

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI



FARKLI YETİŞTİRME ORTAMLARININ *FLAMMULINA*
VELUTIPES MANTARININ VERİM VE KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

Havva OKUYUCU

Danışman

Prof. Dr. Aysun PEKŞEN

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Havva OKUYUCU tarafından, **Prof. Dr. Aysun PEKŞEN** danışmanlığında hazırlanan “**Farklı Yetiştirme Ortamlarının *Flammulina velutipes* Mantarının Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisi**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 04.02.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Unvanı Adı Soyadı	Üniversitesi	Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Aysun PEKŞEN	(Danışman)Ondokuz Mayıs Üniversitesi		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul
		Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/> Ret
Üye	Doç. Dr. Atnan UĞUR	Ordu Üniversitesi		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul
		Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/> Ret
Üye	Doç. Dr. Harun ÖZER	Ondokuz Mayıs Üniversitesi		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul
		Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY
... / ... / ...
Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

İmza

21/12/2020

Havva OKUYUCU

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: Farklı Yetiştirme Ortamlarının *Flammulina velutipes* Mantarının Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 20.12.2020 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : %10

Tek kaynak oranı : %2 çıkmıştır.



21/12/2020

Prof. Dr. Aysun PEKŞEN

ÖZET

FARKLI YETİŞTİRME ORTAMLARININ *FLAMMULINA VELUTIPES* MANTARININ VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Havva OKUYUCU

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

Yüksek Lisans, Aralık/2020

Danışman: Prof. Dr. Aysun PEKŞEN

Bu çalışmada buğday samanına (BS), farklı oranlarda (%20, 40 ve 60) buğday kepeği (BK), pirinç kepeği (PK) ve çay atığı (ÇA) ilave edilerek hazırlanan 9 yetiştirme ortamının [(%80 BS + %20 BK), (%60 BS + %40 BK), (%40 BS + %60 BK), (%80 BS + %20 PK), (%60 BS + %40 PK), (%40 BS + %60 PK), (%80 BS + %20 ÇA), (%60 BS + %40 ÇA), (%40 BS + %60 ÇA)] *Flammulina velutipes* mantarının verim, biyolojik etkinlik (BE) ve bazı kalite özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Çalışmada Türkiye mikobiyotasından izole edilen *Flammulina velutipes* (M300) suşu (ırkı) kullanılmıştır. Farklı yetiştirme ortamları arasında mantar verimi ve BE değerleri bakımından istatistiksel olarak çok önemli farklılıklar bulunmuştur. Buğday samanına çay atığı, pirinç kepeği ve buğday kepeğinin %60 oranında ve çay atığının %40 oranında ilave edildiği yetiştirme ortamlarından verim elde edilememiştir. En yüksek mantar verimi ve BE değerleri 80BS+20BK ortamından (sırasıyla 219.79 g/kg ve %61.31) elde edilmiştir. Sonuç olarak, en uygun yetiştirme ortamı formülasyonu için lignoselülozik atıkların, talaş veya saman ve katkı maddelerinin farklı kombinasyonları ve karışım oranları daha ayrıntılı olarak araştırılmalıdır. Ayrıca, verimi ve BE'yi iyileştirmek için çeşitli suşlarla daha fazla araştırma yapılmalıdır.

Anahtar Sözcükler: *Flammulina velutipes*, mantar, verim, yerel ırk, yetiştirme ortamı, çay atığı

ABSTRACT

EFFECT OF DIFFERENT SUBSTRATES ON YIELD AND QUALITY OF *FLAMMULINA VELUTIPES*

Havva OKUYUCU

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Horticulture

Master, December/2020

Supervisor: Prof. Dr. Aysun PEKŞEN

In this study, the effects of 9 growing media [(%80 WS + %20 WB), (%60 WS + %40 WB), (%40 WS + %60 WB), (%80 WS + %20 RB), (%60 WS + %40 RB), (%40 WS + %60 RB), (%80 WS + %20 TW), (%60 WS + %40 TW), (%40 WS + %60 TW)] prepared by adding wheat bran (WB), rice bran (RB) and tea waste (TW) to wheat straw (WS) in different proportions (20, 40 and 60%) on yield of *Flammulina velutipes*, biological activity (BE) and some quality characteristics were determined. The strain of *Flammulina velutipes* (M300), isolated from the mycobiota of Turkey, was used in this study. Statistically significant differences were found between different substrates in terms of mushroom yield and BE. Yield could not be obtained from the substrates prepared by adding of TW, RB and WB at the rate of 60% and tea waste at the rate of 40% into WS. The highest mushroom yield and BE were obtained from 80WS+20WB substrate (219.79 g/kg and 61.31%, respectively). As a result, different combinations and mixing ratios of lignocellulosic wastes, sawdust or straw and supplements for the optimal substrate formulations should be investigated in more detail. Also, further researches should be conducted by using diverse strains to improve yield and BE.

Keywords: *Flammulina velutipes*, mushroom, yield, native strains, substrates, tea waste

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezimin planlanması, yürütülmesi ve yazımı sürecinde ve eğitim hayatımda beni destekleyen, rehberlik yapan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Aysun PEKŞEN'e çok teşekkür ederim. *Flammulina velutipes* mantarını doğadan izole ederek çalışmamda kullanmam için kültürü paylaşan Eskişehir Osmangazi Üniversitesi'nden Prof. Dr. Mustafa YAMAÇ hocama teşekkür ederim.

Yüksek lisans tezimin yürütülmesi aşamalarında laboratuvar ve üretim ile ilgili çalışmalarımda bana destek olan Ziraat Yüksek Mühendisi Harbiye DURAN'a, Ziraat Mühendisi Şeydanur KILIÇASLAN'a, Ziraat Mühendisi Mervenur KÖSETÜRK ve ailesine, beni destekleyen çevremdeki tüm değerli kişilere ve emeği geçen diğer öğrenci arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemedi, sabır ile her zaman yanımda olan her kararına saygı duyup beni destekleyen babam Ercan OKUYUCU, annem Meliha OKUYUCU ve kardeşlerime çok teşekkür ederim.

Havva OKUYUCU

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
2.1. <i>Flammulina velutipes</i> Mantarında Yetiştirme Ortamı ile İlgili Yapılan Çalışmalar ...	7
2.2. Çay Atığının Farklı Mantarların Üretiminde Kullanılmasıyla İlgili Çalışmalar	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Materyal.....	17
3.2. Yöntem	17
3.2.1. Ana Kültürün Çoğaltılması ve Tohumluk Miselin Elde Edilmesi.....	17
3.2.2. Yetiştirme Ortamlarının Hazırlanması ve Misel Aşılama İşlemleri	18
3.2.3. Deneme Sırasında Yapılan Ölçümler ve Analizler	21
3.2.3.1. Tarımsal Atıkların ve Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile İlgili Analizler.....	21
3.2.3.2. Misel Gelişimi ile İlgili Yapılan Ölçümler.....	22
3.2.3.3. Verim ile İlgili Yapılan Ölçümler	22
3.2.3.4. Mantarlarda Yapılan Ölçüm ve Analizler	22
3.2.3.5. Deneme Deseni ve İstatistiksel Değerlendirme.....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	24
4.1. Yetiştirme Ortamlarında Kullanılan Materyallerin Başlangıçtaki Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	24
4.2. Yetiştirme Ortamlarının Sterilizasyon Öncesi ve Sterilizasyon Sonrası pH ve EC Değerleri.....	24
4.3. Yetiştirme Ortamlarının Sterilizasyon Sonrası Bazı Kimyasal Özellikleri	26
4.4. Yetiştirme Ortamlarının Sterilizasyon Sonrası Mineral Madde İçerikleri.....	28
4.5. Yetiştirme Ortamlarının Misel Gelişim Süresi, Verim ve Biyolojik Etkinlik Değeri Üzerine Etkileri	29
4.6. Yetiştirme Ortamlarının Elde Edilen Mantarların Morfolojik Özellikleri Üzerine Etkileri	32
4.7. Yetiştirme Ortamlarının Elde Edilen Mantarların Protein, Kül ve Mineral Madde İçerikleri Üzerine Etkileri.....	33
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	36
KAYNAKLAR.....	38
ÖZGEÇMİŞ	44

SİMGELER VE KISALTMALAR

BE	Biyolojik Etkinlik
BK	Buğday Kepeği
BS	Buğday Samanı
Ca	Kalsiyum
CO ₂	Karbondioksit
Cu	Bakır
ÇA	Çay Atığı
EC	Elektriksel İletkenlik
Fe	Demir
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Mmol	Milimol
N	Azot
Na	Sodyum
pH	Hidrojen Potansiyeli
OM	Organik Madde
Zn	Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. a) Yabani <i>Flammulina velutipes</i> mantarı (Anonymous, 2020a), b) kültürü yapılan <i>F. velutipes</i> mantarı (Anonymous, 2020b).....	3
Şekil 1.2. <i>Flammulina velutipes</i> mantarının Türkiye’deki dağılışı (Karasoy vd., 2019).....	4
Şekil 3.1. Ana kültür misel çoğaltma çalışmaları.....	18
Şekil 3.2. Yetiştirme ortamlarının hazırlanma ve otoklav işlemleri.....	19
Şekil 3.3. İnokülasyon ve inkübasyon aşamaları	20
Şekil 3.4. Misel sarımı tamamlanmış şişeler ve mantar gelişimi	20
Şekil 3.5. Primordium oluşumu ve hasada gelmiş <i>Flammulina velutipes</i> mantarları.....	21
Şekil 4.1. Farklı yetiştirme ortamlarının verim üzerine etkisi.....	30

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Yetiştirme ortamları ve kısaltmaları	19
Tablo 4.1. Yetiştirme ortamlarında ele alınan materyallerin başlangıçtaki bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	24
Tablo 4.2. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının sterilizasyon öncesi ve sonrası pH ve EC değerleri	25
Tablo 4.3. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonrası nem, organik madde ve kül içerikleri.....	26
Tablo 4.4. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonrası C, N miktarları ve C/N oranları.....	27
Tablo 4.5. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonrası mineral madde içerikleri	28
Tablo 4.6. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının verim ve biyolojik etkinlik değerleri üzerine etkisi	30
Tablo 4.7. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların ortalama mantar ağırlığı ve mantar sayısı.....	32
Tablo 4.8. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların şapka özellikleri.....	33
Tablo 4.9. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların protein ve kül miktarları.....	34
Tablo 4.10. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların K, Ca ve Mg miktarları.....	34

Tablo 4.11. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların Na, Mn, Fe, Cu ve Zn miktarları.....35

1. GİRİŞ

Mantarlar besin içerikleri ve tedavi edici özellikleri nedeniyle çok eski tarihlerden beri dünyada farklı milletler tarafından çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. İnsanların mantarlarla olan ilişkileri çok eski zamanlara kadar uzanmaktadır. Mantarları Eski Romalılar ‘tanrının yiyeceği’ diye adlandırmış, Eski Mısırlılar ise ‘tanrı Osiris’in hediyesi’ olarak tanımlamışlardır (Manzi vd., 1999). Mantarlar; karbonhidratlar, proteinler, vitaminler ve mineraller bakımından zengin, buna karşılık yağ içeriği bakımından fakir yiyeceklerdir. İçerdiği yağlar yüksek oranda doymamış yağ asidi olup, kolesterol içermez. Mantarlar zengin besin içerikleri yanında değerli bir sağlık gıdasıdır (Chang, 2007). Mantarlarda bulunan polisakaritler, sağlık için faydalı olan birincil biyoaktif bileşenlerden biri olarak kabul edilir (Huang vd., 2015).

Dünya toplam mantar endüstrisinin ekonomik hacminin %54’ünü kültüre alınmış yenilebilir mantarlar, %38’ini tıbbi mantarlar ve %8’ini doğa mantarları oluşturmaktadır (Blackwell, 2017). Dünyada 1961 yılında 495.127 ton olan mantar üretimi 2019 yılında 10.242.541 tona yükselmiştir (FAO, 2019). Bu artış mantara olan ilgi ve talebin günümüze kadar geçen sürede hızla önem kazandığının göstergesidir. Mantar üretimi, tarımsal üretimde diğer ürünlerle karşılaştırıldığında birim alandan en fazla gelir getiren tarımsal faaliyetlerden biridir.

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de mantar sektörü hızlı bir şekilde büyümektedir. Eren ve Pekşen (2019)’in bildirdiğine göre 1973 yılında 80 ton olan mantar üretimimiz, 2018 yılı itibarıyla 65.000 tona yükselmiştir.

Günümüzde lezzetleri, besin içeriği ve tıbbi özellikleri nedeniyle kültür mantarlarının üretimleri, dolayısıyla tüketimleri hızla artmıştır. Royse (2014) tarafından dünyada kişi başına düşen mantar tüketim miktarı 1997 yılında 1 kg/kişi iken bu değer 2013 yılında 4.7 kg/kişi’ye yükseldiği bildirilmiştir. Türkiye’de mantar üretimine bağlı olarak tüketim miktarı da artmış, 2018 yılı verilerine göre tüketim miktarı 0.8 kg/kişi değerine yükselmiştir (Eren ve Pekşen, 2019). Son yıllarda Türkiye’de birçok yeni mantar işletmesinin açılması, üretim ve tüketimdeki artışlar mantar yetiştiriciliğinin umut verici bir endüstri olduğunu ve büyümeye devam edeceğini göstermektedir.

Dünyada yaklaşık 100 mantar türünün ticari olarak kültürü yapılmakla birlikte, 12 mantar türü tropikal ve ılıman bölgelerde endüstriyel boyutta üretilmektedir

(Royse, 2014). Dünyada endüstriyel boyutta ticareti yapılan türler; beyaz şapkali mantar (*Agaricus bisporus*), İstiridyeye (*Pleurotus* türleri), Shiitake (*Lentinula edodes*), Saman mantarı (*Volvariella volvacea*), Pompom (*Hericium* türleri), Reishi (*Ganoderma lucidum*), Maitake (*Grifola frondosa*), Kış (*Flammulina velutipes*), Kulak (*Auricularia auricula-judae*), Beyaz Jöle (*Tremella*), Nameko (*Pholiota nameko*) ve Shaggy Mane (*Coprinus*) mantarlarıdır. Ticareti yapılan mantar sayısı 12 olmasına rağmen, toplam mantar üretiminin %85'lik kısmını *Agaricus bisporus*, *Pleurotus* türleri, *Lentinula edodes*, *Auricularia* türleri ve *Flammulina velutipes* türleri oluşturmaktadır. *Flammulina velutipes*, %5 pay ile dünyada üretilen mantar türleri içerisinde üretim miktarı bakımından 5. sırada yer almaktadır (Royse vd., 2017). *F. velutipes* mantarının en büyük üreticileri Çin, Japonya, Kore ve Tayvan olup, tüm dünyada üretilmektedir.

Yenilebilir ve tıbbi bir mantar olan *F. velutipes*; enoki, kadife, incik, altın iğneli mantar veya kış mantarı olarak adlandırılmaktadır. *F. velutipes* türünün üretiminin neredeyse tamamının Asya'da üretilmesi nedeniyle "Asya mantarı" olarak da bilinmektedir. Çoğunlukla kış mantarı veya enoki olarak adlandırılan *F. velutipes*, kısa süre önce sınıflandırılan *Schizophyllum* grubu ve yenilebilir mantar *Lentinula edodes* (Shiitake) mantarlarını içeren Marasmioid mantarları grubunda yer aldığı belirtilmektedir (Park vd., 2014).

Doğada yetişen *F. velutipes* mantarının şapkalı, kültüre alınan *F. velutipes* mantarına göre daha büyük ve parlaktır. Şapka başlangıçta tümsek şeklindedir, daha sonra yayvan bir şekil alır. Genellikle 2-10 cm çapında olan şapka taze iken pürüzsüz, nemli ve kaygandır. Şapka rengi merkez daha koyu olmak üzere turuncu kahverengiyle sarımsı renk arasındadır. Etli kısmı narin ve renksizdir. Sap 5-12 cm uzunluğunda, 0.4-0.8 cm çapındadır. Sap üzerinde yüzük bulunmaz ve yapısı kıkırdağımsı esnek ve liflidir. Yabani yetiştiğinde sap kısa, sert, sapın alt kısmı koyu kahverengi ve kadifemsi yapıdadır. Lameller geniş, beyaz ile soluk sarı renktedir (Şekil 1.1a). Spor izi genellikle beyaz, bazen krem veya açık sarıdır. Kokusu ve tadı güzeldir (Kuo, 2013). Buna karşılık kültürü yapılan *F. velutipes* mantarı doğadaki morfolojik görüntüsünden farklı olarak küçük, ince, uzun saplı demet şeklinde bir yapı oluşturur (Şekil 1.1 b). Doğadan izole edilen *F. velutipes* mantarı sarı-turuncu renklerde iken, tüketicilerin çoğunlukla beyaz mantarları tercih etmesi nedeniyle piyasada Japonya'da ıslah programları ile elde edilen beyaz suşlar yetiştirilmektedir (Hall vd., 2003). Bunlar

küçük ve kar beyazı bir şapka ile üstü kapanmış saf beyaz fasulye filizi gibi kadifemsi bir sapa sahiptir.



Şekil 1.1. a) Yabani *Flammulina velutipes* mantarı (Anonymous, 2020a), b) kültürü yapılan *F. velutipes* mantarı (Anonymous, 2020b)

F. velutipes mantarı yüksek besin değerine, lezzete ve tıbbi içeriğe sahiptir (Kang vd., 2014). Yapılan çalışmalarda *F. velutipes* mantarının kuru ağırlıkta kül içeriği %7.4, ham yağ içeriği %1.90-9.20, protein içeriği %17-31 ve karbonhidrat içeriği %50.40-73.1 aralığında tespit edilmiştir (Crisan ve Sands, 1978; Stamets, 2000; Yang vd., 2001; Ko vd., 2007; Beluhan ve Ranogajec, 2011; Pereira vd., 2012; Akata vd., 2012; Cohen vd., 2014). *F. velutipes* mantarının yağ içeriği düşük olup, kalori değeri de düşüktür. *F. velutipes*, diğer mantarlar gibi mineral ve vitaminler bakımından da zengin bir mantardır (Smiderle vd., 2008). Sahip olduğu proteinler, polisakaritler, lektin, lentinan, schizophyllan, seskiterpenoidler, sterol ve flammulin içeriği nedeniyle tıbbi bakımdan da değerli bir mantardır (Hirai vd., 1998; Wang vd., 1998; Wasser ve Weis, 1999; Ishikawa vd., 2000; Ishikawa vd., 2001; Badalyan, 2003; Wang vd., 2004; Lakhanpal ve Rana, 2005). *F. velutipes*, antitümör (Ikekawa vd., 1982) ve kolesterol düşürücü özelliğe (Fukushima vd., 2001) sahiptir. Ayrıca yüksek tansiyonu önlemede, karaciğer hastalığının tedavisinde ve mide ülseri tedavisinde kullanılmaktadır (Chang ve Miles, 2004).

Flammulina velutipes mantarı yenilebilir bir mantardır, tüketim için taze mantar tercih edilmekle birlikte konserve olarak da tüketilmektedir. Genellikle çiğ olarak salatalarda, Asya çorbalarında, sebze yemeklerinde ve et yemeklerinde kullanılmaktadır (Hall vd., 2003; Yeh vd., 2014).

Doğal olarak, *Flammulina* türleri sonbaharın başından ilkbaharın başlarına kadar geniş yapraklı ağaçlardan kavak (*Populus* türleri), söğütler (*Salix* türleri), karaağaç

(*Ulmus* türleri), erik (*Prunus* türleri), akçaağaç (*Acer* türleri) ve huş (*Betula* türleri) gövdeleri veya kütükleri üzerinde -2 ila 14°C arasındaki sıcaklıklarda yetişir (Poppe, 1974; Zadrazil, 1978). Chang ve Miles (1989) *F. velutipes* mantarının Hollanda'da karaağaç enfeksiyonuna neden olduğunu ve karaağaçlarda bol miktarda yetiştiğini bildirmişlerdir. *F. velutipes* mantarı *Pholiota* mantarı gibi yetiştiriciliğinde düşük sıcaklık isteyen bir mantardır. Ilıman bölge ülkelerinde kırsal kesimde yaşayan insanlar, mantarı sonbaharın sonundan ilkbahara kadar besin kaynağı olarak toplarlar (Harith, 2014).

Yapılan çalışmalar sonucunda; *Flammulina velutipes* mantarının Afyon, Ankara, Artvin, Balıkesir, Bayburt, Bolu, Eskişehir, Gaziantep, Giresun, Hakkari, İzmir, Iğdır, Isparta, Kahramanmaraş, Karaman, Konya, Malatya, Muş, Nevşehir, Osmaniye, Samsun, Uşak ve Van gibi birçok ilimizde doğada bulunduğu tespit edilmiştir (Sesli ve Denchev, 2008; Şekil 1.2). Dünyada yaygın olarak kültürü yapılan ve doğamızda bulunan bu türün ne yazık ki ülkemizde yetiştiriciliği yapılmamaktadır.



Şekil 1.2. *Flammulina velutipes* mantarının Türkiye'deki dağılışı (Karasoy vd., 2019)

F. velutipes'in ilk kültürü, Çin'de 8. yüzyılda yapılmıştır (Yang, 1986). *F. velutipes* mantarı başlangıçta ağaç kütükleri kullanılarak yetiştirilmiştir, ancak mantarların kalitesi düşük olması nedeniyle bu yöntemden vazgeçilmiştir. 1928'de, Japonya'da talaş ve pirinç kepeği ile yetiştirilmiştir (Nakamura, 1981). Günümüzde *Flammulina* üretimi, polipropilen şişelerde veya torbalarda bulunan sentetik substrat kullanılarak yapılmaktadır. Yetiştirme ortamı (substrat) olarak en çok talaş, buğday samanı, çeltik samanı, mısır koçanı, pamuk tohumu kabuğu, kahve kabukları gibi ana materyaller ile şeker kamışı küspesi, pirinç ve buğday kepeği gibi azotça zengin materyal kullanılmaktadır (Royse, 1995; Sharma vd., 2009; Miao vd., 2014; Kurata ve Koh, 2017).

Beyaz, sert ve dayanıklı sporokarplar tercih edildiğinden, talaş ortamında üretimi yaygın olarak kullanılmaktadır (Sharma vd., 2009). Ancak talaşların farklı ağaç türlerinin karışık talaşları olarak bulunması ve talaş teminindeki sıkıntılar *F. velutipes* mantarının üretimi için alternatif yetiştirme materyallerinin bulunmasını zorunlu hale getirmiştir. Üretim maliyetlerini düşürmek için ekonomik ve verimli bir substrat materyali seçmek, *F. velutipes* yetiştiriciliğinde önemli bir husustur. Misel gelişimi, fruktifikasyon organlarının oluşumu ve ürün kalitesi yetiştirme ortamına göre değişiklik gösterir. Bir mantar türünün yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması için öncelikle ucuz, kolay temin edilebilir, verim ve mantar kalitesi üzerine olumlu etkiye sahip uygun ortamların belirlenmesine ihtiyaç vardır.

Flammulina velutipes mantarının doğada büyüyen suşlarını yetiştirmek için yerel olarak temin edilebilen lignoselülozik substratların ideal formülasyonunun araştırılması önemlidir. Farklı katkı maddelerinin ilavesinin *F. velutipes* mantarının verim ve kalitesi etkisine yapılan sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan literatür çalışmasında Karadeniz bölgesinde bol miktarda açığa çıkan fabrika çay atıklarının *F. velutipes* mantarı üretiminde kullanımı ile ilgili bir çalışmaya da rastlanılmamıştır.

Karadeniz Bölgesinin tarımsal ürünleri dikkate alındığında çay üretimi önemli yer tutmaktadır. Dolayısıyla çay üretimi sonrası özellikle çay fabrikası artığı olarak ortaya çıkan çay atıklarının mantar üretiminde değerlendirilmesi hem bu atıkların ucuz ve kolay bulunabilir yetiştirme ortamı materyali olması hem de atılması, yakılması gibi imha yöntemlerinin yol açacağı çevre kirliliğinin önlenmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de çaylarda işleme sonrasında atık miktarının %10 civarında hatta daha fazla olduğu tahmin edilmektedir ve bu atıklardan gerektiği şekilde faydalanılmamaktadır (Yakupoğlu ve Pekşen, 2011). Çay atıklarının mantar üretiminde kullanılması ile ilgili yapılan çalışmalarda (Baysal vd., 2003; Gülser ve Pekşen, 2003; Doğan ve Pekşen, 2003; Çolak vd., 2007; Pekşen ve Günay, 2009; Yakupoğlu ve Pekşen, 2011; Yang vd., 2016) başarılı sonuçlar alınmıştır. Yang vd. (2016), çay atığının mantarın kullanabileceği besin değerlerine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Dünyada yaygın olarak kültürü yapılan ve doğamızda bulunan bu türün ülkemizde yetiştiriciliğinin olmaması büyük bir eksikliklerdir. Bu çalışmanın amacı *F. velutipes* türünün doğal mikrobiyotamızdan izole edilmesi ve ülkemizde bu türün

yetiştiriciliğinin yapılmasına öncülük edebilmek ve gün geçtikçe artan yetiştiricilik sektörüne farklı mantar türlerini kazandırmaya çalışmaktır.

Çalışmada, buğday samanına %20, 40 ve 60 oranlarında buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığı ilave edilerek hazırlanan farklı C/N oranına sahip yetiştirme ortamlarının Türkiye doğasından izole edilen yerli *Flammulina* izolatının verim ve kalitesi üzerine etkileri belirlenmiştir.

Çalışmanın hedeflerini özetleyecek olursak:

✓ Türkiye mikobiyotasından izole edilen *Flammulina velutipes* mantarının üretimini sağlamak ve üretilen mantarın morfolojik özelliklerini belirlemek,

✓ En yüksek verim, biyolojik etkinlik (BE) ve mantar kalitesinin elde edildiği yetiştirme ortamını/ortamlarını saptamak,

✓ evre sorunu yaratan çay atığı materyalinin tekrar ekonomik olarak kullanılmasına imkân sağlamaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. *Flammulina velutipes* Mantarında Yetiştirme Ortamı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Populus tremula türüne ait talaşın kullanıldığı çalışmada; talaş + buğday samanı (10:1), talaş + buğday samanı + kullanılmış malt (10:1:1) ve talaş + kullanılmış malt (10:1) olmak üzere hazırlanan farklı yetiştirme ortamlarının sırasıyla substrat ağırlığının %15.5, 19.8 ve 20.9'una eşit verimler elde edilmiştir (Gavrilova ve Lysenkova, 1988).

Lu vd. (1989) *F. velutipes* mantarını 1) %80 damıtılmış arpa + %20 pamuk tohumu kabuğu; 2) %40 damıtılmış arpa + %60 pamuk tohumu kabuğu; 3) %88 pamuk tohumu kabuğu + %10 broyler konsantresi + %1 şeker + %1 kireç; 4) %100 pamuk tohumu kabuğu (kontrol); 5) %89 pamuk tohumu kabuğu + %10 broyler konsantresi + %1 kireç; 6) %98 pamuk çekirdeği kabuğu + %1 şeker + %0.5 üre + %0.5 kireç; ve 7) %89 çeltik samanı + %10 broyler konsantresi + %1 kireç olmak üzere 7 ortam üzerinde yetiştirmişlerdir. En yüksek misel gelişimi 39 cm/gün ile 7. ortamdandır ve en düşük gelişim ise 24 cm/gün ile 1. ortamdandır elde edilmiştir. Ortamların birinci flaşta verimleri benzer iken ikinci flaşta önemli ölçüde değişmiştir. Biyolojik etkinlik (BE), en yüksek 3. yetiştirme ortamından (%98.6), en düşük ise 7. yetiştirme ortamından (%50.9) elde edilmiştir. BE değerleri yüksekten düşüğe doğru 3. yetiştirme ortamı > 2. yetiştirme ortamı > 6. yetiştirme ortamı > 1. yetiştirme ortamı > 5. yetiştirme ortamı > 4. yetiştirme ortamı > 7. yetiştirme ortamı olarak tespit edilmiştir.

Song vd. (1993) tarımsal atıklar ve orman atıklarının *Flammulina velutipes* mantarı için kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Çalışmada materyal olarak çam ağacı talaşı, karışık talaş, kahve atığı ve yer fıstığı atığına; pirinç kepeği, bira mayası, yağsız mısır unu, yağsız soya fasulyesi unu ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının *F. velutipes* mantarının verimi üzerine etkisi belirlenmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek verim kahve atığına 4:1 oranında yağsız mısır unu ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamından elde edilmiştir.

Nakaya (1998) tarafından yapılan çalışmada *Shiitake* yetiştiriciliği için kullanılan kütüklerin yetiştiricilik bittikten sonra talaş haline getirilerek hazırlanan ortamın *Pleurotus ostreatus* ticari suşu ve *Flammulina velutipes* mantarının doğadan alınan suşunun verimi üzerine etkisi incelemiştir. Atık kütüklerden elde edilen talaştan

hazırlanan yetiştirme ortamının verimi yetiştiricilikte daha önce kullanılmamış ağaçtan elde edilen talaştan hazırlanan ortama göre biraz daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte, mantar oluşum süresinin kullanılmış kütüklerden hazırlanan ortamda diğer ortama göre önemli ölçüde kısa olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda atık kütüklerden elde edilen talaşın *P. ostreatus* ve *F. velutipes* yetiştiriciliğinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Leifa vd. (2001) farklı nem ve misel oranı koşulları altında yenilebilir mantar *Flammulina* üretimi için yetiştirme ortamı olarak kahve kabuğu ve kullanılmış öğütülmüş materyalin kullanılabilirliğini değerlendirmişlerdir. *F. velutipes* LPB 01 suşu (ırkı), kahve kabuğu ekstraktı ortamı için adapte edilmiştir. En iyi sonuçlar %25 misel oranı ile elde edilirken düşük misel oranları (%10-20) kullanıldığında fazla bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Misel sarımı için ideal nem içeriği; kahve kabuğunda %60, kullanılmış kahve atığında %55 olarak belirlenmiştir. Yetiştirme ortamı olarak kahve kabuğu ortamında ilk mantar oluşumu aşılardan 25 gün sonra meydana gelmiş ve biyolojik etkinlik değeri 40 gün sonra (2 flaş sonunda) yaklaşık %56 olarak bulunmuştur. Yetiştirme ortamı olarak kullanılmış öğütülmüş ilk mantar oluşumu aşılardan 21 gün sonra meydana gelmiş ve biyolojik etkinlik 40 gün sonra yaklaşık %78 olarak belirlenmiştir. 40 gün sonra kahve çekirdeğinde kafein (%10.2) ve tanen içeriğinin (%20.4) azaldığı tespit edilmiştir. 40 gün sonra atık kahvede tanen içeriği %28 azaldığı belirlenmiştir. Bu azalma kafeinin veya tanenlerin kültür tarafından parçalanmasına bağlanmıştır. Çünkü bu tanenlerin mantar miselinde adsorbe edilmediği belirlenmiştir. Sonuçlar, *Flammulina* yetiştiriciliğinde herhangi bir besin takviyesi olmaksızın kahve kabuğu ve atık kahvenin yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliğini göstermiştir. Kullanılmış kahve atığı, kahve kabuğuna göre daha iyi bulunmuştur.

Smiderle vd. (2008) yaptıkları çalışmada GC-MS kullanarak *Flammulina velutipes* mantarının monosakkarit bileşimini belirlemişlerdir. Ayrıca bazı besin değerleri, amino asit ve mineral madde içerikleri de tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda *F. velutipes*'in iyi bir karbonhidrat, protein, lif, esansiyel amino asit ve mineral kaynağı olduğu saptanmıştır.

Wang vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada *Flammulina velutipes* mantarı pişmiş pirinç üzerine yetiştirilmiştir. Yetiştirilen *F. velutipes* mantarlarından altı yeni kuparen seskiterpen, enokipodinler E-J (1-6) ve iki yeni sterpuran seskiterpen,

sterpuoller A (10) ve B (11) ile bilinen dört seskiterpen, 2,5cuparadien-1, 4-dion (7), enokipodinler B (8) ve D (9) ve sterpürük asit (12) izole edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar; pişmiş pirinçten hazırlanan yetiştirme ortamının *F. velutipes* mantarı için iyi bir yetiştirme ortamı olabileceğini ve elde edilen mantarın iyi bir fonksiyonel gıda olabileceğini göstermiştir.

Farklı tarım atıklarının *Flammulina velutipes* mantarının yetiştirme ortamlarına karbon kaynağı olmasının uygunluğunu ve pirinç kepeği ve atık bira mayasının besin içeriğine etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada; yetiştirme ortamı olarak kauçuk odun talaşı, çeltik samanı, hurma boş meyve demetleri ve parçalanmış hurma atığı kullanılmıştır. Her atık tek başına (%100) ve iki atık 75:25, 50:50 ve 25:75 oranlarında olacak şekilde kombine edilerek hazırlanan 22 yetiştirme ortamının *F. velutipes* mantarının misel gelişimi ve verimi üzerine etkileri saptanmıştır. En yüksek verim 85.93 g/torba ile parçalanmış hurma atığı ortamından elde edilmiştir. Bunu 65.08 g/torba ile çeltik samanı + hurma boş meyve demetleri (25:75) yetiştirme ortamı izlemiştir. En iyi BE değerleri çeltik samanı + hurma boş meyve demetleri (25:75), çeltik samanı + parçalanmış hurma atığı (50:50) ve parçalanmış hurma atığı (100) yetiştirme ortamlarından sırasıyla %185.09, 150.89 ve 129.06 olarak tespit edilmiştir. Misel gelişim hızı ve biyolojik verim üzerinde pirinç kepeği ve atık bira mayası takviyesinin farklı bir etkisi gözlemlenmemiştir. Bu çalışma sonucunda *F. velutipes* mantarlarını ek azot kaynağı gerekmeden hurma atıkları üzerinde yetiştirilebileceği saptanmıştır (Harith vd., 2014).

Pamuk tohumu kabuğu, *Flammulina velutipes* mantarının ana yetiştirme materyalidir, ancak pamuk atığının piyasa fiyatının giderek artması maliyetin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle Miao vd. (2014) yaptığı çalışmada; *F. velutipes* Chuanjin 3'ü yetiştirmek için ana bileşen olarak pamuk tohumu kabuğunun esas alındığı, kısmen fındık kabuğu, talaş, mısır koçanı, kolza samanı, soya fasulyesi çubuğu, kivi çubukları, dut kesimi ve sorgum kabuğu kullanarak sekiz yeni yetiştirme ortamı hazırlamış ve bu ortamları ticari yetiştiricilikte kullanılan standart yetiştirme ortamı ile karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda kısmen ikame olarak yer fıstığı kabuğu kullanılan yetiştirme ortamının veriminin standart yetiştirme ortamından daha az olduğu, ancak kompost (%33.11) olarak pamuk tohumu kabuklarının kullanıldığı CK1 ortamına göre önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, *F. velutipes* yetiştirmek için pamuk tohumu kabuğu yerine %30 yer fıstığı kabuğu

kullanılmasının Çengdu alanlarında kış mevsiminin sonlarından ilkbaharın başlarına kadarki sürede maliyeti önemli ölçüde azaltılabileceği sonucuna varılmıştır (Miao vd., 2014).

Kurata ve Koh (2017) yaptıkları çalışmada; kontrol olarak kuru ağırlıkta 67.3 g mısır koçanı + 63.4 g pirinç kepeği + 19.2 g pancar posası + 9.6 g pamuk tohumu kabuğu + 9.6 g sorgum tozu + 7.3 g ıstiridye kabuğu + 5.8 g kurutulmuş tofu kalıntısından hazırlanan ortamı kullanmışlardır. Araştırmacılar bu ortama mısır koçanı yerine ayrı ayrı olmak üzere 13 mm (FS13) ve 30 mm (FS30) uzunluğunda kesilmiş fermente edilmiş tatlı mısır yaprak ve saplarını %24, 48, 73 ve 100 oranında koyarak 8 yetiştirme ortamı hazırlamışlardır. Çalışmada 9 yetiştirme ortamının *F. velutipes*'in verimliliği ve yeme kalitesi üzerine etkisi incelenmiş ve sığırlar için kaba yem olarak kullanılmış mantar substratlarının kullanım durumu ortaya konulmuştur. Ortamların C/N oranlarının %24-33 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ana materyalin uzunluklarının yetiştirme periyodu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli, verim ve BE değeri üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Yetiştirme ortamlarının yetiştirme periyodu ve verim üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli, BE değeri üzerine etkisinin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Kontrol ortamından 218.8 g verim ve %89.2 BE değeri elde edilmiştir. Diğer ortamların verim değerleri 150.1-238.2 g ve BE değerleri %74.7-132.8 arasında değişmiştir. FS13'ün %100 ilavesi dışındaki diğer yetiştirme ortamlarının BE değerleri kontrol uygulamasından yüksek bulunmuştur. Yetiştirme süresinin FS13 gruplarında oran arttıkça FS30 oranlarına göre daha uzun sürdüğü tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda %73 oranında mısır koçanı yerine fermente edilmiş tatlı mısır yaprak ve saplarının konularak hazırlandığı yetiştirme ortamlarının *F. velutipes* mantarının verimliliği üzerine herhangi bir olumsuz etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Rami sapı ekonomik değeri oldukça düşük olan tekstil endüstrisinin yan ürünlerinden atık bir maddedir. Yapılan çalışmada, rami saplarının *Flammulina velutipes* yetiştiriciliği için yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir olma potansiyeli değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda *F. velutipes* yetiştiriciliği için %50 rami sapı + %20 pamuk kabuğu + %25 buğday kepeği + %4 mısır nişastası + %2 CaCO₃ materyallerinin karışımlarından hazırlanan yetiştirme ortamının en uygun olduğu belirlenmiştir. Yetiştirilen mantarlarda elde edilen değerler incelendiğinde en yüksek biyolojik verim %119.7 olarak tespit edilmiştir. *F. velutipes*, farklı yetiştirme

ortamlarında yetiştiricilik sırasında %12.7-32.0 lignin, %14.4-30.2 selüloz ve %9.3-25.7 hemiselüloz saptanmıştır. Enzim aktivitelerinin sonuçları incelendiğinde lakkaz ve peroksidazın mantar çıkmadan önce, selülaz ve hemiselülazın mantar oluşumundan sonra daha yüksek aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Mantar çıkışı sağlanan ortamların biyolojik verimliliği, selülaz, hemiselülaz ve ligninolitik enzimin aktiviteleri ile pozitif ilişkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmada rami sapının *F. velutipes* mantar veriminin arttırılmasında etkili bir ilave olduğu sonucuna varılmıştır (Xie vd., 2017).

Çalışmada kuru ağırlıkta mısır koçanına (70 g); pirinç kepeği (57 g), pamuk tohumu kabuğu (22.5 g), buğday kepeği (21 g), şeker pancarı tozu (15 g) ve soya posası (15 g) ile pH ayarlayıcı olarak istiridye kabukları ve kireç (3.4 g) ilave edilerek hazırlanan kontrol ortamı kullanılmıştır. Kontrol (%0) uygulamasındaki mısır koçanı miktarı azaltılarak %4.8 (S), %9.6 (M) ve %14.4 (L) fermente elma posası içeren 4 yetiştirme ortamının *Flammulina velutipes* mantarının gelişimi, verimi ve mantarın brix değeri, ham protein ve organik asit içeriği üzerine etkisi karşılaştırılmıştır. Yetiştirme ortamındaki fermente elma posası miktarı arttıkça verimin de arttığı belirlenmiştir. En düşük verim kontrol uygulamasından (189.3 g), en yüksek ise L ortamından (233.9 g) elde edilmiştir. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların brix derecesi, yakın kompozisyon ve organik asit profili açısından çok az farklılık tespit edilmiştir. En düşük protein içeriği kontrol ortamından (%19.2), en yüksek ise L ortamından (%25.7) elde edilmiştir. Çalışmada fermente elma posasının *F. velutipes* substrat hammaddesi olarak mısır koçanlarına alternatif olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır (Hiramori vd., 2017).

Enokitake mantarı *Flammulina velutipes* substratında mısır koçanı ve pirinç kepeği gibi geleneksel materyaller yerine sap (SS) ve küspe (SM) gibi ayçiçeği kalıntılarının kullanılma olanaklarının değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmada sap ile mısır koçanının yer değiştirdiği 3 oran (%0, 50 ve 100) ve küspe ile pirinç kepeğinin yer değiştirdiği 3 oran (%0, 50 ve 100) olmak üzere toplam 9 yetiştirme ortamı ele alınmıştır. %63.4 pirinç kepeği + %67.3 mısır koçanı + %0 ayçiçeği küspesi + %0 ayçiçek sapı kombinasyonu kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Sonuçlar, yetiştirme döneminin, mantar veriminin ve biyolojik verim değerinin sap ve küspeden hazırlanan ortamlardan önemli ölçüde etkilendiğini ortaya koymuştur. Yetiştirme süresi tüm SM%50 gruplarında azalırken SS oranlarının artmasıyla arttığı tespit

edilmiştir. Mantar verimi ve BE değerleri de tüm SM%50 gruplarında artmış, SS oranı arttıkça azalmıştır: Çalışma sonucunda ayçiçek küspesinin olumsuz etkileri olmadan %50'ye kadar pirinç kepeğinin ümit verici bir alternatifi olabileceği belirlenmiştir. Ayrıca %50'nin altında olmak üzere ayçiçek sapının mısır koçanına alternatif olarak eklenebileceği saptanmıştır (Sangkaew ve Koh, 2017).

Liao vd. (2019) yaptıkları çalışmada ana materyal olarak kolza samanının *F. velutipes* yetiştiriciliğinde kullanım durumunu araştırmışlardır. Kolza samanının kullanılmadığı kontrol uygulaması dışında pamuk tohumu kabuğu yerine artan dozlarda 8 farklı yetiştirme ortamı hazırlanmış, bu ortamların *F. velutipes* mantarının misel gelişimi ve verim üzerine etkileri belirlenmiştir. Kolza tohumu samanının iyi havalandırılması nedeniyle *F. velutipes*'in kolza samanı ile yetiştiriciliği, misel gelişimine yardımcı olan kültür ortamının fiziksel ve kimyasal özelliklerini önemli ölçüde iyileştirmiş ve yetiştiricilik süresini kısaltmıştır. Çalışmada elde edilen verilere göre %68 kolza samanı + %20 pamuk tohumu kabuğu + %10 kepek + %1 sukroz + %1 süperfosfat karışımından hazırlanan ortamın *F. velutipes*'in gelişimi için en uygun yetiştirme ortamı olduğu bulunmuştur.

Bambu atıklarından hazırlanan 9 yetiştirme ortamının (A, B, C, D, E, F, G, H, I) *Flammulina velutipes* mantarının misel gelişimi ve verimi üzerine etkileri belirlenmiş ve pamuk tohumu kabuğundan hazırlanan kontrol ortamı ile karşılaştırılmıştır. A, B, C, D, E, F, G, H ve I yetiştirme ortamlarının misel büyüme hızı kontrol ortamından daha iyi olduğu belirlenmiştir. En yüksek verim ve BE değeri (sırasıyla 0.33 kg/torba ve %80'den fazla) G yetiştirme ortamından (%64 bambu atıkları + %16 pamuk tohumu kabuğu + %8 talaş + %10 kepek + %1 beyaz şeker + %1 alçı) elde edilmiştir. Çalışma sonucunda pamuk tohumu kabuğunun yerine ikame edecek ekonomik yeni bir materyal olarak bambu atıklarının kullanılabilmesi sonucuna ulaşılmıştır (Guan vd., 2020).

2.2. Çay Atığının Farklı Mantarların Üretiminde Kullanılmasıyla İlgili Çalışmalar

Doğan ve Pekşen (2003) yaptıkları çalışmada değişik oranlarda saman, talaş, çay atığı ve kepek materyalinin karışımlarından hazırlanan 15 yetiştirme ortamının ve farklı dezenfeksiyon yöntemlerinin (otoklav, pastörizasyon, metil bromit ve hiçbir dezenfeksiyon işleminin yapılmadığı kontrol uygulaması) *Pleurotus sajor-caju*

mantarının verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kış ve yaz döneminde olmak üzere 2 farklı dönemde yürütülen çalışmada farklı yetiştirme ortamlarının ve dezenfeksiyon yöntemlerinin misel gelişim süresi ve verim üzerine önemli etkileri olduğu saptanmıştır. Çalışmada en yüksek verim (175.29 g/l kg ortam), kış döneminde, çay atığı:kepek:saman (1:1:2) ortamı ve otoklav yönteminden elde edilmiştir. Yaz döneminde ise en yüksek verim değerleri çay atığı:talaş (1:3) (156.29 g/l kg ortam) ve çay, atığı:saman (2:2) (154.43 g/l kg ortam) ortamları ve otoklav yönteminde tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda en uygun dezenfeksiyon yöntemi pastörizasyon ve otoklav yöntemi olduğu ve çay atığının *P. sajor-caju* mantarının yetiştiriciliğinde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Gülser ve Pekşen (2003), çay fabrika atıklarının *Agaricus bisporus* yetiştiriciliğinde örtü toprağı olarak kullanım durumunu araştırmışlardır. Çalışmada torf, çay atığı, fermente çay atığı ve torf + çay atığı örtü materyallerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş ve verim üzerine etkileri tespit edilmiştir. En yüksek verim torfun örtü toprağı olarak kullanıldığı uygulamalardan elde edilmiştir. Sadece çay atığından oluşan örtü toprağı, torf ile karşılaştırıldığında tek olarak kullanılmasının verim için kabul edilebilir olmadığı belirlenmiştir. 30 ve 40 gün sonunda çay fabrika atıkları + torf ve torf uygulamaları arasında mantar verimleri bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Çalışma sonuçları çay atığı+torf uygulamasının, torf materyalinin çay atığına kıyasla daha pahalı ve bulunmasının zor olduğu Karadeniz Bölgesi için yeni ve uygulanabilir bir örtü materyali olduğunu göstermiştir.

Çalışmada atık çay yaprakları ve buğday samanından elde edilen kompostlar ve örtü materyali olarak Bolu torfu, Ağaçaşlı torfu, Çaykara torfunun 50+50 karışımları ve her torfa %20 oranında kum ve mozaik parçalarının ilavesi ile hazırlanan 9 örtü toprağı uygulamasının *Agaricus bisporus* mantar verimi üzerine kombine etkisi incelenmiştir. Kompost yapımında ana materyal buğday samanı ve çay yaprağı atıklarına aktivatör madde olarak buğday kepeğı, buğday samanı, tavuk gübresi, güvercin gübresi ve kavak yaprağı kullanılmıştır. Buğday samanı esaslı hazırlanan kompostlar için en yüksek verim (%23.01) buğday samanına aktivatör madde olarak güvercin gübresi ilavesiyle hazırlanan kompost ve bunun üzerine Çaykara torfu ve yerel torfun 50+50 oranında karışımından oluşan örtü toprağının kullanıldığı uygulamadan elde edilmiştir. Çay yaprağı esaslı hazırlanan kompostlar için en yüksek

verim (%24.9) çay yaprakları atıklarına aktivatör madde olarak güvercin gübresi ile hazırlanan kompost ve bunun üzerine Çaykara torfu ve kum karışımından (%80+20) hazırlanan örtü toprağının kullanıldığı uygulamadan elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen verim değerleri incelendiğinde ana materyal olarak buğday samanı yerine çay yaprak atıklarının kullanılmasının verimde önemli ölçüde bir düşüşe sebep olmadığı saptanmıştır (Şimşek vd., 2008).

Pekşen ve Günay (2009) tarafından yapılan çalışmada çay atığı (ÇA) ve buğday samanının (BS) değişik oranlarda (1:3, 2:2, 3:1, 4 ve kontrol) karışımlarından hazırlanan kompostların *Agaricus bisporus* üretiminde kullanım durumu araştırılmıştır. Çalışmada en yüksek toplam mantar verimi 227.26 kg/t kompost ile 2ÇA:2BS karışımından hazırlanan kompostta tespit edilmiştir. En düşük mantar verimi kontrol kompostundan elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler incelendiğinde çay atıklarının beyaz şapkallı mantar üretiminde kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Meşe odun yongası ve hızar tozuna farklı oranlarda (%10, 15, 20 ve 25) çay atığının (ÇA) ilavesi ile hazırlanan ortamların *Ganoderma lucidum* mantarının verim ve morfolojik özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada; kontrol ortamı olarak meşe ağaç türüne ait odun yongası ve hızar tozunun %18 buğday kepeği (BK), %1 sakkaroz ve %1 CaCO₃ ile hazırlanan ortamlar kullanılmıştır. Çalışmada yetiştirme ortamlarının nem, pH, C, N ve C/N oranları saptanmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek verim meşe odun yongasında %10 çay atığı ilave edilerek hazırlanan ortamda (73.07 g/kg ortam) ve meşe hızar tozunda ise %25 çay atığı ilavesi edilerek hazırlanan ortamda (21.21 g/kg ortam) tespit edilmiştir. Meşe hızar tozuna %20, 15 ve 10 oranlarında çay atığı ilavesiyle hazırlanan (80:20 ÇA, 85:15 ÇA ve 90:10 ÇA) yetiştirme ortamları dışındaki diğer yetiştirme ortamlarının verim değerlerinin kontrol ortamından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda meşe türüne ait odun yongasına çay atığı ilavesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının *G. lucidum* üretiminde kullanılabileceği bildirilmiştir (Yakupoglu ve Pekşen, 2011).

Meşe, kavak, kayın, ıhlamur ve kızılbaş talaşı esaslı ve katkı maddesi olarak %20 oranında buğday kepeği ve çay atığı ilavesiyle hazırlanan 15 farklı yetiştirme ortamının *Pleurotus ostreatus* mantarının verimi, morfolojik özellikleri ve antioksidan özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. En yüksek verim meşe talaşına buğday kepeği

ilavesi (80+20) ile hazırlanan ortamdan (234.58 g/1kg ortam) elde edilmiştir. Çalışmada verim, BE değeri bakımından en yüksek değerler; ağaç türlerine ait talaşlar karşılaştırıldığında kayın talaşından, karışım oranı karşılaştırıldığında ise %20 buğday kepeği ilavesinden elde edilmiştir. En düşük verimler ise farklı ağaç türlerine ait talaşların katkı maddesiz tek başına hazırlandığı ortamlarda tespit edilmiştir. Katkı maddesi olarak buğday kepeği ve çay atığı ilavesi verimi %90-375 oranında artırmıştır. Çalışma sonucunda çay atığının *Pleurotus ostreatus* yetiştiriciliğinde kullanılabileceği ifade edilmiştir (Avcı, 2015).

Dünya çay üretiminde %27.4 oranında payıyla en büyük çay üretimi yapan ülkelerden biri olan Hindistan'da yılda yaklaşık 190.400 ton çay atığı açığa çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar çay atığının yüksek oranda hemiselüloz ve selüloz, lignin, yoğunlaştırılmış tanenler ve parçalanabilen yapısal proteinler içerdiğini göstermiştir. Bu çalışmada çay atığından hazırlanan yetiştirme ortamlarının *Pleurotus sajor caju* yetiştiriciliği için uygunluğu tespit edilmiştir. Yetiştirme sonucunda elde edilen çay atıklarının farklı oranlarda inek gübresi ile karıştırılarak solucan gübresi elde edilmesindeki kullanılabirliği de belirlenmiştir. Çalışma sonucunda çay atığının misel gelişimi ve mantar üretimine olumlu etki yaparken aynı zamanda solucan humusuna dönüştürülebildiği tespit edilmiştir. *Pleurotus sajor caju* mantarı üretiminde endüstriyel çay atığının uygun maliyetli bir materyal olduğu belirtilmiştir (Abbiramy vd., 2015).

Yang vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada çay atığının istiridye mantarının misel gelişim süresi, verimi, biyolojik etkinlik ve büyüme süresine etkileri belirlenmiştir. Çalışmada ana materyal pamuk tohumu küspesi kullanılırken elde edilen değerler incelendiğinde ana materyale %40-60 oranında çay atığının ilave edildiği ortamlardan en yüksek verim değerleri elde edildiği görülmüştür. Verime olumlu etki eden çay atığının tüm ilave oranlarında misel gelişim süresinde ve misel sarım oranında, verimin aksine olumsuz etki yaptığı saptanmıştır.

Pleurotus yetiştiriciliğinde en yaygın kullanılan substrat materyali talaştır. Bununla birlikte, son zamanlarda talaş temininde yaşanan zorluklar, üreticileri alternatif substrat materyalleri aramaya yöneltmiştir. Çay, Türk kültüründe sıcak ve meşrubat olarak tüketildiği için her yıl yüksek miktarlarda demleme çay atıkları açığa çıkmaktadır. Çalışmada; kavak talaşı:kepek (2:1, w:w), meşe talaşı:kepek (2:1, w:w), buğday sapı:kepek (5:0.25, w:w), demleme çay atığı: kepek (3:1, w:w) ortamlarının

verim üzerine etkileri incelenmiştir. En yüksek verim, buğday sapı:kepek (5:0.25, w:w) (210.00 g/1kg ortam) ve demleme çay atığı:kepek (3:1, w:w) (207.14 g/1kg ortam) ortamlarından elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar demleme çay atığının *Pleurotus* yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı materyali olarak başarıyla kullanılabileceğini ortaya koymuştur (Baktemur vd., 2018).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü mantar misel üretim laboratuvarında ve mantar üretim odasında 2018-2019 yılları arasında yürütülmüştür. Denemede Eskişehir Osmangazi Üniversitesi'nden Prof. Dr. Mustafa Yamaç ve ekibi tarafından izole edilen *Flammulina velutipes* mantar türüne ait ana kültür (M300) kullanılmıştır. Tohumluk misel elde etmek için sardırma materyali olarak buğday kullanılmıştır. Kullanılan buğday piyasadan temin edilmiştir.

Flammulina velutipes türü yetiştiriciliğinde yaygın olarak talaş kullanılmaktadır. Ancak orman sanayi işleme atıkları olan elde edilen talaşın farklı ağaç türleri şeklinde karışık olması veya yağ gibi bazı kimyasal maddeler ile bulaşık olması nedeniyle talaşın yetiştirme ortamında kullanılması bazen sorun yaratmaktadır (Harith vd., 2014). Bu nedenle çalışmada ana materyal olarak talaşa alternatif materyal eklenebilirliğini ölçmek amacıyla talaş yerine saman kullanılmıştır. Yetiştirme ortamında katkı materyali olarak buğday kepeği, pirinç kepeği ve fabrika çay atığı kullanılmıştır. Yetiştirme materyallerinden ana materyal olan buğday samanı Samsun'un Tekkeköy ilçesinden, buğday kepeği ve pirinç kepeği Amasya ilinden, fabrika çay atığı ise Rize ilinden temin edilmiştir. Yetiştirme ortamında kullanılan ısıya dayanıklı cam şişeler ve alçı, Samsun piyasasından temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Ana Kültürün Çoğaltılması ve Tohumluk Miselin Elde Edilmesi

Çalışmada öncelikle doğadan izole edilen *Flammulina velutipes* mantarının ana kültürü çoğaltılmış ve tohumluk miselleri elde edilmiştir. Ana kültürlerin (M300) çoğaltılmasında patates dekstroz agar (PDA) besi ortamı kullanılmıştır.

Patates dekstroz agar: 300 g patates dilimlenmiş, 1 litre suda 15 dakika kaynatılıp 15 dakika dinlendirilmiş, içerisine 20 g agar, 2 g dekstroz katılarak, saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır (Pekşen vd., 1999).

Besi ortamı 121 °C'de 1 atm. basınçta 20 dakika otoklavda steril edilmiştir. Steril edilen ortamlar, steril kabinde, 9 cm çapındaki Petrilere 20 ml olacak şekilde dökülmüştür. Ortamlar soğuduktan sonra steril kabinde ana kültürden 0.5 cm çapındaki mantar delici kullanılarak alınan misel parçaları petrilerin ortasına

konularak aşılama işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Misel gelişimi için ana kültürler, 25 °C'ye ayarlanan inkübatöre konulmuştur.



Şekil 3.1. Ana kültür misel çoğaltma çalışmaları

Misel sarımı tamamlandıktan sonra tohumluk misel elde edebilmek için sarma materyali olan buğday haşlanıp süzölmüş ve %4 oranında alçı ilave edilmiştir. Daha sonra buğday şişelere doldurulmuş ve 121 °C'de 1 atm. basınçta 1 saat 30 dakika otoklavda steril edilmiştir. *Flammulina velutipes* mantarının ana kültüründen alınan misel parçaları, steril kabinde buğday şişelerine 3-4 parça olacak şekilde aşılama işlemi gerçekleştirilmiştir. Buğday şişeleri misel sarımı gerçekleşinceye kadar 25 °C'de inkübatörde bekletilmiştir. Sarımı tamamlanan şişeler yetiştirme ortamına aşılama işlemi yapılıncaya kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Yetiştirme Ortamlarının Hazırlanması ve Misel Aşılama İşlemleri

Çalışmada ana materyal olarak buğday samanı (BS); katkı materyali olarak buğday kepeği (BK), pirinç kepeği (PK) ve çay atığı (ÇA) kullanılmıştır. Katkı materyallerinin gerçek oranları %19, 39 ve 59 olmasına rağmen, bulgular kısmında daha kolay anlaşılması ve takibi için katkı materyalleri oranları %20, 40 ve 60 olarak kısaltılmıştır. Yetiştirme ortamlarının pH değerlerini ayarlamak ve yapışkanlığını önlemek için her bir yetiştirme ortamına %1 oranında alçı ilave edilmiştir.

Çalışmada ele alınan yetiştirme ortamları ve kısaltmaları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Yetiştirme ortamları ve kısaltmaları

Yetiştirme ortamları	Kısaltma
%80 Buğday Samanı+%19 Buğday Kepeği+%1 Alçı	80BS+20BK
%60 Buğday Samanı+%39 Buğday Kepeği+%1 Alçı	60BS+40BK
%40 Buğday Samanı+%59 Buğday Kepeği+ %1 Alçı	40BS+60BK
%80 Buğday Samanı+%19 Pirinç Kepeği+%1 Alçı	80BS+20PK
%60 Buğday Samanı+%39 Pirinç Kepeği+%1 Alçı	60BS+40PK
%40 Buğday Samanı+%59 Pirinç Kepeği+ %1 Alçı	40BS+60PK
%80 Buğday Samanı+%19 Çay atığı+%1 Alçı	80BS+20ÇA
%60 Buğday Samanı+%39 Çay atığı+%1 Alçı	60BS+40ÇA
%40 Buğday Samanı+%59 Çay atığı+ %1 Alçı	40BS+60ÇA

BS: Buğday samanı, BK: Buğday kepeği, PK: Pirinç kepeği, ÇA: Çay atığı

Yetiştirme ortamları hazırlanmadan önce her bir materyalden başlangıçtaki pH, EC, kül, organik madde, C ve N değerlerini belirlemek amacıyla örnek alınmış ve analizleri yapılmıştır. Bu örneklerde C/N oranı hesaplanmıştır.

Her bir yetiştirme ortamındaki materyaller belirlenen oranlara göre tartılmış, homojen olması için karıştırılmıştır. Ortamlar çeşme suyu ilave edilerek ıslatılmıştır. Çalışmada yetiştirme yöntemi olarak şişe kültürü kullanılmıştır. Hazırlanan yetiştirme ortamları, 1 litrelik ısıya dayanıklı cam kavanozlara yaş ağırlığı 400 gram olacak şekilde doldurulmuştur. Şişe kapaklarının orta kısmı aşılama işlemi yapılabilmesi ve misel gelişim sırasında hava ihtiyacının karşılanabilmesi için delinmiş ve bu deliklere pamuk tıkaç konulmuştur. Yetiştirme ortamları doldurulduktan sonra kavanozların ağzı bu kapaklarla sıkıca kapatılmıştır. Yetiştirme ortamlarının konulduğu kavanozlar 1atm basınçta 121 °C’de 1 saat 30 dakika otoklavda steril edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Yetiştirme ortamlarının hazırlanma ve otoklav işlemleri

Sterilizasyon öncesi pH ve EC değerleri, sterilizasyon sonrası ise pH, EC, nem, kül, C, N ve mineral madde içeriklerini tespit etmek amacıyla yetiştirme ortamlarından örnekler alınmış ve her bir örnek için 3 tekrarlamalı olarak analizler yapılmıştır.

Otoklavlama işleminden sonra şişelerin sıcaklığı 20-25 °C'ye düştüğünde steril kabin içerisinde %2 oranında (Hassan, 2007) tohumluk miselle aşılama işlemi gerçekleştirilmiştir. Aşılama sonrasında şişeler misel gelişimi için karanlık koşullarda 25 °C'ye ayarlı inkübatörlere konulmuş (Harith, 2014) ve her bir ortamın misel gelişim süresi belirlenmiştir (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).



Şekil 3.3. İnokülasyon ve inkübasyon aşamaları



Şekil 3.4. Misel sarımı tamamlanmış şişeler ve mantar gelişimi

Misel gelişimi tamamlanan şişelerin kapakları açılarak üretim odasına alınmışlardır. Üretim odasında 12 saat gündüz 12 saat gece olacak şekilde 500 lux'lük aydınlatma sağlanmıştır. Oda sıcaklığı 15 ± 2 °C, oda nemi %85-95 civarında olacak şekilde ayarlanmıştır (Gruen, 1983). Düzenli aralıklarla ortamın havalandırılması sağlanmıştır. Hasata gelen mantarlar hasat edilmiş, verim ve kaliteyi hesaplamak için

ölçümler ve analizler yapılmıştır. Primordium oluşumu ve hasada gelmiş *F. velutipes* mantarlarını görünümü Şekil 3.5’de verilmiştir.



Şekil 3.5. Primordium oluşumu ve hasada gelmiş *Flammulina velutipes* mantarları

3.2.3. Deneme Sırasında Yapılan Ölçümler ve Analizler

3.2.3.1. Tarımsal Atıkların ve Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile İlgili Analizler

Nem (%): Uygulamaların her birinden alınan örneklerin yaş ağırlıkları belirlenmiş ve daha sonra örnekler 105 °C’ye ayarlı etüvde sabit ağırlığa ulaşincaya kadar kurutulmuştur. Kuru ağırlıkları saptanarak, ortamların nem miktarları Kacar ve İnal (2008)’e göre belirlenmiştir.

pH: Her uygulama için 5 g örnek alınmış, üzerine 50 ml saf su ilave edilmiştir. Bu karışım (1:10) 8 saat bekletilmiş ve sonrasında karışımın suyu süzülmüş ve pHmetre ile ölçülmüştür (Jackson, 1962).

EC: Her uygulama için 5 g örnek tartılıp üzerine 50 ml saf su ilave edilmiş, 8 saat bekletildikten sonra karışımın suyu süzülmüş ve sanxın cihazı ile ölçülmüştür.

Kül (%): Örneklerin kül fırınında 525±25 °C’de yakılmasıyla tespit edilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Organik madde (%): Kül değerlerinin 100’den çıkarılması ile hesaplanmıştır.

Karbon (%): Cormican ve Staunton (1991)’e göre kül değerlerinin 100’den çıkarılması ile elde edilen organik maddenin %50’si karbon olarak hesaplanmıştır.

Toplam azot analizi (%): Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (AOAC, 1984).

C:N (%): Hesaplanan C miktarının N miktarına oranlanması ile hesaplanmıştır.

Mineral maddelerin belirlenmesi: Yetiştirme ortamlarına ait yetiştirme materyalleri ve elde edilen mantarlar kül fırınında 525 ± 25 °C kuru yakılarak elde edilen süzükte, potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), mangan (Mn) ve çinko (Zn) miktarları Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde okunarak tespit edilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

3.2.3.2. Misel Gelişimi ile İlgili Yapılan Ölçümler

Misel gelişim süresi (gün): Her ortam ve her şişe için ayrı ayrı misel aşılmasından itibaren miselin şişenin tamamını sardığı döneme kadar geçen süre (gün) olarak belirlenmiştir.

3.2.3.3. Verim ile İlgili Yapılan Ölçümler

Toplam verim (g/şişe): Her bir şişeden elde edilen mantarlar ayrı ayrı tartılmış, toplanan ürün miktarı toplam verim olarak değerlendirilmiştir.

Biyolojik etkinlik oranı (%): Araştırmada her uygulamanın biyolojik etkinlik oranı (BE), Royse (1985)'un belirttiği formüle göre hesaplanmıştır.

$$BE = \frac{\text{Hasat edilen taze mantar ağırlığı (g)}}{\text{Kuru substrat ağırlığı (g)}} \times 100$$

3.2.3.4. Mantarlarda Yapılan Ölçüm ve Analizler

Mantar sayısı (adet): Her şişeden hasat edilen mantarlar sayılarak adet olarak belirlenmiştir.

Ortalama mantar ağırlığı (g): Her şişeden hasat edilen mantarların ağırlığının mantar sayısına bölünmesi ile ortalama mantar ağırlığı belirlenmiştir.

Şapka çapı (mm): Mantarların şapka çapı dijital kumpas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür.

Sap çapı (mm): Hasat edilen mantarların sap çapı dijital kumpas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür.

Sap uzunluğu (mm): Hasat edilen mantarların sap boyu standart bir cetvel yardımıyla mm olarak ölçülmüştür.

Yetiştirme ortamlarının her bir tekerrüründen elde edilen mantarların azot ve mineral madde içerikleri Kacar (1994)'e göre yapılmıştır. Çalışmadaki mantar örneklerinde protein değerleri, toplam azot değerlerinin 6.25 faktörü ile çarpılması ile hesaplanmıştır.

3.2.3.5. Deneme Deseni ve İstatistiksel Değerlendirme

Deneme Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 8 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür. Yetiştirme ortamlarının özellikleri ve elde edilen mantarların kimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik yapılan tüm analizler ise 3 tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Mantar kalitesiyle ilgili ölçümler uygulamaların tüm tekerrür ve torbalarından elde edilen mantarlarda yapılmıştır. Bazı yetiştirme ortamlarından verim elde edilememiştir. Bu nedenle 0 değerlerinin olduğu verim ve BE değerlerinin istatistiksel analizinde arcsin transformasyonu kullanılmıştır.

Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmelerinde SPSS ver. 17.0 paket programı kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda farklılık gösteren uygulamalar arasındaki gerçek önemli farklılıklar “Duncan Multiple Range” testine göre gruplandırılmıştır. Grafikler Excel bilgisayar programında yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Yetiştirme Ortamlarında Kullanılan Materyallerin Başlangıçtaki Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Yetiştirme ortamları hazırlanmadan önce her bir materyalin başlangıçtaki bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş, elde edilen değerler Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Yetiştirme ortamlarında ele alınan materyallerin başlangıçtaki bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler	Buğday samanı	Buğday kepeği	Pirinç kepeği	Çay atığı
pH	6.46	6.42	6.58	5.14
EC (dS/m)	2.88	3.03	2.57	3.86
Nem (%)	13.79	9.76	13.07	4.28
Organik madde (%)	94.16	95.23	90.87	95.78
Azot (N) (%)	0.34	2.38	2.36	1.69
Kül (%)	5.83	4.77	9.13	4.21
Karbon (C) (%)	47.08	47.61	45.43	47.89
C/N (%)	138.40	19.98	19.25	28.34

Materyallerin başlangıçtaki pH ve EC değerleri incelendiğinde en düşük pH ve en yüksek EC değeri çay atığında belirlenmiştir. Ana materyal olarak kullanılan buğday samanının N içeriği %0.34 ve C/N oranı %138.40 olarak bulunmuştur. Katkı materyallerinin (buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atıklarının) N içerikleri %1.69-2.38 değerleri arasında bulunmuştur. Materyallerin N içeriklerine bağlı olarak C/N değerlerinin %19.25-28.34 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Çay atığının bazı kimyasal özelliklerinin belirlendiği çalışmada çay atığının pH’sı (1:10) 5.35, organik madde miktarı %93.70 ve N miktarı %2.68 olarak belirlenmiştir (Kütük vd., 1995). Kacar vd. (2004) çay atığının organik madde ve azot bakımından zengin olduğunu ve C/N oranının da 26:1 olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada çay atığının özellikleri ile ilgili elde edilen bulgular, Kütük vd. (1995) ve Kacar vd. (2004)’nin bulguları ile benzerdir.

4.2. Yetiştirme Ortamlarının Sterilizasyon Öncesi ve Sterilizasyon Sonrası pH ve EC Değerleri

Buğday samanına farklı oranlarda ilave edilen buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığı karışımlarından hazırlanan yetiştirme ortamlarının sterilizasyon öncesi ve sterilizasyon sonrası pH ve EC değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının sterilizasyon öncesi ve sonrası pH ve EC değerleri

Yetiştirme ortamları	Sterilizasyon öncesi		Sterilizasyon sonrası	
	pH	EC (dS/m)	pH	EC (dS/m)
80BS+20BK	6.40a	2.87e	5.83a	1.78e
60BS+40BK	6.17ab	2.92de	5.76ab	2.26c
40BS+60BK	6.41a	2.98cd	5.55bc	2.53b
80BS+20PK	6.56a	2.75f	5.56bc	2.02d
60BS+40PK	6.61a	2.65g	5.48cd	2.37bc
40BS+60PK	6.53a	2.62g	5.73abc	2.83a
80BS+20ÇA	5.22d	3.03c	5.87a	1.53f
60BS+40ÇA	5.90bc	3.24b	5.86a	1.73e
40BS+60ÇA	5.71c	3.46a	5.28d	1.80e

Sütunlardaki farklı harfler arasında $p < 0.01$ düzeyinde fark bulunmaktadır. BS: Buğday samanı, BK: Buğday kepeği, PK: Pirinç kepeği, ÇA: Çay atığı

Mantarlar, gelişmek ve düzgün büyümek için spesifik bir pH'ya ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle ortamların hem sterilizasyon öncesi hem de sterilizasyon sonrası pH değerleri belirlenmiştir. Sterilizasyon öncesi yetiştirme ortamlarının pH değerlerinin 5.22-6.61 arasında değiştiği saptanmıştır. Çay atığı ilave edilerek hazırlanan ortamların pH değerlerinin buğday ve pirinç kepeği ilave edilerek hazırlanan ortamların pH değerlerine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.2). Bu durum çay atığı materyalinin başlangıç pH değerinin düşük olması (Tablo 4.1) ile açıklanabilir.

Yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonrası pH değerlerinin 5.28-5.87 arasında değiştiği belirlenmiştir. Sterilizasyon sonrası pH değerleri 80BS+20ÇA ortamı dışındaki diğer ortamların hepsinde sterilizasyon öncesi pH değerlerine göre azalmıştır (Tablo 4.2).

F. velutipes mantarının morfolojik ve gelişimsel değişiklikleri, ortam pH'sından büyük ölçüde etkilenir (Harith vd., 2014). Ortamda, pH derecesi hücre zarı işlevini, hücre morfolojisini ve yapısını, besin emilimini ve biyokütle üretimini etkileyebilir (Osman vd., 2014). *F. velutipes* dahil birçok mantar türünde miselin en iyi 4.0-8.0 aralığındaki pH'da geliştiğini belirtmişlerdir (Chang ve Miles, 2004). Yine Kozhemyakina vd. (2010) *F. velutipes*'in geniş bir başlangıç pH aralığında (3.0-7.5) büyüebileceğini bulmuşlardır. Bununla birlikte *Flammulina* türlerinde en yüksek misel kütesinin pH 5.0-6.5 değerleri arasında elde edilebileceği bildirilmiştir

(Kozhemyakina vd., 2010) Çalışmada belirlenen pH değerleri bu aralıkta yer alıp, misel ve mantar gelişimi için uygun bulunmuştur.

Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan kompostların sterilizasyon öncesi EC değerleri 2.62-3.46 dS/m aralığında bulunmuştur. Sterilizasyon sonrasında ele alınan tüm yetiştirme ortamlarında EC değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Sterilizasyon sonrasında en yüksek EC değeri 40BS+60PK ortamında (2.83 dS/m), en düşük ise 60BS+40ÇA (1.73 dS/m) ortamlarından elde edilmiştir. Çay atığı materyalinin ilave edildiği ortamların EC değerleri, buğday kepeği ve pirinç kepeği ilave edilen ortamların EC değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Her bir katkı materyalinin yetiştirme ortamı içindeki oranı arttıkça EC değerlerinin de arttığı saptanmıştır (Tablo 4.2).

4.3. Yetiştirme Ortamlarının Sterilizasyon Sonrası Bazı Kimyasal Özellikleri

Yetiştirme ortamlarının nemi, misel ve mantar gelişimini etkiler. Yetiştirme ortamlarının nem içerikleri arasında istatistiksel olarak çok önemli fark bulunmuştur. Yetiştirme ortamlarının nem içerikleri %49.43-67.29 değerleri arasında değişmiştir (Tablo 4.3).

Yetiştirme ortamlarının organik madde (OM) ve kül değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonrası nem, organik madde ve kül içerikleri

Yetiştirme ortamları	Nem (%)	Organik madde (%)	Kül (%)
80BS+20BK	63.30b	91.91a	8.09d
60BS+40BK	56.22cd	90.11b	9.89c
40BS+60BK	57.73c	89.41bc	10.59bc
80BS+20PK	57.10c	88.19d	11.81a
60BS+40PK	53.12d	88.91cd	11.06ab
40BS+60PK	49.43e	90.27b	9.73c
80BS+20ÇA	65.13ab	90.11b	7.72d
60BS+40ÇA	67.29a	89.61bc	9.89c
40BS+60ÇA	64.92ab	92.28a	10.39bc

Sütunlardaki farklı harfler arasında $p < 0.01$ düzeyinde fark bulunmaktadır. BS: Buğday samanı, BK: Buğday kepeği, PK: Pirinç kepeği, ÇA: Çay atığı

Yetiştirme ortamlarının OM miktarlarının %88.19-92.28 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek OM miktarı 40BS+60ÇA ortamında (%92.28) tespit edilmiş, bunu aralarında istatistiksel fark bulunmayan 80BS+20BK ortamı (%91.91) izlemiştir. En düşük OM miktarı %88.19 ile 80BS+20PK ortamında saptanmıştır (Tablo 4.3).

Yetiştirme ortamlarının kül değerlerinin %7.72-11.81 arasında değerler olduğu bulunmuştur. Buğday kepeği ve çay atığı ilave edilen yetiştirme ortamlarında ilave edilen miktar artıca kül içeriği artmıştır. Pirinç kepeği ilave edilen ortamlarda ise bu iki materyalin tersine pirinç kepeği miktarı artıca kül içeriği azalmıştır (Tablo 4.3). Pirinç kepeğinin başlangıçtaki kül içeriği (%9.13), buğday kepeğinin (%4.77) ve çay atığının (%4.21) başlangıçtaki kül içeriğinden yaklaşık 2 katı kadar daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.1).

Yetiştirme ortamlarının organik madde (OM), kül, karbon (C), azot (N) ve C/N oranları arasında istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde fark bulunmuştur (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonrası C, N miktarları ve C/N oranları

Yetiştirme ortamları	Karbon (%)	Azot (%)	C/N (%)
80BS+20BK	45.95a	0.61e	76.01ab
60BS+40BK	45.05b	0.96c	46.97cd
40BS+60BK	44.70bc	1.21a	36.96ef
80BS+20PK	44.09d	0.55e	80.70a
60BS+40PK	44.45cd	0.62e	71.90b
40BS+60PK	45.13b	0.86d	52.12c
80BS+20ÇA	46.14a	1.02bc	45.38d
60BS+40ÇA	45.05b	1.05b	42.78de
40BS+60ÇA	44.80bc	1.27a	35.20f

Sütunlardaki farklı harfler arasında $p < 0.01$ düzeyinde fark bulunmaktadır. BS: Buğday samanı, BK: Buğday kepeği, PK: Pirinç kepeği, ÇA: Çay atığı

Yetiştirme ortamlarının C ve kül değerleri sırasıyla %44.09-46.14 ile %7.72-11.81 arasında değişmiştir. Azotça en zengin ortam %1.27 değeri ile 60BS+40ÇA ortamı olarak belirlenirken, en düşük azot değeri %0.55 miktarı ile 80BS+20PK ortamında tespit edilmiştir (Tablo 4.4).

Denemede ele alınan yetiştirme ortamlarının C/N oranları incelendiğinde; en yüksek oran 80BS+20PK ortamında (%80.70) belirlenmiştir. Bunu 80BS+20BK ortamına ait %76.01 değeri izlemiştir. C/N oranının en düşük olduğu ortam ise %35.20 oranı ile 40BS+60ÇA olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.4).

C ve N, mantarın yapısal ve enerji gereksinimleri için ihtiyaç duyduğu iki ana makrobesindir. Mantar türüne bağlı olarak en uygun yetiştirme ortamının belirlenmesine yönelik çalışmalarda; bu iki elementin ve C/N oranının belirlenmesi oldukça önemlidir. Her mantar türü yetiştiriciliğinde; en kısa üretim döneminde en yüksek verimin elde edilebilmesi için yetiştiricilikte kullanılan substratta (yetiştirme ortamında) optimal bir C/N oranı gerekir (Zied vd., 2011). Lignoselülozik parçalanma gibi önemli süreçler, yetiştirme ortamındaki C/N oranı ile ilgilidir (Xie vd., 2017). Düşük C/N oranına sahip ortamların yüksek C/N oranına sahip olanlardan çok daha etkili bir şekilde parçalanabildiği bildirilmiştir (Harith vd., 2014; Xie vd., 2017). Kurata ve Koh (2017) yaptıkları çalışmada yetiştirme ortamlarının C/N oranlarının %24-33 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen C/N oranları (Tablo 4.4), Kurata ve Koh (2017)'nin elde ettikleri C/N oranlarından daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca bu araştırmacıların aksine çalışmada düşük C/N oranlarına sahip 40BS+60BK (%36.90), 40BS+60PK (%52.12), 40BS+60ÇA (%35.20) ve 60BS+40ÇA (%42.78) ortamlarından verim alınamamıştır (Tablo 4.6).

4.4. Yetiştirme Ortamlarının Sterilizasyon Sonrası Mineral Madde İçerikleri

Sterilizasyon sonrası yetiştirme ortamlarının mineral madde içerikleri Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonrası mineral madde içerikleri

Yetiştirme ortamları	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Na (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
80BS+20BK	247.17cd	166.80bc	14.37a	53.20ef	1.99f	24.78ab	0.15d	0.53d
60BS+40BK	250.96cd	164.99bc	11.27b	70.85cd	2.52de	24.71ab	0.20b	0.95b
40BS+60BK	279.01bc	150.21c	9.16c	81.33c	2.72d	15.88c	0.24a	1.38a
80BS+20PK	217.32d	167.65bc	12.18b	64.74de	2.09ef	26.91ab	0.14d	0.49d
60BS+40PK	271.19bcd	172.15abc	12.51b	101.82b	2.50de	27.30ab	0.17cd	0.77c
40BS+60PK	324.08ab	157.44c	9.30c	124.25a	2.49de	13.37c	0.15d	1.02b
80BS+20ÇA	255.16cd	197.97a	15.95a	40.82fg	4.94c	28.60a	0.15d	0.17e
60BS+40ÇA	264.83cd	189.37ab	12.63b	39.84fg	8.03b	23.23b	0.16cd	0.22e
40BS+60ÇA	338.54a	192.22ab	8.77c	34.16g	12.04a	8.22d	0.19bc	0.30e

Sütunlardaki farklı harfler arasında $p < 0.01$ düzeyinde fark bulunmaktadır. BS: Buğday samanı, BK: Buğday kepeği, PK: Pirinç kepeği, ÇA: Çay atığı

Mineral madde içerikleri bakımından buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamları arasında istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0.01$) fark bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; kompostların K içeriklerinin 217.32-338.54

mg/kg, Ca içeriklerinin 150.21-197.97 mg/kg, Na içeriklerinin 8.77-15.95 mg/kg, Mg içeriklerinin 34.16-124.25 mg/kg, Mn içeriklerinin 1.99-12.04 mg/kg, Fe içeriklerinin 8.22-28.60 mg/kg, Cu içeriklerinin 0.15-0.24 mg/kg ve Zn içeriklerinin 0.17-1.38 mg/kg aralığında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.5).

Mantarların misel gelişimi ve mantar oluşumu için P, K, Mg, Fe, Se, Zn, Mn, Cu ve Mo gibi elementlere ihtiyacı vardır (Oei, 2003; Chang ve Miles, 2004). Substratların bileşiminin ve doğasının substratlardaki mineral profilini belirlediği ve *Flammulina velutipes* substratlarının veya sıvı fermantasyon ortamının uygun miktarda minerallerle takviye edilmesini gerekli kıldığı bilinmektedir (Koutrotsios vd., 2018).

4.5. Yetiştirme Ortamlarının Misel Gelişim Süresi, Verim ve Biyolojik Etkinlik Değeri Üzerine Etkileri

Farklı yetiştirme ortamlarının misel gelişim süresi üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. En uzun misel sarımı 40BS+60ÇA ortamında (59.30 gün) tespit edilmiştir. Bu ortam dışında 40BS+60PK, 60BS+40ÇA, 40BS+60BK ortamlarında da misel gelişim süresi (sırasıyla 47.80, 47.60 ve 46.70 gün) uzun bulunmuştur. Misel gelişim sürelerinin uzun olduğu bu ortamlardan verim elde edilememiştir. En düşük misel gelişim süresi 32.80 gün ile en yüksek verimin elde edildiği 80BS+20BK ortamında tespit edilmiştir (Tablo 4.6).

Farklı yetiştirme ortamlarında misel gelişim süresinin 33.27-66.79 gün (Harith, 2014) ve 38.46-47.41 gün (Zhang vd., 2019) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Verim elde edilen yetiştirme ortamlarının misel gelişim süreleri (32.80-44.10 gün), Zhang vd. (2019)'nin bulguları ile benzerdir.

Şişe ve g/kg ortam verim bakımından farklı yetiştirme ortamları arasında istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0.01$) fark olduğu tespit edilmiştir. *Flammulina velutipes* mantarında şişe başına en yüksek verim 87.92 g ile 80BS+20BK ortamından, en düşük ise 19.57 g ile 80BS+20ÇA ortamından elde edilmiştir. Yetiştirme ortamlarının g/kg ortam verim değerleri incelendiğinde de en yüksek verim 80BS+20BK ortamından (219.79 g/kg) elde edilmiştir. Bu verim değerini 178.29 g/kg

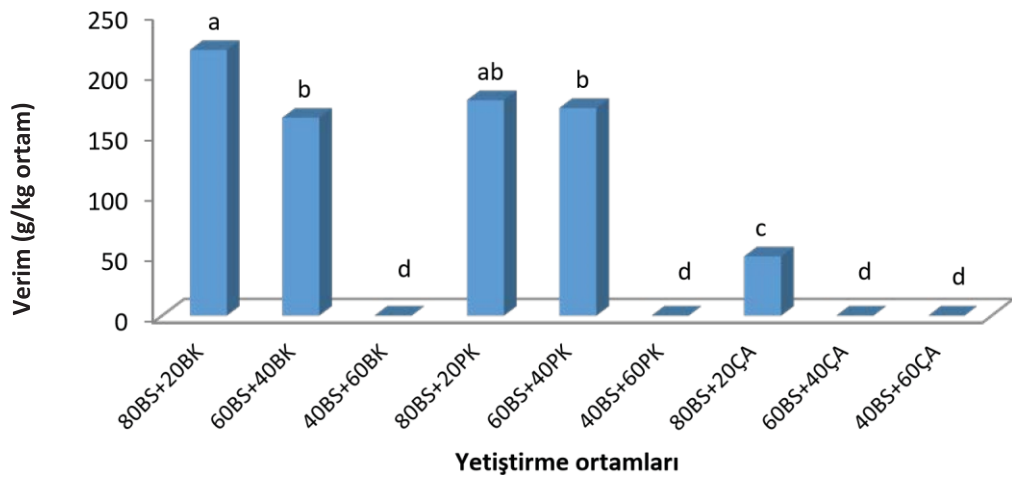
ile aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan 80BS+20PK ortamı izlemiştir (Tablo 4.6).

Yetiştirme ortamına ilave edilen çay atığı, buğday ve pirinç kepeği miktarı arttıkça verimde önemli bir düşüş tespit edilmiştir. Buğday samanına çay atığı, pirinç kepeği ve buğday kepeğinin %60 oranında ilave edildiği 40BS+60BK, 40BS+60PK, 40BS+60ÇA yetiştirme ortamlarından ve 60BS+40ÇA ortamından hiç verim alınamamıştır (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının verim ve biyolojik etkinlik değerleri üzerine etkisi

Yetiştirme ortamları	Misel gelişim süresi (gün)	Verim (g/şişe)	Verim (g/1 kg yaş ortam)	BE (%)
80BS+20BK	32.80f	87.92a	219.79a	61.31a
60BS+40BK	40.90d	65.50b	163.75b	39.37b
40BS+60BK	46.70b	0.00d	0.00d	0.00d
80BS+20PK	34.60ef	71.31ab	178.29ab	41.49b
60BS+40PK	44.10c	68.70b	171.75b	37.12b
40BS+60PK	47.80b	0.00d	0.00d	0.00d
80BS+20ÇA	35.90e	19.57c	48.92c	14.41c
60BS+40ÇA	47.60b	0.00d	0.00d	0.00d
40BS+60ÇA	59.30a	0.00d	0.00d	0.00d

Sütunlardaki farklı harfler arasında $p < 0.01$ düzeyinde fark bulunmaktadır. BS: Buğday samanı, BK: Buğday kepeği, PK: Pirinç kepeği, ÇA: Çay atığı



Şekil 4.1. Farklı yetiştirme ortamlarının verim üzerine etkisi

Kurata ve Koh (2017) yaptıkları çalışmada farklı yetiştirme ortamlarının verim değerlerinin 150.1-238.2 g, Sangkaew ve Koh (2017) ise 142.39-252.44 g arasında

değiştirdiğini bildirmişlerdir. Lignoselülozik atıkların besin içerikleri ve özellikleri, mantar verimini etkileyen en önemli faktörlerdendir. Yetiştirme ortamındaki (substrattaki) C ve N miktarı, mantar hücrelerinin yapısal ve enerji gereksinimi için önemlidir. C/N oranının uygun şekilde kullanılması, misel büyüme hızının, veriminin ve biyolojik verimliliğin artmasına yol açacaktır. *F. velutipes* için optimum C/N oranı yaklaşık 30/1 olarak bildirilmiştir (Shi vd., 2012; Xie vd., 2017). Ancak bu çalışmada yetiştirme ortamlarında katkı materyali olarak kullanılan buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığı miktarı arttıkça C/N oranı azalmış (Tablo 4.4), C/N oranı azaldıkça verim değerlerinde önemli azalış meydana gelmiştir (Tablo 4.6). Philippussis (2009) düşük C/N oranına sahip bitki materyalinin yüksek orana sahip olanlardan daha hızlı bozulduğunu, bunun da misel büyüme oranının azotun biyoyararlanımı ile ilişkili olduğunu bildirmiştir.

Kurt ve Büyükalaca (2010), yetiştirme ortamlarının azot içeriği arttıkça *P. ostreatus* ve *P. sajor-caju* mantarı veriminin azaldığını, buna karşılık azot içeriği azaldıkça verimin yükseldiğini belirtmişlerdir. Rinker ve Alm (1998) katkı materyali ilavesinin mantar verimini %25'e çıkarabildiğini, ancak bu ilavelerin *Trichoderma* sp. gibi rakip küfler için bir besin kaynağı olarak hizmet edebileceğinin bilindiğini belirtmiştir. Yıldız vd. (2002) %25 kepek ile desteklenen substratın kontaminasyon riskini artırdığını bildirmiştir. Ayrıca, besinsel ve kimyasal faktörlerin yanı sıra, sıcaklık, nem, havalandırma ve ışık gibi hemen hemen her türlü çevresel faktör meyve verimini etkiler (Chang ve Miles, 2004).

Yetiştirme ortamlarının BE üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. Verim değerlerine benzer olarak en yüksek BE oranı 80BS+20BK ortamında belirlenmiştir. Yetiştirme ortamına ilave edilen çay atığı, buğday ve pirinç kepeği miktarı arttıkça verimde olduğu gibi BE oranında da çok önemli bir azalma tespit edilmiştir. Yine verim elde edilemeyen 40BS+60BK, 40BS+60PK, 40BS+60ÇA ve 60BS+40ÇA ortamlarında da BE oranları "0" olarak saptanmıştır (Tablo 4.6).

Lu vd. (1989) katkı maddeli pamuk çekirdeği kabuğunun %88'inin *F. velutipes*'in %98.6'sı kadar BE ürettiğini, buna karşılık katkı maddeli çeltik samanının %89'unun %50.9'luk bir BE ürettiğini bildirmişlerdir. *F. velutipes* yetiştiriciliğinde mısır samanı ortamından %73 BE değeri elde edilmiştir (Ji vd., 2001). Yapılan

çalışmalarda BE değerlerinin %72.35-129.60 (Sangkaew ve Koh, 2017) ve %54.48-108.74 (Zhang vd., 2019) arasında değiştiği bildirilmiştir. Çalışmada elde edilen BE oranları (Tablo 4.6), bu araştırıcıların BE oranlarından daha dūřuk bulunmuştur. Bu durum elde edilen verim değerlerinin dūřuk olmasından kaynaklanmaktadır.

4.6. Yetiştirme Ortamlarının Elde Edilen Mantarların Morfolojik zellikleri zerine Etkileri

Yapılan varyans analizinde; yetiştirme ortamlarının ortalama mantar ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz, mantar sayısı üzerine etkisi ise istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (Tablo 4.7).

Yetiřtirme ortamlarına ait ortalama mantar ağırlığının 4.84 (80BS+20PK)-3.55 g (80BS+20A) arasında değiştiği tespit edilmiştir. ay atığının %20 oranında ilave edildiği ortamda mantar sayısında çok önemli düzeyde azalma olduğu bulunmuştur. En dūřuk mantar sayısının elde edildiği 80BS+20A ortamı (5.67 adet) dışındaki, diğer mantar elde edilen ortamlar arasında mantar sayıları bakımından istatistiksel fark olmadığı (60BS+40BK, 80BS+20PK, 60BS+40PK ortamlarında) tespit edilmiştir (Tablo 4.7). Mantar sayısı ve ortalama mantar ağırlığının dūřuk olması veriminde dūřuk olmasına yol açmıştır (Tablo 4.6).

Tablo 4.7. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların ortalama mantar ağırlığı ve mantar sayısı

Yetiştirme ortamları	Ortalama mantar ağırlığı (g)	Mantar sayısı (adet)
80BS+20BK	4.74 ^{öd}	19.50a
60BS+40BK	4.68	14.29a
80BS+20PK	4.84	14.00a
60BS+40PK	4.51	15.15a
80BS+20A	3.55	5.67b

Stnlardaki farklı harfler arasında $p < 0.01$ düzeyinde fark bulunmaktadır. d: nemli değil. BS: Buğday samanı, BK: Buğday kepeği, PK: Pirinç kepeği, A: ay atığı

80BS+20A ortamından elde edilen mantarların şapka çapları, sap çapları ve uzunlukları, diğer yetiştirme ortamlarından elde edilenlere göre istatistiksel olarak çok önemli düzeyde dūřuk bulunmuştur. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların şapka çapları 29.69-39.10 mm, sap çapları 2.94-5.70 mm ve sap uzunlukları 51.68-88.05 mm arasında değişmiştir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların şapka özellikleri

Yetiştirme ortamları	Şapka çapı (mm)	Sap çapı (mm)	Sap uzunluğu (mm)
80BS+20BK	39.03a	5.70a	88.05a
60BS+40BK	38.74a	4.15bc	84.28a
80BS+20PK	37.31a	4.41ab	83.60a
60BS+40PK	39.10a	4.73ab	84.83a
80BS+20ÇA	29.69b	2.94c	51.68b

Sütunlardaki farklı harfler arasında $p < 0.01$ düzeyinde fark bulunmaktadır. BS: Buğday samanı, BK: Buğday kepeği, PK: Pirinç kepeği, ÇA: Çay atığı

Kuo (2013) *Flammulina velutipes* mantarında şapka çapının 20-100 mm, sap uzunluğunun 50-120 mm ve sap çapının ise 4-8 mm arasında olduğunu bildirmiştir. Çalışmada şapka ve sap uzunluğu değerlerinin (Tablo 4.8), Kuo (2013) tarafından bildirilen değerler arasında olduğu görülmüştür. Sap çapı ise 80BS+20ÇA yetiştirme ortamında elde edilen mantarların sap çapı değeri dışında araştırmacının bildirdiği değerler arasında bulunmuştur. Zhang vd. (2019) farklı yetiştirme ortamlarından elde ettikleri mantarların şapka çaplarının 67-82 mm, sap çaplarının 25-37 mm ve sap uzunluklarının 14.57-19.92 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen bulgular, bu araştırmacının bulgularından düşük bulunmuştur. Bu farklılık yetiştirme ortamları dışında çalışmada ele alınan suş ve çevresel faktörlerdeki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.

4.7. Yetiştirme Ortamlarının Elde Edilen Mantarların Protein, Kül ve Mineral Madde İçerikleri Üzerine Etkileri

Mantarların protein içeriği bakımından yetiştirme ortamları arasında istatistiksel olarak çok önemli fark olduğu saptanmıştır. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların protein içerikleri kuru ağırlıkta %11.08-19.08 arasında değişmiştir. En yüksek protein içeriği 60BS+40BK ortamından, en düşük ise 80BS+20ÇA ortamından elde edilen mantarlarda tespit edilmiştir (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların protein ve kül miktarları

Yetiştirme ortamları	Protein (%)	Kül (%)
80BS+20BK	15.30c	9.11c
60BS+40BK	19.08a	7.06d
80BS+20PK	17.50b	8.38c
60BS+40PK	15.02c	11.64b
80BS+20ÇA	11.08d	13.49a

Sütunlardaki farklı harfler arasında $p < 0.01$ düzeyinde fark bulunmaktadır. BS: Buğday samanı, BK: Buğday kepeği, PK: Pirinç kepeği, ÇA: Çay atığı

Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda *F. velutipes*'in protein değeri kuru ağırlıkta 17.6 g/100 g (Crisan ve Sands, 1978), 27.5 g/100 g (Ko vd., 2007), 27.95 g/100 g (Beluhan ve Ranogajec, 2011), 22.04 g/100 g (Akata vd., 2012) ve 23.4 g/100 g (Pereira vd., 2012) olarak bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmada elde edilen protein değerleri (%11.08-19.08); Ko vd. (2007), Beluhan ve Ranogajec (2011), Akata vd. (2012) ve Pereira vd. (2012)'nin yaptığı çalışma sonuçları ile karşılaştırıldığında daha düşük bulunmuştur. Protein değerlerindeki farklılık mantar tür ve ırkına, yetiştirme ortamının azot içeriğine, örnek alınan mantarın kısma (sap veya şapka gibi), mantarın gelişme aşamasına ve analizlere bağlı olabilir (Bernas vd., 2006; Turfan vd., 2018).

Denemede ele alınan yetiştirme ortamlarının mantarların mineral madde içerikleri (K, Ca, Mg, Na, Mn, Fe, Cu ve Zn) üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.10 ve Tablo 4.11).

Tablo 4.10. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların K, Ca ve Mg miktarları

Yetiştirme ortamları	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
80BS+20BK	825.21bc	7.77d	49.26b
60BS+40BK	835.59bc	6.60d	31.49c
80BS+20PK	953.85b	10.69c	42.93bc
60BS+40PK	758.52c	19.66b	33.90c
80BS+20ÇA	1540.03a	25.04a	69.72a

Sütunlardaki farklı harfler arasında $p < 0.01$ düzeyinde fark bulunmaktadır. BS: Buğday samanı, BK: Buğday kepeği, PK: Pirinç kepeği, ÇA: Çay atığı

En yüksek K miktarı, 80BS+20ÇA ortamından elde edilen mantarlarda (1540.03 mg/kg), en düşük ise 60BS+40PK ortamından elde edilen mantarlarda (758.52 mg/kg) tespit edilmiştir. Ca değerinin en düşük olduğu mantarlar 60BS+40BK (6.60 mg/kg) ortamından elde edilmiştir. En yüksek Ca miktarı (25.04 mg/kg) ise 80BS+20ÇA ortamından elde edilen mantarlarda bulunmuştur (Tablo 4.10).

Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların Na, Mn, Fe, Cu ve Zn değerleri sırasıyla 7.31-19.45 mg/kg, 0.18-0.27 mg/kg, 2.92-3.99 mg/kg, 0.11-0.26 mg/kg ve 1.31-1.79 mg/kg arasında değişmiştir (Tablo 4.11). K, Ca, Na, Mg, ve Cu değerlerinin (sırasıyla 1540.03, 25.04, 19.45, 69.72 ve 0.26 mg/kg) en yüksek olduğu mantarlar 80BS+20ÇA ortamından elde edilen mantarlar olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.10 ve Tablo 4.11).

Yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların Zn değerleri incelendiğinde; 60BS+40BK ortamından elde edilen mantarların Zn değerleri, diğer ortamlara göre istatistiksel olarak çok önemli derecede yüksek bulunmuştur (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Denemede buğday kepeği, pirinç kepeği ve çay atığının farklı oranda buğday samanına ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların Na, Mn, Fe, Cu ve Zn miktarları

Yetiştirme ortamları	Na (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
80BS+20BK	7.59c	0.18c	3.46c	0.14bc	1.36b
60BS+40BK	7.31c	0.22ab	3.26d	0.18b	1.79a
80BS+20PK	10.66b	0.22ab	2.92e	0.15bc	1.43b
60BS+40PK	9.35bc	0.27a	3.99a	0.11c	1.31b
80BS+20ÇA	19.45a	0.27a	3.90b	0.26a	1.42b

Sütunlardaki farklı harfler arasında $p < 0.01$ düzeyinde fark bulunmaktadır. BS: Buğday samanı, BK: Buğday kepeği, PK: Pirinç kepeği, ÇA: Çay atığı

Cohen vd. (2014) yaptıkları çalışmada *F. velutipes* mantarının 467 mg/kg km Ca, 133.0 mg/kg km Fe, 748 mg/kg km Mg, 6 mg/kg km Mn, 5965 mg/kg km P, 29758 mg/kg km K, 327 mg/kg km Na, 48 mg/kg km Zn ve < 0.20 mg/kg km Se içerdiğini belirlemişlerdir. Mantarın kimyasal içerikleri tür, suş, substrat ve atmosferik koşullardan etkilenir (Turfan vd., 2018).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de mantar yetiştiriciliği ekonomik açıdan sürekli büyüyen bir sektördür. Mantarların besinsel ve tıbbi değerlerinin bilinmesi, mantarların gıda olarak talep edilmesine neden olmuştur. Ülkemizde yaygın olarak *Agaricus bisporus* ve son yıllarda da *Pleurotus ostreatus* türünün üretimi yapılmaktadır. Diğer ülkelerde ise farklı mantar türlerinin üretimi yaygınlaştırılarak tüketiciye tat ve besin değeri bakımından değişik tüketim alternatifleri sunulmaktadır. Türkiye’de mantarcılık sektörünün daha ileriye gidebilmesi için yapılması gereken çalışmalardan biri de dünyada üretimleri giderek yaygınlaşan diğer mantar türlerinin üretimine ağırlık verilmesidir. Bu çalışma farklı bir mantar türünün üretiminin tanıtılması ve mantar sektörüne kazandırılması açısından önem taşımaktadır.

Flammulina velutipes mantarı doğamızda bulunmasına rağmen halk tarafından fazla tanınmayan bir türdür. Tıbbi ve besinsel özellikleri nedeni ile dünyada en çok üretilen ve tüketilen mantarlardan biri olduğu düşünüldüğünde doğamızdaki bu mantarın kültüre alınması ve bu mantarın Türkiye mantarcılık sektörüne kazandırılması oldukça önemli bir kazanımdır.

Mantar endüstrisi lignoselülozik malzemelerin insan tüketimi için gıdaya biyolojik olarak dönüştürülmesini içerir. Doğada, miselyum büyümesi için ana substratlar, selüloz, lignin ve monosakkaritler olan odunsu bileşiklerdir. Ticari mantar endüstrisinde, *F. velutipes* yetiştiriciliğinde büyük ölçüde kompost olarak talaş kullanılmaktadır. Misel gelişimi ve verimin artırılması amacıyla azot bakımından zengin katkı maddelerinin ilavesi de önemlidir. Kolay ve ucuz bulunabilir lignoselülozik atıkların *F. velutipes* yetiştiriciliği için kullanılması; gıda tedarikinin artırılması, üretim maliyetinin düşürülmesi ve çevre kirliliğinin azaltılması ile insan refahını artırmak bakımından faydalıdır. Bu tez çalışması doğadan izole edilen *F. velutipes* izolatının yetiştiriciliği için uygun kompost formüllerin araştırıldığı bir ön çalışma niteliğindedir. Elde edilen veriler ışığında *Flammulina velutipes* yetiştiriciliğinde verim açısından 80BS+20BK ortamı, mantarın mineral içerikleri bakımından 80BS+20ÇA ortamı öne çıkmıştır.

Ülkemiz mikobiyotasından izole edilen *Flammulina velutipes* türü ile ilgili uygun üretim tekniklerinin araştırılması, verim ve kalite açısından en uygun ortam, sistem ve yetiştirme koşullarının belirlenmesi ile ilgili detaylı birçok çalışma yapılması gerekmektedir. Ticari çeşitlerle doğadan izole edilen izolatlar verim ve kalite bakımından karşılaştırılmalı ve üstün ırklar belirlenerek çeşit geliştirme çalışmaları yapılmalıdır.

F. velutipes'in bazidiyokarp verimini ve BE'sini iyileştirebilecek sıcaklık, nem ve ışık gibi çevresel koşulları optimize etmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Bu çalışmalardan elde edilecek veriler ışığında *F. velutipes* üretiminin dolayısıyla tüketiminin yaygınlaştırılması sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- Abbiramy, K. S., Ross, P. R. and Paramanandham, J. (2015). Degradation of tea factory waste by mushroom cultivation and vermicomposting. *Journal of Environmental Science & Engineering*, 57(2), 126-130.
- Akata, I., Ergonul, B. and Kalyoncu, F. (2012). Chemical compositions and antioxidant activities of 16 wild edible mushroom species grown in Anatolia. *Int. J. Pharm.*, 8, 134-138.
- Anonymous. 2020a. <https://healing-mushrooms.net/Enokitake> (Erişim tarihi: 03.06.2020).
- Anonymous. 2020b. <https://www.out-grow.com/mushroom-cultures-c-2/white-enokiflammulina-velutipes-p-301.html> (Erişim tarihi: 03.06.2020).
- AOAC. (1984). Association of Official Analytical Chemists. 14th Edition (Edited by Sidney Williams), Washington, USA.
- Avcı, S. (2015). Farklı Ağaç Türlerine Ait Talaş Ortamlarının *Pleurotus ostreatus* Mantarının Verimi, Kalitesi ve Antimikrobiyal Aktivitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Badalyan, S. M. (2003). Antioxidant activity of culinary–medicinal mushroom *Flammulina velutipes* (W. Curt. Fr.) P. Karst. (Agaricomycetidae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 5(3), 277-286.
- Baktemur, G., Taşkın, H., Güzelel, Y. E., Büyükalaca, O. and Akıllı, H. (2018). Use of the tea wastes in *Pleurotus* cultivation as an alternative substrate material in Turkey under conventional controlled climate. *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*, 6(1), 13-16.
- Baysal, E., Yalınkılıç, Peker H., Çolak, M., Göktaş, O., Özen, E. and Çolak, A.M. (2003). Atık kağıtların çeşitli bitkisel ve odunsu atık-artık substratlarla *Pleurotus ostreatus* Jacq. ex. Fr. Kummer kültüründe değerlendirilmesi. *Ekoloji*, 12(49), 12-16.
- Beluhan, S. and Ranogajec, A. (2011). Chemical composition and non-volatile components of croatian wild edible mushrooms. *Food Chem.*, 124, 1076-1082.
- Bernas, E., Jaworska, G. and Lisiewska, Z. (2006). Edible mushrooms as a source of valuable nutritive constituents. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 5, 5-20.
- Blackwell, M. (2017). Made for each other: ascomycete yeasts and insects. *The Fungal Kingdom*, 945-962.
- Chang, S. T. (2007). Development of the world mushroom industry and its roles in human health. *Mushroom Biology and Biotechnology*, (Eds: R. D. Rai, S. K. Singh, M. C. Yadav and R. P. Tewari), pp. 1-12, Mushroom Society of India, Solan.
- Chang, S. T. and Miles, P. G. (1989). *Edible Mushrooms and Their Cultivation*. Boca Raton, Fla: CRC Press Inc., p. 335, USA.
- Chang, S.T. and Miles, P.G. (2004). *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. 2nd Edn. CRC Press: Boca Raton, FL.
- Cohen, N., Cohen, J., Asatiani, M. D., Varshney, V. K., Yu, H. T., Yang, Y. C., Li, Y. H., Mau, J. L. and Wasser, S. P. (2014). Chemical composition and nutritional and medicinal value of fruit bodies and submerged cultured mycelia of culinary-medicinal higher basidiomycetes mushrooms. *Int. J. Med. Mushrooms*, 16(3), 273-291.
- Cormican, T. and Staunton, L. (1991). Factors in mushroom (*Agaricus bisporus*) compost productivity. In: *Science and Cultivation of Edible Fungi*, Maher (Ed.), Balkema, Rotterdam. 4, 221-224.

- Crisan, E. V. and Sands, A. (1978). *Nutritional Value, in The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*, Chang, S.T. and Hayes, W.A., Eds., Academic Press, New York, 137-168.
- Çolak, M., Baysal, E., Şimşek, H., Toker, H. and 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. ve 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.
- Eren, E. ve Pekşen, A. (2019). Türkiye'de kültür mantarı üretimi ve teknolojik gelişmeler. *Mantar Dergisi*, 10(3), 225-233
- FAO (Food and Agricultural Organization). (2019). <http://www.fao.org>, (Erişim tarihi: 08.10.2019).
- Fukushima, M., Ohasi, T., Fujiwara, Y., Sonoyama, K. and Nakano, M. (2001). Cholestrol-lowering effects of maitake (*Grifola frondosa*) fiber, shiitake (*Lentinus edodes*) fiber, and enokitake (*Flammulina velutipes*) fiber in rats. *Experimental Biology and Medicine (Maywood)*, 226(8), 758-765.
- Gavrilova, L.P. and Lysenkova, A.V. (1988). Trials with *Flammulina velutipes* Fr. on various substrates. *Rastitel'-Nye-Resursy*, 24(4), 622-626.
- Gruen, H. E. (1983). Effects of competition among *Flammulina velutipes* fruitbodies on their growth. *Mycologia*, 75(4), 604-613.
- Guan, Q. L., Gong, M. F., Lin, T. X. and Xu, C. H. (2020). Effect of bamboo waste replacing cottonseed husk on cultivation of *Flammulina velutipes*. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2252, No. 1, p. 020004). AIP Publishing LLC.
- Gülser, C. and Pekşen, A. (2003). Using tea waste as a new casing material in mushroom (*Agaricus bisporus* (L.) Sing.) cultivation. *Bioresource Technology*, 88(2), 153-156.
- Hall, I. R., Buchanan, P. K., Cole, A. L., Yun, W. and Stephenson, S. (2003). *Edible and Poisonous Mushrooms of The World* (Vol. 103). Portland: Timber Press.
- Hassan, F. R. H. (2007). Cultivation of the monkey head mushroom (*Hericium erinaceus*) in Egypt. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(10), 1229-1233.
- Harith, N. (2014) Cultivation of *Flammulina velutipes* (Golden Needle Mushroom/Enokitake) on Various Agroresidues. Masters Thesis, University of Malaya.
- Harith, N., Abdullah, N. and Sabaratnam, V. (2014). Cultivation of *Flammulina velutipes* mushroom using various agro-residues as a fruiting substrate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(3), 181-188.
- Hirai, Y., Ikeda, M., Murayama, T. and Ohata, T. (1998). New monoterpentriols from the fruiting body of *Flammulina velutipes*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 62(7), 1364-1368.
- Hiramori, C., Koh, K., Kurata, S., Ueno, Y., Gamage, S., Huang, P. and Ohga, S. (2017). Cultivation of *Flammulina velutipes* on modified substrate using fermented apple pomace. *Advances in Microbiology*, 7(11), 719-728.
- Huang, C. Y., Zhang, J. X., Chen, Q., Gao, W. and Qu, J. B. (2015). History, current situation and trend of edible mushroom industry development. *Mycosystema*, 34(4), 524-540.
- Ikekawa, T., Ikeda, Y., Yoshioka, Y., Nakanishi, K., Yokoyama, E. and Yamazaki, E. (1982). Studies on antitumor polysaccharides of *Flammulina velutipes* (Curt. ex Fr.) Sing. II. The structure of EA3 and further purification of EA5. *Pharmacobiodyn Journal*, 5(8), 576-581.

- Ishikawa, N. K., Yamaji, K., Tahara, S., Fukushi, Y. and Takahashi, K. (2000). Highly oxidized cuparene-type sesquiterpenes from a mycelial culture of *Flammulina velutipes*. *Phytochemistry*, 54(8), 777-782.
- Ishikawa, N. K., Fukushi, Y., Yamaji, K., Tahara, S. and Takahashi, K. (2001). Antimicrobial cuparene-type sesquiterpenes, enokipodins C and D, from a mycelial culture of *Flammulina velutipes*. *Journal of Natural Products*, 64(7), 932-934.
- Jackson, M. L. (1962). *Soil Chemical Analysis*, Prentice Hall. Inc., New York.
- Ji, H., Wang, Q., Wang, H., Chen, W. J., Zhu, Z.H., Hou, H. and Zhang, W. (2001). Preliminary research on *Flammulina velutipes* and *Ganoderma lucidum* cultivation using maize straw. *Edible Fungi of China*, 20(6), 11-12.
- Kacar, B. (1994). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. Ankara Üni. Zir. Fak. Eğitim, Araş.ve Gel. Vak. Yay. No: 3.
- Kacar, B. ve İnal, A. (2008). Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, 879 s, Ankara.
- Kacar, B., Taban, S. ve Kütük, C. (2004). Çay atıklarının zenginleştirilmiş organik gübreye dönüştürülmesi. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi- Çevre, 11-13 Ekim 2004, Tokat, 805-814.
- Kang, L. Z., Zeng, X. L., Ye, Z. W., Lin, J. F. and Guo, L. Q. (2014). Compositional analysis of the fruiting bodies of transgenic *Flammulian velutipes* producing resveratrol. *Food Chem.*, 164, 211-218.
- Karasoy, A.F., Okuyucu, H. ve Pekşen, A. (2019). *Flammulina velutipes* Mantarı. *Mantar Dergisi*, 10(3), 152-162.
- Ko, W. C., Liu, W. C., Tsang, Y. T. and Hsieh, C. W. (2007). Kinetics of winter mushrooms (*Flammulina velutipes*) microstructure and quality changes during thermal processing. *J Food Engineer.*, 81, 587-598.
- Koutrotsios, G., Danezis, G.P., Georgiou, C.A. and Zervakis, G.I. (2018). Rare earth elements concentration in mushroom cultivation substrates affects the production process and fruit-bodies content of *Pleurotus ostreatus* and *Cyclocybe cylindracea*. *J. Sci. Food Agric.*, 98, 5418-5427. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9085>
- Kozhemyakina, N. V., Ananyeva, E. P., Gurina, S. V. and Galynkin, V. A. (2010). Conditions of cultivation, composition, and biological activity of mycelium of *Flammulina velutipes* (Fr.) P. Karst. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 46(5), 536-539.
- Kuo, M. (2013). *Flammulina velutipes*. Retrieved from the MushroomExpert.Com Web site: http://www.mushroomexpert.com/flammulina_velutipes.html (Erişim tarihi: 10.11.2019).
- Kurata, S. and Koh, K. (2017). Potential of fermented sweet corn stover as a substitute for corncob in mushroom (*Flammulina velutipes*) substrate. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 4(2), 165-169.
- Kurt, S. and Büyükalaca, S. (2010). Yield performances and changes in enzyme activities of *Pleurotus* spp. (*P. ostreatus* and *P. sajor-caju*) cultivated on different agricultural wastes. *Bioresource Technology*, 101, 3164-3169.
- Kütük, A. C., Çaycı, G. ve Baran, A. (1995). Çay atıklarının bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilme olanakları. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 1, 35-40.
- Lakhanpal, T. N. and Rana, M. (2005). Medicinal and nutraceutical genetic resources of mushrooms. *Plant Genet. Resour. Charact. Util.*, 3, 288-303.

- Leifa, F., Pandey, A. and Soccol, C. R. (2001). Production of *Flammulina velutipes* on coffee husk and coffee spent-ground. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44(2), 205-212.
- Liao, Q., Zhao, Z., Cui, R., Gong, M., Xu, C. and Tu, S. (2019). Effect of rape straw on the growth of *Flammulina velutipes*. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2079, No. 1, p. 020023). AIP Publishing LLC.
- Lu, Q. G., Gui, Y. W. and Tong, X. L. (1989). Mycelium growth and mushroom yield of *Flammulina velutipes* on different culture media. *Jiangsu-Agricultural-Sciences*, (3), 26-27.
- Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V. and Pizzoferrato L. (1999). Nutrients in Edible mushrooms: An inter-species comparative study. *Food Chemistry*, 65(4), 477-482.
- Miao, R., Zhou, J., Tan, W., Peng, W., Gan, B., Tang, L. and Huang, Z. (2014). A preliminary screening of alternative substrate for cultivation of *Flammulina velutipes*. *Mycosystema*, 33(2), 411-424
- Nakamura, K. (1981). *Mushroom Cultivation in Japan*. Asaki Publication House, Japan.
- Nakaya, M. (1998). Recycling of the waste substrate for mushroom cultivation. II Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and *Flammulina velutipes* using the sawdust from waste Shiitake bed logs. *Mushroom Sci. Biotechnol.*, 6, 95-99.
- Oei, P. (2003). *Mushroom Cultivation Appropriate Technology for Mushroom Growers*. Backhuys Publishers Leiden, The Netherlands.
- Osman, M., Ahmed, W., Hussein, F. and El-Sayed, H. (2014) Endopolysaccharides production and growth of *Flammulina velutipes* 6 under submerged conditions. *Chem. Biol. Phys. Sci.*, 4, 3350-3360.
- Park, Y. J., Baek, J. H., Lee, S., Kim, C., Rhee, H., Kim, H. and Kim, H. I. (2014). Whole genome and global gene expression analyses of the model mushroom *Flammulina velutipes* reveal a high capacity for lignocellulose degradation. *PLoS one*, 9(4), 1-14.
- Pekşen, A. ve Günay, A. (2009). Kültür mantarı (*Agaricus bisporus* (L.) Sing.) yetiştiriciliğinde çay atığı ve buğday sapı karışımından hazırlanan kompostların kullanımı. *Ekoloji Dergisi*, 19(73), 48-54.
- Pekşen, U. A., Hatat, G. ve Erper, İ. (1999). Bazı doğa mantarları ve *Pleurotus sajor-caju* (Lev.) Sing'nun misel gelişimine farklı ortam ve uygulamaların etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(3), 44-53.
- Pereira, E., Barros, L., Martins, A. and Ferreira, I.C.F.R. (2012). Towards chemical and nutritional inventory of Portuguese wild edible mushrooms in different habitats. *Food Chem.*, 130, 394-403.
- Philippussis, A. (2009). Production of Mushrooms Using Agro-Industrial Residues as Substrates, in *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilization*, P. Nigam and A. Pandey, Ed., New York: Springer, pp. 163-196.
- Poppe, J. (1974). *Collybia velutipes* as tree wound parasite and as cultivated mushroom. Internationaal-Symposium-over-Fytofarmacie-en-Fytiatrie (Belgium). Rijksuniversiteit Faculteit Landbouwwetenschappen, *Gent.*, 26(2), 957-970.
- Rinker, D. L. and Alm, G. (1998). Efficacy and limitations of mushroom grain spawn treated with benomyl against green mold disease of the cultivated mushroom. *Mushroom News*, 46(11), 6-11.
- Royse, D. J. (1985). Effects of spawn run time and substrate nutrition on yield and size of the shiitake mushroom. *Mycologia*, 77(5), 756-762.

- Royse, D. J. (1995). Specialty mushrooms: cultivation on synthetic substrate in the USA and Japan. *Interdisciplinary Science Reviews*, 20, 1-10.
- Royse, D. J. (2014). A global perspective on the high five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* & *Flammulina*. In *Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8)* (Vol. 1, pp. 1-6).
- Royse, D. J., Baars, J. and Tan, Q. (2017). Current Overview of Mushroom Production in the World. *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*, Eds: Zied D.C. and Pardo-Giménez A., First Edition. John Wiley & Sons Ltd., 5-13.
- Sangkaew, M. and Koh, K. (2017). The cultivation of *Flammulina velutipes* by using sunflower residues as mushroom substrate. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 4(2), 140-144.
- Şimşek, H., Baysal, E., Colak, M., Toker, H. and Yilmaz, F. (2008). Yield response of mushroom (*Agaricus bisporus*) on wheat straw and waste tea leaves based composts using supplements of some locally available peats and their mixture with some secondary casing materials. *African Journal of Biotechnology*, 7(2), 88-94.
- Sesli, E. and Denchev C.M. (2008). Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey. *Mycotaxon*, 106, 65-67.
- Sharma, V. P., Kumar, S. and Tewari, R. P. (2009). *Flammulina velutipes*, *The Culinary Medicinal Winter Mushroom* (Vol. 6). Directorate of Mushroom Research, Indian Council of Agricultural Research.
- Shi, M., Yang, Y., Guan, D., Zhang, Y. and Zhang, Z. (2012). Bioactivity of the crude polysaccharides from fermented soybean curd residue by *Flammulina velutipes*. *Carbohydr Polym.*, 89(4), 1268-1276
- Smiderle, F. R., Carbonero, E. R., Sasaki, G. L., Gorin, P. A. J. and Iacomini, M. (2008). Characterization of a heterogalactan: Some nutritional values of the edible mushroom *Flammulina velutipes*. *Food Chem.*, 108, 329-333.
- Song, C. H., Lee, C. H., Huh, T. L., Ahn, J. H. and Yang, H. C. (1993). Development of substrates for the production of basidiocarps of *Flammulina velutipes*. *The Korean Journal of Mycology*, 21(3), 212-216.
- Stamets, P. (2000). *Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms*. Ten Speed Press, Berkeley.
- Turfan, N., Pekşen, A., Kibar, B. and Ünal, S. (2018). Determination of nutritional and bioactive properties in some selected wild growing and cultivated mushrooms from Turkey. *Acta Sci Pol Hortorum Cultus*, 17(3), 57-72.
- Yakupoğlu, G. ve 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.
- Yang, D., Liang, J., Wang, Y., Sun, F., Tao, H., Xu, Q. and Wan, X. (2016). Tea waste: an effective and economic substrate for oyster mushroom cultivation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(2), 680-684.
- Yang, J. H., Lin, H. C. and Mau, J. L. (2001). Non-volatile Taste Components of Several Commercial Mushrooms. *Food Chem.*, 72(4), 465-471.
- Yang, X. M. (1986). *Cultivation of Edible Mushroom in China*, Agriculture Printing House, Beijing, PR China, 489-510.
- Yeh, M.Y., Ko, W.C. and Lin, L.Y. (2014). Hypolipidemic and antioxidant activity of enoki mushrooms (*Flammulina velutipes*). *BioMed. Res. Int.*, 8, 1-6. (Article ID 3523).

- Yıldız, S., Yıldız, Ü. C., Gezer, E. D. and Termiz, A. (2002). Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. *Process Biochemistry*, 38, 301-306.
- Wang, H., Ng, T.B. and Ooi, V.E.C. (1998). Lectins from Mushrooms. *Mycol. Res.*, 102, 897-906.
- Wang, P. H., Hsu, C. I., Tang, S. C., Huang, Y. L., Lin, J. Y. and Ko, J. L. (2004). Fungal Immunomodulatory Protein from *Flammulina velutipes* Induces Interferon- Production Through P38 Mitogen-Activated Protein Kinase Signaling Pathway. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 2721-2725.
- Wang, Y., Bao, L., Yang, X., Li, L., Li, S., Gao, H. and Liu, H. W. (2012). Bioactive sesquiterpenoids from the solid culture of the edible mushroom *Flammulina velutipes* growing on cooked rice. *Food Chemistry*, 132(3), 1346-1353.
- Wasser, S. P. and Weis, A. L. (1999). Medicinal properties of substances occurring in higher basidiomycetes mushrooms: current perspectives. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1.
- Xie, C., Gong, W., Yan, L., Zhu, Z., Hu, Z. and Peng, Y. (2017). Biodegradation of ramie stalk by *Flammulina velutipes*: mushroom production and substrate utilization. *Amb. Express*, 7(1), 171.
- Zadrazil, F. (1978). Cultivation of *Pleurotus*. The biology and cultivation of edible mushroom (ed. S.T.C. Chang and W.A. Hayes). Academic Press New York, 521-554.
- Zhang, W., Liu, S., Su, G. and Ma, L. (2019). *Camellia oleifera* seed shell: an effective substrate for producing *Flammulina velutipes* fruit bodies with improved nutritional value. *International Journal of Agriculture and Biology*, 21(5), 989-996.
- Zied, D. C., Savoie, J. M. and Pardo-Giménez, A. (2011). Soybean the main nitrogen source in cultivation substrates of edible and medicinal mushrooms. In: El-Shemy HA (ed) Soybean and nutrition. InTech Open Access, Rijeka, pp 433-452.

ÖZGEÇMİŞ



Havva OKUYUCU 05.01.1994 tarihinde Bitlis/Adilcevaz'da doğdu. Ahlat Sadullah Gencer Anadolu Lisesini bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesinden 2017 yılında mezun oldu. 2017 yılında OMÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümünde Yüksek Lisans programına girdi. Orta seviyede İngilizce bilmektedir. Temel ilgi alanları kitaplar ve müziktir.

İletişim Bilgileri

e-mail: havva.okyucu94@gmail.com

Telefon: 0507 993 2768

ORCID ID: 0000 0003 2784 2219

Yayımlanmış Çalışmalar:

1. Okuyucu, H., Özer, H., Ekinci, K. and Pekşen, A. (2018). Influence of rose oil processing waste compost media on tomato seedling quality. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 4(10), 38-43.
2. Karasoy, A.F., Okuyucu, H. and Pekşen, A. (2019). *Flammulina velutipes* mantarı. *Mantar Dergisi*, 10(3), 152-162.