen, Q., & Royse, D. (2002). Effects of genotypes of maitake (*Grifola frondosa*) on biological efficiency, quality and crop cycle time. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 58(2), 178-182. <https://doi.org/10.1007/s00253-001-0875-6>.
- Silva, S.O., da Costa, S.M.G., & Clemente, E. (2002). Chemical Composition of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél., Substrates and Residue after Cultivation. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45, 531-535.
- Singh, M.P. (2000). Biodegradation of Lignocellulosic Wastes through Cultivation of *Pleurotus sajor-caju*. *Proceedings of the 15 th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi* içinde (517-520 ss.). Netherlands.
- Song, B., Ye, J., Sossah, F.L., Li, C., Li, D., Meng, L., Xu, S., Fu, Y., & Li, Y. (2018). Assessing the effects of different agro-residue as substrates on growth cycle and yield of *Grifola frondosa* and statistical optimization of substrate components using simplex-lattice design. *AMB Express*, 8(1), 46. <https://doi.org/10.1186/s13568-018-0565-8>
- Sözbir, G.D. (2014). *Farklı Besin Ortamlarının Lentinus edodes (Shiitake) Mantarında Verim, Lentinan ve Kimyasal Bileşimine Etkileri*. (Doktora tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş).
- Stamets, P. (1993). *Growing Gourmet and Medicinal Fungi*. Ten Speed Press and Mycomedia, Olympia.
- Stott, K.G., & Mohammed, C. (2004). *Specialty mushroom production systems maitake and morels*. RIRDC Publication. Barton, ACT, Australia: Rural Industries Research and Development Corporation, Australian Governmen., No. 04/024, p. 86.
- Sun, P.J., & Yu, J.J. (1989). The cultivation of *Pleurotus* mushrooms on unsterilized substrates in the feed. Mushroom Science. Part II. *Proceedings of The Twelfth International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi* içinde (219-228 ss.). Braunschweig, Germany: International Society for Mushroom Science.
- Svagelj, M., Berovic, M., Boh, B., Menard, A., Simcic, S., & Wraber, B. (2008). Solid-state cultivation of *Grifola frondosa* (Dicks: Fr) S.F. Gray biomass and immunostimulatory effects of fungal intra- and extracellular beta-polysaccharides. *New Biotechnology*, 25(2-3), 150-156. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2008.08.006>
- Tabata, T., Yamasaki, Y., & Ogura, T. (2004). Comparison of Chemical Compositions of Maitake (*Grifola frondosa* (Fr.) S. F. Gray) Cultivated on Logs and Sawdust Substrate. *Food Science and Technology Research*, 10(1), 21-24. <https://doi.org/10.3136/fstr.10.21>
- Takama, F., Ninpmiya, S., Yoda, R., Ishii, H., & Muraki, S. (1981). Parenchyma cells, chemical components of maitake mushroom (*Grifola frondosa* S.F. Gray) cultured artificially, and their changes by storage and boiling. *Mushroom Science*, 11, 767-779.
- Tripothi, J.P., & Yadav, J.S. (1992). Optimization of solid substrate fermentation of wheat straw into animal feed by *Pleurotus ostreatus* - a pilot effort. *Animal Feed Science and Technology*, 37(1-2), 59-72. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(92\)90120-U](https://doi.org/10.1016/0377-8401(92)90120-U)
- TÜİK, (2020). Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim adresi <https://www.tuik.gov.tr>
- Udayasimha, L., & Vijayalakshmi, Y.C. (2012). Sustainable Waste Management by Growing Mushroom (*Pleurotus florida*) on Anaerobically Digested Waste and Agro Residues. *International Journal of Engineering and Technology Research*, 1(5), 1-8.
- Velezco, C.S., Rodriguez, M., Hernandez M., Villasenor, L., & Fausto, S. (1995). Cultivo de *Pleurotus* sobre rastrojo de Maiz con diferentes porcentajes de humedad. *Boletin*, 3(1-3), 143-148.
- Wang, D., Sakoda, A., & Suzuki, M. (2001). Biological Efficiency and Nutritional Value of *Pleurotus ostreatus* Cultivated on Spent Beer Grain. *Bioresource Technology*, 78, 293-300. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00002-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00002-5)
- Yakupoğlu, G., & Pekşen, A. (2011). Çay Atığından Hazırlanan Farklı Kompost ve Partikül Büyüklüğünün *Ganoderma lucidum* Mantarının Verimi ve Bazı Morfolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. *Ekoloji*, 20(78), 41-47.
- Yıldız, A., & Demir, R. (1998). Bazı bitkisel materyallerin *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kum. var. salignus (Pers. ex Fr.) Konr. et Maubl.'un gelişmesi ve ürün verimi üzerine etkileri. *Turkish Journal of Botany*, 22, 67-73.
- Yoshizawa, N., Itoh, T., Takemura, J., Yokota, S. & Idei, T. (1997). Mushroom Cultivation Using Maitake ("*Grifola frondosa*" (Fr.) S.F. Gray) Cultural Wastes. *Bulletin Utsunomiya University Forests (Japan)*, 33, 109-116.
- Zervakis, G., Philippoussis, A., Ioannidou, S., & Diamantopoulou, P. (2001). Mycelium growth kinetics and optimal temperature conditions for the cultivation of edible mushroom species on lignocellulosic substrates. *Folia Microbiologica*, 46, 231-4. <https://doi.org/10.1007/BF02818539>

Zadrazil, F. (1978). Cultivation of Pleurotus. S.T.C. Chang, W.A. Hayes (Eds.). The Biology and Cultivation of Edible Mushroom içinde (521-554 ss.). New York: Academic Press.

Zhuang, C., & Wasser, S.M. (2004). Medicinal value of culinary-medicinal maitake mushroom *Grifola*

frondosa (Dicks.:Fr.) S.F. Gray (Aphyllophoromycetidae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 6, 287-313. <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushr.v6.i4.10>