

Çay Atığından Hazırlanan Farklı Kompost ve Partikül Büyüklüğünün *Ganoderma lucidum* Mantarının Verimi ve Bazı Morfolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

Gökçen YAKUPOĞLU¹, Aysun PEKŞEN^{2*}

¹Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 59030 Tekirdağ-TÜRKİYE

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 55139 Kurupelit, Samsun-TÜRKİYE

*Corresponding author: aysunp@omu.edu.tr

Özet

Bu çalışmanın amacı meşe hızar tozu (ince talaş) ve odun yongası (kaba talaş) ile %10, 15, 20 ve 25 oranında çay atığı (ÇA) karışımlarından hazırlanan yetiştirme ortamlarının *Ganoderma lucidum* mantarının verim ve bazı morfolojik özellikleri üzerine etkilerini belirlemektir. *G. lucidum* mantar türünün tohumluk miselleri Denizli'den Agromycel firmasından temin edilmiştir. Çalışmada yetiştirme ortamlarının pH, nem, karbon, azot ve karbon:azot oranları belirlenmiştir. Aynı zamanda yetiştirme ortamlarının ilk primordium oluşum süresi, verim ve bazı morfolojik özellikler üzerine etkisi tespit edilmiştir. Meşe ağaç türüne ait odun yongası ve hızar tozunun %18 buğday kepeği (BK), %1 sakkaroz ve %1 CaCO₃ ile karışımlarından hazırlanan ortamlar kontrol ortamı olarak kullanılmıştır. En yüksek verim meşe odun yongasında 73,07 g/kg ortam ile 90:10 ÇA ortamından, meşe hızar tozu ile hazırlanan karışımlarda ise 21,21 g/kg ortam ile 75:25 ÇA ortamından elde edilmiştir. Meşe hızar tozu ile hazırlanan 80:20 ÇA, 85:15 ÇA ve 90:10 ÇA ortamları dışında, diğer ortamlara ait verim değerleri 80:18 BK kontrol yetiştirme ortamına göre daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çay atığı, *Ganoderma lucidum*, kompost, meşe, partikül büyüklüğü.

Influence of Particle Size and Different Substrates Containing Tea Waste on Yield and Some Morphological Characters of *Ganoderma lucidum* Mushroom

Abstract

The objective of this study was to determine the effects of substrates prepared by the mixtures of sawdust and wood-chip of oak with tea manufacture waste (TW) at the rate of 10, 15, 20 and 25% on the yield and some morphological characters of *Ganoderma lucidum* mushroom. *Ganoderma lucidum* was obtained from Company of Agromycel in Denizli. In the study, pH, moisture, N and C contents, and C:N ratios of substrates, and also data to first fruiting, yield and some morphological characters were determined. Substrate mixtures of sawdust (OS) and wood-chip (OWC) of oak at the rate of 80% with 18% wheat brain (WB), 1% sucrose and 1% CaCO₃ were used as their controls. The highest mushroom yield was obtained from 90 OWC:10 TW (73.07 g/kg substrate) and 75OS:25TW (21.21 g/kg substrate). It was determined that mushroom yields of the substrates, except for the mixtures of 80:20TW, 85:15TW and 90:10TW prepared by oak sawdust with tea waste, were higher than that in control substrate of 80:18WB.

Keywords: *Ganoderma lucidum*, particle size, substrate, oak, tea waste.

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.

GİRİŞ

Günümüzde tarımsal üretimdeki kayıpları azaltarak, artık materyallerin tekrar üretime kazandırılmasına yönelik çalışmalarda mantar üretiminin önemli bir yeri vardır. Özellikle tarımsal atıkların mantar yetiştiriciliğinde kullanılması hem bu materyallerin ziyan olmasını ve çevre kirliliğini önlemekte hem de ilave bir gelir sağlamaktadır.

Ülkemizde işlenen çay yapraklarının standartlara uygun olmaması nedeniyle atık miktarının yaklaşık %10 civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bazen ihtiyaç fazlası olması durumunda düşük kaliteli yaş çayın imha edilmesi bu oranı daha da yükseltmektedir (Öksüz 1985). Ülkemizde oldukça büyük bir potansiyele sahip olan fabrika çay atığından gerektiği gibi yararlanılmamaktadır. Bu

Geliş: 26.02.2010 / Kabul: 30.07.2010

atıklar, yakılarak ve çürümeye terk edilerek yok edilmeleri nedeniyle de büyük çevre problemleri yaratmaktadır. Çay atıklarının içerdiği azot miktarı yüksektir ve mantar yetiştiriciliğinde kullanılabilirliği konusunda yapılmış çalışmalar bulunmaktadır (Uzun 1996, Baysal ve ark. 2003, Doğan ve Pekşen 2003, Gülser ve Pekşen 2003, Çolak ve ark. 2007, Pekşen ve Günay 2009).

Dünyada kültürü yapılan mantar türlerinin başında *Agaricus bisporus*, shiitake (*Lentinus edodes*) ve *Pleurotus* türleri gelmektedir. Bu türlerin dışında yenilebilir özelliği olmadığı halde tıbbi değerinden dolayı *Ganoderma lucidum* türünün yetiştiriciliği gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır.

Ganoderma lucidum (Fr.) Karst., Hymenomyces sınıfının Aphyllophorales takımından *Polyporaceae* familyasına dahil bir Basidiomycetes mantar türüdür (Kendrick 1985). Lamelsiz, porlu bir mantar olan *G. lucidum*, tıbbi özellikleri nedeniyle kültüre alınan önemli bir mantardır. *Ganoderma* mantarının en önemli farmakolojik aktif bileşenlerinin triterpenoidler ve polisakkaritler olduğu bildirilmektedir (Boh ve ark. 2004). İçerisinde bulunan polisakkaritler, aminoasitler, triterpenler, askorbik asit, steroller, lipitler, alkaloidler ve iz elementlerin bağışıklık sistemindeki etkileri üzerinde yoğun olarak çalışılmaktadır. Örneğin polisakkaritlerden özellikle β -D- glukanlar kanser önleyici ilaçlarda kullanılmaktadır (Wasser ve Weiss 1999, Kim ve ark. 1999, Mizushina ve ark. 1999). *Ganoderma* ekstraktları analjezik, anti-alerjik, bronşit önleyici, anti-bakteriyel, anti-oksidant, anti-tümör, kan basıncını düşürücü etkileri de içine alan çok sayıda farmakolojik etkiye sahiptir. Bu sebeple özellikle migren ve baş ağrısı, yüksek tansiyon, arterit, bronşit, astım, iştahsızlık, gastrit, hemoroid, yüksek kolesterol, nefrit, kabızlık, deri veremi, hepatitler, kalp damar problemleri ve lösemi dahil olmak üzere birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır (Mizuno ve ark. 1995). Ülkemizde de son yıllarda "ölümsüzlük mantarı" ve "Reishi" isimleri ile anılan *G. lucidum* mantarına ait çay, şurup, tablet gibi ürünler piyasadan elde edilebilmektedir.

G. lucidum doğada nadir olarak yetiştiğinden doğadan toplanarak temin edilen mantar miktarı bu mantarın ticaretindeki talebi karşılamak için yeterli değildir. Günümüzde *G. lucidum* mantar türü doğal odun kütüğünde kapalı ortamlarda ve seralarda yıl boyu yetiştirilebilmektedir. Ancak tıbbi özellikleri

nedeniyle *G. lucidum* mantarına olan talebin artması kütük yetiştiriciliği yerine ticari torba ve şişe gibi yetiştiricilik yöntemlerinin yaygınlaşmasını teşvik etmiştir.

Bu türün torba yetiştiriciliği için talaş ve farklı tarımsal artıkların yetiştirme ortamı olarak uygun olup olmadığı konusunda çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Triratana ve ark. (1991) tarafından yapılan çalışmada *Havea brasiliensis*, *Dipterocarpus alatus*, *Pentacme suavis* ve *Tectona grandis* talaşından hazırlanan ortamlar kullanılmış ve en uygun misel gelişimi *Havea brasiliensis* talaşından hazırlanan ortamlardan elde edilmiştir. Daha sonraki çalışmalarda buğday kepeği, buğday kabuğu, Hindistan cevizi lifi, yer fıstığı kabuğu, mısır, sorgum ve şeker kamışı gibi ilave katkı maddeleri yetiştirme ortamına karıştırılıp kullanılmıştır. En iyi misel gelişimi ve ürün buğday kepeği, öğütülmüş mısır ve öğütülmüş sorgum ilave edilen ortamlardan elde edilmiştir. *G. lucidum* yetiştiriciliğinde tamamı mısır koçanı (%100 mısır koçanı=kontrol) ve 6 farklı kombinasyonda (%73-88) mısır koçanına, buğday kepeği, sakkaroz, alçı, soya unu, üre ve mısır unu karışımından oluşan ortam formüllerinin etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda her bir ortamın *G. lucidum*'un misel gelişimi ve veriminin kontrolden daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Li Ming ve ark. 1996). Hsieh ve Yang (2004) *G. lucidum* yetiştiriciliğinde katı faz fermantasyonunda soya artıklarını kullanmışlar ve en yüksek misel gelişim oranını C:N oranı 80 olan test tüplerinden (6 mm/gün) elde etmişlerdir. C:N oranı 70-80 olan ortamlarda mantar (karpofor) tamamen gelişmiştir. Yang ve ark. (2003) *G. lucidum* yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak çeltik kavuzunun kullanılabilirliğini değerlendirmişlerdir. Kültürleri deney tüplerinde ve propilen torbalarda farklı oranlarda buğday kepeği, çeltik veya talaş ilave edilen çeltik kavuzu ortamlarında yetiştirmişlerdir. Çalışmada mantar üretimi için %60 oranında nem içeriğine sahip olacak şekilde talaşa 4:1 oranında çeltik kavuzu ilave edilmesi ile hazırlanan ortamın en uygun olduğu tespit edilmiştir.

Türkiye'de makromantar florasında bulunmasına rağmen, *G. lucidum*'un yetiştiriciliği konusunda çok az çalışma (Yakupoglu ve Pekşen 2008, Pekşen ve Yakupoglu 2009, Erkel 2009) yapılmıştır.

Bu çalışma meşe hızar tozu (ince talaş) ve odun yongası (kaba talaş) ile çay atığının belirli karışımlarından hazırlanan yetiştirme ortamlarının

ve yetiştirme ortamlarının partikül büyüklüğünün *G. lucidum* mantarının ilk primordium oluşum süresi, verim ve mantarın bazı morfolojik özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait mantar üretim odası ve laboratuvarlarında yürütülmüştür. Denemede kullanılan *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst. mantar türünün tohumluk miselleri Denizli'den Agromycel firmasından temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan meşe odun yongası ve hızar tozu aynı ağaçtan elde edilmiştir. Meşe odun yongasının uzunluk ve genişliği ortalama 4,35 ve 3,2 cm, hızar tozu ise 1,4 mm ve daha küçük partikül halindedir. Ortamlara katılan çay atığı (ÇA) Rize'de bulunan özel bir çay fabrikasından, buğday kepeği (BK), kireç, sakkaroz ve yetiştirme ortamlarının doldurulduğu ısıya dayanıklı jelatin torbalar piyasadan temin edilmiştir.

Araştırmada hazırlanan yetiştirme ortamlarında kullanılan materyaller ve karışım oranları Tablo 1'de verilmiştir. Partikül büyüklüklerine göre her ortam için Chen (1999) tarafından önerilen ortam (%80 meşe odun yongası veya hızar tozu, %18 buğday kepeği, %1 sakkaroz ve %1 CaCO₃) kontrol ortamı olarak kullanılmıştır.

Araştırmada yetiştirme ortamı olarak kullanılan materyaller karışımlardaki % oranları esas alınarak tartılmış, karıştırılmış ve hazırlanan karışımlar çeşme suyu ile 2 gün boyunca ıslatılarak ortamın uygun nem seviyesine ulaşması sağlanmıştır. Kontrol uygulamalarında kullanılan CaCO₃, yetiştirme ortamlarının sterilizasyon öncesi belirlenen pH değerlerinin literatür değerlerinden yüksek bulunması nedeniyle ilave edilmemiştir. Hazırlanan yetiştirme ortamları 1 kg olacak şekilde 25 x 42 cm boyutundaki ısıya dayanıklı jelatin torbalara doldurulup, el ile hafifçe bastırılarak suni bir kütük haline getirilmiş ve otoklavda 121°C sıcaklıkta 1,5 atmosfer basınçta 1,5 saat steril edilmiştir. Sterilizasyondan sonra yetiştirme ortamlarının pH (Jackson 1962), nem, kül ve azot (N) (Kacar 1994), karbon (C) (Cormican ve Staunton 1991) ve C:N oranları belirlenmiştir.

Yetiştirme ortamlarına yaklaşık 2±0,2 g tohumluk misel olacak şekilde misel ekimi yapılmıştır. Misel aşılardan torbalar mantar üretim odasına yerleştirilmiş, karanlık koşullarda 25±2°C'de misel sarması için gerekli koşullar

Tablo 1. Denemede ele alınan yetiştirme ortamları.

Materyaller ve Karışım Oranları	Partikül büyüklüğü	Simgesi
%80Meşe odun yongası:%18Buğday kepeği:%1sakkaroz:%1CaCO ₃ (kontrol-1)	Odun yongası	80:18BK
%90Meşe odun yongası :%10Çay atığı		90:10ÇA
%85Meşe odun yongası:%15Çay atığı		85:15ÇA
%80Meşe odun yongası:%20Çay atığı		80:20ÇA
%75Meşe odun yongası:%25Çay atığı		75:25ÇA
%80Meşe hızar tozu:%18Buğday kepeği:%1sakkaroz:%1CaCO ₃ (kontrol-2)	Hızar tozu	80:18BK
%90Meşe hızar tozu:%10Çay atığı		90:10ÇA
%85Meşe hızar tozu:%15Çay atığı		85:15ÇA
%80Meşe hızar tozu:%20Çay atığı		80:20ÇA
%75Meşe hızar tozu:%25Çay atığı		75:25ÇA

ÇA: Çay atığı, BK: Buğday kepeği

sağlanmıştır. Misel gelişimi tamamlandıktan sonra üretim odasında sıcaklık 25±2°C, aydınlanma 10 saat 100-200 lux ışık olacak şekilde ayarlama yapılmıştır. Primordium görülen torbaların üzeri açılmış ve oda düzenli bir şekilde nemlendirilip, havalandırılmıştır. Hasadın devam ettiği 90 günlük sürede 1-2 flaş ürün alınmıştır. Çalışmada ilk primordium oluşum süresi (gün) ve toplam verim (g/kg yetiştirme ortamı), ortalama mantar ağırlığı (g), şapka uzunluğu ve eni (cm) belirlenmiştir. Misel gelişimini tamamlamış ve hasada gelmiş mantarların üretim odasındaki genel görünüşleri Şekil 1'de verilmiştir.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 10 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Mantar kalitesiyle ilgili ölçümler uygulamaların tüm tekerrür ve torbalarından elde edilen mantarlar üzerinde yapılmıştır. Yetiştirme ortamlarının kompost özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan laboratuvar analizleri 2 tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Denemeden elde edilen bulguların istatistiksel analizleri SPSS programında yapılmış, istatistiksel analiz sonucunda farklılık gösteren ortalamalar arasındaki gerçek önemli farklılıkları tespit etmek ve farklı olanları derecesine göre gruplandırabilmek için yine aynı paket programındaki "Duncan Çoklu Karşılaştırma" testi kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Meşe, çay ve kepek materyalinin yetiştirme ortamında kullanılmadan önce belirlenen başlangıç nem, kül, C, N ve C:N oranları Tablo 2'de verilmiştir. Bu materyallerden çay atığı ve kepeğin N değerlerinin yüksek olması nedeniyle başlangıç C:N oranları düşük olarak tespit edilmiştir.

Meşe odun yongası ve hızar tozuna değişik oranlarda çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının pH değerleri arasında ortamlar, ortam partikül büyüklükleri (odun yongası



Şekil 1. Denemede hasada gelmiş *Ganoderma lucidum* mantarlarının genel görünüşleri.

Tablo 2. Yetiştirme ortamlarında kullanılan materyallerin başlangıç nem, kül, C, N ve C:N değerleri.

Materyaller	Nem (%)	Kül (%)	C (%)	N (%)	C:N
Meşe	13,77	5,51	47,25	0,35	134,99
Çay	4,61	5,23	47,39	1,96	24,18
Kepek	12,27	5,06	47,47	2,61	18,19

ve hızar tozu) ve ortamxortam partikül büyüklükleri interaksiyonu ortalamaları arasında $P<0,01$ düzeyinde önemli farklılık tespit edilmiştir. Odun yongasından hazırlanan 80:18 BK kontrol ortamı dışında, odun yongasından hazırlanan diğer ortamların hızar tozundan hazırlanmış ortamlara göre pH değerleri daha düşük bulunmuştur (Tablo 3). Bu durum standart formüldeki CaCO_3 ilavesinden kaynaklanabilir. Odun yongası kullanılarak hazırlanan yetiştirme ortamlarının pH değerlerinin 5,80-7,35, hızar tozu kullanılarak hazırlanan yetiştirme ortamlarında ise 5,70-7,05 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Nem içerikleri bakımından ortamlar ve ortam partikül büyüklükleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Değişik oranda çay ilavesi yapılarak meşe odun yongasıyla hazırlanan yetiştirme ortamlarının nem içerikleri %50,26-60,09 ve hızar tozuyla hazırlanan ortamların nem içerikleri ise %55,24-65,92 olarak bulunmuştur. İstatistiksel fark olmamakla birlikte odun yongası ile hazırlanan ortamların nem içeriklerinin hızar tozu ile hazırlananlara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). Bu durum odun yongasının su tutma kapasitesinin daha düşük olmasından kaynaklanabilir. Aynı zamanda ortamlardaki çay atıkları miktarı azaldıkça, nem içeriği de azalmıştır. Scrase ve Elliott (1998) misel gelişimi için optimum nem içeriğinin odunlar için %35-60, diğer substratlar için %60-80 arasında olması gerektiğini bildirmiştir. Pekşen ve Yakupoğlu (2009) yaptıkları

çalışmada çay atığı ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının nem içeriklerinin %67,03-72,71 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Nem değerlerimiz araştırmacıların belirttiği nem değerlerinden düşük olduğu görülmektedir.

C içerikleri bakımından karşılaştırdığımızda ortamlar ve ortamxpartikül büyüklükleri interaksiyonları istatistiksel olarak $P<0,01$ düzeyinde önemli, partikül büyüklükleri ise $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek C miktarı hem odun yongasında (%48,59) hem de hızar tozunda (%47,42) 80:20 ÇA ortamından elde edilmiştir. En düşük C değerleri ise odun yongasında %45,53 ile 80:18 BK ortamından, hızar tozunda %46,33 ile 90:10 ÇA ortamından elde edilmiştir. Odun yongası ve hızar tozu ile hazırlanan ortamlarda 75:25 ÇA ortamı dışındaki karışımlarda çay atığı oranı artıkça C miktarları artmıştır (Tablo 3).

Ortamların N miktarları bakımından yapılan varyans analizi sonuçları ortamlar, partikül büyüklükleri ve bunların interaksiyon ortalamaları arasında istatistiksel olarak $P<0,0$ düzeyinde önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. En yüksek N miktarı meşe odun yongasında ve hızar tozunda %1,46 ve %0,76 ile 75:25 ÇA ortamından elde edilmiştir. En düşük N değeri ise odun yongasında %0,70 ile 85:15ÇA, hızar tozunda %0,55 ile 90:10 ÇA ortamından elde edilmiştir. Odun yongasından hazırlanan ortamların N miktarlarının hızar tozundan hazırlananlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çay atığı ilave edilerek hazırlanan ortamlarda çay atığı oranı artıkça yetiştirme ortamların N içerikleri de kısmen artmıştır (Tablo 3). Bunun nedeni çay atığının başlangıç N değerinin (%1,96) yüksek olmasıdır (Tablo 2).

Meşe odun yongası ve hızar tozuna değişik oranlarda çay atığı ilave edilerek hazırlanan ortamların C:N oranlarının %32,88-84,95 arasında değiştiği belirlenmiştir. C:N oranı bakımından partikül büyüklüğü ve ortamlar arasında istatistiksel olarak $P<0,01$ düzeyinde önemli fark tespit edilirken, ortamxpartikül büyüklüğü interaksiyonu önemsiz bulunmuştur. Çay atığı ilave edilen ortamlardaki çay atığı miktarı artıkça C:N oranları genellikle azalmıştır. Bu ortamların C:N oranlarının azalması ortamlardaki N miktarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Tablo 3).

Yetiştirme ortamlarına ait ilk primordium oluşum süresi incelendiğinde ortam partikül

Tablo 3. Meşe odun yongası ve hızar tozuna değişik oranlarda çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının pH, nem, C, N miktarları ve C:N oranları.

Özellikler	Ortamlar	Ortam partikül büyüklüğü		
		Odun yongası	Hızar tozu	Ortalama
pH	80:18BK	7,35 a**	7,05 a	7,20 a**
	90:10ÇA	5,80 e	6,30 cd	6,05 c
	85:15ÇA	6,05 de	6,50 bc	6,28 bc
	80:20ÇA	5,80 e	5,70 e	5,75 d
	75:25ÇA	6,20 cd	6,70 b	6,45 b
Ortalama	6,24 b**	6,45 a		
Nem (%)	80:18BK	59,84 ^{od}	62,02	60,93 ^{od}
	90:10ÇA	50,26	57,78	54,02
	85:15ÇA	54,61	55,24	54,92
	80:20ÇA	55,79	56,59	56,19
	75:25ÇA	60,09	65,92	63,01
Ortalama	56,12 ^{od}	59,51		
C (%)	80:18BK	45,53 d**	46,98 bcd	46,25 c**
	90:10ÇA	47,13 abc	46,33 cd	46,73 bc
	85:15ÇA	48,19 ab	46,68 bcd	47,44 ab
	80:20ÇA	48,59 a	47,42 abc	48,01 a
	75:25ÇA	48,11 ab	47,27 abc	47,69 ab
Ortalama	47,51 a*	46,94 b		
N (%)	80:18BK	0,80 cd**	0,72 cd	0,76 b**
	90:10ÇA	0,90 bc	0,55 d	0,73 b
	85:15ÇA	0,70 cd	0,62 cd	0,66 b
	80:20ÇA	1,18 ab	0,74 cd	0,96 a
	75:25ÇA	1,46 a	0,76 cd	1,11 a
Ortalama	1,01 a**	0,68 b		
C:N	80:18BK	57,38 ^{od}	64,90	61,14 ab**
	90:10ÇA	54,83	84,95	69,89 a
	85:15ÇA	69,31	74,93	72,12 a
	80:20ÇA	41,06	64,08	51,71 b
	75:25ÇA	32,88	62,20	48,55 b
Ortalama	51,09 b**	70,27 a		

öd: önemli değil, *: P<0,05 olasılıkla önemli, **: P<0,01 olasılıkla önemli

büyüklükleri arasındaki

fark istatistiksel olarak önemsiz, ortamlar ve ortamxortam partikül büyüklükleri interaksiyonu arasındaki farklar P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. İlk primordium oluşum süresi odun yongasında 52,33-81,67 gün ve hızar tozunda 53,50-56,20 gün arasında belirlenmiştir. En kısa oluşum süresi meşe odun yongası ve hızar tozuyla hazırlanan ortamlarda sırasıyla 52,33 ve 53,50 gün olarak 90:10 ÇA ortamından elde edilmiştir (Tablo 4). Shin ve Seo (1988) ile Stamets (1993) tarafından *G. lucidum*'un talaş ortamında mantar oluşturabilmesi için 3 ay gerekli olduğu bildirilmiştir.

Mantar verimi açısından karşılaştığımızda ortamlar arasında P<0,05 düzeyinde, ortam partikül büyüklükleri ve ortamxpartikül büyüklükleri interaksiyonları arasında ise P<0,01 düzeyinde önemli farklılık tespit edilmiştir. Meşe odun yongası ile hazırlanan ortamların verim değerleri (38,30 g/kg ortam), hızar tozu ile hazırlananlara (14,61 g/kg ortam) göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek verim odun yongasında 73,07 g/kg ortam ile 90:10

Tablo 4. Meşe odun yongası ve hızar tozuna değişik oranlarda çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının ilk primordium oluşum süresi, verim ve mantarın bazı morfolojik özellikleri üzerine etkisi.

Özellikler	Ortamlar	Ortam partikül büyüklüğü		
		Odun yongası	Hızar tozu	Ortalama
İlk primordium oluşum süresi (gün)	80:18BK	54,00 b**	54,17 b	54,08 b**
	90:10ÇA	52,33 b	53,50 b	52,92 b
	85:15ÇA	55,50 b	56,00 b	55,75 b
	80:20ÇA	81,67 a	56,20 b	68,93 a
	75:25ÇA	53,50 b	55,50 b	54,50 b
Ortalama	59,40 ^{od}	55,07		
Verim (g/kg ortam)	80:18BK	28,25 b**	17,21 b	22,73 b*
	90:10ÇA	73,07 a	9,76 b	41,42 a
	85:15ÇA	33,71 b	9,70 b	21,70 b
	80:20ÇA	28,10 b	15,19 b	21,65 b
	75:25ÇA	28,39 b	21,21 b	24,80 b
Ortalama	38,30 a**	14,61 b		
Ortalama mantar ağırlığı (g)	80:18BK	19,25 ^{od}	17,21	18,23 ^{od}
	90:10ÇA	31,19	9,76	20,48
	85:15ÇA	16,57	7,99	12,28
	80:20ÇA	18,34	9,97	14,16
	75:25ÇA	20,59	13,84	17,21
Ortalama	21,19 a**	11,75 b		
Şapka eni (cm)	80:18BK	7,09 ab*	6,07b c	6,58 a*
	90:10ÇA	7,72 a	4,93 cd	6,32 ab
	85:15ÇA	6,04 bc	4,28 d	5,16 c
	80:20ÇA	8,45 a	4,32 d	6,38 ab
	75:25ÇA	6,09 bc	4,68 cd	5,39 bc
Ortalama	7,08 a**	4,86b		
Şapka uzunluğu (cm)	80:18BK	7,09 a-c*	7,97 a-d	7,53 ^{od}
	90:10ÇA	8,36 ab	6,73 b-e	7,54
	85:15ÇA	6,30 cde	6,17 de	6,23
	80:20ÇA	8,85 a	5,91 c	7,38
	75:25ÇA	8,27 abc	6,02 de	7,14
Ortalama	7,77 a**	6,56 b		

öd: önemli değil, *: P<0,05 olasılıkla önemli, **: P<0,01 olasılıkla önemli

ÇA ortamından, meşe hızar tozu ile hazırlanan karışımlarda da 21,21 g/kg ortam ile 75:25 ÇA ortamından elde edilmiştir. Odun yongası ile hazırlanan 90:10 ÇA ortamından en yüksek verim elde edilmesine rağmen, aynı karışımın hızar tozu ile hazırlandığı ortamdan çok düşük (9,76 g/kg ortam) verim elde edilmiştir. Pekşen ve Yakupoğlu (2009), %20 çay atığı ilave edilen gürgen talaşı ile hazırlanan ortamlardan en yüksek verim alındığını bildirmiştir. Çalışmada elde edilen verim değerleri meşe odun yongasından hazırlanan 90:10 ÇA (73,07 g/kg ortam) ortamı dışında Pekşen ve Yakupoğlu (2009)'nun elde ettiği verim değerlerinden düşük bulunmuştur. Erkel (2009) meşe, kavak ve kayın ağaç talaşı ile buğday, çeltik ve mısır kepeği karışımlarından hazırlanan 9 yetiştirme ortamının verimlerinin 25,00-68,44 g/kg ortam arasında değiştiğini tespit etmiştir. Meşe odun yongasına çay atığının farklı miktardaki karışımlarından hazırlanan ortamlara ait verim değerlerinin 80:18 BK kontrol yetiştirme ortamından daha yüksek olduğu, karışımdaki çay atığı miktarı azaldıkça verimin

arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte meşe hızar tozu çay atığı karışımli ortamlarda çay atığı miktarı azaldıkça verim değerleri azalmıştır (Tablo 4). Verimdeki bu azalmanın hızar tozuyla hazırlanan karışımlardaki sıkışmanın odun yongası ile hazırlananlara oranla daha fazla olmasından ve buna bağılı olarak havalanmanın yetersiz kalmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ohga (1990)'nın bildirdiğine göre küçük partiküllü yetiştirme ortamlarında misel gelişim hızı fazla olmasına karşılık, oksijen noksanlığından dolayı misel biyokütlesi azalmaktadır. Partikül büyüklüğünün verim üzerine etkisini belirlemek için daha detaylı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Meşe odun yongası ve hızar tozuna değişik oranlarda çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarları ortalama ağırlıkları bakımından karşılaştırdığımızda sadece ortam partikül büyüklüğü bakımından istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) fark tespit edilmiştir. Meşe odun yongası-çay atığı karışımlarından hazırlanan ortamlardan elde edilen mantarların ortalama mantar ağırlıkları (21,19 g), hızar tozundan hazırlanan ortamlardan (11,75 g) daha yüksek bulunmuştur. Ortalama mantar ağırlıkları 7,99-31,19 g arasında değişmiştir. Meşe hızar tozu ile çay atıkları karışımlarından hazırlanan ortamların şapka eni ve uzunlukları, meşe odun yongasından hazırlanan ortamlardan istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) düzeyde kısa bulunmuştur (Tablo 4).

Mantarlar şapka eni bakımından incelendiğinde ortamlar ve ortamxortam partikül büyüklüğü interaksiyonu arasında $P<0,05$ düzeyinde önemli, ortam partikül büyüklükleri arasında ise $P<0,01$ düzeyinde önemli farklılık tespit edilmiştir. En uzun şapka eni meşe odun yongasında aralarında istatistiksel fark bulunmayan 80:20 ÇA (8,45 cm), 90:10 ÇA (7,72 cm) ve 80:18 BK (7,09 cm) ortamlarından elde edilmiştir. En kısa şapka eni ise hızar tozunda 85:15 ÇA (4,28 cm) ve 80:20 ÇA (4,32 cm) ortamlarında tespit edilmiştir (Tablo 4). Şapka uzunluğu da odun yongası-çay atığı ile hazırlanan ortamlarda (7,77 cm), hızar tozu-çay atığı ortamlarındakinden (6,56 cm) daha uzun bulunmuştur. Mantar şapka uzunluğu bakımından ortamxortam partikül büyüklüğü interaksiyonun önemli olduğu tespit edilmiştir. Her iki kontrol uygulaması ve meşe odun yongası-çay atığı karışımlarından hazırlanan ortamlardan elde edilen mantarların şapka uzunlukları diğerlerine göre

yüksek bulunmuştur. En uzun şapka uzunluğu odun yongasında 8,85 cm ile 80:20 ÇA ortamından, en kısa ise hızar tozunda 5,91 cm ile 80:20 ÇA ortamından elde edilmiştir.

Mantar yetiştiriciliği son yıllarda Karadeniz Bölgesinde fındık ve çay tarımı dışında ek gelir getirecek yeni veya alternatif üretim dalları arayan kişilere oldukça cazip gelmektedir. Yetiştiriciliği diğer mantar türlerine göre daha hassas uygulamalar gerektiren *Agaricus bisporus* üretimi yerine, shiitake (*Lentinus edodes*), *Pleurotus* türleri ve *Ganoderma lucidum* gibi mantar türlerinin yaygınlaştırılmasının bölge için daha ekonomik olacağı düşünülmektedir. Ayrıca Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak üretimi yapılan fındık, çay, çeltik ve mısırın hasat ve harman artıkları, tek başına ya da karışımlar halinde bu mantar türlerinin yetiştiriciliğinde değerlendirilebilir.

G. lucidum türü ile ilgili olarak Türkiye'de yeterince çalışma bulunmamaktadır. Çalışmada meşe ağaç türüne ait odun yongası ve hızar tozları ile farklı oranlarda çay atığı ilave edilen ortamların kontrollü üretim odası koşullarında *G. lucidum* mantarının gelişim, verim ve morfolojik özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Denemede meşe odun yongası ile çay atıklarından hazırlanan ortamların *G. lucidum* üretiminde kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Bu atıkların değişik mantar türlerinin üretiminde kullanılması çevre kirliliğinin önlenmesi yanında atıkların yeniden ekonomiye kazandırılabilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Ancak *G. lucidum* yetiştiriciliğinde çay atığı ile hazırlanan ortamlar ve partikül büyüklüğünün verim üzerine etkisini belirlemek amacıyla daha detaylı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Dünya ticaret piyasalarında oldukça fazla işlem gören, doğal floramızda bulunan, ancak halkımız tarafından çok iyi bilinmeyen *Ganoderma lucidum* mantar türünün doğadan toplanıp, mevcut ırkların kültüre alınması ve verim potansiyellerinin yanında kalitelerinin belirlenmesi konusunda da detaylı çalışmaların yapılması faydalı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Gökçen Yakupoğlu'nun Yüksek Lisans tezinden hazırlanmıştır. Çalışmaya maddi olarak destek sağlayan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Araştırma Fonuna (Proje No: Z-426) teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Baysal E, Yalınkılıç MK, Peker H, Çolak M, Göktaş O, Özen E, Çolak AM (2003) Atık kağıtların çeşitli bitkisel ve odunsu atık-artık substratlarla *Pleurotus ostreatus* Jacq. ex. Fr. Kummer kültürasyonunda değerlendirilmesi. *Ekoloji* 12 (49): 12-16.
- Boh B, Berovic M, Wraber B, Hodzar D, Habijan J, Pohleven F, Zore I (2004) *Ganoderma lucidum* (W.Curt.:Fr.) Lyoyd and G. *applanatum* (Pers.) Pat. (Aphllphoromycetideae) from Slovenian habitats: Cultivation, isolation, and testing of active compounds. *International Journal of Medicinal Mushrooms* 6: 15-32.
- Chen AW (1999) Cultivation of the medicinal mushroom *Ganoderma lucidum* (Curt.:Fr.) P. Karst. (Reishi) in North America. *International Journal of Medicinal Mushrooms* 1 (3): 263- 282.
- Cormican T, Staunton L (1991) Factors in Mushroom (*Agaricus bisporus*) Compost Productivity. In: Maher MJ (ed), *Mushroom Science, Vol. XIII, Science and Cultivation of Edible Fungi*, Rotterdam, 221-226.
- Çolak M, Baysal E, Şimşek H, Toker H, Yılmaz F (2007) Cultivation of *Agaricus bisporus* on wheat straw and waste tea leaves based composts and locally available casing materials Part III: Dry matter, protein, and carbohydrate contents of *Agaricus bisporus*. *African Journal of Biotechnology* 6: 2855-2859.
- Doğan H, Pekşen A (2003) Çay atıklarından hazırlanan yetiştirme ortamları ve dezenfeksiyon yöntemlerinin *Pleurotus sajor-caju*'nun verim ve kalitesine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 18: 39-48.
- Erkel EI (2009) The effect of different substrate mediums on yield of *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst. *Journal of Food Agriculture and Environment* 7: 841-844.
- Gülser C, Pekşen A (2003) Using tea waste as a new casing material in mushroom (*Agaricus bisporus* (L.) Sing.) cultivation. *Bioresource Technology* 88: 153-156.
- Hsieh C, Yang F (2004) Reusing soy residue for the solid-state fermentation of *Ganoderma lucidum*. *Bioresource Technology* 91: 105-109.
- Jackson ML (1962) *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall. Inc., New York.
- Kacar B (1994) *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Gelişim Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara.
- Kendrick B (1985) *The Fifth Kingdom*. Mycologue Publications, Waterloo.
- Kim HS, Kacew S, Lee MB (1999) In vitro chemo preventive effect of plant polysaccharides *Aloe barbadensis* Miller, *Lentinus edodes*, *Ganoderma lucidum* and *Coriolus versicolor*. *Carcinogenesis* 20: 1637-1640.
- Li Ming, Cui Sheng, Zhang Hongrong, Ha Baoru (1996) An experiment on *Ganoderma lucidum* culture with maize cob. *Journal of Hebei Agricultural University* 19: 64-66.
- Mizuno T, Wang G, Zhang J, Kawagishi H, Nishitoba T, Li J (1995) Reishi, *Ganoderma lucidum* and *Ganoderma tsugae*: bioactive substance and medicinal effects. *Food Reviews International* 11, 151-166.
- Mizushima Y, Takahashi N, Hanashina L, Koshino H, Esumi Y, Uzawa J, Sugawara F, Sakaguchi K (1999) Eukaryotic DNA polymers from basidiomycete, *Ganoderma lucidum*. *Bioorganic and Medicinal Chemistry* 7: 2047-2052.
- Pekşen A, Gunay A (2009) Use of substrates prepared by the mixture of tea waste and wheat straw in *Agaricus bisporus* (L.) Sing. cultivation. *Ekoloji* 19 (73): 48-54.
- Pekşen A, Yakupoğlu G (2009) Tea waste as a supplement for the cultivation of *Ganoderma lucidum*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 25 (4): 611-618.
- Ohga S (1990) Growth rate of mycelium of shiitake, *Lentinus edodes*, in relation to water potential of medium. *Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University* 34: 413-420.
- Öksüz M (1985) Türkiye'de çay atıklarının kafein üretimi. *Çaykur Dergisi* 1 (3): 18-19.
- Scrase RJ, Elliott TJ (1998) *Biology and technology of mushroom culture*. In: Wood BJB (ed) *Microbiology of fermented foods, vol 2*, Blackie Academic Professional, London, 543-584.
- Shin GC, Seo GS (1988) Classification of strains of *Ganoderma lucidum*. *Korean Journal of Mycology* 16: 235-241.
- Stamets P (1993) *Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms*. Ten Speed Press, Berkeley.
- Triratana S, Thaithatgoon S, Gawgla M (1991) Cultivation of *Ganoderma lucidum* in sawdust bags. In: Maher MJ (ed), *Science and cultivation of edible fungi, Mushroom Science XII Vol. 2*, Balkema, Rotterdam, 567-572.
- Uzun A (1996) Çay Atıklarının *Agaricus bisporus* Mantarının Misel Üretiminde Sardırma Materyali Olarak Kullanımı. In: Yılmaz K (ed), *Türkiye 5. Yemeklik Mantar Kongresi, 5-7 Kasım 1996, Yalova*, 33-41.
- Wasser SP, Weiss AL (1999) Therapeutic effects of substances occurring in higher basidiomycetes mushrooms: a modern prespective. *Critical Reviews in Immunology* 19: 65-96.
- Yakupoğlu G, Pekşen A (2008) Influence of Wood-Chip Particle Size and Different Substrates Containing Tea Waste on Protein and Mineral Contents of *Ganoderma lucidum*. In: Dursun S, Esmeray E, Doğan S, Kalıpçı E (eds) *JIEAS and Blacksea International Environmental Symposium Proceedings CD, 25-29 August 2008, Giresun*, 176-182.
- Yang F, Chienyan H, Chen H (2003) Use of stillage grain from a rice-spirit distillery in the solid state fermentation of *Ganoderma lucidum*. *Process Biochemistry* 39: 21-26.