

T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI AĞAÇ TÜRLERİNE AİT TALAŞ ORTAMLARININ
***Pleurotus ostreatus* MANTARININ VERİMİ, KALİTESİ ve**
ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

SİBEL AVCI

TEZ DANIŞMANLARI
PROF. DR. ŞENGÜL ALPAY KARAOĞLU
PROF. DR. AYSUN PEKŞEN

JÜRİ ÜYELERİ
PROF. DR. GÖKHAN ABAY
YRD. DOÇ. DR. ZEHRA CAN
YRD. DOÇ. DR. BARBAROS DİNÇER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BIYOLOJİ ANABİLİM DALI

RİZE-2015

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI AĞAÇ TÜRLERİNE AİT TALAŞ ORTAMLARININ *Pleurotus ostreatus*
MANTARININ VERİMİ, KALİTESİ VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

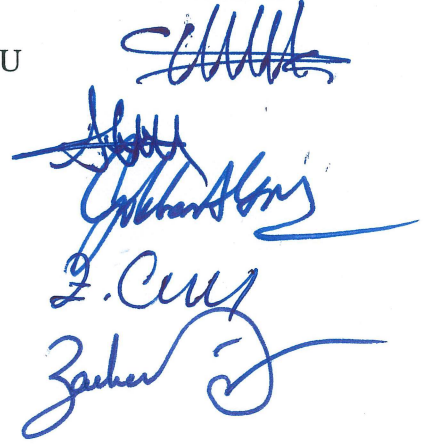
Prof. Dr. Şengül ALPAY KARAOĞLU ve Prof. Dr. Aysun PEKŞEN danışmanlığında, Sibel AVCI tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 24/07/2015 tarihinde Biyoloji Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı Adı Soyadı

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Şengül ALPAY KARAOĞLU
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Aysun PEKŞEN
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Gökhan ABAY
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Zehra CAN
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Barbaros DİNÇER





Prof. Dr. Selami SAŞMAZ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Edebiyat Biyoloji Bölümü Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvar'larında 2013-2015 yılları arasında yapılmıştır.

Yüksek Lisans çalışmalarında desteklerini esirgemeyen, değerli bilgi birikimleriyle bizlere ışık tutan, sabır ve anlayışlarıyla her zaman yanımda olan, çok değerli danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Şengül ALPAY KARAOĞLU'na ve Sayın Prof. Dr. Aysun PEKŞEN'e sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Sayın Arş. Gör. Şule GÜZEL, Sayın Yrd. Doç. Dr. Zehra CAN; her zaman desteklerini gördüğüm Yüksek Lisans öğrencisi arkadaşlarım Arif BOZDEVECİ, Emel UZUNALIOĞLU ve İsmail GELOĞLU'na da ayrıca teşekkür ederim.

Yüksek Lisans eğitimim boyunca her zaman yanımda olan sevgili eşim Recep Ali AVCI'ya, benimle beraber her türlü zorluğa katlanan çocuklarım Dila ve Kerem Cem AVCI'ya ve her şeyden önemlisi benim bugünlere gelmemi sağlayan canım annem Fatma ve babam Sinan YILDIRIM'a çok teşekkür ediyorum.

Hazırlanan bu Yüksek Lisans Tezi 2013.102.03.9 numaralı proje olarak Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi-Bilimsel Araştırma Projeleri (RTEÜ-BAP) birimi tarafından desteklenmiştir. RTEÜ-BAP birimine desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Sibel AVCI

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Farklı Ağaç Türlerine ait Talaş Ortamlarının *Pleurotus ostreatus* Mantarının Verimi, Kalitesi ve Antimikrobiyal Aktivitesi Üzerine Etkileri” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 24/07/2015

Sibel AVCI

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

FARKLI AĞAÇ TÜRLERİNE AİT TALAŞ ORTAMLARININ *Pleurotus ostreatus* MANTARININ VERİMİ, KALİTESİ ve ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Sibel AVCI

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışmanı: Prof. Dr. Şengül ALPAY KARAOĞLU
Eş Danışmanı: Prof. Dr. Aysun PEKŞEN

Bu çalışma 5 farklı ağaç türüne ait (kavak (KT), kayın (KAT), meşe (MT), ıhlamur (IT) ve kızılâğaç (KIT)) talaşların tek başına ve katkı maddesi olarak çay atığı (ÇA) ve buğday kepeğinin (BK) % 20 oranında ilavesi ile hazırlanan 15 yetiştirme ortamının *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm. mantarının verim ve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Yetiştirme ortamlarının nemi (% 63,73-72,91), pH'sı (pH 5.63-6.56), karbon (% 47,60-60,18), azot (% 0,11-1,41) ve 10 farklı mineral madde içerikleri belirlenmiştir. Farklı ağaç türlerine ait talaşlar ve katkı maddesi ilavelerinin verim, biyolojik etkinlik ve üretim oranı üzerine istatistiksel olarak çok önemli ($P<0,01$) etkisi olduğu saptanmıştır. En yüksek verim, BE ve üretim oranı 80MT+20BK ortamından (sırasıyla 202,82 g/torba, % 66,93 ve % 0,75) elde edilmiştir. En büyük şapka uzunluğu ile eni 80KT+20BK, protein içeriği ise 80IT+20BK ortamlarında saptanmıştır. Denemede ele alınan 15 yetiştirme ortamı yanı sıra kavak, kayın ve kızılâğaç kütükleri üzerinde yetişen mantarlarla doğadan toplanan *P. ostreatus* mantarlarında N, protein, mineral madde, antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri karşılaştırılmıştır. En yüksek toplam fenolik madde miktarı 80KAT+20ÇA ortamında, radikal temizleme aktivitesi ise IT ve 80IT+20BK ortamında (5,509-5,904 mg/mL) tespit edilmiştir. Mantar metanol ekstraktların antimikrobiyal aktivitelere sahip olduğu, en duyarlı mikroorganizmanın *M. smegmatis*, en etkili ekstraktın 80MT+20ÇA ortamından elde edilen mantar ekstraktının olduğu belirlenmiştir. Çalışmada çay atığının mantar yetiştiriciliğinde kullanılabilecek önemli bir endüstriyel atık olduğunu, üretilen mantarın hem kalitesi hem de verim bakımından alternatif ürünlere benzer olduğu belirlenmiştir.

2015, 108 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Pleurotus ostreatus*, Mantar, Çay atığı, Talaş, Verim

ABSTRACT

THE EFFECT OF EXCELSIOR OF DIFFERENT TREES ON YIELD, QUALITY AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF *Pleurotus ostreatus* MUSHROOMS

Sibel AVCI

Recep Tayyip Erdoğan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology
Master Thesis
Supervisor: Ph. D. Şengül ALPAY KARAOĞLU
Co Supervisor: Ph. D. Aysun PEKŞEN

This study has been done to determine the effects of excelsiors of different trees such as Populus (KT), Fagus (KAT), Quercus (MT), Tilia (IT) and Alnus (KIT) individually and with 20% supplementation of the addition agent of tea waste (ÇA) and the wheat bran (BK) on yield and quality of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm with in 15 different prepared habitat. Moisture of prepared habitat 63.73-72.91%, pH 5.63-6.56, carbon level 47.60-60.18%, nitrogen Level 0.11-1.41% and 10 different mineral substances were determined. The significant effects of Excelsiors of different trees and supplementation of the addition agent on biologic activity (BE) and production rate (ÜO) statically ($P < 0.01$) were indicated. The highest yield (202.82 g/bag), BE (66.93%), ÜO (0.75%) are acquired from the prepared habitat of 80KT+20BK. The longest diameter of mushroom cap is recorded in the prepared habitat of 80IT+20BK. The highest protein level is measured in the prepared habitat of 80KAT+20ÇA. In this study, beside these 15 different prepared habitats, the mushrooms which grow on logs of Populus, Fagus and Alnus, and *P. ostreatus* mushrooms which have been collected naturally compared based on N, protein level, mineral substances level, antioxidant and anti-microbacterial activities. The highest total phenolic substances level is measured in the prepared habitat of 80KAT+20ÇA. The highest radical cleaning activity level is measured in the prepared habitat of 80IT+20BK (5.509-5.904 mg/mL). The study indicates that mushroom methanol extracts have antimicrobial activities, the most sensitive microorganism is *M. smegmatis*, and the most efficient extracts is obtained from the prepared habitat of 80MT+20ÇA. This study also shows that tea waste is an important industrial waste that can be used in the agriculture of mushroom and the grown mushrooms will have the similar quality and yield as alternative products.

2015, 108 pages

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, Mushroom, Tea waste, Sawdust, Yield.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ	II
ÖZET	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.1.1. <i>Pleurotus ostreatus</i> 'un sistematığı.....	6
1.1.2. <i>Pleurotus ostreatus</i> 'un morfolojik özellikleri.....	7
1.1.3. <i>Pleurotus ostreatus</i> mantarının besin değeri ve tıbbi özellikleri.....	9
1.1.4. Çay atığının özellikleri ve kullanımı	11
1.1.5. Mantarın biyoaktif özellikleri.....	12
1.1.5.1. Antioksidan aktivite.....	12
1.1.5.2. Toplam fenolik madde miktarı	13
1.1.5.3. Demir (III) indirgeme/ antioksidan güç-FRAP	13
1.1.6. Serbest radikal temizleme antioksidan tayini	14
1.1.6.1. DPPH radikal temizleme aktivitesi	14
1.1.7. Antimikrobiyal aktivite	15
1.1.8. Mineral maddeler ve biyolojik önemleri	16
1.2. Literatür Özeti.....	20
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	29
2.1. Materyal.....	29
2.1.1. Kullanılan araç, gereç ve sarf malzemeleri	29
2.1.2. Denemede yetiştirme ortamlarının hazırlanmasında kullanılan materyaller ve misel.....	30
2.1.3. Barton çözeltisinin hazırlanması	30
2.1.4. Standart fosfor çözeltisinin hazırlanması	31
2.1.5. Mueller hinton agar (MHA) ve mueller hinton sıvı (MHB) besiyerleri.....	31
2.1.6. Brain heart infusion agar (BHIA).....	31
2.1.7. Malt ekstrakt agar (MEA) ve sıvı besiyerleri (MEB).....	31

2.2.	Metot.....	32
2.2.1.	Yetiştirme ortamlarının hazırlanması	32
2.2.2.	Denemede yapılan analiz ve ölçümler.....	34
2.2.2.1.	Farklı yetiştirme ortamlarına ait kompost özellikleri ile ilgili analizler.....	34
2.2.2.2.	Verim ile ilgili yapılan ölçümler	36
2.2.2.3.	Mantar kalitesi ile ilgili analiz ve ölçümler	36
2.2.3.	Mantarın biyoaktif özelliklerin belirlenmesi ile ilgili analizler.....	38
2.2.3.1.	Mantar ekstraksiyonunun hazırlanması	38
2.2.3.2.	Toplam fenolik madde miktarı	38
2.2.3.3.	Demir (III) indirgeme/ antioksidan güç-FRAP	39
2.2.3.4.	Serbest radikal temizleme antioksidan tayini	40
2.2.3.4.1.	DPPH radikal temizleme aktivitesi	40
2.2.3.4.2.	Numunelerin ekstraksiyon koşulları.....	40
2.2.4.	Antimikrobiyal aktivite tayini	40
2.2.5.	Mineral madde analizi	41
2.2.6.	İstatistiksel değerlendirme.....	42
3.	BULGULAR	44
3.1.	Yetiştirme Ortamlarının Bazı Kimyasal Özellikleri.....	44
3.2.	Yetiştirme Ortamlarının Verim, Biyolojik Etkinlik ve Üretim Oranı Üzerine Etkileri.....	47
3.3.	Yetiştirme Ortamlarının Mantarın Bazı Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri	51
3.4.	Yetiştirme Ortamlarının Mantarın Antioksidan ve Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkileri.....	54
3.5.	Yetiştirme Ortamlarının Mantarın Antimikrobiyal Aktivitesi Üzerine Etkileri	59
4.	TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	62
5.	ÖNERİLER	80
	KAYNAKLAR	81
	ÖZGEÇMİŞ	99

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	<i>Pleurotus ostreatus</i> hif formunun makroskopik ve mikroskopik görünümü ...	7
Şekil 2.	<i>Pleurotus ostreatus</i> mantarının morfolojik görünümü	8
Şekil 3.	Demir (III)'ün indirgenme reaksiyonu.....	14
Şekil 4.	DPPH (2, 2- difenil-1-pikrilhidrazil) radikal formülü.....	14
Şekil 5.	Misel gelişimini tamamlayan torbaların genel görünümü.....	34
Şekil 6.	Hasat olgunluğuna gelmiş mantarların genel görünümü.....	35
Şekil 7.	Mantar şapka uzunluğu ve eni ile ilgili ölçümler	37
Şekil 8.	Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının verim değerleri.....	49
Şekil 9.	Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının BE değerleri.....	50
Şekil 10.	Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının üretim oranları	50
Şekil 11.	Toplam fenolik madde tayini için gallik asit standardı kullanılarak hazırlanan standart çalışma grafiği.....	56
Şekil 12.	Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların metanol ekstraktlarında toplam fenolik madde içeriği.....	57
Şekil 13.	FeSO ₄ 7H ₂ O kullanılarak elde edilen standart çalışma grafiği	58
Şekil 14.	Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların metanol ekstraktlarında toplam FRAP değerleri.....	58
Şekil 15.	Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların metanol ekstraktlarında toplam DPPH-SC ₅₀ değerleri.....	59
Şekil 16.	Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantar metanol ekstraktlarının <i>B. cereus</i> bakterisine olan antimikrobiyal etkinliği.....	61
Şekil 17.	Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantar metanol ekstraktlarının <i>S. aureus</i> ve <i>E. faecalis</i> bakterisine olan antimikrobiyal etkinliği	61

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Denemede ele alınan yetiştirme ortamları.....	32
Tablo 2. Standart fosfor ve kör örneklerinin hazırlanışı.....	37
Tablo 3. Metal analizi için numunelerin mikrodalga fırında (Microwave Digestion) yakma programı.....	42
Tablo 4. Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve %20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının bazı kimyasal özellikleri.....	44
Tablo 5. Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının P, Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri.....	46
Tablo 6. Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının Al, Ni, Pb, Cr ve Cd içerikleri.....	47
Tablo 7. Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların şapka uzunluğu ve eni.....	51
Tablo 8. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların N ve protein değerleri.....	52
Tablo 9. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların P, Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri.....	53
Tablo 10. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların Al, Ni, Pb, Cr ve Cd içerikleri.....	54
Tablo 11. Yetiştirme ortamı ile bu ortamlardan elde edilen mantarların mineral madde.....	55
Tablo 12. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların metanol ekstraktlarının fenolik ve antioksidan aktivite değerleri.....	56
Tablo 13. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantar ekstraktlarının antimikrobiyal aktivite değerleri.....	60

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BE	: Biyolojik Etkinlik Oranı
BK	: Buğday Kepeği
C	: Karbon
C:N	: Karbon: Azot Oranı
Ca	: Kalsiyum
Cu	: Bakır
ÇA	: Çay Artığı
Fe	: Demir
IT	: İhlamur Talaşı
K	: Potasyum
KT	: Kavak Talaşı
KAT	: Kayın Talaşı
KIT	: Kızılağaç Talaşı
MT	: Meşe Talaşı
Mg	: Magnezyum
Mn	: Mangan
N	: Azot
P	: Fosfor
ÜO	: Üretim Oranı
Zn	: Çinko
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
kg	: Kilogram
g	: Gram
dk.	: Dakika
L	: Litre
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
SC₅₀	: Radikali Yarıya İndiren Numune Konsantrasyonu

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Günümüzde; hızlı nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme, tarım alanlarının sınırlandırılması ve ekolojik çevrenin tahrip edilmesi gibi pek çok etkenin besin kaynaklarını azalttığı ve bunun sonucu olarak insanları alternatif besin kaynaklarını keşfetmeye yönelttiği görülmektedir. Dünyanın birçok yöresinde, büyük bir gıda ve özellikle de protein açığı vardır. Diğer taraftan toplam tarımsal üretimin yarısından fazlası sap, saman, kavuz yaprak, kabuk, koçan, gıda endüstrisi atıkları vs. gibi atık materyal olarak atılmaktadır (Erkel, 1992). Çeşitli lignoselüloz esaslı bitkisel ve odunsu artık/atıkların yakılması veya atılması bu materyalin değerlendirilmemesi ve büyük bir çevre kirliliği oluşturması bakımından üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Üstelik lignin ve selüloz esaslı bu maddelerin mikrobiyolojik degradasyon yoluyla parçalanarak protein içeriği yüksek değerli besin maddeleri haline dönüştürülmesi mümkün olabilmektedir (Zadrazil, 1978). Artık/atıkların çevreye zarar vermeyecek şekilde değerlendirilerek, doğaya yeniden kazandırılması, bir taraftan kıt kaynakların optimum değerlendirilmesi, diğer taraftan da çevre kirliliğinin önlenmesi bakımından kaçınılmaz bir zorunluluk halini almıştır (Kalay vd., 1993). Tarımsal üretimin yoğun olarak yapıldığı birçok ülkede, bol ve ucuz maliyetle sağlanabilen pek çok tarımsal atık, herhangi bir ön işlemden geçirilmeden mantar yetiştiriciliğinde kompost/substrat olarak kullanılabilir.

Her yıl yakılan tahıl saplarının sadece % 25'i, tahmini 300 milyon ton civarında taze mantar rekortesine ulaşılması için yeterli olabilecektir. Dünya üzerinde yıllık açığa çıkan 600 milyon ton tarımsal ve orman endüstrisi artığı ile yaklaşık 360 milyon ton mantar üretilebilir. Bu atıkların mantar üretiminde kullanımı hem protein ihtiyacının karşılanması hem de atıkların yarattığı çöplerin yok edilmesini sağlayacaktır. Mantar yetiştiriciliğinin fazla miktarda ürün ve gelir kazandırması büyük bir mutluluk ve hoşnutluk verebilmektedir (Poppe, 2000).

Mantarın insanlık için kullanımını ilk belgeleyen Theophrast'tır (M.Ö. 372-287). Mantarların kullanımı ile ilgili açıklamalar MS. 24-70 tarihlerinde Plinius tarafından

daha net bir şekilde ortaya konmuştur. Galeri (M.S. 130-200) ise mantarın çayırlarda yetişen ve insan beslenmesinde kullanılan bir bitki olduğunu bildirmiştir. Yine Roma İmparatorluğu döneminde pazarlarda satıldığı ve hatta bu satışın yasalara bağlandığı ve gelişi güzel satış yaptırılmadığı bilinmektedir. Roma kralı Neron'un oğlu, annesi, muhafız alay komutanı ve arkadaşlarının mantar yiyerek zehirlendikleri kayıtlarda geçmektedir (Öder, 1977; Vedder, 1978).

Çin'de mantar yetiştiriciliği 600 yıl öncesine kadar dayanır. Bununla birlikte mantarın besin maddesi olarak yetiştiriciliği 16. yüzyıla dayanmaktadır. Kültür mantarı yetiştiriciliği 1650'li yıllarda Fransa'da başlamıştır.

Yenilen mantarların besin içerikleri türlere göre değişiklik göstermekle birlikte proteince zengin olup, insanlar için önemli olan aminoasitleri içerirler. Yağ, karbonhidrat ve tuz içerikleri düşük, buna karşılık lif ve folik asit içerikleri yüksektir. Mantarlar B kompleks vitaminleri ve D vitamini yönünden zengindir. P, K, Ca ve Fe gibi mineral maddeler bakımından da zengindirler. Ayrıca selenyum mineralinin bulunduğu besin kaynakları sınırlıdır ve mantarlar önemli bir selenyum kaynağıdır. Besin değerleri yanında farmakolojik özellikleri bakımından da mantarlar önemlidir. Mantarlar, modern tıp için anti-kanser ve bağışıklık sistemini güçlendirici özellikleri ile polisakkarit ve polisakkarit-protein kompleksleri kaynağıdır (Pekşen, 2013a).

Mantarların besin değeri ve tıbbi değerlerinin anlaşılması kültür mantarı üretimi ve tüketiminin hızlı bir şekilde artmasına neden olmuştur. Dünya mantar üretim miktarı 2013 yılında 9926966 ton olup, mantar üretiminde en büyük paya sahip ülkeler başta Çin olmak üzere ABD, İtalya, Hollanda, Polonya, İspanya olarak sayılabilir. Bu ülkelerdeki mantar yetiştiriciliği endüstri halini almıştır. Dünya kültür mantarı üretiminin türlere göre dağılımında en yüksek paya sahip tür *Agaricus bisporus* olup, bunu *Pleurotus* türleri ve *Lentinula edodes* türleri izlemektedir (Royse, 2014; Eren ve Pekşen, 2014). Bu türlerin dışında *Auricularia polytricha*, *Flammulina velutipes* ve *Auricularia polytricha* en fazla üretilen diğer mantar türleri olarak sayılabilir (Wu vd., 2013).

Pleurotus türleri dünya genelinde kültürü yapılan mantar türleri içerisinde ikinci

sırada yer almaktadır. Bu cins içerisindeki türlerden ise en fazla üretilen tür *P. ostreatus*'tur. Bu tür ilk olarak Falck tarafından 1917 yılında kültüre alınmıştır. *Pleurotus* türlerinin yetiştiriciliği I. Dünya savaşı sırasında kütük üzerinde gerçekleştirilmiştir. 1970 yılından itibaren hububat saplarının yetiştirme ortamı olarak kullanılmaya başlanması ile ticari olarak üretimi başlamıştır (Doğan, 2000).

Kültürü yapılan mantarlar içerisinde en kolay üretilen ve en düşük yatırım maliyeti olan mantar türleri *Pleurotus* cinsi mantarlardır. Bu özelliklerinden dolayı bu mantar türlerinin üretimleri dünya genelinde hızlı bir şekilde artmaktadır. Son yıllarda, dünyadaki toplam mantar üretimi içinde, *Pleurotus* türleri oranının büyük ölçüde yükseldiği görülmektedir. Günümüzde en fazla üretim Çin'de gerçekleştirilmektedir (URL-1).

Ülkemizde mantar sektörünün tarihçesi oldukça yeni olup, ilk yetiştiriciliği 45-50 yıl öncesine dayanmaktadır. Türkiye'de mantar yetiştiriciliği ile ilgili ilk çalışmalar 1960'lı yıllarda başlamıştır. Ticari olarak ise 1970'li yıllarda başlayan ve 1973 yılında yalnızca 80 ton olan Türkiye mantar üretimi, 2000 yılında 18 bin tona ve 2014 yılında ise 49 bin tona yükselmiştir (Eren ve Pekşen, 2014; Pekşen, 2014). Yakın zamana kadar üretimin tek bir tür ile (*A. bisporus*) yapılmasına karşılık, son yıllarda *P. ostreatus*, *P. eryngi*, *Lentinula edodes* gibi yeni mantar türlerinin de üretimine geçilmiştir (Abak vd., 2010). Ülkemizde yemeklik kültür mantar üretiminde birinci sırayı % 80'lik pay ile beyaz şapkalı mantar almaktadır. Bunu %10'luk pay ile *P. ostreatus* izlemektedir. Özellikle *Pleurotus* mantar türüne son beş yılda çok ciddi bir talep oluşmuştur (Eren ve Pekşen, 2014; Pekşen, 2014). Ülkemizde kavak veya kayın mantarı olarak bilinen *Pleurotus* türlerinin yetiştiriciliğine yönelik ilk çalışmalar 1980'li yıllarda başlamıştır. Üzerinde çok sayıda bilimsel araştırma yapılmış olmasına rağmen, *Pleurotus* mantarlarının ticari anlamda yetiştiriciliği son yıllarda yaygınlaşmaya başlamıştır. Mantar türleri içerisinde en fazla üretimi yapılan *A. bisporus*'dan sonra ikinci sırada olan *P. ostreatus*, son 10 yılda toplam üretim içerisindeki payını yaklaşık % 400 oranında arttırmıştır.

Pleurotus türlerinin, zengin besinsel içerikleri ve tıbbi özellikleri, kısa yaşam döngüleri, üretimlerinin düşük teknolojik maliyetle sağlanabilmesi ve tarımsal

endüstriyel atıklar üzerinde üretilebilir olmaları gibi nedenlerle ticari olarak üretimleri hızla yaygınlaşmaktadır (Pekşen, 2014).

Pleurotus mantarları odun tahripçisi saprofit mantarlardır. Kayın mantarı lignin, selüloz ve hemiselülozları parçalayabilen özellikleriyle çürümüş ve çürümekte olan birçok ağaç türü kütüğünde doğal olarak yetişmektedir. Sahip oldukları enzim sistemi ile çok çeşitli lignoselülozik tarımsal ve endüstriyel artıkları parçalayabilme ve bu atıklar üzerinde kolayca kolonize olabilmelerinden dolayı mantar türleri arasında en marifetli grubu oluşturmaktadır (Patrabansh ve Madan, 1997). Kayın mantarı üretimi, kullanılan materyaller yönüyle ağaç kütükleri ve bitkisel artıklar kullanılarak yapılan üretim şekli olmak üzere iki grupta değerlendirilir (Pekşen, 2013b).

Ülkemiz florasında da bulunan ve halk arasında kavak, kayın, dil, kulak, melek mantarı vb. yöresel isimlerle anılan *Pleurotus* türleri dünyanın hemen hemen bütün ılıman iklim bölgelerinde; kavak, kayın, meşe, karaağaç, akçaağaç, ıhlamur, söğüt, ceviz ve kestane gibi birçok ağaç türünün çürümüş gövdelerinde yabancı olarak kendiliğinden yetişmektedir (Ağaoğlu ve Güler, 1991).

Ülkemizde kültür mantarı üretimi için gerekli hammadde potansiyeli oldukça yüksek olup çevre kirlenmesine yol açan birçok endüstriyel ve tarımsal atıkların mantar yetiştirmede kompost olarak kullanılması ve bunların teminindeki kolaylıklar üretimi cazip hale getirmektedir (Erkel, 1989).

Lignoselüloz esaslı her türlü artık/atık materyal *Pleurotus* cinsi mantarların yetiştiriciliğinde substrat olarak kullanılabilir. *Pleurotus* yetiştiriciliğinde, birçok sanayi ve tarımsal artık ve atıkların çok basit işlemlerden geçirildikten sonra kullanılabilir (Svaprakasam ve Kondaswary, 1981; Ertan, 1990), ayrıca bu mantarların çevre koşullarına karşı toleranslı ve çok kuvvetli misel yapıları sayesinde birçok organik materyal üzerinde fermantasyona gerek duymadan yetiştirilebileceği bildirilmektedir (Poo-Chow, 1980).

Substrat kaynağı, endüstriyel amaçlı yetiştirilen bitkilerin birincil değerlendirme aşamasından geriye kalan atık ve artıklar olabileceği gibi (Yalınkılıç vd., 1994)

herhangi bir öncelikli amaca yönelik olmadan doğada kendiliğinden yetişen her türlü otsu bitki, çeşitli odunsu atıklar, atık kağıtlar ve odunsu ağaçların yaprakları, birçok tarımsal (örneğin, buğday, pirinç, mısır sapı, muz yaprakları ve kurutulmuş su sümbülü vb.) ve endüstriyel lignoselülozik atık bu mantarların üretiminde kullanılmaktadır (Sanchez, 2004; Poppe, 2000; Sivrikaya, 2000). Yapılan çalışmalar buğday ve çeltik sapı ve samanı, talaş, mısır sapı ve koçanı, ayçiçeği sapları, artık kağıt, şeker kamışı posası, pamuk sapları ve karpelleri, hindistan cevizi lifi, fındık zurufu ve çay atıkları gibi birçok tarımsal artığın *Pleurotus* mantarlarının yetiştiriciliğinde kullanılabileceğini göstermektedir (Bano ve Srivastava, 1962; Ağaoğlu vd., 1992; Erkel ve Işık, 1990; Pekşen, 2001; Doğan ve Pekşen, 2003; Küçükumuzlu ve Pekşen, 2005).

Karadeniz Bölgesi'nde üretimi yapılan tarımsal faaliyetlere ek üretim kaynaklarının araştırılması, çiftçi ailelerinin gelir seviyelerinin iyileştirilmesi çalışmaları içinde, kültür mantarcılığının yaygınlaştırılması konusuna da yer verilmiştir. Bölgede tarım arazi yapısının sınırlı, parçalı ve engebeli olmasının tarımsal faaliyetleri engellemesine karşın bölgenin iklim koşullarının uygunluğu, yıl boyu düşük maliyet ile mantarcılığın yapılabilmesine olanak sağlayabilecektir (Uzun, 1996).

Pleurotus mantar türleri Karadeniz Bölgesi doğal florasında da bulunmaktadır ve bölgenin iklim koşulları bu türlerin üretimi için oldukça uygun olduğu düşünülmektedir. Karadeniz Bölgesi'nde *Pleurotus* yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılabilmesi için öncelikle bölgeye uygun *Pleurotus* türlerinin belirlenmesinin yanında yetiştirme tekniklerinin tespit edilmesine de ihtiyaç vardır. Daha kolay olması nedeniyle bölgede kütük yetiştiriciliğinin yaygınlaştığı ve tercih edildiği görülmektedir. Ancak bu türün ticari üretime kazandırılması her şeyden önce sürekli pazarda bulunabilmesi ile mümkün olacaktır. Bu da kapalı koşullardaki yetiştiriciliğin üreticiye benimsetilmesi ile mümkündür. Yetiştiriciliğinin mevsimlere bağlı olmaması ve açıktakine göre daha kısa sürede verim sağlanması *Pleurotus*'ların kapalı ortamda üretilmesine olan ilgiyi arttıracaktır (Pekşen, 2014).

Bu çalışmada, ana materyal olarak 5 farklı ağaç türüne ait (kavak, kayın, meşe, ihlamur ve kızılağaç) talaş ve katkı maddesi olarak buğday kepeği ve çay atığı kullanılarak hazırlanan farklı yetiştirme ortamlarının *Pleurotus ostreatus* mantarının

verim ve kalitesi (şapka boyutları, protein ve mineral madde içeriği, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi) üzerine etkileri tespit edilmiştir. Çalışmanın amaçlarından biri en yüksek verimin elde edileceği farklı ağaç türlerine ait talaşların belirlenmesi, diğeri ise katkı maddesi olarak buğday kepeği yerine çay atığının kullanım durumunun ortaya konulmasıdır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, bölgemizde bolca bulunan orman ve çay atıklarının değerlendirilmesine, bu atıklardan ekonomik kazanç sağlanmasına ve çevre kirliliğinin önlenmesine katkı sağlaması açısından önemlidir.

1.1.1. *Pleurotus ostreatus*'un Sistematığı

P. Kumm. (Fr.) 1871'de yaptığı sınıflandırma aşağıda verilmiştir (URL-2).

Alem : Fungi

Bölüm : Basidiomycota

Sınıf : Agaricomycetes

Takım : Agaricales

Familiya: Pleurotaceae

Cins : *Pleurotus*

Tür : *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm.

Pleurotus türleri Basidiomycota bölümü, Homobasidiomycetes sınıfı, Pleurotaceae familyası ve *Pleurotus* cinsi içinde yer alır (Thorn vd., 2000; Moncalvo vd., 2002).

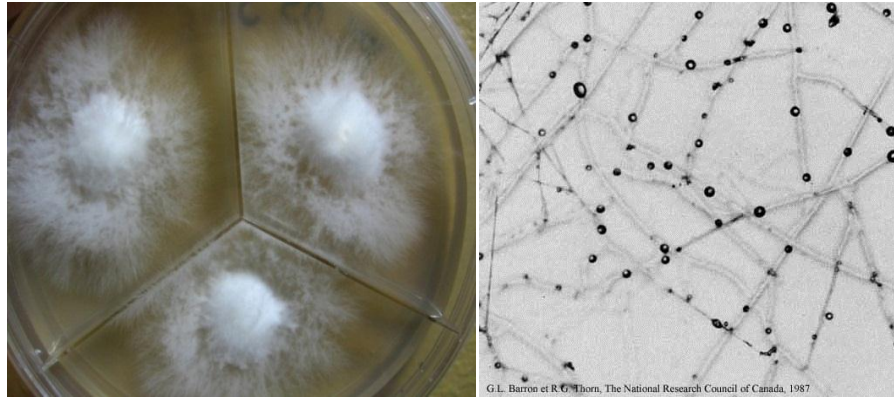
Pleurotus mantarları, oyster mushroom (istiridye mantarı) veya hiratake olarak adlandırılır. Latince "Pleurotus," kulak arkası, "ostreatus" ise istiridye şeklinde olan anlamına gelmektedir (Cohen vd., 2002). Dünyada tropikal, subtropikal ve ılıman bölgelerde doğal olarak yetişen ve kolayca yetiştirilebilen bir mantar türüdür (Akindahunsi ve Oyetao, 2006; Chirinang ve Intarapichet, 2009).

Pleurotus cinsi içinde yaklaşık 20 tür bulunmakta olup, bunlardan bazıları *P. ostreatus*, *P. pulmonarius* (phoenix veya Hindistan istiridye), *P. populinus*, *P. cornucopiae* (dallı istiridye), *P. djamor* (pembe istiridye), *P. eryngii* (kral istiridye), *P. levis*, *P. tuber-regium* (kral tuber), *P. abieticola*, *P. albidus*, *P. opuntiae*, *P. calyptratus*

ve *P. australis* (kahverengi istiridye) olarak sayılabilir (URL-2).

Pleurotus cinsi içerisinde kültürü yapılan önemli türler *P. ostreatus*, *P. florida* ve *P. sajor-caju*'dur. Khan vd. (1981), *Pleurotus* türleri içerisinde en yaygın yetiştiriciliği yapılan türün *P. ostreatus* olduğunu bildirmektedir. Bu mantar türlerinin her birinin ekolojik özellikleri birbirinden farklıdır. *P. ostreatus* türü bu mantarlar içerisinde en fazla üretimi yapılan ve düşük sıcaklıklarda şapka oluşturduğu için kış şartlarında üretilen bir mantar türüdür. Doğu Avrupa da uzun zamandan beri açıkta yetiştirilmektedir. Avrupa ülkelerinde sevilerek tüketilen mantar türleridir (URL-1).

P. ostreatus en bilinen türlerinden biri olup, yaprak döken ağaç kütüklerinde, özellikle kayın (*Fagus sylvatica*) kütüklerinde yelpaze şeklinde, mavimsi gri bazidiokarpların kümelerini oluştururlar. *P. ostreatus*'ta gelişme gymnokarpik ve monomitik yapıda olmakla birlikte, bazı diğer türlerde, örneğin, *P. tuberregium*, iskelet hifleri mevcuttur. Bazı türler tallik artirik anamorf gelişme gösterirken, örneğin, *P. cystidiosus* gibi diğer bazılarında konidioforlar synnematal bulunmaktadır (Şekil 1). Bazı türleri, *P. ostreatus* gibi odunu ayrıştırırken, *P. tuberregium* gibi türleri senematot patojeni (nematophagous) olarak bilinmektedirler (Barron ve Thorn, 1987; Hibbett ve Thorn, 1994; Thorn vd., 2000).



Şekil 1. *Pleurotus ostreatus* hif formunun makroskobik ve mikroskobik görünümü (URL-3; URL-4).

1.1.2. *Pleurotus ostreatus*'un Morfolojik Özellikleri

Pleurotus türleri (oyster mushrooms) yanal, katlar halinde oluşan, sapsız ya da genelde merkezi olmayan sapa sahip lamelli basidiokarplı mantarlardır. Şapkası;

yelpaze, midye kabuğu gibi yayvan kavisli, kenarı her tarafta içeri kıvrıktır. Olgunlaşınca güderi ya da zeytini yeşil renk alır ve birbiri üzerinde sıralar halinde dizili şekilde bulunur. Lamelleri beyaz, sap üzerinde belirgin devam edip ağ gibi birleşir. Sap kısmı yandan birleşik yok denecek kadar kısa ve kalındır (Şekil 2). Sap sarımtırak beyaz, dip kısmı tüylü ve yünlü gibi olup, içi doludur. Etli kısım gençken yumuşak, kuruyunca ve yaşlanınca sertleşir (URL-1).



Şekil 2. *Pleurotus ostreatus* mantarının morfolojik görünüşleri (URL-3; URL-5).

Pleurotus türlerinin çoğu odunda beyaz çürüklüğe neden olur. Yapraklı ağaç gövdeleri, kütükleri, tomrukları ve direkleri üzerinde kümeler halinde bulunur. Ağaç gövdelerinin daha çok yaralı kısımlarında ve budaklarında yetişir. Yetiştirme zamanı doğal ortamda genellikle ilkbahar ve sonbahar mevsimidir. Ancak kapalı mekanlarda yılın her ayı yetiştirilebilir.

1.1.3. *Pleurotus ostreatus* Mantarının Besin Değeri ve Tıbbi Özellikleri

Odun tahripçisi saprofit bir fungus olan *Pleurotus* türleri insan sağlığı açısından yüksek besin değeri ve tıbbi özelliklere sahip olmasıyla, yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı ülkelerde temel gıda maddeleri arasında yer almaktadır (Oei, 1996).

P. ostreatus'un besin içeriği olarak toplam protein % 1,91, çözülebilir protein % 0,56, C vitamini 2,3 mg/100 g, aminoasitler 304 mg/100 g, toplam şeker 490 mg/100 g ve invert şeker 31 mg/100 g olarak bildirilmektedir.

İstiridye mantarı, nişasta içermeyen karbonhidrat, yüksek oranda diyet lifi ve makul miktarlarda esansiyel aminoasitler, mineraller ve vitaminleri ihtiva eden protein içerikleri nedeniyle insan beslenmesinde çok iyi bir diyet ürünüdür (Croan, 2004). Düşük kalori ve yağ içeriğinin yanı sıra zengin protein, vitamin, kitin ve mineral içeriği nedeniyle sağlıklı bir gıda olduğu bildirilmektedir (Akindahunsi ve Oyetayo, 2006; Manzi vd., 1999). Bu nedenle özellikle obezitede, şeker ve hipertansiyon hastalarında, çok az sodyum içeriği nedeniyle nefrit ve kalp rahatsızlığı olanlarda tüketimi tavsiye edilmektedir (Pekşen, 2013a).

Kayın mantarları diyet lifleri yanı sıra diğer değerli besin maddeleri açısından da iyi bir besin kaynağıdır. İçerdiği Ca, P, Fe gibi mineral maddeler, sığır ve tavuk etinde bulunanın iki katına yakındır. Solomko ve Eliseeva (1988), içeriğinde vitamin B1 (thiamin), B2 (riboflavin), B5 (niasin), B6 (piridoksin ve B7 (biotin) ihtiva ettiğini bulmuşlardır. *Pleurotus* türleri, mantar türleri içinde en fazla B1 ve B2 vitaminine sahip olup, diğer sebzelerle karşılaştırıldığında 10 kat daha fazla B3 vitamini içermektedir (İlbay, 1995).

Jwanny vd. (1995) özellikle gelişmiş ülkelerde yüksek kolesterol ve doymuş yağlardan oluşan hayvansal ürünlerin fazla miktarda tüketimi sonucu oluşan sağlık sorunlarının çözümü olarak beslenme düzeninin acil ve radikal olarak değiştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bunun da bitkisel ürünlerle ve özellikle de mantarlarla sağlanabileceğini bildirmişlerdir.

Pleurotus mantarları antibiyotik, antiviral, antibakteriyel, bağımsıklık sistemini güçlendirici, antitümör, antikolesterol ve antioksidant özelliklere sahiptir (Cohen vd., 2002).

Pleurotus türleri, önemli miktarda β -glukan içermesi nedeniyle tıbbi olarak da ilgi çekmektedir (URL-6). Mantardaki β -glukanlar, bağımsıklık sistemini güçlendirmekte, kanser hücrelerinin gelişimini engellemektedir. Sonuç olarak kanser tedavisinde, bağımsıklık sistemi hastalığında ve ilaç tedavisinden sonra bağımsıklık sisteminin yeniden oluşumunda uyarıcı etki yapmaktadırlar (Daba ve Ezeronye, 2003). *P. ostreatus* ekstraktının sıçanlarda CCl₄ ile uyarılan hepatotoksisteyi hafiflettiği rapor edilmiştir (Jayakumar vd., 2006).

Yapılan çalışmada mantar türlerinin hipoglisemik ve hipokolesterolemik dahil olmak üzere çeşitli tıbbi özelliklere sahip oldukları bildirilmektedir (Francia vd., 1999; Konno vd., 2001). Khatun vd. (2013) tarafından *P. florida* mantarı kurusunun albino farelerin gelişimleri üzerine etkisi çalışılmış, diyabetik ratlarda *P. florida* mantarının kan şekeri ve kolesterol seviyesini düşürdüğü belirlenmiştir. Çalışmada hipoglisemik ve hipokolesterolemik etkinliğinin varlığına dikkat çekilmiştir.

Antioksidanların dahil olduğu beslenme faktörleri, diabetes mellitus ve onun komplikasyonlarının tedavisinde büyük bir etkiye sahiptir (Alberti vd., 1997; Packer vd., 2000). Packer vd. (2000) tarafından uygun antioksidanların varlığının bir dereceye kadar, diyabetik komplikasyonları geciktirdiği belirtilmiştir.

Pleurotus türleri iyi bir lovastatin üreticisidirler ve dolayısıyla doğal kolesterol düşürücü etkiye sahiptirler (Gunte-Cimerman, 1999; Cohen vd., 2002).

Bonatti vd. (2004), muz ve çeltik sapı üzerinde yetiştirilen *P. sajor-caju* ve *P. ostreatus* mantarlarının bazı besin özelliklerini değerlendirmişlerdir. *P. sajor-caju* çeltik sapı üzerindeki nem ve lif içeriği (sırasıyla, % 88,08 ve 9,60), muz sapına (sırasıyla, % 83,17 ve 7,60) göre daha yüksek bulunmuştur. *Pleurotus* mantarlarının protein miktarı (% 1,54-3,10) çeşitli sebzelerde belirlenen değerlere benzer ve hatta yüksek bulunduğu, fakat yumurta, et ve peynirden daha az olduğu belirlenmiştir.

1.1.4. ay Atığının zellikleri ve Kullanımı

Türkiye’de üretilen çayın büyük bir kısmı Karadeniz Bölgesinde üretilmektedir. ay Karadeniz’in en önemli tarımsal ürünlerinden biridir ve aynı zamanda halkın geçim kaynağıdır.

Siyah ay üretimi sırasında p, lif ve tozdan oluşan katı atıklar ortaya çıkmaktadır. Siyah ayda atık madde oranı % 3-5 dolayında olması gerekirken ülkemizde bu oran yaş çay yapraklarının standartlara uygun toplanmaması ve çay tarımı yapılan topraklara gereğinden fazla azotlu gübre verilmesi nedeniyle 2-3 kat daha artarak % 17'nin üstüne çıkmaktadır (Kacar, 1987).

Kütük vd. (1995), çay atığının bazı kimyasal özelliklerini belirledikleri çalışmada, pH'sını (1:10) 5,35, organik madde miktarını % 93,70, toplam N miktarını % 2,68, toplam P miktarını % 0,15, toplam Fe miktarını 7,79 ppm, toplam Zn miktarını 28,83 ppm ve toplam Cu miktarını 49,77 ppm olarak belirlemişlerdir.

Organik gübre olarak değerlendirilmesinde önemli bir potansiyele sahip olan çay atığı, organik madde, toplam N ve K bakımından zengin, P bakımından ise fakir bir atık ürün olduğu bildirilmiştir (Kacar vd., 1996).

ay atıkları kendi ağırlığının 2,6 katı kadar su tutma özelliğine sahiptir (Kütük vd., 1995). Tuzluluk oranı düşük ve pH değeri asit karakterdedir. Bu nedenle pH’sı yüksek olan alanlarda kullanılmasının toprak pH’sını düzenlemede yardımcı olabileceği düşünülmektedir. ay atıklarının belirli oranlarda karıştırıldıkları yetiştirme ortamlarında da başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Kütük, 2000).

ay atığının içeriği incelendiğinde, ülkemizde en önemli organik madde kaynağı olan ahır gübresinden organik madde ve toplam N bakımından zengin olduğu görülmektedir. Ancak C/N oranının yüksek (26:1) ve özellikle P kapsamının düşük olması nedeniyle doğrudan toprağa uygulamak yerine bu atığın zenginleştirilmiş formunun kullanılması önerilmektedir (Kacar vd., 2004).

Ülkemizde oldukça büyük bir potansiyele sahip olan çay atıklarından gerektiği şekilde yararlanılamamaktadır. Bu atıklar ya yakılarak ya da çürümeye bırakılarak büyük çevre problemleri yaratmaktadır. Çay atıklarının organik gübre olarak kullanılması konusunda yapılan çalışmalar bu atıkların tarımda değerlendirilebileceğini göstermektedir (Kacar vd., 1980; Yalınkılıç ve Türker, 1992). Ancak bu materyal mantar yetiştiriciliğinde değerlendirildiğinde hem protein bakımından zengin bir ürün elde edilmesi hem de atık kompostun gübre olarak kullanılması söz konusudur. Çay atıklarının mantar yetiştiriciliğinde kullanılıp kullanılmayacağı ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmış ve farklı mantar türlerinde kompost ya da örtü toprağı gibi farklı amaçlar için kullanılabileceği ortaya konulmuştur (Uzun, 1996; Baysal vd., 2003; Doğan ve Pekşen, 2003; Gülser ve Pekşen, 2003; Çolak vd., 2007; Yakupoğlu ve Pekşen, 2008; Pekşen ve Günay, 2009; Pekşen ve Yakupoğlu, 2009; Yakupoğlu ve Pekşen, 2011).

1.1.5. Mantarın Biyoaktif Özellikleri

1.1.5.1. Antioksidan Aktivite

Literatürde doğal ürünlerin ve mantarın antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde kullanılan pek çok antioksidan yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemlerin esasları çeşitli yollarla oluşturulmuş oksidasyonu ve oluşumunu önlemek, durdurmak, radikalik zincir reaksiyonları durdurmak veya bir dereceye kadar azaltabilmektir. *In vitro* olarak yapılan antioksidan aktivitenin ölçülmesinde tek elektron transferine dayalı olan yöntemler (toplam fenolik madde miktarı, FRAP, TEAC, DPPH, CUPRAC vb.) ve hidrojen atomunun transferine (TRAP, ORAC vb.) dayalı yöntemler kullanılmaktadır (Porgal ve Büyüktuncel, 2012; Can, 2014).

Mantarların besin olarak tüketilmesi yanı sıra, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip olmaları ve bunların ilaç sektöründe yaygın olarak kullanılmaları popüleritelerinin artmasına neden olmuştur. Son yıllarda, mantarların fitokimyasal analizleri ve biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmaların yaygınlaştığı görülmektedir.

Elmastas vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada *Agaricus bisporus*, *Polyporus squamosus*, *Pleurotus ostreatus*, *Lepista nuda*, *Russula delica*, *Boletus badius* ve *Verpa conica* mantarörneklerinin metanolik ekstraktlarında; indirgeme gücü, serbest radikal süpürme, superoksit anyon radikal süpürme, toplam antioksidan aktivite ve metal çelatlama aktivitelerini içeren farklı sistemlerde antioksidan aktiviteleri analiz edilmiştir. Bu aktivitelerin her biri α -tokoferol (vitamin E), bütillenmiş hidroksi toluen (BHT), bütillenmiş hidroksi anisol (BHA) gibi antioksidan madde aktiviteleri ile karşılaştırılmıştır.

Ruiz-Rodriguez vd. (2010), buğday samanı ortamına % 0,25, 50, 60, 70, 80 ve 90 oranlarında zeytin pirinası ilave ederek hazırladıkları ortamlarda yetiştirdikleri *Pleurotus* cinsine ait 7 ırkın antioksidant aktivitesini belirlemişlerdir. Toplam fenolik içeriğin 0,13-0,22 mg GEA/g taze şapka arasında değiştiği ve ortamlar arasında önemli bir fark olmadığı saptanmıştır. Ayrıca zeytin pirinasında belirlenen hiçbir içeriğin şapkada bulunmadığı tespit edilmiştir. *Pleurotus* şapkalarından elde edilen DPPH değerinin % 45-70 arasında değiştiği, sadece *P. pulmonarius* P17 ırkının DPPH değerinin yaklaşık % 80 olduğu belirlenmiştir.

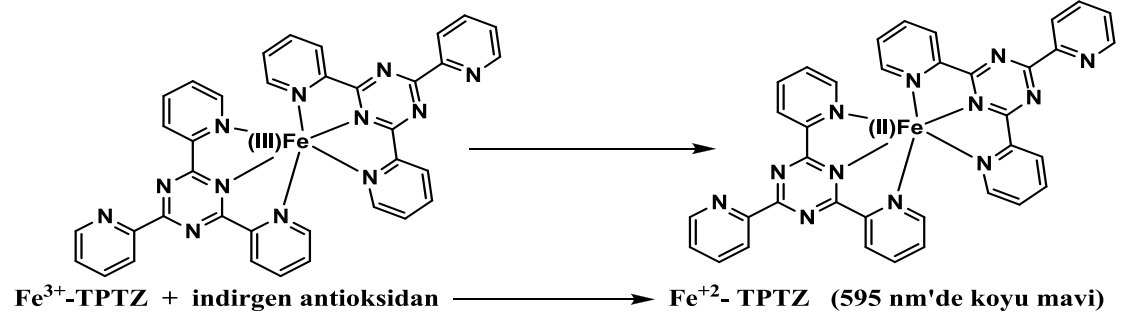
1.1.5.2. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Yöntem mantarda bulunan fenolik maddelerin Folin Ciocalteu reaktifi ile renkli kompleks oluşturması esasına dayanan Folin (Singleton ve Rossi, 1965; Singleton vd., 1999) metodu doğal ürünlerde toplam fenolik madde ölçümü için en çok kullanılan yöntemdir. Oluşan mor menekşe renkli kompleks 760 nm'de maksimum absorbans oluşturur. Bu rengin spektrofotometrik ölçümü ile toplam polifenolik madde miktarı tespit edilir.

1.1.5.3. Demir (III) İndirgeme/ Antioksidan Güç -FRAP

FRAP yöntemi, doğal ürünlerin antioksidan kapasitelerinin tayininde en sık kullanılan yöntem olup antioksidan maddelerin Fe(III)- TPTZ kompleksinde bulunan demir (III) iyonunun indirgenmesi esasına dayanan ve hidrojen transferine dayanan bir yöntemdir (Şekil 3). Metot ilk olarak Oyaizu (1986) tarafından geliştirilmiş ve sonra

(Benzie ve Szeto, 1999) tarafından modifiye edilmiştir. Çözeltide bulunan antioksidan maddeler tarafından indirgenen Fe (III) 593 nm’de absorbas verir, absorbas ne kadar yüksek olursa antioksidan aktivite o kadar yüksektir. Sonuçlar FeSO₄.7H₂O gram numune değeri cinsinden ifade edilir.

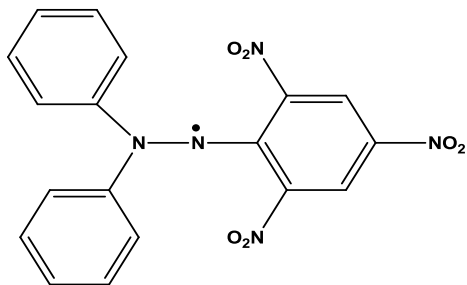


Şekil 3. Demir (III)'ün indirgenme reaksiyonu.

1.1.6. Serbest Radikal Temizleme Antioksidan Tayini

1.1.6.1. DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi

DPPH (2, 2- difenil-1-pikrilhidrazil) sentetik olarak üretilen bir radikal olup 517 nm’de maksimum absorbands oluşturur (Cuendet vd., 1997) (Şekil 4). Antioksidan madde veya maddelerle muamele edildiğinde DPPH’tan kaynaklanan mor rengin şiddeti azalarak absorbandsın düşüşüne sebep olmaktadır. Gerek standartlarla gerekse numunelerle reaksiyona giren DPPH reaktifinin oluşturduğu absorbands değişimi 517 nm’de ölçülüp absorbandslara karşılık gelen konsantrasyonlar grafiğe geçirilir.



Şekil 4. DPPH (2, 2- difenil-1-pikrilhidrazil) radikalın formülü

1.1.7. Antimikrobiyal Aktivite

Günümüzde enfeksiyonlara karşı antibiyotikler kullanılmaktadır. Ancak antibiyotiklerin sık kullanımı patojen mikroorganizmaların direnç kazanmasına ve antibiyotiklerin etkilerinin giderek azalmasına neden olmaktadır. Son yıllarda bitki ve mantar ekstraktlarının antimikrobiyal özelliklerinin ortaya konulmasına yönelik çalışmalar yoğunluk kazanmıştır.

Antimikrobiyal aktivite demek, bir antimikrobiyal ajanın belli bir mikroorganizmaya (virüs, bakteri, maya ya da küf mantarı türüne) karşı yarı-kantitatifin-vitro bakterisit (öldürücü) ya da bakteriyostatik (üremeyi durdurucu) etkinliği anlamına gelmektedir. Bu etkinliğe sahip maddelere antimikrobiyal madde denilmektedir. Bakterilere karşı etkili olan maddelere antibakteriyel, virüslere karşı etkili olan maddelere antiviral, mantarlara karşı etkili olan maddelere ise antifungal madde adı verilmektedir. Bu amaçla yapılan testlere antimikrobiyal aktivite tayin testleri denilmektedir. Bu amaçla kullanılan çeşitli metotlar bulunmaktadır. Bunlardan biri agar kuyucuk diffüzyon yöntemi ve bir diğeri ise agar disk diffüzyon yöntemidir. Bu yöntemlerde antimikrobiyal maddenin etkinliği, katı (agar) ortamda gözle görülebilir bir engelleme (inhibisyonun) zonunun cetvel yardımıyla ölçülmesi ile saptanır. Alınan ölçüm değeri ise etkinlik var ya da yok şeklinde belirlenir. Etkinlik varsa bu değer inhibisyon zonu çapı ile ölçülmüş olup göreceli bir test yöntemidir.

Antimikrobiyal aktivite değeri yüksek (inhibisyon zon çapı >10-20 mm gibi) olduğunda ve madde içeriği net biliniyorsa (kuru ağırlık olarak gram ya da mikrogram cinsinden) etkinliğin doz seviyelerini belirlemek amacıyla sıvı dilüsyon metodu test edilir. Bu yöntemle etkinlik doz seviyeleri minimum inhibisyon maddde miktarı (MIC) µg/mL düzeyinde) belirlenmiş olur. Bu yöntemle de sadece maddenin etkili olup olmadığı ve bu etkenin doz seviyeleri belirlenmiş olur. Bir sonraki aşamada ise bakterisit mi yoksa bakteriyostatik olarak mı etkili olduğunu belirlemek için minimum bakterisidal etkinlik (MBC) deneyi yapılır. Böylece maddenin seçilen mikroorganizmayı öldürüyor mu yoksa üremesini mi durduruyor belirlenmiş olur. Klinikte antimikrobiyal tedavinin, duyarlılık test sonuçlarına göre belirlenmesi esastır.

Bu testlerin belirlenmesi amacıyla bir dizi gram pozitif, gram negatif, gram almayan bakterilerin, maya ve küf mantarlarının temsilcileri olan, alanının uzmanları tarafından tüm dünyada kabul edilen standart mikroorganizmalar seçilir. Antimikrobiyal aktivitesinin olabileceği düşünülen maddeler bu mikroorganizmalara karşı olan etkinlikleri test edilir. Belirlenen etkinlik değerinin yüksekliği, antibiyotik madde olabilme potansiyelinin varlığını göstermektedir (NCCLS, 1998).

1.1.8. Mineral Maddeler ve Biyolojik Önemleri

Ağır metal terimi fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm^3 'ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Düşük konsantrasyonda esansiyel özelliklerde olan fakat yüksek konsantrasyonlarda toksik etki gösteren geçiş elementleri, metabolik aktivite için genelde gerekli olmayan, fakat oldukça düşük konsantrasyonlarda hücrede toksik etki yapan metaloitler genelde ağır metal olarak isimlendirilir (Karadede, 1997). Başlıca ağır metaller Fe, Mn, Zn, Ag, Sb, Be, As, Cr, Cu, Pb, Cd, Ni, Se, Hg, U, V ve Ti'dir. Bu elementlerden özellikle Cr, Hg, Pb ve Cd elementlerinin insan vücuduna düşük miktarlarda bile girmesi halinde yüksek toksit etkileri nedeniyle hastalıklara hatta ölümlere neden olabilirler (URL-7; URL-8).

Ağır metaller doğada maden cevheri olarak bulunurlar; insan aktiviteleri ve endüstriyel kullanımları sonucu çevreye salınırlar. Ağır metaller organizma tarafından ağız, solunum ve deri yolu ile alınabilmekte ve alındıkları yol, birikim gösterecekleri dokunun türünü etkilemektedir. Birçok metal, insan ve hayvanlar için esansiyeldir. Esansiyel olanlar, eksikliklerinde olduğu gibi fazla miktarlarda alındıklarında da vücut homeostasını bozarak toksik etki oluşturabilirler. Bu etkileri ağır metal türüne göre değişmekle birlikte, genel olarak metabolizma içinde fonksiyonu olan eser elementlerin yerine geçerek hücrede eser elementlerce yapılan işlemleri durdurdukları, serbest radikal ile hücre zarı geçirgenliği bozdukları bildirilmektedir (Bigersson vd., 1988; Tezcan ve Tezcan, 2007).

Çalışmada ISPO-ES analizi ile bakılan 10 elementin kimyasal ve biyolojik önemi aşağıda özetlenmiştir. Bunlar sırasıyla atom numarası küçükten büyüğe doğru alüminyum (Al), krom (Cr), mangan (Mn), demir (Fe), kobalt (Co), nikel (Ni), bakır

(Cu), çinko (Zn), kadmiyum(Cd)ve kurşun (Pb) elementleridir.

Alüminyumun (atom nosu 13), hemen hemen tamamı +3 değerlikli bileşikler yapan, doğada oksijen ve silisyumdan sonra en bol (yer kabuğunun % 8'ini) bulunan elementtir. Bu nedenle Al genel olarak zararsız bir bileşen olarak bilinmektedir, ancak iyon olarak adlandırılan suda çözünen formları zararlı etkilere neden olmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarına maruz kalındığında sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Sinir sistemi üzerine güçlü bir nörotoksik madde olduğu belirlenmiştir. 1973 yılında ise alzheimer (AD) hastalarının beyinlerinde Al miktarının arttığı tespit edilmiştir. Sindirim sisteminden direk kana geçen Al miktarı, % 1'den azdır. Al normal yollarla sindirim sisteminden alındıktan sonra serumda çok az miktarlarda bulunmakta (1-2 µg/L) olup, büyük bir kısmı kemik ve akciğer olmak üzere çeşitli dokularda depolanmaktadır (Dökmeci ve Dökmeci, 2005; Flaten, 2001; Krewski vd., 2007).

Krom (atom no 24), doğada bileşik halinde yaygın bulunur. Çok sert bir metaldir, toz hali oldukça aktiftir. Vücutta insulin hareketini sağlayarak karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkileyen Cr, havada > 0,1 µg/m³ ve kirlenmemiş suda ortalama 1 µg/L bulunur. Birçok toprakta az miktarda Cr (2 - 60 mg/kg) bulunurken, kirlenmiş bazı topraklarda bu değer 4 g/kg'a kadar çıkmaktadır. Günde ortalama Cr alımı 30-200 µg'dır. Günde 250 µg'a kadar alınan Cr'un vücut sağlığına zararı yoktur ve yetişkin bir insanda günlük krom ihtiyacını karşılar (URL-9; Tezcan ve Tezcan, 2007; Nordberg vd., 2007).

Mangan (atom nosu 25), doğada her yerde bulunabilen çok yaygın bir bileşendir. Mn, gerekli toksik üç iz element arasında yer almaz. İnsan vücudunda çok yüksek konsantrasyonlarda bulunursa toksiktir. Mn insan vücudundaki absorpsiyonundan sonra kan yolu ile karaciğer, böbrek, pankreas ve endokrin bezlerine taşınır. Lipid ve karbonhidrat metabolizması, kemik ve doku oluşumu ve üreme fonksiyonları için gereklidir (URL-9; Tezcan ve Tezcan, 2007).

Demir (atom nosu 26) doğada bileşikler halinde bulunur ve yer kabuğunda %4,7 oranında Al'dan sonra en bol bulunan elementtir. Fe birçok canlı için esansiyel bir element olup, yaşamsal öneme sahiptir. Elektron alıp verme özelliği nedeniyle oksijen

taşınması, enerji yapımı, DNA, RNA ve protein sentezinde yer alır. Birçok enzimin yapı ve fonksiyonu için gereklidir. Bu nedenle mukoza hücrelerinde yer alan Fe insan sağlığı için çok büyük önem taşır. İnsan vücudunda yaklaşık kadınlarda 2,45 g, erkeklerde 345 g demir bulunur. Bunun % 60-70 kadarının hemoglobinde olduğu, geri kalanının kaslarda, enzimlerde, karaciğer, dalak ve kemik gibi organlarda bulunduğu bilinmektedir. Günlük Fe ihtiyacı 10-15 mg'dır, eksikliğinde ve fazlalığında çeşitli hastalıklara neden olmaktadır (Thomas ve Gillham, 1989; Tezcan ve Tezcan, 2007).

Kobalt (atom no 27) yer kabuğunun yalnızca % 0,001'ini oluşturmaktadır. Doğada kararlı izotopu olan Kobalt-59 yaygın bulunmaktadır. Yer ve gök taşı kökenli nikelli demir de, doğal sularda, toprakta, az miktarda bitkilerde ve hayvanlarda bulunur. Kırmızı kan hücrelerini üretimi ve sinir düzenlenmesinde kullanılan B12 vitaminin merkez yapıtaşıdır. Bu güne kadar bilinen en etkili biyokatalizördür. İnsan için günlük kobalt ihtiyacı 5 µg kadardır. Co eksikliğinde anemi riski artar. Co, hayvansal ve mikrobiyolojik teknikle üretilen besinlerle alınabilir. Co'nun vücuttaki normal miktarı 80-300 µg'dır ve kırmızı kan hücrelerinde, karaciğerde, dalakta, böbrekte ve pankreasta depolanır. Et, karaciğer, böbrek, midye, istiridye, süt, balık ve deniz yosunları ve daha düşük miktarda olmakla beraber kara sebzelerinde (bakla tohumu, ıspanak, lahanası, salata, pancar, incir) bulunur (URL-10; URL-11; Tezcan ve Tezcan, 2007).

Nikel (atom no 28) doğada bileşikler halinde bulunur. Vücudun Ni yükü 10 mg'dan azdır. Oral yolla alınan Ni, başlıca gastrointestinal sistemle atılır. Normal durumlarda idrardaki Ni miktarının 30 mg/l'nin altında olduğu bildirilmiştir. Aşırısı başlangıçta baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı, kusma, göğüste ağrı, kuru öksürük, soğuktan ve nefes darlığına neden olur. İleri evrelerde göğüs sıkışması, kuru öksürük, kusma, bilinç kaybı ve ölüm görülebilir. Bitkiler açısından toksik etki gösterirken, hayvanlarda iz elementi olarak bulunması gerekir (Tezcan ve Tezcan, 2007; Nordberg vd., 2007; Kahvecioğlu vd., 2009).

Bakır (atom no 29) doğada serbest ya da bileşikler halinde bulunur. Vücudun günlük Cu ihtiyacı 1,5-3 mg arasında değişmektedir. Cu bileşikleri genellikle suda çözünürler. Fe ile birlikte hemoglobini meydana getirir. Birçok enzimin yapısında yer alması nedeniyle insan ve hayvan metabolizması için mutlak gerekli olan bir iz

elementtir. Kalp çalışmasını düzenler. Bakır vücutta zor emilen bir element olup, besinlerdeki Cu'nun ancak % 5'i emilebilmekte, eksikliğinde kansızlık ve kemik yapımında bozulmalar görülmektedir. Toksikitesi nadiren bildirilmekte olup, fazlalığında Alzheimer'a neden olduğu konusunda yayınlar bulunmaktadır (Tezcan ve Tezcan, 2007; Nordberg vd., 2007).

Çinko (atom nosu 30), yer kabuğunda % 0,013 oranında olduğu tahmin edilmektedir. Günlük ihtiyaç 15 mg kadardır. Zn ve tuzları zehirli olup, yemek kaplarında kullanılmazlar. İnsan ve hayvanlarda olduğu gibi bitkilerde de çok çeşitli ve önemli metabolik işlevlere sahiptir. Zn bağışıklık sistemini güçlendirir. Protein ve karbonhidrat sentezine katılmasının yanı sıra, enzim aktivasyonu, fotosentez, solunum ve biyolojik membran stabilitesi üzerine etkileri nedeniyle hücrede oluşan ürün miktarı ve kalitesini direk olarak etkiler. Kırmızı ette, süt ürünlerinde, deniz ürünlerinde, sebze ve meyvelerde bulunur (Rout ve Das, 2003; Tezcan ve Tezcan, 2007).

Kadmiyum (atom numarası 48) biyolojik fonksiyonlar için gerekli olmayıp, insan, hayvan ve bitkiler için oldukça zehirli bir elementtir. Cd partikülleri yere veya suya düşmeden havada çok uzun mesafeler alabilen, toprağa sıkı bir şekilde bağlanabilen ve suda çözünebilen, ancak parçalanmayan bir elementtir. Dünya Sağlık Örgütü'nün bildirdiğine göre haftalık 0,4-0,5 mg (60 kg'lık insan için) tolere edilebilir miktar olarak kabul edilmektedir. Vücuda alınan Cd'un % 3-8'i özellikle ciğerlerde, böbreklerde ve gastrointestinal sistemde birikerek etki eder. Uzun süreli düşük dozlarda Cd teması kemik kaybına yol açar (Tezcan ve Tezcan, 2007).

Kurşun (atom no 82) yumuşak, mavimsi beyaz bir metaldir. Canlı vücuduna alınan Pb dışarı atılmayıp birikir, proteinler üzerindeki sülfidril, fosfat ya da karboksil köklerine bağlanarak enzimleri etkisizleştirir. Ca, Zn ve Fe ile etkileşir. Yer kabuğunda bulunma sıklığı 12,5 g/t olup, doğal olarak bulunabilen metaller arasındadır. İnsan vücudundaki Pb miktarı tahmini ortalama olarak 125-200 mg civarındadır ve normal koşullarda insan vücudu normal fonksiyonlarla günde 1-2 mg kadar kurşunu dışarı atabilme yeteneğine sahiptir. Kurşun bir nevi nörotoksindir ve anormal beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarını bozar. Hücre zarlarını etkiler, sinirsel iletiyi bozar, hücrenin redoks olaylarını etkiler ve nükleotid metabolizmasını bozarak çoklu sistem hasarı

oluşturur. İçme suyunda izin verilen güvenlik sınırı milyarda 15 kısımdır ve günlük yiyeceklerle 1-4 mikrogram alındığı varsayılır. Kapalı mekanda metreküpte 50 mikrogram üst sınırdır (URL-3;Tezcan ve Tezcan, 2007; Nordberg vd., 2007). Pb, genel olarak proksimal hücre çekirdeklerinde birikerek DNA, RNA ve protein sentezini uyararak (adenokarsinom) kanserojen etki gösterir (Bu vd., 2011; Lavranos vd., 2012).

Yabani olarak yetişen birçok mantar türünün özellikle kadmiyum, civa, kurşun ve bakır gibi eser elementleri diğer gıda kaynaklarına oranla daha yüksek miktarlarda biriktirdikleri saptanmıştır. Mantarlardaki eser element birikimleri, mantarın türüne ve yetiştiği ortama bağlı olarak farklılıklar gösterir. Yabani yetişen türleri ile kıyaslandığında, eser element birikimi kültür mantarlarında daha azdır (Kalac ve Svoboda, 2000).

1.2. Literatür Özeti

Kültürü yapılan mantar türleri arasında, *Pleurotus* türlerinin çok çeşitli lignoselülozik tarımsal ve endüstriyel artıkları geniş enzim sistemiyle parçalayabilmesi ve bu artıklar üzerinde kolonizasyonu başarabilmesinden dolayı mantar türleri arasında en marifetli grubu oluşturmaktadır (Patrabansh ve Madan, 1997).

Yetiştirme ortamlarının mantarın verim ve kalitesi üzerine etkileri farklıdır (Ponmurugan vd., 2007). Mantar yetiştirme ortamının hazırlığında kullanılan atıklar bölgelere ve ülkelere göre farklılık göstermektedir. Bundan dolayı farklı mantar türlerinin değişik tarımsal atıklarda üretilebilirliği konusunda birçok çalışma yapılmıştır.

Talaş, Amerika Birleşik Devletlerinde mantar üretiminde kullanılan en popüler ana maddelerden birisidir (Royse, 2001). Günümüzde kavak, meşe, çam, kayın, akçaağaç, huş gibi ağaç türlerinin talaşı, hububat samanı, mısır koçanı, çay artığı, kahve pulpu, ayçiçeği tohum kabuğu, pamuk tohumu atıkları gibi birçok tarımsal atık mantar yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir (Lin vd., 1993; Chen vd., 2001; Curvetto vd., 2002).

Zadrazil ve Dube (1993), gelişmekte olan ülkelerde yenilebilir mantar

endüstrisinin gereksinimleri, çevresel gelişimi ve biyoteknoloji alanında *Pleurotus*'un kullanımını tartışmışlardır. *Pleurotus* üzerinde yapılan çalışmalar tarımsal ve orman atıklarını kullanarak yetiştirilmesi esasına dayanmaktadır. *Pleurotus* türlerinin tahıl sapı, talaş, ağaç kütüğü ve çay yapraklarını içeren çok sayıdaki tarımsal atıkta geliştirebileceğini, soya fasulyesi unu gibi protein katkı maddelerinin yetiştiricilikte verimi arttırmak için kullanılabileceğini ve bu türlerin aynı zamanda polisiklik aromatik hidrokarbon, polisiklik klorinat bifenol ve gaz kirleticiler gibi çevreyi kirleten maddelerin azaltılmasında da kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Bano ve Srivastava (1962), *Pleurotus* türlerinin üretiminde pirinç kavuzu, sorgum kavuzu, testere talaşı, çeltik sapı ve bunların karışımlarından oluşan ortamları, Kostadinov vd. (1972) ise parçalanmış mısır koçanı substratının kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Zadrazil ve Schneiderei (1972) *Pleurotus* türlerinin yetiştiriciliğinde misel gelişimi için sıcaklığın maksimum 30 °C olduğunu, fruktifikasyonun ise 19-25 °C'de gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, 30 lux'un altındaki yetersiz ışıklandırmanın sapın uzamasına neden olduğunu, 100 lux ve daha fazla ışığın ise sapın daha küçük ve şapkanın daha geniş bir yapı kazanmasını sağladığını ifade etmişlerdir.

Zadrazil (1973), 25 kg'lık substrat içeren plastik torbalara % 3 oranında *P. florida* miselinin yeterli olduğunu ve substrat yaş ağırlığının yüzdesi olarak 1. flaşta % 20,6, 2. flaşta da % 4,2 verim alınabileceğini belirtmiştir.

Işık vd. (1976), Fransa'da bulunan Bordo Mantar Araştırma İstasyonu'nda *Pleurotus* yetiştiriciliğinde % 40 buğday samanı, % 40 parçalanmış mısır koçanı ve % 20 öğütülmüş meşe ağacı kabuklarının kullanıldığını bildirmişlerdir.

Aksu (1981), *P. ostreatus*'un misel üretimi için kullanılacak ortamlardan buğday, mısır, arpa ve yulaf danelerinin misel gelişimi üzerine etkilerini incelemiş, en iyi misel gelişiminin mısır ve buğday danelerinde oluştuğunu tespit etmiştir. Bununla birlikte çalışmada buğdayın mısıra göre daha küçük daneli oluşu nedeniyle daha fazla inokülasyon noktası oluşacağından, buğdayın mısırdan daha uygun materyal olduğu

bildirilmiştir.

Svaprakasam ve Kondaswary (1981), *P. sajor-caju* yetiştiriciliğinde artık kâğıtlar, şeker kamışı posası, mısır koçanı, çeltik samanı, hindistan cevizi perikarp artıkları ve ağaç kabuklarının kullanılabilceğini belirtmişlerdir.

P. sajor-caju'nun yetiştiriciliğinde kullanılmış çay yapraklarından hazırlanan ortamların kullanılabilceği ve bu ortamın ekonomik olduğu tespit edilmiştir (Bisht ve Harsh, 1983).

Kopinski (1988) alkol fabrikası artığı, nişasta fabrikası atık suyu, şeker pancarı melası ve bayat ekmeğın uygun bir şekilde hazırlandıktan sonra *Pleurotus* yetiştiriciliğinde kullanılabilceğini belirlemiştir.

Upadhyay ve Vuay (1992), buğday sapı ve çeltik sapı üzerinde *Pleurotus* türlerinin performansını değerlendirmişlerdir. Organik katkı maddesi olarak pirinç kepeği, buğday kepeği, tavuk gübresi, bira artığı ve pamuk tohumu kullanılmıştır. *P. ostreatus*'ta biyolojik etkinlik % 36 bildirilmiştir, % 5'lik pirinç kepeği *P. ostreatus* için en iyi katkı maddesi olduğu bildirilmiştir. Buğday sapı üzerinde *P. ostreatus* türleri sırasıyla % 36; çeltik sapı üzerinde ise sırasıyla % 25'lik biyolojik etkinlik verimi elde edilmiştir.

İlbay ve Günay (1992) *P. sajor-caju* türünde farklı torba hacimleri ve ağırlıkların verim üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, mantar oluşumu için geçen süre bakımından 1 kg'lık yetiştirme ortamlarının (28 gün) 1,5 kg'lık ortamlara (33 gün) oranla daha erkenci olduklarını saptamışlardır. Ayrıca, 1,5 kg torba ağırlığı uygulamasından (18.58 kg/100 kg kompost), 1 kg'a (27,51 kg/100 kg kompost) göre daha düşük verim elde edildiğini de belirlemişlerdir.

Worrall ve Yang (1993) elma posası ve talaş karışımını, Shiitake ve *Pleurotus* (*P. ostreatus* ve *P. sajor-caju*) mantarının yetiştiriciliğinde kullanmışlardır. Elma posası içeren ortamdaki misel gelişiminin tek başına talaş içeren ortama göre daha hızlı ve yoğun olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada 5 Shiitake izolatu ve *Pleurotus* türlerinde

elma posası ve talaş içeren (1:1 oranında) karışımda, tek başına kullanılan ortamlara göre daha yüksek verim elde edilmiştir.

Savalgi ve Savalgi (1994), *P. ostreatus*, *P. sajor-caju* ve *P. florida*'yı buğday sapı, çeltik sapı, sorgum sapı, mısır sap ve koçanı, pamuk atığı, ayçiçeği sapı, yer fıstığı kabuk ve sapları üzerinde kültüre almışlardır. 7 farklı atık içerisinde çeltik sapı tüm türler için en iyi ortamı oluşturmuş ve 3 tür içerisinde de *P. florida* tüm atıklar üzerinde en iyi gelişmeyi gösterdiği bildirilmiştir.

Jwanny vd. (1995), mango ve hurma artıkları ile çeltik sapının farklı oranlardaki karışımını *P. ostreatus* yetiştiriciliğinde değerlendirmiş, en yüksek biyolojik etkinlik % 11.96 ile hurma artığı: çeltik sapı (1:1) karışımından elde edilmiş, bunu aynı karışımın 3:1 oranındaki karışımı izlemiştir. En düşük biyolojik etkinlik ise mango artıklarının kullanıldığı ortamlardan elde edilmiştir.

Karakoç (1995), *P. ostreatus* ve *P. florida* mantarlarını fındık yaprağı, buğday sapı, odun talaşı ve mısır sapı üzerinde yetiştirilmiştir. *P. ostreatus* mantarının sonbahar ya da kış aylarında, *P. florida* mantarının ilkbahar ve yaz aylarında yetiştirilmesinin daha uygun olduğu, katkı maddesi ekmeden oluşturulan karışımlarda verimin azaldığı, kompostlaştırma işleminin ve taze olarak yeterli miktarda miselin verim ve erkenciliği olumlu yönde etkilediği ve kepeğin enfeksiyon riskini arttırdığını belirtilmiştir.

Estela Castillo (1997), *P. ostreatus* (Xalapa- 8 ırkı)'u şeker kamışı artıkları üzerinde yetiştirmiştir. Çeltik sapının kontrol olduğu denemede şeker kamışının ham posası, fermente olmuş posası ve bunların çeltik sapıyla karışımı kullanılmıştır. Ham posasının mantar yetiştiriciliğinde pratik ve ekonomik olduğunu ve çeltik sapının % 98,6'lık verim oranının fermente olmuş posa ve karışım ortamına göre daha yüksek bulunmuştur.

Gonzalez ve Garzon (1997), *P. ostreatus* (INIREB-8 ırkı) yetiştiriciliğinde sorgum sapını tek başına ve 1:1 oranında yer fıstığı kabuğu ile karışımını kullanmışlardır. Biyolojik verimlilik oranı sorgum sapı üzerinde % 132,3, 1:1 oranındaki karışımda ise % 108,4 olarak belirlenmiştir.

Mata ve Gaitan-Hernandez (1997), şeker kamışı yaprakları üzerinde *P. columbinus*, *P. pulmonarius* ve *P. ostreatus*'un iki ırkını kültüre almışlardır. Tür ve ırka bağımlı olarak inokulasyondan sonra 15 ve 445 gün arasında primordiumlar oluşmuş ve biyolojik verimlilik oranı % 40,9 ile 89,4 arasında dağılım göstermiştir.

Ranzani vd. (1997), *P. florida*, *P. ostreatus* ve *P. sajor-caju*'nun gelişimini kurutulmuş muz yaprakları üzerinde tek başına ya da mısır koçanı (70:30) ve şeker kamışı posası (50:50) ile karıştırarak değerlendirmişlerdir. Misel gelişiminde en iyi sonuçlar *P. ostreatus* ve *P. sajor-caju* ile inokule edilmiş muz yapraklarında ve *P. ostreatus* ve *P. florida* inokule edilmiş muz yaprağı: mısır koçanından elde edilmiştir. Muz yaprağı: şeker kamışı ortamında genel olarak daha düşük misel gelişimi gözlenmiştir.

Tudor (1997), *P. ostreatus* kültürü için kişniş tohumu (eczacılık endüstrisi artığı), geniş yapraklı ağaçların talaşı, ince odun parçaları ve özellikle kayın, fındık ve kavak ağacının parçacıklarını denemeye almışlardır. Bu materyaller üzerinde *Pleurotus*'un yoğun kültürlerinin yapılabileceğini belirlemişlerdir.

Pleurotus yetiştiriciliğinde buğday samanı kullanıldığında, bazı uzakdoğu ülkelerinde yetiştirme sonrası bu ortamların büyükbaş hayvan beslenmesinde değerlendirildiği belirtilmektedir (İlbay, 2000).

Philippoussis vd. (2000), Akdeniz Bölgesinde yeterli miktarda bulunan buğday sapı, pamuğun çırçır makinesi atıkları, yer fıstığı kabukları ve kavak talaşını *P. ostreatus*, *P. eryngii*, *P. pulmonarius*, *Agrocybe aegerita*, *Lentinula edodes* ve *Volvariella volvacea* mantarlarının yetiştiriciliğinde karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Buğday sapı ve çırçır makinesi atıkları *Pleurotus* spp.'de yüksek BE ve mantar büyüklüğü, *A. aegerita* türünde ise erkencilik ve yetiştiricilik süresini uzatmasından dolayı en iyi ortamlar olarak bildirilmiştir.

Philippoussis vd. (2001), buğday sapı, pamuk atıkları ve yerfıstığı kabuklarından hazırlanan ortamlarda *Agrocybe aegerita*, *Volvariella volvacea* ve *Pleurotus* (*P. ostreatus*, *P. pulmonarius* ve *P. eryngii*) türlerini yetiştirmişlerdir. Pamuk atıkları ve

buğday sapı ile hazırlanan ortamda, bütün ırkların daha hızlı kolonize olduklarını ve daha erken şapka oluşturdıklarını belirlemişlerdir. Farklı ortamların içerikleri ile ırkların gelişim oranları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada *Pleurotus* türlerinde C/N ve Selüloz/Lignin oranının misel gelişimi ve BE değeri ile olumlu ve çok önemli ilişki olduğu tespit edilmiştir. Misel gelişimi ile N içeriği arasında ise olumsuz ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Curvetto vd. (2002), ayçiçeği tohum kabuklarına farklı miktarlarda Mn (II) ve NH₄⁺ eklenmesiyle oluşan ortamda 5 *P. ostreatus* türünün misel gelişme oranı, verim ve büyüme oranını değerlendirmişlerdir. Her bir ırkın ayçiçeği tohum kabuğu üzerinde misel gelişme oranı ve biyolojik etkinliği farklılık göstermiştir. İlk flaştaki primordium oluşumu 24-28. günlerde, ikinci flaşta ise 39-51. günlerde meydana gelmiştir. Mn (II) ve NH₄⁺ konsantrasyonuna bağlı olarak biyolojik etkinlik % 60-112'ye çıkararak kontrolün üzerinde artış göstermiştir.

Pleurotus mantarının lignini ve lignin parçalanma ürünlerini metabolize edebilme yeteneğine sahip olmasından dolayı, üzerinde çok sayıda biyoteknolojik çalışmalar yapılmaktadır (Larraya vd., 1999). *P. ostreatus* mantarı lignin ve fenol parçalayan enzimlerin bir potansiyel kaynağıdır (Fountoulakis vd., 2002).

Cohen vd. (2002), *P. ostreatus* mantarının toksik özellikleri olan poliaromatik hidrokarbonlar (PAH), endüstriyel boyalar ve atrazin gibi diğer toprak kirleticileri parçalayabildiği ve mineralize edebildiğini bildirilmiştir.

Baysal vd. (2003), turba, tavuk gübresi ve çeltik kabuğu eklenen atık kağıt üzerinde yetiştirilen *P. ostreatus*'un misel gelişimi, pin oluşumu ve mantar verimini incelemişlerdir. En hızlı misel gelişimi (15,8 gün), pin oluşumu (21,4 gün), mantar oluşumu (25,6 gün) ve en yüksek verim (350,2 g) % 20 çeltik sapı eklenen ortamdan alınmıştır. Ortamdaki artan çeltik kabuk miktarının misel gelişimini, pin ve mantar oluşumunu hızlandırdığı ve bunun sonucu verimi arttırdığı, ancak artan miktardaki turba ve tavuk gübresinin ise mantar gelişimi üzerine olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir.

P. ostreatus yetiştiriciliğinde kompost talaşı (*Triplochiton scleroxylon*), çeltik

sapı, muz yaprağı, mısır koçanı, mısır kavuzu, çeltik kavuzu, talaş ve fil çimi olmak üzere 8 farklı lignoselülozik artığın ortam olarak kullanıldığı çalışmada en yüksek verim ve BE değeri kompost talaşından (sırasıyla 183,1 g ve % 61,0), en düşük ise fil çiminden (sırasıyla 0,0 g ve % 0,0) elde edilmiştir.

Atmaca ve İlbay (2004), *P. citrino-pileatus*, *P. djamor*, *P. ostreatus* ve *P. sajor-caju* olmak üzere 4 mantar türünde yetiştirme ortamının değişik miktar ve şekillerde paketlenmesinin verim üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, % 45 buğday samanı + % 45 talaş +% 10 buğday kepeği karışımı, 5, 10 ve 20 kg'lık 3 değişik şekilde paketlenmiştir. En yüksek biyolojik verim oranı % 94,5 ile 10 kg'lık kapalı torba sistemiyle *P. ostreatus*'tan elde edilmiş, ayrıca bütün uygulamalar arasında kapalı torba sistemiyle 10 kg'lık ağırlık miktarının diğer ağırlık ve paketlenme sistemlerinden daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Meulen vd. (2004), *P. ostreatus* ve *L. edodes* yetiştiriciliğinde farklı orandaki buğday kepeğini ve şeker kamışı posasını, buğday sapına ekleyerek insan beslenmesi ve hayvan yemi üretiminde değerlendirmişlerdir. Buğday sapı üzerinde mantar gelişimi şeker kamışı posasına göre daha iyi bulunmuştur. Ortamlara buğday kepeğinin eklenmesi mantar verimini arttırmış ve erkencilik sağlamıştır. % 15 kepek eklenen buğday sapı üzerinde yetişen *P. ostreatus*'un verimi en yüksek bulunmuştur.

Bonatti vd. (2004), pirinç sapı ve muz sapından hazırlanan ortamlarda yetiştirilen *P. ostreatus* ve *P. sajor-caju*'nun şapka besin içeriğini belirlemişlerdir. Çalışmada *P. ostreatus*'un nem içeriği % 86,85 olduğu ve ortamdan etkilenmediği saptanmıştır. *P. sajor-caju*'da ise şapkaların nem içeriği pirinç sapında yetiştirilende daha yüksek olduğu bulunmuştur. Çalışma sonucunda *P. ostreatus* ve *P. sajor-caju*'nun kül içeriğinin pirinç sapında yetiştirildiğinde daha yüksek olduğu ve kül içeriklerinin yetiştirme ortamına bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir.

Aksu (2004), odunsu materyal dışında fermente olmamış bitkisel materyal kullanılarak yapılan organik kayın mantarı üretimi sonrası ortaya çıkan artık kompostun organik hayvan yemi olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. Hayvan beslenmesi sonucu ortaya çıkan organik gübrenin de tarla gübrelemesinde kullanılması ile organik ürün

olarak organik buğday ve organik saman elde edileceğini, elde edilen bu organik materyallerin de organik mantar kompostu hazırlığında kullanılması ile tekrar organik mantar elde edilerek organik bir üretim döngüsü oluşturulabileceğini belirtmektedir.

Küçüközümlü ve Pekşen (2005), yüksek plastik tünelde farklı yetiştirme ortamı ağırlıklarının (1, 2 ve 3 kg) *Pleurotus* türlerinin (*P. ostreatus*, *P. sajor-caju* ve *P. sapidus*) verim ve kalitesi üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Çalışmada yetiştirme ortamı olarak saman + % 5 kepek + % 1 alçı karışımından oluşan kompost formülü kullanılmıştır. Otoklav yöntemi ile sterilize edilen yetiştirme ortamlarının pH, nem, C, N ve C:N oranları belirlenmiştir. Uygulamaların misel gelişim, ilk hasat ve toplam hasat süreleri, verim ve biyolojik etkinlikleri ile elde edilen mantarların ortalama ağırlıkları, şapka uzunluğu ve eni, sap uzunluğu ve çapı, kuru madde ve protein oranları belirlenmiştir. Verim ve biyolojik etkinlik oranı bakımından ortam ağırlıkları arasında istatistiksel fark bulunmamıştır. Türler arasında en yüksek verim ve biyolojik etkinlik oranı ise *P. sajor-caju* (sırasıyla 26,53 kg/100 kg kompost ve % 93,12) ve *P. ostreatus* (24,65 kg/ 100 kg kompost ve % 87,10) türünden elde edilmiştir. Araştırmada kullanılan *Pleurotus* türlerinin kış döneminde ısıtmasız yüksek plastik tünelde yetiştirilebileceği ve *P. ostreatus* ile *P. sajor-caju* türlerinin bölge için uygun türler olarak önerebileceği sonucuna varmışlardır.

Kalyoncu ve Kalmış (2007), farklı oranlarda buğday samanı, kavak talaşı, buğday kepeği ve pirinadan hazırlanan 6 farklı yetiştirme ortamının *Pleurotus* türlerinin üretiminde kullanım durumunu incelemişlerdir. Beş farklı *Pleurotus* türünde de % 25 oranında pirina içeren substratların misel gelişim hızları diğer kompostlara göre daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sonucunda pirinanın *Pleurotus* yetiştiriciliğinde belirli oranlarda kullanılabilirliği belirlenmiştir. Pirinanın tek başına kullanıldığı ortamlarda misel gelişim hızı düşük bulunmuştur. Bu nedenle pirinanın *Pleurotus* türlerinin yetiştiriciliğinde ana materyal olarak değil, katkı materyali olarak kullanılmasının uygun olacağı bildirilmiştir.

Akyüz ve Kırbağ (2009), lokal tarımsal ve endüstriyel atıkların *Pleurotus* türlerinin yetiştiriciliğinde kolaylıkla kullanılabilirliğini saptamışlardır.

Kurt ve Büyükcalaca (2010) tarafından yapılan çalışmada, *P. ostreatus* üretiminde yetiştirme ortamı olarak çeşitli ortamlar (asma budama artığı, buğday sapı, çeltik sapı, susam sapı ve bunların talaş ile karışımları) kullanılmıştır. En yüksek mantar verimi ve biyolojik verimlilik oranı % 1,42 azot ve 32,64 C:N oranına sahip 2 buğday sapı + kepek ortamından, en düşük verim değerleri ise buğday sapından elde edildiği bildirilmiştir. Tarımsal artıklardaki artan veya azalan azot düzeylerinde verimin düştüğü belirlenmiştir.

Şen ve Yalçın (2011) tarafından yapılan çalışmada, deri sanayisinin önemli hammaddelerinden biri olan meşe palamudunun (*Quercus ithaburensis* Decne subsp *macrolepis*) tanen üretiminde değerlendirildikten sonra açığa çıkan atık materyalinin *P. ostreatus* mantarının üretiminde kullanılma durumu incelenmiştir. Misel oluşum süresi 45 gün, mantar verimi % 24,5 olarak gerçekleşmiş ve meşe palamudu atıklarının bu mantarın yetiştirilmesinde kompost olarak kullanılabilceğini belirlemişlerdir.

Pamuk atıklarının *Volvariella volvacea* ve *Pleurotus* türlerinin gelişimi için ideal ortamlar olduğu bildirilmiştir (Adenipekun ve Dada, 2013).

Adenipekun ve Okunlade (2012), *P. ostreatus* türünde hint kamışı odunu ve mısır saplarının yetiştirme ortamı olarak kullanıldığı çalışmada hint kamışı ortamında protein miktarının başlangıçta % 1,52'den inkübasyon sonrası % 3,99'a ve mısır sapında % 2,74'den % 7,45'e yükseldiği belirlenmiştir. Hint kamışının kül oranı başlangıçta % 7,38 iken 3.80'e, mısır sapında ise % 4,88 iken % 2,16'ya düştüğü saptanmıştır. Potasyum içeriği hint kenevirinde başlangıçta % 2,83'ten % 11,95'e, mısır sapında ise % 2,62'den % 10,14'e yükseldiği bulunmuştur.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Mikoloji Araştırma Laboratuvarı ve Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Misel Üretim Laboratuvarı imkânlarından yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada *P. ostreatus* mantarı yetiştiriciliği denemeleri 2013-2014 döneminde Güneysu-Rize’de yürütülmüştür.

2.1. Materyal

2.1.1. Kullanılan Araç, Gereç ve Sarf Malzemeleri

Örneklerin incelenmesi için kullanılan laboratuvar gereçleri; organik elementer analiz cihazı (Flash 200), ICP-OES (indüktif eşleşmiş plazma/optik emisyon spektrometresi), UV-Vis spektrometre, soğutmalı santrifüj (Sigma, 2-16PK), klima, pH metre (Hanna HI3220), çalkalayıcı (GFL-3005), inkübatör (Memmert 600), distile su cihazı (GFL-2108), güvenlik kabineti (Nüve-MN-20), çeker ocak, pastör fırını (Nüve-FN-500), otoklav (Nüve-OT-40L), hassas terazi (Denver-PL-214), vorteks (Heidolph-Reax top), derin dondurucu, pastör fırın, buzdolabı, magnetik karıştırıcı ve bar, çeşitli cam (mavi kapaklı şişeler, vida kapaklı (10 ve 20 mL’lik) tüpler, erlenmayer, beher, mezür, pastör pipeti, cam baget) ve plastik malzemeler (5-10’luk plastik pipetler, pipet (beyaz, sarı ve mavi) uçları, pipet kutuları, falkom (15 ve 50 mL’lik) tüpler, bek alevi, mikropipet seti, parafilm, otoklavlanabilir torba, pens, öze, mavi bant süzgeç kâğıdı (Whatman 125 mm), sporlar, raglar, misel, Mushroom/*Agaricus bisporus*-Inorganic composition (WEPAL-IPE-120), Empty Quartz Reactor Tube (46820070), Electrolytic copper (33835314), Tin container (Pk100 24006400), Microwave Digestion System (BERGHOF GmbH - speedwave 4) kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler; borik asit (Merck 100165), hidrojen peroksit (Sigma aldrich) NaOH, Folin Ciocalteu reaktifi, gallik asitglukoz, DPPH (2, 2-difenil-1-pikrilhidrazil), 2,4,6-tris (2-pyridily)-S-triazin (Fe(III)-TPTZ-), FeCl₃, FeSO₄·7H₂O (MERCCK), sodyum asetat (Kimetsan), metanol, etil alkol (% 96’lık (Teknik).

2.1.2. Denemede Yetiştirme Ortamlarının Hazırlanmasında Kullanılan Materyaller ve Misel

Farklı ağaç türlerine ait talaş ortamlarının *P. ostreatus* mantarının verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada kavak (*Populus* sp.), kayın (*Fagus orientalis.*), meşe (*Quercus* sp.), ıhlamur (*Tilia rubra* subsp. *caucasica*) ve kızılâğaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbota*) ağaç türlerine ait talaşlar kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan ağaç türlerine (meşe, kayın, kavak, ıhlamur veya kızılâğaç) ait talaşlar Rize Orman İşletmesinden temin edilmiştir. Ayrıca yetiştirme ortamlarının hazırlanmasında katkı maddesi olarak buğday kepeği ve çay atığı (% 20 oranında) kullanılmıştır. Çay atığı, Rize'deki Orçay Çay Fabrikasından sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan buğday kepek, alçı, pamuk ve yetiştirme ortamlarının doldurulduğu ısıya dayanıklı polietilen torbalar piyasadan temin edilmiştir.

Denemede Denizli'den özel bir firmadan temin edilen *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm. mantarının tohumluk miselleri kullanılmıştır.

2.1.3. Barton Çözeltisinin Hazırlanması

İlk olarak saf 25 g amonyum molibdat ((NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O) 400 mL saf suda hafifçe ısıtılarak manyetik karıştırıcı yardımıyla karıştırılarak çözülmüştür.

İkinci olarak 1,25 g amonyum monovanadat (NH₄VO₃) 1000 mL'lik mezür içerisinde 300 mL sıcak saf suda karıştırıcı yardımıyla çözülmüş ve soğuyana kadar oda ısısında bekletilmiştir. Daha sonra bu solüsyonun üzerine 250 mL derişik nitrik asit ilave edildikten sonra ısınan karışımın soğuması için yine oda ısısında bekletilmiştir. Daha sonra amonyum molibdat solüsyonu ile karıştırılmış ve son hacim 1000 mL olana kadar saf su ile tamamlanmıştır.

2.1.4. Standart Fosfor Çözeltisinin Hazırlanması

Fosfor standardının hazırlanmasında öncelikle 1000 ml'lik mezür içinde 40 °C'de kurutulmuş 0,5 g monopotasyum fosfat (KH₂PO₄) bir miktar saf su yardımıyla çözülmüştür. Son hacim saf su ile 1000 mL'ye tamamlanmıştır. Bu solüsyon 100 ppm'lik standart P çözeltisi olarak kullanılmıştır.

2.1.5. Mueller Hinton Agar (MHA) ve Mueller Hinton Sıvı (MHB) Besiyerleri

Ticari olarak temin edilen besiyeri firmanın önerisi doğrultusunda hazırlanmıştır. 17,5 g asit kazein, 2 g beef ekstrat, 1,5 g nişasta ile 15 agar tartılarak 1 litre distile suda çözülmüştür. Otoklavlavda (121 °C'de 1,1 atm. basınç altında 15-20 dk.) steril edildikten sonra 9 cm'lik steril petri kaplarına steril şartlarda dağıtılmıştır. Besiyerleri bakterilerin üretiminde ve *Plerotus* mantarı ekstraktlarının antibakteriyel etkinliklerini belirlemede kullanılmıştır. Hazırlanan besiyerleri buzdolabında bekletilmiştir. Sıvı besiyeri (MHB) ticari firmanın önerisi doğrultusunda aynı besiyerine agar ilave edilmeden hazırlanmış ve bakterilerin McFarland 0,5 bulanıklılıklarının hazırlanmasında kullanılmıştır.

2.1.6. Brain Heart Infusion Agar (BHIA)

Ticari olarak temin edilen besiyeri, firmanın önerisi doğrultusunda tartılarak 1 litre distile suda çözülmüş, otoklavlavda steril edildikten sonra steril şartlarda 9 cm'lik steril petri kaplarına dağıtılmıştır. BHIA besiyeri *M. smegmatis* bakterisinin üretiminde ve *Plerotus* mantar ekstraktlarının antitüberküloz aktivitelerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

2.1.7. Malt Ekstrakt Agar (MEA) ve Sıvı Besiyerleri (MEB)

Ticari olarak temin edilen malt ekstrakt (6 g), dekstroz (6 g), maya ekstratı (1,2 g) ve agar (2 g) belirtilen miktarlarda tartılarak (MEA), mavi kapaklı şişelerde 1 litre distile suda çözülmüştür. Otoklavlavda 121 °C'de 1,1 atm. basınç altında 15-20 dk. steril edildikten sonra, steril şartlarda 9 cm'lik steril petri kaplarına dağıtılmıştır. Maya

mantarlarının üretimi ve *Pleurotus* mantar ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitelerinin ölçülmesinde kullanılmıştır. MEA hazırlamak için kullanılan karışımın, agar ilavesiz hali (MEB) hazırlanmış, maya mantarlarının McFarland2 sulandırımalarının hazırlanmasında kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Yetiştirme Ortamlarının Hazırlanması

Denemede farklı ağaç türlerine ait talaşlar (kavak, kayın, ıhlamur, kızılâğaç ve meşe talaşı) ana materyal ve buğday kepeği ile çay atığı katkı materyali olarak kullanılmıştır. Yetiştirme ortamları talaşlar tek başına ve talaş + % 20 oranında (Pekşen ve Yakupoğlu, 2009) buğday kepeği veya çay atığı ilave edilerek hazırlanmıştır. Denemede ele alınan yetiştirme ortamları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Denemede ele alınan yetiştirme ortamları.

Yetiştirme ortamları	Simgesi
% 100 Kavak talaşı	KT
% 80 Kavak talaşı + % 20 buğday kepeği	80KT+20BK
% 80 Kavak talaşı + % 20 çay atığı	80KT+20ÇA
% 100 Meşe talaşı	MT
% 80 Meşe talaşı + % 20 buğday kepeği	80MT+20BK
% 80 Meşe talaşı + % 20 çay atığı	80MT+20ÇA
% 100 Kayın talaşı	KAT
% 80 Kayın talaşı + % 20 buğday kepeği	80KAT+20BK
% 80 Kayın talaşı + % 20 çay atığı	80KAT+20ÇA
% 100 Kızılâğaç talaşı	KIT
% 80 Kızılâğaç talaşı + % 20 buğday kepeği	80KIT+20BK
% 80 Kızılâğaç talaşı + % 20 çay atığı	80KIT+20ÇA
% 100 Ihlamur talaşı	IT
% 80 Ihlamur talaşı + % 20 buğday kepeği	80IT+20BK
% 80 Ihlamur talaşı + % 20 çay atığı	80IT+20ÇA

Yetiştirme ortamı olarak kullanılacak materyaller ağırlık esasından belirli oranlarda tartılıp, karıştırılarak homojen karışımlar oluşturulmuştur. Hazırlanan karışımlar çeşme suyuyla ıslatılarak misel gelişmesi için uygun nem değeri olan % 70 civarına ulaşması sağlanmıştır. Islatma işleminden sonra ortam pH'sını ayarlamak amacıyla % 1 alçı ilave edilmiştir.

Hazırlanan yetiştirme ortamları ısıya dayanıklı jelatin torbalara 1 kg olacak şekilde doldurulup, bastırıldıktan sonra ağızlarına bilezik takılmış ve pamuktan hazırlanan kapakla ağızları kapatılmıştır. Torbalar otoklavda 121 °C'de 1,5 saat steril edilmiştir. Sterilizasyon sonrasında yetiştirme ortamlarının pH, nem, C, N ve mineral madde içeriklerini tespit etmek amacıyla örnekleme yapılmıştır.

Sterilizasyondan sonra torbaların sıcaklığı 20-25 °C'ye düştüğünde laboratuvarında steril kabin içerisinde % 4 (w:w) oranında misel aşılması yapılmıştır. Misel gelişimi sırasında karanlık koşullarda oda sıcaklığı 23-25 °C ve nem % 80-90 civarında olacak şekilde ayarlanmıştır.

Torbalarda yaklaşık 20-25 gün sonra misel gelişimi tamamlanmıştır (Şekil 5). Misel gelişimini tamamlayan torbaların ağızları açılmış, aydınlatma yapılarak mantar oluşumları teşvik edilmiştir. Mantar oluşum döneminde oda sıcaklığı 10-15 °C, nemi % 85-95 civarında olacak şekilde ayarlanmış ve havalandırma, sulama gibi bakım işlemleri yerine getirilmiştir.

Torbaların üst kısımları açıldıktan sonra, mantarlar hasat olgunluğuna ulaşmıştır. Hasat olgunluğuna gelmiş mantarlar Şekil 6'da görülmektedir. Hasat büyüklüğüne ulaşan mantarlar, genellikle sabahları, kenarları kıvrılmadan tekniğine uygun bir şekilde elle saplar hafifçe bükülüp çekilerek ya da gerektiğinde bıçak kullanılarak hasat edilmiştir. Yaklaşık 2,5 ay hasat işlemine devam edilmiş, 5-6 flaş mantar hasatı yapılmıştır. Hasattan sonra hemen şapka ve verim ile ilgili ölçümler yapılarak, yapılacak analizlerle ilgili örnekler alınmıştır.



Şekil 5. Misel gelişimini tamamlayan torbaların genel görünümü.

2.2.2. Denemede Yapılan Analiz ve Ölçümler

2.2.2.1. Farklı Yetiştirme Ortamlarına Ait Kompost Özellikleri İle İlgili Analizler

Sterilizasyon sonrası yetiştirme ortamlarının özelliklerini belirlemek amacıyla her uygulamadan alınan kompost örneklerinde nem, pH, karbon (C) ve azot (N) analizleri yapılmış, C/N oranları hesaplanmıştır.

Nem (%): Her uygulamadan alınan örneklerin yaş ağırlıkları belirlenmiş, daha sonra örnekler 105 °C'ye ayarlı etüvde sabit ağırlığa ulaşuncaya kadar kurutulmuştur. Kuru ağırlıkları belirlenerek, ortamların nem miktarları Kacar ve İnal (2008)'a göre belirlenmiştir.

pH: Her uygulama için 20 g. örnek tartılıp, üzerine 50 ml saf su ilave edilmiş, 5-6 saat bekletildikten sonra karışımın suyu süzülerek, pH metre ile ölçülmüştür (Jackson, 1962).



Şekil 6. Hasat olgunluğuna gelmiş mantarların genel görünümü.

Azot (N) ve Karbon (C) miktarları: Örneklerin N ve C analizleri Dumas metodu esas alınarak (Allen vd., 1986) Thermo Scientific (FLASH 2000 Series) NCS Analyzers cihazında ölçülmüştür.

Nem miktarı sabit kalana kadar kurutulan mantar numuneleri blender yardımıyla parçalanmış, havan içerisinde iyice öğütülmüş olan mantar örnekleri yaklaşık 2,5 mg ağırlığında tartılarak kalay kapsül içine konmuş ve kapsüller kapatılmıştır. Kapsüller daha sonra cihazın autosampler kısmına yerleştirilmiştir. Örnek, yanma reaktörüne girdiğinde 900 - 1000 °C'ye kadar ısıtılmış özel fırın içerisine girer ve az miktarda saf oksijen ve helyum gazı sisteme eklenerek örneklerin yanması sağlanır. Bu durumda

örnekler elementel (basit) gaz haline dönüşür. Kolondaki ayrılma ve TCD dedektör yardımıyla kompleks bir ayırma sistemine gerek kalmadan element konsantrasyonu belirlenir. TCD dedektör sayesinde oluşan gaz kolon üzerine aktarılır ve kolonda oluşan piklerin alanlarının hesaplanması yoluyla N ve C değerleri (% olarak) hesaplanmıştır.

C/N: Hesaplanan karbon miktarının azot miktarına oranlanması ile hesaplanmıştır.

2.2.2.2. Verim ile İlgili Yapılan Ölçümler

Toplam Verim (g torba⁻¹): Denemedeki bütün uygulamalardan oluşan mantarlar ayrı ayrı hasat edilmiş ve hassas terazide tartımları yapılarak toplanan ürün miktarı torba başına g olarak belirlenmiştir.

Biyolojik Etkinlik Oranı (%): Araştırmada her uygulamanın biyolojik etkinlik oranı (BE) aşağıda belirtildiği şekilde hesaplanmıştır (Royse, 1985).

$$BE = (\text{Hasat edilen taze mantar ağırlığı} / \text{Kuru ortam ağırlığı}) \times 100$$

Üretim Oranı (%): Biyolojik etkinlik oranının toplam üretim gününe (misel ekiminden hasat sonuna kadar geçen süre) bölünmesiyle elde edilen orandır (Royse, 1985).

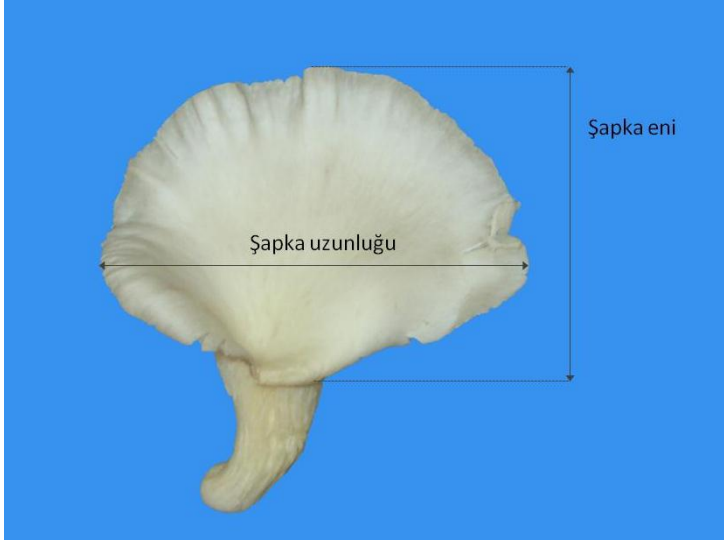
$$\text{Üretim Oranı (ÜO)} = BE / \text{toplam üretim günü}$$

2.2.2.3. Mantar Kalitesi ile İlgili Analiz ve Ölçümler

Denemede ele alınan tüm ortamlardan elde edilen mantarlarda aşağıda belirtilen özellikler tespit edilmiştir (Şekil 7).

Şapka Uzunluğu (cm): Şapkanın en uzun yerinden yapılan cetvel ölçümlerinin ortalamaları alınarak belirlenmiştir.

Şapka Eni (cm): Şapkanın en kısa yerinden yapılan cetvel ölçümlerinin ortalamaları alınarak belirlenmiştir.



Şekil 7. Mantar şapka uzunluğu ve eni ile ilgili ölçümler.

Protein Analizi: Mantar örneklerinin N değerleri Dumas metodu esas alınarak NCS Analyzers (Thermo Scientific FLASH 2000 Series) cihazında ölçülmüş (Allen vd., 1986), bu değerler 4,38 faktörü (Crisan ve Sands, 1978; Uzun, 1996) ve 6,25 faktörü (Kacar, 1972) ile çarpılarak protein değeri (%) hesaplanmıştır

Fosfor Analizi: Yetiştirme ortamı ve bunlardan elde edilen mantarların fosfor içeriğinin belirlenmesi için Lott vd. (1956) yöntemi kullanılmıştır. Fosfor içeriğinin ölçülmesinde metal analizi için hazırlanan (nitrik asit ve H₂O₂ ile sıvı yakma yöntemi) numuneler kullanılmıştır. Fosfor standardı ve kör örneklerin hazırlanışı Tablo 2’de verildiği şekilde hazırlanmıştır.

Tablo 2. Standart fosfor ve kör örneklerinin hazırlanışı.

1	Kör	-	2 mL Barton	18 mL saf su
2	0.25 ppm’lik standart	0,25 mL 20 ppm standart	2 mL Barton	17,75 mL saf su
3	1 ppm’lik standart	1 mL 20 ppm standart	2 mL Barton	17 mL saf su
4	2 ppm’lik standart	2 mL 20 ppm standart	2 mL Barton	16 mL saf su
5	4 ppm’lik standart	4 mL 20 ppm standart	2 mL Barton	14 mL saf su
6	6 ppm’lik standart	6 mL 20 ppm standart	2 mL Barton	12 mL saf su
7	8 ppm’lik standart	8 mL 20 ppm standart	2 mL Barton	10 mL saf su
8	Test numuneleri	2 mL örnek	2 mL Barton	16 mL saf su

Numune ölçümü için öncelikle örnek sayısı kadar temiz 50 mL’lik beherler alınmış, içlerine sırasıyla distile su (16 mL), Barton çözeltisi (2 mL) ve örnek numune (2 mL) ilave edilerek homojen karışımları sağlanmıştır. Daha sonra 2 mL alınarak

spektrofotometre kuvetine aktarılıp, 430 nm dalga boyunda absorbans değerleri okutulmuştur. Optimum standart grafik elde edildikten sonra numune ölçümleri yapılmıştır. Tüm ölçümler en az 6 tekrarlamalı olarak yapılmış, sonuçlar SPSS programında değerlendirilmiştir.

2.2.3. Mantarın Biyoaktif Özelliklerin Belirlenmesi ile İlgili Analizler

Kütük üzerinde yetiştirilen (kavak, kayın ve kızıl ağaç kütüklerinde) ve doğadan toplanan (Bursa ilinden) *P. ostreatus* mantar örnekleri, denemede torba kültürü yöntemiyle farklı ağaç türlerine ait talaşların tek başına ve % 20 buğday kepeği veya çay atığı ilave edilerek hazırlanan 15 yetiştirme ortamında yetiştirilen mantar örnekleri arasında antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi, fenolik madde miktarları ve bazı besin özellikleri bakımından fark olup olmadığını belirlemek amacıyla denemeye dahil edilmişlerdir.

2.2.3.1. Mantar Ekstraksiyonunun Hazırlanması

Antioksidan ve antimikrobiyal aktivite için tüm mantar numuneleri 65 °C'de 2 gün kurutulmuş, öğütülüp elendikten sonra ince toz halindeki mantar numunelerinden 2,5 mg tartılmıştır. Üzerine 25 mL metanol ilave edilerek oda sıcaklığında 24 saat çalkalayıcıda (Heidolph Promax 2020) 300 rpm hızda çalkalamaya bırakılmıştır. Daha sonra 3 kez filtreden geçirilerek süzümüştür. Elde edilen filtrat, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitenin yanı sıra fenolik madde içeriğinin belirlenmesinde de kullanılmıştır.

2.2.3.2. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Analiz Slinkard vd. (1977) göre yapılmıştır. Toplam fenolik madde tayininin esası fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu ayracını indirgeyip kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü bir redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Folin-Ciocalteu ayracı burada oksitleyici bileşik olarak rol almaktadır. Reaksiyon sonucunda indirgenmiş ayracın oluşturduğu mavi rengin fotometrik olarak ölçülmesiyle, analizi yapılan örnekteki fenolik bileşiklerin toplam miktarlarının hesaplanması mümkün

olmaktadır. Oluşan kompleksin renk şiddeti fenolik maddelerin konsantrasyonu ile doğru orantılı olup, 760 nm’de absorbans vermektedir.

Çalışmada, standart grafiğinin hazırlanmasında, fenolik bir madde olan gallik asit standardı kullanılmıştır (Slinkard vd., 1977; Singleton ve Rossi, 1965). Gallik asidin farklı konsantrasyonları (0,5, 0,25, 0,125, 0,0625, 0,03125 ve 0,015625 mg/mL) hazırlanıp, absorbansları okunmuştur. Konsantrasyona karşılık bulunan absorbans değerleri ile grafik çizilmiştir. Çizilen grafiğe göre mantar ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı bulunmuş, seyreltme faktörleri de dikkate alınarak asıl numunenin mg GAE (Gallik asit eşdeğeri)/g numune olarak fenolik madde miktarı bulunmuştur. Hazırlanan standart çalışma grafiği kullanılarak 1 g mantar numunesinin içerdiği mg cinsinden toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir.

2.2.3.3. Demir (III) İndirgeme/ Antioksidan Güç -FRAP

FRAP metodu (Fe(III)-TPTZ- 2, 4, 6-tris (2-pyridlyl)-S-triazin) kompleksinin antioksidanlar varlığında indirgenerek mavi renkli kompleks Fe(II)-TPTZ oluşması ve bu kompleksin 593 nm’de maksimum absorbans vermesi esasına dayanmaktadır (Benzie ve Szeto, 1999). FRAP yöntemi nispeten basit bir yöntem olup, kolaylıkla standardize edilebilmektedir. Mantar ekstraktlardaki antioksidan kapasitenin ölçülmesinde FRAP (Fe (III) indirgeme gücü (Ferric reducing antioksidan power)) metodu geçerli bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Benzie ve Strain, 1996).

Kalibrasyon için $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ’un değişen konsantrasyonları (31,25- 62,5- 125- 250- 500-1000 μM) kullanılarak çalışma eğrisi hazırlanmıştır. Devamında 3 mL FRAP reaktifi [300 mM pH 3,6 asetat tamponu: 10 mM TPTZ: 20 mM $FeCl_3$ (10:1:1)] ile 100 μL numune karıştırılmıştır. 4 dakika 593 nm’de absorbanslar okunmuştur. Çalışma eğrisi için de numune yerine $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ’un değişen konsantrasyonları kullanılarak absorbanslar okunmuştur.

2.2.3.4. Serbest Radikal Temizleme Antioksidan Tayini

2.2.3.4.1. DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi

DPPH radikali (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ticari olarak satın alınabilen bir radikal olup, denemelerde satın alınan bu radikalın 100 µM'lık metanolik çözeltisi kullanılmıştır. Mantar numunelerinin metanolik ekstraktları kendi çözücüleri ile seyreltilerek değişik konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. Eşit hacimde (750 µL) DPPH çözeltisi ve numune çözeltileri karıştırılıp oda sıcaklığında 50 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda DPPH'nin maksimum absorbans verdiği 517 nm'de absorbanslar okunmuştur. Tanık olarak DPPH çözeltisi ve numunenin çözüldüğü çözücü kullanılmıştır. Artan numune konsantrasyonuna karşı absorbans değerleri grafiğe geçirilmiş ve bu grafikten faydalanılarak maksimum absorbansın yarıya düşüren numune konsantrasyonu SC₅₀ değeri olarak ifade edilmiştir. Buradan antioksidan aktivite, numunelerin SC₅₀ mg/mL değeri yüksek radikal temizleme kapasitesini göstermektedir. SC₅₀ değeri ne kadar düşük ise radikal temizleme kapasitesi o kadar yüksek olmaktadır.

2.2.3.4.2. Numunelerin Ekstraksiyon Koşulları

Mantar numuneleri analizi için 24 saat süreyle oda sıcaklığında metanolik ekstraktlar magnetik karıştırıcı kullanarak hazırlanmıştır. Mevcut olası katı partiküllerden, safsızlıklardan kurtulma ve ileri homojenlik sağlama adına çözeltiler mavi bant süzgeç kâğıdı yardımıyla süzülmüştür. Elde edilen ekstraktların son konsantrasyonunu belirledikten sonra 10 mL'lik kısım antioksidan analizlerine ayrılmıştır, 10 mL'lik kısım antimikrobiyal analiz için ayrılmıştır.

2.2.4. Antimikrobiyal Aktivite Tayini

Mantar ekstraksiyonlarının antimikrobiyal aktivitelerinin test edilmesi için agar kuyucuk difüzyon metodu kullanılmıştır (Perez vd., 1990; Ahmad vd., 1998). Çalışmada standart kontrol olarak bakteriler için Ampisilin (10 µg), mayalar için Flukonazol (5 µg) ve standart çözücü olarak metanol kullanılmıştır.

Test edilen bakteriler; *Escherichia coli* (*E. coli*) ATCC 25922, *Yersinia pseudotuberculosis* (*Y. pseudotuberculosis*) ATCC 911, *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) ATCC 43288, *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) ATCC 29212, *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*) ATCC 43251, *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) ATCC 25923, *Bacillus cereus* (*B. cereus*) 702 Roma, *Mycobacterium smegmatis* (*M. smegmatis*) ATCC607 ve mayalar; *Candida albicans* (*C. albicans*) ATCC 60193 ile *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) RSKK 251 suşları Refik Saydam Hıfzıssıhha Enstitüsünden ticari olarak temin edilmiştir.

Test edilecek bakterilerin bir gecelik kültürlerinden Mueller-Hinton sıvı besiyeri içinde (MH) (Difco, Detroit, MI), yaklaşık McFarland 0,5 bulanıklılığına eşdeğer olan 10^6 kob/mL (koloni oluşturan birim = colony forming unit) şeklinde dilüsyonları hazırlanmıştır. Önceden hazırlanmış Mueller Hinton Agar besiyeri üzerine test edilecek bakterilerin ekimleri yapılmıştır. Mayalar için maya ekstreli sıvı besiyeri (YEG) (Difco, Detroit, MI) kullanılarak 10^7 kob/mL (McFarland 2) dilüsyonları yapılmış ve önceden hazırlanmış Potato Dextrose agar (PDA) besiyerlerine ekilmiştir.

Ekimleri tamamlanan besiyerleri üzerinde, steril cam boru yardımıyla 2 cm aralıklarda, 5 mm çapında kuyucuklar açılmıştır. Her bir kuyucuğa mantar metanol ekstraksiyonundan 100 mikrolitre damlatılmıştır. Bakteri ihtiva eden petriyerler 24 saat, *M. smegmatis* ve maya ihtiva eden petriyerler 48 saat 35 °C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra bir cetvel yardımıyla üreme gözlenmeyen bölgenin (inhibisyon) çapları ölçülmüştür.

2.2.5. Mineral Madde Analizi

Mantar yetiştirme ortamları ve bunlardan elde edilen mantarlar kurutulup öğütülmüş, toz haline getirilmiştir. Bu numunelerinden 300 mg (0,3 g) tartılmış, çeker ocak içinde mikrodalga yakma tüplerine konulmuştur. Üzerine sırasıyla 5 mL HNO₃ (% 65) ve 3 mL H₂O₂ (% 30'luk) konulmuş, 20 dk. boyunca belirli aralıklarla sallanarak hücrelerin asitle parçalanması sağlandıktan sonra cihaza yerleştirilip program (Tablo 3) çalıştırılmıştır. Yakma işlemi 36 dk. sürmüş, sonra aletten alınan örnekler tek kullanımlık 15 mL'lik satrifüj tüplerine aktarılmış, Vatman MN 640w Q125 mm'lik

filtre kağıtları kullanılarak filtreden geçirilmiştir. Numuneler bi-distile su ile 50 mL'ye tamamlandıktan sonra okunacakları süreye kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir (Lott vd., 1956).

Tablo 3. Metal analizi için numunelerin mikrodalga fırında (Microwave Digestion) yakma programı.

	Besiyeri	Yakma Programı
Basamaklar	1	2
Sıcaklık (°C)	145	190
Basınç (bar)	50	50
Güç	70	90
Sıcak rampa (min)	10	5
Zaman (dk)	5	10

Tüm örneklerde ICP-OES (İndüktif Eşleşmiş Plazma/Optik Emisyon Spektrometresi, Perkin elmer Optima 7000DV) cihazında mg/L cinsinden 10 farklı mineral madde (Cd, Co, Pb, Ni, Cr, Cu, Fe, Zn, Mn ve Al) altı tekrarlı olarak okutulmuştur. Elde edilen ölçüm sonuçlarına aşağıdaki formül uygulanarak gramdaki mineral madde içeriği hesaplanmıştır.

$$\text{Ölçüm sonucu (ppm)} \times 50 \text{ mL} / 0,3 \text{ g} = \dots \text{ ppm/g}$$

2.2.6. İstatistiksel Değerlendirme

Verim denemesi tesadüf parselleri deneme desenine göre 8 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür (Düzgüneş vd., 1983). Şapka uzunluğu ve eni ile ilgili ölçümler uygulamaların tüm tekerrür ve torbalarından elde edilen mantarlar üzerinde yapılmıştır. Yetiştirme ortamlarının kompost özellikleri ile ilgili olarak nem, pH, azot ve karbon analizleri ve farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen protein analizleri 2 tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Buna karşılık yetiştirme ortamları ve mantarlardaki mineral maddeler analizleri 6 tekrarlamalı olarak ölçülmüştür. Mineral madde içeriğinin belirlenmesinde bazı ortam ve mantarlarda ölçüm değerlerinin "0" olması nedeniyle bu değerlere karekök transformasyonu uygulanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmelerinde SPSS paket programının 12.0 versiyonu kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda farklılık gösteren uygulamalar arasındaki gerçek önemli farklılıkları tespit etmek ve farklı olanları derecesine göre gruplandırabilmek için

“Duncan Multiple Range” testinden yararlanılmıştır. Sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde farklar arasındaki önemlilik % 5 (önemli) ve % 1 (çok önemli) olarak ifade edilmiştir. Grafikler Microsoft office excel programında yapılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Yetiştirme Ortamlarının Bazı Kimyasal Özellikleri

Farklı ağaç türlerine ait talaşlara herhangi katkı maddesi ilavesi olmaksızın tek başına ve % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilmesi şeklinde hazırlanan 15 yetiştirme ortamının bazı kimyasal özellikleri Tablo 4’de verilmiştir. Ele alınan yetiştirme ortamlarının pH değeri 5,63-6,56 arasında değişmiştir. Bu pH değerleri misel gelişimini olumsuz etkileyecek düzeyde bulunmamıştır. Yetiştirme ortamların nem içerikleri en düşük % 63,73 ve en yüksek % 72,91 olmak üzere bu değerler aralığında tespit edilmiştir. Meşe talaşı dışında diğer talaşlara herhangi katkı maddesi ilavesi olmaksızın tek başına hazırlanan ortamlarda nem içeriklerinin katkı maddesi ilaveli ortamlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ağaç türleri arasında da en yüksek nem içeriği kavak talaşında saptanmıştır.

Tablo 4. Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının bazı kimyasal özellikleri.

Yetiştirme ortamları	pH	Nem (%)	C (%)	N (%)	C:N (%)
KT	6.56	72,91	53,19	0,12	443,25
80KT+20BK	6.08	68,34	49,29	0,76	64,86
80KT+20ÇA	5.93	65,69	47,60	1,09	43,67
MT	6.27	66,76	53,96	0,11	490,55
80MT+20BK	6.19	63,73	49,50	0,61	81,15
80MT+20ÇA	6.02	69,16	48,30	0,79	61,14
KAT	6.21	70,44	50,61	0,26	194,65
80KAT+20BK	6.30	67,16	51,07	0,82	62,28
80KAT+20ÇA	6.00	69,44	51,71	1,26	41,04
KIT	6.07	71,20	51,58	0,25	206,32
80KIT+20BK	5.78	67,16	49,74	0,81	61,41
80KIT+20ÇA	5.68	71,01	60,18	1,41	42,68
IT	6.34	72,22	53,81	0,17	316,53
80IT+20BK	5.73	68,28	50,94	0,65	78,37
80IT+20ÇA	5.63	68,61	54,38	1,25	43,50

KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, ÇA; Çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı, KIT; Kızılağaç talaşı, IT; Ihlamur talaşı.

Yetiştirme ortamlarının C değerleri % 47,60-60,18 ve N değerleri ise % 0,11-1,41 arasında değişmiştir. Farklı ağaç türlerine ait talaşların tek başına hazırlandığı

ortamlarda N içeriklerinin 0,11-0,25 gibi düşük değerlerde olduğu belirlenmiştir. Katkı maddesi olarak kepek ve çay atığının % 20 oranında ilave edildiği ortamlarda N içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Çay atığı ilave edilen ortamların N içeriğinin kepek ilave edilen ortamların N içeriğinden daha yüksek olduğu saptanmıştır (Tablo 4). Bu başlangıçtaki kepek ve çay atığının N içeriğinden kaynaklanmaktadır.

C:N oranları bakımından yetiştirme ortamları incelendiğinde en yüksek oranların % 100 talaş ortamları olduğu saptanmıştır. % 100 talaş ortamlarında C:N oranları % 194,65-490,55 arasında değişmiştir. Ağaç türleri arasında ise en yüksek C:N oranı sırasıyla meşe, kavak, ıhlamur, kızılğaç ve kayın talaşları ortamında belirlenmiştir. Buğday kepeği ilave edilen ortamlar içinde 80MT+20BK (% 81,15) ortamının C:N oranı yüksek ve en düşük oran 80KIT+20BK (% 61,41) ortamının ise düşük olduğu saptanmıştır. Çay atığı ilave edilen ortamların C:N oranları diğerlerinden daha düşük bulunmuştur. 80MT+20ÇA ortamı (% 61,14) hariç diğerlerinde % 41,04-43,67 arasında değişmiştir (Tablo 4). Bu durum farklı ağaç türlerine ait talaşların N içeriklerinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. % 20 oranında kepek ve çay atığı ilave edilen ortamlarda N içeriğine bağlı olarak C:N oranının azaldığı görülmektedir.

Denemede ele alınan 10 mineral madde içeriği bakımından farklı ağaç türlerine ait talaşların katkı maddesi ilavesiz, % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamları arasında aralarında istatistiksel olarak çok önemli fark bulunmuştur (Tablo 5 ve 6).

En yüksek P içeriği 80KT+20BK ortamından, en düşük ise KT ortamından elde edilmiştir. Herbir ağaç türüne ait talaş ortamında P içeriğinin % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan ortamlara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ağaç türlerine ait talaş ortamları arasında en düşük P içeriği KT ortamından elde edilirken bunu sırasıyla MT, KAT, IT ve KIT ortamları izlemiştir. Ortamlara % 20 buğday kepeği ilavesi P içeriğinin artmasına neden olmuştur (Tablo 5).

Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının Fe içerikleri 33,69 ppm (MT ortamı)-899,88 ppm (80KAT+20BK ortamı) arasında

değişmiştir. Kızılağaç talaş ortamının tek başına ve katkı maddesi ilaveli ortamları dışında diğer ortamlarda tek başına talaş ortamlarının Fe içerikleri katkı maddesi ilaveli ortamlardan daha düşük bulunmuştur (Tablo 5).

Tablo 5. Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının P, Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri.

Yetiştirme ortamları	P (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)
KT	0,17e**	123,96de**	19,97b**	6,86g**	1,58h**
80KT+20BK	2,40a	315,43bcd	29,75a	75,77de	7,00a
80KT+20ÇA	0,46de	326,98bcd	7,19de	223,13b	3,67cf
MT	0,21e	33,69e	3,05e	49,22ef	0,56ı
80MT+20BK	0,98bcd	67,91de	12,97cd	83,58de	4,58bcd
80MT+20ÇA	0,72cde	57,14de	4,81e	215,79b	2,42fgh
KAT	0,32e	419,70bc	5,36e	143,96c	3,00dh
80KAT+20BK	1,39b	899,88a	19,50bc	111,97cd	5,75ab
80KAT+20ÇA	0,49de	545,17b	9,22de	290,79a	4,67bc
KIT	0,48de	395,93bc	3,94e	24,39fg	1,92ghı
80KIT+20BK	1,40b	247,73cde	30,75a	49,30ef	5,33b
80KIT+20ÇA	0,38e	198,24cde	5,47e	209,10b	2,81e-h
IT	0,35e	114,66de	2,00e	5,08g	1,92ghı
80IT+20BK	1,15bc	284,04be	15,94bc	35,97fg	4,25be
80IT+20ÇA	0,54de	128,82de	4,89e	231,24b	3,31cg

** : P<0.01 düzeyinde önemli, KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, ÇA; Çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı, KIT; Kızılağaç talaşı, IT; Ihlamur talaşı

Yetiştirme ortamlarının en düşük Zn içeriği 2,00 ppm ile IT ortamında, en yüksek ise 30,75 ppm ile 80KIT+20BK ortamında tespit edilmiştir. Yetiştirme ortamlarının Cu içerikleri de 0,56-7,00 ppm arasında değişmiştir. P içeriğinde olduğu gibi ortamlara % 20 buğday kepeği ilave edilmesi Zn ve Cu içeriğinin artmasına neden olmuştur (Tablo 5).

Ele alınan ağaç türlerine ait talaş ortamlarının Mn içeriği, % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan ortamlara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Herbir ağaç türünde de ortama % 20 çay atığının ilavesi hem talaşın tek başına hem de % 20 buğday kepeği ilave edilerek hazırlanan ortama göre daha yüksek bulunmuştur (Tablo 5).

Çalışmada tek başına talaş ortamlarının Al içerikleri, 80KIT+20BK ortamı hariç

diğer BK ve ÇA ilaveli ortamlara göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Yetiştirme ortamlarının Al içerikleri, aynı Mn içeriğinde olduğu gibi herbir ağaç türünde de ortama % 20 çay atığının ilavesi hem talaşın tek başına hem de % 20 buğday kepeği ilave edilerek hazırlanan ortama göre daha yüksek bulunmuştur (Tablo 6).

Tablo 6. Farklı ağaç trlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının Al, Ni, Pb, Cr ve Cd içerikleri.

Yetiştirme ortamları	Al (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Cr (ppm)	Cd (ppm)
KT	99,38ef**	3,69be**	2,11ab**	3,06d**	0,08abc**
80KT+20BK	251,48def	3,06cde	2,47ab	2,47de	0,06bc
80KT+20A	638,19a	3,03cde	1,59ab	1,22ef	0,00c
MT	33,80f	3,44cde	1,08b	0,81f	0,11ab
80MT+20BK	43,16f	4,69bcd	2,69a	0,81f	0,00c
80MT+20A	290,32cde	3,50cde	2,72a	1,31ef	0,17a
KAT	437,06bc	4,92bc	2,69a	7,22c	0,06bc
80KAT+20BK	668,22a	9,47a	2,81a	13,33a	0,03bc
80KAT+20A	736,63a	5,47b	2,56ab	8,83b	0,08abc
KIT	416,51bc	1,94e	1,37ab	0,72f	0,00c
80KIT+20BK	145,35	2,97cde	1,42ab	2,00def	0,08abc
80KIT+20A	454,53b	2,39e	2,53ab	1,25ef	0,00c
IT	112,10ef	2,53e	2,33ab	1,33ef	0,03bc
80IT+20BK	183,21efg	2,89de	1,89ab	3,08d	0,00c
80IT+20A	381,73bcd	3,00cde	2,16ab	1,44ef	0,00c

** : P<0.01 düzeyinde önemli, KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, A; çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı, KIT; Kızılağaç talaşı, IT; Ihlamur talaşı.

Farklı ağaç trlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının Ni içeriği 1,94-9,47 ppm arasında, Pb içerikleri 1,08-2,69 ppm arasında ve Cr içerikleri 0,72-13,33 ppm arasında değişmiştir. Yetiştirme ortamlarının Cd içerikleri oldukça düşük olduğu bazı ortamlarda ölçülemediği 0,00-0,17 ppm düzeyinde değiştiği saptanmıştır (Tablo 6).

3.2. Yetiştirme Ortamlarının Verim, Biyolojik Etkinlik ve retim Oranı zerine Etkileri

Farklı ağaç trlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının verim,

biyolojik etkinlik (BE) ve üretim oranı (ÜO) değerleri Tablo 7’de verilmiştir. Ağaç türleri bakımından talaşlar, karışımlar ve interaksyonları arasında verim, BE ve ÜO bakımından istatistiksel olarak çok önemli ($P<0,01$) farklar tespit edilmiştir.

Tablo 7. Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının verim, biyolojik etkinlik (BE) ve üretim oranı (ÜO) değerleri.

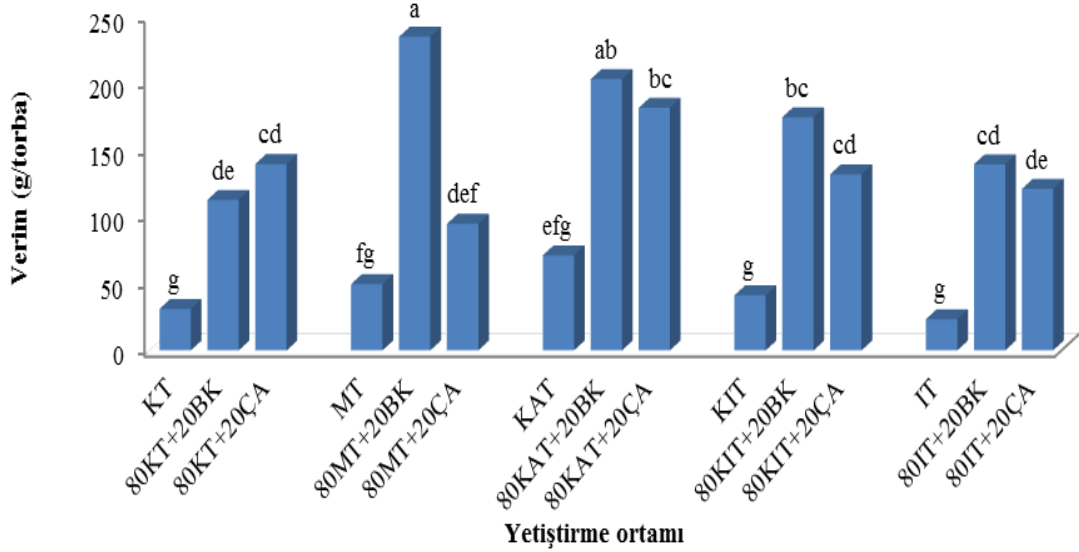
Ağaç türü	Karışım oranları			Ortalama
	%100T	%80T+%20BK	%80T+%20ÇA	
Verim (g/torba)				
Kavak	31,09g**	112,66de	139,44cd	94,40c**
Meşe	49,61fg	234,58a	94,68def	126,29ab
Kayın	71,09efg	202,82ab	181,38bc	151,76a
Kızılağaç	41,19g	174,42bc	131,82cd	115,81bc
Ihlamur	23,36g	139,22cd	120,69de	94,42c
Ortalama	43,27c**	172,74a	133,60b	
BE (%)				
Kavak	8,59h**	28,89efg	38,35cde	25,28c**
Meşe	16,51gh	66,93a	31,40def	38,28ab
Kayın	20,31fgh	55,58ab	52,23bc	42,71a
Kızılağaç	11,90h	46,13bcd	36,47de	31,50bc
Ihlamur	6,24h	36,52de	31,83def	24,86c
Ortalama	12,71c	46,81a	38,06b	
ÜO (%)				
Kavak	0,10g**	0,33def	0,39cde	0,27d**
Meşe	0,19fg	0,75a	0,37de	0,44ab
Kayın	0,23efg	0,66ab	0,64ab	0,51a
Kızılağaç	0,13g	0,55bc	0,45cd	0,38bc
Ihlamur	0,07g	0,43cd	0,38de	0,29cd
Ortalama	0,15c**	0,55a	0,45b	

** : $P<0.01$ düzeyinde önemli, T: talaş, BK: buğday kepeği, ÇA: çay atığı.

Ağaç türleri bakımından en yüksek verim, BE ve ÜO kayın talaşından elde edilmiş, bunu meşe talaşı izlemiştir. Karışım oranları arasında ise en yüksek % 20 kepek ilave edilen ortamlardan elde edilmiştir. En düşük verim, BE ve ÜO ise talaşların tek başına (% 100) kullanıldığı ortamlardan elde edilmiştir (Tablo 7, Şekil 8, 9 ve 10).

Yetiştirme ortamları arasında en yüksek verim 80MT+20BK ortamından 234,58 g/torba olarak elde edilmiştir. En düşük verimler ise aralarında istatistiksel fark bulunmayan IT, KT ve KIT ortamlarından sırasıyla 23,36, 31,09 ve 41,19 g/torba olarak

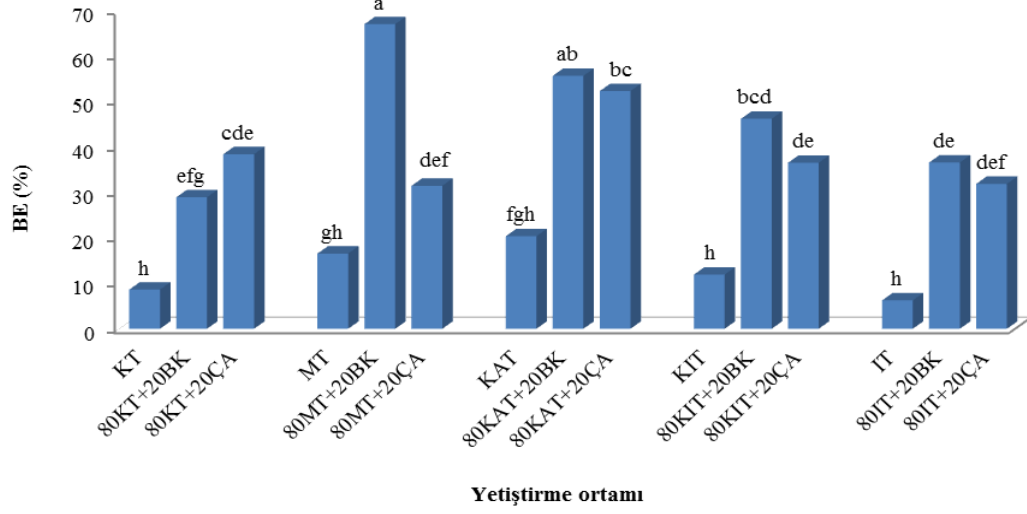
saptanmıştır (Şekil 8).



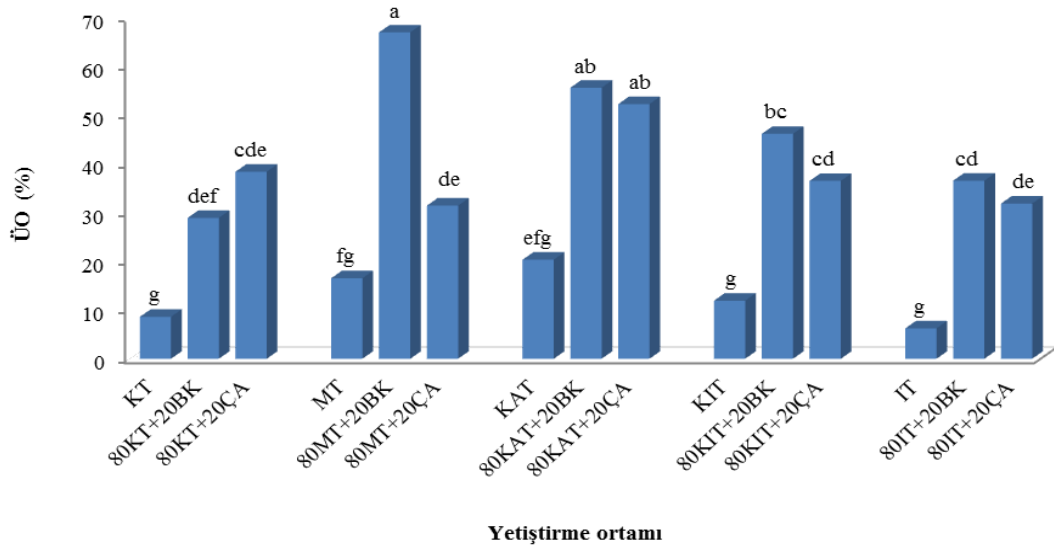
Şekil 8. Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının verim değerleri. (KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, ÇA; Çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı, KIT; Kızılağaç talaşı, IT; Ihlamur talaşı) (Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($P<0,01$)).

Biyolojik Etkinlik yönünden ortamlar arasında en yüksek Biyolojik Etkinlik oranı verimde olduğu gibi 80MT+20BK ortamından (% 66,93), en düşük ise IT ortamından (% 6,24) elde edilmiştir (Şekil 9).

Ağaç türü ve katkı maddesi ilavesi interaksiyonları arasında en yüksek Üretim Oranı, 80MT+20BK ortamından % 0,75 olarak elde edilmiştir. En düşük Üretim Oranı ise IT ortamından % 0,07 olarak saptanmıştır. Bunu IT ortamı ile arasında istatistiksel fark bulunmayan KT ve KIT ortamları (sırasıyla % 0,10 ve 0,13) izlemiştir (Şekil 10).



Şekil 9. Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının BE değerleri.(KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, ÇA; Çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı, KIT; Kızılağaç talaşı, IT; Ihlamur talaşı) (Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($P<0,01$)).



Şekil 10. Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının üretim oranları(ÜO değeri). (KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, ÇA; Çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı). (Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($P<0,01$)).

Farklı ağaç türlerine ait talaşların katkı maddesi ilavesiz, % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların şapka uzunluğu ve eni bakımından aralarında istatistiksel olarak çok önemli fark

bulunmuştur. En büyük şapka uzunluğu ve şapka eni 80KT+20BK ortamından elde edilen mantarlarda (şapka uzunluğu 13,22 cm ve şapka eni 5,17 cm) tespit edilmiştir. Bunu 80KAT+20ÇA ortamından elde edilen mantarlar izlemiştir. Denemede farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen şapka uzunlukları 7,11-13,22 cm, şapka eni ise 3,22-5,17 cm arasında değişmiştir (Tablo 8).

Tablo 7. Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların şapka uzunluğu ve eni.

Yetiştirme ortamları	Şapka uzunluğu (cm)	Şapka eni (cm)
KT	9,44abc**	3,44ab**
80KT+20BK	13,22a	5,17a
80KT+20ÇA	8,78bc	5,33a
MT	9,00abc	3,78ab
80MT+20BK	9,17abc	3,67ab
80MT+20ÇA	7,11c	3,67ab
KAT	10,00abc	4,00ab
80KAT+20BK	11,33abc	4,44ab
80KAT+20ÇA	12,11ab	4,33ab
KIT	11,39abc	4,06ab
80KIT+20BK	8,50bc	5,11ab
80KIT+20ÇA	9,56abc	5,33a
IT	10,11abc	3,72ab
80IT+20BK	9,33abc	3,78ab
80IT+20ÇA	7,56c	3,22b

** : P<0.01 düzeyinde önemli, KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, ÇA; Çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı, KIT; Kızılağaç talaşı, IT; İhlamur talaşı.

3.3. Yetiştirme Ortamlarının Mantarın Bazı Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri

Araştırmada deneme talaşlarını temin ettiğimiz kavak, kayın, kızılağaç kütüklerinde de Denizli'den temin edilen *P. ostreatus* miselleri aşılı olarak yetiştiricilik yapılmıştır. Farklı ağaç türleri ve bunlara ilavesiz, % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların yanı sıra, bu kütüklerden elde edilen ve doğadan toplanan *P. ostreatus* örneklerinde de azot, protein ve mineral madde içerikleri ile fenolik, antioksidan ve antimikrobiyal aktivite tayinleri yapılarak karşılaştırılmıştır. Böylece torba kültürü ile üretim yapılan talaş ortamlarından elde edilen mantarlarla kütük üzerinde yetiştirilen mantarlar arasındaki farklılıklar ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların protein içerikleri arasında istatistiksel olarak çok önemli fark bulunmuştur (Tablo 9).

Tablo 8. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların N ve protein değerleri.

Yetiştirme ortamları	N (%)	Protein (%)	
		Nx4.38	Nx6.25
KT	2,30def**	10,05def**	14,35
80KT+20BK	4,02abc	17,59abc	25,10
80KT+20ÇA	3,54be	15,49be	22,11
MT	2,71cf	11,88cf	16,95
80MT+20BK	2,78cf	12,17cf	17,37cf**
80MT+20ÇA	3,66ad	16,02ad	22,86ad
KAT	2,38def	10,41def	14,85def
80KAT+20BK	3,32bf	14,53bf	20,73bf
80KAT+20ÇA	3,61ae	15,81ae	22,56ae
KIT	2,67cf	11,69cf	16,68cf
80KIT+20BK	4,02abc	17,59abc	25,10abc
80KIT+20ÇA	3,47be	15,20be	21,69be
IT	2,80cf	12,26cf	17,49cf
80IT+20BK	4,96a	21,74a	31,02a
80IT+20ÇA	3,47be	15,19be	21,67be
Kavak kütüğü	2,20ef	9,65ef	13,77ef
Kayın kütüğü	1,91f	8,35f	11,91f
Kızılağaç kütüğü	4,95a	21,69a	30,95a
Doğadan toplama	4,45ab	19,50ab	27,83ab

** : P<0,01 düzeyinde önemli, KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, ÇA; Çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı, KIT; Kızılağaç talaşı, IT; Ihlamur talaşı.

En yüksek protein içeriği 80IT+20BK ortamı üzerinde yetiştirilen mantarlardan elde edilmiştir. Bunu aralarında istatistiksel fark olmayan kıızılağaç kütüğü üzerinde yetişen mantarların protein içeriği izlemiştir. Kavak ve kayın kütüğü üzerinde yetişen mantarlara göre kavak talaşı (KT) ve kayın talaşı (KAT) ortamları üzerinde yetişen mantarların protein içerikleri daha yüksek bulunmuştur. Doğa mantarının protein içeriği, 80IT+20BK ve kıızılağaç kütüğü üzerinde yetişen mantarların protein içeriği dışında, diğer ortam ve kütük üzerinde yetişen mantarların protein içeriğinden yüksek bulunmuştur (Tablo 10).

Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların mineral içerikleri bakımından aralarında çok önemli fark olduğu

tespit edilmiştir. Kütük üzerinde yetişen mantarların Mn, Zn ve Fe içerikleri torba kültüründe yetiştirilen tüm yetiştirme ortamlarından daha yüksek bulunmuştur (Tablo 10).

Tablo 9. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların P, Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri.

Yetiştirme ortamı	P (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)
KT	2,45hij**	77,30be**	48,75f**	5,75g**	4,83fgh**
80KT+20BK	6,91a	56,58de	66,19be	7,50efg	5,11fgh
80KT+20ÇA	2,78fgh	83,91be	65,02be	9,75be	8,53bcd
MT	2,08ij	64,97cde	60,86cde	6,83fg	4,47gh
80MT+20BK	6,09bc	74,08be	59,41e	9,33bf	6,25efg
80MT+20ÇA	3,07fg	90,82be	69,14bc	10,44bcd	6,86cf
KAT	2,15ij	56,64de	66,19be	7,50efg	5,11fgh
80KAT+20BK	6,25bc	90,27be	68,14bcd	10,00be	5,91efg
80KAT+20ÇA	2,52ghı	106,10b	71,83b	11,39bc	5,05fgh
KIT	1,92j	54,97de	61,64cde	5,78g	3,00h
80KIT+20BK	5,53de	66,66be	66,52be	9,42bf	6,36dg
80KIT+20ÇA	3,16f	85,16be	62,11cde	8,61def	6,25efg
IT	2,89fgh	51,50e	64,83be	4,92g	6,53cg
80IT+20BK	6,59ab	83,14be	69,25bc	9,55bf	9,39b
80IT+20ÇA	3,20f	105,55b	63,83be	11,69b	7,81be
Kavak kütüğü	5,02e	187,21a	67,33be	11,80b	9,44b
Kayın kütüğü	3,07fg	94,88bcd	60,50de	18,44a	8,64bc
Kızılağaç kütüğü	5,76cd	181,71a	89,75a	18,28a	12,39a
Doğadan toplama	2,79fgh	101,41bc	46,19f	8,69c-f	6,75cg

** : P<0,01 düzeyinde önemli, KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, ÇA; Çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı, KIT; Kızılağaç talaşı, IT; Ihlamur talaşı.

Kütüklerde elde edilen ve doğadan toplanan mantarların Al içeriği farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarından daha yüksek bulunmuştur (Tablo 11).

Tablo 10. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların Al, Ni, Pb, Cr ve Cd içerikleri.

Yetiştirme ortamı	Al (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Cr (ppm)	Cd (ppm)
KT	8,03d**	2,39abc**	2,42 ^{öd}	0,55cd**	0,75c**
80KT+20BK	13,94cd	1,89be	1,94	0,89bcd	0,17efg
80KT+20ÇA	22,19cd	2,19ad	1,75	0,47d	0,50d
MT	9,19d	2,44ab	2,78	0,75bcd	0,47d
80MT+20BK	8,00d	1,81de	1,89	0,72bcd	0,50d
80MT+20ÇA	24,00cd	1,89be	2,08	0,89bcd	0,47d
KAT	13,94cd	1,89be	1,94	0,89bcd	0,17efg
80KAT+20BK	18,03cd	1,86cde	2,00	1,08bc	0,08ghı
80KAT+20ÇA	16,75cd	1,75def	2,64	0,61bcd	0,19ef
KIT	10,47d	1,97be	2,22	1,17b	0,03hı
80KIT+20BK	11,11d	1,25f	1,94	0,69bcd	0,14fg
80KIT+20ÇA	12,94cd	1,67def	1,67	0,61bcd	0,11fgh
IT	9,03d	1,61ef	2,30	0,72bcd	0,17efg
80IT+20BK	10,50d	2,08ad	2,17	1,92a	0,25e
80IT+20ÇA	20,83cd	1,78def	2,47	0,53cd	0,17efg
Kavak kütüğü	199,63a	1,89be	1,92	0,97bcd	3,33a
Kayın kütüğü	114,38b	2,53a	2,50	0,86bcd	0,55d
Kızılağaç kütüğü	104,33b	1,53ef	2,50	0,72bcd	1,64b
Doğadan toplama	54,11c	1,58ef	2,30	0,78bcd	0,00ı

**; P<0,01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil, KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, ÇA; Çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı, KIT; Kızılağaç talaşı, IT; Ihlamur talaşı.

Denemede ele alınan yetiştirme ortamları ile bu ortamlardan elde edilen mantarların en küçük ve en büyük mineral madde içeriklerine ait değerler Tablo 12'de özetlenmiştir.

3.4. Yetiştirme Ortamlarının Mantarın Antioksidan ve Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkileri

Genel olarak bakıldığında mantar ekstraktlarında fenolik ve antioksidan aktivitelerinin var olduğu, kullanılan üretim ortamlarına bağlı olarak az ya da çok miktar açısından değişim gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 13).

Tablo 11. Yetiştirme ortamı ile bu ortamlardan elde edilen mantarların mineral madde içeriklerindeki değişimler.

Elementler	Yetiştirme ortamı	Ürün mantarda
P *	0,17-240	1,92-6,91
Fe	33,69-899,88	51,50-106,10
Zn	2,00-30,75	48,75-71,83
Mn	5,08-290,79	4,92-11,69
Cu	0,56-7,00	3,00-9,39
Al	33,80-736,63	8,00-20,83
Ni	2,39-9,47	1,25-2,39
Pb	1,08-2,81	1,67-2,64
Cr	0,72-13,33	0,47-1,92
Cd	0,0	0,03-0,75

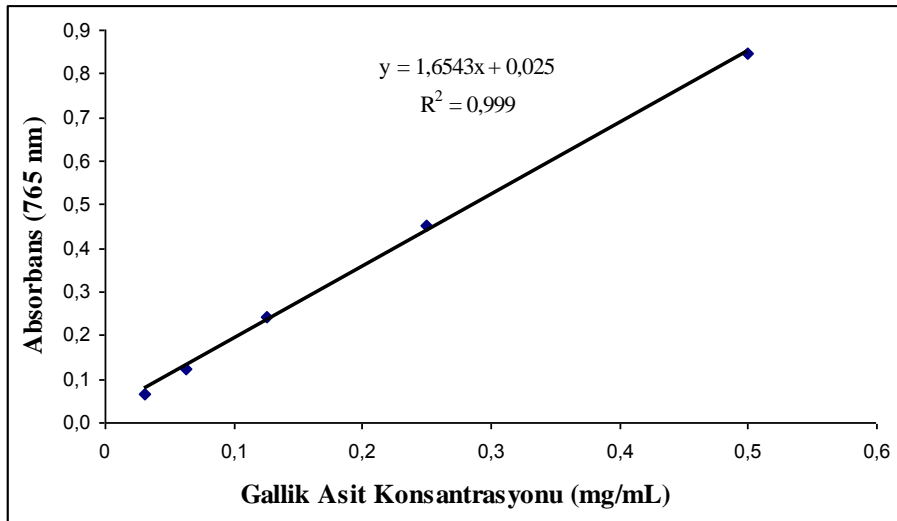
Mantarlar içerdikleri mineral ve vitaminler nedeniyle yüksek besin değerine sahiptirler. Ayrıca kendilerine özgü aromalarıyla katıldıkları çeşitli gıdalara özel bir lezzet kazandırmaktadırlar. Günümüzde mantarların besin olarak tüketilmesi yanında, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip olmalarından dolayı ilaç sektöründe yaygın olarak kullanılmaları popüleritelerinin artmasına neden olmuştur. Son yıllarda, dünyada mantarların fitokimyasal analizleri ve biyolojik aktivite araştırmaları yaygın bir şekilde yapılmaktadır

Fenolik madde miktarının belirlenebilmesi için öncelikle gallik asit standardı kullanılarak standart çalışma grafiği elde edilmiştir (Şekil 11). Mantar numunelerinin toplam fenolik madde miktarları mgGAE/g cinsinden verilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı 1,016-4,772 mg/g aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek değer kızılbaş mantarında tespit edilirken en düşük değer KIT ortamında üretilen mantarda tespit edilmiştir (Şekil 12).

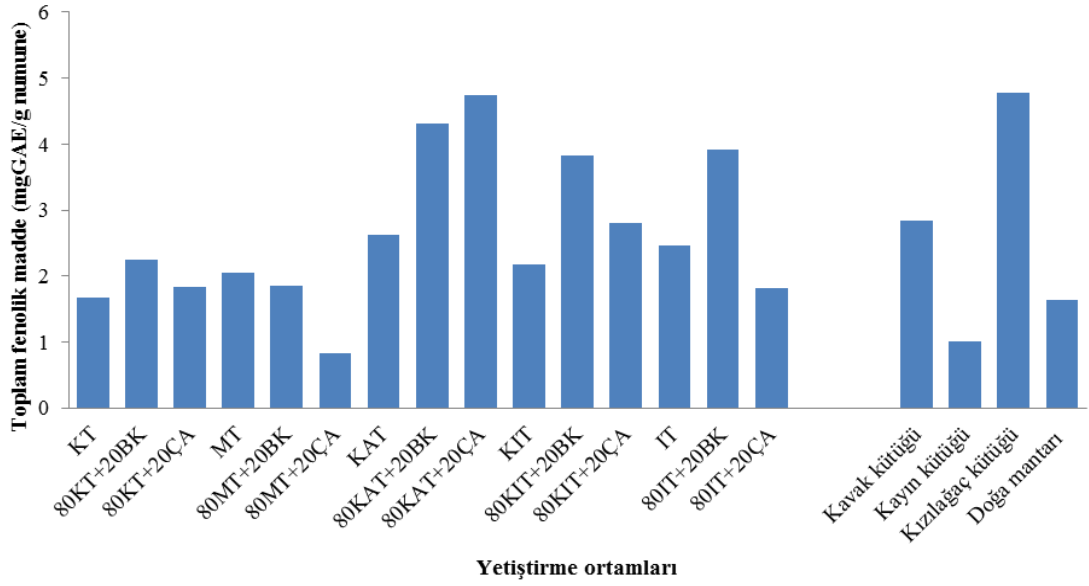
Tablo 12. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların metanol ekstraktlarının fenolik ve antioksidan aktivite değerleri.

Yetiştirme ortamı	Toplam polifenol (mgGAE/g numune)	FRAP ($\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$)	DPPH –SC ₅₀ (mg/mL)
KT	1,683±0,00311**	3,995±0,005m**	19,007±0,002c**
80KT+20BK	2,246±0,0020h	6,200±0,026f	11,199±1,069f
80KT+20ÇA	1,833±0,0031k	4,371±0,005l	15,824±0,001d
MT	2,050±0,0010i	2,674±0,004p	21,015±1,000b
80MT+20BK	1,845±0,0006k	2,653±0,001p	18,688±0,009c
80MT+20ÇA	0,839±0,0010n	3,375±0,005o	14,900±0,012e
KAT	2,627±0,0006f	5,773±0,011g	7,7953±0,291h
80KAT+20BK	4,309±0,0006b	8,902±0,009a	8,5960±0,001h
80KAT+20ÇA	4,749±0,0010a	8,387±0,015c	8,0237±0,002h
KIT	2,178±0,0602ı	3,391±0,001o	22,922±0,002a
80KIT+20BK	3,832±0,0020d	7,535±0,005e	8,369±0,001h
80KIT+20ÇA	2,805±0,0025e	3,855±0,009n	10,370±0,010g
IT	2,465±0,0010g	5,173±0,010h	5,509±0,003ı
80IT+20BK	3,922±0,1141c	7,654±0,004d	5,904±0,002ı
80IT+20ÇA	1,818±0,0010k	4,541±0,010k	9,997±0,001g
Kavak kütüğü	2,847±0,0015e	5,025±0,001ı	19,104±0,002c
Kayın kütüğü	1,017±0,0015m	2,245±0,005r	14,627±0,562e
Kızılağaç kütüğü	4,770±0,0015a	8,770±0,010b	4,650±0,044ı
Doğadan toplama	1,630±0,0025l	4,733±0,011ı	5,387±0,214ıı
			Troloks mg/mL 0.004±0.001

**; P<0,01, (Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur), KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, ÇA; Çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı, KIT; Kızılağaç talaşı, IT; İhlamur talaşı

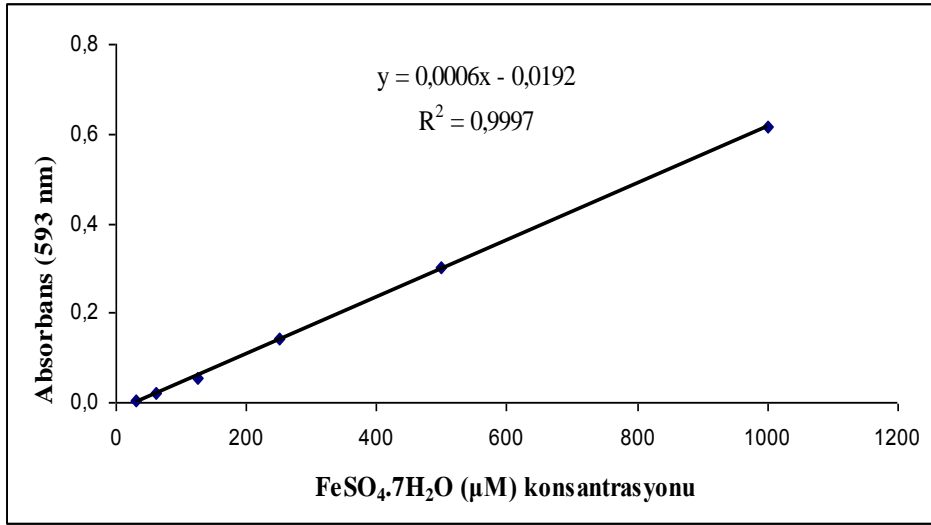


Şekil 11. Toplam fenolik madde tayini için gallik asit standardı kullanılan hazırlanan standart çalışma grafiği.

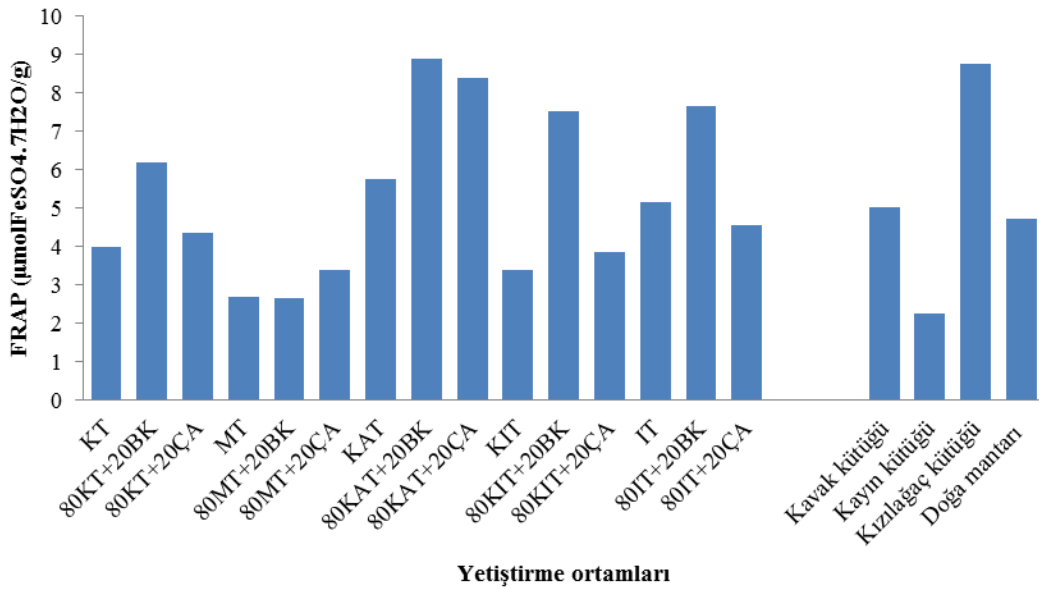


Şekil 12. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların metanol ekstraktlarında toplam fenolik madde içeriği.(KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, ÇA; Çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı, KIT; Kızılağaç talaşı, IT; Ihlamur talaşı).

Mantar ekstraktlarının FRAP değerlerinin belirlenmesinde $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (μmol) standart grafiği elde edilmiştir (Şekil 13). Mantar ekstraktlarının FRAP değeri incelendiğinde 2,245-8,902 $\mu\text{mol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 14). Genel olarak kütükler ele alındığında FRAP değerinin en yüksek kızılağaçta (8,770 $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$) en düşük ise kayın (2,245 $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$) kütüğünden elde edilen mantarlarda tespit edilmiştir. Karışımlarda durum ise sırasıyla en yüksek 80KAT+20BK ve 80KAT+20ÇA'da (sırasıyla 8.,902 ve 8,387 $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$) belirlenmiş, en düşük değer 80MT+20BK ve MT'de (sırasıyla 2,653-2,674 $\mu\text{mol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$) tespit edilmiştir.



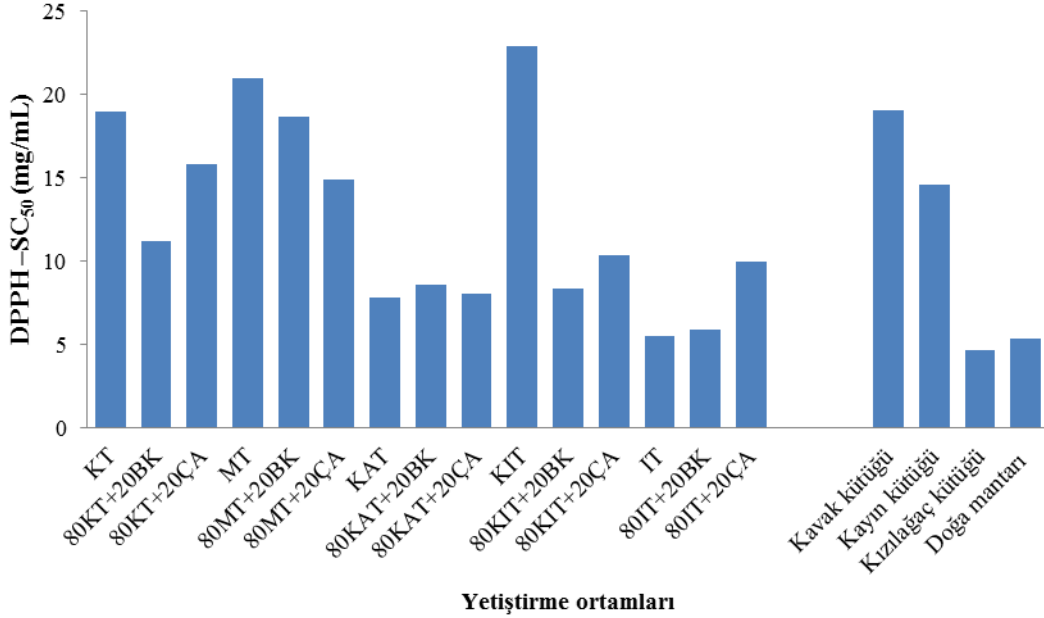
Şekil 13. FeSO₄.7H₂O kullanılarak elde edilen standart çalışma grafiği.



Şekil 14. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların metanoekstraktlarında toplam FRAP değerleri.(KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, ÇA; Çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı, KIT; Kızılağaç talaşı, IT; Ihlamur talaşı).

Mantar numunelerinin üç tekrarlı ölçümlerinin ortalama değeri alınarak belirlenen ölçümlerde DPPH–SC₅₀ radikal süpürücü değerleri 4,650-22,922 mg/mL arasında değişim göstermiştir. Sonuçlara göre en yüksek radikal temizleme aktivitesine sahip mantar olarak kızılağaç kütüğünde yetiştirilen mantarın, yetiştirme ortamı olarak ise ihlamur (IT) talaşında (5,509 mg/mL) yetiştirilen mantarların sahip olduğu tespit edilmiştir. En düşük temizleme aktivitesine sahip mantar ise kızılağaç talaşında üretilen

mantarlar olduğu belirlenmiştir. Değerler mg/mL cinsinden belirlenerek Troloks standardına göre karşılaştırılarak verilmiştir (Tablo 13, Şekil 15).



Şekil 15. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların metanol ekstraktlarında toplam DPPH-SC₅₀ değerleri. (KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, ÇA; Çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı, KIT; Kızılağaç talaşı, IT; Ihlamur talaşı).

3.5. Yetiştirme Ortamlarının Mantarın Antimikrobiyal Aktivitesi Üzerine Etkileri

Farklı ağaç türlerinin talaşlarının katkı maddesi ilave edilmeksizin ve % 20 buğday kepeği ve % 20 çay artığı ilave edilerek hazırlanan 15 yetiştirme ortamından elde edilen mantarlar ile kütük üzerinde üretilen mantarların kontrole (ilaç ve metanol) göre antimikrobiyal aktiviteleri Tablo 14'de verilmiştir. Mantar ekstratlarının genel olarak test edilen bakterilere karşı antibakteriyel aktiviteye sahip oldukları, *M. smegmatis* karşı etkili olması ile de antitüberküloz aktivite varlığının olduğu belirlenmiştir. Ancak maya mantarlarına karşı özellikle de insanlar için fırsatçı patojen olan *C. albicans*'a karşı etkili olmadıkları, saprofit olan *S. cerevisia*'ya karşı ise düşük düzeyde etkinliklerinin olduğu saptanmıştır.

Tablo 13. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantar ekstraktlarının antimikrobiyal aktivite değerleri.

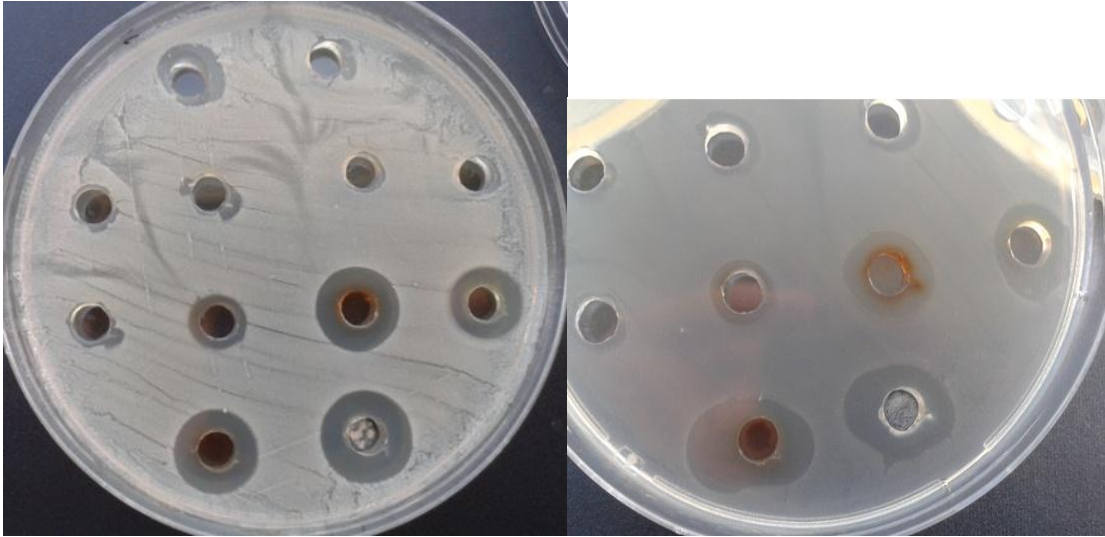
Mantar ekstratları	Mikroorganizmalar ve inhibisyon zonu (mm)								
	Ec	Yp	Pa	Sa	Ef	Bc	Ms	Ca	Sc
KT	-	6	9	6	8	6	16	-	8
80KT+20BK	6	6	8	6	8	8	10	-	6
80KT+20ÇA	-	7	9	7	7	6	14	-	-
MT	-	10	10	6	6	6	14	-	-
80MT+20BK	-	7	8	6	8	6	14	-	8
80MT+20ÇA	10	7	12	10	10	10	10	-	10
KAT	6	6	6	6	6	10	15	-	7
80KAT+20BK	-	7	8	-	6	6	12	-	6
80KAT+20ÇA	6	6	8	6	7	8	12	-	7
KIT	-	8	9	6	7	6	14	-	-
80KIT+20BK	-	7	9	6	-	6	14	-	8
80KIT+20ÇA	-	7	6	6	6	7	16	-	6
IT	-	-	8	8	7	6	16	-	-
80IT+20BK	-	7	9	6	10	7	16	-	8
80IT+20ÇA	6	6	6	6	6	6	14	-	8
Kavak kütüğü	-	6	9	6	-	7	14	-	-
Kayın kütüğü	-	6	9	6	-	8	12	-	8
Kızılağaç kütüğü	7	8	8	6	-	8	18	6	10
Doğadan toplama	7	9	7	6	-	6	12	6	12
Met. Kon.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amp.(10 µg/mL)	10	18	18	35	10	15			
Flu (5 µg/mL)								25	>25

Ec: *Escherichia coli* ATCC 25922, Yp: *Yersinia pseudotuberculosis* ATCC 911, Pa: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 43288, Ef: *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, Li: *Listeria monocytogenes* ATCC 43251, Sa: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, Bc: *Bacillus cereus* 702 Roma, Ms: *Mycobacterium smegmatis* ATCC607, Ca: *Candida albicans* ATCC 60193, *Saccharomyces cerevisiae* RSKK 251, Amp.: Ampisilin, Flu.: Fluconazole, (—): etkinlik yoktur, Met. Kon.; Çözücünün (Metanol) kontrolü. (KT: Kavak talaşı, BK; Buğday kepeği, ÇA; Çay atığı, MT; Meşe talaşı, KAT; Kayın talaşı, KIT; Kızılağaç talaşı, IT; Ihlamur talaşı).

Maddelerin etkinliği, kuyucuklara konan ekstrakt miktarından ziyade iki kuyucuğa konan maddenin kesişme zonlarında etkinliğin artması şeklinde gözlenmiştir (Şekil 16 ve 17).



Şekil 16. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantar metanol ekstraktlarının *B. cereus* bakterisine olan antimikrobiyal etkinliği.



Şekil 17. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantar metanol ekstraktlarının *S. aureus* ve *E. faecalis* bakterisine olan antimikrobiyal etkinliği.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, kavak, kayın, meşe, ihlamur ve kızılâğaç talaşları ve bunlara katkı maddesi olarak buğday kepeği ve çay atığı (% 20 oranında) ilave edilerek hazırlanan 15 farklı yetiştirme ortamlarının (Tablo 1) *P. ostreatus* mantarının verimi, BE ve üretim oranı üzerine etkileri belirlenmiştir. Ayrıca bu yetiştirme ortamları ve kayın, kavak ve kızılâğaç kütüklerinden elde edilen mantarlarla doğadan toplanan *P. ostreatus* mantarlarının mineral madde içeriği, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi karşılaştırılmıştır.

Ortamların pH içerikleri birbirine yakın değerlerde olmakla birlikte 5.63-6.56 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 4). Genel olarak bakıldığında % 100 talaş ortamlarında pH değeri biraz daha yüksek iken, çay atığı ortamlarında düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum çay atığının pH değerinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Zadrazil (1978) *Pleurotus* türlerinde pH değerinin 8'den yüksek ve 4'ten düşük olması durumunda gelişmenin engellendiğini ve asidik ortamlarda (pH 4.0) misel gelişmesinin yavaş olduğunu bildirmiştir. Sun ve Yu (1989), *P. sapidus*'un 5.4-6.0 pH değerleri arasında iyi geliştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada kompostların pH değerinin misel gelişimi için uygun pH aralığında olduğu saptanmıştır.

Yetiştirme ortamlarının nem oranlarının % 63,73-72,91 aralığında olduğu bulunmuştur. En yüksek nem içeriği kavak talaşı ortamında, en düşük nem içeriği ise MT+20BK ortamında tespit edilmiştir. Genel olarak ağaç türleri arasında meşe talaşının tek başına hazırlandığı ortamın nem içeriği diğer talaş ortamlarının nem içeriğinden düşük bulunmuştur. Meşe talaşı dışında talaş ortamlarının nem içerikleri katkı maddesi ilaveli ortamlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). Cho vd. (1981) misel gelişmesinin % 50-200 nem aralığında gerçekleştiğini ve gelişmeyi etkilediğini bildirmiştir. *P. ostreatus* ve *P. djamur* türlerinde % 70-80 nem aralığının misel gelişmesi için uygun olduğu ve bu nem içeriğinde biyolojik etkinliğin önemli derecede arttığı bildirilmiştir (Velezco vd., 1995). Çalışmada belirlenen nem değerlerinin Velezco vd. (1995)'un bildirdiği nem içeriğinden daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum materyalin su tutma kapasitesi ve kompost hazırlama tekniklerinden kaynaklanmış olabilir. Bununla birlikte Doğan ve Pekşen (2003) nem içeriği yüksek olan

uygulamalarda torbalardaki fazla suyun zamanla dip kısmında birikmesinin misel gelişmesinin olumsuz etkilendiğini ve yetiştirme ortamlarında daha çabuk hastalık ortaya çıktığını bildirmiştir.

Yetiştirme ortamlarının C oranları en yüksek olan 80KIT+20ÇA (% 60,18) dışında, diğerlerinde % 47,6-54,38 arasında değiştiği saptanmıştır (Tablo 4). Karbon miktarının yüksek olması misel gelişimi ve mantar verimi açısından önemlidir. Doğan ve Pekşen (2003) yaptıkları çalışmada ele aldıkları saman ortamında (kontrol ortamı) C miktarını kış döneminde % 43,64, yaz döneminde % 42,83 olarak tespit etmişlerdir.

Yetiştirme ortamlarının N miktarları en düşük meşe talaşında % 0,11, en yüksek 80KIT+20ÇA ortamında % 1,41 olarak bulunmuştur (Tablo 4). Erkel ve Işık (1990) saman ortamının azot içeriğini % 0,49 olarak belirlemişlerdir. Çalışmada yetiştirme ortamlarının N içerikleri, kış döneminde ortamların azot içeriklerinin % 0,73-2,82 ve yaz döneminde ise % 0,47-2,57 arasında değiştiğini bildiren Doğan ve Pekşen (2003)'in değerlerinden düşük bulunmuştur. İlbay (2002) *P. erygii*'de kavak talaşına farklı düzeylerde N içerecek şekilde ayrı ayrı buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve soya küspesi ilave ederek hazırlanan ortamlarda en yüksek biyolojik verimin % 0,1'lik azot içeren ortamlarda elde ettiğini bildirilmiştir. Genel olarak bakıldığında % 100 talaş ortamlarında N miktarlarının düşük olduğu, çay atığı ilave edilen ortamlarda ise daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum çay atığının N içeriğinin yüksek olmasında kaynaklanmaktadır.

Pleurotus türlerinin kültüründe en yüksek miktarda ürün elde etmek için kuru ağırlıkta % 0,7-0,9 oranında N içeren (Laborde, 1989) ve C/N oranı 50 civarında olan (Olivier, 1990) yetiştirme ortamları önerilmiştir. Bu değerlere göre çalışmada 80KIT+20ÇA (% 1,41), 80KAT+20ÇA (% 1,26), 80IT+20ÇA (% 1,25), 80KT+20ÇA (% 1,09) azot oranlarının yüksek olduğu, 80KAT+20BK (% 0,82), 80KIT+20BK (% 0,81), 80MT+20ÇA (% 0,79) ve 80KT+20BK (% 0,76) ortamlarındaki azot oranının ise Laborde (1989) tarafından önerilen kritere uygun olduğu saptanmıştır (Tablo 4).

Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının mineral

madde içerikleri arasında da istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur (Tablo 5 ve 6). Bu ortamlarda kullanılan materyallerin başlangıç içeriği ile ilgilidir (Özçelik ve peşken, 2007; Pekşen ve Yakupoğlu, 2009).

Yetiştirme ortamlarının yapısı ve kimyasal içerikleri misel gelişimi ve mantar verim ve kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir (Philippoussis vd., 2001; Pekşen ve Yakupoğlu, 2009).

En yüksek verim, BE ve üretim oranı 80MT+20BK ortamından (sırasıyla 202,82 g/torba, % 66,93 ve % 0,75) elde edilmiştir (Tablo 7, Şekil 8, 9 ve 10). Genel olarak verime bakıldığında buğday kepeğinin ve çay atığının verimi % 90-375 oranında arttırdığı saptanmıştır. En yüksek ve en düşük verim artışı sırasıyla meşe talaşına buğday kepeği (% 375) ve çay atığı (% 90) ilave edilen ortamlarda tespit edilmiştir. Çay atığının kavak talaşı karışımı, buğday kepeği karışımından daha yüksek oranında (% 348) verimi arttırdığı gözlenmiştir. Diğer (meşe, kayın, kızılgağaç ve ıhlamur) talaşlarla hazırlanan ortamlarda en yüksek verimin buğday kepeği varlığında elde edilmiştir. En yüksek verimin sırasıyla meşe ve kayın talaşlarının - buğday kepeğiyle olan karışımlarda elde edilmiştir. En düşük verim ise ıhlamur talaşında (% 100T) belirlendi. Gözlendiği üzere çay atığının mantar yetiştiriciliğinde kullanılabileceği, kavak talaşı için buğday kepeğinden daha uygun kombinasyon olduğu, meşe hariç diğer talaşlarda da tercih edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Kavak talaşı ile hazırlanan ortamlarda en yüksek biyolojik etkinlik değerinin çay atığı varlığında gözlenirken; meşe, kayın, kızılgağaç ve ıhlamur talaşları ile hazırlanan ortamlarda en yüksek biyolojik etkinlik değerinin buğday kepeği varlığında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar göstermektedir ki genel olarak buğday kepeğinin biyolojik etkinlik değerini arttırdığı ancak kavak talaşı ile hazırlanan ortamlarda çay atığının daha iyi olduğu gözlenmiştir (Tablo 7, Şekil 9).

Ertan (1988), *P. ostreatus* üretiminde buğday samanını temel materyal olarak kullanmış ve farklı katkı maddelerinin etkisiyle % 38,68-85,97 arasında değişen biyolojik verim oranları elde etmiştir. Diwakar vd. (1989), farklı tarımsal artıklar üzerinde değişik *Pleurotus* (*P. sajor caju*, *P. ostreatus*, *P. florida* ve *P. sapidus*)

türlerinin yetiştiriciliğini denemişler ve saman ortamında verimi *P. sajor-caju* türünde 100 kg taze mantar/100 kg kuru substrat (% 100 biyolojik etkinlik) elde etmişlerdir.

Gonzalez ve Gomez (1994), *P. ostreatus* yetiştiriciliğinde yerfıstığı kabukları ve mısır yapraklarını kullandıkları çalışmada en yüksek BE oranını % $144,85 \pm 23,27$ ile mısır yapraklarında belirlemişlerdir. 2:1 oranındaki karışımın biyolojik verimlilik oranını ise % $95,7 \pm 12,5$ olarak saptamışlardır.

García vd. (2000), buğday kepeği, artık dane ve malt ekstraktından oluşan kültür ortamının etkisini *P. ostreatus*'un biyolojik etkinliği üzerinde değerlendirmişlerdir. İlk inokulum hazırlığında ortam olarak buğday kullanılmıştır. Her bir kültür ortamından elde edilen hasat miktarı ve biyolojik etkinlik yönünden önemli farklılıklar bulunamamıştır.

Güler (1991) değişik *Pleurotus* türlerinde buğday sapı, çeltik sapı, mısır sapı ve bunların karışımlarından hazırlanan yetiştirme ortamlarında yetiştirmiş ve en yüksek verimi 437,90 g ile buğday+çeltik+mısır karışımından elde edilmiştir. Bunu 377,90 g ve 375,90 g ile buğday+çeltik ve buğday+mısır ortamları izlemiştir. Bu çalışmada en düşük verim ise 249,90 g ile çeltik sapından elde edilmiştir.

Güler ve Ağaoğlu (1995), biyolojik verim oranlarını *P. ostreatus*'ta % 55,71 ve *P. sajor-caju*'da % 60,43 olarak belirlemişlerdir. Erkel ve Işık (1992), *P. ostreatus* ve *P. florida* yetiştiriciliğinde buğday samanı, çeltik sapı, mısır sapı, ayçiçeği sapı ve bunların değişik orandaki karışımlarının verime etkisini incelemişlerdir. Bu iki *Pleurotus* türünde de en yüksek verim çeltik sapının tek başına kullanıldığı ortamdan elde edilmiştir. Shah vd. (2004) *P. ostreatus*'un yetiştiriciliğinde farklı artıklardan (buğday sapı, yaprak ve talaş) hazırlanan ortamlarda en yüksek BE oranını % 64,69 ile talaş, en düşük ise % 21,05 ile yapraktan elde etmişlerdir.

Sivrikaya ve Peker (1999) *P. florida* türünde yaptıkları çalışmada, en yüksek verimi 440 g/kg ile % 80 kayın talaşı + % 20 pirinç kavuzu ortamından elde etmişlerdir. Pekşen (2001), *P. sajor-caju* türünde fındık zurufundan hazırlanan değişik yetiştirme ortamlarının verimlerinin 19,84-11,18 kg/100 kg ortam arasında değiştiğini tespit

etmişlerdir. Aksu ve Uysal (2002), *P. sajor-caju* türü yetiştiriciliğinde en uygun ortam tespiti üzerine yaptıkları çalışmada, en yüksek verimi % 40 buğday samanı + % 40 mısır koçanı + % 20 çay artığı uygulamasından (236,39 kg/ton kompost) elde etmişlerdir. Küçükomuzlu ve Pekşen (2005), buğday samanı + %5 buğday kepeği + %1 alçı karışımından hazırlanan yetiştirme ortamında verim ve BE oranını, *P. sajor-caju* türünde sırasıyla 263,5 kg/ton ve % 93,12, *P. ostreatus*'da ise 246,5 kg/ton ve % 87,10 olarak belirlemişlerdir.

Genel üretim oranlarına bakıldığında en yüksek değer kayın talaşı ile hazırlanan ortamlarda, en düşük değer ise kavak talaşı ile hazırlanan ortamlarda olduğu belirlenmiştir. Kavak talaşı ile hazırlanan ortamlarda en yüksek üretim oranının çay atığı varlığında, meşe, kayın, kızılgağaç ve ıhlamur talaşlarıyla hazırlanan ortamlarda en yüksek üretim oranının buğday kepeği varlığında olduğu gözlenmiştir (Tablo 7, Şekil 10). Genel olarak bakıldığında buğday kepeğinin üretim ortalamasını arttırdığı ancak kavak talaşı kullanıldığında ise çay atığının üretim oranını daha fazla arttırdığı gözlenmiştir. Buğday kepeğinin ekonomik değeri olan başka kullanım alanlarının olması, çay atığının ise böyle bir (yakıt ve gübre dışında) alanı olmaması nedeniyle meşe talaşı dışındaki kompost hazırlama ortamında kullanımını ekonomik katkı sağlaması açısından uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Denemede ele alınan farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların şapka uzunlukları 7,11-13,22 cm, şapka enleri ise 3,22-5,17 cm arasında değişmiştir (Tablo 8). Elde edilen bu değerler Doğan ve Pekşen (2003) tarafından tespit edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur.

Farklı ağaç türlerine ait talaşlara katkı maddesi ilave edilmeden ve bunlara % 20 buğday kepeği ve % 20 çay atığı ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların N, protein, mineral madde içerikleri ve antioksidan aktiviteleri arasında istatistiksel olarak çok önemli fark bulunmuştur (Tablo 9, 10, 11 ve 13). Sturion ve Oetterer (1995), mantarların mineral madde içeriğinin yetiştiricilik için kullanılan ortamın farklı mineral madde içeriğine bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Garcia vd. (1998), mantarlarda metallerin alınımının çevresel ve fungal faktörlere bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Aynı şekilde *P. florida* mantarının besin içeriğinin ortamın besin içeriği

ile ilişkili olduğu ve farklı ortamlarda yetiştirildiğinde mantarların besin içeriklerinde önemli farklar olacağı bildirilmiştir (Khan vd., 2008). Bununla birlikte Silva vd. (2002), birçok çalışmada ilişki bulunmuş olsa da mantarın kimyasal kompozisyonunun her zaman ortamın kimyasal kompozisyonu ile ilişkili olmayabileceğini bildirmiştir.

Ağır metallerin bir kısmı yer kabuğunun doğal bileşenleridir. Bununla birlikte bazı minerallerin toprak, hava, su ve yaşamsal nesnelere fazla miktarda bulunması önemli bir halk sağlığı sorunudur. Birçok organik atığın içerdiği ağır metallerin biyolojik olarak parçalanabilirliği ve zararsız hale dönüştürülmesi mümkün değildir. Mantarlar yeşil bitkiler ile karşılaştırıldığında, bitkilerden daha fazla biyo-birikim yapabilme potansiyeline sahiptir (Quarcoo ve Adotey, 2013). Mantarlar geniş miselyum oluşturmaları nedeniyle, bu ağır metalleri topraktan, yüzeyden ve alt tabakalardan daha fazla absorbe edebilmektedir (Demirbaş, 2000). Absorbe etme gücünde mantarların taze veya büyüklüklerinin öneminin az olduğu bildirilmiştir (Quarcoo ve Adotey, 2013).

Quarcoo ve Adotey (2013) tarafından Gana'da marketten alınan *Termitomyces clypeatus* (Termite mushroom) ve *P. ostreatus* mantarında, Cd, Fe, Pb, As ve Hg içeriklerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada, *P. ostreatus*'ta Pb ve As 0,04 mg/kg, Fe 4 3,77 mg/kg, Cd 0,35 mg/kg ve Hg 0,04 mg/kg olarak saptanmıştır.

Denemede ele alınan yetiştirme ortamları, kütükler ve doğadan toplanan *P. ostreatus* mantarında tespit edilen Pb miktarlarının (1,67-2,64 ppm) (Tablo 12) izin verilen miktarlar arasında olduğu görülmektedir. AB'ni izin verilen maksimum mantar kurşun seviyesi ıslak ağırlık olarak 0,3 mg/kg'dır (Avrupa Komisyonu, 2001). Yenilebilir mantarlarda kurşun seviyeleri, Tuzen vd. (1998) tarafından 0,75-7,77 mg/kg, Svoboda vd. (2000) tarafından 0,40–2,80 mg/kg ve Türkekul vd. (2004) tarafından ise 0,800-2,700 mg/kg aralığında olduğu bildirilmiştir.

Farklı yetiştirme ortamlarında elde edilen mantarların Fe içerikleri 51,50-106,10 ppm arasında değişmiştir (Tablo 10 ve 12). Fe için önerilen günlük alım dozu 15 mg/gün'dür. Mantarlarda demir bildirilen değerlerden genellikle yüksektir (Falandysz vd., 2001; Nuorteva vd., 1986; Tyler 1980).

Farklı yetiştirme ortamlarında elde edilen mantarların Ni ve Cd miktarları izin verilebilir seviyelerin altında saptanmıştır (Tablo 11 ve 12). EU (European Commission, 2001) tarafından henüz gıdalarda bildirilen Cd ve Ni için üst limit bulunmamaktadır. İnsanlarda birikiminde böbrek, akciğer, karaciğer, iskelet, üreme sistemi üzerine etkileri ve kansere neden olabilirliliği (Kalac ve Svoboda, 2001) nedeniyle mantarlarda en zararlı ağır metaller arasında yer alır (Pavel vd., 2004). Dünya sağlık örgütü (WHO) ham bitkisel materyallerde maximum izin verilebilir seviyeleri Cd için 0,30 mg/kg'dır. FAO/WHO (1989) standartlarına göre, bir yetişkin için Cd ve Pb kabul edilebilir alım sınırları sırasıyla 0,42- 0,49 ve 1,5-1,75 mg/hafta'dır.

Georgescu ve Busuioc (2011) yaptıkları çalışmada, aralarında *P. ostreatus*'un da bulunduğu 14 doğal mantarda Zn ve Fe miktarları araştırılmış, Zn değeri 60 mg/kg, demir içeriği 130 mg/kg olarak saptamışlardır. Zn içeriği en yüksek *Hydnum repandum* 248,15 mg/kg, en düşük *Russula nigrescens* 19,701 mg/kg olarak bildirilirken, demir içeriği en yüksek *R. cyanoxantha* 340,340 mg/kg, en düşük *Lactarius vellereus* 52,428 mg/kg olarak bildirilmiştir.

Okwulehie ve Ogoke (2013) yaptıkları çalışmada, yenilebilir mantarlarda (*Cheimonophyllum candidissimus*, *Pleurotus* sp., *Russula* sp. ve *Auricularia* sp.) mineral madde içeriklerini belirlemişlerdir. Çalışmada *Pleurotus* türünde Cd 0,86 ppm, Zn 33,6 ppm, Pb 0,66 ppm, Cu 9,62 ppm olarak tespit edilmiştir. Çalışmada fenolik bileşikler % 0,19, protein içeriği % 5,17 ve fosfor içeriği ise 26,29 mg/100 g olarak bildirilmiştir.

Obodai vd. (2014), *Pleurotus* suşlarında Mg, Fe, Ca, Mn, Cu, Zn, Ni, Cd, Pb ve Cr metal içeriklerini incelenmişler ve aralarında istatistiksel olarak fark olmadığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada Fe içeriği bir suş haricinde 349,0-1269,7 mg/kg aralığında, Mn içeriği 6 suşta tespit edilememiş olup, diğerlerinde 10,7-48,3, Cu içeriği 15,3-23,7, Zn içeriği 189,7-411,3, Ni içeriği 175,3-296,7, Cd içeriği 13,0-230,7 ve Cr içeriği 16,3-124,0 mg/kg olarak saptanmıştır. Yapılan bu ve benzeri çalışmalarda *Pleurotus* suşlarının fenoller, flavonoidler, karotenoidler ve mineral elementleri bakımından zengin olduğunu göstermektedir.

Sturion ve Oettere (1995), toplam N içeriğini *P. ostreatus* türünde % 3-3,85, *P.*

sajor-caju türünde % 2,96-4,20 olarak tespit etmişlerdir. Justo vd. (1999), buğday kepeğinde yetiştirilen *P. ostreatus* türünün N içeriğinin % 3,94-4,56 olduğunu belirlemişlerdir.

Wang vd. (2010), *P. ostreatus* türü ile yürüttükleri çalışmalarında buğday kepeği ile desteklenen yetiştirme ortamlarının, pirinç kepeği ve mısır unu ile desteklenen ortamlara göre şapkada protein birikiminin düzenlenmesinde daha büyük bir potansiyele sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada bira atıklarında yetiştirilen şapkaların daha yüksek protein ve yağ içeriğine sahip iken daha düşük karbonhidrat ve kül içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Sadece miktar değil azot kaynaklarının da mantarın protein içeriğini etkilediği belirlenmiştir. *P. ostreatus*'un protein içeriği bira atıkları ortamında % 41,5-53,3 değeri ile oldukça yüksek bulunmuştur.

Zhang vd. (2002), *P. ostreatus* ile yürüttükleri araştırmalarında, mantarların protein içerikleri ile yetiştirme ortamlarının protein içerikleri arasında bir ilişki bulunmadığını bildirmiştir. En yüksek protein içeriğine sahip ortamdan en düşük protein içeriğine sahip mantarlar hasat edilirken, en yüksek protein içeriğine sahip ortamdan en düşük protein içeriğine sahip mantarlar hasat edilmiştir.

Düşük konsantrasyonda esansiyel özelliklerde olan fakat yüksek konsantrasyonlarda toksik etki gösteren geçiş elementleri, metabolik aktivite için genelde gerekli olmayan fakat oldukça düşük konsantrasyonlarda hücrede toksik etki yapan metaloitler genelde ağır metal olarak adlandırılır (Karadede, 1997). Başlıca ağır metaller, Fe, Ag, Sb, Be, As, Cr, Cu, Pb, Cd, Ni, Se, Hg, U, V, Ti, Mn ve Zn'dur. Bunlardan özellikle Cr, Hg, Pb, Cd elementlerinin insan vücuduna düşük miktarlarda alınması halinde bile yüksek zehirleyiciliği nedeniyle hastalıklara hatta ölümlere neden olabilecek etkiler gösterebilmektedir.

Yabani olarak yetişen birçok mantar türünün özellikle kadmiyum, civa, kurşun ve bakır gibi eser elementleri diğer gıda kaynaklarına oranla daha yüksek miktarlarda eser element biriktirdikleri belirlenmiştir. Mantarlardaki eser element birikimleri, mantarın türüne ve yetiştiği ortama bağlı olarak farklılıklar gösterir. Eser element birikimi açısından yenilebilir kısmın olgunluğunun ya da büyüklüğünün diğer nedenlere

bakıldığında daha az bir etkisi vardır. Yenilebilir kısmın atmosferden eser elementleri absorblayarak biriktirmesi, onun 10-14 gün olan kısa yaşam süresi göz önüne alındığında çokta önemli değildir. Kültür mantarları taksonomik olarak benzer yabani yetişen türleri ile karşılaştırıldığında eser element birikimi kültür mantarlarında daha az bulunmuştur (Kalac ve Svoboda, 2000).

Bardak (2012) tarafından yapılan tez çalışmasında, 8 element için 20 tür mantar örneği analiz edilmiştir. Mantar örneklerinin eser element düzeyleri bakır 4,42-33,9, kadmiyum 0,11-1,10, kurşun 0,26-2,81, çinko 14,5-74,5, mangan 11,1-78,6, demir 101-389, krom 0,20-1,30 ve nikel 2,89-13,2 µg/g şeklinde bildirilmiştir. Yine çeşitli kaynaklarda mantar örneklerinin bakır içerikleri sırasıyla 4,71-51,0 µg/g (Tüzen vd., 1998), 12-181 µg/g (Tüzen vd., 2003), 10,3-145 µg/g (Sesli ve Tüzen, 1999) olarak rapor edilmiştir. Buradaki bakır değerleri bizim değerlerimizden daha yüksektir.

Kalac vd. (1989) yaptıkları çalışmada mantarlardaki kurşun konsantrasyonu 0,5-10 mg/kg olarak belirlenmiştir. Başka çalışmalarda Cd ve Pb konsantrasyonlarını 2,71-7,5 mg/kg ve 2,86-6,88 mg/kg olarak bildirilmiştir (Işıloğlu vd., 2001; Tüzen, 2003; Sesli ve Tüzen, 1999). TSE tarafından, gıda maddelerinde bulaşanların en yüksek derişimleri kurşun ve kadmiyum için sırasıyla 0,30 mg/kg ve 0,20 mg/kg olarak belirlenmiştir (Anonim, 2008).

Akyüz ve Kırbağ (2010) yaptıkları bir çalışmada, 2 adet doğadan ve bir adet kültüre edilen *P. ostreatus*'ta Fe içeriğini 647,0 - 838,0, Zn 38,0 - 46,0, Mn 5,4- 65,4, Cu 6,5- 14,0, Cr 3,0- 11,5, Cd 0,63- 1,65 mg kg⁻¹ dry wt olarak bildirilirken, Co, Ni ve Pb tespit edilemediğini belirtmişlerdir. Kültür ortamında yetiştirilen *P. ostreatus*'ta hem makro hemde mikro besleyici metal miktarının doğada yetişenlere oranla çok daha düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.

Baba vd. (2012), Hatay'da yapılan çalışmada doğadan topladıkları *P. ostreatus*'da Pb 0,6297 mg/kg, Cr 5,2079 mg/kg, Ni 4,4942 mg/kg, Cu 64,9339 mg/kg ve Mn 81,9087 mg/kg değerlerini saptamışlardır.

Zn biyolojik öneminden dolayı yaşayan organizmalar arasında geniş bir

kullanım alanına sahiptir. Mantarlar alt tabakalarında enerji kaynağı ve spor oluşturu olarak 1 mg/kg'dan 10 mg/kg'a kadar değişen oranlarda Zn bulundurmaktadırlar (Bano vd., 1981; Işıloğlu vd., 2001).

Yapılan çalışmalar, mantarlardaki ağır metal içeriklerinin meyveler, sebzeler ve diğer tarımsal bitkilerden daha yüksek olduğunu göstermektedir (Manzi vd., 2001). Birçok mantar türü yüksek konsantrasyonlarda eser element biriktirmekte (Mendil vd., 2004), yeşil bitkilere kıyasla mantarlardaki; Pb, Cd, Hg gibi bazı ağır metaller daha yüksek konsantrasyonlarda çıkarabilmektedir. Mantarlardaki ağır metal konsantrasyonlarını, toprağın yapısal türü, ekosistem, çevresel faktörler, asidik özellikler ve organik madde içeriği nedeniyle değişim gösterebilmektedir (Gast vd. 1988; Seeger, 1982; Sarikurkcu vd., 2011).

Makrofungusların içerdikleri madde miktarları yetiştiği bölgenin coğrafik koşullarına, genetik faktörlere ve toplanma zamanına göre farklılıklar göstermektedir. Aynı şekilde mantarlarda metal iyonlarının alımı bitkilerden birçok bakımdan farklı olduğu; metal konsantrasyonları mantar türlerine, bunların ekosistemlerine ve ortam yapılarına göre değiştiği bildirilmiştir (Gast vd., 1988; Işıloğlu vd., 2001).

Çalışmada elde edilen mantarın toplam polifenolik (mgGAE/g numune) madde içerikleri Folin metoduna (Singleton ve Rossi, 1965; Singleton vd., 1999) göre yapılmıştır. Gruplara ayrı ayrı bakıldığında KAT, KIT ve IT talaşı ve karışım ortamlarında, KT ve MT ortamlarından daha yüksek total fenolik madde içerdikleri belirlenmiştir (Tablo 12, Şekil 11 ve 12). Fenolik madde içeriği kavak ve meşe ortamı ile kompostları (80MT+20ÇA ortamı hariç) arasında önemli bir fark olmadığı, değerlerin 1,683-2,246 mgGAE/g aralığında olduğu gözlenmiştir. 80MT+20ÇA karışımının fenolik madde içeriği en düşük değerlerde gözlenmiş olup bu kompostun kullanılması çok uygun olmadığı gözlenmektedir.

Toplam fenolik bileşiklerin KAT, KIT ve IT grupları kendi aralarında değerlendirildiğinde düşük olduğu, genel olarak en düşük fenolik madde içeriği % 100 talaş ortamlarında gözlenmiştir. Bu veri talaşların buğday kepeği, çay atığı gibi lignoselülozik atık ürünlerle kombine edilmesinin fenolik madde içeriğinin artırılması

açısından yararlı olduğunu göstermektedir. KAT'ta çay atığı karışımının, KIT ve IT'de buğday kepeği karışımlarının daha yüksek fenolik madde içerdiği belirlenmiştir. Bu sonuç total fenolik bileşiklerin daha yüksek olması nedeniyle mantar üretiminde karışım kompost kullanımının tek başına talaş ortamının kullanılmasından çok daha fazla yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

Toplam fenolik madde içeriği kütük ortamlarında yetiştirilen mantarlarda incelendiğinde kızılâğaç kütüğünde (4,770 mgGAE/g) en yüksek olduğu, ikinci sırada 2,847 mgGAE/g ile kavak, 1,017 mgGAE/g ile de kayın kütüğünün izlediği gözlemlendi (Tablo 12, Şekil 11 ve 12). Doğal ortamdan alınan mantarda ise fenolik madde içeriği 1,630 mgGAE/g olarak elde edilmiş olup bu durumun alındığı bölge ya da ortamın içeriğiyle ilgili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Oyetayo ve Ariyo (2013) yaptıkları çalışmada, *P. ostreatus*'u üç farklı ağaç tropikal odun ortamında (*Pycnanthus ongoleubis*, *Ceiba pentandra* ve *Canarium* sp.) üretilmiştir. Total fenolik içerikleri 0,89 µg/g ve 2,63 µg/g aralığında belirlenmiş, en yüksek değer *P. ongoleubis*'ta elde edildiği bildirilmektedir.

Total fenolik bileşik değeri ile FRAP değerleri arasında genel olarak büyük benzerlik olduğu tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite, Fe(III)-TPTZ kompleksindeki demir (III) iyonunun indirgenmesi ve hidrojen transferi esasına dayanan FRAP metoduna göre incelenen ekstraktlarda en yüksek değer kızılâğaçta (8,902 µmolFeSO₄.7H₂O/g), en düşük değer ise kayın (2,245 µmolFeSO₄.7H₂O/g) kütüğünde elde edilmiştir (Tablo 12, Şekil 13 ve 14). Kızılâğaç kütüğünün FRAP değeri en yüksek olarak belirlenirken, kızılâğaç talaşından hazırlanan ortamlarda ise buğday kepeği karışımında yakın bir değer gözlemlenmiştir.

Total fenolik bileşik değeri ile FRAP değerleri arasında genel olarak büyük benzerlik olduğu tespit edilmiştir. Meşe talaşıyla hazırlanan ortamlardan farklı olarak diğer ortamlarda en yüksek FRAP değeri buğday kepeği ile hazırlanan ortamlarda elde edilmiştir. FRAP değeri açısından en iyi olan grup kayın talaşı ortamları olduğu, çay atığı ve buğday kepeği ile hazırlanan ortamların % 100 meşe talaşından daha yüksek antioksidan değere sahip olduğu izlenmiştir. Buna karşın kütük FRAP değerinin en

düşük kayında 2,245 $\mu\text{molFeSO}_4.7\text{H}_2\text{O/g}$ olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç kompost halindeyken antioksidan değerin daha yüksek oluştuğunu göstermektedir.

Fenolikler, serbest radikalleri uzaklaştıran, şelat metalleri katalizleyen, aktif antioksidant enzimler olup α -tokoferol radikallerini azaltan ve oksidazı inhibe güçlü antioksidan yeteneğine sahip enzimler olduğu rapor edilmektedir (Amic vd., 2003). Dahası fenolikler, hücre membranını parçalayan, protein sentezini, proteolitik enzimleri ve mikrobiyal adhenzinleri inhibe ederek antimikrobiyal etkinlik gösteren bileşikler olarak karakterize edilirler (Cowan, 1999). Bizim bulgularımızın tersine Rodriguez vd. (2014), *P. ostreatus* türünde mantar tarafından fenollerin absorbe edilmemesi nedeniyle farklı yetiştirme ortamlarının fenolik madde miktarı üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Genel olarak bakıldığında mantar numunelerinin radikal temizleme gücü KT, MT ve KIT % 100 talaş ortamlarından ziyade çay atığı ve buğday kepeği karışımlarında daha iyi olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç mantar yetiştiriciliğinde bu ağaç talaşları kullanılacaksa eğer, direk kütük kullanmak yerine hem atıkların değerlendirilmesi adına, hem de radikal yakalama etkinliğinin iyi olması adına karışımların kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır. KAT ve IT talaşı ve karışım (çay atığı ve buğday kepeği) ortamlarının, genel olarak radikal temizlemede iyi olduğu saptanmıştır.

Yetiştirilen bütün ortamlardaki *P. ostreatus* ekstrelerinin iyi bir DPPH radikal süpürücü yeteneğine sahip olduğu gözlenmiştir. Oyetayo ve Ariyo (2013), yaptıkları çalışmada *P. ongoleubis* üzerinde yetiştirilen *P. ostreatus* ekstraktında DPPH radikal süpürücü yeteneği en yüksek olduğu ve istatistiksel olarak diğerlerinden anlamlı fark içerdiği, *C. pentandra* yetiştirilende ise en düşük olarak bildirilmiştir.

Antioksidanlar, vücudumuzu serbest radikallere karşı koruyan önemli bileşiklerdir ve mantar bu antioksidanların zengin kaynaklarıdır (Pala ve Wani, 2011). Düşük seviyelerde antioksidanlar veya antioksidan enzimlerin inhibisyonu, oksidatif strese neden olur ve hücrelere zarar verebilir ya da öldürebilir (Baillie vd., 2009).

Kuru ağırlık cinsinden total fenolik içerik açısından yapılan çalışmalarda, *P.*

eryngii ve *P. ostreatus* türünde sırasıyla 0,03 mg/g ve 0,09 mg/g (Kim vd., 2008), *P. ostreatus*'ta 0,71 mg/g (Jayakumar, vd., 2009) ve 5,5 mg/g (Shirmila ve Radhamany, 2013) olarak bulunmuştur.

Arbaayah ve UmiKalsom (2013), DPPH radikal inhibisyonu ile ilgili *P. pulmonarius* ve *P. ostreatus* IC₅₀ değerleri sırasıyla 5,61 mg/mL ve 8,88 mg/ml olarak, Menaga vd. (2013) ise *P. florida* mantarının metanol ekstraktlarında 50 µg/ml olarak tespit etmişlerdir.

Obodai vd. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, 4 mantar türlerine (2 adet *P. pulmonarius*, 8 adet *P. ostreatus*, birer adet *P. sapidus* ve *P. citrinopileatus*) ait 12 suşun metanolik ekstreleri üzerinde farklı fitokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Total fenolik madde genel olarak 1,48- 3,58 µg/g olarak, DPPH değerleri ise 43,21- 52,03 IC₅₀ µg/ml olarak bildirilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar *Pleurotus* mantar suşları metanolik ekstresi önemli antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle oksidatif strese karşı bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi için doğal olarak hizmet verebilir zengin antioksidan gıda kaynağı olduğu söylenebilir. Ayrıca çeşitli hastalıklar için tedavi edici potansiyellere sahip oldukları, gıda, kozmetik ve ilaç endüstrisinde uygulamalarının olabileceği sonucuna varılmıştır.

Birçok tıbbi önemi olan mantarın bazı sağlık sorunlarına bir cevap olarak kullanılabileceği geçmişten beri bilinmektedir. Çalışmada mantar metanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri bir dizi insan patojeni olan bakteri ve maya mantarlarına karşı test edilmiştir. Mantar ekstraktlarına en duyarlı mikroorganizmanın insanlarda verem hastalığı etkeni olan grubu temsil eden *M. smegmatis*'in olduğu belirlenmiştir. *M. smegmatis*'in test edilen tüm ekstraktlara karşı 10-18 mm çapında inhibisyon zonu oluştuğu, en etkili mantarın kızılbaş kütüğünden elde edilen olduğu gözlenmiştir. En yüksek etkinliğe sahip mantar ekstresi meşe talaşında üretilen mantarlar olup, meşe talaşı+çay atığında bu etkinliğin daha da arttığı saptanmıştır (Tablo 14). Dolayısıyla bu etkinliğin iki kuyucuktan diffüz olan etken maddenin bu noktalarda daha güçlü inhibisyon (sinerjik etki) oluşturmalarıdır ki bu da çok ilginç bir

veri olduğu düşünülmektedir.

Kullanılan doza bağlı olarak sinerjik etkinin artış olacağı gözlenmektedir. Ayrıca farklı ortamda yetiştirilen mantarlardan elde edilen ekstraktlar arasında sinerjik bir etkileşimin oluşturduğu ve antimikrobiyal aktiviteyi arttırdığının bir göstergesi olduğu düşünülmektedir. Antimikrobiyal etken maddelerin farklı mikroorganizmalara karşı etkinliği farklı olmaktadır. Bunun nedeni etken maddenin hedef mikroorganizmada etki ettiği bölgenin, mikroorganizma türüne göre değişik olmasından (örneğin; hücre duvar, membran geçirgenliği, vb.) yapısı kaynaklanmaktadır. Çalışmamızda da *M. smegmatis*'in en duyarlı mikroorganizma diğerlerinden farklı olarak öne çıkması hücre duvar yapısının farklılığından kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir. Bunun için daha ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Farklı mantar türleri, farklı antimikrobiyal etkiye sahip farklı bileşenleri ve farklı konsantrasyonlarını içerebilmektedirler. Bununla birlikte, bir mantar türü farklı yetiştirme ortamında üretildiğinde, farklı antimikrobiyal aktivite gösterebileceği belirlenmiştir. Ayrıca bu veriler antioksidan aktivite ve toplam fenolik bileşiklerin oranlarında ki farklılıkların olmasıyla da doğrulanmış bulunmaktadır. Antimikrobiyal aktivitenin geniş spektrumu, mantar türlerindeki biyoaktif çeşitli kimyasal bileşiklerin varlığından kaynaklanmaktadır.

Yılmaz vd. (2015), yaptıkları çalışmada ıhlamur yapraklarında yetiştirilen *P. ostreatus* toplam fenolik bileşikleri, antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri çalışılmış, sadece atık yaprakların kullanıldığı ortamdaki verimliliklerini % 15, biyolojik etkinliklerini % 30 olarak bildirmişlerdir. Üretilen mantarların toplam fenolik bileşik miktarı $1,514 \pm 0,001$ mgGAE/g, antioksidan bileşik miktarı $2,508 \pm 0,056$ μ mol FeSO₄.7H₂O/g olarak bulunmuştur. Antimikrobiyal analiz sonuçlarına göre *P. ostreatus* mantarının *Klebsiella pneumoniae* ve *Acinetobacter haemolyticus* bakterilerine karşı inhibitör etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

İnorganik (amonyum sülfat) ve organik (mısır özü, pepton ve maya ekstresi) azot kaynakları ihtiva eden kültür ortamlarında geliştirilen *P. ostreatus* PSI101109 miselinin etanolla ekstraktlarında antioksidan ve antimikrobiyal aktivite araştırılmış.

Amonyum sülfat ve mısır özü mevcudiyetinde biyoaktif bileşiklerin daha fazla biriktiği sonucuna varılmıştır. *P. ostreatus* PSI101109 miseli ekstraktlarının test edilen *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Listeria innocua*, *Candida sp.*, *Candida albicans*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Staphylococcus aureus* karşı MIC değeri 12,5 -25 mg/mL konsantrasyonlarında etkili olduğu bildirilmektedir. Ayrıca ekstraktların ciddi düzeyde DPPH süpürücü aktivite, β - karoten-linoleik asit, indirgeyici güç, hidroksil üzerinde süperoksit radikal süpürücü etkisi temizleme etkisilerinin var olduğu bildirilmektedir (Vamanu, 2013).

Akyuz ve Kırbag (2009), tarafından buğday samanı, pamuk sapları ve pirinç kepeği karışımlarında yetiştirilen *P. eryngii* var. *ferulae* mantarından elde edilen özütlerinin antimikrobiyal aktivite çalışılmıştır. Aktivite *Bacillus megaterium* DSM 32, *Staphylococcus aureus* COWAN 1, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* FMC 5, *Candida albicans* FMC 17, *C. glabrata* ATCC 66032, *Trichophyton spp.* ve *Epidermophyton spp.* karşı disk diffüzyon yöntemiyle test edilmiş ve etkinlikleri belirlenmiştir. En yüksek aktivite buğday samanında *S. aureus* ve doğadan toplanan mantar ekstraktında *K. pneumonia*'ya karşı yaklaşık 10 mm olarak bildirmişlerdir.

Iwalokun vd. (2007), iki organik *P. ostreatus* ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal potensleri incelenmiştir. Gram pozitif, negatif ve fungal hassasiyetlerini agar kuyucuk metoduyla çalışılmış, genel olarak her iki ekstratında antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. Ekstraktların test edilen 16 farklı Gram pozitif ve negatif bakterilere karşı etkinliğin 3-8,2 mm zon çapına sahip olduğu, en duyarlı suşların *B. subtilis* (7,6-7,8 mm) ve *E. coli* (7,6-8,2 mm) olduğu, maya mantarlarına karşı etkinlikleri incelendiğinde ise *S. cerevisiae* (10,5-10,8 mm), *Candida*'dan daha duyarlı olduğu gösterilmiştir.

Yılmaz vd. (2015) yaptıkları çalışmada, ıhlamur yapraklarının *P. ostreatus* mantarı üretiminde substrat ortamı olarak değerlendirilebileceğini ve yetiştirilen mantarların hem antioksidan hem de antimikrobiyal özelliğe sahip olabileceği gösterilmiştir.

Iwalokun vd. (2007), iki organik *P. ostreatus*'un petrol eteri özü (PE), aseton ekstraktı (AE) ve suyu, antioksidan aktiviteleri test edildi. PE, aseton ekstraktı ile karşılaştırıldığında, toplam fenolik içeriği ve in-vitro antioksidan kapasitede yüksek olduğu bildirilmiştir. Mothana vd. (2000), *P. ostreatus*'ta fenolik ve terpenoidler tespit edilmiş, bu bileşenlerinin işlevleri antimikrobiyal potansiyeli daha da arttırdığı bildirilmiştir. *P. ostreatus*'un fenolik ve tanen içerikleri, birçok tıbbi bitkinin yapısında bulunan hücre membranını parçalayan, protein sentezinin engellenen proteolitik enzimler ve mikriobial adhezinler gibi yapılarla antibakteriyel aktiviteyi uyarırlar (Cowan, 1999).

Flavonoidler, antioxidant aktiviteye sahip fenolikbileşikler olup *P. ostreatus*'ta belirlenememiş (Mau vd., 2002; Gil vd., 2000). Mattila vd. (2001) ve USDA (URL-12)'ya göre de mantarlar flavonoidlerin kaynağı olmadıkları kabul edilir. Mantarın büyüme ve gelişme sırasında rol oynayan pigmentasyon ve tirozinaz gibi bazı biyoaktif bileşikleri inhibe eden flavonoidleri olmayışı, onlara ekolojik nişte biyolojik avantaj sağladığı bildirilmektedir (Xie vd., 2003). Çeşitli çalışmalara da mantarların antimikrobiyal aktiviteleri bildirilmekte ve bu aktiviteye neden olan bileşiklerin *P. sajor-caju*'da nukleazların olduğu, diğer bir çok mantar türlerinde ise protein, confluentin grifolin,neogrifolin, peptides (peptaibol) ve plektasin gibi bileşiklerin olduğu bildirilmektedir (Alves vd., 2012).

Bu çalışmanın sonuçlarına dayanılarak farklı ortamlarda yetiştirilen *P. ostreatus* mantarında, antioksidan potansiyelin var olduğu, geniş spektrumlu antibakteriyel ve antifungal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. *Pleurotus* sp. miseli ve mantarından hazırlanan farklı ekstraktların antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesi olduğunu bildiren çalışmalarla uyumlu olarak çalışmada da *P. ostreatus*'un antioksidan ve antimikrobiyal aktivitenin varlığı doğrulanmıştır.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlara bakıldığında;

- 1- *Pleurotus ostreatus* mantarının verim ve kalite yönüyle yetiştirme ortamı için en uygun ağaç türünün bilindiği üzere kayın ve kavak olduğu belirlendi.

- 2- Test edilen ağaç türlerine ait talaşların endüstriyel atıklarla (buğday kepeği ve çay atığı) kompostlarının, tek başına talaş ortamında daha yüksek verimde olduğu, sağlık açısından önemli bileşiklerin (antioksidan ve antimikrobiyal madde) daha yüksek oranda açığa çıktığı gözlenmiştir.
- 3- Dış ortamda kütükte ve iç ortamda endüstriyel atıkla hazırlanmış talaş kültürlerinde yetiştiriciliği, *P. ostreatus* mantarının kalite özellikleri arasında farklılığın oluşturduğu saptanmıştır. Bu sonuç kompost ortamda *P. ostreatus* üretiminin daha uygun olduğunu göstermemiştir.
- 4- Kavak talaşından hazırlanacak karışımlarda çay atığının buğday kepeğinden daha uygun olduğu söylenebilir.
- 5- Genel olarak kayın, kızılâğaç ve ıhlamur talaşlarıyla karışım hazırlanacağı zaman çay atığının buğday kepeğinden daha düşük verim vermiş olsa da kullanıma uygun olduğu gözlenmiştir.
- 6- Meşe talaşıyla çay atığının mantar verimi açısından uygun bir kombinasyon olmadığı gözlemlendi.
- 7- Kavak ve meşe talaşında toplam antioksidan madde miktarı en yüksek buğday kepeğinden elde edilmiştir.
- 8- Meşe talaşı + çay atığı kompostunun verim açısından uygun olmadığı bunun yanı sıra toplam fenolik madde içeriğinin de düşük olduğu dolayısıyla birlikte kullanılmamasının daha yararlı olduğu düşünülmektedir.
- 9- Meşe talaşıyla hazırlanan ortamların antioksidan değerlerinin (FRAP değeri) diğer ortamlara göre en düşük olduğu, ancak kendi arasında incelendiğinde çay atığı ile hazırlanan karışımdaki FRAP değerinin en iyi olduğu sonucuna varılmıştır.
- 10- Test edilen mantar ekstraktlarının tümünün antimikrobiyal etkiye sahip olduğu

belirlenmiş olup en duyarlı mikroorganizmanın *M. smegmatis* olduğu gözlenmiştir.

11- Kavak talaşı buğday kepeği karışımının fenolik bileşikler ve antioksidan madde açısından iyi olduğu ve bu sonucun antimikrobiyal aktivite sonucunu benzer şekilde etkilediği dolayısıyla antioksidan değeri ile antimikrobiyal aktivitenin birbiri ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

12- Meşe talaşı çay atığı karışımının mantar verimi açısından uygun olmadığı ancak bu karışımdan elde edilen metanol ekstraktlarının antioksidan, radikal temizleme, antimikrobiyal aktivite açısından oldukça iyi olduğu gözlenmiştir.

13- Çalışmadan elde edilen veriler mantar üreticilerinin hizmetine sunularak, mantarın bölgede yetiştiriciliği ve tüketimine önemli katkılarda bulunulacaktır.

Atık ve artıkların çevreye zarar vermeyecek şekilde değerlendirilerek, doğaya yeniden kazandırılması, bir taraftan kıt kaynakların optimal değerlendirilmesi diğer taraftan çevre kirliliğinin önlenmesi bakımından kaçınılmaz olmaktadır. Bununla birlikte bu tez ile *P. ostreatus* mantar türünün üretim ve tüketiminin bölgede yaygınlaştırılmasına katkı sağlanması amaçlanmıştır. Bu çalışma sonuçları ile *Pleurotus* mantar türlerinin Rize bölgesinde daha ekonomik koşullarda üretiminin yaygınlaştırılması, bölge insanın artan nüfusla birlikte daralan arazi gelirlerine ek gelir sağlama fırsatı vermesi bakımından önemli olacağı kanısındayız. Mantar yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılmasının yeni iş imkanları yaratarak ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Gerek besin değeri gerekse taşıdığı tıbbi özellikler bakımından insan sağlığı açısından ve ticari olarak çok önemli olan mantar türlerinin kültüre alınması ve yetiştiriciliği konusunda birçok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

5. ÖNERİLER

Sonuç olarak mantarcılık sektöründe gelişmekte olan ülke konumundaki Türkiye, üretim ve tüketim miktarı yönünden dünyadaki birçok ülkenin oldukça gerisinde bulunmaktadır. Birkaç yıl öncesine kadar yurt içi üretimimiz tüketimi karşılayamadığı durumlarda, bazı yıllar dışarıdan mantar ithalatı yapılarak bu açık kapatılmaya çalışılmıştır. Günümüzde ise yurt dışına mantar ihraç edecek duruma gelmiş bulunmaktayız.

Halen Türkiye’de kişi başına 500 g olan mantar tüketimi ile Avrupa ortalamasının beşte biri kadar mantar tüketmekteyiz. Tarımsal atıklar yönünden zengin olan ülkemizde bu atıkları değerlendirerek kültür mantar üretiminde kompost olarak kullanılması çalışmalarına önem verilmesi gerekmektedir. Devletin bu konu ile ilgili eğitim, altyapı ve teşviklerle birlikte üreticiye destekte bulunması, üretilen mantarın hem kalitesi hem de miktarı bakımından katkı sağlayacaktır.

Kullanılmayan tarımsal ve endüstriyel atıkların; kültür mantarı üretiminde değerlendirilmesi hem çevrenin korunmasına katkıda bulunacağından hem de yetiştirilmesi sırasında yeni iş gücüne ihtiyaç duyulacağından, bölge ve ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Abak, K., Düzyaman, E., Şeniz, V., Gülen, H., Pekşen, A. ve Kaymak, H.Ç., 2010.** Sebze üretimini geliştirme yöntem ve hedefleri. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara, 11-15 Ocak 2010, 477-492.
- Adenipekun, C. O. and Okunlade, O. A., 2012.** Biodegradation of rattan wood and maize stovers by *Pleurotus ostreatus*. Nature and Science, 10 (5), 49-57.
- Adenipekun, C.O. and Dada, O.J., 2013.** Biodegradation of three agricultural wastes by a white-rot fungus *Pleurotus pulmonarius* (Fries) Quetlet. Nature and Science, 11(2), 19-25.
- Ağaoğlu, Y.S. ve Güler, M., 1991.** Doğal ve Kültüre Alınabilir Mantar Türleri-II. Kayın Mantarı (*Pleurotus* spp.) Yetiştiriciliği. T.C. Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 46 s.
- Ağaoğlu, Y.S., İlbay, M.E. ve Uzun, A., 1992.** Değişik talaş+kepek karışımlarının *Pleurotus sajor-caju*'nun verimi üzerine etkileri. Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi, Yalova, 1992, (II), 111-119.
- Ahmad, I., Mehmood, Z. and Mohammed, F., 1998.** Screening of some Indian medicinal plants for their antimicrobial properties. Journal of Ethnopharmacology, 62, 183-193.
- Akindahunsi, A.A. and Oyetayo, F.L., 2006.** Nutrient and antinutrient distribution of edible mushroom, *Pleurotus tuber-regium* (Fries). LWT-Food Science and Technology, 39, 548-53.
- Aksu, S., 1981.** Yemeklik Mantar Türü *Pleurotus ostreatus* Misellerini Sardırmak İçin Kullanılan Materyaller Üzerinde Bir Araştırma. Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Bölümü, Ankara, Türkiye, 130s.
- Aksu, S. ve Uysal, E., 2002.** Bazı tarımsal artıkların mantar (*Pleurotus sajor-caju*) üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Sonuç Raporu, Yayın No: 166, Yalova.
- Aksu, S., 2004.** Kültür mantarı üretim teknikleri ve organik mantar yetiştiriciliği. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü TAYEK (Tarımsal Araştırma Yayım ve Eğitim Koordinasyonu) Bahçe Bitkileri Grubu Bilgi Alışveriş Toplantısı Bildirileri, Menemen-İzmir, 2004, 1-28.
- Akyüz, M. and Kırbağ, S., 2009.** Antimicrobial activity of *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* grown on various agro-wastes. EurAsian Journal of BioSciences, 3, 58-63.
- Akyüz, M. ve Kırbağ, S., 2010.** Nutritive value of wild edible and cultured mushrooms. Turkish Journal Biology, 34, 97-102.

- Alberti, K.G.M.M., Zimmet, P. and DeFronzo, R.A., 1997.** International Textbook of Diabetes Mellitus, 2nd ed. John Wiley and Sons, New York.
- Allen, S.E., Grimshaw, H.M., Parkinson, J.A., Quarmby, C. and Roberts, J.D., 1986.** Chemical Analysis, in: Chapman S.B. (Ed.), Methods in Plant Ecology, Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp.411-466.
- Alves, M.J., Ferreira, I.C.F.R. and Dias, J., 2012.** Vânia Teixeira, Anabela Martins, Manuela Pintado. A Review On Antimicrobial Activity Of Mushroom (Basidiomycetes) extracts and isolated compounds. *Planta Medica*, 78(16), 1707-18.
- Amic, D., Davidovic-Amic, D., Belso, D. and Trinajstić, N., 2003.** Structure Radical Scavenging activity Relationship of Flavonoids. *Croatica Chemica Acta Journal*, 76(1), 55-61.
- Ancona Mendez, L., Sandoval Castro, C.A., Belmar Casso, R. and Capetillo Leal, C.M., 2005.** Effect of substrate and harvest on the amino acid profile of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 12 (5), 447-450.
- Anonim, 2008.** Resmi Gazete (17/05/2008), Tebliğ no: 2008 / 26
- Arbaayah, H.H. and UmiKalsom, Y., 2013.** Antioxidant properties in the oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) and splitgill mushroom (*Schizophyllum commune*) ethanolic extracts. *Mycosphere*, 4 (4), 661-673.
- Atmaca, M. ve İlbay, M.E., 2004.** *Pleurotus* spp. yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamının değişik miktar ve şekillerde paketlenmesinin verime etkisi üzerine bir araştırma. Türkiye VII. Yemeklik Mantar Kongresi, Antalya, 2004, 73-76.
- Baba, H., Ergün, N. ve Özçubukçu, S., 2012.** Antakya (Hatay)'dan toplanan bazı makrofungus türlerinde ağır metal birikimi ve mineral tayini. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1), 5-6.
- Baillie, J.K., Thompson, A.A.R., Irving, J.B., Bates, M.G.D., Sutherland, A.L., MacNee, W., Maxwell, S.R.J. and Webb, D.J., 2009.** Oral antioxidant supplementation does not prevent acute mountain sickness: double blind, randomized placebo-controlled trial. *QJM: An International Journal of Medicine*, 102 (5), 341-8.
- Bano, Z. and Srivastava H.C., 1962.** Studies in the cultivation of *Pleurotus* sp. on paddy straw. *Food Science*, 12, 363-368.
- Bano, Z., Bhagya, S. and Srinivasa, K.S., 1981.** Essential amino acid composition and proximate analyses of the mushroom *Pleurotus eous* and *P. florida*. *Mushroom Newsletter The Tropics*, 1(3), 6-10.

- Bano, Z., Nagaraja, K., Vibhakar, S., and Kapur, O.P., 1981.** Mineral and the heavy metal contents in the sporophores of *Pleurotus* species. Mushroom Newsletter Tropics, 2, 3-7.
- Bardak, H., 2012.** İç Anadolu Bölgesinden Toplanan Bazı Yenilebilir Yabani Mantar Türlerinde Eser Element Tayini. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 65 s.
- Barron, G.L. and Thorn, R.G., 1987.** Destruction of nematodes by species of *Pleurotus*. Canadian Journal of Botany, 65, 774-778.
- Baysal, E. ve Yalınkılıç, M.K., 2002.** Lignoselülozik atık materyal üzerinde *Pleurotus florida* Jacq. ex Fr. Kummer kültürü. Ekoloji, 11(45), 6-8.
- Baysal, E., Yalınkılıç, M. K., Peker, H., Çolak, M., Göktaş, O., Özen, E. ve Çolak, A.M., 2003.** Atık kâğıtların çeşitli bitkisel ve odunsu atık substratlarla *Pleurotus ostreatus* Jacq. ex Fr. Kummer kültürasyonunda değerlendirilmesi. Ekoloji, 12 (49), 12-16.
- Baysal, E., Peker, H., Yalınkılıç, M.K. ve Temiz, A., 2003.** Cultivation of oyster mushroom on waste paper with some added supplementary materials. Bioresource Technology, 89 (1), 95-97.
- Benzie, I.F.F. and Strain, J.J., 1996.** The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of ‘‘antioxidant power’’: the FRAP assay, Analytical Biochemistry, 239, 70-76.
- Benzie, I.F.F. and Szeto, Y.T., 1999.** Total antioxidant capacity of teas by the ferric reducing/antioxidant power assay. Journal Agricultural and Food Chemistry, 47, 633-636.
- Bigersson, B., Sterner, O., Zimerson, E., Chemie und Gesundheit, 1988.** Eine verst 2nd liche Einführung in die Toxikologie. VCH Verlagsgesellschaft, ISBN 3-527-26455-8.
- Bonatti, M., Karnopp, P., Soares, H.M. and Furlan, S.A., 2004.** Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* characteristics when cultivated in different lignoscellulosic wastes. Food Chemistry, 88, 425- 428.
- Bu, T.L., Mi, Y.L., Zeng, W.D. and Zhang, C.Q., 2011.** Protective effects of quercetin on cadmium induced oxidative toxicity on germ cells in male mice. The Anatomical Record Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology, 294, 520-526.
- Can, Z., 2014.** Biyoaktiviteleri Yönünden Türkiye Florasına Ait Baskın Ballar İle Manuka Ballarının Karşılaştırılması. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 146 s., 44-47.

- Chen DM, Taylor AFS, Burke RM, Cairney JWG., 2001.** Identification of genes for lignin peroxidases and manganese peroxidases in ectomycorrhizal fungi. *New Phytologist*, 152; 151-158.
- Chen, Y.C., Eisner, J.D., Kattar, M.M., Rassoulian-Barrett, S.L., Lafe, K., Bui, U., Limaye, A.P. and Cookson, B.T., 2001.** Polymorphic internal transcribed spacer region 1 DNA sequences identify medically important yeasts. *Journal Clinical Microbiology*, 39, 4042-4051.
- Chirinang, P. and Intarapichet, K.O., 2009.** Amino acids and antioxidant properties of the oyster mushrooms, *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju*. *Science Asia*, 35, 326-331.
- Cohen, R., Persky, L. and Hadar, Y., 2002.** Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 58, 582-594.
- Cowan, M.M., 1999.** Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiological Review*, 12, 564-582.
- Crisan, EV. and Sands, A., 1978.** Nutritional Value. In *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*; Chang, S.T, Hayes, W.A., B. Eds. Academic Press: New York, 251-293p.
- Croan, S.C., 2004.** Conversion of conifer wastes into edible and medicinal mushrooms. *Forest Products Journal*, 54, 68-76.
- Cuendet, M., Hostettmann, K. and Potterat, O., 1997.** Iridoid glucosides with free radical scavenging properties from *Fagraea blumei*. *Helvetica Chimica Acta*, 80, 1144-1152.
- Curvetto, N.R., Figlas, D., Devalis, D. and Delmastro, S., 2002.** Growth and productivity of different *Pleurotus ostreatus* strains on sun flower seed hulls supplemented with N-NH₄ + and/or Mn (II). *Bioresorce Technology*, 84, 171-176.
- Çolak, M., Baysal, E., Şimşek, H., Toker, H. ve 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.
- Daba, A.S. and Ezorenye, O.U., 2003.** Anti-cancer effect of polysaccharides isolated from higher basidiomycetes mushrooms. *African Journal of Biotechnology*, 2 (12), 672-678.
- Demirbas, A., 2000.** Accumulation of heavymetals in some edible mushrooms from Turkey. *Food Chemistry*, 68, 415-419.

- Diwakar, B., Munjal, R. L. and Bahukhandi, D., 1989.** Cultivation of *Pleurotus* species on different agricultural residues. *Indian Phytopathology*, 42(4), 492- 495.
- Doğan, H., 2000.** Çay Atıklarından Hazırlanan Değişik Yetiştirme Ortamları ve Bu Ortamlara Uygulanan Farklı Dezenfeksiyon Yöntemlerinin *Pleurotus sajor-caju* Mantarının Verim ve Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye.
- Doğan, H. ve Pekşen, A., 2003.** Çay artıklarından hazırlanan yetiştirme ortamları ve dezenfeksiyon yöntemlerinin *Pleurotus sajor-caju*'nun verim ve kalitesine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 39-48.
- Dökmeci, İ. ve Dökmeci, A.H., 2005.** Toksikoloji Zehirlendirmede Tanı ve Tedavi. Nobel Tıp Kitabevleri, 4. Baskı, DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Demirdışı.
- Düzgüneş, O., Kesici, T. ve Gürbüz, F., 1983.** İstatistik Metodları-I, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları:861, Ders Kitabı: 229, 49-54.
- Elmastas, M., Isıldak, O., Türkekul, I. and Temura, N., 2007.** Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 337–345.
- Eren, E. ve Pekşen, A., 2014.** Türkiye’de kültür mantarı üretimi, sorunları ve çözüm yolları. 1.Ulusal Mikoloji Günleri, Erzurum, 01-04 Eylül 2014.
- Erkel, İ., 1989.** Mantar Üretiminde Değişik Bileşimlerde Hazırlanan At Gübresi Kompostunun Verim ve Erkencilik Üzerine Etkileri, 18(1-2), 57-61.
- Erkel, D. ve Işık, E., 1990.** *Pleurotus ostreatus* ve *Pleurotus florida* yetistirciliğinde değişik yetiştirme ortamlarının verime etkisi. Türkiye IV. Yemeklik Mantar Kongresi, Yalova, (2), 121-126.
- Erkel, İ., 1992.** Kayın Mantarı (*Pleurotus ostreatus* Jacq. Ex. Fr. Kummer) Yetiştirme Tekniği, Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayınları, Yalova,14 s.
- Erkel, İ. ve Işık, S.E., 1992.** *Pleurotus ostreatus* ve *P. florida* yetiştiriciliğinde değişik yetiştirme ortamlarının verime etkisi. Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi, Yalova 1992.
- Ertan, O.Ö., 1988.** Bazı substrat katkı maddelerinin *Pleurotus ostreatus* üzerine etkileri. *Doğa Türk Botanik Dergisi*, 12(3), 234-238.
- Ertan, Ö.O., 1990.** Pamuk linteri ve arpa kırıntısının *Pleurotus florida* favose'nin gelişim devrelerine ve ürün verimine etkileri. *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 14, 413-420.

- Estela Castillo, B., 1997.** The Use of Sugarcane Bagasse for the Production of Edible Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*). Horticultural Abstracts, 67(7).
- European Commission, 2001.** Commission Regulation (EC) No 466/2001. Directive 2001/22/EC. European Commission, EU.
- Falandysz, J., Szymczyk, K., Ichihashi, H., Bielawski, L., Gucia, M., Frankowska, A. and Yamasaki, S., 2001.** ICP/MS and ICP/AES elemental analysis (38 elements) of edible wild mushrooms growing in Poland Food Additives Contaminants, 18(6), 503-513.
- Flaten, T.P., 2001.** Aluminium as a risk factor in Alzheimer's disease, with emphasis on drinking water. Brain Research Bulletin, 55(2), 187-196.
- Food Agricultural Organizations/World Health Organization, FAO/WHO, 1989.** Protein quality evaluation. Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation. Food and Nutrition Paper No. 51. Food and Agricultural Organizations and the World Health Organization. Rome.
- Fountoulakis, M.S., Dokianakis, S.N., Kornaros, M.E., Aggelis, G.G. and Lyberatos, G., 2002.** Removal of phenolics in olive mill waste waters using the white-rot fungus *Pleurotus ostreatus*. Water Research, 36, 4735-4744.
- Francia, C., Rapior, S., Courtecuisse, R. and Siroux, Y., 1999.** Current research findings on the effects of selected mushrooms on cardio vascular diseases. International Journal of Medicinal Mushrooms, 1, 169-172.
- García, I., Fragoso, L., Cisneros, F., Padrón, X., García, C. and Núñez De Villavicencio, M., 2000.** Evaluation of the Yield of a 190 Strain of *P.ostreatus* Produced in the Initial Phase in Culture Media of Spent Grain and Wheat Bran. Horticultural Abstracts, 70(10), 8774.
- Gast, C.H., Jansen, E., Bierling, J., and Haanstra, L., 1988.** Heavy metals in mushrooms and their relationship with soil characteristics. Chemosphere, 17(4), 789-799.
- Gil, M.I, Thomas-Babaran, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M. and Kader, A.A., 2000.** Antioxidant activity of pomegranate juice and its relation ship with phenolic composition and processing. Journal Agricultural and Food Chemistry, 48, 4581-4589.
- Gonzalez, B.T. and Gomez, A.J.M., 1994.** Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on peanut hull and dry corn leaves. Biological Abstracts, 99(8).
- Gonzalez, B.T. and Garzon-Mayo, R., 1997.** Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on Sorghum Straw and Peanut Hulls. Horticultural Abstracts, 67(9), 7873.

- Gunte-Cimerman, N., 1999.** Medicinal value of genus *Pleurotus* (Fr) P. Karst. (Agaricales, SI: Basidiomycetes). The International Journal of Medicinal Mushrooms, 1, 69-80.
- Güler, 1991.** *Pleurotus* sp. Kültür Mantarının Örtü Altında Yetiştiriciliğinde Değişik Yetiştirme Ortamlarının Verim ve Kaliteye Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 167 s.
- Güler, M. ve Ağaoğlu, S., 1995.** Kayın mantarının (*Pleurotus* spp.) örtü altı yetiştiriciliğinde değişik yetiştirme ortamlarının verim ve kalite faktörlerine etkileri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Adana, 03-06 Ekim 1995.
- Gülser, C. ve Pekşen, A., 2003.** Using tea waste as a new casing material in mushroom (*Agaricus bisporus* (L.) Sing.) cultivation. Bioresource Technology, 88, 153-156.
- Hibbett, D.S. and Thorn, R.G., 1994.** Nematode-trapping in *Pleurotus tuberregium*. Mycologia, 86,696-699.
- Işık, S.E., Genç, A., Erkel, D. ve Fatı, M., 1976.** FAO. Yalova Projesi, Mantarcılık Avrupa Gezisi Raporu, 13s.
- İşiloğlu, M., Yılmaz, F. and Merdivan, M., 2001.** Concentrations of trace elements in wild edible mushrooms. Food Chemistry, 73, 163-175.
- Iwalokun, B.A., Usen, U.A., Otunba, A.A. and Olukoya, D.K., 2007.** Comparative phytochemical evaluation, antimicrobial and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus*. African Journal of Biotechnology, 6, 1732-1739.
- İlbay, M.E. ve Günay, A., 1992.** Sterilizasyon, talaş ve *Pleurotus sajor-caju*. I. Ulusal Orman Ürünleri Kongresi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, 229-240, Trabzon.
- İlbay, M.E., 1995.** Bitkisel Et: *Pleurotus* spp., Orman Mühendisliği, TMMOB Orman Mühendisleri Odası Yayın Organı, Ankara, s.12-13.
- İlbay, M.E. ve Okay, Y., 1995.** The possibilities of using hazelnut shells on *Pleurotus sajor-caju* (Fr) Singer production. Turkish Botanical Journal, No:BO94066.
- İlbay, M.E., 2000.** Kültürü yapılan yenebilir mantarlar. Türkiye VI. Yemeklik Mantar Kongresi Bildirileri. Bergama, 20-22 Eylül 2000, s.1-37.
- İlbay, M. E., 2002.** *Pleurotus eryngii* (De Cendolle: Fries) Quetlet yetiştiriciliğinde değişik katkı maddelerinin verim ve kaliteye etkileri üzerine araştırmalar. Türkiye VII. Yemeklik Mantar Kongresi Bildirileri, Korkuteli-Antalya, 2002, 49-54.
- Jackson, M.L., 1962.** Soil Chemical Analysis. Prentice-hall, Inc. 183, 219-284.

- Jayakumar, T., Ramesh, E. and Geraldine, P., 2006.** Antioxidant activity of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on CCl₄-induced liver injury in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 44, 1989-96.
- Jayakumar, T., Thomas, P.A. and Geraldine, P., 2009.** In-vitro antioxidant activities of an ethanolic extract of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10(2), 228-234.
- Justo, M.B., Guzman, G.A., Mejia, E.G., Diaz, C.L., Martinez, G. and Corona E.B., 1999.** Calidad proteínica de tres cepas mexicanas de setas (*Pleurotus ostreatus*) *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 49, 81-85.
- Jwanny, E.W., Rashad, M.M. and Abdu, H.M., 1995.** Solid state fermentation of agricultural wastes into food through *Pleurotus* cultivation. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 50, 71- 78.
- Kacar, B., Kovancı Y. ve Atalay, Y.Z., 1980.** Utilization of the waste products of tea factories in agriculture. *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yıllığı*, 29, 158-173.
- Kacar, B., 1987.** Çayın Biyokimyasal ve İşlenme Teknolojisi. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Yayını No. 6, DSİ Matbaası, Ankara, 329s.
- Kacar, B., Taban, S. ve Kütük, A.C., 1996.** Çay Atıklarının Zenginleştirilmiş Organik Gübreye Dönüştürülerek Kullanılması Araştırma, Geliştirme, Uygulama Projesi. Kesin Rapor, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Rize.
- 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.
- Kacar, B. ve İnal, A., 2008.** Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara. 892 s. ISBN 978-605-395-036-3.
- Kalac, P., Wittingerova, M. and Stašková, I., 1989.** The contents of seven biogenic trace elements in edible mushrooms. *Potravinarske Vedy*, 7, 131-136.
- Kalac, P. and Svoboda, L., 2000.** A review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 69, 273-281.
- Kalac, P. and Svoboda, L., 2001.** A review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 69, 273-281.
- Kalay, H.Z. , Yalınkılıç, M.K. ve Altun, L., 1993.** Çay Fabrikaları Lifsel Artıklarının Kültür Mantarları *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. ve *Pleurotus ostreatus* Jacq. (ex. Fr) Kummer Üretiminde Kullanılması İle Açık Alanda Yapay Yoldan Kompostlaştırılan Çay Artıklarının Organik Gübre Olarak Değerlendirilmesi, K.T.Ü. Araştırma Fonu Projesi, (89.113.001.1) 127 s.

- Kalyoncu, F. ve Kalmış, E., 2007.** Pirinanın farklı *Pleurotus* türlerinin yetiştiriciliğinde kullanım olanaklarının araştırılması. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(2), 87-92.
- Karadede, H., 1997.** Atatürk Baraj Gölünde su, sediment ve balık türlerinde ağır metal birikiminin araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Diyarbakır.
- Karakoç, S., 1995.** Doğu Karadeniz Bölgesinde Bitkisel artık ve Atıkların *Pleurotus ostreatus* ve *Pleurotus florida* Üretiminde Hammadde Olarak Değerlendirilmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 114 s.
- Khan, S.M., Kausar, A.G. and Ali, M.A., 1981.** Yield performance of different strains of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) on paddy straw in Pakistan. Mushroom Science XI. Proceeding of the Eleventh International Scientific Congress on the Cultivation of Edible Fungi, Australia, 675-678 p.
- Khan, MA., Tania, M., Ruhul Amin, S.M., Alam, N. and Uddin, MD., 2008.** An investigation on the nutritional composition of mushroom (*Pleurotus florida*) cultivated on different substrates. Bangladesh Journal Mushroom, 2(2), 17-23.
- Khatun, M., Sørensen, P., Jørgensen, HB., Sahana, G., Sørensen, L.P., Lund, M.S., Ingvartsen, K.L., Buitenhuis, A.J., Vilkki, J., Bjerring, M., Thomasen, J.R. and Røntved, C.M., 2013.** Effects of Bos taurus autosome 9-located quantitative trait loci haplotypes on the disease phenotypes of dairy cows with experimentally induced *Escherichia coli* mastitis. Journal of Dairy Science, 96, 1820-1839.
- Kim, M.K., Math, R.K., Cho, K.M., Shin, K. J., Kim, J.O., Ryu, J.S. and Lee, Y.H., 2008.** Effect of *Pseudomonas* sp. P7014 on the growth of edible mushroom *Pleurotus eryngii* in bottle culture for commercial production. Bioresource Technology, 99(8), 3306-3308.
- Konno, S., Tortorelis, D.G., Fullerton, S.A., Samadi, A.A, Hettiarachchi, J. and Tazaki, H.A., 2001.** Possible hypoglycaemic effect of maitake mushroom on Type 2 diabetic patients. Diabetic Medicine, 18(12),1010.
- Kopinski, L., 1988.** Submerged culture of the mycelium of cellar mushrooms (*Agaricus bisporus*) and oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) on substrates containing food industry wastes. Przemysl-Fermentacyjny-IOWocowo-Warzywny (Poland), 32 (5-6), 21-24.
- Kostadinov, I., Torev, A. and Rantcheva, T., 1972.** Some aspects of the production of *Pleurotus ostreatus*, Fr. Mushroom Science VIII. 253-255.
- Krewski, D., Yokel, R.A., Nieboer, E., Borchelt, D., Cohen, J., Harry, J., Kacew, S., Lindsay, J., Mahfouz, A.M. and Rondeau, V., 2007.** Human health risk assessment for aluminium, aluminium oxide, and aluminium hydroxide. Journal

of Toxicology and Environmental Health, Part B 10, 1–269. DOI: 10.1080/10937400701597766.

- Kurt, Ş. ve Büyükalaca, S., 2010.** *Pleurotus ostreatus* yetiştiriciliğinde tarımsal artıkların verim üzerine etkisi. *Alatırım*, 9 (2), 1-7.
- Küçüközlü, B. ve Pekşen, A., 2005.** Yetiştirme ortamı ağırlıklarının *Pleurotus* mantar türlerinin verim ve kalitesi üzerine etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (3), 64-71.
- 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.
- Kütük, A.C., 2000.** Çay atığı kompostu ve atık mantar kompostunun yetiştirme ortamı bileşeni olarak süs bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5, 75-86.
- Laborde, J., 1989.** Installations pour la culture des *Pleurotes*. Verkürzte Übersetzung aus Bulletin de la FNSACC (Verband der französischen Champignonanbauer), 42, 65-85, 70.
- Larraya, L.M, Perez, G., Penas, M.M., Baars, J.P., Mikosch, T.S.P., Pisabarro, A.G. and Ramirez, L., 1999.** Molecular karyotype of the white rot fungus *Pleurotus ostreatus*. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(8), 3413-3417.
- Lavranos, G., Balla, M., Tzortzopoulou, A., Syriou, V. and Angelopoulou, R., 2012.** Investigating ROS sources in male infertility: a common end for numerous pathways. *Reprod Toxicol*, 34, 298-307.
- Lin, S.C., Lin, C.R., Gukovsky, I., Lusic, A.J., Sawchenko, P.E. and Rosenfeld, M.G., 1993.** Molecular basis of the little mouse phenotype and implications for cell type-specific growth. *Nature*, 15(364), 208-13.
- Lott, W.L., Nery, J.P., Gallp, J.R. and Medcaff, J.C., 1956.** Leaf Analysis Technique in Coffee Research. Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos Research Inst. Bulletin No, 9.
- Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V. and Pizzoferrato, L., 1999.** Nutrients in edible mushrooms: an inter species comparative study. *Food Chemistry*, 65, 477-82.
- Manzi, P., Aguzzi, A. and Pizzoferrato, L., 2001.** Nutritional value of mushrooms wide-ly consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73, 321-325.
- Mata, G.R. and Gaitan-Hernandez, 1997.** *Pleurotus* cultivation on sugar cane leaves. *Horticultural Abstracts*, 67(9), 7874.

- Mattila, P., Konko, K., Eurola, M., Pihlava, J.M., Astola, J., Vahteristo, L., Hietaniemi, V., Kumpulainen, J., Valtonen, M. and Piironen, V., 2001.** Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2343-2348.
- Mau, J.L., Lin, H.C. and Chen, C.C., 2002.** Antioxidant properties of several medicinal mushrooms. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 50, 6072-6077.
- Menaga, D., Rajakumar, S. and Ayyasamy, P.M., 2013.** Free radical scavenging activity of methanolic extract of *Pleurotus florida* mushroom. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(4), 601-606.
- Meulen, U., Zadrazil, F. and Permana, I.G., 2004.** Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes* on lignocellulosic substrates for human food and animal feed production. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 80,137-143.
- Moncalvo, J.M., Vilgalys, R. and Redhead, S. A., 2002.** One hundred and seventeen clades of euagarics. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 23, 357-400.
- Mothana, R.A.A., Jansen, R., Jülich, W.D. and Lindequist, U., 2000.** Ganomycin A and B, new antimicrobial farnesyl hydroquinones from the basidiomycete *Ganoderma pfeifferi* *Journal of Natural Products*, 63, 416-418.
- National Committee for Clinical Laboratory Standard, 1989.** Methods for Determining Bactericidal Activity of Antimicrobial Agents; Approved Guideline. National Committee for Clinical Laboratory Standards, Willanova, Pa. M26-A, 19(18).
- Nordberg, G.F., Fowlwer, B.A., Nordberg, M. and Friberg, L.T., 2007.** Handbook on the Toxicology of metals. Elsevir B.V., Cathalog number: 2007014098, Third ed., 625, 657,751, 930 p. ISBN: 978-0-12-369413-3.
- Nuorteva, P., Autio, S., Lehtonen, J., Lepistö, A., Ojala, S., Seppänen, A., Tulisalo, E., Veide, P., Viipuri, J., and Willamo, R., 1986.** Levels of iron, aluminium, zinc, cadmium and mercury in plants growing in the surroundings of an acidified and a non- acidified lake in Espoo, Finland. *Annals Botanica Fennici*, 23, 333-340.
- Obodai, M., Owusu, E., Schiwenger, G.O., Asante, I.K. and Dzomeku, M., 2014.** Phytochemical and mineral analysis of 12 cultivated oyster mushrooms (*Pleurotus* species). *Advances in Life Science and Technology*, 26, 35- 42.
- Oei, P., 1996.** Mushroom cultivation (with emphasis on techniques for developing countries). Leiden, the Netherlands. Tool Publications, 126-137, 93-204.
- Okwulehie, I.C. and Ogoke, J.A., 2013.** Bioactive, nutritional and heavy metal constituents of some edible mushrooms found in Abia State of Nigeria.

International Journal of Applied Microbiology and Biotechnology Research (IJAMBR), 1, 7-15.

- Olivier, J., 1990.** Les besoins des *Pleurotus* cultivés. Verkürzte Übersetzung aus Bulletin de la FNSACC (Verband der französischen Champignonanbauer), 45, 35-51.
- Oyaizu, M., 1986.** Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. Japanese Journal of Nutrition, 44, 307-315.
- Oyetayo, V.O. and Ariyo, O.O., 2013.** Antimicrobial and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus* (Jacq: Fries) cultivated on different tropical woody substrates. Journal of Waste Conversion Bioproducts and Biotechnology, 1(2), 28–32. DOI: 10.5147/jwcbb.2013.0121
- Öder, N., 1977.** Bazı Zehirli Mantarlar ve Mantar Zehirlenmelerinde İlk Yardım, Şafak Matbaası, Ankara.
- Özçelik, E. and Pekşen, A., 2007.** Hazelnut husk as a substrate for the cultivation of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*). Bioresource Technology, 98, 2652-2658.
- Packer, L., 2000.** Oxidative Stress and Antioxidants: The Antioxidant Network, Alpha-Lipoic Acid, and Diabetes. pp1-15 in Packer L, Rosen P, Tritschle HJ, King G and Azzi A (eds). Antioxidants in Diabetes Management. Marcel Dekker, New York NY.
- Pala, S.A. and Wani, A.H., 2011.** Antioxidant activity of some wild mushrooms of Kashmir Valley. Bioresearch Bulletin, 2, 125-129.
- Patrabansh, S. and Madan, M., 1997.** Studies on cultivation, biological efficiency and chemical analysis of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer on different bio-wastes. Acta Biotechnologica, 17 (2), 107-122.
- Pavel, K., Lubomír, S. and Božena, H., 2004.** Contents of detrimental metals mercury, cadmium and lead in wild growing edible mushrooms, A review. Energy Education Science and Technology, 13(1), 31-38.
- Pekşen, A., 2001.** Fındık zurufundan hazırlanan yetiştirme ortamlarının *Pleurotus sajor-caju* mantarının verimine ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Bahçe, 30 (1-2), 37- 43.
- Pekşen, A. ve Günay, A., 2009.** Use of substrates prepared by the mixture of tea waste and wheat straw in *Agaricus bisporus* (L.) Sing. cultivation. Ekoloji, 19(73), 48-54.
- Pekşen, A. ve Yakupoğlu, G., 2009.** Tea waste as a supplement for the cultivation of *Ganoderma lucidum*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 25, 611-618.

- Pekşen, A., 2013a.** Mantarların insan hayatı ve sağlığındaki yeri. Bahçe Haber, 2(1), 10-15.
- Pekşen, A., 2013b.** Kayın Mantarı (*Pleurotus ostreatus*): Kütük yetiştiriciliği. Samtim, 41, 18-20.
- Pekşen, A., 2014.** Türkiye’de kültür mantarı yetiştiriciliği. Yemeklik Kültür Mantarı Çalıştayı, 12-13 Mayıs 2014, Antalya.
- Perez, C., Pauli, M. and Bazerque, P., 1990.** An antibiotic assay by the well agar method. Acta Biologia et Medicine Experimentalis, 15, 113-115.
- Philippoussis, A., Diamantopoulou, P., Zervakis, G., and Ioannidou, S., 2000.** Potential for the Cultivation of Exotic Mushroom Species by Exploitation of Mediterranean Agricultural Wastes. Proceedings of the 15 th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi, Netherlands, 523-530p.
- Philippoussis, A., Zervakis, G. and Diamantopoulou, P., 2001.** Bioconversion of agricultural lignocellulosic wastes through the cultivation of the edible mushrooms *Agrocybe aegenita*, *Volvariella volvacea* and *Pleurotus* spp. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 17, 191-200.
- Ponmurugan, P., Sekhar, Y.N. and Sreeshakti, T.R., 2007.** Effect of various substrates on the growth and quality of mushrooms. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10, 171-173.
- Poo-Chow, L., 1980.** Utilization of cotton waste substrate with temperature treatment for the cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). Singapore Journal of Primary Industries, 8(1), 21-27.
- Poppe, J., 2000.** Use of Agricultural Waste Materials in the Cultivation of Mushrooms. Proceedings of the 15 th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi, Netherlands, p. 3-23.
- Porgal, E. and Büyüktuncel, E., 2012.** Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of native red wines by high performance liquid chromatography and spectrophotometric methods. Food Research International, 45, 145-154.
- Quarcoo, A. and Adotey, G., 2013.** Determination of heavy metals in *Pleurotus ostreatus* (Oyster mushroom) and *Termitomyces clypeatus* (Termite mushroom) sold on selected markets in Accra, Ghana. Mycosphere, 4 (5), 960-967.
- Ragunathan, R., Gurusamy, R., Palaniswamy, M. and Swaminathan, K., 1996.** Cultivation of *Pleurotus* spp. on various agro-residues. Food Chemistry, 55(2), 139-144.

- Ranzani, M.R.T., De, C., Sturion, G.L., and Oetterer, M., 1997.** Colonization potential of banana leaves for growth of *Pleurotus* species. Horticultural Abstracts, Vol. 67, No.11.
- Rout, G.R. and Das, P., 2003.** Effect of metal toxicity on plant growth and metabolism: I. Zinc Agronomie, 23, 3-11.
- 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., 2001.** Cultivation of Shiitake on Synthetic and Natural Logs. College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension, Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, 12p.
- Royse, D.J., 2014.** A global perspective on the high five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* & *Flammulina*. Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8), 1-6.
- Ruiz-Rodriguez, A., Soler-Rivas, C., Polonia, I. and Wichers, J.H., 2010.** Effect of olive mill waste (OMW) supplementation to Oyster mushrooms substrates on the cultivation 3 parameters and fruiting bodies quality. International Biodeterioration and Biodegradation, 64, 638-645.
- Sánchez, C., 2004.** Modern aspects of mushrooms culture technology. Appl Microbiol Biotechnology, 64,756-762.
- Sarıkürkçü, C., Copur M., Yildiz, D., and Akata, I., 2011.** Metal concentration of wild edible mushrooms in Soguksu National Park in Turkey. Food Chemistry, 128, 731-734.
- Savalgi, V. and Savalgi, V., 1994.** Evaluation of substrates and supplements for three *Pleurotus* spp. Indian Journal Mycology and Plant Pathology, 24 (3), 190-191.
- Seeger, R., 1982.** Toxische schwermetalle in Pilzen. Deutsche Apotheke Zeitschrift, 122, 1835-1844.
- Sesli, E. and Tüzen, M., 1999.** Levels of trace elements in the fruiting bodies of macrofungi growing in the East Black Sea region of Turkey. Food Chemistry, 65, 453-460.
- Shah, Z.A., Ashraf, M. and Ishtiaq, M.C., 2004.** Comparative study on cultivation and yield performance of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates (wheat straw, leaves, sawdust). Pakistan Journal of Nutrition, 3 (3), 158-160.
- Shirmila, J.G. and Radhamany, P.M., 2013.** In vitro antioxidant activities, total phenolics and flavonoid of wild edible mushroom *Macrolepiota mastoidea* (Fr.) Singer. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 5 (2), 161-166.

- Silva, S.O., Costa, S.M.G. and Clemente, E., 2002.** Chemical composition of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél., substrates and residue after cultivation. Brazilian Archives of Biology and Technology, 45(4), 531-535.
- Singleton, V.L. and Rossi, J.L. 1965.** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16, 144-158.
- Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventós, R.M., 1999.** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In Methods in Enzymology, Oxidant and Antioxidants (Part A); Packer, L., Ed; Academic Press: San Diego, CA, 299, 152-178 p.
- Sivrikaya, H. and Peker, H., 1999.** Cultivation of *Pleurotus florida* on forest and agricultural wastes by leaves of tree and wood waste. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, 585-596.
- Sivrikaya, H., 2000.** Atık kağıt ve bitkisel atıklar üzerinde *Pleurotus florida*'nın yetiştirilmesi. In: XI Yemeklik Mantar Kongresi Bildirileri, Bergama, İzmir, 18-20 Eylül 2000, 156-162.
- Slinkard, K. and Singleton, V.L., 1977.** Total phenol analysis automation and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture, 28, 49-55.
- Smrkolj, P., Pograjc, L., Hlastan-Ribi, C. and Stibilj, V., 2005.** Selenium Content in Selected Slovenian Food Stuff and Estimated Daily Intakes of Selenium. Food Chemistry, 90, 691-697.
- Solomko, E.F. and Eliseeva, G.S., 1988.** Biosynthesis of vitamins B by the fungus *Pleurotus ostreatus* in a submerged culture. Prikladnaia biokhimiia i mikrobiologiya, 24, 164-169.
- Sturion, G.L. and Oetterer, M., 1995.** Composição química de cogumelos comestíveis (*Pleurotus* spp.) originados de cultivo em diferentes substratos. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 15(2), 189- 193.
- Sun, P.J. and Yu, J.J., 1989.** The cultivation of *Pleurotus* mushrooms on unsterilized substrates in the field. Mushroom Science. Part II. Proceedings of the Twelfth International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. September 1987, Braunschweig, Germany. International Society for Mushroom Science, 219-228.
- Svaprakasam, K. and Kondaswary, T.K., 1981.** Waste materials for the cultivation of *Pleurotus sajor-caju*. The Mushroom Journal, 101, 178-179.
- Svoboda, L., Zimmermannova, K. and Kalač, P., 2000.** Concentrations of mercury, cadmium, lead and copper in fruiting bodies of edible mushrooms in an emission

- area of a coppers melter and a mercurys melter. Science of the Total Environment, 246, 61-67.
- Şen, S. ve Yalçın, M., 2011.** Meşe palamudu (*Quercus ithaburensis* Decne subsp. *macrolepis*) atıklarının *Pleurotus ostreatus* üretiminde kullanımı. Ekoloji, 20 (78), 60-65.
- Tezcan, R. ve Tezcan, H., 2007.** Metaller Kimyası, Nobel Yayınları, Yayın No; 30, 1. Baskı, 116-125, 190-196, 205-211, 215321, 246-255, 269-279s. ISBN: 978-9944-77-106-1.
- Thomas, J.H. and Gillham, B., 1989.** Blood Iron and Iron Metabolism. In: Wills Biochemical Basic of Medicine, 2nd Ed, edited by Thomas, J.H., Gillham, B., London, p: 331- 43. http://www.thd.org.tr/thdData/userfiles/file/6_IBK_01.pdf.
- Thorn, R.G., Moncalvo, J.M., Reddy, C.A. and Vilgalys, R., 2000.** Phylogenetic analyses and the distribution of nematophagy support a monophyletic Pleurotaceae within the polyphyletic pleurotoid-lentinoid fungi. Mycologia, 92, 241-252.
- Tudor, I., 1997.** Production of Mushroom Mycelium on Various Cereal Substitutes. Horticulture Abstracts, 67(10), 8703.
- Türkekul, I., Elmastas, M. and Tüzen, M., 2004.** Determination of iron, copper, manganese, zinc, lead, and cadmium in mushroom samples from Tokat, Turkey. Food Chemistry, 84, 389-392.
- Tüzen, M., Ozdemir, M. and Demirbaş, A., 1998.** Study of heavy metals in some cultivated and uncultivated mushrooms of Turkish origin. Food Chemistry, 63(2), 247-251.
- Tüzen, M., 2003.** Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry. Microchemical Journal, 74, 289-297.
- Tüzen, M., Turkekul, I., Hasdemir, E., Mendil, D., and Sarı, H., 2003.** Atomic absorption spectrometric determination of trace metal contents of mushroom samples from Tokat, Turkey. Analytical Letters, 36, 1401–1410.
- Upadhyay, R.C. and Vuay, B., 1992.** Cultivation of *Pleurotus* species during winter in India. Horticulture Abstracts, 67(10), 9262.
- Uzun, A., 1996.** Çay atıklarının *Agaricus bisporus* mantarının misel üretiminde sardırma materyali olarak kullanımı. In: Yılmaz, K. , Türkiye 5. Yemeklik Mantar Kongresi, Yalova, 5-7 Kasım 1996, 33- 41.
- Vamanu, E., Ene, M., Vamanu, A. Smarandache, D., Sârbu, I., Popa, O., Băbeanu, N. and Niță, S. 2011.** Barcariveaceslav 1 antioxidant and antibacterial properties of the extracts from *Pleurotus ostreatus* Evfb1 and Evfb4. Romanian Biotechnological Letters, 16(1), 40-46.

- Vamanu, E., 2013.** Studies on the antioxidant and antimicrobial activities of *Pleurotus ostreatus* PSI101109 mycelium. Pakistan Journal of Botany, 45(1), 311-317.
- Vedder, P.J.L., 1978.** Modern Mushroom Growing. Educaboek. BV, Culemborg, Netherlands. 392p.
- Velezco, C.S., Rodriguez, M., Hernandez M., Villasenor, L. and Fausto, S., 1995.** Cultivo den *Pleurotus* sobre rastrojo de Maiz con diferentes porcentajes de humedad. Boletin, IBUG (December1995), 3 (1-3), 143-148.
- Wang, B.F., 2010.** Use of wheat straw residue from a paper mill for *Pleurotus ostreatus* cultivation. Acta Edulis Fungi, 17, 30- 31.
- Worrall, J.J. and Yang, C.S., 1993.** Shiitake and oyster mushroom production on apple pomace and sawdust. Horticulture Abstracts, 63(8), 5959.
- Wu, S.R., Zhao, C.Y., Hou, B., Tai, L.M. and Gui, M.Y., 2013.** Analysis on chinese edible fungus production area layout of nearly five years. Edible Fungi China, 1, 51-53.
- Xie, L.P., Chen, O.X., Huang, H., Wang, H.Z. and Zhang, R.Q., 2003.** Inhibitory effects of some flavonoids on the activity of mushroom tyrosinase. Biochemistry (Mosc), 68, 487-491.
- Yakupoglu, G. and Pekşen, A., 2008.** Influence of wood-chip particle size and different substrates containing tea waste on protein and mineral contents of *Ganoderma lucidum*. In: Dursun S, Esmeray E, Doğan S, Kalıpçı E (eds) JIEAS and Blacksea International Environmental Symposium Proceedings CD, 25-29 August 2008, Giresun, 176-182.
- Yakupoglu, 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.
- Yalınkılıç, M.K. ve Türker, M.F., 1992.** Yakacak oduna alternatif bir enerji kaynağı: yakıt briketi. 1. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Bildiriler Kitabı, Trabzon, 159-176s.
- Yalınkılıç, M.K., Altun, L., Baysal, E. ve Demirci, Z., 1994.** Doğu Karadeniz Bölgesinde Ticari Ölçekte Kültür Mantarları Üretim Tekniklerinin Geliştirilmesi ve Yaygınlaştırılması. TOAG-985 No'lu TÜBİTAK Projesi, Trabzon.
- Yılmaz, A., Yıldız, S., Tabbouche, S., Kılıç, A.O. ve Can, Z., 2015.** Ihlamur (*Tilia tomentosa*) yapraklarında yetiştirilen *Pleurotus ostreatus* mantarının toplam polifenol, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi. Ekoloji Sempozyumu, Sinop, 6-9 Mayıs 2015.
- Zadrazil, F. and Schneiderei, M., 1972.** Die Grundlagen für die in kulturnahme einer bisher nicht kultivierten *Pleurotus*. Der Champignon, 135, 25-32.

- Zadrazil, F., 1973.** Cultivation, yield and keeping quality of *Pleurotus florida* (Fovcae) Champignon Forschungsstelle von Sengbusch, Hamburg German Federal Republic, 13, 17-19, 22-24.
- Zadrazil, F., 1978.** Cultivation of *Pleurotus*. In: The biology and cultivation of edible mushrooms Chang, S.T. and Hayes, W.A., Eds., Academic Press, New York, 521-557p.
- Zadrazil, F., 1980.** Conversion of different plant wastes into feed by basidiomycetes. Euro Journal Applied Microbiology and Biotechnology, 9, 31-35.
- Zadrazil, F. and Dube, H.C., 1993.** The oyster mushroom importance and prospects. Horticulture Abstracts, 63(7), 5239.
- Zhang, R., Li, X. and Fadel, J.G., 2002.** Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw. Bioresource Technology, 82, 277-284.
- URL-1, 2015.** www.tml.web.tr/download/mantarlar.pdf (13 Haziran 2015).
- URL-2, 2015.** <https://en.wikipedia.org/wiki/Pleurotus> (13 Haziran 2015).
- URL-3, 2015.** <http://soul2grow.com/fungal-team-members.html> (13 Haziran 2015).
- URL-4, 2015.** http://www.masozravky.com/rody/drave_houby/pleurotus.htm (13 Haziran 2015).
- URL-5, 2015.** <http://www.discoverlife.org> (13 Haziran 2015).
- URL-6, 2015.** http://www.worldmushroomsociety.com/research/r_show2.asp (01 Temmuz 2015)
- URL-7, 2015.** http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf. (01 Temmuz 2015).
- URL-8, 2015.** http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi138/d138_6471.pdf. (01 Temmuz 2015).
- URL 9, 2015.** <http://www.inchem.org> (10 Temmuz 2015).
- URL-10, 2015.** <http://www.healthy.net> (10 Temmuz 2015).
- URL-11, 2015.** <http://www.biyotip.com/images/File/e.pdf> (10 Temmuz 2015).
- URL-12, 2015.** http://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/ports/downloads/fv.pdf. (01 Temmuz 2015)

ÖZGEÇMİŞ

Sibel AVCI, 29/04/1980 tarihinde Borçka'da doğdu. İlköğretimini Samsun Gülsüm Sami Kefeli İlköğretim Okulu'nda ve Ortaöğretimini Samsun 19 Mayıs Lisesi'nde tamamladı. 1998 yılında başladığı lisans eğitimini 2002 yılında KTÜ Rize Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde tamamladı. 2012 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Bölümü'nde başladığı yüksek lisans öğrenimini halen devam ettirmektedir. Rize Özel Bilge Okulunda 2006 yılından itibaren görev yapmaktadır. Evli ve 2 çocuk annesidir.