



T.C.

KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**KARAAĞAÇ İSTİRİDYE MANTARININ (*Hypsizygus
ulmarius*) ÜRETİM DÖNGÜSÜ ESNASINDA
YETİŞTİRME ORTAMLARININ LİGNOSELİLOZİK
İÇERİKLERİNDE MEYDANA GELEN
DEĞİŞİMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ceren ÖZTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR / 2021



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**KARAAĞAÇ İSTİRİDYE MANTARININ (*Hypsizygus
ulmarius*) ÜRETİM DÖNGÜSÜ ESNASINDA
YETİŞTİRME ORTAMLARININ LİGNOSELÜLOZİK
İÇERİKLERİNDE MEYDANA GELEN
DEĞİŞİMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ceren ÖZTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Funda ATILA

KIRŞEHİR / 2021

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ceren ÖZTÜRK



ÖNSÖZ

Yüksek Lisansa başlamamda ve yüksek lisans ders sürecinde kendisini tanıdığım günden bu yana gösterdiği sakin ve sabırlı hali ile her zaman bana örnek olmasının yanı sıra bir bilim adamının nasıl çalışması gerektiğini kendisinden öğrendiğim değerli danışmanım Doç. Dr. Funda ATİLA'ya ve aileme büyük bir içtenlikle teşekkür ederim.

Ekim, 2021

Ceren ÖZTÜRK



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	viii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ÖZET	xi
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Mantarların Besin Değeri ve Tıbbi Özellikleri.....	1
1.2. Dünya’da ve Türkiye’de Mantar Üretimi.....	2
1.3. Mantarların Ekolojik Açıdan Önemi.....	5
1.4. Karaağaç istiridyesi (<i>Hypsizygus ulmarius</i>) mantarı.....	6
1.4.1. <i>H. ulmarius</i> ’un taksonomisi.....	7
1.4.2. <i>H. ulmarius</i> ’un doğada yayılımı	8
1.4.3. <i>H. ulmarius</i> ’un besin değeri ve tıbbi özellikleri	8
2. GENEL BAKIŞ	10
2.1. Farklı Kültür Ortamlarının <i>H.ulmarius</i> ’un Misel Gelişimine Etkileri.....	10
2.2. Farklı Tarımsal Atıkların Mantarların Gelişimi ve Verimine Etkileri.....	12
2.3. Tarımsal Atıkların <i>Hypsizygus ulmarius</i> ’un Gelişimi ve Verimine Etkileri.....	14
2.4. <i>H. ulmarius</i> ’un Besin İçeriği.....	16
3. MATERYAL VE METOD	17
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Misel kültürleri	17
3.1.2 Yetiştirme ortamı hazırlığında kullanılan materyaller.....	19
3.2. Yöntem.....	19
3.2.1. Tohumluk misellerin hazırlanması.....	19
3.2.2. Yetiştirme ortamı hazırlığı ve misel ekimi.....	20
3.2.3. Mantar üretimi.....	21
3.2.4. Yetiştirme ortamlarının kimyasal özellikleri ile ilgili yapılan analizler..	22
3.2.5. Verim parametreleri ile ilgili ölçümler.....	24

3.2.6. Mantar kalitesi ile ilgili analiz ve ölçümler.....	25
3.2.7. İstatistiksel analizler.....	26
4. BULGULAR	26
4.1. Çalışmada Test Edilen Substratların Başlangıç Kimyasal ve Lignoselülozik İçeriği.	26
4.2. Tarım ve Orman Endüstrisi Atıklarının <i>H. ulmarius</i> 'un Ürün Döngüsüne Etkileri.....	30
4.3. Yetiştirme Ortamının Kimyasal ve Lignoselülozik Özellikleri ile Üretim Süreci Arasındaki Korelasyonlar.....	33
4.4. Tarım ve Orman Endüstrisi Atıklarının <i>H. ulmarius</i> 'un Verim Performansına Etkileri.....	34
4.5. Substratların Kimyasal ve Lignoselülozik Özellikleri ile Verim Parametreleri Arasındaki Korelasyonlar.....	39
4.6. <i>H. ulmarius</i> Mantarının Üretim Sürecinde Substratların Kimyasal ve Lignoselülozik İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler.....	41
4.7. Tarım ve Orman Endüstrisi Atıklarının <i>H. ulmarius</i> 'un Şapka Boyutları ve Rengine Etkileri.....	48
4.8. Tarım ve Orman Endüstrisi Atıklarının <i>H. ulmarius</i> 'un Şapka Besin İçeriğine Etkileri.....	50
4.9. <i>H. ulmarius</i> Şapkalarının Toplam Fenolik İçeriğinin Değerlendirilmesi.....	53
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	55
KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	71

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Dünyadaki mantar üretiminin cinslere göre dağılımı	3
Şekil 1.2. Türkiye'deki mantar üretiminin cinslere göre dağılımı	4
Şekil 1.3. Dünya mantar üretim miktarlarının yıllara göre dağılımı	4
Şekil 1.4. Türkiye'de mantar üretimin miktarının yıllara göre dağılımı	5
Şekil 1.5. <i>Pleurotus ostreatus</i> ve <i>Hypsizygus ulmarius</i> mantarlarının görünüşü.....	7
Şekil 3.1. Üretimde kullanılan misel kültürleri	18
Şekil 3.2. K.A.E.Ü Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait mantar üretim odası ...	18
Şekil 3.3. Üretimde kullanılmak için hazırlanan tohumluklar	19
Şekil 3.4. K.A.E.Ü. Ziraat Fakültesi misel üretim laboratuvarı	20
Şekil 3.5. Misel ekiminde kullanılan steril kabin.....	21
Şekil 4.1. <i>H. ulmarius</i> misellerinin fasulye sapı ve atık mantar kompostunda gelişimi.....	30
Şekil 4.2. <i>H. ulmarius</i> üretiminde taslak oluşum süreci.....	33
Şekil 4.3. <i>H. ulmarius</i> üretiminde şapka oluşum süreci	35
Şekil 4.4. Farklı substratlarda gelişen <i>H. ulmarius</i> mantarları	36
Şekil 4.5. Farklı substratlarda gelişen <i>H. ulmarius</i> şapkaları	49

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1.1. <i>H. ulmarius</i> 'un taksonomisi	8
Tablo 4.1. Çalışmada test edilen substratların başlangıç kimyasal ve lignoselülozik içeriği	29
Tablo 4.2. Farklı substratların <i>H. ulmarius</i> 'un üretim süreci üzerine etkisi	31
Tablo 4.3. Substratların kimyasal ve lignoselülozik özellikleri ile üretim süreci arasındaki korelasyonlar	34
Tablo 4.4. Farklı substratların <i>H. ulmarius</i> 'un verim parametreleri üzerine etkisi	27
Tablo 4.5. Substratların kimyasal ve lignoselülozik özellikleri ile üretim süreci arasındaki korelasyonlar	40
Tablo 4.6. <i>H. ulmarius</i> üretimi sürecinde substratların kimyasal yapılarında meydana gelen değişimler.....	43
Tablo 4.7. <i>H. ulmarius</i> üretimi sürecinde substratların lignoselülozik içeriklerinde meydana gelen değişimler.....	45
Tablo 4.8. <i>H. ulmarius</i> üretimi sonucu oluşan atık mantar kompostunun kimyasal ve lignoselülozik içeriği	47
Tablo 4.9. Farklı yetiştirme ortamlarının <i>H. ulmarius</i> şapka boyutları üzerindeki etkileri	49
Tablo 4.10. Farklı yetiştirme ortamlarının <i>H. ulmarius</i> şapka rengi üzerindeki etkileri	50
Tablo 4.11. Farklı yetiştirme ortamlarının <i>H. ulmarius</i> şapka besin içeriği üzerindeki etkileri	54

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler : Açıklama

%	: Yüzde
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Miligram
°C	: Santigrat
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
L	: Litre
ml	: Mililitre
µM	: Mikromolar
N	: Newton
ppm	: Maddenin milyonda bir birim ağırlığı
Kcal	:Kilokalori

Kısaltmalar : Açıklama

BE : Biyolojik etkinlik

GAE : Gallik asit eşdeğeri

FS : Fasülye sapı

BS : Buğday sapı

MS : Mısır silajı

ÇT : Çam talaşı

KT : Kavak talaşı

AMK : Atık mantar kompostu

PUFA :Çoklu doymamış yağ asitleri

TPC :Toplam fenolik içerik

PDA : Patates dekstroz agarı

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KARAAĞAÇ İSTİRİDYE MANTARININ (*Hypsizygus ulmarius*) ÜRETİM DÖNGÜSÜ ESNASINDA YETİŞTİRME ORTAMLARININ LİGNOSELÜLOZİK İÇERİKLERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ceren ÖZTÜRK

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji
Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Funda ATİLA

Çalışmada, *Hypsizygus ulmarius* mantarının ihtiyaçları hakkında daha geniş bir veri yelpazesi sunmak amacıyla, üretimde kullanılan substratların lignoselülozik fraksiyonlarının bozunması ile mantar verimi arasındaki ilişkinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca farklı substratların verim, biyolojik etkinlik, mantarın şapka özellikleri ve besin içeriğine etkileride araştırılmıştır. Bu amaçla *H. ulmarius*, fasulye samanı (FS), mısır silajı (MS) ve buğday samanı (BS), kavak talaşı (KT), çam talaşı (ÇT) ve atık mantar kompostu (AMK) üzerinde yetiştirilmiştir. Lignoselülozik atıkların bozunma süreci, 90 günlük yetiştirme periyodu boyunca karakterize edilmiş ve sonuçlar, misel büyümesi ve verimi karşılaştırılarak aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir. BS, daha kısa ürün döngüsü (28 gün), yüksek verim ve biyolojik verim (BE%) (340.0 g/kg ve %93.1) nedeniyle *H. ulmarius* için en iyi substrat olarak belirlenmiştir. Hemiselüloz tüketimi, ağırlıklı olarak misel gelişim süreci boyunca gözlenmiş olup, *H. ulmarius* yetiştiriciliği sırasında yetiştirme ortamlarındaki lignin seviyesindeki düşüş, hemiselüloz ve selüloza göre önemli ölçüde daha düşüktü. Selüloz esas olarak şapka oluşum/hasat döneminde parçalanmıştır ve bu süreçte yüksek selüloz parçalanmasının *H. ulmarius*'un verimi ve biyolojik etkinliği ile pozitif olarak ilişkili olduğu belirlenmiştir. Substratın yüksek lignin içeriği, *H. ulmarius* verimi için sınırlayıcı bir faktördür. Kimyasal analizler, *H. ulmarius*'un kültivasyonu sırasında substratların pH, C:N oranı, lignoselülozik içerikteki düşüşü ve elektrolitik iletkenlik (EC), azot ve kül içeriğindeki artışı doğrulamıştır. Ayrıca, farklı ortamlarında yetiştirilen şapkalar, yüksek protein

(%12.11–20.07), kül (%6.11–7.96) ve karbonhidrat (%69.31–79.96), toplam fenolik içerik (3.65-4,64 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)) ve düşük yağ içeriği (%1,98-%2,89) sergilemiştir

Çalışma, üretimde kullanılan farklı substratların mantar verimi, kalitesi ve besin içeriğinde etkili olduğunu ve başarılı bir *H. ulmarius* yetiştiriciliğine hakim olan temel faktörün, orta miktarda N ve düşük lignin ve yüksek selüloz içeriğine sahip substrat olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: karaağaç istiridye mantarı, verim, hemiselüloz, lignin, selüloz

Ekim 2021, 88 Sayfa



ABSTRACT

MASTER OF SCIENCE THESIS

EVALUATION OF CHANGES IN LIGNOCELLULOSIC CONTENTS OF GROWING SUBSTRATES DURING THE CULTIVATION OF ELM OYSTER MUSHROOM (*Hypsizygus ulmarius*)

Ceren ÖZTÜRK

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji
Anabilim Dalı

Supervisor: Doç. Dr. Funda ATİLA

The study focuses on determining the relationship between the degradation of lignocellulosic fractions of substrates used in *Hypsizygus ulmarius* cultivation and mushroom yield in order to present a wider range of data on the needs of the fungus. Moreover, the comparison of nutritional composition of mushroom carpophores among the substrates was performed. In the study, *H. ulmarius* was cultivated on bean straw (FS), corn silage (MS) and wheat straw (BS), poplar sawdust (KT), pine sawdust (ÇT) and spent mushroom substrate (AMK). The degradation process of lignocellulosic wastes was characterized during 90 days of cultivation period and the results were correlated by comparing the mycelial growth and yield. BS was the best substrate for *H. ulmarius* due to its shorter crop cycle (28 days), high yield and biological efficiency (BE%) (340.0 g/kg and 93.1%). Consumption of hemicellulose was observed predominantly, during the spawn running period of cultivation. The decrease in lignin level during *H. ulmarius* cultivation is significantly lower compared to hemicellulose and cellulose. Cellulose was degraded mainly during the fruiting period, and it was observed that high cellulose degradation during the fruiting stage are positively correlated with the yield and biological efficiency of *H. ulmarius*. The high lignin content of the substrate is a limiting factor for *H. ulmarius* yield. The chemical analysis confirmed the decrease in pH, C:N ratio, lignocellulosic content and increase in electrolytic conductivity (EC), nitrogen and the ash content of substrates during cultivation of *H. ulmarius*.

Moreover, the fruitbodies cultivated on different substrates displayed high contents of protein (%12.11–20.07), ash (%6.11–7.96), and carbohydrate (%69.31–79.96), a total

phenolic content of 3.65-4,64 mg gallic acid equivalents (GAE) per g, and a low content of fat (%1,98-%2,89. The study revealed that different substrates used in the cultivation are effective in mushroom yield, quality and nutrient content of mushroom and the key factor dominating a successful *H. ulmarius* cultivation to be substrate having moderate amount of N and low lignin and high cellulose content.

Key words: Elm oyster mushroom, mushroom yield, hemicellulose, selüloz, lignin



1. GİRİŞ

Tarım ve gıda üretim endüstrilerinde her yıl çok büyük miktarlarda lignoselülozik atık meydana gelmektedir. Bu atıkların büyük bir kısmı, toprağa gömülerek ya da yakılarak ortadan kaldırılırken, küçük bir oranı da hayvan besleme ya da kompost yapımında kullanılmaktadır. Özellikle tarıma dayalı ekonomilerde, uygun biyodönüşüm teknolojilerinin uygulanması bu atıkların değerli ürünlere dönüştürülebilmesini mümkün kılmıştır. Mantar üretimi bu tarımsal atıkların biyodönüşümü için en uygun yöntemlerden biri olabilir.

Mantar yetiştiriciliği, lignoselülozik atıkları protein açısından zengin gıdalara dönüştürmek için mükemmel bir yöntemdir (Mandeel ve ark., 2005). Ayrıca bu biyolojik dönüşüm süreci, atık birikimini önleyerek çevre kirliliğinin azaltılmasına yardımcı olur (Chang ve Wasser, 2017). Talaş ve uygun ağaç türlerinin kütükleri; tahıl samanı, soya fasulyesi samanı, mısır sapları, atık kabuklar, çırçır çözü, zeytin değirmeni artığı ve kahve telvesi vb. tarımsal atık maddeler önceki çalışmalarda çok sayıda mantar türünün yetiştirilmesi için başarıyla kullanılmıştır (Zhang ve ark., 2002; Koutrotsios ve ark., 2014; Carrasco-Cabrera ve ark., 2019; Yamauchi ve ark., 2019; Atila, 2020).

Hidrolitik ve oksidatif hücre dışı enzimler üreten *Basidiomycetes* mantarları, organik maddenin parçalanmasında önemli bir role sahiptir. Bu mantar türlerinin enzimatik sistemleri selüloz, hemiselüloz ve lignine saldırır ve bunları mantarın kullanabileceği bir forma ayrıştırırlar (Peralta ve ark., 2017). Lignoselülozik substratların bileşimi miselyum gelişimini, mantar verimini ve kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Rezaeian ve ark., 2021). Substrat ayrıca kültür mantarlarının besin değerini ve biyoaktif içeriğini de etkileyebilir (Ruiz-Rodriguez ve ark., 2010; Atila ve ark., 2017; Carrasco ve ark., 2018).

1.1. Mantarların Besin Değeri ve Tıbbi Özellikleri

Mantarlar, besin ve farmasötik özellikleri bakımından yüzyıllardır değerli organizmalar olarak kabul edilmişlerdir. Chang (1990) mantarları “yapraksız, tomurcuksuz, çiçeksiz oldukları halde ancak meyve oluşturan, gıda, tonik ve ilaç olarak çok değerli canlılar” olarak tanımlamıştır. Tarih öncesi zamanlardan beri geleneksel tıpta ‘kocakarı’ ilacı olarak adlandırdığımız tıbbi bitki ve mantarların çeşitli hastalıkların tedavisinde halk tarafından yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. Eski mısır hiyerogliflerinde, Antik Yunan ve Roma

metinlerinde ayrıca Çin tıp metinlerinde mantarların önemleri ve tıbbi faydaları ile ilgili çeşitli bilgiler yer almaktadır (Manzi ve ark.,2001). Maya, Aztek ve İnka gibi kültürlerde ise mantarlar hem tıbbi amaçlarla hem de ayinlerde yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir (Chang ve Milles, 2004).

Mantarlar, içerdikleri yüksek protein değerlerinin yanı sıra kalorisinin düşük olmasının temel sebeplerinden bir tanesi yağ içeriğinin düşük olmasıdır. Ancak mantarlar insan sağlığı için büyük bir önem arz eden çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) bakımından oldukça zengindir (Reis ve ark.,2012). Bunların dışında mantarların mükemmel bir mineral deposu olduğu bilinmektedir. Mantarlar yüksek miktarlarda çinko, demir ve mangan içermektedir ve bu mineraller mantarları, sağlıklı ve dengeli beslenme için önemli bir konuma getirmektedir. Mantarlar ayrıca gahartiamin, riboflavin, askorbik asit, ergosterol ve niasin gibi vitaminler bakımından da oldukça zengindir (Sevindik ,2018). Bunların yanı sıra karbonhidrat, kalori ve kalsiyum değerleri düşüktür (Majd ve Dashti, 2015). Mantarların tıbbi özellikleri ele alındığında, dünya çapında yapılan farklı çalışmalarla yapısında bulunan yüksek molekül ağırlık içeren polisakkarit ve sekonder metabolitler, monositler, doğal sitolitik lenfositler ve dendrit hücreler gibi doğuştan gelen bağışıklık hücrelerinin üretimini uyararak bağışıklık sistemini güçlendirdiği düşünülmektedir. Böylece yapılan bazı çalışmalarda, mantarlardan izole edilen biyoaktif bileşenlerin tümör hücrelerinin gelişimini engellediği kanıtlanmıştır (Amkedar, 2016; Khatian ve Aslam,2018; Nandi ve ark., 2019). Mantarların antikanser özelliklerinin yanı sıra antimikrobiyal, antiviral, antioksidan ve immünomodülatör, antiinflamatuvar, kolesterol düşürücü, detoksik gibi toplam 130'dan fazla tıbbi işleve sahip oldukları çeşitli çalışmalarla belirlenmiştir. Mantarlar, şapka ve misellerinde barındırdığı fenolik bileşikler, polifenoller, triterpensler, lektinler, polisakkaritler, poliketidler, steroidler, alkaloidler ve antibiyotikler gibi bileşenler sayesinde tıbbi özelliklere sahip olduğu düşünülmektedir (Ferreira ve ark.,2010; Ferreira ve ark.,2015).

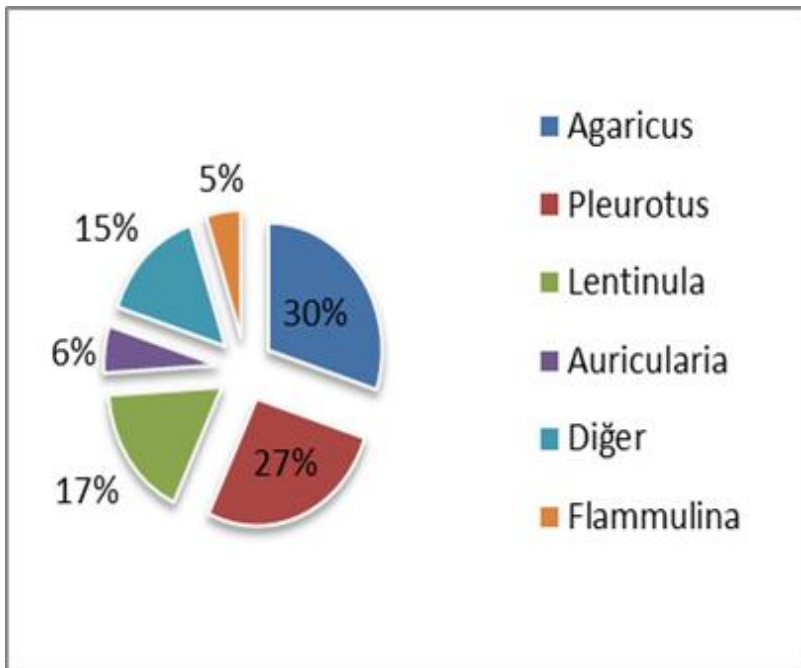
1.2. Dünya’da ve Türkiye’de Mantar Üretimi

Dünyada 1958’li yıllara kadar, *Agaricus*, *Lentinula*, *Pleurotus*, *Auricularia*, *Volvariella*, *Flammulina* ve *Tramella* türleri mantar üretiminin %90’lık kısmını oluşturmaktaydı. 1950 yılından itibaren, *Pholiota nameko* 1958 yılında, *Hericium erinaceus* 1960 yılında, *Pleurotus eryngii* 1970 yılında, *Hypsizigus marmoreus* 1973 yılında ve *Pholiota limonella* 1995 yılında kültüre alınarak mantarlarda çeşitlilik sağlanmıştır. 2000 yılına gelindiğinde ise

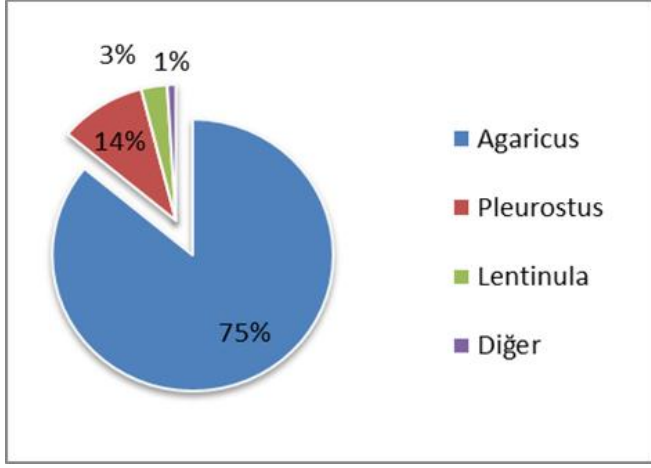
yaklaşık olarak 35 mantar türü ticari ölçekte üretilmiştir. Bunlardan 20 mantar türü ise endüstriyel ölçekte önemli bir rol oynamaktadır (Chang,1999).

Mantar üreticiliği, gelişen teknoloji ile oldukça önemli bir yere varmıştır. Özellikle Amerika ve Avrupa'nın bazı ülkelerinde gelişen otomasyon ve mekanizasyon ile ileri teknoloji endüstrisi konumuna gelmiştir (Royle ve ark,2017). Mantar üretimi bakımından 8.3 milyon ile birinci sırada Asya kıtası yer almaktadır. Avrupa'nın ise 1.4 milyon ton ile ikinci sırada yer aldığı bilinmektedir. Çin %77'lik üretim payı ile Dünya mantar üretiminde lider ülke olarak tanınırken, Çin, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri dünya mantar üretiminin %95'lik kısmını gerçekleştirmektedir (FAO,2019).

Dünyada üretimi yapılan mantarların türlere göre dağılımı incelendiğinde %30 oranına sahip *Agaricus* türü, üretimde en büyük paya sahip olduğu görülmektedir. Ardından %27 oran ile *Pleurotus* türü ikinci sırada gelirken, %17 oranı ile *Lentinula* üçüncü sırada yer almaktadır. %6 oranında *Auricularia* ve %5 oranında *Flammulina* türleri üretimde en az paya sahiptir (Royle,2014). Son yıllarda Türkiye'de farklı mantar türlerinin tanınmasıyla birlikte *Agaricus*'da azalma görülse de üretimin %75'inin oluşturarak hala liderliğini sürdürmektedir. Ülkemizde *Pleurotus* türleri ve *L. edodes* üretimi son yıllarda artış göstererek özellikle son 5 yılda sırasıyla %14 ve %3 oranlarında üretim payına sahip olmuşlardır (Eren ve Pekşen, 2016).

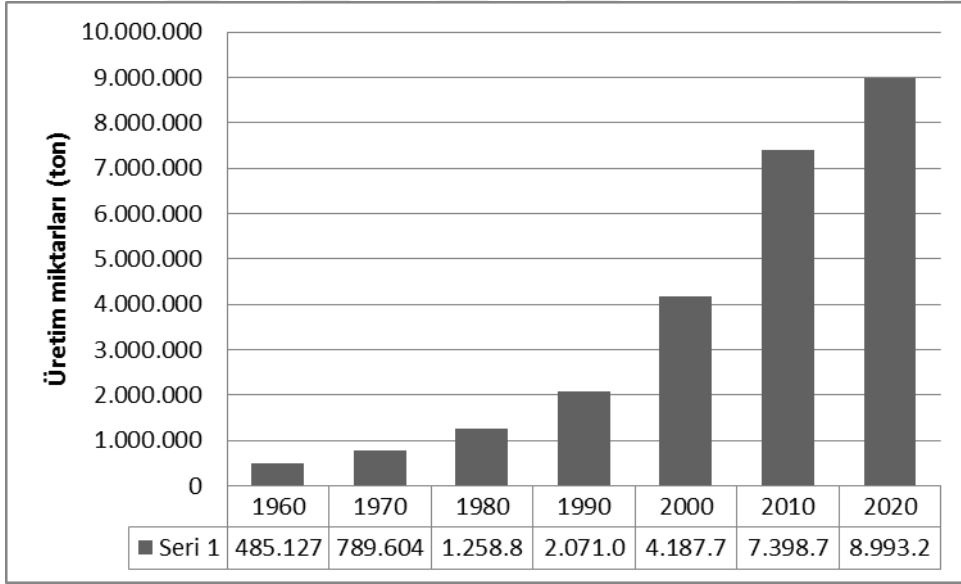


Şekil 1.1 -Dünyadaki mantar üretiminin cinslere göre dağılımı (Eren ve Pekşen, 2016).



Şekil 1.2 Türkiye’deki mantar üretiminin cinslere göre dağılımı (Eren ve Pekşen, 2016).

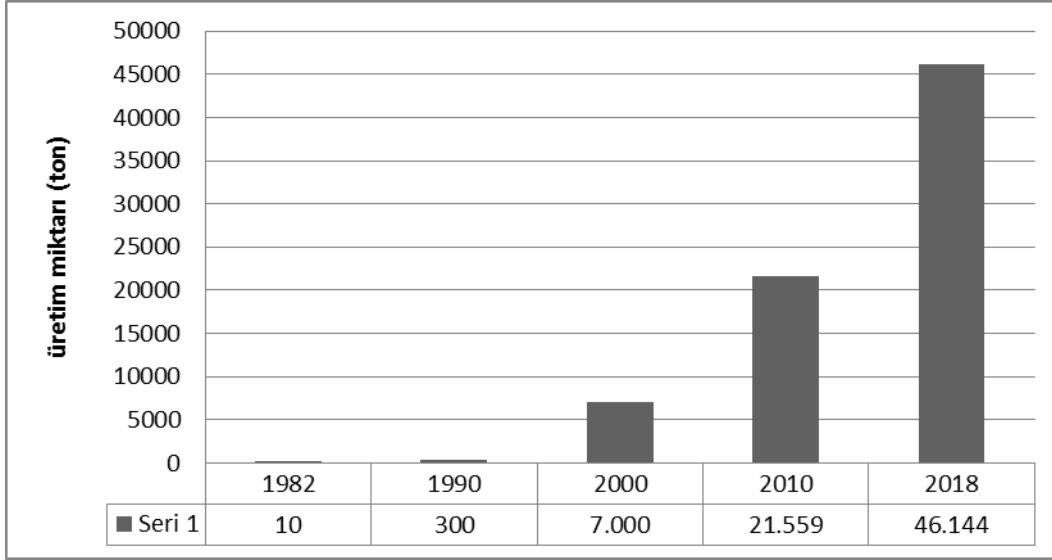
Dünya çapında mantar üretim miktarı incelendiğinde ise 1960 yılında 495.127 ton civarlarında olduğu gözlemlenmiştir. 2000’li yıllarda ise bu miktar 4.187.791 ton olduğu saptanırken, 2018 yılında mantar üretim miktarının 8.993.208 tona yükseldiği görülmektedir (FAO,2018). Dünya mantar üretim miktarının son 35 yılda 25 kat arttığı bilinmektedir (Eren ve Pekşen,2016). Bu üretimin artışı Çin’in dünya mantar üretimine katkısının artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Zhang ve ark.,2015).



Şekil 1.3. Dünya mantar üretim miktarlarının yıllara göre dağılımı (FAO, 2020)

Ülkemizde ise bu durum 2000’li yıllarda 7000 ton olduğunu 2018 yılında 46.144 tona yükselmiştir (FAO,2018). Mantar üretimi ve tüketimdeki bu artışın başlıca nedeni, son yıllarda sağlıklı beslenmeye artan yoğun ilgi ve buna bağlı olarak yüksek besin değeri ve

kaliteli protein içeriğine sahip mantarların sağlıklı besinler olarak değer kazanmalarının yanında kültür mantarı sektörüne yönelik yatırımlara diğer tarımsal ürünlerde olduğu gibi hibe desteklerin başlaması olmuştur.



Şekil 1.4. Türkiye’de mantar üretimin miktarının yıllara göre dağılımı (FAO, 2019)

Dünyada mantar tüketimi incelendiğinde 1997’de kişi başına düşen mantar tüketiminin 1 kg olduğunu bilinirken, 2013 yılında tüketimin 4,7kg’a yükseldiği belirtilmiştir. Lider konumda olan Çin’de kişi başına düşen yıllık tüketimin 10 kg civarında olduğu düşünülmektedir (Royse ve ark., 2017). Türkiye’de bu durum 2018 yılında 0.8 kg civarında olduğu belirtilmiştir. Dünyadaki mantar tüketim miktarı ile kıyaslandığında ülkemizde tüketim miktarının çok düşük olduğu gözlemlenmektedir. Bu durumun en önemli etkenlerinden bir tanesi ülkemizin mantar üretimi ile geç tanışmış olması olabilir. Ancak son 10 yılda mantar tüketim oranında %40’lık bir artışın gözlemlendiği ve ilerleyen zamanlarda mantarların tanımaya başlanarak tüketim alışkanlığı kazanacağını böylece bu miktarın artabileceği öngörülmektedir (Eren ve Pekşen, 2019).

1.3. Mantarların Ekolojik Açıdan Önemi

Gelişmiş ülkeler, tarımsal atıkları değerlendirmek için birçok çalışma yapmaktadır. Lignoselülozik içerik bakımından zengin olan tarımsal atık materyaller, yapıları itibari ile parçalanmaları ve ortadan kaldırılmaları oldukça zordur. Bu atık materyallerin yakılarak ortadan kaldırılması organik madde kaybına neden olmakla birlikte, küresel ısınmaya yardımcı olan sera gazlarının atmosferde görülmesine sebep olmaktadır (Croan, 2000).

Tarımsal üretimin yoğun olduğu bölgelerde her yıl binlerce ton sap ve saman gibi atık materyaller meydana gelmektedir. Bu atık materyallerin bir kısmı toprağa karıştırılırken bir kısmı hayvan yemi olarak kullanılmakta bir kısmı da yakılarak ortadan kaldırılmaktadır. Mantar üretimi bu atık materyallerin kullanımı için alternatif bir kol olarak görülmektedir (Pekşen ve Günay, 2009). Mantar hifleri, selüloz başta olmak üzere lignin, hemiseluloz ve protein gibi büyük moleküllerin parçalanmasında etkili ekzoenzimleri salgılayarak bu büyük molekülleri katalize eder (Narsi ve ark.,2006). Böylece tarımsal atık materyallerin mantar yetiştiriciliğinde kullanılmaları, ekonomik açıdan fayda sağlamakla birlikte, yeniden kullanılan atık materyallerin çevre açısından tehlike oluşturan durumu ortadan kaldırılarak, yüksek besin değerine ve üstün lezzete sahip tarımsal bir besin kaynağına dönüşmelerini sağlamaktadır.

1.4. Karaağaç İstiridyesi (*Hypsizygus ulmarius*) mantarı

Hypsizygus ulmarius (Bull. Fr) Red Head, karaağaç istiridyе mantarı olarak da bilinen, bir Basidiomycetous mantarıdır ve *Agaricales* takımından *Lyophyllaceae* familyasına aittir.

H. ulmarius, doğada karaağaç ve sert dokulu ağaçların zararlanmış kısımlarında büyüyen yenilebilir bir saprofittir (Greeshma et al., 2019). Ayrıca pamuk, kayın, akçaağaç, söğüt, meşe ve bazen diğer sert ağaçlarda da gelişir. Hypsi "yüksek" anlamına gelirken ve zygus "boyunduruk" anlamına gelmektedir. *Hypsizygus* ismi, bu mantarın genellikle ağaçların üst yani yüksek kısımlarında bulunmasına atıfta bulunmaktadır. "Ulm" ise, bu mantarın ortak substratlarından biri olan ve Japonya, Çin, Kuzey Amerika ve diğer Asya ülkelerinde yaygın olarak yetiştirilen "karaağaç" ağacını ifade eder.

Şapkası dış bükeydir ve ilk başta hafifçe içe kıvrık bir kenar boşluğu vardır ve hafifçe batık bir merkezle neredeyse düz hale gelir. Sapı, 5-10 cm uzunluğunda, kalın, etli, beyazımsı renktedir. Sap kısmı pürüzsüz ya da tüylü yapıda olabilir. Bu, *Pleurotus* spp. gibi hızlı büyüyen bir mantardır, ancak verim potansiyeli nispeten düşüktür. Şapkalar nispeten kırılıgandır ve geç hasat edildiğinde alışılmadık bir tada sahiptir. Olgunlaştıklarında büyük miktarda spor çıkarır. Sporlar beyaz ya da krem renkli, 3.5-6.5 x 3-5µm; düz; yuvarlak ya da neredeyse inamiloid şekillidir (Anonim, 2021). *H. ulmarius* mantarı miselyumu beyaz ve pamuksu olup *Pleurotus ostreatus* miselyumuna çok benzer. *H. ulmarius*'un PDA ortamındaki kültürel karakterleri beyaz ila kremsi devetüyü, kabarık ve daireseldir. Çok az

suş,% 2 MYA ortamında primordiyal üretebilir. Talaş veya saman üzerinde agresif bir şekilde büyür ve nadiren hastalık sorunları yaşar.

Bu yenilebilir mantar ticari olarak özellikle Asya ve Avrupa'da yetiştirilmektedir ve düşük maliyetli üretim teknolojisi ve daha yüksek biyolojik verim nedeniyle popülerlik kazanmaktadır (Kumar ve ark., 2019). Mükemmel bir tada ve çekici bir şekle sahiptir ve geniş ve açık beyaz meyve veren bir gövdeye sahiptir (Baghel ve ark., 2019). *H. ulmarius* görünüşte istiridye mantarına benzer, ancak yetiştirme döngüsü ve biyolojik verim bakımından farklılık gösterir. Mutfak değerine ek olarak, fenol, tanenler, antioksidanlar, suda çözünür polisakkaritler, alkaloidler ve proteinler gibi biyoaktif bileşikler açısından zengindir (Krasnopolskaya ve ark., 2008; Greeshma ve ark., 2016; Al-Faqeeh ve ark., 2020).

1.4.1. *H. ulmarius*' un Taksonomisi

Dünya'da üretimi yapılan mantar türlerden bir tanesi *Hypsizygus ulmarius*'tur. Mavi istiridye mantarı (blue oyster mushroom) ya da karaağaç istiridyesi olarak da adlandırılan *H. ulmarius*, *Tricholomataceae* familyasına aittir. *H. ulmarius*, kuzey ılıman bölgelerde yaygın olarak bulunan bir mantar türüdür (Kirk ve ark.,2008) ve ilk kez Rolf Singer (1947) tarafından sınıflandırılmıştır. *H. ulmarius*, morfolojik bakımdan istiridye mantarı ile benzer özellikler göstermektedir ancak Sutha ve Eswaran (2016) lezzet ve tekstür açısından istiridye mantarından daha üstün özelliğe sahip olduğunu vurgulamışlardır.



Şekil 1.5. *Pleurotus ostreatus* ve *Hypsizygus ulmarius* mantarlarının görünüşü

H. ulmarius, ilk olarak *Pleurotus ulmarius* olarak isimlendirilmiştir ancak *Pleurotus* türlerinin beyaz çürüklüğe neden olurken *Hypsizygus* türleri kahverengi çürüklüğe sebep olmuştur. Bu yüzden *Pleurotus* cinsinde çıkarılıp *Hypsizygus* cinsine transfer edilmiştir. Volk

(2003), enzim sisteminin onu *Pleuotus* cinsinden ayırdığı, *H. ulmarius*'un substratın selüloz kısmını sindirip arkasında kahverengi renkli lignini bıraktığı bildirilmiştir.

Tablo1.1 *H. ulmarius* taksonomisi (Sethi,2011).

Alem	Fungus
Alt Alem (subkingdom)	Dikarya
Phylum	Basidiomycota
Subphylum	Agaricomycota
Sınıf	Basidomicetes
Alt Sınıf	<i>Agaricomycetidae</i>
Takım	<i>Agaricales</i>
Familya	<i>Tricholomataceae</i>
Cins	<i>Hypsizygus</i>
Tür	<i>H. ulmarius</i>

1.4.2. *H. ulmarius*'un doğada yayılımı

H. ulmarius, Kuzey Amerika, Avrupa ve Japonya'nın ılıman ormanlarında yayılım gösteren, karaağaç, pamuk, kayın ve akçaağaç söğütlerinde, meşede ve nadiren başka sert ağaçlarda gelişen saprofittir. Özellikle karaağaç gibi sert ağaçlarda tek veya küçük kümeler halinde gelişim gösterdiği bilinmektedir (Chang,1999). İlk gelişim gösterdiği evrede hafif içe kıvrık ve dış bukey bir şapka özelliğine sahiptir. Sap uzunluğu genellikle 5-10 cm arasında değişir. *Pleurotus* spp. ile karşılaştırıldığında, daha agresif bir özelliğe sahipken verim bakımından nispeten düşük olduğu bilinmektedir. Erken dönemde hasat edildiğinde olağanüstü bir lezzete sahip olan *H. ulmarius*'un şapkaları narindir. Üretim sonunda yoğun bir şekilde spor meydana getirmektedir. Yetiştirme bakımında talaş veya saman ortamında hızlı bir gelişim gösterir. Şapkaları beyaz, büyük ve çekicidir.

1.4.3. *H. ulmarius*'un besin değeri ve tıbbi özellikleri

H. ulmarius mantarı lezzetli bir yiyecek olmasının yanı sıra, çoğu önemli tıbbi özelliklere ve potansiyele sahip çeşitli polisakkarit türleri ve 8 temel aminoasitleri içerir (Akavia ve ark.,

2009). Bu mantar türü lezzet bakımından üstün bir özellik sergilerken besin değerleri açısından incelendiğinde kuru ağırlık bazında %23,6 protein, %2,2 yağ, %52,4 karbonhidrat ve %12,9 lif içerdiği bilinmektedir (Shivashankar ve Premkumari, 2014).

Farmasötik özellikleri bakımından da son yıllarda dikkat çeken bir tür haline gelmiştir. Yapılan bazı çalışmalar, *H. ulmarius*'ta bulunan bazı polisakkaritler ve fenol bileşiklerin antikoksidan, antiinflamatuvar ve antioksidan özelliklere sahip olduğunu kanıtlamıştır (Greeshma ve ark.,2016). Bazı çalışmalar ile *H. ulmarius*'un antioksidan bakımından zengin bir içeriğe sahip olduğunu ve antidiyabetik aktivitesinin kanıtlandığı öne sürülmüştür (Meera ve ark. 2011). Ayrıca *H. ulmarius* misellerinden elde edilen bileşenlerin yapılan çalışmalar neticesin antioksidan ve antikanser aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Karunagran ve ark. (2014), Debnath ve ark. (2017) ve Shivashankar ve Premkumari (2014). Böylece lezzet, medikal özellikler ve besin değerleri açısından son yıllarda öne çıkan *H. ulmarius*'un ilerleyen zamanlarda talebinin daha çok artacağı ön görülmektedir.

Mantarlar mevsimlik olarak yetiştirildikleri gibi, ticari işletmelerde iklim kontrollü üretim odalarında tüm yıl boyunca yetiştirilmektedir. Mantar yetiştiriciliği son derece emek odaklı bir girişimdir ve ülkemizde işgücü bulunması açısından herhangi bir kısıtlama yoktur. Aksine atıl durumda olan işgücünün değerlendirilebilmesi, dezavantajlı gruplara ve gençlere iş imkanı sağlaması, ülkemizin bir tarım ülkesi olması dolayısı ile mantar üretiminde kullanılacak hammaddenin kolayca ve ucuza temin edilebilmesi Türkiye'de mantar yetiştiriciliğini ekonomik olarak karlı kılmaktadır. Ancak ülkemizde üretimi yapılan mantar çeşitliliği çok sınırlıdır. Bu türlerin yanı sıra üretimi kolay ve üretim maliyetleri nisbeten düşük olan farklı mantar türlerinin Türkiye mantar sektörüne kazandırılması ülkemizde bu sektörün gelişimine büyük katkı sağlayabilir.

Bu araştırma, dünya'da üretimi hızla artan *H. ulmarius* mantarının Türkiye mantar sektörüne kazandırılması için bazı temel çalışmaların yapılması amaçlanmıştır. Çalışmada, misel gelişimi ve şapka verimi açısından, *Hypsizygus ulmarius* mantarının ihtiyaçları hakkında daha geniş bir veri yelpazesi sunmak amacı ile, mantar üretiminde kullanılan substratların lignoselülozik fraksiyonlarının bozunması ile mantar verimi arasındaki ilişkinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca İç Anadolu Bölgesinde ucuz ve kolay bir şekilde bulunabilen farklı tarım ve orman atıkları ile hazırlanan yetiştirime ortamlarının *H.ulmarius*'un misel gelişimleri ve verime etkilerinin yanısıra, mantarın şapka özellikleri, besin içeriği etkilerinin

belirlenmesi de amaçlanmıştır. Diğer taraftan, farklı substratların *H. ulmarius* mantarının total fenol içeriğine etkileride belirlenmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. Farklı Kültür Ortamlarının *H.ulmarius*'un Misel Gelişimine Etkileri

Miselyumun büyümesi ortam, pH, sıcaklık, besin elementi ve bazı çevresel faktörler gibi farklı faktörlere bağlıdır. Yetiştirme ortamı misel gelişimi açısından çok önemlidir, çünkü mantar miselyumunun büyümesi için gerekli besinleri sağlar.

Mantarların büyümesi ve metabolizması üzerine ortam pH'sı önemli bir etkidir. Makrofunguslar dahil tüm organizmaların su altında yetiştirilmesinde, ortamın başlangıç pH'ı biyokütle ve metabolit oluşumunu etkileyebilir (Fang ve Zhong, 2002). Lomberth (2002), *H. marmoreus*'un en yüksek misel büyümesini pH 7.2'nin kaydettiğini bildirmiştir. Ortamın pH'ı, herhangi bir organizmanın büyümesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Sharma ve ark., 2005). Hidrojen iyon konsantrasyonu, yetiştirme ortamındaki ortamının pH 'sının, *Pleurotus* sp'nin büyümesini ve metabolizmasını etkilediği Zervakis ve ark. (2004) ve Shim ve ark. (2005) tarafından rapor edilmiştir. Ibekwe ve ark. (2008), *P. ostreatus*'un maksimum misel büyümesinin pH 6.5'te kaydedildiğini bildirmiştir. Mantarların misel büyümeleri için geniş bir pH aralığı (5 ila 9) vardır, ancak *L.edodes* için en uygun pH, pH 6 ile 7 arasındadır (Imtiaj ve ark, 2010). Ahmed ve ark. (2015), pH 6.5'te *P. djamour* misellerinde maksimum büyüme gözlemlenmiştir.

Literatürde, farklı besin ortamlarında *H. ulmarius* misellerinin gelişimi ile ilgili bir çok çalışma yer almaktadır. Kushwaha ve ark. (2011) pH 7'nin, *H. ulmarius*'un maksimum misel büyümesi için en uygun pH olduğunu, Joseph ve ark. (2015), pH 6-7'nin *Hypsizygos tessulatus*'un misel büyümesi için uygun olduğunu gözlemlenmiştir.

Jatav ve ark. (2012), çalışmalarında *H. ulmarius* misellerinin farklı kültür ortamı, sıcaklık, ışık şiddeti ve pH değerlerinde gelişimini incelemişlerdir. Misel gelişiminin malt ekstrakt agarında %2 oranında olduğunu bildirirken, en yüksek misel gelişiminin 25 ± 1 °C'de, en yavaş misel gelişiminin ise 20 °C ve 35 ± 1 °C sıcaklıklarda olduğunu belirtmişlerdir. Işık yoğunlukları bakımından ise ışıksız karanlık bir ortamda miseller en yüksek gelişimi gösterirken 154 lüks ve 220 lüks doğal gün ışını tercih ettiklerini gözlemlenmiştir.

Hidrojen iyon konsantrasyonlarının 5.0-6.0 aralığında misel gelişimi için ideal değerler olabileceğini bildirmişlerdir.

Singh ve Kushwaha (2007), *H. ulmarius* misellerinin radyal gelişimi için malt ekstresi agarı, patates dekstroz agarı, yulaf unu agarı, mısır unu agarı, su agarı, patates havuç agarı, buğday ekstresi agarı, czapek agar ve maya agarının en iyi ortamlar olduğunu belirtmiştir.

Kushwaha et al. (2011), *H. ulmarius*'un malt özü agar besiyerinde en hızlı büyüme gösterdiğini rapor etmiştir.

Rosnani (2014), Malt Maya Ekstresinin (MYE) *Agaricus bisporus*'un büyümesi için en uygun olduğunu ve Tam Maya Ortamı'nın (CYM) *Hypsizygus* sp. için daha uygun olduğunu rapor etmiştir.

Kumar ve ark. (2016), *H. ulmarius* gelişimini incelemek amacıyla 9 adet besiyer kullandığını ve patates dekstroz agar ve patates malt agarında *H. ulmarius*'un misel gelişiminin en ideal ortamlar olduğunu belirtmiştir.

Sutha ve ark. (2016), *H. ulmarius*'u 9 farklı besin ortamında değerlendirmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre maksimum radyal gelişim patates dekstroz agarında (90mm) olduğunu tespit etmişlerdir. Bunu takiben malt ekstrakt agar (81mm), mısır unu agarı (78.6 mm), tapyoka dekstroz agar (76.7 mm), yulaf agarı (72.4mm), czapeks dox agar (70mm) patates havuç agarı (64.5mm) ile en düşük verime sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Baghel ve ark. (2019), çalışmalarında *H. ulmarius* misellerin radyal gelişiminde en yüksek değerin patates dekstroz agarına (89.00mm) ait olduğunu, sırasıyla bunu buğday ekstresi agarının (81.50mm) ve en düşük değere ise malt maya ekstrakt agarının (69.75mm) sahip olduğunu belirtmişlerdir. Biyokütle üretiminin radyal gelişimiyle uyumlu olduğunu gözlemlemişlerdir. Farklı sıcaklık seviyelerinde (20,22,24,26,28°C) gözlemlenen gelişimde optimum sıcaklık seviyesinin 26°C'de olduğunu belirtmişlerdir. Radyal gelişim için incelenen farklı nem değerlerinde (25,50,75 ve 100) ise en yüksek gelişim gösteren bağıl nem değerinin %75 olduğunu belirtmişlerdir. Işık yoğunluğunun olmadığı (tam karanlık) ortamda *H. ulmarius* gelişiminin maksimum seviyede olduğunu bildirmişlerdir. Patates dekstroz agarında pH değerinin 8.0'da misel gelişimlerinin en yüksek seviyede ilerlediğini gözlemlemişlerdir.

Sen ve ark. (2020), çalışmalarında *H. ulmarius* misel gelişim davranışının besin ortamı, sıcaklık ve rengin etkisini belirlemek amacıyla çalışma yürütmüşlerdir. *H. ulmarius* misellerinin patates dekstroz agarında yoğun ve beyaz bir yapıya sahip olduğunu belirtmişlerdir. Tam gelişim için patates dekstroz agarında 10.50 gün, malt ekstrakt agarında 11.25 gün gerekli olduğunu bildirmişlerdir. 25°C’de ünkübe edilen plaklar, misel gelişimini 10.25 günde tamamlarken, 30°C’de ise 11.25 günde tamamladığını bildirirken, optimum sıcaklığın 25°C olduğunu vurgulamışlardır.

2.2. Farklı Tarımsal Atıkların Mantarların Gelişimi ve Verimine Etkileri

Lignoselülozik materyalleri en iyi parçalayabilen mikroorganizmalar mantarlardır. Mantarlar beyaz, kahverengi ve yumuşak çürüme olmak üzere 3 tür çürüme oluştururlar. *H. ulmarius* kahverengi çürükçül bir mantar türüdür. Kahverengi çürükçül mantarlar tercihen selüloz ve hemiselüloza saldırır, ancak lignine dokunmaz. Bu nedenle parçalanma kalıntıları kahverengiye dönüşür. Bu kahverengi çürüklük geride lignin bakımından zengin kalıntı bırakır (Filley ve ark., 2002; Yelle ve ark., 2008), fakat porozitede çok küçük bir değişim vardır (Flournoy ve ark., 1991). Mantarı üretiminde farklı substrat tipleri kullanılabilir. Uygun yetiştirme ortamları biyolojik olarak parçalanabilir yapıda olmalı ve misel gelişimini destekleyecek besin maddelerini içermelidir.

Saprofit türler, birçok tarımsal ve gıda sanayi atıklarının yanı sıra odun kütükleri, talaş, saman ve pamuk atıkları gibi lignin ve selüloz içeren substratlar üzerinde mantar üretimi için yetiştirilmektedir. Mantar üretiminde üreticiler, üretim yaptıkları bölgede kolayca ve ucuza bulabilecekleri materyalleri mantar üretiminde kullanırlar. Örneğin, Asya’da istiridye mantarı yetiştiriciliği için yaygın olarak kullanılan substrat pirinç samanı iken, Avrupa’da buğday samanı Güneydoğu Asya ülkelerinde ise talaş daha yaygındır.

Olivier (1994), *P. ostreatus*'un (%70.61-116.70) ve *Pleurotus pulmonarius*'un (%92.87-97.13) pamuk atığı üzerindeki biyolojik verimlerinin, ticari olarak kullanılan saman bazlı substratlar üzerindeki verimlerinden (%50-75) daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Ingale ve Ramteke (2010), *Pleurotus eous*, *Pleurotus florida* ve *Pleurotus sajor-caju* türlerinin soya fasulyesi samanında biyolojik etkinliklerini ve verimlerini incelemişlerdir. *P. eous*'un en yüksek verime sahip olduğunu bildirirken sırasıyla *P. sajor-caju* ve *P. florida* 'nun takip ettiğini vurgulamışlardır.

Patil ve ark. (2010), *P. ostreatus*'un soya fasulyesi, buğday ve çeltik atıklarında gelişimini gözlemlemişlerdir. *P. ostreatus*'un soya fasulyesi atığında maksimum verime sahip olduğunu bildirmişlerdir. Soya fasulyesi ve çeltik kombinasyonunda ise *P. ostreatus*'un maksimum oranda Ca ve Fe içerdiğini belirtmişlerdir.

Pala ve ark. (2012), *P. sajor-caju*'nun gelişimini çınar yaprakları, elma yaprakları, buğday samanı ve çeltik samanında incelemişler ve en yüksek verimi %149.4 oranında çeltik samanından elde edildiğini vurgulamışlardır. Ayrıca çalışmada oranında buğday samanında %124.7, elma yaprakları %95.62 ve çınar yapraklarında %85.3 biyolojik etkinlik sergilemiştir.

Ashraf ve ark. (2013), *P. djmor*'un pamuk, buğday ve çeltik samanlarında verimlerini gözlemlemişlerdir. Pamuk samanı, 41.27g ile en yüksek verime sahipken, çeltik samanı 35.87g ile ikinci sırada, buğday samanı 32.87g ile en düşük verime sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Korkmaz ve Kırbağ (2014), yonca sapı, ceviz kabuğu atıklarını ve şeker pancarı posasını kullanarak *P. ostreatus*, *P. sajor-caju* ve *P. florida*'nın yetiştirme ortamlarına bağlı yağ asidi kompozisyonlarını incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre linoleik asit, palmitik asit, pentadekonoik asit, stearik asitin fazla bulunduğu belirlenmiştir. Türlerin en fazla palmitik asit (%19.7-33.06), linoleik asit (%36.69-78.89), dokosadienoik asite (%9.78-28.80) sahip olduğunu vurgulamışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre ise *P. florida*'nın daha zengin bir yağ asidi içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Koutrotsios ve ark. (2018), çalışmalarında üzüm posası ile hazırlanan ortamda *P. eryngii* ve *P. nebrodensis* buğday samanı ile hazırlanan ortama göre daha çok verimin elde edildiği gözlemlenirken, *P. eryngii*'nin zeytin bazlı ortamda üretiminin iyileştiğini bildirmişlerdir. Hem üzüm posası hem de zeytin atığı, şapkalarda fenolik asitler, resveratrol, triterpenik bileşikler ve ergosterol seviyelerinde artışa sebep olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca *P. eryngii*'nin önemli ölçüde daha fazla toplam fenolik içeriğe sahip olduğunu sunmuşlardır. Bunun yanı sıra daha yüksek bir antioksidan aktivite sergilediğini de vurgulamışlardır.

Joshi ve ark. (2018), dört istiridyе mantar türünden *P. sajor-caju*, *P. citrinopileatus*, *P. florida* ve *H. ulmarius* çeltik saman ortamlarından en yüksek biyolojik etkinliğe sahip türün %90.10 oranı ile *H. ulmarius* olduğunu vurgularken, *P. citrinopileatus* % 85.66, *P. sajor-caju* % 77.68 ve *P. florida* % 57.63 oranında biyolojik etkinlik sergilediğini belirtmişlerdir.

Mantar yetiştirme ortamı hazırlığında kullanılan katkı materyalleri bir çok mantar türünde verim artışı sağlamaktadır. Upadhyay ve Sohi (1988), substrata azotlu organik maddelerin eklenmesinin mantar verimini arttırdığını bildirmiştir. Azot içeriği yüksek olan bu katkı materyalleri, (bupday kepeği, soya soya unu, pamuk küspesi vb.), mantarın sadece verimini değil aynı zamanda besin içeriğini de arttırır (Zadrazil 1980).

Doroški ve ark. (2021), üzüm posası ve buğday samanı karışımlarının *P. ostreatus*'un kalitesine etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda substrat karışımı diğer ortamlar ile karşılaştırıldığında yüksek posa içeriği ile daha iyi bir sonuca varıldığını bildirmişlerdir.

2.3. Tarımsal Atıkların *Hypsizygus ulmarius*'un Gelişimi ve Verimine Etkileri

Yenilebilir mantarların yetiştirilmesi, protein açısından zengin gıda üretimini çevre kirliliğinin azaltılmasıyla birleştiren biyoteknolojik bir süreçtir. Mantarlar, çok çeşitli bitki atıklarını biyolojik olarak parçalayabilen ve karmaşık organik makromoleküllerin basit moleküllere dönüştürebilen güçlü bir enzim sistemine sahiptirler (Ellouze ve Sayadi, 2016). Çeşitli tahılların samanları, mısır koçanı, çeşitli ağaç türlerinin talaşları, yonga, şeker posası atıkları, pamuk atıkları vb.. bir çok tarımsal atık mantar yetiştiriciliğinde substrat olarak kullanılmaktadır. Mantar miselleri başlangıçta genellikle "tohumluk" olarak adlandırılan buğday, çavdar veya darı gibi tahıl taneleri üzerinde yetiştirilir (Chang ve Miles 1989).

Raina ve ark. (2009), çalışmalarında farklı substratların *H. ulmarius*'un verimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Buğday % 83.6 ile daha yüksek biyolojik verimliğe sahip olurken, bunu çeltik % 76.8 mısır % 63.5 ve odun talaşı % 2.7'lik daha düşük biyolojik verime sahip olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu çalışmada, odun talaşında biyolojik verimin bu kadar düşük olmasının sebebi, substratta şapka gelişimini teşvik etmeyen bazı inhibitör maddelerin mevcudiyeti nedeniyle, iyi bir misel gelişiminden sonra verimin düşük olacağı açıklanmıştır.

Ashulata ve Thakur (2014), çalışmalarında *H. ulmarius* 'un esanslı ve esanssız kullanılan çeltik samanlarında gelişimini incelemişlerdir. Esanssız çeşitlerde misel gelişiminin 18-20 gün sürdüğünü ve %68.6-77.4 arasında biyolojik verime sahip olduğunu bildirmişlerdir. Esanslı çeltik çeşitlerinden Kasturi'de %52.6'lık biyolojik verim elde edilirken, Gopalbhog, Basmati ve Indira-9 çeşitlerinde misel gelişiminin olmadığını belirtmişlerdir.

Sumi ve Geetha (2016), farklı ortamların *H. ulmarius*'un gelişimine etkisini incelemişlerdir ve çeltik tanelerinde yoğun ve kabarık bir misel gelişimi ile en iyi sonuca varıldığını

belirtmişlerdir. Kauçuk talaş ortamında maksimumu gelişimin 31.75 gün olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca en az kontaminasyonun sorgum ortamında (%10) olduğunu belirtirken, çeltik ortamında da (%20) kontaminasyonun minimum seviyede olduğunu bildirmişlerdir.

Mungekar ve ark. (2013), *H. ulmarius*'un biyolojik etkinliğinin çeltik samanında %68.84 oranında olduğunu ifade etmişlerdir.

Hausiku ve ark. (2018), kullandıkları farklı yetiştirme ortamlarında çeltik samanının *H. ulmarius*'un verimini artırmada en etkili substrat olduğunu vurgularken, su sümbülü ve şeker kamışı atığının bunu takip ettiği bildirilmiştir.

Kumar ve ark. (2019), *H. ulmarius*'un farklı yetiştirme ortamlarındaki maksimum verimlerini araştırmışlardır. Buğday samanı (kontrol) minimum 14 günde misel sarımı, 18 günde pin oluşumu ve 23 günde *H. ulmarius* şapkalarının görüldüğü belirtilmiştir. Çeltik ve buğday samanı karışım ortamında pin oluşumu ve %155,60 ile en yüksek biyolojik verime sahip olduğu bildirilmiştir. En yüksek protein içeriğinin (%27) çeltik samanının olduğu belirtilirken, en yüksek karbonhidrat içeriğinin buğday samanında (%40) olduğu bildirilmiştir.

Munna ve ark. (2021), çalışmalarında misel gelişim süresi, primordial oluşum ve ilk hasat evresi için en iyi sonuçları veren ortamın buğday samanı +muz yaprakları ile hazırlanan ortam olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca en yüksek verime sahip ortamında kontrol ortamına göre (buğday samanı) buğday samanı+muz yaprakları olduğunu da belirtmişlerdir. En düşük verime sahip ortamın ise buğday samanı+talaş ortamının olduğunu bildirmişlerdir. En yüksek karbonhidrat (%25.33) ve protein (%35) içeriğine sahip olan ortamın yine buğday samanı+muz yaprakları olduğunu kaydetmişlerdir.

Yadav (2006), farklı ışık yoğunluklarında *H. ulmarius*'un misel ve şapka gelişimini incelemişlerdir. 540-590nm mavi ışık yoğunluğunda maksimum mantar verimi desteklendiğini belirtmişlerdir. 490-560 nm yeşil ışık, 400-530 nm sarı ışık ve en az 640-700 nm kırmızı ışık ortamından verim elde edildiğini belirtmişlerdir.

Chandravashi (2007), *H. ulmarius*'un farklı ışık ortamlarında radyal gelişimlerini, kuru ve yaş misel ağırlıklarını şeffaf, sarı, yeşil, mavi, kırmızı ve siyah ışıklarda gelişimlerini gözlemlemişlerdir. *H. ulmarius*'un radyal gelişimi siyah jelatin ile örtülü tabaklarda önemli

ölçüde gelişim meydana geldiğini bildirmişlerdir (76.66mm). Mavi ile örtülü tabakların ise en az radyal gelişim gösterdiğini belirtmişlerdir (56.66mm).

2.4. *Hypsizygus ulmarius*'un Besin İçeriği

Mantarlar önemli miktarda protein, karbonhidrat, mineral ve vitamin içerir ve halk arasında vejetaryen eti olarak adlandırılır. Besinsel olarak, düşük dereceli sebzeler ve yüksek dereceli etler arasında yer alırlar (Kurtzman 1976) ve bu nedenle, insan vücudunun ihtiyaç duyduğu 9 esansiyel amino asidin tümünü içerdiklerinden, hayvanlar ve sebzeler arasında bir ara madde olarak kabul edilirler (Hayes ve Haddad 1976).

Mantar türlerinin besin içerikleri, türün genetik özelliklerinden genetik yapıdan ve substratın doğası ve yetiştirme yöntemi gibi çevresel faktörlerden ve analiz yönteminden kaynaklanan göreceli yanlışlıklardan etkilenir. Yetiştirme ortamı hazırlığında kullanılan materyallerin mantarın verim ve kalitesi üzerindeki farklı etkileri olduğu birçok çalışmada gözlenmiştir. Mantarlar genel olarak %84.70- 91.90 su, %40.6-53.3 karbonhidrat, %27.3- 42.5 ham protein, % 1.1-8.0 yağ, 0.189-2.45 mg/g potasyum, % 1.52-14.3 mg/g magnezyum, 0.02-2.5 mg/g sodyum ve 5.87-21.8 mg/g fosfor içerir. Şapkanın polimerik içeriğinde ise %28.5-41.0 selüloz, %13.0- 39.3 hemiselüloz, %14.0-20.20 lignin ve %14.1-20.2 ham lif bulunur (Ragunathan and Swaminathan, 2003).

Agaricus bisporus ve *P. sajor-caju* mantarları Goyal ve ark. (2006) tarafından analiz edilmiş ve protein içeriğinin *P. sajor-caju*'da *A. bisporus*'tan önemli ölçüde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Mattila ve arkadaşları (2001), *A. bisporus*, *L. edodes* ve *P. ostreatus*'taki mineral elementlerin (Ca, K, Mg, Na, P, Cu, Fe, Mn, Cd, Pb ve Se), vitaminlerin (B1, B2, B12, C, D, folat ve niasin) ve kültür mantarları bazı fenolik bileşikler (flavonoidler, lignanlar ve fenolik asitler) içeriğini belirlemiştir. Alam ve arkadaşlarının (2008) yaptığı çalışmada, Bangladeş'te kültür mantarları arasında oldukça popüler olan diyet mantarları – *P. ostreatus*, *P. sajor-caju*, *P. florida* ve *Calocybe indica*'nın besin değerleri belirlenmiş ve bu mantarların kuru örneklerde protein (%20-25) ve lif (%13-24) açısından zengindi ve daha düşük miktarda lipid (%4-5) içerdikleri gözlenmiştir. Ayrıca, karbonhidrat içeriklerinin kuru ağırlık bazında %37-48 arasında değiştiği ve mineral içeriği (toplam kül içeriği %8-13) bakımından zengin olduğu bulunmuştur.

Ragunathan ve ark.(1996), tarımsal atıkların karakterleri ile mantarın özellikleri arasındaki ilişkinin mantar kalitesinin düzenlenmesine katkıda bulunabileceğini bildirmişlerdir. Shah

ve ark. (2004), farklı mantar türlerinin gelişimi için farklı ortam tiplerine ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Harada ve ark. (2003), mantarlarda ki karbonhidrat ve aminoasit içeriğinin yetiştirme ortamlarına göre değişkenlik gösterdiğini rapor etmişlerdir.

H. ulmarius mantarı lezzetli bir yiyecek olmasının yanı sıra, çoğu önemli tıbbi özelliklere ve potansiyele sahip çeşitli polisakkarit türleri ve 8 temel aminoasitleri içerir (Akavia ve ark., 2009). Besinsel olarak, bu mantar kuru ağırlık bazında % 23.6 protein, % 2.2 yağ, % 52.4 karbonhidrat ve % 12.9 lif içermektedir. Ayrıca, anti-tümör, kolesterol düşürücü ve kardiyovasküler özellikleriyle nedeniyle ilaç, tıbbi ve gıda katkı maddelerinde kullanılabilen fitokimyasalların kaynağıdır (Shivashankar ve Premkumari, 2014; Panavalappil ve ark., 2016).

Hypsizygus cinsi içerisinde yer alan diğer bir tür olan *Hypsizygus marmoreus* şapkalarının besin içerikleri besin bileşenleri belirlenmiş ve meyve gövdelerindeki %22.3 ham protein, % 3.2 lif, %3.9 yağ, %91.7 su, %7.8 kül ve % 5.5 polisakkarit şeklinde rapor edilmiştir (Wang ve ark. 2006). Harada ve ark. (2003), *H. marmoreus* mantarının gelişimi sırasındaki şapkaların serbest amino asit ve çözünür karbonhidrat içeriklerindeki değişiklikleri araştırmışlar ve asparagin, aspartik asit, glutamin ve ornitin baskın amino asitler ve mannitol ve trehaloz başlıca çözünür amino asitler olduğunu belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Misel kültürleri

Denemede kullanılan *Hypsizygus ulmarius* türüne ait saf kültür Homegreen (Hollanda) misel firmasından temin edilmiştir.



Şekil 3.1. Üretimde kullanılan misel kültürleri

Araştırma, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait misel ve mantar üretim laboratuvarında 2020 yılında yürütülmüştür.



Şekil 3. 2. K.A.E.Ü Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait mantar üretim odası

3.1.2. Yetiştirme ortamı hazırlığında kullanılan materyaller

Yetiştirme ortamı olarak kullanılan buğday sapı, fasulye sapı, mısır silajı, Kırşehir civarındaki yetiştiricilerden, kavak talaşı ve çam talaşı ildeki kereste işleme atölyelerinden, atık mantar kompostu mantar üretimi yapan bir üreticiden (Özbostancı Mantar, Kırşehir) temin edilmiştir. Ayrıca yetiştirme ortamlarının doldurulduğu ısıya dayanıklı torbalar ve alçı piyasadan temin edilmiştir.

Mantar misellerinin üretimi 90 mm çapındaki cam petrielerde, tohumluk misel üretimleri ise 800 ml hacme sahip cam kavanozlarda yapılmıştır. Mantar üretiminde 29 x 45 cm boyutlarındaki ısıya dayanıklı polipropilen torbalar kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tohumluk misellerin hazırlanması

Hypsizygus ulmarius mantarı saf kültürü (PDA) besin ortamında çoğaltılarak ve denemelerde kullanılmak üzere +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. (Şekil 3.3)



Şekil 3.3. Üretimde kullanılmak için hazırlanan tohumluklar

Tohumluk misel üretiminde buğday tohumları kullanılmıştır. Buğday tohumları kaynatılarak, bünyelerine su alıp yumuşamaları sağlanmış ve fazla su uzaklaştırılıp alçı ilavesi yapıldıktan sonra kavanozlara doldurulmuştur. Kavanozlar 121°C'de 1.2 atm. basınçta 90 dakika tutularak sterilize edilmiştir. Daha sonra her bir kavanoza misel kültüründen 2 parça ilave edilerek misel ekimi yapılmış ve misel gelişimi için 25±2°C'de

inkübe edilmiştir. Tohumluk misel üretiminde kullanılan laboratuvar ekipmanları Şekil 3.4.'de görülmektedir.



Şekil 3.4. K.A.E.Ü. Ziraat Fakültesi misel üretim laboratuvarı

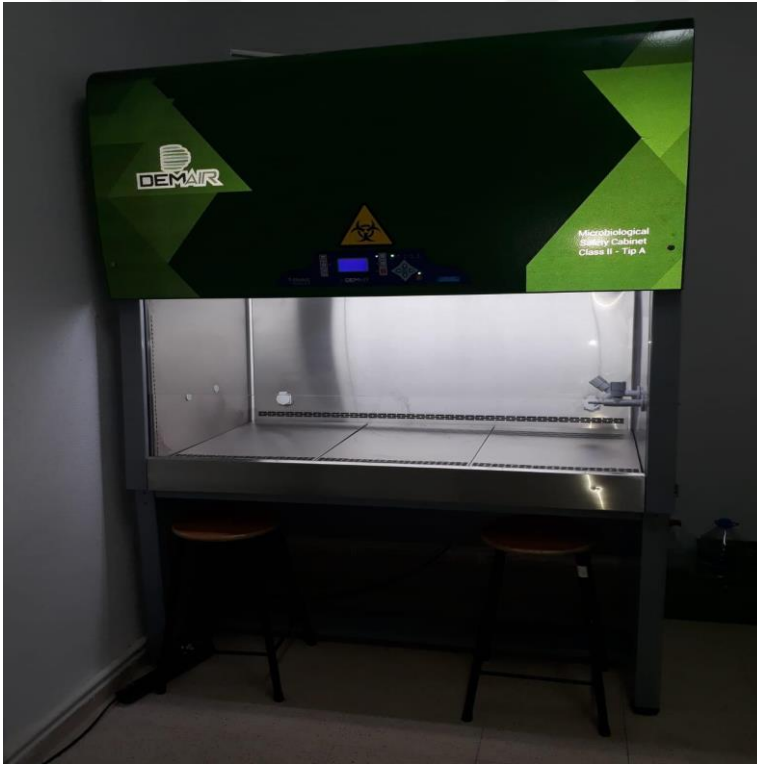
3.2.2. Yetiştirme ortamı hazırlığı ve misel ekimi

Üretim öncesinde, daha önceki üretimlerden kalan tüm kalıntılar ortamdaki uzaklaştırılmış ve bol su ile ranzalar ve oda zemini yıkanmıştır. Daha sonra bakterileri ortadan kaldırmak amacıyla duvarlar ve zemin olmak üzere tüm fayans yüzeyler çamaşır suyu (Sodyum hipoklorit) ile temizlenmiştir. En son işlem olarak odalara %2'lik formaldehit çözeltisi uygulanmıştır. Formaldehitin buharlaşmasını kolaylaştırmak ve buna bağlı olarak etkisini arttırmak için oda içi sıcaklık 20-22°C civarında tutulmuştur. Bu uygulama sonrasında iki gün boyunca havalandırma kapalı tutulmuş, fanlar ise çalıştırılarak ilacın odanın her yerine eşit şekilde yayılması sağlanmıştır. İki gün sonra havalandırmalar açılarak, formaldehit ortamdaki uzaklaştırılmıştır.

Yetiştirme ortamı hazırlığında ana materyal olarak, fasulye sapı (FS), saman (BS), çam talaşı (ÇT), kavak talaşı (KT), mısır sapı (MS) ve atık mantar kompostu (AMK) kullanılmıştır. Yetiştirme ortamının homojen olarak hazırlanabilmesi amacıyla fasulye, ve mısır sapsarı 2-3 cm olacak şekilde parçalanmıştır. Denemelerde kullanılan ana substrat materyalleri homojen olarak karıştırılarak hazırlandıktan sonra nem oranları yaklaşık %65±5 olacak şekilde ıslatılarak ve %1 alçı ilave edilmiştir.

Hazırlanan ortam 29 x 45 cm boyutlarındaki ısıya dayanıklı polipropilen torbalara 1 kg olacak şekilde doldurulmuştur. Torbaların ağzı pamuk tıkaç ile kapatılmış ve paket lastiği ile sabitlenmiştir.

Hazırlanan torbalar 121°C’de, 1 atm. basınçta 1.5 saat boyunca sterilize edilmiş ve sterilizasyonu tamamlanan torbalar otoklavdan çıkarılarak steril masada soğumaya bırakılmıştır (Şekil 3.5.). Torbaların sıcaklığı oda sıcaklığına düştüğünde, her bir torbaya %3 oranında tohumluk misel ekimi yapılmış ve ekim yapılan torbalar 25°C ve %80 neme ayarlanmış misel gelişim odasına konulmuştur. Her bir ortamdan sterilizasyon sonrasındaki pH, nem, kül, C, N ve mineral madde miktarlarının belirlenmesi amacı ile örnekler alınmıştır.



Şekil 3. 5. Misel ekiminde kullanılan steril kabin

3.2.3. Mantar üretimi

Aşılana torbalar 25°C’ye ayarlı ve karanlık koşullardaki misel gelişim odalarına konulmuştur. Misel gelişimi tamamlandıktan sonra, taslak ve şapka oluşumunu teşvik amacı ile sıcaklık kademeli bir şekilde 18±2°C’ye düşürülmüş ve floresans lambalarla 500 lükslik ışıklandırma yapılmıştır (Şekil 3.3). Odaların nemi %80-90 civarında olacak şekilde ayarlanmış ve ortamdaki fazla karbondioksitin uzaklaştırılması için havalandırma

yapılmıştır. Bu denemeler her bir uygulama 10 tekrarlamalı olacak şekilde yürütülmüştür. Hasat edilen mantar örneklerinin morfolojik özellikleri belirlenmiş, ölçümler yapılmış ve kimyasal analizler için örnekler alınmıştır.

3.2.4. Yetiştirme ortamlarının kimyasal özellikleri ile ilgili yapılan analizler

Örnekler, yetiştirme ortamlarından sterilizasyon sonrası dönem, misel gelişimi sonrası dönem ve hasat sonrası dönem olmak üzere 3 farklı dönemde alınmış ve aşağıdaki analizler uygulanmıştır;

Nem (%): Her uygulamadan alınan örneklerin yaş ağırlıkları belirlenmiş, daha sonra örnekler 65°C'ye ayarlı etüvde sabit ağırlığa ulaşmaya 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 edilerek, 8 saat bekletildikten sonra karışımın suyu süzülerek, pH metre ile ölçülmüştür (Jackson, 1962).

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

Kül (%):Mantar örneklerinin kül fırınında 525±25°C'de yakılmasıyla tespit edilmiş ve % olarak ifade edilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Karbon (%): Kül değerinin 100'den çıkarılması ile elde edilen organik maddenin %50'si karbon olarak hesaplanmıştır. (Kacar ve İnal, 2008).

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

C:N (%): Hesaplanan karbon miktarının azot miktarına oranlanması ile bulunmuştur.

Asit deterjan lif (ADF) oranı (%): Öğütülmüş mantar örnekleri, F57 keselerine 0,5 gr tartılarak ağızları sıcak baskı ile kapatılmış ve fiber analiz cihazında 60 dakika ADF solüsyonuyla muamele edilmiştir. Örneklerin her biri 5'er dakika olmak üzere 2 sıcak ve 1 kez soğuk saf su ile 3 kez yıkanmıştır. Preslenen keseler 3 dakika asetonunda bekletildikten sonra 105 °C'de 4-5 saat kurutularak tartılmış, ADF oranları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Cherney ve ark.,1985; Vogel ve ark., 1999).

$$ADF_{DM} \% = \frac{(W_3 - (W_1 \times C))}{W_2 \times DM} \times 100$$

W1= Ankom fiber torba ağırlığı

W2= Örnek ağırlığı

W3= Ekstraksiyon sonrası torba+örnek ağırlığı

DM= Kuru madde (%)

C= Boş torba (düzeltme faktörü)

Asit deterjan lignin (ADL) oranı (%):Asit deterjan lif oranı belirlenen örneklerin F57 keseleri % 72'lik sülfürik asit içerisinde 30 dakika çalkalama ve 3 saat bekletmeden sonra çeşme suyu ile pH nötr oluncaya kadar yıkanmıştır. pH nötr örnekler 3 dakika asetonda bekletildikten sonra 105 °C'de 4-5 saat kurutulup ve tartılarak ADL oranları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Cherney ve ark.,1985; Vogel ve ark., 1999).

$$ADL_{DM} \% = \frac{(W_3 - (W_1 \times C))}{W_2 \times DM} \times 100$$

W1= Ankom fiber torba ağırlığı

W2= Örnek ağırlığı

W3= Ekstraksiyon sonrası torba+örnek ağırlığı

DM= Kuru madde (%)

C= Boş torba (düzeltme faktörü)

Nötral deterjan lif (NDF) oranı (%): Öğütülmüş örnekler, F57 keselerine 0,5 gr tartılıp sıcak pres ile ağızları kapatılarak, fiber analiz cihazında 75 dakika NDF solüsyonuyla muamele edilmiştir. Bu işlem sonrasında örnekler üzerine alfa amilaz eklenerek 5'er dakika olmak üzere 2 sıcak ve 1 kez soğuk saf su ile 3 kez yıkanmıştır. Preslenen keseler 3 dakika asetonda bekletildikten sonra 105 °C'de 4-5 saat kurularak tartılmış ve NDF oranları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Cherney ve ark.,1985; Van Soest ve ark., 1991).

$$\text{NDF}_{\text{DM}} \% = \frac{(W_3 - (W_1 \times C))}{W_2 \times \text{DM}} \times 100$$

W1= Ankom fiber torba ağırlığı

W2= Örnek ağırlığı

W3= Ekstraksiyon sonrası torba+örnek ağırlığı

DM= Kuru madde (%)

C= Boş torba (düzeltme faktörü)

3.2.5. Verim parametreleri ile ilgili ölçümler

Misel gelişim süresi (gün): Misel ekiminden, misellerin yetiştirme ortamını tamamen sarıncaya kadar geçen gün sayısı olarak hesaplanmıştır.

Taslak oluşumuna kadar geçen gün sayısı: Misel ekiminden, ilk pinlerin görülmeye başlamasına kadar geçen gün sayısı olarak hesaplanmıştır.

Hasada kadar geçen gün sayısı: Misel ekiminden ilk hasada kadar geçen gün sayısı olarak hesaplanmıştır.

Toplam verim (g/kg ortam): Denemedeki bütün uygulamalarda yapılan hasattan elde edilen mantarlar ayrı ayrı tartılmıştır ve hasat dönemi sonunda elde edilen ürün miktarı toplam verim (g/torba) olarak hesaplanmıştır.

Biyolojik etkinlik oranı (%): Biyolojik etkinlik oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{BEO} (\%) = \frac{\text{Hasat edilen taze mantar ağırlığı (g)}}{\text{Yetiştirme ortamının kuru ağırlığı (g)}} \times 100$$

Yetiştirme ortamının kuru ağırlığı (g)

Ortalama mantar ağırlığı (g): Her bir torbadan elde edilen ürün miktarı hasat edilen mantar sayısına bölünerek hesaplanmıştır.

3.2.6. Mantar kalitesi ile ilgili analiz ve ölçümler

Şapka uzunluğu ve şapka eni (cm): Şapkanın ve sapın en uzun ve en kısa yerinden yapılan kumpas ölçümleri ile belirlenmiştir.

Sap çapı: Sapın şapka ve ortam yüzeyi ile birleştiği kısım ile sapın orta noktasından cm olarak yapılan üç kumpas ölçümünün ortalaması alınarak belirlenmiştir.

Sap uzunluğu: Sapın şapka ile ortam yüzeyine bağlandığı yer arasındaki mesafe cm cinsinden sap uzunluğu olarak değerlendirilmiştir.

Şapka rengi: Her uygulamadan rastgele seçilen 10 adet şapkanın rengi renk ölçer ile L*a*b olarak ölçülmüştür.

Kül (%): Mantar örneklerinin kül fırınında 525±25°C’de yakılmasıyla tespit edilmiş ve % olarak ifade edilmiştir (AOAC, 1995).

Toplam azot analizi (%):Kheldahl yöntemine göre yapılmıştır (AOAC, 1995)

Protein içeriği: Mantar örneklerinin toplam azot değerlerinin 4.38 faktörü ile çarpılmasıyla bulunmuştur. (Bano ve Rajarathnam, 1988)

Yağ içeriği: AOAC prosedürlerine göre belirlendi (AOAC, 1995). Numunelerin yağ içeriği, çözücü olarak petrol eterli bir Soxhlet cihazı kullanılarak bilinen bir ağırlıktaki toz mantar numunesinin ekstre edilmesiyle belirlenmiştir. Farka göre toplam karbonhidrat hesaplandı (Heleno ve ark., 2009) ve aşağıdaki denklem (Heleno ve ark., 2009) toplam enerjiyi hesaplamak için kullanıldı; Enerji (kcal) = 4 (g protein + g karbonhidrat) + 9 (g yağ)

Fenol içeriklerinin belirlenmesi:

Mantarların ekstraksiyonu: Toplam fenol miktarının belirlenmesi için 1 g kuru mantar örneğine 25 ml metanol eklenerek 2 dakika homojenizatör (Ika Ultra-Turrax T18 Basic, Almanya) ile orta hızda homojenize edildikten sonra 14-16 saat 4°C’de karanlık koşullarda bekletilmiştir. Örnekler filtre kağıdından süzülerek sonra tüplere alınarak analiz edilinceye kadar -20°C’de muhafaza edilmiştir (Thaipong et al., 2006).

Toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu kalorimetrik yöntemi modifiye edilerek spektrofotometre (Bio 100, Varian, Avustralya) ile yapılmıştır (Swain and Hillis, 1959).

Çözeltilerin spektrofotometrede 725 nm dalga boyunda absorbanları okunmuş, toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri (GAE) mg/100 g yaş ağırlık (YA) olarak ifade edilmiştir.

Tüm analizler Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Laboratuvarlarında üç tekkerrürlü olarak yapılmıştır.

3.2.6. İstatistiksel Analizler

Denemeler faktöriyel tesadüf parselleri deneme desenine göre 10 tekrarlamalı olarak planlanmış ve yürütülmüştür. Denemeden elde edilen bulguların istatistiksel analizleri SPSS 16.0 programında yapılmıştır. Yapılan istatistik analizlerin sonucunda uygulamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesi ve farklı olanların derecelerine göre gruplandırılması için “Tukey” testinden faydalanılmıştır. Sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde farklar arasındaki önemlilik %5 (önemli) ve %1 (çok önemli) olarak ifade edilmiştir.

4. BULGULAR

Kurulan denemede; *H. ulmarius* yetiştiriciliği sırasında tarım ve orman endüstrisi atıklarının lignoselülozik içeriğinde meydana gelen değişimler belirlenmiş ve sonuçlar substratlardan elde edilen mantar verimi ile ilişkilendirilmiştir. Bu substratların *H. ulmarius* mantarının morfolojik parametreleri ve besin içeriğine olan etkileride belirlenmiştir. Araştırma bulguları şekil ve tablolarla desteklenmiştir.

4.1. Çalışmada Test Edilen Substratların Başlangıç Kimyasal ve Lignoselülozik İçeriği

Çalışmada, *H. ulmarius* üretiminde yetiştirme ortamı olarak kullanılan Fasulye sapı (FS), Buğday sapı (BS), Mısır silajı (MS), Kavak talaşı (KT), Çam talaşı (ÇT) ve Atık mantar kompostu (AMK) substratlarından sterilizasyon sonrasında alınan örneklerin, pH, elektrolitik iletkenlik (EC) değerleri, toplam azot (N), kül, karbon (C), karbon-azot oranı (C:N), hemiselüloz, selüloz ve lignin içerikleri belirlenmiştir.

Analizi yapılan substratlar arasında EC, pH, N, C, kül ve C:N içerikleri açısından önemli farklılıklar ($p < 0.01$) bulundu (Tablo 1). Substratların pH değerleri 6,87 ve 7,73 arasında değişmiştir. Kushwaha ve ark. (2011) pH 7'nin, *H. ulmarius*'un maksimum misel büyümesi için en uygun pH olduğunu bildirmiştir. Çalışmada kullanılan substratların pH değerleri literatürde *H. ulmarius* için önerilen değerlere yakındır. En yüksek pH değerine sahip olan

substrat AMK iken, en düşük pH ise ÇT'da belirlenmiştir. Tarımsal atıklar olan BS, FS, MS ve AMK'nin EC değeri 1,50 ile 3,47 dS/ m arasında değişmiştir. Mantar gelişimi süresinde kompostta tuz birikimi beklenen bir durumdur. Analiz sonuçlarında da buna uygun şekilde en yüksek tuzluluk oranı AMK substratında gözlenmiştir. Öte yandan, orman endüstrisi atıkları olan KT (0.73 ds/m) ve ÇT (0.53 dS/m)' nin EC değerleri tarımsal atıklardan çok daha düşüktür. Kül içerikleride, substratlar arasında farklılık göstermiştir. Substratların kül içerikleri %0.50 ile %27.03 arasında değişirken, en yüksek ve en düşük değerler sırası ile ÇT ve AMK substratlarında bulunmuştur. Sterilizasyon sonrası dönemde alınan örneklerde en yüksek azot içeriğine sahip ortam %1.35 azot içeriği ile MS substratı iken, en düşük N içeriğine sahip ortamın ise %0.28 ve %0.29 ile KT ve ÇT substratlarının olduğu belirlenmiştir. Buna göre MS ortamının N içeriği talaş substratlarına göre yaklaşık 5 kat daha fazladır. En yüksek karbon içeriğine sahip olan substrat ÇT (%57,71) olarak belirlenir iken, en düşük karbon içeriğine sahip olan ortam ise AMK (%42.32) ortamı olarak tespit edilmiştir. *P. ostreatus* mantarı çok güçlü bir enzim sistemine sahiptir. Denemede kullanılan AMK' de *P. ostreatus* üretimi sonucu ortaya çıkan atık komposttur. Mantar üretim sürecinde yetiştirme ortamında bulunan selüöz, hemiselüöz ve lignin gibi organik içeriğin büyük bir kısmı *P. ostreatus* miselleri tarafından parçalandığı için, AMK'da bulunan C içeriği buna bağlı olarak düşük çıkmıştır.

En yüksek C:N oranı, 206,10 ile ÇT substratında gözlenirken, bunu 195,89 C:N oranı ile KT substratı takip etmiştir. Talaş substratlarının C:N oranlarının, 35.47 ile 101,94 arasında değişen tarımsal atıkların C:N oranlarına göre göre oldukça daha yüksek olduğu görülmektedir. Talaş substratlarının N içeriği diğer substratlara göre oldukça düşük olduğundan dolayı, talaş ile hazırlanan ortamların C:N oranları diğer ortamlara göre oldukça yüksek bulunmuştur. Substratın azot içeriği ve C:N oranı, başarılı bir mantar yetiştiriciliği için temel faktörlerdir (Philippoussis ve ark., 2003; Gaitan-Hernandez ve ark., 2011). FS substratının C:N oranı 62.92, N içeriği ise %0.86'dır. Substratın C:N oranının hem misel büyümesi hem de şapka gelişimi için ana ana faktörlerden birisidir (Theradimani ve Marimuthu, 1991). Literatürde C:N oranı, çeşitli ortamlar için 50 olarak rapor edilmiştir (Balakrishnan and Nair 1995). Şapka oluşumu başlangıcı için C ve N arasındaki dengeyi korumak önemlidir (Kues and Liu, 2000). Kuru ağırlıkta %0.7-0.9 N içeren ortamların ya da C:N oranı 50 ya da 50'den az olan ortamların en iyi sonucu verdiklerini bildirmiştir (Oliver, 1990). C:N oranı ve misel gelişim oranı ve C/N oranı ve verim arasında *Pleurotus spp.* ve *L.*

edodes türlerinde pozitif bir ilişki bulunmuşken (Philippoussis ve ark., 2000, 2001, 2003), çalışmamızda verim ile C:N oranı arasında bir ilişki saptanmamıştır.

Sterilizasyon sonrası dönemde alınan örneklerde, substratların hemiselüloz, selüloz ve lignin içerikleri arasındaki farklılığın %1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$). Substratların selüloz içerikleri %13.56 (AMK) ve %49.01 (KT) arasında değişmiştir. Selüloz, hem tarımsal atıklarda hemde orman endüstrisi atıklarında en yüksek değere sahip olan lignoselülozik içeriktir. KT ve ÇT substratlarının yanısıra, FS substratının (%48,23) selüloz içeriğide bu iki substrata yakın değerlerde bulunmuştur. Substratların hemiselüloz içerikleri %3.33 (AMK) ile %20.52 arasında değişirken, lignin içerikleri %5.88 (AMK) ile %25.25 (KT) arasında değişmiştir. Genel olarak AMK'nin hemiselüloz (%3.33), selüloz (%13.56) ve lignin (%5.88) içeriği diğer atıklara göre oldukça daha düşüktü. Bunun sebebi ise bu substratta yer olan lignoselülozik içeriğin mantar üretim süreci boyunca *P. ostreatus* miselleri tarafından tüketilmiş olmasıdır. KT ve FS'nin selüloz ve hemiselüloz içerikleri benzerdi. En yüksek selüloz (%49.01) ve lignin (%25.25) içerikleri KT'den elde edilirken, en yüksek hemiselüloz içeriği BS'de (%28.39) elde edilmiştir. BS, FS ve MS'de lignin içeriği, talaş türlerine kıyasla (sırasıyla %8.80, %13.88 ve %13.89) önemli ölçüde daha düşüktü. Mandel et al. (2005) mantarın yüzde 40-60 selüloz, yüzde 20-30 hemiselüloz ve yüzde 15-30 lignin içeren çok çeşitli lignoselülozik kalıntılarda büyüdüğünü bildirmiştir. AMK substratının tek başına mantar üretiminde kullanımı, mantarın gelişimi için gerekli selüloz, hemiselüloz ve lignin ihtiyacını karşılayamayacağından dolayı uygun olmayabilir.

Tablo 4.1. Çalışmada test edilen substratların başlangıç kimyasal ve lignoselülozik içeriği

Substrat	pH	EC (dS m ⁻¹)	Kül (%)	N (%)	C (%)	C:N	Hemiselüloz (%)	Selüloz (%)	Lignin (%)
KT	7.26**bc	0.73**e	2.05**e	0.29**e	56.81**b	195.89**a	13.76**d	49.01**a	25.25**a
ÇT	6.87 d	0.53 e	0.50 f	0.28 e	57.71 a	206.10 a	20.52 b	41.07 b	25.54 a
FS	7.20 c	1.50 d	6.70 d	0.86 b	54.11 c	62.92 c	13.22 d	48.23 a	13.88 b
MS	7.46 b	2.90 c	17.44 b	1.35 a	47.88 e	35.47 d	17.52 c	35.62 d	13.89 b
BS	7.08cd	2.03 b	8.60 c	0.52 d	53.01 d	101,94 b	28.39 a	40.41 c	8.80 c
AMK	7.73a	3.47 a	27.03 a	0.74 c	42.32 f	57.19 c	3.33 e	13.56 e	5.88 d

KT: kavak talaşı; ÇT: çam talaşı; FS: fasulye samanı; MS: mısır silajı; BS: buğday samanı; AMK: atık mantar kompostu. *P<0.05,**P<0.01'de anlamlılığı gösterir. ö.d: önemli değil; aynı sütun ve ardından aynı harf içindeki değerler Tukey testi ile önemli ölçüde farklı değildir. (n=3)

4.2. Tarım ve Orman Endüstrisi Atıklarının *H. ulmarius*'un Ürün Döngüsüne Etkileri

Çalışmada, misel gelişim süreci, taslak oluşumu ve ilk hasat için elde edilen gün sayıları substratlar arasında önemli ölçüde farklılık göstermiştir ($p<0.01$) (Tablo 4.2).

Çalışmamızda, CS (31.1 gün) haricinde, diğer substratların misel gelişim süresi (19.1-22.5 gün) benzerdi ve kısa sürede tamamlandı. En hızlı kolonizasyon AMK substratı üzerinde sergilendi, bunu KT ve FS substratları izledi. AMK substratında misel gelişim periyodu sırasında, miselyumun yayılımı çok hızlıydı, ancak oldukça zayıftı. Bu durum AMK'nun lignoselülozik içeriğinin diğer substratlardan çok daha düşük olmasıyla ilgili olabilir. Mondal ve ark. (2010) ise doğru oranda alfa selüloz, hemiselüloz ve lignin varlığının misel gelişim hızı üzerinde etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Ancak, Zervakis ve ark. (2001), hızlı misel yayılımını, beslenme açısından zayıf veya elverişsiz bir substratta hif ilerlemesinin bir göstergesi olarak yorumlamıştır.



Şekil 4.1. *H. ulmarius* misellerinin fasulye sapı ve atık mantar kompostunda gelişimleri

Munna ve ark. (2019), *H. ulmarius*'u 7 farklı yetiştirme ortamında yetiştirmişlerdir. Çalışmada, farklı ortamlarda gelişen *H. ulmarius*'un misel gelişimini tamamlaması için gereken süre 18.33 gün ile 23.16 gün arasında değişmiş olup, en hızlı misel gelişimi buğday samanı ile hazırlanan kontrol ortamında alınırken, en yavaş misel gelişimi buğday samanı ve köpek dişi ayrığı otu ile hazırlanan ortamdan elde edilmiştir.

Sethi ve ark. (2012), sıcak su (80°C) ile dezenfekte edilmiş buğday samanı substratında en kısa misel gelişim süresi (24-30 gün) ve taslak oluşum süresi (27-33 gün) elde etmişlerdir.

Sutha ve ark. (2019), 8 farklı tarımsal ve bitkisel atık ve 1 talaş türünde yürüttükleri denemelerinde *H. ulmarius*'un misel gelişim süresini 17.2 gün-23.4 gün arasında belirlemişler.

Çalışmada test edilen substratlar üzerindeki misel gelişim süreci, farklı yetiştirme ortamlarında yetiştirilen *H. ulmarius* için, Sethi ve ark. (2012), Munna ve ark. (2019), Sutha ve ark. (2019) tarafından belirtilenlerle karşılaştırıldığında kabul edilebilir sınırlar arasındadır.

Tablo 4.2. Farklı substratların *H. ulmarius*'un üretim süreci üzerine etkisi

Substrates	Misel gelişim	Taslak oluşumuna kadar geçen süre (gün)	İlk hasada kadar geçem süre (gün)
	dönemi (gün)		
KT	19.3**c	43.5**b	51.4** b
ÇT	22.0 b	45.1 b	53.1 b
FS	20.0 c	32.6 d	39.8 d
MS	31.1 a	50.6 a	62.0 a
BS	22.5 b	38.6 d	46.0 d
AMK	19.1 c	Veri yok	Veri yok

KT: kavak talaşı; ÇT: çam talaşı; FS: fasulye samanı; MS: mısır silajı; BS: buğday samanı; AMK: atık mantar kompostu. *P<0.05.**P<0.01'de anlamlılığı gösterir. ns önemli değil; aynı sütun ve ardından aynı harf içindeki değerler Tukey testi ile önemli ölçüde farklı değildir. (n=10)

KT ve ÇT, BS, FS ve MS substratlarının taslak oluşumu için *H. ulmarius* için gereken süreler 32.6 ile 50.6 gün arasında değişmiştir. AMK substratında, misel gelişiminden sonra taslak gelişimi gerçekleşmemiştir. Mandel ve ark. (2005) mantarın yüzde 40-60 selüloz, yüzde 20-30 hemiselüloz ve yüzde 15-30 lignin içeren çok çeşitli lignoselülozik kalıntılarda büyüdüğünü bildirmiştir. Ancak, AMK substratının selüloz, hemiselüloz ve lignin içeriği Mandeel ve ark (2005) tarafından bildirilenden çok daha düşüktür. AMK substratında taslak oluşumunun gerçekleşmemesi, substratın çok düşük selüloz içeriğinin yanı sıra substratın hemiselüloz içeriğinin, misel gelişimi periyodundan sonra 0'a düşmesi ve taslak oluşumu için gerekli olan lignoselülozik içeriğin mantar misellerine sağlanamaması ile ilişkilendirilebilir. Bu substrat tek başına, mantarın gelişimi için gerekli selüloz, hemiselüloz ve lignin ihtiyacını karşılayamayacağından dolayı, AMK'nın *H. ulmarius* mantarının

üretiminde ana materyal olarak kullanımını uygun değildir. Taslak oluşumu için en uzun süre MS substratı üzerindeyken, taslak oluşumu FS ve BS substratları üzerinde oldukça kısa sürmüştür (sırasıyla 32.6 gün ve 38.6 gün). Talaş substratları, KT ve ÇT’de ise taslak oluşumu sırasıyla 43.5 gün ve 45.1 gün’de gerçekleşmiştir. FS substratı ayrıca ortalama 39.8 gün ile ilk hasat için gerekli süre bakımından en kısa süreye ihtiyaç duyarken, diğer dört substrat için ortalama süre 46.0 (BS) ve 62.0 d (MS) arasında değişmiştir. Talaş bazlı KT ve ÇT substratları ise ilk hasat için ihtiyaç duydukları süre bakımından sırasıyla 51.4 gün ve 53.1 gün ile benzer bir sonuç vermişlerdir.

Munna ve ark. (2019)’nın buğday samanını kontrol ortamı olarak kullandıkları ve buğday samanı ile farklı substratlar ile karıştırarak hazırladıkları yetiştirme ortamlarında yürüttükleri çalışmalarında *H. ulmarius* için taslak oluşum süresinin 21.33 gün (buğday samanı) ile 27.33 gün (buğday samanı+köpek dişi ayrığı) arasında değiştiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada taslak oluşumu safhasından, ilk hasada kadar geçen sürenin ise 24.67 ila 31.33 gün arasında değiştiği belirlenmiştir.

Sutha ve ark. (2019), farklı ortamlarda yetişen *H. ulmarius*’un taslak oluşumunun 21.1 gün ve 28.9 gün arasında gerçekleştiğini, üretim sürecinin ise 47.1 gün ile 57.8 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Khade ve ark. (2019) ise farklı katkı materyalle desteklenen buğday sapında, *H. ulmarius* taslak gelişiminin misel gelişimi tamamlandıktan sonra 20.33 ile 23.00 gün içinde gerçekleştiğini ilk hasat için ise taslak oluşumundan sonra 27.33 ile 56.57 güne ihtiyaç olduğunu rapor etmişlerdir.

Malayil ve ark. (2017), saman üzerinde yetiştirilen *H. ulmarius*’a sıvı biyogaz atığı püskürtülmesi durumunda mantar gelişim sürecini hızlandırdığını bildirmişlerdir. Çalışmada, kontrol ortamında *H. ulmarius* taslak oluşumu için geçen süre 47 gün olarak belirlenmiş, bu süre sıvı biyogaz ilavesiyle 45 güne düşürülmüştür. Aynı çalışmada şapka oluşumu kontrolde 49. günde başlamış, sıvı biyogaz püskürtülen torbalarda bu süre 46 güne düşmüştür. Kontrolde ilk hasat 54. günde yapılırken, sıvı biyogaz püskürtülen torbalarda 49 günde elde edilmiştir.

Sonuçlarımız, taslak oluşumunun 45-47 gün arasında değiştiğini bildiren Malayil ve ark. (2017)’nin 38.33-49.0 gün sürdüğünü bildiren Khade ve ark. (2019)’nin bulguları ile benzer olsada, çalışmada sunulan süreler, primordial başlamanın 21.1-33.0 günden sonra ortaya

çıkıldığını bildiren diğer yazarlara göre daha uzundur (Munna ve ark., 2019; Sutha ve ark., 2019). MS substratı, önceki çalışmalardan çok daha uzun bir mahsul süresi göstermiştir. Özellikle MS substratı, önceki çalışmalardan çok daha uzun bir mahsul süresi göstermiştir. Farklı çalışmalarda elde edilen sonuçlar arasındaki bu fark, kullanılan suşun yanı sıra substratın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlanabilir.



Şekil 4.2. *H. ulmarius* üretiminde taslak oluşum süreci

4.3 Yetiştirme Ortamlarının Kimyasal ve Lignoselülozik Özellikleri ile Üretim Süreci Arasındaki Korelasyonlar

Substrat içeriği ve yetiştirme süreci arasındaki korelasyonların belirlenmesi, *H. ulmarius* mantarının ihtiyaçlarının değerlendirilmesi için iyi parametreler sunabilir. Misel gelişim süresi ile substratların kül ($r^2=+0.868$) ve N ($r^2=+0.795$) içerikleri arasında anlamlı bir pozitif ilişki vardır (Tablo 4.3). Tersine, misel gelişim süresi ile substratların selüloz içeriği arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur ($r^2= -0.883$). Bulgularımız, nispeten daha yüksek bir substrat azot içeriğinin misel büyümesi üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu bildiren Philippoissis ve arkadaşları (2001) ile uyumludur. Denememizden elde edilen veriler, daha düşük N ve kül içeren ve daha yüksek bir selüloz içerikli substratların, *H. ulmarius*'un misel gelişim süresini kısalttığını göstermektedir.

Tablo 4.3. Yetiştirme ortamının kimyasal ve lignoselülozik özellikleri ile üretim süreci arasındaki korelasyonlar

	Misel gelişim süresi	Taslak oluşumuna kadar geçen süre	İlk hasada kadar geçen süre
Kül	0,868**	0,339	0,438
N	0,795**	0,247	0,357
C:N	-0,594*	0,108	-0,004
Hemiselüloz	0,166	0,019	-0,008
Selüloz	-0,883**	-0,650	-0,683
Lignin	-0,363	0,336	0,255

*Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli

** Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli

Atila (2019a), farklı tarımsal atıklar üzerinde gelişen *Hericum erinaceus* mantarının misel gelişim süreci ile substratların kimyasal ve ligniselülozik içerikleri ile ilişkileri ile ilgili değerlendirmede, *H. erinaceus* mantarının misel gelişim süresi ile substratların N içeriği arasında herhangi bir ilişki bulunmadığını, ancak misel gelişim süresinin substratın C:N oranı ve lignin içeriği ile pozitif ilişkili olduğunu bildirmiştir. Atila (2019b) tarafından yürütülen *Lentinula edodes* mantarı misel gelişimi ile substratların kimyasal ve ligniselülozik içerikleri ile ilişkilerini araştırdıkları çalışmada ise *L. edodes* mantarının misel gelişim süresi ile substratların N içeriği ile negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Farklı mantar türleri ile yapılan bu çalışmalarda elde edilen bu farklı sonuçlar her bir mantar türünün farklı ihtiyaçlara sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

4.4. Tarım ve Orman Endüstrisi Atıklarının *H. Ulmarius*'un Verim Performansına Etkileri

Çalışmada, farklı ortamların *H. ulmarius* mantarının verim, biyolojik etkinlik BE(%) ve ortalama mantar ağırlıkları üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı olarak belirlenmiştir ($p < 0.01$)

Toplam taze mantar üretimi 102.4 g/kg (PS) ile 340.0 g/kg (BS) arasında değişmiştir. Test edilen substratlardan elde edilen flaş sayısı ise 2-4 arasında değişmiştir. Her substrattan elde edilen flaş yüzdeleri farklıdır. Verim, sırasıyla ortalama 108.8 ve 102.4 g/kg ile her iki talaş tipine (KT ve ÇT) çok benzerdi. Toplam verimin %65.7'si ve %64.0'ı sırasıyla KT ve ÇT substratlarında ilk flaşta elde edilmiştir (Tablo 4.4).



Şekil 4.3. *H. ulmarius* üretiminde şapka oluşum süreci

Tarımsal atıklar, dört yıkama üreten BS hariç, üç yıkama sergilemiştir. FS, MS ve BS substratlarında toplam verimin sırasıyla %40,0, %56,5 ve %49,2'si ilk flaşlarında elde edilmiştir. BE (%) farklı yüzeylerde %36.0 ile %93,1 arasında değişmiştir ve iki talaş arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. En yüksek BE (%), substratların geri kalanından farklı olarak FS üzerinde gerçekleştirilmiştir. KT ve ÇT substratlarının kolonizasyonu oldukça hızlı olmasına rağmen, bu substratlar en az verim elde edilmiştir (sırasıyla %36.0 ve %41.0) ve BS (%93.1), MS (%61.8) ve BS'de elde edilen BE'den önemli ölçüde farklıydı (%67,4). Çeltik samanı substratlarında gözlemlenen artan verim, mantar tarafından daha iyi kullanılan uygun besinlerin varlığından kaynaklanabilir. Tahıl samanları, mantarın beslenmesini sağladığı selüloz, hemiselüloz ve lignin açısından zengindir (Biswas ve Biswas, 2015). Basidiomycetes mantarları, selüloz, hemiselüloz ve lignini parçalama ve şapka üretme kapasitesine sahiptir. Talaş substratı ile gözlenen düşük verim, içlerindeki zengin lignin içeriğine ve *H. ulmarius*'un lignin benzeri maddeleri parçalama konusundaki zayıf yeteneğine bağlanabilir.



BUĞDAY SAMANI



ÇAM TALAŞI



FASÜLYE SAPI



KAVAK TALAŞI



MISIR SİLAJI

Şekil 4.4. Farklı substratlarda gelişen *H. ulmarius* mantarları

Tablo 4.4. Farklı substratların *H. ulmarius*'un verim parametreleri üzerine etkisi

Substrates	Yield (g/kg)				Toplam verim (g/kg)	Biyolojik etkinlik (%)	Ortalama mantar ağırlığı (g)
	1. Flaş	2. Flaş	3. Flaş	4. Flaş			
KT	71.5	37.31	0.00	0.00	108.78**d	35.97**d	50.5**a
ÇT	65.55	36.83	0.00	0.00	102.38 d	41.00 d	43.5 a
FS	135.97	118.88	59.04	26.09	339.98 a	93.14 a	28.7 b
MS	119.70	59.17	33.01	0.00	211.88 c	61.83 c	22.3 b
BS	112.62	70.37	46.11	0.00	229.10 b	67.38 b	24.9 b
AMK	Veri yok	Veri yok	Veri yok	Veri yok	Veri yok	Veri yok	Veri yok

KT: kavak talaşı; ÇT: çam talaşı; FS: fasulye samanı; MS: mısır silajı; BS: buğday samanı; AMK: atık mantar kompostu. *P<0.05. **P<0.01'de anlamlılığı gösterir. ns önemli değil; aynı sütun ve ardından aynı harf içindeki değerler Tukey testi ile önemli ölçüde farklı değildir. (n=10)

Malayil ve ark. (2017) *H. ulmarius*'u hem buğday samanında hem de biyogaz sıvısı püskürtülen buğday samanında yetiştirmişlerdir. Bu çalışmada samana püskürtülen biyogaz sıvısının verimi kontrolde $1,97 \pm 0,25$ kg/kg'dan $3,5 \pm 0,80$ kg/kg substrata yükselttiği belirlenmiştir. Ayrıca kontrol ortamından %231.7 ve biyogaz sıvısı püskürtülen saman ortamından ise için %437.5 biyolojik verim elde edilmiş ve *H. ulmarius* üretiminde sıvı biyogaz kullanımı önerilmiştir.

Munna ve ark (2019), yetiştirme ortamlarının *H. ulmarius* mantarının verimi üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada en yüksek buğday ve muz yaprağı (936.6 g/ 2kg) ile hazırlanan ortamda, en düşük verim, buğday ve talaş ile hazırlanan ortamda (665g/2kg) kaydedilmiştir. Aynı çalışmada biyolojik etkinlikler ise %66.5 (buğday ve talaş) ve %93.67 (sırasıyla buğday ve muz yaprağı) arasında değişmiştir.

Sethi ve ark. (2012), *H. ulmarius* üretimi için farklı yetiştirme ortamları ve dezenfeksiyon yöntemleri denedikleri çalışmalarında, sıcak su (80°C) ile dezenfekte edilmiş buğday samanı substratında %63.70-73.65 ile maksimum biyolojik verim elde etmişlerdir.

Khade ve ark. (2019), buğday sapına %2 oranında eklenen farklı organik ve inorganik katkı materyallerinin *H. ulmarius* verimine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, verimin 320.0 g/kg ile 811.11 g/kg arasında değiştiğini ve aynı ortamlarda elde edilen biyolojik etkinliğin ise %32 ile %81 arasında olduğunu rapor etmişlerdir.

Çalışmada elde edilen verim, Malayil ve ark. (2017) rapor ettiği bulgularından (%231.7 ve %437.5 BE) son derece düşüktür. Öte yandan, çalışmada test edilen substratlar üzerindeki BE değerleri, buğday samanı, pirinç samanı ve deniz yosunu, muz yaprağı, çeşitli küspe ve unlar gibi alternatif substratların eklendiği önceki çalışmalarda belirtildiği (%32.0 ila %125) aralık içinde yer almıştır (Sethi ve ark., 2012; Sutha ve ark., 2019; Khade ve ark., 2019; Munna ve ark., 2019; Hausiku ve Mupambwa, 2018).

Çalışmamızda elde edilen verilere göre, FS, daha kısa ürün döngüsü (28 gün), yüksek verim ve BE% (340.0 g/kg ve %93.1) nedeniyle *H. ulmarius* için en iyi substrat olarak belirlenmiştir. MS substratı üzerindeki üretim, KT ve ÇT'dan çok daha geç başlamasına rağmen, verim talaş bazlı substratlardan daha yüksekti. Zadrazil (1978) mantar verimindeki önemli farklılıkların, substratın kimyasal bileşimindeki farklılıklardan veya substratlarda uyarıcı maddelerin varlığı veya yokluğundan kaynaklandığını bildirmiştir.

Elde edilen en yüksek ortalama mantar ağırlıkları 50.5 g (ÇT) ve 43.5 g (KT) ile talaş bazlı substratlardan elde edilmiştir. Tarımsal atıklardan hasat edilen şapkaların ortalama ağırlıkları ise 22.3 g ile 28.7 g arasında bulunmuştur ve aralarında önemli bir fark yoktur. Khade ve ark (2019) farklı yetiştirme ortamlarında gelişen *H. ulmarius* şapkalarının ortalama ağırlığının 2.72 g ila 10.64 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Khade ve ark. (2019) tarafından elde edilen veriler bizim verilerimiz ile karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Bu durum denemelerde kullanılan substratların farklı olmasının yanısıra, çalışılan *H. ulmarius* ırklarının da farklı olmasından kaynaklanabilir.

Çalışmamızda, talaş bazlı ortamlardan çok daha iri mantarların elde edilmiş olmasının sebebi, talaş içindeki partiküller arasındaki küçük boşlukların, taslak oluşumunda çok önemli olan gaz alışverişi için elverişli olmaması olabilir. Bu nedenle, talaş yüzeylerde daha az taslak oluşturulabilir ve oluşan az sayıdaki taslaklar daha büyük şapka oluşturmuş olabilir.

4.5. Substratların kimyasal ve lignoselülozik özellikleri ile verim parametreleri arasındaki korelasyonlar

Verim ve BE(%), substratların lignin içeriği ($r_2 = -0.778$ ve -0.769) ve C:N oranı ($r_2 = -0.822$ ve -0.799) ile önemli ölçüde negatif ilişkilidir, ancak hemiselüloz ve selüloz oranları ile önemli ölçüde ilişki belirlenmemiştir. Philippoussis ve ark. (2001), BE ile *Pleurotus* spp. ve *Agrocybe aegerita* ve substratların C:N oranı arasında negatif bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada *Volvariella volvacea*'nın BE'si ile substratın C:N oranı arasında negatif bir korelasyon rapor edilmiştir. Ayrıca, substratların azot içeriği ile verim arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ($r_2 = +0.581$ ve $+0.555$). Bununla birlikte, substratların başlangıç N içeriği ile verim ve BE(%) yerine miselyum büyümesi ile daha güçlü bir korelasyon vardı. Bu sonuçlara göre, başlangıç substratlarındaki düşük lignin içeriği ve C:N oranı, yüksek mantar üretimi ile örtüşmektedir.

Tablo 4.5. Substratların kimyasal ve lignoselülozik özellikleri ile üretim süreci arasındaki korelasyonlar

Substrat	Verim	BE (%)	Ortalama mantar ağırlığı
Kül	0,464	0,431	-0,843
N	0,581	0,555	-0,786
C:N	-0,822	-0,799	0,923*
Hemiselüloz	-0,093	-0,050	-0,359
Selüloz	0,093	0,062	0,583
Lignin	-0,778	-0,769	0,928*

*Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli

** Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli

Atila (2019b)'nın, farklı tarımsal atıklar üzerinde gelişen *H. erinaceus* mantarının verim parametreleri ile substratların kimyasal ve ligniselülozik içerikleri ile ilişkileri araştırdığı çalışmada, *H. erinaceus* mantarının verim parametreleri ile substratların N içeriği arasında herhangi bir ilişki bulunmadığını, ancak BE (%)'nin substratların lignin içeriği ile pozitif, selüloz/lignin oranı ile negatif ilişkili olduğu rapor edilmiştir. Atila (2019b) tarafından yürütülen *Lentinula edodes* mantarı misel gelişimi ile substratların kimyasal ve ligniselülozik içerikleri ile ilişkilerini araştırdıkları diğer bir çalışmada ise *L. edodes* mantarının verim parametreleri ile substratların N içeriği ve lignoselülozik içerikleri arasında herhangi bir ilişki belirlenmemiştir.

Her mantar türü, miselyum büyümesi ve en yüksek verim için farklı bir optimum C:N oranına ihtiyaç duyar (Zied et al., 2011). Chang ve Miles (1984), *Pleurotus* spp.'de primordial indüksiyon için C:N oranlarının 32-150 arasında olduğunu bildirirken, Atila (2019b), *H. erinaceus* misel büyümesi için optimum C:N oranının 44.2 ile 151.6 arasında olduğunu bildirmiştir. Ancak C:N oranı 63:1 aralığında olan FS ve orta düzeyde N içeriği (%0.86) miselyum gelişimini desteklemekte, meyve verme süresini kısaltmakta ve *H. ulmarius*'un BE'sini artırmaktadır. Bu aynı zamanda, enzimatik bozunma aktivitesinde çok etkili olan gaz değişimi için FS'nin fiziksel yapısının uygunluğu ile de ilişkili olabilir.

H. ulmarius lignoselülozik substratlar üzerinde büyüdüğüde, lignin bozunması hemiselüloz ve selülozdan daha düşüktür. Sivaprakasam (1980), düşük lignin içeriğine sahip mantar yetiştirme substratlarının daha yüksek enzim aktivitesine sahip olabileceğini ve böylece daha yüksek mantar verimi ve BE elde edebileceğini bildirmiştir. Wang et al. (2001) ayrıca BE

ile ligninin bozunması arasında negatif bir ilişki belirlemiştir. ÇT ve KT substratları üzerinde gözlemlenen zayıf verim, iplerindeki zengin lignin içeriğine ve *H. ulmarius*'un lignini madde olarak parçalama konusundaki zayıf yeteneğine bağlanabilir.

4.6. *H. ulmarius* mantarının üretim sürecinde substratların kimyasal ve lignoselülozik içeriğinde meydana gelen değişimler

Yetiştirme döngüsü sürecinde analiz edilen substratların kimyasal ve lignoselülozik içeriklerinde önemli oranlarda değişimler meydana gelmiştir ($p < 0.01$). (Şekil 4.4).

Misel gelişimini tamamlayan torbalardan alınan örnekler ile yapılan analizler sonucunda, pH, EC, kül (%), organik madde (%), karbon (%), azot (%) ve C:N oranlarının değişimi Şekil 4.4.'de görülmektedir. Substratların sterilizasyon sonrası 6.87 (ÇT) ile 7.73 (AMK) arasında değişen pH değerleri %3.8- %22.5 oranında azalarak 5.32-7.43 değerlerine ulaşmıştır. Misel gelişim döneminde önemli derecede azalan pH değerlerindeki düşüş şapka gelişim ve hasat süreçlerinde de devam etmiş ve üretim sonrasında kalan substratların pH değerleri 4.52 (ÇT) ile 6.18 (MS) arasında değişmiştir. (Şekil 4.4). Jahromi et al. (2011), Mantar üretimi sürecinde yetiştirme ortamlarının pH'sındaki düşüş daha önceki çalışmalarda da rapor edilmiştir (Atila, 2019 a; Atila 2019b).

Kül ve N içeriği ise, misel gelişim periyodundan sonra tüm substratlarda önemli ölçüde artmıştır. Bu artış şapka oluşum döneminde de devam etmiştir. Mantar yetiştiriciliğinden sonra ortaya çıkan atık substratlardaki kül ve azot konsantrasyonu sterilizasyon sonrasında elde edilen değerlere göre sırasıyla %32.4-158 ve %7.6-%81.2 arasında daha yüksekti. Hasat sonunda substratların kül içeriğindeki artış, substratlardaki organik madde kaybının bir sonucu olarak inorganik elementlerin konsantrasyonundaki artış ile açıklanabilir (Singh, 2000; Escalona ve ark., 2001). Rao ve Naik (1990), substratta azot sabitleyici mikroorganizmaların bazılarının varlığının substratların N içeriğinde bir artışa yol açabileceğini belirtse de, N seviyesindeki bu artış, atık mantar kompostunda kalan miselyum ve mantar kalıntısına bağlanabilir. Normal koşullar altında, misel gelişimi ve şapka oluşumu sırasında substratta azot kullandığından, mantar yetiştirme sürecinde substrattaki N miktarı mantar N tükettiğinden dolayı azalma eğiliminde olmalıdır. Bununla birlikte, atık mantar kompostundaki N içeriği, mantar kalıntısı ve misel proteinlerinin toplamıdır ve bu bileşenlerin N içerikleri arasında ayırım yapmak için herhangi bir analiz yapılmadığından, substrattan azot kaybını belirlemek mümkün değildir.

C:N oranı *H. ulmarius* üretiminden sonra KT'de %25.4, ÇT'da %18.6, BS'de %38.13, FS'de %45.14 ve MS'de %14,7 azalmış, ancak bu düşüş FS ve BS gibi BE'si yüksek substratlarda daha fazla meydana gelmiştir. Sánchez ve Royse (2002), mantar yetiştiriciliğinden sonra substratlarda C:N oranının azaldığını da bildirmiştir. Mantar yetiştiriciliği sırasında lignoselülozik materyalin fungal hücre dışı enzimler tarafından parçalanması sonucu substratlardaki karbon miktarı azalır. Öte yandan, gelişen miselyum, substratın N içeriğinin artmasına katkıda bulunur. Büyüyen ortamlarda C oranı azalırken, N oranı arttıkça C:N oranının azalması beklenen bir sonuçtur.



Tablo 4.6. *Hypsizygus ulmarius* üretim sürecinde substratların kimyasal yapılarında meydana gelen değişimler

Substrat	Gelişim Safhası	pH	EC	Kül (%)	N (%)	C:N
KT	Sterilizasyon sonrası	7,26**a	0,73 **b	2,05** a	0,29** b	199,85** a
	Misel gelişimi sonrası	6,22 b	0,70 b	2,04 a	0,42 a	134,96 b
	Hasat sonrası	4,94 c	1,23 a	1,64 b	0,38 a	149,17 b
ÇT	Sterilizasyon sonrası	6,87**a	0,53**c	0,50**c	0,28*b	210,50**a
	Misel gelişimi sonrası	5,32 b	0,73 b	1,19 b	0,31 ab	182,27 b
	Hasat sonrası	4,52 c	1,07 a	1,29 a	0,33 a	171,26 b
BS	Sterilizasyon sonrası	7,08**a	1,60**b	8,57 **b	0,52**c	103,01 **a
	Misel gelişimi sonrası	6,45 b	1,17 c	5,50 c	0,66 b	83,09 b
	Hasat sonrası	4,80 c	2,03 a	11,35 a	0,81 a	63,73 c
FS	Sterilizasyon sonrası	7,20**a	1,50**c	6,70**c	0,86**c	62,87**a
	Misel gelişimi sonrası	5,99 b	2,20 b	7,09 b	0,93 b	54,36 b
	Hasat sonrası	5,45 c	2,67 a	12,53 a	1,56 a	34,49 c
MS	Sterilizasyon sonrası	7,46**a	2,90*ab	17,44**b	1,35**b	35,60**a
	Misel gelişimi sonrası	6,79 b	2,60 b	15,87 c	1,70 a	28,85 b
	Hasat sonrası	6,18 c	3,17 a	22,47 a	1,48 b	30,37 b
AMK	Sterilizasyon sonrası	7,73** a	3,47 öd	57,63**a	0,74**b	33,26 öd
	Misel gelişimi sonrası	7,43 b	3,63	54,35 b	0,80 a	33,23
	Hasat sonrası	VERİ YOK	VERİ YOK	VERİ YOK	VERİ YOK	VERİ YOK

KT: kavak talaşı; ÇT: çam talaşı; FS: fasulye samanı; MS: mısır silajı; BS: buğday samanı; AMK: atık mantar kompostu. *P<0.05.**P<0.01'de anlamlılığı gösterir. ns önemli değil; aynı sütun ve ardından aynı harf içindeki değerler Tukey testi ile önemli ölçüde farklı değildir. (n=10)

Substratlardaki hemiselüloz konsantrasyonu kademeli olarak %3,33-28,39'dan (sterilizasyon sonrası) %0-15,58'e (misel gelişimi sonrası) düşmüştür (Tablo 4.7). Hemiselüloz, misel gelişim döneminde *H. ulmarius* miselleri tarafından en çok tüketilen lignoselülozik içerikti. Bununla birlikte, yetiştirme dönemlerinde hemiselülozun bozunma oranları substratlara göre farklılık göstermiştir. Genel olarak, BS hariç substratlar üzerinde misel gelişim dönemi boyunca yüksek bir hemiselüloz bozunması gözlemlenirken, şapka gelişimi ve hasat sürecinde daha düşüktü. Sonuçlarımız, lignin ve selülozun parçalanmasından önceki ilk aşamada hemiselülozun mantar için bir enerji kaynağı olduğunu bildiren önceki çalışmalarla uyumludur (Gaitan-Hernandez et al., 2006; Philippoussis et al., 2003; Philippoussis et al. ., 2011; Atilla, 2019b).

Substratlardaki selüloz içeriği misel gelişim dönemi sonrasında %18.08 ile %47.11 arasında değişmiştir. MS ve FS substratlarında selüloz içeriği azalmasına rağmen ÇT, KT, BS substratlarında değişmemiştir, AMK substratında ise %33'lik bir artış gözlenmiştir. Üretim sonrasında, *H. ulmarius*, talaş selülozunun çoğunu sağlam tutarken (KT ve ÇT'de sırasıyla %8.5 ve %2.7 kayıp), tarımsal atıklarda daha yüksek bozunma oranları sergiledi (BS, FS ve MS'de sırasıyla %22.4, %25.4 ve %37 kayıp),. MS, BS ve FS substratları üzerinde gelişen *H. ulmarius*'un daha yüksek verimi ve BE(%)'si, bu substratlar üzerinde meyve verme aşaması sırasında yüksek selüloz bozunması ile ilgili olabilir. Görüşümüz, hemiselüloz ve selülozun bozunma oranı ile BE(%) arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildiren Wang ve arkadaşlarının (2001) sonuçları ile desteklenmektedir. Daha yüksek verim ve biyolojik verimlilik, daha yüksek selülaz aktivitesi ile ilişkilidir (Kurt ve Büyükalaca, 2010). Selülozun tarımsal substratlarda hızlı bozunması, meyve gövdesi verimi için gerekli olan selülozun daha verimli kullanımına yol açabilir.

Tablo 4.7. *Hypsizygus ulmarius* yetiştirme periyodu sırasında substratların lignoselülozik içeriklerinde meydana gelen değişiklikler

Substrat	Gelişim safhası	Hemiselüloz	Selüloz	Lignin
KT	Sterilizasyon sonrası	13,76** a	49,01** a	25,25** a
	Misel gelişimi sonrası	11,11 b	47,14 a	25,28 a
	Hasat sonrası	9,41 b	44,85 b	19,83 b
ÇT	Sterilizasyon sonrası	20,52**a	41,07ns	25,54**a
	Misel gelişimi sonrası	13,18 b	42,07	22,93 b
	Hasat sonrası	9,72 c	39,95	20,61 c
BS	Sterilizasyon sonrası	28,39**a	40,35 **a	8,80**b
	Misel gelişimi sonrası	23,16 b	40,07 a	13,67 a
	Hasat sonrası	15,58 c	31,32 b	7,38 c
FS	Sterilizasyon sonrası	13,22**a	48,23**a	13,88**a
	Misel gelişimi sonrası	8,52 b	41,72 b	13,42 a
	Hasat sonrası	5,34 c	35,98 c	11,23 b
MS	Sterilizasyon sonrası	17,52**a	35,62** a	13,89 öd
	Misel gelişimi sonrası	11,38 b	29,01 b	14,97
	Hasat sonrası	5,15 c	22,44 c	13,51
AMK	Sterilizasyon sonrası	3,33**	13,56** b	5,89 öd
	Misel gelişimi sonrası	0,00	18,08 a	5,47
	Hasat sonrası	VERİ YOK	VERİ YOK	VERİ YOK

KT: kavak talaşı; ÇT: çam talaşı; FS: fasulye samanı; MS: mısır silajı; BS: buğday samanı; AMK: atık mantar kompostu. *P<0.05. **P<0.01'de anlamlılığı gösterir. ns önemli değil; aynı sütun ve ardından aynı harf içindeki değerler Tukey testi ile önemli ölçüde farklı değildir. (n=10)

Misel gelişim dönemi sonrasında substratların lignin içeriği %5.47-%25.25 arasında değişmiştir. Misel gelişim döneminden sonra, lignin içeriği BS'de arttı (%55.4) ve KT, FS, MS substratlarında değişiklik göstermedi, buna karşılık KT'nin lignin içeriği misel büyümesi sırasında hafifçe azaldı (%0.1). MS'de şapka gelişim ve hasat döneminde lignin içeriği sadece %2.73 azalmasına rağmen, ÇT ve KT substratlarının lignin içeriğindeki düşüş şiddetliydi; ÇT ve KT substratlarında lignin sırasıyla %25,25'ten %19,83'e ve %25,54'ten %20,61'e düşmüştür. Literatürde azotun lignolitik enzim üretimine etkileri konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Kachlishvili ve ark. (2005), *L. edodes*'un daha yüksek lakkaz aktivitesinin, nitrojen açısından zengin substratlarda elde edildiğini, substratların düşük nitrojen içeriğinin ligninin biyolojik bozunmasını artırabileceğini gösteren sonuçlarımızın aksine, belirtmiştir. Öte yandan Blanchette (1991), bulgularımıza benzer şekilde, düşük N substrat içeriğinin bazı mantar türlerinde lignin bozulmasını desteklediğini bildirmiştir.

Substratın kimyasal bileşimi, lignoselülozik içeriği parçalayabilen hücre dışı enzimlerin aktivitesini etkiler (Morais ve ark. 2000). Yetiştirme döneminde lignin içeriği yüksek olan talaş substratlarda selüloz tüketimi çok düşük olmuştur. Ligninin biyolojik olarak parçalanmasının zor olması nedeniyle, mantar miselyumunun selüloz ve hemiselülozdan kullanımını azalır (Eriksson ve ark., 1990).

Tablo 4.8. *Hypsizygus ulmarius* üretimi sonucu oluşan atık mantar kompostunun kimyasal ve lignoselülozik içeriği

	pH	EC (dS m ⁻¹)	Kül (%)	N (%)	C (%)	C:N	Hemiceluloz (%)	Selüloz (%)	Lignin (%)
KT	4.94** c	1.23** d	1.64** d	0.38** d	57.04** a	149.17** b	9.41** b	44.85** a	19.83 a
ÇT	4.52 c	1.07 d	1.29 d	0.33 d	57.25 a	171.26 a	9.72 b	39.95 b	20.61 a
FS	5.45 b	2.67 b	12.53 b	1.56 a	50.73 a	34.49 d	5.34 c	35.98 c	11.23 c
MS	6.18 a	3.17 a	22.47 a	1.48 b	44.97 b	30.37 e	5.15 c	22.44 e	13.51 b
BS	4.80 c	2.03 c	11.35 c	0.81 c	53.03 b	63.73 c	15.58 a	31.32 d	7.38 d

KT: kavak talaşı; ÇT: çam talaşı; FS: fasulye samanı; MS: mısır silajı; BS: buğday samanı; AMK: atık mantar kompostu. *P<0.05. **P<0.01'de anlamlılığı gösterir. ns önemli değil; aynı sütun ve ardından aynı harf içindeki değerler Tukey testi ile önemli ölçüde farklı değildir. (n=3)

4.7. Tarım ve orman endüstrisi atıklarının *H. ulmarius*'un şapka boyutları ve rengine etkileri

Farklı yetiştirme ortamlarının mantar kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda şapka eni, boyu, sap kalınlığı ve renk değerleri tespit edilmiştir. Sap boyu için belirlenen değerler bakımından substratlar arasında önemli ölçüde farklılık gösterirken ($p < 0.05$), şapka genişlik, şapka boy ve sap kalınlık açısından substratlar arasında istatistiksel fark bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Tablo 4.4.)

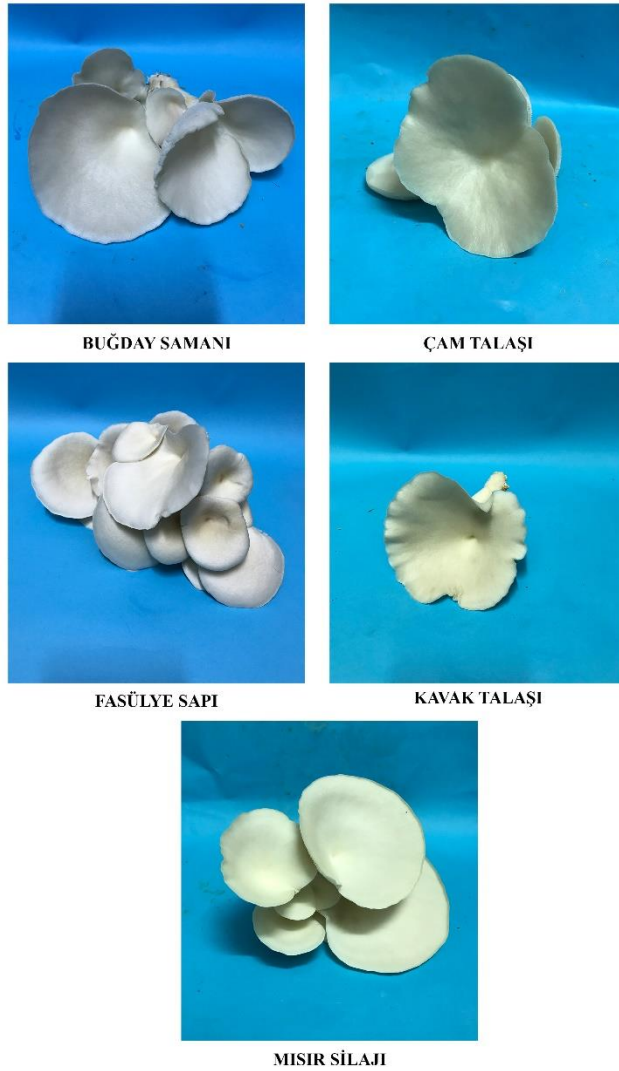
Fasulye sapı ile hazırlanan ortamda şapka genişliği 96,3 mm ile en yüksek değere sahipken, mısır silajı ile hazırlanan ortamda şapka genişliği 87,6 mm olarak belirlenmiştir. Şapka boyu bakımından kavak talaşı ile hazırlanan ortam 80.2 mm ile en yüksek değerde olduğu belirlenirken, bunu takiben çam talaşı, fasulye sapı, buğday samanı ve en küçük değere sahip ortamın mısır silajı (78.6 mm, 76.1mm, 75.3 mm, 75.1 mm) olduğu tespit edilmiştir. Sap boyu bakımından kavak talaşı ortamı en yüksek değere sahiptir (62.6 mm).

Munna ve ark. (2019), farklı yetiştirme ortamlarının şapka büyüklüklerine etkisini araştırdıkları çalışmalarda, farklı ortamların şapka genişliği ve sap uzunluğu üzerinde etkili olduğunu, *H. ulmarius*'un şapka genişliğinin 6.00 cm ile 6.33 cm arasında değiştirken, sap uzunluğunun 7.50 cm ile 11.17 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Khade ve ark. (2019), farklı yetiştirme ortamlarında gelişen *H. ulmarius* şapkalarının şapka çapının 4.09 ila 6.72 cm, şapka uzunluğunun 2.62 ila 4.43 cm, şapka çapının ise 2.73 ila 3.84 cm arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda elde edilen veriler Munna ve ark. (2019) ve Khade ve ark. (2019) tarafından elde edilen verilere göre daha yüksektir. Şapka çapı ve sap uzunluğu üzerinde havalandırma miktarı ve ışıpta etkilidir (Kivaisi ve ark., 2003). Zadrazil (1978), sap uzunluğu arttıkça mantarın kalitesinin düştüğünü belirtmişlerdir. Neupane ve ark. (2018), yetiştirme ortamı hazırlığında kullanılan substratlar ve tarımsal atıkların kimyasal bileşiminin sap uzunluğundaki farklılıklardan sorumlu olabileceğini söylemişlerdir.

Tablo 4.9. Farklı yetiştirme ortamlarının *Hypsizygus ulmarius* şapka boyutları üzerindeki etkileri

	Şapka Genişlik (mm)	Şapka Boy (mm)	Sap Boy (mm)	Sap Kalınlık (mm)
KT	92.5 ö.d	80.2 ö.d.	62.6*a	14.3 ö.d
ÇT	94.2	78.6	44.9 b	19.1
FS	96.3	76.1	57.7 ab	23.3
MS	87.6	75.3	43.6 b	14.9
BS	97.7	75.1	48.6 ab	17.3

KT: kavak talaşı; ÇT: çam talaşı; FS: fasulye samanı; MS: mısır silajı; BS: buğday samanı; AMK: atık mantar kompostu. *P<0.05.**P<0.01'de anlamlılığı gösterir. ö.d. önemli değil; aynı sütun ve ardından aynı harf içindeki değerler Tukey testi ile önemli ölçüde farklı değildir. (n=10)



Şekil 4.5. Farklı substratlarda gelişen *H. ulmarius* şapkaları

Farklı yetiştirme ortamlarından hasat edilen mantarların renk ölçümleri karşılaştırıldığında, yetiştirme ortamlarının şapkaların a* değerleri ve Hue değerleri üzerinde etkileri olmadığı halde, L* değeri, b* değeri ve Croma değerleri üzerinde ise %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (p<0,01). Elde edilen sonuçlarda şapkaların L* değerleri 77.5 ile 87.6 değerleri arasında değişmiştir. Buna göre, fasulye sapı ve mısır silajı ile hazırlanan substratlardan elde edilen şapkaların rengi daha beyazdır. Buğday sapından elde edilen şapkalar daha koyu renktedir. Çalışmada elde edilen b* değerleri 8.29 (KT) ve 11.56 (MS) arasında değişirken, Croma değeri ise 8.31 (KT)- 11.57 (MS) arasında değişmiştir. Hue değerleri ise 86.8 (KT) ve 88.2 arasında bulunmuştur.

Tablo 4.10. Farklı yetiştirme ortamlarının *Hypsizygos ulmarius* şapka rengi üzerindeki etkileri

Substrat	L	a	b	Croma	Hue
KT	81.0 **bc	0.45 ö.d	8.29**b	8.31**b	86.8ö.d
ÇT	85.1 ab	0.53	9.72 ab	9.74 ab	86.9
FS	87.6 a	0.46	10.87 a	10.88 a	87.4
MS	86.7 a	0.38	11.56 a	11.57 a	88.2
BS	77.5 c	0.38	9.63 ab	9.63 ab	87.7

KT: kavak talaşı; ÇT: çam talaşı; FS: fasulye samanı; MS: mısır silajı; BS: buğday samanı; AMK: atık mantar kompostu. *P<0.05.**P<0.01'de anlamlılığı gösterir. ö.d. önemli değil; aynı sütun ve ardından aynı harf içindeki değerler Tukey testi ile önemli ölçüde farklı değildir. (n=10)

4.8. Tarım ve orman endüstrisi atıklarının *H. ulmarius*'un şapka besin içeriğine etkileri

Farklı yetiştirme ortamlarının, şapkaların kuru madde, kül, protein, yağ, karbonhidrat içerikleri ve enerji değerleri üzerine etkileri %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (p<0.05).

Denemede, farklı ortamlarda gelişen *H. ulmarius* şapkalarının kuru madde içeriğinin %10.45 ile %11.52 arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar Kalac (2009) 'un bildirdiği değerlerden yüksektir. En yüksek kuru madde içeriğine sahip şapkalar fasulye sapında gelişirken, en düşük kuru madde içeriğine sahip şapkalar ÇT substratından hasat edilmiştir. Malayil et al. (2017), saman üzerine püskürtülen sıvı biyogazın mantarın nem içeriğini arttırarak %93'e çıkardığını rapor etmişlerdir. Buna göre bahsedilen çalışmada *H. ulmarius* için belirlenen kuru madde içeriği %7'dir ve bizim çalışmamızda elde edilen değerlerden oldukça düşüktür. Bunun sebebi Malayil ve ark (2017), üretim sırasında

mantarların üzerine püskürttükleri su ve sıvı biyogazın şapkaların nem içeriğini yükseltmesi olabilir.

Farklı ortamlarda yetiştirilen *H. ulmarius* şapkalarının kül içeriği %6.11-%7.95 arasında bulunmuştur. En yüksek kül içeriği ÇT substratında belirlenirken, en düşük kül içeriği FS substratında tespit edilmiştir. Hausiku ve Mupambwa (2018), *H. ulmarius* şapkalarının kül içeriğinin yetiştikleri ortama göre %7.69-8.46 arasında değiştiğini bildirmiştir, Sunday ve ark., (2020), farklı ortamlarda yetiştirdikleri *H. ulmarius* mantarlarının kül içeriklerini %7.96-10.50 olarak belirlerken, Khan ve ark. (2009), *H. ulmarius*'un kül içeriğini %9.2 olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen veriler Hausiku ve Mupambwa (2018) ile uyuşsa da Sunday ve ark. (2020) ve Khan ve ark. (2009)'un bulgularına göre düşüktür. Bunun sebebi, şapkaların farklı ortamlarda üretilmiş olmalarıdır. Şapkaların kül içerikleri yetiştirme ortamından etkilenmektedir. Bonati et al, (2004), farklı yetiştirme ortamlarda ürettikleri *P. ostreatus* ve *P. sajor-caju* şapkalarının kül içeriklerini belirlemişler ve çeltik sapında gelişen *P. sajor-caju* şapkalarının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Farklı olarak, *P. ostreatus* şapkalarında ise muz yaprakları yetiştirme ortamı olarak kullanıldığında kül içeriğinin arttığı tesbit etmişlerdir.

Michael et al. (2011), farklı ortamlarda yetiştirilen mantarların protein ve diğer besin içeriklerinin çok farklı bulunduğunu ifade etmişlerdir. Basidiomycetes mantarları, azot kullanımını maksimuma çıkarabilen ve onu yenilebilir mantar proteinleri şeklinde biriktirebilen en verimli organizmalardan biridir (Leisola ve ark., 2012). Kurt ve Büyükalaca (2010), mantarların, lignoselülozik materyallerin büyük molekül ağırlıklı çözünmeyen bileşenlerini çözünebilir-düşük moleküler ağırlıklı bileşiklere dönüştüren enzimler salgıladıkları ve bu bileşiklerin beslenme için mantarlar tarafından yetiştirme ortamından emilebildiği bildirilmişlerdir. Çalışmamızda, mısır silajı ile yetişen mantarların protein oranı %20.07 ile en yüksek değere sahipken, %12.11 ile çam talaşında yetiştirilen mantarların en düşük protein içeriğine olduğu saptanmıştır. MS ortamında hasat edilen şapkaların protein içeriği KT, ÇT, FS, BS substratlarında gelişen şapkalara göre sırası ile %26,1, %39,7, %16,7 ve %24.9 oranlarında yüksektir. Khan ve ark, (2008), yaptıkları çalışmada en yüksek azot içeriğine sahip olan muz yaprakları ile hazırlanan yetiştirme ortamından en yüksek protein değerine sahip *Pleurotus florida* şapkalarını hasat ettiklerini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada şekilde en düşük protein içeriğine sahip şeker pancarı posasından da en düşük protein içeriğine sahip şapkalar elde edilmiştir. Yetiştirme ortamlarının protein içeriği ile şapkaların

protein içeriği arasında ilişki bulunduğuna dair sonucumuz Khan ve ark. (2008)'nin sonuçları ile uyuşmaktadır, Malayil ve ark (2017)'de azot içeriği yuğsek olan sıvı azotun puskurtuğduğu torbalardan elde edilen şapkaların protein değerinin yuğsek oldunu bildirmişlerdir. *H. ulmarius*'un protein içeriği Hausiku ve Mupambwa (2018) tarafından %17.3-21.22, Sunday ve ark. tarafından %19.25- 24.5, Khan ve ark. (2009) tarafından ise %31.3 olarak ifade edilmiştir, Munna ve ark. (2019), farklı yetiştirme ortamlarının *H. ulmarius*'un besin içeriğine etkisini belirledikleri çalışmalarında maksimum protein içeriğini %31.50 ile buğday samanı ve muz yaprağı ile hazırlanan ortamlarda yetişen şapkalarda elde etmişlerdir. Aynı çalışmada maksimum karbonhidrat içeriğide (%22.67) aynı ortamda kaydedilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen veriler önceki çalışmalarda (Hausiku ve Mupambwa, 2018) ve Sunday ve ark. (2020)'nin sonuçları ile yakın olsada, Khan ve ark. (2009) ve Munna ve ark. (2019) *H. ulmarius*'ta çok daha yuğsek protein içerikleri rapor etmişlerdir. Bu farkın, belirtilen çalışmalarda mantar protein içeriğini hesaplamak için katsayı olarak kullanılması gereken 4.38 katsayısı (Bano ve Rajarathnam, 1988) yerine 6.25 katsayısının kullanılmasından kaynaklandığı görülmüştür.

En yuğsek yağ oranına sahip mantar %2.89 ile buğday samanında yetişen ortamdan hasat edilirken, mısır silajı ortamında yetişen mantarların %2.67, fasulye sapı ile yetişen ortamda %2.5, kavak talaşında % 1.99 ve ile am talaşında yetişen mantarların % 1.98 oranında yağ içeriğine sahip olduğu saptanmıştır. Hausiku ve Mupambwa, (2018), farklı yetiştirme ortamlarında gelişen *H. ulmarius* şapkalarının yağ içeriğinin %1.48 ile 1.98 arasında değiştiğini bildirirken, Sunday ve ark. (2020) ise bu değerin %3.8-4.2 arasında olduğunu rapor etmiştir. Çalışmamızda KT ve T ortamlarından elde edilen veriler Hausiku ve Mupambwa, (2018)'nin verileri ile uyumlu olsada FS, BS ve MS substratlarından elde edilen veriler belirgin derecede daha yuğsek değerlere sahiptir. Bu çalışmada elde edilen yağ içerikleri, daha önce farklı substratlar üzerinde yetiştirilen *H. ulmarius* mantarları için bildirilenlere benzer iken (Munna ve diğerleri, 2019; Usha ve Saguna, 2015), Sunday ve ark., (2020) tarafından bildirilenden düşük, Khan ve ark, (2009) tarafından bildirilen değerlerden ise yuğsektir.

Karbonhidrat içeriği bakımından kavak talaş ortamında yetişen mantarlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yuğsek karbonhidrat içeriğine sahip mantar, %77,96 ile am talaşı ortamında yetiştiği belirlenmiştir. En düşük ise %69,3 ile mısır silajı yetişen mantarlarda

olduğu saptanmıştır. Patil ve ark. (2010) *H. ulmarius*'ta bulunan toplam karbonhidrat içeriğini %30.24 - %42.26 olarak rapor etmişlerdir.

H. ulmarius'taki toplam karbonhidrat içeriği %69.31 (MS) ile %77.96 (ÇT) arasında değişirken, geçmiş araştırmalar diğer bazı mantar türleri için daha düşük veya benzer değerler bildirmiştir (Kadnikova ve ark., 2015). Bu varyasyonlar, farklı metodolojilerin, substratların ve suşların kullanımına bağlanabilir. Peter (2013) mantar karbonhidratlarının diğer terapötik eylemlerle birlikte kan şekeri düzeylerinin düşürülmesini kolaylaştıran diyet lifi olarak kabul edilebileceğini bildirmiştir.

H. ulmarius'un zayıf bir enerji kaynağı olduğu, ilgili literatür değerlerine benzer şekilde 378.5–388.1 kcal/ 100 g d.w. enerji değeri sağladığı gösterilmiştir (Manjunathan ve Kaviyaran, 2011; Wang ve diğerleri, 2014). Değerlendirilen beş farklı yetiştirme ortamı, *H. ulmarius* mantarı ham proteini, yağı, külü, karbonhidratı ve enerjisinde geniş varyasyonlar sundu. Bu tür sonuçlar, yetiştirme substratlarının uygun seçimi veya modifikasyonu yoluyla mantarın besin değerini artırma potansiyelini göstermiştir.

4.9. *H. ulmarius* şapkalarının toplam fenolik içeriğinin değerlendirilmesi

Fenolik bileşikler, en yaygın olarak bilinen bitki sekonder metabolitleri arasındadır ve güçlü antioksidanlar olarak işlev görür. Kültüre alınan *H. ulmarius* mantarlarının toplam fenolik içerikleri ile ilgili literatür verileri sınırlıdır (Babu ve Rao, 2013; Shivashankar ve Premkumari, 2014). Ayrıca, mevcut çalışmada farklı tarımsal atıklarda yetiştirilen *H. ulmarius*'un toplam fenolik içeriği (TPC) ilk kez değerlendirildi. Farklı ortamlarda yetiştirilen *H. ulmarius* şapkalarının TPC'si, 3.65 mg GAE/ g ve 4.64 mg GAE/ g arasında değişirken, toplam fenolik içerik *L. edodes* için 18.03 mg GAE/g (Lee ve ark., 2021), *G. lucidum* için 2.107 mg GAE/g, *Pleurotus* spp. için 2.725–36.0 mg GAE/g (Imran ve ark., 2011; Gonzalez ve ark., 2021), *H. erinaceus* miselyum ve şapkalarında (3,82-4,89 mg GAE/g) (Doğan ve ark., 2021) ve *G. lucidum* için (2.107 mg GAE/g) (Sknepnek ve ark., 2011) olarak rapor edilmiştir.

Tablo 4.11. Farklı yetiştirme ortamlarının *Hypsizygus ulmarius* şapka besin içeriği üzerindeki etkileri

	Toplam fenol (mg GAE/g)	Kuru madde (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kkal)
KT	4.01*ab	10.54**b	14.83**c	1.99**d	7.87**a	75.30**b	378.5**c
ÇT	3.65 b	10.45 b	12.11 d	1.98 d	7.95 a	77.96 a	378.1 c
FS	3.98 ab	11.52 a	16.72 b	2.50 c	6.11 c	74.67 b	388.1 a
MS	3.82 ab	10.76 b	20.07 a	2.67 b	7.96 a	69.31 c	381.5 b
BS	4.64 a	11.02 ab	15.08 c	2.89 a	6.63 b	75.40 b	388.0 a

KT: kavak talaşı; ÇT: çam talaşı; FS: fasulye samanı; MS: mısır silajı; BS: buğday samanı; AMK: atık mantar kompostu. *P<0.05. **P<0.01'de anlamlılığı gösterir. ns önemli değil; aynı sütun ve ardından aynı harf içindeki değerler Tukey testi ile önemli ölçüde farklı değildir. (n=3)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

2020 yılında yürütölen bu çalışmada, ölkemizde ve bölgemizde kolay ve ucuz olarak bulunabilecek farklı tarım ve orman atıkları ile hazırlanan ortamların *H. ulmarius* mantarının verim ve kalitesine etkisi araştırılmış; yetiştirme ortamlarından, sterilizasyon sonrası, misel gelişimi sonrası ve hasat sonrası alınan örneklerde ortamların kimyasal içerikleri ve lignoselülozik içeriklerinde meydana gelen değişimler belirlenmiş ve bunun verim mekanizmasına etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Ayrıca, yetiştiricilikte kullanılan farklı substratlarının *H. ulmarius* şapkalarının besin içeriği ve fenolik içeriğine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda özetlenmiştir:

Çalışmamızda, farklı substratlar üzerinde gelişen *H. ulmarius*'un misel gelişim süresinin, kullanılan substrata bağlı olarak 19.1-31.1 gün arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan substratlar arasında en hızlı kolonizasyon atık mantar kompostu substratı üzerinde gerçekteşmiştir. Ancak atık mantar kompostu üzerinde *H. ulmarius* miselleri çok hızlı geliştiği halde gelişen miseller çok zayıftır ve bu substratta misel gelişim süreci sonunda taslak oluşumu gerçekteşmemiştir. Bunun sebebinin, atık mantar kompostunun *H. ulmarius* mantarında taslak ve şapka gelişimini teşvik edecek yeterli selöloz ve hemiselöloz içeriğine sahip olmaması olduğu sonucuna varılmıştır. Hızlı misel gelişimi ise *H. ulmarius* misellerinin büyük bir miktarı *P. ostreatus* miselleri tarafından sindirilmış olan atık mantar kompostunda daha rahat gelişebilmesi ve daha önce bazı araştırıcılar tarafından da bildirildiği gibi mantar misellerinin zayıf ve elverişsiz ortamlarda daha hızlı gelişebilmelerine bağlanmıştır. Atık mantar kompostu tek başına *H. ulmarius* üretiminde kullanılamaz. Ancak bu atık materyalin değerlendirilebilmesi ya da lignin içeriği çok yüksek olan ve bu nedenle *H. ulmarius* mantarının iyi verim sergilemediği substratlarla belirli oranlarda karıştırılarak elde edilebilecek sonuçlar daha sonra yapılacak çalışmalarda araştırılmalıdır.

Çalışmada, en yüksek verim fasülye samanından hazırlanan yetiştirme ortamından elde edilmiştir. Bu substrattan elde edilen verim talaş ortamlarından 3 kat fazla, diğer tarımsal atıklardan ise en az %50 daha fazladır. Fasülye sapının *H. ulmarius* mantarının üretiminde kullanımı sadece verim açısından değil üretim sürecini kısaltması açısından da diğer substratlara karşı üstünlük sağlamıştır. Misel gelişimi, ilk taslakların oluşumu ve ilk hasada kadar geçen süreler bakımından fasülye sapı substratında gelişen mantarlar, diğer

substratlara göre çok daha kısa süreçler sergilemişlerdir. Bu nedenle 90 günlük süreçte, kavak talaşı ve çam talaşı substratlarından 2 flaş, mısır silajı ve buğday sapı substratlarından 3 flaş elde edilirken, fasulye sapı substratından 4 flaş elde edilmiştir. Bu yüksek verimin ve kısa üretim döngüsünün sebebi bu substratın *H. ulmarius*'un ihtiyaç duyduğu besin içeriğine sahip olması ve uygun selüloz ve hemiselüloz içeriğinin yanı sıra fiziksel özellikleri bakımından uygun özelliklere de sahip olmasıdır. Poroziteli ve havadar yapısı sayesinde mantar enzim sisteminin çalışması için gereksinim duyulan oksijenin bu substratta optimum şekilde sağlanabilmiş olması muhtemeldir.

Orman endüstrisi atıkları olan kavak talaşı ve çam talaşından en düşük verim elde edilmiş olup bu durum talaş substratlarının zengin lignin içeriğine ve *H. ulmarius*'un kahverengi çürükçül bir mantar olması sebebi ile lignin benzeri maddeleri parçalama konusundaki zayıf yeteneğine bağlanmıştır. Diğer taraftan talaş substratlarında tarımsal atıklarda üretilen mantarlara göre daha az sayıda fakat çok daha iri mantarlar elde edilmiştir. Bu durum talaş substratlarında porozitenin düşük olması sebebi ile daha az sayıda taslak oluşumu ve sonuç olarakta oluşan az sayıdaki taslağın daha iri mantarlar oluşturması ile açıklanabilir.

Lignolojik içeriğin parçalanması ve verim arasındaki ilişkileri belirlemeye yönelik yapılan analizler sonucunda, *H. ulmarius*'un verim performansının, substratların selüloz içeriğinin bozulmasıyla ilgili olduğu görülmüştür. Talaş substratları da yüksek lignin içeriğine sahip oldukları halde, bu substratlarda selüloz bozunması daha düşük düzeyde olmuş bu durumda düşük verim ile sonuçlanmıştır. Talaşta selüloz parçalanmasının az olması, talaş substratlarının *H. ulmarius* lignin parçalayıcı enzimlerinin aktivasyonu için gerekli fiziksel koşulları (porozite, oksijen vb..) sağlayamaması ile de alakalı olabilir. Ayrıca talaş çeşitlerinin yüksek lignin konsantrasyonu mantar verimini olumsuz yönde etkilemektedir. *H. ulmarius* misel gelişim süreci boyunca enerji kaynağı olarak çoğunlukla hemiselüloz kullanır, oysa yetiştirme süreci boyunca lignin kullanımını sınırlıdır.

Çalışmada farklı ortamlarda gelişen şapkaların kuru madde içerikleri % 10,44-11,52, protein içeriği %12.11-20.07, yağ içeriği %1.98-2.89, kül içeriği %6.11-7.95 ve karbonhidrat içeriği %69.31-77.96 arasında değişmiştir. Enerji değerleri ise 378.1 kkal/100 gr kuru mantar ve 388.1 kkal/100 gr kuru mantar arasında bulunmuştur. *H. ulmarius* mantarı, yüksek protein içeriği, düşük yağ içeriği ve enerji değeri ile sağlıklı bir besin maddesidir. Ayrıca 3.65 mg GAE/ g kuru mantar ve 4.64 mg GAE/ g kuru mantar fenolik içeriği, yüksek antioksidan içeriğine sahip olduğunun önemli bir delilidir.

H. ulmarius mantarının yetiştiriciliği sırasında kimyasal içerik ve lignoselülozik kompozisyonun değişim oranları, substratlara bağlı olarak farklılık gösterir. Genel olarak, atık *H. ulmarius* mantar substratının EC, nitrojen, külü artarken pH, C:N oranı, selüloz, hemiselüloz ve lignin içeriği başlangıç substratına göre azalır. Tarım ve orman atıklarındaki lignoselülozik içeriğin konsantrasyonunun azaltılması onları daha besleyici ve kolay sindirilebilir hayvan yemi haline getirirken, yüksek azot içeriği ve organik maddesi sayesinde toprak düzenleyici olarak da kullanılabilirler. *H. ulmarius* üretimi, tarım ve orman atıklarının katma değerli ürünlere verimli bir şekilde kullanılmasını ve biyodönüştürülmesini sağlayabilir. Ayrıca bu yöntemle büyük miktarlarda atık çevreye zarar vermeden bertaraf edilebilmektedir.

Mevcut sonuçlar, *H. ulmarius*'un düşük lignin ve yüksek selüloz içeren ve düşük veya aşırı miktarda N içermeyen substratları tercih ettiğini ortaya koymaktadır. Fasulye samanı substratının *H. ulmarius*'un potansiyel verimini arttırdığı ve şapka verme süresini kısalttığı açıkça görülmektedir. Ayrıca, *H. ulmarius* yetiştiriciliğinde substrat olarak buğday samanı ve mısır silajının kullanılması, tatmin edici verimler sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Al-Faqeeh, L.A.S., Naser, R., Kagne S.R., 2020, Phytochemical screening and antioxidant activity of *Hypsizygus ulmarius* (Bull.). Research Journal of Pharmacy Technology, 13, 297-4302. <https://doi.org/10.5958/0974-360X.2020.00759.3>
- Amdekar, S., 2016, *Ganoderma lucidum* (Reishi): source of pharmacologically active compounds. Current Science, 111(6), 976.
- Anonim (2021). www.first-nature.com. "Hypsizygus ulmarius, Elm Oyster mushroom" (Erişim tarihi: 01.09.2021)
- A.O.A.C, 1995. In: Williams, S. (Ed.), Association of Official Analytical Chemists, 16th edition. Washington, USA.
- Ashraf, J., Ali, M. A., Ahmad, W., Ayyub, C. M., Shafi, J., 2013. Effect of different substrate supplements on oyster mushroom (*Pleurotus* spp.) production. Food Science and Technology, 1(3), 44-51.
- Ashulata, K., Thakur, M. P. (2014). Effect of paddy straw quality and its supplementation on growth, yield and biochemical composition of redhead mushroom (*Hypsizygus ulmarius*). Journal of Mycology and Plant Pathology, 44(1), 99-104.
- Atila, F., Tuzel, Y., Cano, A.F., Fernandez, J.A., 2017. Effect of different lignocellulosic wastes on *Hericium americanum* yield and nutritional characteristics. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97, 606–612. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7772>
- Atila, F., 2017. Evaluation of suitability of various agro-wastes for productivity of *Pleurotus djamor*, *Pleurotus citrinopileatus* and *Pleurotus eryngii* mushrooms. Journal of Experimental Agriculture International. 17, 1–11. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2017/36346>
- Atila, F., 2019a, Lignocellulosic and proximate based compositional changes in substrates during cultivation of *Hericium erinaceus* mushroom. Scientia Horticulturae, 258, 108779 <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108779>.
- Atila, F., 2019b, Compositional changes in lignocellulosic content of some agro-wastes during the production cycle of shiitake mushroom. Scientia Horticulturae, 245, 263–268. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.029>
- Atila, F., 2020, Comparative study on the mycelial growth and yield of *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) Karst. on different lignocellulosic wastes. Acta Ecological Science, 40,153–157. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2018.11.007>
- Baghel, D., Singh, V., Shukla, C. S., Singh, H. K. 2019. Studies on nutritional and physiological requirement for growth and biomass of *Hypsizygus ulmarius*. International Journal Current Microbiology Applied Science, 8, 169-176. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.812.025>

- Biswas, M.K., Biswas, S.M., 2015, Recycling of ligno-cellulosic waste materials through oyster mushroom cultivation for sustainable food production. *International Journal of Environmental Science*, 9, 655-659.
- Balakrishnan, B., Nair, M.C., 1995, Production technology of oyster mushroom. In: Chadha KL, Sharma SR (eds) *Advances in Horticulture*, vol 13. Mushroom Malhotra Publishing House, New Delhi, 109–116 pp.
- Blanchette, R.A., 1991, Delignification by wood-decay fungi. *Annual Review of Phytopathology*, 29, 381–398.
- Bobadilla, M.C., Marcos, A.G., González, E.P.V., Alba-Elías, F., 2019. Bioremediation of waste water to remove heavy metals using the spent mushroom substrate of *Agaricus bisporus*. *Water*. 11, 454. <https://doi.org/10.3390/w11030454>
- Bonatti, M., Karnopp, P., Soares, H.M., Furlan, S.A., 2004. Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajorcaju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes, *Food Chemistry*, 88, 425-428.
- Cesaro, A., Belgiorno, V., Guida, M., 2015, Compost from organic solid waste: Quality assessment and European regulations for its sustainable use. *Resources, Conservation and Recycling*, 94, 72-79.
- Cesaro, A., Belgiorno, V., Guida, M., 2015, Compost from organic solid waste: Quality assessment and European regulations for its sustainable use. *Resources, Conservation and Recycling*, 94, 72-79.
- Ferreira, I.C.F.R., Vaz, J.A., Vasconcelos, M.H., Martins, A., 2010, Compounds from wild mushrooms with antitumor potential. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, 10, 424-436.
- Chandravanshi, P. 2007, Studies on blue oyster mushroom (*Hypsizygus ulmarius*, Bull. Ex. Fr.) In Chhattisgard (Doctoral Dissertation, Indira Gandhi Krishi Vishwavidyalaya, Raipur).
- Chang, S.T., 1999, World production of cultivated edible and medicinal mushrooms in 1997 with emphasis on *Lentinus edodes* (Berk.) Sing, in China. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1(4).
- Chang, S.T., 2008, Overview of mushroom cultivation and utilization as functional foods. *Mushrooms as functional foods*, 260.
- Cherney, J.H., Volenec, J.J., Nyquist, W.E., 1985, Sequential fiber analysis of forage as influenced by sample weight 1. *Crop Science*, 1113-1115.
- Croan, S.C., 2000, Conversion of wood waste into value-added products by edible and medicinal *Pleurotus* (Fr.) P. Karst. species (Agaricales sl, Basidiomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 2(1). <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushr.v2.i1.80>

- Carrasco-Cabrera, C. P., Bell, T.L., Kertesz, M.A., 2019, Caffeine metabolism during cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) with spent coffee grounds. Applied Microbiology and Biotechnology, 103, 5831-5841. <https://doi.org/10.1007/s00253-019-09883-z>.
- Carrasco, J., Zied, D.C., Pardo, J.E., Preston, G.M., Pardo-Gimenez, A., 2018. Supplementation in mushroom crops and its impact on yield and quality. AMB Expr 8, 146. <https://doi.org/10.1186/s13568-018-0678-0>
- Cavins, T.J., Whipker, B.E., Fonteno, W.C., Harden, B., McCall, I., Gibson J.L., 2000. Monitoring and managing pH and EC using the PourThru extraction method. Horticulture Information Leaflet 590. Raleigh (NC): North Carolina State University.
- Chang, S.T., Miles, P.G., 1984, A new look at cultivated mushroom. BioScience, 34, 358-62.
- Chang, S. T., Miles, P.G., 1989, Edible Mushrooms and their cultivation. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Chang, S.T., Wasser, S.P., 2017, The cultivation and environmental impact of mushrooms. Environmental Science, <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.231>
- Catal, S., Peksen, A., 2020, Physical, chemical and biological properties of spent mushroom substrates of different mushroom species. Acta Hortic. 1287. ISHS 2020. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1287.45> XXX IHC – Proc. Int. Symp. on Culinary Herbs and Edible Fungi
- Debnath, S., Saha, A. K., Das, P., 2017, Biological Activities of Schizophyllum commune Fr.: A Wild Edible Mushroom of Tripura, North East India. Journal of Mycopathology Research, 54, 469-475.
- Doroški, A., Klaus, A., Kozarski, M., Cvetković, S., Nikolić, B., Jakovljević, D., et al., 2021, The influence of grape pomace substrate on quality characterization of *Pleurotus ostreatus*—Total quality index approach. Journal of Food Processing and Preservation, 45, e15096.
- Ellouze, M., Sayadi, S., 2016, White-rot fungi and their enzymes as a biotechnological tool for xenobiotic bioremediation. In Management of Hazardous Wastes; InTech: Rijeka, Croatia, 2016.
- Eren, E., Pekşen, A., 2016, Türkiye'de kültür mantarı sektörünün durumu ve geleceğine bakış. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4, 189-196.
- Eren, E., Pekşen, 2019, Türkiye’de Kültür Mantarı Üretimi ve Teknolojik Gelişmeler. Mantar Dergisi, 10(3), 225-233.
- Eriksson, K.E.L., Blanchette, R.A., Ander, P., 1990. Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components. New York: Springer-Verlag. ISBN 0-38751600-X.

- Escalona, C. L., Ponce, P. L., Estrada, M. A., Solano, S. G., Ricardo, S. O., Cutido, E.M., 2001, Cambios en la composición bromatológica del GARAVER inoculado con una cepa de *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Animal Production*, 13, 21-24.
- Fang, Q.H., Zhong, J.J., 2002, Effect of initial pH on production of ganoderic acid and polysaccharide by submerged fermentation of *Ganoderma lucidum*. *Process Biochemistry*, 37, 769-774.
- FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations 2019. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. <http://www.fao.org/home/en>
- Ferreira, I.C., Heleno, S.A., Reis, F.S., Stojkovic, D., Queiroz, M.J.R., Vasconcelos, M.H., et al., 2015, Chemical features of *Ganoderma* polysaccharides with antioxidant, antitumor and antimicrobial activities. *Phytochemistry*, 114, 38-55.
- Ghahremani-Majd, H., Dashti, F., 2015, Chemical composition and antioxidant properties of cultivated button mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 56, 376-382.
- Goyal, R., Grewal, R.B., Goyal, R.K., 2006. Nutritional attributes of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus sajor caju* mushrooms. *Nutrition and Health*, 18, 179-84.
- Greeshma, P., Ravikumar, K.S., Neethu, M.N., Pandey, M., Zuhara, K F., Janardhanan, K.K., 2016, Antioxidant, anti-inflammatory, and antitumor activities of cultured mycelia and fruiting bodies of the elm oyster mushroom, *Hypsizygus ulmarius* (Agaricomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 18(3).
- Guo, M., Chorover, J., 2004, Solute release from weathering of spent mushroom substrate under controlled conditions. *Compost Science and Utilization*, 12(3), 225-234.
- Guo, M., Chorover, J., Rosario, R., Fox, R.H., 2001, Leachate chemistry of field-weathered spent mushroom substrate. *Journal of Environmental Quality*, 30, 1699-1709.
- Gaitán-Hernández, R., Esqueda, M., Gutiérrez, A., Sánchez, A., Beltrán-García, M., 2006. Bioconversion of agrowastes by *Lentinula edodes*: the high potential of viticulture residues. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 71, 432–439. <http://dx.doi.org/10.1007/s00253-005-0241-1>.
- Gaitán-Hernández, R., Esqueda, M., Gutierrez, A., Beltran-Garcia, M., 2011. Quantitative changes in the biochemical composition of lignocellulosic residues during the vegetative growth of *Lentinula edodes*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42, 30–40. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-83822011000100004>
- García-Delgado, C., Yunta, F., Eymar, E., 2015. Bioremediation of multi-polluted soil by spent mushroom (*Agaricus bisporus*) substrate: Polycyclic aromatic hydrocarbons degradation and Pb availability. *Journal of Hazardous Materials*, 30, 281-288. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.07.008>.

- Greeshma, P., Ravikumar, K.S., Nithu, M.N., Zuhara, K.F., Janardhanan, K.K., 2016, Antioxidant, anti-Inflammatory, and antitumor activities of cultured mycelia and fruiting bodies of the elm oyster mushroom, *Hypsizygus ulmarius* (Agaricomycetes). International Journal of Medicinal Mushrooms, 18, 235-244. <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.v18.i3.60>
- Greeshama, P., Feba, J., Zuhara, F.K., Janardhanan, K.K., 2019, Elm oyster mushroom *Hypsizygus ulmarius* (Bull.;Fr) attenuates carbon tetrachloride induces hepatic injury in Wistar rats. Indian Journal of Experimental Biology, 57, 763-769
- Hanafi, F.H.M., Rezanía, S., · Taib, S.M., · Din, M.F.M., Yamauchi, M., Sakamoto, M., · Hara, H., · Park, J., Ebrahimi, S.S., 2018. Environmentally sustainable applications of agro-based spent mushroom substrate (SMS): an overview. Journal of Material Cycles and Waste Management, 20,1383–1396. <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0739-0>
- Harada, A., Yoneyama, S., Doi, S., Aoyama, M., 2003, Changes in contents of free amino acids and soluble carbohydrates during fruit body development of *Hypsizygus marmorreus*. Food Chemistry, 83, 343-47.
- Hausiku, M.K., Mupambwa, H.A., 2018. Seaweed amended rice straw substrate and its influence on health related nutrients, trace elements, growth and yield of edible white elm mushroom (*Hypsizygus ulmarius*). International Journal of Agriculture and Biology, 20, 2763–2769. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0831>
- Hayes W A and Haddad S P (1976) The nutritive value of mushrooms. *Mushroom J* 30: 204.
- Heleno, S.A, Barros, L., Sousa, M.J. , Martins, A. , Ferreira, I.C.F.R., 2009, Study and characterization of selected nutrients in wild mushrooms from Portugal by gas chromatography and high performance liquid chromatography. Microchemical Journal, 93, 195–199. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2009.07.002>
- Ingale, A., Ramteke, A., 2010, Studies on cultivation and biological efficiency of mushrooms grown on different agro-residues. Innovative Romanian Food Biotechnology, 6, 25-28.
- Jatav, R. S., Gupta, A. K., Anila, D., Meena, A.K., 2012, Studies of different physical factors on mycelial growth of blue oyster mushroom [*hypsizygus ulmarius* (Bul.) redhead]. International Journal of Agricultural and Statistical Sciences, 8, 347-354.
- Joshi, S., Borkar, P. G., Saykar, A. D., Pawar, S.V., 2018, Assessment of biological efficiency of *Pleurotus sajor caju*, *P. florida*, *P. citrinopileatus* and *Hypsizygus*. IJCS, 6, 2299-2301.
- Kacar, B. ve İnal, A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, 879 s, Ankara.
- Kalac, P., 2009, Chemical composition and nutritional value of European species of wildgrowing mushrooms: A review. Food Chemistry, 113, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.077>

- Karunagaran, L., Baskar, R., 2014, Comparative study on the production, purification and characterization of exopolysaccharides from oyster mushrooms, *Pleurotus florida* and *Hypsizygus ulmarius* and their applications. In Proceedings of 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8), New Delhi, India, 19-22 November 2014. Volume I & II (pp. 192-198). ICAR-Directorate of Mushroom Research.
- Khatian, N., Aslam, M., 2018, A review of *Ganoderma lucidum* (Reishi): A miraculous medicinal mushroom. *Inventi Rapid: Ethnopharmacology*, 4, 1-6.
- Kırbağ, S., Korkmaz, V., 2014, Değişik tarımsal atıkların bazı kültür mantarı türlerinin besin değerleri üzerine etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15, 126-131
- Kivaisi, K., Magingo, F. S. S., Mamiro, B., 2003, Performance of *Pleurotus flabellatus* on water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) shoots at two different temperature and relative humidity regimes. *Tanzania. Journal of Science*, 29, 11-18.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D. W., and Stappers, J.A. 2008. *Dictionary of the Fungi* (10th Ed.) Wallingford, U. K, CABI, 335p.
- Koutrotsios, G., Kalogeropoulos, N., Kaliora, A. C., Zervakis, G.I., 2018, Toward an increased functionality in oyster (*Pleurotus*) mushrooms produced on grape marc or olive mill wastes serving as sources of bioactive compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66, 5971-5983.
- Krasnopolskaya, L. M., Leontieva, M. I., Avtonomova, A. V., Isakova, E. B., Belitsky, I. V., Usov, A. I., & Bukhman, V. M., 2008, Antitumor properties of submerged cultivated biomass and extracts of medicinal mushrooms of genus *Hypsizygus* singer (Agaricomycetidae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 10, 25-35.
- Kumar, K., Lal, A. A., & Mohle, K. K. (2019). Evaluation of different substrates for growth, yield and nutritive value of *Hypsizygus ulmarius* (Blue Oyster Mushroom). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8, 1634-1638.
- Kurtzman R H (1976) Nutrition of *Pleurotus sapidus*: Effect of lipids. *Mycologia*, 68, 286-95.
- Kachlishvili, E., Penninckx, M.J., Tsiklauri, N., Elisashvili, V., 2005, Effect of nitrogen source on lignocellulolytic enzyme production by white-rot basidiomycetes under solid-state cultivation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22, 391–397. <https://doi.org/10.1007/s11274-005-9046-8>
- Khade, R.S., Jadhav, A.C., Dhavale, M.C., Gaikwad, A.P., 2019. Evaluation of different supplementations on growth and yield of elm oyster (*Hypsizygus ulmarius*) mushroom. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8, 1084-1095.

- Khan, M.A., Tania, M., Ruhul Amin, S.M., Alam, N., Uddin, M.D., 2008, An investigation on the nutritional composition of mushroom (*Pleurotus florida*) cultivated on different substrates. Bangladesh Journal of Mushroom. 2, 17-23
- Koutrotsios, G., Mountzouris, K.C., Chatzipavlidis, I., Zervakis, G.I., 2014, Bioconversion of lignocellulosic residues by *Agrocybe cylindracea* and *Pleurotus ostreatus* mushroom fungi – assessment of their effect on the final product and spent substrate properties. Food Chemistry, 161, 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.121>
- Krasnopolskaya, L.M., Leontieva, M.I., Avtonomova, A.V., Isakova, E.B., Belitsky, I.V., Usov, A.I., Bukhman, V.M., 2008. Antitumor properties of submerged cultivated biomass and extracts of medicinal mushrooms of genus *Hypsizygus* Singer (*Agarcomycetidae*). International Journal of Medicinal Mushrooms. 10, 25-35. <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushr.v10.i1.40>
- Kues U., Liu, Y., 2000, Fruiting body production in basidiomycetes. Applied Microbiology and Biotechnology, 54, 141-152.
- Kumar, K., Lal, A.A., Mohle, K.K. 2019, Evaluation of different substrates for growth, yield and nutritive value of *Hypsizygus ulmarius* (Blue Oyster Mushroom). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 8,1634-1638
- Kurt, S., Buyukalaca, S., 2010, Yield performances and changes in enzyme activities of *Pleurotus* spp. (*P. ostreatus* and *P. sajor-caju*) cultivated on different agricultural wastes. Bioresource Technology, 101, 3164–3169. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.12.011>
- Kwak, W.S., Jung, S.H., Kim, Y.I., 2008, Broiler litter supplementation improves storage and feed-nutritional value of sawdust-based spent mushroom substrate. Bioresource Technology, 99, 2947–2955. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.06.021>
- Leisola, M., Pastinen, O., Axe, D.D., 2012, Lignin–designed randomness. Bio-Complexity, 3, 1-11
- Mandeel, Q.A., Al-Laith, A.A., Mohamed, S.A., 2005, Cultivation of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) on various lignocellulosic wastes. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 21, 601–607. <https://doi.org/10.1007/s11274-004-3494-4>
- Mondal, S.R., Rehana, J., Noman, M.S., Adhikary, S.K., 2010, Comparative study on growth and yield performance of oyster mushroom (*Pleurotus florida*) on different substrates. Journal of Bangladesh Agriculture, 8,213-220
- Morais, M., Ramos, A., Matos, N., Oliveira, E.J.S., 2000, Note Production of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) on lignocellulosic residues. Food Sciencea and Technology International. 6, 123–128.
- Munna, J., Lal, A. A., Singh, P.K., 2019, Performance of different substrate on the production and nutritional composition of blue oyster mushroom (*Hypsizygus ulmarius* (Bull.:Fr.) Redhead). International Journal of Chemistry Studies. SP6, 366-368

- Malayil, S., Chanakya, H.N., Ashwath, H., Suresh, H., 2017, Biogas digester liquid as a supplement for higher yields of *Hypsizygus ulmarius*. *Environmental Technology and Innovation*, 8, 269–281. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2017.05.001>
- Manzi, P., Aguzzi, A., Pizzoferrato, L., 2001, Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73, 321-325.
- Meera, K. S., Sudha, G., Rajathi, K., Manjusha, G.V., 2011, Antidiabetic effect of aqueous extract of *Hypsizygus ulmarius* on Streptozotocin-Nicotinamide induced diabetic rats. *Asian Journal of Pharmaceutical and Biological Research (AJPBR)*, 1(2).
- Miles, P. G., Chang, S.T., 2004, *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact*. CRC press.
- Munna, J., Simon, S., Lal, A. A., Baboo, A., Singh, P. K., 2021, Cultivation of blue oyster medicinal mushroom (*Hypsizygus ulmarius* (Bull.: Fr.) Redhead) on various agricultural residue for growth, yield and nutrient content. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10, 842-845.
- Nandi, S., Sikder, R., Acharya, K., 2019, Secondary metabolites of mushrooms: A potential source for anticancer therapeutics with translational opportunities. In *Advancing Frontiers in Mycology & Mycotechnology* (pp. 563-598). Springer, Singapore.
- Narsi, R.B., Khumukcham, R.K. Kumar, R., 2006, Biodegradation of pulp and paper mill effluent using anaerobic followed by aerobic digestion. *Journal of Environmental Biology*, 27, 405-408.
- Neupane, S., Thakur, V., Bhatta, B., Pathak, P., Gautam, B.B., Aryal, L., 2018, Performance of different substrates on the production of oyster mushroom (*Pleurotus florida*). *International Journal of Science Research*, 8, 231-240.
- Nigussie, A., Kuyper, T. W., de Neergaard, A., 2015, Agricultural waste utilisation strategies and demand for urban waste compost: evidence from smallholder farmers in Ethiopia. *Waste Management*, 44, 82-93.
- Olivier, J. M., 1994, Developments in the cultivation of specialty mushroom with emphasis on *Pleurotus* and *Shiitake*. *Mushroom Information*, 96, 5-19.
- Oyetayo, V.O., Ariyo, O.O., 2013, Micro and macronutrient properties of *Pleurotus ostreatus* (jacq: fries) cultivated on different wood substrates. *Jordan Journal of Biological Science*, 6, 223 – 226
- Pala, S. A., Wani, A. H., Mir, R. A., 2012, Diversity of macrofungal genus *russula* and *amanita* in hirpora wildlife sanctuary, Southern Kashmir Himalayas. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 13, 65-71.
- Patil, S.S., Ahmed, S.A., Telang, S. M., Baig, M.M.V., 2010, The nutritional value of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) kumm cultivated on different lignocellulosic agrowastes. *Innovative Romanian Food Biotechnology*, 7, 66-76

- Pekşen, A., Günay, A., 2009, Use of substrates prepared by the mixture of tea waste and wheat straw in *Agaricus bisporus* (L.) Sing. cultivation. *Ekoloji*, 19, 48-54
- Patil, S.S., 2010, Cultivation of *Pleurotus sajor-caju* on different agricultural waste substrate. *Journal of Science Research Reporter*. 2, 225-228.
- Paula, F.S., Tatti, E., Abram, F., Wilson, J., O'Flaherty, V., 2017, Stabilisation of spent mushroom substrate for application as a plant growth-promoting organic amendment. *Journal Environment Management*, 196, 476-486. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.038>
- Peralta, R.M. da Silva, B.P. Côrrea, R.C.G., Kato, C.G., Seixas, F.A.V., Bracht, A., 2017, in: *Enzymes from basidiomycetes—peculiar and efficient tools for biotechnology*, chapter 5- biotechnology of microbial enzymes: production, biocatalysis and industrial applications, Academic Press, pp. 119–149, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803725-6.00005-4>
- Philippoussis, A., Zervakis, G., 2000, Management of agro-industrial wastes through the cultivation of edible mushrooms. *Proceedings of the forth waste forum Milano*.
- Philippoussis, A., Zervakis, G., Diamantopoulou, P., 2001, Bioconversion of agricultural lignocellulosic wastes through the cultivation of the edible mushrooms *Agrocybe aegerita*, *Volvariella volvacea* and *Pleurotus* spp. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 17, 191-200. <https://doi.org/10.1023/A:1016685530312>
- Philippoussis, A., Diamantopoulou, P., Zervakis, G., 2003, Correlation of the properties of several lignocellulosic substrates to the crop performance of the shiitake mushroom *Lentinus edodes*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 19, 551–557. <https://doi.org/10.1023/A:1025100731410>
- Philippoussis, A. Diamantopoulou, P., Papadopoulou, P., Lakhtar, H., Roussos, S., Parissopoulos, G., Papanikolaou, S., 2011, Biomass, laccase and endoglucanase production by *Lentinula edodes* during solid state fermentation of reed grass, bean stalks and wheat straw residues. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27, 285–297. <https://doi.org/10.1007/s11274-010-0458-8>
- Raina, P. K., Savita, V., Anil, G., Sharma, R. K., 2009, Evaluation of different substrates for the yield and yield related parameters in blue oyster mushroom. *Mushroom Research*, 18, 11-16.
- Ragunathan, R., Swaminatha, K., 2003, Nutritional status of *Pleurotus* spp. grown on various agro-wastes. *Food Chemistry*, 80, 371-375.
- Rajarathnam, S., Shashirekha, M.N., Rashmi S., 2003. Biochemical changes associated with mushroom browning in *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach and *Pleurotus florida* (Block and Tsao) commercial implications. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 1531–1537. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1562>
- Rezaeian, S., Pourianfar, H.R., Dowom, S.A., 2021, Quantitative changes in the biochemical and mineral composition of the substrate in solid-state cultivation of

- enoki mushroom. Waste Biomass Valorization. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01340-7>
- Road, R., Naik, D.G., 1990, Influence of two levels of N and S on the growth and lignolytic ability of *Pleurotus ostreatus* on wheat and paddy straw. Indian Journal of Animal Nutrition, 7, 71-74.
- Roy, S., Barman, S., Chakraborty, U., Chakraborty, B., 2015, Evaluation of spent mushroom substrate as biofertilizer for growth improvement of *Capsicum annuum* L. Journal of Applied Biology and Biotechnology, 3, 22-27. <https://doi.org/10.7324/JABB.2015.3305>
- Ruiz-Rodriguez, A., Soler-Rivas, C., Polonia, I., Wichers, J.H., 2010. Effect of olive mill waste (OMW) supplementation to oyster mushrooms substrates on the cultivation parameters and fruiting bodies quality. International Biodeterioration and Biodegradation. 64, 638–645. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2010.07.003>
- Reis, F. S., Martins, A., Barros, L., Ferreira, I.C., 2012, Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated mushrooms: A comparative study between in vivo and in vitro samples. Food and Chemical Toxicology, 50, 1201-1207.
- Royse, D. J., 2014, A global perspective on the high five: Agaricus, Pleurotus, Lentinula, Auricularia & Flammulina. In Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8) (Vol. 1, pp. 1-6).
- Royse, D. J., Baars, J., Tan, Q., 2017, Current overview of mushroom production in the world. Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications, 5-13.
- Sen, A., Dhal, A., Chinara, N., Dhal, P., 2020, Assessment of various nutritional media, temperature and color on growth behavior of blue oyster mushroom in Odisha, India. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(3), 842-847.
- Sevindik, M., 2018, Investigation of oxidant and antioxidant status of edible mushroom *Clavariadelphus truncatus*. Mantar Dergisi, 9, 165-168.
- Shivashankar, M., Premkumari, B., 2014, Characterization of esterolytic activity from edible mushroom *Hypsizygus ulmarius*. Journal of Bio Innovation, 3, 124-134.
- Shivashankar, M., Premkumari, B., 2014, Preliminary qualitative phytochemical screening of edible mushroom *Hypsizygus ulmarius*. Sci. Technol. Arts Res. J. 3(1), 122-126.
- Singh P.K, Kushwaha K.P.S., 2007, Effect of different media and pH on mycelial growth of *Hypsizygus ulmarius*. Journal of Mycology and Plant Pathology, 37 , 177.
- Sumi, I., Geetha, D., 2016, Influence of different media on spawn production of blue oyster mushroom (*Hypsizygus ulmarius* (Bull.: Fr.) Redhead). Mushroom Research, 25, 103-107.

- Sutha, R.K.R., Eswaran, A., 2016, Effect of surface sterilants on the tissue germination and biomass production of *Hypsizygus ulmarius*. Bull.: Fr.) Redhead (blue oyster mushroom). Asian Journal of Pharmacology and Biological Research, 7, 2289-2293.
- Sutha, R.K.R., Eswaran, A., 2016, Effect of surface sterilants on the tissue germination and biomass production of *Hypsizygus ulmarius*. Bull.: Fr.) Redhead (blue oyster mushroom). Asian Journal of Pharmacology and Biological Research, 7, 2289-2293.
- Sutha, R.K.R., Eswaran, A., Henry, D.C., Kannan, L.C., Jaiganesh, V., 2019, Effect of different substrate alone and in combination on the sporophore production of elm oyster mushroom *Hypsizygus ulmarius*. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 8, 167-3171.
- Szmidt, R.A.K., Conway, P., 1995, Leaching of recomposted spent mushroom substrates (SMS). Mushroom Science XIV, 2, 901-905.
- Salmones, D., Mata, G., Waliszewski, K. N., 2005, Comparative culturing of *Pleurotus* spp. on coffee pulp and wheat straw: Biomass production and substrate biodegradation. Bioresource Technology, 96, 537-544. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.06.019>
- Sánchez, J.E.; Royse, D.J., 2002, La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. Limusa-Grupo Noriega Editores, Tapachula.
- Sardar, H., Ali, M.A., Anjum, M.A., Nawaz, F., Hussain, S., Naz, S., Karimi, S.M., 2017, Agro-industrial residues influence mineral elements accumulation and nutritional composition of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*). Scientia Horticulture, 225, 327-334.
- Sardar, H., Anjum, M.A., Nawaz, F., Naz, S., Ejaz, S., Ali, S., Haider, S.T.A., 2020, Effect of different agro-wastes, casing materials and supplements on the growth, yield and nutrition of milky mushroom (*Calocybe indica*). Folia Horticulture, 32, 1-10. <https://doi.org/10.2478/fhort-2020-0011>
- Sethi, S., Sodhi, H.S., Dhanda, S., Kapoor, S., 2012, Cultivation of blue oyster mushroom, *Hypsizygus ulmarius* (Bull.) Redhead in plains of Northern India. Indian Journal of Ecology, 39, 195-199
- Singh, M.P., 2000, Biodegradation of lignocellulosic wastes through cultivation of *Pleurotus sajor-caju*. science and cultivation of edible fungi, 15th International Congress on the Science & Cultivation of Edible Fungi, Maastricht/Netherlands 15-19 May 2000. pp. 517-521.
- Sivaprakasam K., 1980, Studies on oyster mushroom *Pleurotus sajor-caju* Fr. Singer. Ph.D. Thesis, Tamil Nadu Agricultural University, India.
- Stamets, P., 1993, Growing gourmet and medicinal mushrooms Ten Speed Press, Berkeley. pp:257

- Sunday, J.V., Cyriacus, O.I., Okon, B.H., 2020, Nutritional and bioactive constituents of *Hypsizygus ulmarius* (Bull.:Fr.) Redhead fruit bodies cultivated on some agro-wastes. *International Journal of - Science and Research*, 6, 61–69
- Tiquia, S.M., Tam, N.F.Y., 2000, Fate of nitrogen during composting of chicken litter. *Environmental Pollution*, 110, 535–541. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00319-X](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00319-X)
- Theradimani, M., Marimuthu, T., 1991, *Pleurotus platypus* an efficient decomposer of coconut coir pith. In: *Proc. Natl. Symp on Indian Mushroom*, pp.198–201.
- Upadhyay, R.C. and H.S. Sohi. 1988, Apple pomace - a good substrate for the cultivation of edible mushrooms. *Current Science*, 57,1189-1190.
- Wang, D., Sakoda, A., Suzuki, M., 2001, Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain. *Bioresource Technology*, 78,293-300. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00002-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00002-5)
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., Lewis, B., 1991, Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- Volk, T., 2003, Tom Volk Fungus, https://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/oct98.html
- Wang, Y. S., Xing, Z.T., Feng, Z.Y., Buswell, J., Lii, X. H., 2006, Determination and analysis of major nutritional components in *H. marmoreus* fruit bodies. *Journal of Fungal Research*, 4, 33-37.
- Waqas, M., Nizami, A. S., Aburiazaiza, A. S., Barakat, M. A., Ismail, I.M.I., Rashid, M.I., 2018, Optimization of food waste compost with the use of biochar. *Journal of Environmental Management*, 216, 70-81.
- Weber, J., Kocowicz, A., Bekier, J., Jamroz, E., Tyszka, R., Debicka, M., et al., 2014, The effect of a sandy soil amendment with municipal solid waste (MSW) compost on nitrogen uptake efficiency by plants. *European Journal of Agronomy*, 54, 54-60.
- Xu,C., Cai, Y., Zhang, J., Matsuyama, H., 2010. Feeding value of total mixed ration silage with spent mushroom substrate. *Animal Science Journal*, 81, 94–198. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2009.00728.x>
- Yamauchi, M., Sakamoto, M., Yamada, M., Hara, H., Taib, S.M., Rezanian, et al., 2019 Cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on fermented moso bamboo sawdust. *Journal of King Saud University Science*, 31, 490–494. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.05.025>
- Yadav, R.K., 2006, Development of cultivation technology of blue oyster mushroom [*Hypsizygus ulmarius* (Bull.) Readhead] (Doctoral dissertation, MPUAT, Udaipur).
- Zadrazil, F., 1978, Cultivation of *Pleurotus*. In *The Biology and Cultivation of Edible Mushroom* Ed. Chang, S. T and Hayes, W. A. Academic Press, New York p 521-554.

- Zhang, H., Wu, L., Pchitskaya, E., Zakharova, O., Saito, T., Saido, T., 2015, Neuronal store-operated calcium entry and mushroom spine loss in amyloid precursor protein knock-in mouse model of Alzheimer's disease. *Journal of Neuroscience*, 35, 13275-13286.
- Zied, D.C., Savoie, J.M., Pardo-Giménez, A., 2011, Soybean the main nitrogen source cultivation substrates of edible and medicinal mushrooms. In: El-Shamy, H. (Ed.), *Soybean and Nutrition*, pp. 434–452.
- Zhang, R., Li, X., Fadel, J.G., 2002, Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw. *Bioresource Technology*, 82, 277–284. [https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(01\)00188-2](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(01)00188-2)
- Zadrazil, F., 1980, Influence of ammonium nitrate and organic supplements on the yield of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. *European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*, 9, 31-35.
- Zadrazil, F., Brunnert, H., 1982, Solid state fermentation of lignocellulose containing plant residues with *Sporotrichum pulverulentum* Nov. and *Dichotimus squalens* (Karsl) Reid. *European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*, 16, 45–51.
- Zervakis, O., Philippoussis, A., Ioannidou, S., Diamantopoulou, P., 2001, Mycelium growth kinetics and optimal temperature conditions for the cultivation of edible mushroom species on lignocellulosic substrates. *Folia Microbiologica*, 46, 231–2

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	CEREN ÖZTÜRK
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
Fakülte	ZİRAAT FAKÜLTESİ
Bölümü	TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ
Mezuniyet Yılı	2017

Yüksek Lisans	
Üniversite	AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
Enstitü Adı	FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Anabilim Dalı	TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ
Programı	TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ
Mezuniyet Tarihi	

Doktora	
Üniversite	

Enstitü Adı	
Anabilim Dalı	
Programı	Program Adı
Mezuniyet Tarihi	

Makale ve Bildiriler

ÖZTÜRK, C., & ATİLA, F. Mantarların biyolojik aktiviteleri ile ilgili in vitro, in vivo ve klinik değerlendirmeler. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 45(2), 15-15.

ÖZTÜRK, C.& ATİLA, F. Changes in lignocellulosic fractions of growing substrates during the cultivation of *Hypsizygus ulmarius* mushroom and its effects on mushroom productivity. *Scientia Horticulturae*, 288,110403, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110403>