

**Ligninolitik Enzim ve Basidiomata Üretimi Açısından  
En Verimli *Trametes versicolor* İzolatının Belirlenmesi**

Ayşenur Koban

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Biyoloji Anabilim Dalı**

**Ekim 2011**

**Determining of efficient *Trametes versicolor* strain for  
lignolilitik enzyme and in basidiomata production**

**Ayşenur Koban**

**Master Of Science Thesis**

**Department of Biology**

**October 2011**

**Ligninolitik Enzim ve Basidiomata Üretimi Açısından  
En Verimli *Trametes versicolor* İzolatının Belirlenmesi**

**Ayşenur Koban**

**Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Biyoloji Anabilim Dalı  
Genel Biyoloji Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır**

**Danışman: Doç. Dr. Mustafa YAMAÇ**

**Ekim 2011**

## ONAY

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Ayşenur Koban'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Ligninolitik Enzim ve Basidiomata Üretimi Açısından En Verimli *Trametes versicolor* İzolatının Belirlenmesi." başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

8 / 10 / 2011

**Danışman** : Doç. Dr. Mustafa YAMAÇ

### **Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:**

**Üye** : Doç. Dr. Mustafa YAMAÇ

**Üye** : Doç. Dr. Ahmet ÇABUK

**Üye** : Doç. Dr. Erbil KALMIŞ

**Üye** : Doç. Dr. Fatih KALYONCU

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Nalan Yılmaz SARIÖZLÜ

<p>Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ...../...../..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.</p> <p style="text-align: right;">Prof. Dr. Nimetullah BURNAK</p> <p style="text-align: right;">Enstitü Müdürü</p>
---

## ÖZET

Çalışmanın amacı değişik tarımsal atıkların, tıbbi önemi ile bilinen *Trametes versicolor* yetiştiriciliğinde kullanım olanaklarının araştırılması ve en iyi verim alınan tarımsal atıkların belirlenmesidir.

Çalışmada biri kontrol grubu olmak üzere 7 farklı *Trametes versicolor* suşu kullanılmış olup, bu suşların sıcaklık ve besiyeri istekleri, farklı tarımsal atıkların üzerindeki misel gelişim hızları ve yoğunluk değerleri, uygun spawn danesi ve lakkaz enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Elde edilen verilere dayanarak öne çıkan suş ve atık seçimi yapılmıştır. Seçilen tarımsal atıklar ile hazırlanan kompost karışımlarından otoklav öncesi, otoklav sonrası, primordium aşaması ve hasat zamanlarında alınan örneklerden pH, nem(g), protein, lignin(%), organik madde kaybı (%) ve içerik analizi değerleri belirlenmiştir. Hasattan sonra farklı atık karışımı bulunan kompostlarda gelişen karpoforların toplam hacim, toplam yaş ve kuru ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Buna göre kompost karışımlarının biyolojik etkinlik oranları, üretim oranları, toplam verim ve biyolojik dönüşüm oranları bulunmuştur.

Bu sonuçlar doğrultusunda 5 farklı kompost içerisinden en yüksek karpofor üretimi 207,15 g yaş ağırlıkla ve 50,26 g kuru ağırlıkla meşe talaşı+fasulye atığı olmuştur. Diğer kompost karışımlarından elde edilen üretim değerlerinin hiçbir atıkla karıştırılmamış kompostta oranla daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Elde edilen sonuçların *Trametes versicolor* yetiştiriciliğine verim artışı yönünde bir ışık tutacağı ön görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Trametes versicolor*, tarımsal atık, basidiomata üretimi

## SUMMARY

The aim of the present study was to investigate the possibility of using of different agricultural wastes in cultivation of *Trametes versicolor* with medical importance and to determining the agricultural wastes gave the best yield.

Seven different strains of *Trametes versicolor* has been used in the study. Not only growth temperature and media requests of the strains, but also effects of different agricultural wastes on mycelial growth rates and intensity, appropriate spawn type and laccase enzyme activities of these strains were determined. Based on obtained data, strain and waste type for basidiomata production were determined. Compost samples pre- and after-sterilization, primordium and harvest stages were investigated for their pH, moisture (%), protein (%), lignin (%), organic matter loss (%) and content analysis values. Biological efficiency, production rates, the total yield and biological conversion rates were also determined.

The maximum yield parameters were obtained from the compost containing oak shavings + beans waste with 207,15 g wet weight and 50,26 g dry weight. The production values of other compost mixtures with agricultural wastes gave the better results in comparison with not mixed with any waste.

**Keywords:** *Trametes versicolor*, agricultural wastes , basidiomata production

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım süresince hiçbir zaman desteğini benden esirgemeyen ve değerli bilgileriyle çalışmama yön veren danışman hocam sayın Doç. Dr. Mustafa YAMAÇ' a sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim.

Tezim süresince yaptığım çalışmalarda yardımlarını esirgemeyen laboratuvar arkadaşlarıma ve her zaman manevi desteğini yanımda hissettiğim canım arkadaşım Cansu BAYBURT' a teşekkür ederim.

Çalışmamın kompost içeriklerinin analiz edilmesi aşamasında katkı ve desteklerinden dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı öğretim üyesi Doç. Dr. Aysun PEKŞEN' e teşekkürlerimi sunarım.

Tezim süresince bana maddi ve manevi her türlü fedakârlığı gösteren, ilgi ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, benim için her zaman moral kaynağı olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayşenur KOBAN

## İÇİNDEKİLER

Sayfa No

<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>vi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xv</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Makrofungus Üreticiliğinin Tarihçesi.....	1
1.2. Makrofungusların Besin Değerleri Bakımından Önemi.....	4
1.3. Makrofungusların Ekonomik ve Ticari Önemi.....	9
1.4. Makrofungusların Kullanım Alanları ve Tıbbi Açıdan Önemi.....	13
1.5. <i>Trametes versicolor</i> .....	16
1.5.1. <i>Trametes versicolor</i> Hakkında Genel Bilgiler.....	16
1.5.1.1. Morfoloji.....	18
1.5.1.2. Enzimatik aktivite.....	18
1.5.1.3. <i>Trametes versicolor</i> proteoglikanları.....	20
1.5.1.3.1. PSK (Polisakkaro krestin).....	20
1.5.1.3.2. PSP (Polisakkaro peptid).....	21
1.6. <i>Trametes versicolor</i> Üretimi ve Kültür Olanakları.....	21
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>24</b>
2.1. MATERYAL.....	24
2.1.1. Çalışmada Kullanılan Mikroorganizma Kültürleri.....	24
2.1.2. Çalışmada Kullanılan Besiyerleri.....	25



2.1.3. Çalışmada Kullanılan Çözeltiler ve Diğer Malzemeler.....	25
2.1.4. Karpofor Üretimi Aşamasında Kullanılan Tarımsal Atıklar.....	26
2.2. YÖNTEM.....	27
2.2.1. Stok Kültürün Aktifleştirilmesi.....	27
2.2.2. Sıcaklık ve Besiyeri İsteklerinin Suşların Misel Gelişimi Üzerine Etkisi.....	28
2.2.3. Farklı Tarımsal Atıkların Suşların Misel Gelişimi Üzerine Etkisi.....	28
2.2.4. Spawn Üretimi İçin Uygun Danelerin Belirlenmesi.....	29
2.2.5. Suşların Lakkaz Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi.....	30
2.2.6. <i>Trametes versicolor</i> Suşları ile Karpofor Üretimi.....	31
2.2.6.1. Yetiştirme ortamlarının hazırlanması.....	31
2.2.6.2. Misel aşılama işlemi.....	33
2.2.6.3. İnkübasyon aşaması .....	33
2.2.6.4. Çalışmada kullanılan inceleme parametreleri .....	35
2.2.6.4.1. pH Ölçümü .....	36
2.2.6.4.2. Nem İçeriği.....	36
2.2.6.4.3. Protein tayini.....	36
2.2.6.4.4. Lignin tayini.....	37
2.2.6.4.5. Organik madde kaybı ( LOM Ölçümü).....	38
2.2.6.4.6. Karpoforların hacimleri ve ağırlıklarının hesaplanması.....	39
2.2.6.4.7. Biyolojik etkinlik oranı (BE).....	40
2.2.6.4.8. Üretim oranı.....	40
2.2.6.4.9. Verim.....	41
2.2.6.4.10. Biyolojik dönüşüm oranı.....	41
2.2.6.4.11. Kompostun içeriği.....	41

<b>3. BULGULAR ve TARTIŞMA .....</b>	<b>42</b>
3.1. Sıcaklık ve Besiyeri İsteklerinin Suşların Misel Gelişimi Üzerine Etkisi.....	42
3.2. Farklı Tarımsal Atıkların Suşların Misel Gelişimi Üzerine Etkisi.....	48
3.3. Tohumluk Misel Üretimi İçin Uygun Danelerin Belirlenmesi.....	70
3.4. Suşların Lakkaz Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi.....	81
3.5. <i>Trametes versicolor</i> Suşları İle Karpofor Üretimi.....	89
3.5.1. Kompost İçeriğine İlişkin İnceleme Parametreleri.....	92
3.5. 2. Karpofor Üretimine İlişkin İnceleme Parametreleri.....	96
<b>4. SONUÇ.....</b>	<b>100</b>
<b>5. KAYNAKLAR.....</b>	<b>105</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa No

Çizelge 1. 1. Değişik araştırmacılara göre 100 gram kültür makrofungusunun bileşiminde bulunan maddeler.....	6
Çizelge 1.2. Farklı makrofungus türlerindeki çeşitli aminoasit miktarları.....	7
Çizelge 1.3. Farklı makrofungus türlerinin besin değerleri .....	8
Çizelge 2.1. Makrofungus suşlarının suş kodu ve lokaliteleri.....	24
Çizelge 2.2. Çalışmada kullanılan çözeltiler ve diğer malzemeler.....	26
Çizelge 2.3. Eskişehir ve diğer illerden toplanan atık maddeler ve temin edildiği yerler.....	27
Çizelge 3.1. <i>Trametes versicolor</i> suşlarının PDA besiyerinde farklı sıcaklıklardaki gelişim hızları.....	42
Çizelge 3.2. <i>Trametes versicolor</i> suşlarının MEA besiyerinde farklı sıcaklıklardaki gelişim hızları .....	44
Çizelge 3.3. <i>Trametes versicolor</i> suşlarının çeşitli sardırma materyalleri üzerindeki gelişim hızı ve yoğunluk değerleri.....	72
Çizelge 3.4. Değişik indükleyicilerin <i>Trametes versicolor</i> ' un lakkaz aktivitesine etkisi...	87
Çizelge 3.5. Bütün kompost karışımlarında ve bütün örnekleme aralıklarındaki inceleme parametreleri.....	93
Çizelge 3.6. Kompostların bütün örnekleme aralıklarındaki içerik miktarları.....	94
Çizelge 3.7. Karpofor miktarları için yapılan ölçümler.....	97

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.1. Dünyada yıllara göre üretilen yemeklik makrofungus miktarı .....	10
Şekil 1.2. Ülkelere göre üretilen yıllık ortalama yemeklik makrofungus miktarı .....	10
Şekil 1.3. Makrofungusların toplam dünya üretimi .....	11
Şekil 1.4. Türkiye’de yıllara göre üretilen yemeklik makrofungus miktarı .....	12
Şekil 1.5. <i>Trametes versicolor</i> .....	17
Şekil 2.1. Öğütülerek petrilere dağıtılmış tarımsal atıklar.....	29
Şekil 2.2. Süzülerek elde edilen süpernatant kısım.....	31
Şekil 2.3. Karpofor üretiminde kullanılan kompost.....	32
Şekil 2.4. Kompostta spawnların inokülasyonu.....	33
Şekil 2.5. Kompost içinde misel gelişimi.....	34
Şekil 2.6. Aydınlatma amacı ile kullanılan floresans lambalar.....	35
Şekil 2.7. Standart eğri grafiği.....	37
Şekil 2.8. Kurutma kağıdından süzülen lignin.....	38
Şekil 2.9. Karpoforların r ve h değerleri .....	39
Şekil 2.10. Dijital kumpasla ölçülen karpoforlar.....	40
Şekil 3.1. ATCC 200801 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki büyüme hızı .....	48
Şekil 3.2. ATCC 200801 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları.....	49
Şekil 3.3. ATCC 200801 suşunun çeşitli tarımsal atıklar üzerinde misel gelişimi.....	50
Şekil 3.4. D22 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki büyüme hızı .....	51
Şekil 3.5. D22 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları.....	52
Şekil 3.6. D22 suşunun çeşitli tarımsal atıklar üzerindeki misel gelişimi.....	53
Şekil 3.7. D41 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki büyüme hızları .....	54
Şekil 3.8. D41 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları.....	55

## ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

	<b>Sayfa No</b>
Şekil 3.9. D41 suşunun çeşitli tarımsal atıklar üzerindeki misel gelişimi.....	56
Şekil 3.10. D54 suşunun 15 farklı tarımsal atıkta büyüme hızları .....	57
Şekil 3.11. D54 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları.....	58
Şekil 3.12. D54 suşunun çeşitli tarımsal atıklar üzerindeki misel gelişimi.....	59
Şekil 3.13. D58 suşunun 15 farklı tarımsal atıkta büyüme hızları .....	60
Şekil 3.14. D58 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları.....	61
Şekil 3.15. D58 suşunun çeşitli tarımsal atıklar üzerindeki misel gelişimi.....	62
Şekil 3.16. SV-1 suşunun 15 farklı tarımsal atıkta büyüme hızları .....	63
Şekil 3.17. SV-1 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları.....	64
Şekil 3.18. SV-1 suşunun çeşitli tarımsal atıklar üzerinde misel gelişimi.....	65
Şekil 3.19. T796 suşunun 15 farklı tarımsal atıkta büyüme hızları .....	66
Şekil 3.20. T796 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları.....	67
Şekil 3.21. T796 suşunun çeşitli tarımsal atıklar üzerindeki misel gelişimi.....	68
Şekil 3.22. Misel sardırılmış şişe içinde spawn taneleri.....	71
Şekil 3.23. ATCC 200801 suşunun sardırma materyalleri üzerinde şişedeki görünümleri.....	74
Şekil 3.24. D22 suşunun sardırma materyalleri üzerinde şişedeki görünümleri.....	75
Şekil 3.25. D41 suşunun sardırma materyalleri üzerinde şişedeki görünümleri.....	76
Şekil 3.26. D54 suşunun sardırma materyalleri üzerinde şişedeki görünümleri.....	77
Şekil 3.27. D58 suşunun sardırma materyalleri üzerinde şişedeki görünümleri.....	78
Şekil 3.28. SV-1 suşunun sardırma materyalleri üzerinde şişedeki görünümleri.....	79

## ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

	Sayfa No
Şekil 3.29. T796 suşunun sardırma materyalleri üzerinde şişedeki görünümleri.....	80
Şekil 3.30. ATCC 200801 suşunun lakkaz enzim aktivitesinin günlere göre dağılımı.....	81
Şekil 3.31. D22 suşunun lakkaz enzim aktivitesinin günlere göre dağılımı.....	82
Şekil 3.32. D41 suşunun lakkaz enzim aktivitesinin günlere göre dağılımı.....	82
Şekil 3.33. D54 suşunun lakkaz enzim aktivitesinin günlere göre dağılımı.....	83
Şekil 3.34. SV-1 suşunun lakkaz enzim aktivitesinin günlere göre dağılımı.....	84
Şekil 3.35. D58 suşunun lakkaz enzim aktivitesinin günlere göre dağılımı.....	84
Şekil 3.36. T796 suşunun lakkaz enzim aktivitesinin günlere göre dağılımı.....	85
Şekil 3.37. Denemeye alınan <i>Trametes versicolor</i> suşlarının inkübasyonun 20. günündeki aktivite değerleri.....	86
Şekil 3.38. Büyüme aşamasındaki kompost torbaları.....	87
Şekil 3.39. Misel sarımı tamamlanmış kompost torbaları.....	88
Şekil 3.40. Primordiumların komposttaki görünüşleri.....	88
Şekil 3.41. 60. günün sonunda gelişimlerini tamamlamış <i>Trametes versicolor</i> karpoforları.....	89

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

<b><u>Simge</u></b>	<b><u>Acıklama</u></b>
C:N	Karbon:Azot oranı
N	Azot
P	Fosfor
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Fe	Demir
Zn	Çinko
µl	mikrolitre
ml	mililitre
cm	santimetre
mM	milimolar
OM	organik madde
OC	organik karbon

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Makrofungus üreticiliğinin tarihçesi

Makrofunguslar çok eski yıllardan beri insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptirler. Eskiden olduğu gibi günümüzde de birçok insan gerek rengi, gerekse besin özelliğinden dolayı doğadaki makrofungusları devamlı olarak incelemiş, nerede, ne zaman ve ne şekilde ürediğini öğrenmeğe çalışmıştır. Hatta Ramsbotton'a göre M.Ö.485-406'da Euripidies yazdıkları şiirlerde makrofungusu tanımlamış ve makrofungus hakkındaki başlangıç belgelerini ortaya koymuştur (Günay,A., 2000). Makrofungusların insanlık için kullanımını ilk belgeleyen Theophrast' tır (M.Ö.372-287). Bu yazarın yapıtlarında, makrofungusların bazı özellikleri anlatılmış, beslenmede ve ilaç olarak hastalıkların tedavisinde, özellikle sinir sistemini düzenlemede kullanıldığı vurgulanmıştır. Avrupa'da makrofungus konusundaki gelişmelerin benzeri Asya'da da kendisini göstermiştir. Nitekim M.S. 533-544 'te makrofungus Çin'de tam anlamı ile tanınır hale gelmiş, ilaç ve büyü için kullanılmış, besin olarak pazarlarda satılmıştır (Ağaoğlu ve Güler,1991). Makrofunguslar Çin'de Ming hanedanı döneminde Wu-Shui isimli doktor tarafından ilaç olarak kullanılmıştır (Ağaoğlu ve ark., 1991).

Makrofungusların üretimine ait ilk bilgiler ancak 1600 yıllarında ortaya çıkmış ve o yıllarda Oliver de Seren adında birisinin Fransa'da hayvan dışkıları üzerinde makrofungus ürettiğini açıklamış ve yine Boztok (1990) ilk makrofungus üretimini Dillingen ve Pamuk'a istinaden 1650 yıllarında Paris banliyosundaki kavun üreticilerinin tesadüfler sonucu bulduklarını kaydetmiştir (Günay, A., 2000). Sıcak yastıklarda kullanılan at gübresi içinde makrofungusların kendiliğinden meydana gelmesi, gübre üzerinde makrofungusların üretilbileceğini ortaya koymuş ve nedeni bilinmeden makrofungus üretimi başlamıştır. Günay ve ark., (1984) ise Viyana'da 1584 yılında Clusius adlı şahsın makrofungus yetiştiriciliğini teşvik ettiğini belirtmiştir. Mardhaut 1678 'de hayvan gübresinde makrofungus yetiştiriciliğinin ne şekilde yapılacağını anlatmıştır. Tournefort 1707'de sunduğu raporda yemeklik makrofungusun Mayıs-Ekim aylarında açıkta toprak üzerinde kendiliğinden, buna karşın Ağustos-



Kasım ayları arasında bahçede, fakat at gübresi tabakaları arasında üretilmediğini vurgulamıştır (Gunay ve ark. 1984, Boztok 1990).

İlk ve orta çağda, bitkilerin büyü ve insan sağlığı yönündeki kullanımı yanında, onların doğada büyüme ve gelişme şekilleri incelenmiş, hatta birçok bitkinin kilise bahçelerinde yetiştirilmesine çalışılmıştır. Bu dönemde makrofungusların doğada hayvan gübreleri üzerinde daha güzel yetiştiği dikkati çekmiştir. Ayrıca doğadan toplanan kirli makrofungusların yıkandığı yıkama sularının döküldüğü yerlerde daha fazla ürettiği tespit edilmiştir. Bu gözlem ve incelemeler insanları, at ve eşek gübreleri üzerine makrofungus yıkama suyu dökerek üretim yapma aşamasına götürmüştür. Bu şekilde başlayan ilk makrofungus üretim çalışmaları neyin, nerede, nasıl yapılacağını ortaya çıkarmıştır. Daha uygun bir tanımlama ile, insanoğlu makrofungus üretimini kendisi yapmaya başlamıştır. Bu konuda ilk yazılı belgeler yine Avrupa'dan gelmiştir. 1731 yılında İngiltere'de makrofungus tarımı başlamış ve Miller bu konuda eserinde bilgiler vermiştir. 1754 'de Lundberg yıl boyu makrofungus üretiminin kapalı alanlarda yapılabileceğini, 1784 'de Chambry makrofungus üretimi için mağara ve tünellerin uygun yerler olduğunu, 1800' de at ve eşek gübresini olgunlaştırarak elde olunan materyal üzerinde makrofungus üretiminin gerçekleştirildiğini ve böylece ilk defa ortam hazırlamasına geçildiğini, 1810'da Chambery adlı yetiştiricinin Fransa'da taş ve kireç ocaklarında kompostu yere sermek veya yastıklar yaparak, ortam sıcaklığını ve nemi kontrol ederek makrofungus yetiştirdiğini kaydetmiştir (Günay ve ark., 1984).

1894'te Costantin ve Matruchot adlı Fransız araştırmacılar laboratuvar koşullarında makrofungus sporunu çimlendirip, özel hazırladıkları ortamlarda misel geliştirerek bilimsel metotlarla tohumluk üretimini gerçekleştirmiştir. Bunu takip eden yıllarda İngilizler doğal yoldan elde ettikleri miselleri at gübresinden yapılan kompost üzerine sardırıp, küçük kibrit kutusu büyüklüğünde parçalar haline getirip, ticari tohumluk yaparak, bu tohumluğu kendi ülkelerinde pazarlamışlardır. Hatta Amerika, Almanya, Danimarka gibi ülkelere de ihraç etmişlerdir. Ama bu tohumluğun yeteri derecede steril olmaması ve bazen hastalıkları taşıması, 1900'lü yıllarda misel üretim çalışmalarının Amerika'da da başlayıncaya dek gecikmesine sebep olmuştur. Bu çalışmalardan olumlu sonuçların alınmasıyla, 1902 yılından itibaren rutin misel yapım metotları çiftçi

bültenlerine sokulmuş ve pratik olarak tohumluğun kullanılmasını sağlamıştır. Aynı aylarda Dr. Duggar Fransa'da ilk kez doku kültüründen misel elde etmeyi başarmıştır.

Misel üretimi yanında, kompost yapımında da yenilikler birbirini kovalamış, 1934'de Lambert kompost yapımını iki safhaya ayırarak, birinci 10-14 günlük safhayı kompost fermantasyonu, ikinci safhayı kompostu olgunlaştıran ve içindeki hastalık ve zararlıları arındıran, pastörizasyon uygulaması olarak tanımlamıştır. 1936'da Pizar bir adım daha ileri atarak dört aktarmalı ve bir alçı karıştırmalı birinci kompost fermantasyon safhasını ortaya koymuştur (Günay ve ark., 1984). Kültür mantarı *Agaricus bisporus*' un bu gelişmesi yanında, diğer doğa makrofunguslarındaki çalışmalarda da ilerlemeler kaydedilmiştir. 1920'de Kitayima ve 1934'de Kısaku Mari isimli araştırmacılar odun kütükleri üzerine balta ile kesikler veya matkapla delikler açıp, bu kısımlara *Lentinula edodes* makrofungusunun misellerini aşılıp, kütükleri nemli, ılık açık veya kapalı alanlarda tutarak üretim yapmayı başarmıştır. Onların başlattıkları bu üretim şekli günümüzde kullanılan metotların başlangıcı olmuştur (Ağaoğlu ve ark.,1991).

İkinci dünya savaşından sonra teknolojideki yeni çalışmalardan makrofungus üretim sektörü de etkilenmiş, modern makrofungus üretiminin temelleri atılmış, makrofungus üretimi için özel klimalı kapalı üretim tesisleri kurulmuştur. Türkiye'de doğa makrofunguslarının toplanması ve yenmesi hakkında çok eskilere uzanan bilgiler olmasına karşın, kültür mantarcılığının tarihçesi yenidir. İlk üretim çalışması 1960' lı yılların başında İstanbul'da Enver isimli bir doktor tarafından ilkel bir işletmede başlatılmıştır. Bunu yine Ankara'da küçük bir işletme takip etmiş, burada B. Gönen adlı bir ziraat mühendisi makrofungus yetiştiriciliği yapmıştır. Bilimsel yönden makrofungus üretim çalışmaları aynı yıllarda Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bağ-Bahçe kürsüsünde o zaman asistan olarak görev yapan A. Günay tarafından yürütülmüştür. 1970' li yılların başlangıcında Tarım Bakanlığına bağlı Ankara Toprak-Su Araştırma Enstitüsünde küçük bir makrofungus işletmesi kurulmuş ve burada B.Gönen, K.Özbayram adlı araştırmacıların üretim çalışmaları yaptığı gözlenmiştir. Daha sonra Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsünde kurulan ve o zamanın koşullarında modern sayılabilecek bir üretim tesisi devreye girmiştir. 1976 yılına gelindiğinde Türkiye'de Ankara, İstanbul ve İzmir çevresinde 50-100 adet küçük aile

işletmesi, 7-8 adet orta büyüklükte işletme, 1 adet Kırşehir'de büyük işletme, Ankara ve Ege Üniversitesi Ziraat Fakültelerinde ve Tarım Bakanlığı Yalova ile Ankara Toprak-Su araştırma enstitülerinde birer küçük işletme ortaya çıkmıştır (Günay, A., 2000).

Günümüzde hemen her ilimizde küçük ve orta ölçekli aile işletmelerinde makrofungus üretimi yapılmaktadır. Bilimsel yöntemlerden pek fazla yararlanılmayan bu tesisler genellikle var olan alanların makrofungus üretimi amacı ile değerlendirilmesi fikrinden hareketle oluşturulmaktadır. Bu işletmelerin yanı sıra büyük ölçekli üretim yapan kuruluşlar da vardır. Bunlar tamamen güncel metod ve bilgi birikimi ile donatılmış oldukları için, ekonomik ve nitelikli ürün elde edebilmektedirler.

## **1.2. Makrofungusların besin değerleri bakımından önemi**

Makrofunguslar içerdikleri vitamin, mineral ve proteinler nedeniyle oldukça yüksek besin değerine sahiptirler. Düşük kalori ve yağ içermelerinin yanı sıra, yüksek protein, vitamin ve esansiyel aminoasit profilleri nedeni ile ideal diyet besin maddesi olarak ta ilgi görmektedirler. Doğada yetişen makrofunguslar ile kültürü yapılan makrofungusların besin değerleri türlere göre değişen oranlara sahiptir. Kültür makrofungusunda; ortalama % 92 su, % 3.5 protein, % 0.3 yağ, % 4.5 karbonhidrat, % 1 mineral madde bulunur ve 272 kcal'lik bir enerji değerine sahiptir (Çizelge 1.1-1.3). Makrofunguslarda bulunan protein miktarı tür ve çeşidine göre değişmekle birlikte ortalama olarak 100 g makrofungusda 3-8 g'dır. Bu proteinlerin ortalama % 70'i hazmedilebilir niteliktedir. Böylece yenilen 100 g makrofungusun yaklaşık 2-5 g'ı protein olarak vücuda alınır. Makrofunguslardan alınan proteinler vücutta depolanmaz, günlük harcanırlar. Meyve ve sebzelerle kıyaslandığında iyi bir lizin, arginin, histidin ve threonin kaynağıdır. İnsan için gerekli tüm aminoasitleri içerir (Çizelge 1.2). Hayvansal gıdalarda ortalama % 8-15 arasında protein bulunmaktadır. Bu proteinlerin ortalama % 30-40'ı sindirilir; yani yenilen 100 g hayvansal gıdadan alınan protein miktarı yaklaşık 3-8 g kadardır (Bozok, 1990).

Yapılan araştırmalara göre mükemmel bir folikasit kaynağı olan *Agaricus bisporus* makrofungusu, kandaki şeker seviyesini düşürdüğü ve kolestrolü azalttığı için kalp ve damar hastalıklarında diyet olarak kullanılabilceği tespit edilmiştir. Mineral madde içeriği açısından da uygun bir besin olduğu ifade edilmektedir.

Makrofungusların bünyesinde az miktarda şeker ve yağ bulunmaktadır. Bu nedenle diyetlik yemekler içerisinde makrofungusun ayrı bir yeri vardır. 100 g taze makrofungus yenildiği zaman ancak 20-40 kalori vermektedir. Bu da zayıflamak isteyen kişiler için makrofungusları ideal bir gıda niteliğine sokmaktadır (Boztok, 1990).

Hayvansal gıdalarda ortalama % 8-15 arasında protein bulunmaktadır. Bu proteinlerin ortalama % 30-40'ı sindirilir; yani yenilen 100 g hayvansal gıdadan alınan protein miktarı yaklaşık 3-8 g kadardır. Kalp damar hastalıklarına sahip kişiler için hayvansal gıdaların alınması sakıncalıdır. Makrofunguslardaki protein miktarı hayvansal yiyeceklerdeki protein miktarından biraz az da olsa, vücutta birikme riski olmamasından dolayı tercih nedeni olmalıdır.

Makrofungus türleri içerisinde en fazla B1 ve B2 vitamini *Pleurotus* türlerinde bulunmaktadır. Bu makrofungusların üretimi ülkemizde yaygınlaşmaktadır. Bu makrofunguslarda diğer sebze türlerinden 10 kat daha fazla B3 vitamini bulunmaktadır (İlbay, 1995).

Yine ülkemizde üretimi yaygınlaşan kültür makrofunguslarından biri olan *Lentinus edodes* makrofungusu, yaygın olarak yetiştirildiği Çin, Tayvan, Güney Kore Tayland gibi ülkelerde doğal bir sağlık maddesi, uzun yaşamın sırrı olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde üretimi yeni yeni başlayan *Auricularia* makrofungusları hakkında, Çin'de, düzenli olarak tüketilmesi halinde kansızlık, sindirim sistemi, boğaz ve barsak hastalıklarına iyi geldiğine inanılmaktadır. Avrupa ve Amerika ülkelerinde besin değeri ve tıbbi özellikleri açısından önemi anlaşıldıktan sonra üretimi hızla yaygınlaşmıştır.

Çizelge 1.1. Değişik araştırmacılara göre 100 gram kültür makrofungusunun bileşiminde bulunan maddeler (g) ( Günay ve Ark. 1984)

Kaynaklar	Su(%)	Protein(%)	Yağ(%)	Azotsuz maddeler(%)	Selüloz(%)	Kül(%)
Hunte (1952)	87,40	4,88	0,20	3,57	0,83	0,82
Pinkerton (1954)	89,50	3,94	0,19	4,01	1,09	1,26
Dilligen (1956)	87,40	4,88	0,20	3,57	0,83	0,82
Conella ve Esselen (1957)	88,90	4,00	0,26	4,80	-	-
Mallet (1960)	91,00	4,50	0,33	3,40	0,86	1,20
Delmas (1973)	90,00	2,50	0,30	4,00	0,95	0,86
Hayes ve Haddad (1976)	91,00	3,50	0,40	2,45	1,00	0,90
Hayes (1916)	91,00	3,30	0,40	3,40	0,95	0,90
Randoin ve Billaud (1957)	88,00	4,00	0,25	4,20	-	-
Ortalama	89,15	4,02	0,26	3,75	0,92	0,70

Çizelge 1.2. Farklı makrofungus türlerindeki çeşitli aminoasit miktarları (g) (Miles and Chang, 2004)

Aminoasitler	Makrofungus Türü				Yumurta
	<i>A. bisporus</i>	<i>L. edodes</i>	<i>P. ostreatus</i>	<i>V. volvacea</i>	
Lösin	7,5	7,9	6,8	4,5	8,8
İsolösin	4,5	4,9	4,2	3,4	6,6
Valin	2,5	3,7	5,1	5,4	7,3
Triptofan	2,0	ND	1,3	1,5	1,6
Lisin	9,1	3,9	4,5	7,1	6,4
Treonin	5,5	5,9	4,6	3,5	5,1
Fenilalenin	4,2	5,9	3,7	2,6	5,8
Metiyonin	0,9	1,9	1,5	1,1	3,1
Histidin	2,7	1,9	1,7	3,8	2,4
Total EAA	38,9	36,0	33,4	32,9	47,1

Çizelge 1.3. Farklı makrofungus türlerinin besin değerleri (%) (Miles and Chang, 2004)

Tür	Su (%)	Ham protein (N x 4.38) (%)	Ham yağ (%)	Total CH (%)	Ham fiber (%)	Kül (%)	Enerji değeri (kcal/ 100 g dw)
<i>Agaricus bisporus</i>	90,5	34,8	8,0	62,5	10,4	12,0	368
<i>A. campestris</i>	89,7	33,2	1,9	56,9	8,1	8,0	354
<i>Auricularia spp.</i>	89,1	4,2	8,3	82,8	19,8	4,7	351
<i>Boletus edulis</i>	87,3	29,7	3,1	59,7	8,0	7,5	362
<i>Flamulma velutipes</i>	89,2	17,6	1,9	73,1	3,7	7,4	378
<i>Lentinula edodes</i>	91,8	17,5	8,0	78,0	8,0	7,0	392
<i>Pleurotus eous</i>	92,2	25,0	1,1	59,2	12,0	9,1	261
<i>P. florida</i>	91,5	27,0	1,6	58,0	11,5	9,3	265
<i>P. ostreatus</i>	90,8	30,4	2,2	81,8	8,7	9,8	367
<i>P. sajor-caju</i>	90,1	26,6	2,0	50,7	13,3	6,5	300
<i>Volvariella diplasia</i>	90,4	28,5	2,6	57,4	17,4	11,5	304
<i>V. volvacea</i>	89,1	25,9	2,4	-	9,3	8,8	276

### 1.3. Makrofungusların ekonomik ve ticari önemi

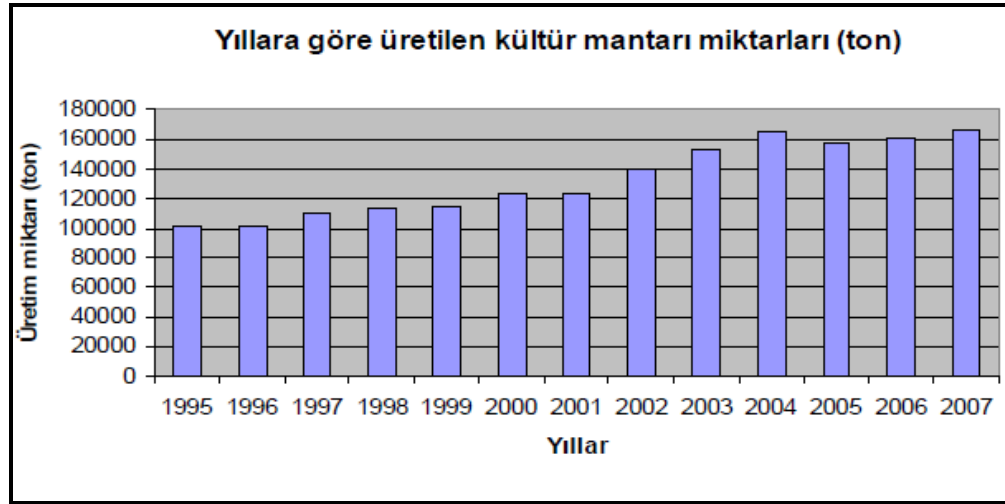
Günümüzde makrofungusun insan beslenmesi ve sağlığı açısından değerinin daha iyi anlaşılmasıyla birlikte makrofungus yetiştiriciliğine olan merak ve ilginin son yıllarda hızlı bir şekilde artış gösterdiği bilinmektedir. Bu durum makrofungus türlerindeki çeşit zenginliğiyle birlikte yetiştiriciliğinin son derece kolay olması, besleyici özelliğinin bulunması, bilinçli ve duyarlı tüketicinin artması ve makrofungusun tıp alanında kullanılabilir olmasından kaynaklanmaktadır.

Dünya yıllık makrofungus üretiminin yaklaşık 3295,983 ton (FAO,2008) olduğu yani 6 milyarlık dünya nüfusunda kişi başına yılda 500 gr ya da bir başka deyişle günde sadece 1,5 gram makrofungus düştüğü gerçeği oldukça çarpıcıdır (Kurt,2009). Bugün dünya genelinde yoğun bir protein açığı söz konusudur. Dünya nüfusunun büyük bir kısmının açlık sınırında yaşadığını düşünürsek makrofunguslar açlığa ve yoksulluğa karşı mücadelede önemli rol oynayabilirler. Doğada her mevsim yetişen makrofungus türleri mevcut olup yenilebilir yüzlerce tür bulunmaktadır. İnsanlar bu makrofungusları mevsiminde toplayarak kendileri tükettikleri gibi yerel pazarlarda satarak ta belirli oranlarda gelir elde etmektedirler. Kültür makrofungus üreticiliği ekonomik olması, besleyicilik ve tıbbi açıdan katkı sağladığı için insanların geçim şartlarına direk etki yapmaktadır. Bilim adamları doğada yetişen bazı makrofungus türlerini kültüre alma yönünde çalışmalar yapmaktadırlar. 1970 li yılların başında çok az sayıda kişi makrofungus üretimiyle uğraşırken ve yıllık makrofungus üretimi 80 ton civarında iken günümüzde üretimin 25-30 bin ton olduğu tahmin edilmektedir.(Aksu ve Günay, 2000; İlbay ve Atmaca, 2004).

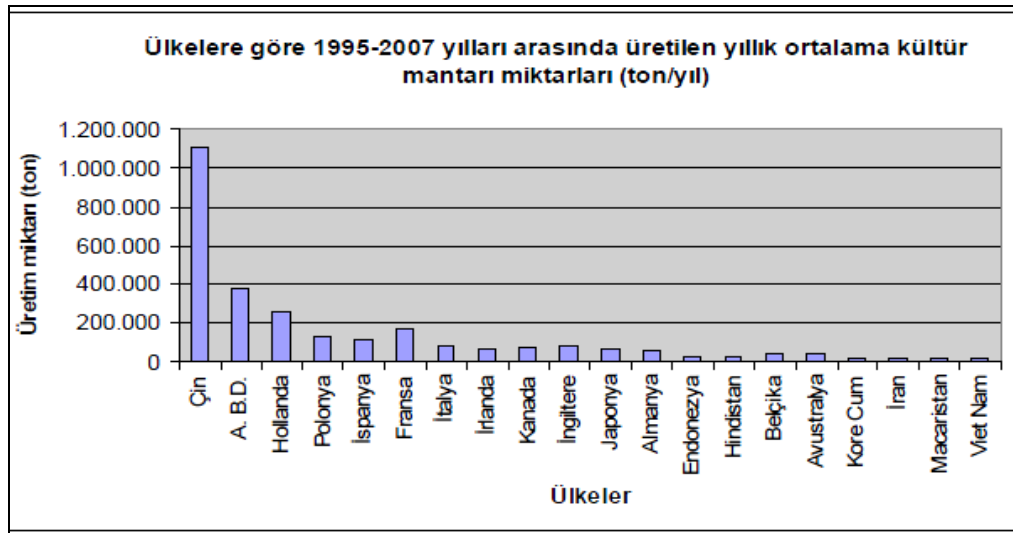
Özellikle gelişmiş ülkelerde makrofungus yetiştiriciliği tam anlamıyla bir sanayi kolunu almıştır. Makrofungus üretimiyle ilgili pek çok işlemin mekanize edildiği büyük ve modern işletmelerde bilgisayarlı otomatik kontrol sistemiyle modern üretimler yapılmaktadır. Dünya yemeklik makrofungus üretiminin 1995 ve 2007 yılları arasındaki rakamlar (Şekil 1.1) makrofungus üretimdeki artışın devam ettiğini göstermektedir. Pazarların genişlemesi, tüketici davranışlarındaki değişiklik, imalat sanayi, depolama, taşıma ve perakendecilikteki gelişmeler ve nüfus artışı makrofungus talebini etkileyen sosyo ekonomik faktörlerdir ( Şen ve Yalçın, 2010).



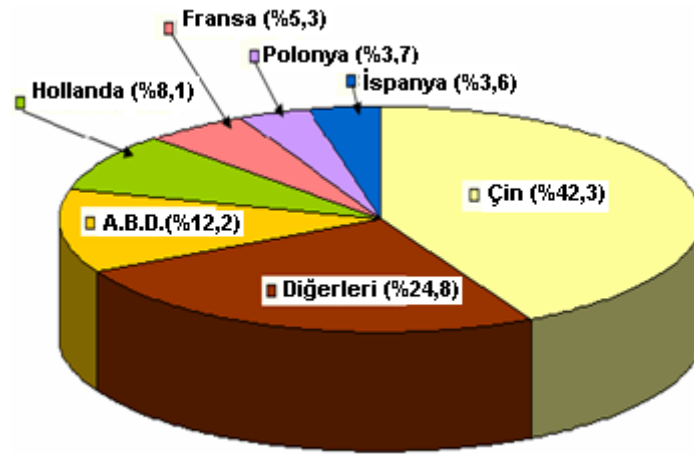
Dünya kültür makrofungusu üretimi 3,4 milyon ton olup üretimin yüzde 33'ü AB ülkeleri yüzde 51' i Asya, yüzde 10'u ABD, geri kalanı diğer ülkelerde yapılmaktadır. Çin, yaklaşık 1.6 milyon ton, Avrupa Birliği 1,1 milyon ton üretime sahiptir (Şen ve Yalçın, 2010)



Şekil 1.1. Dünyada yıllara göre üretilen yemeklik makrofungus miktarı (ton) (Şen ve Yalçın, 2010)



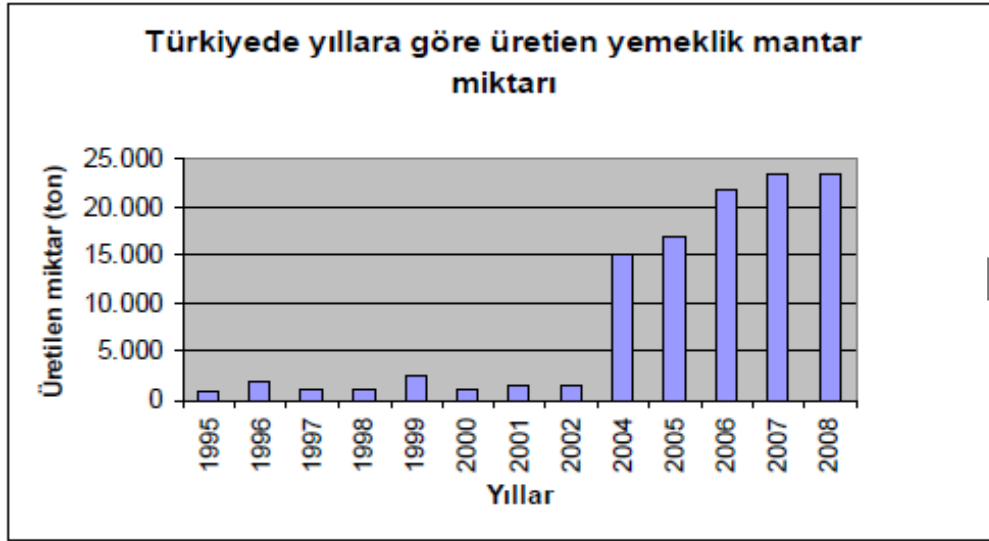
Şekil 1.2. Ülkelere göre üretilen yıllık ortalama yemeklik makrofungus miktarı (ton/yıl) (Şen ve Yalçın, 2010)



Şekil 1.3. Makrofungusların toplam dünya üretimi (Öztürk ve Çopur, 2009).

2007 yılında ise Çin 1.568.523 ton ile üretimini 3 kat arttırmışken, A.B.D. 359.630 ton, Hollanda 240.000 ton ve Fransa 162.450 tonluk üretimleriyle sıralamada yer almışlardır (Şekil 1.2) (Şen ve Yalçın, 2010). Çin, dünya makrofungus üretiminin yaklaşık % 42' sini üretmektedir. Bu ülkeyi sırayla A.B.D., Hollanda, Fransa, Polonya ve İspanya izlemektedir (Şekil 1.3.). 1995 yılı itibariyle, Çin 511.027 ton, A.B.D. 352.300 ton, Hollanda 237.000 ton ve Fransa 189.213 ton makrofungus üretimi gerçekleştirmiştir (Öztürk ve Çopur, 2009).

Türkiye'de son yıllarda üretilen kültür makrofungusunun yıllara göre üretim miktarı Şekil 1.4. de görülmektedir. Türkiye'de üretilen makrofungus miktarı 2002 yılında 1.500 ton iken 2004'te bu oran 15 bin ton'a 2008'de ise 24,500 ton'a ulaşmıştır (TUİK). Fakat resmi kayıtların dışında kayıt dışı makrofungus üretimini de göz önüne aldığımızda Türkiye'de üretilen toplam kültür makrofungusu son yıllarda yıllık 40-50 bin ton olduğu bazı çalışmalarda tespit edilmiştir. 2004 yılında makrofungusların ortalama TL/kg fiyatı 2,35 TL iken bu fiyat her yıl % 4-12 arasında bir artışla 2008 yılında 3,37 TL olmuştur. Bu durumda kültür makrofungusunun ülke gelirine yıllık yaklaşık 90-100 milyon TL katkı sağladığını söyleyebiliriz (Şen ve Yalçın, 2010).



Şekil 1.4. Türkiye’de yıllara göre üretilen yemeklik makrofungus miktarı (ton) ( Şen ve Yalçın, 2010)

Gelişmekte olan ülke konumundaki Türkiye makrofungus üretim sektöründe üretim ve tüketim miktarı yönünden dünyadaki birçok ülkenin oldukça gerisinde bulunmaktadır. Birkaç yıl öncesine kadar yurt içi üretimimiz tüketimi karşılayamadığı durumlarda, bazı yıllar dışarıdan makrofungus ithalatı yapılarak bu açık kapatılmaya çalışılmıştır. Günümüzde ise yurt dışına makrofungus ihraç edecek duruma gelmiş bulunmaktadır. Halen Türkiye’de kişi başına 500 gr olan makrofungus tüketimi ile Avrupa ortalamasının beşte biri kadar makrofungus tüketilmektedir.(Şen ve Yalçın, 2010).

Dünya genelindeki sanayileşme, kentleşme, nüfus artışı ve bunlara bağlı çevresel faktörler ile gün geçtikçe verimli tarım alanlarında büyük bir azalma meydana gelmektedir. Özellikle protein açığı olan ve gelişmekte olan ülkelerde besin ihtiyacını karşılayacak alternatif kaynaklara ihtiyaç vardır. Toprak ve tarım arazisi gerektirmeden üretilen ve besin değeri yüksek olan kültür makrofungusları, bu ihtiyacı karşılayacak etkili besin maddesi olarak görülmektedir.

#### 1.4. Makrofungusların kullanım alanları ve tıbbi açıdan önemi

Dünya üzerinde tahmini olarak 1.5 milyon mantar türü olduğu bunlardan yaklaşık 70.000'nin tanımlandığı düşünülmektedir (Güzeldağ,2007). Bunlardan yaklaşık 10.000 tanesi makro-mantarlar grubuna girmektedir (Kendrick, 1985). Beşbin tür yenilebilir kabul edilmekte ve yaklaşık olarak 1.800 türün de medikal öneme sahip olduğu düşünülmektedir (Chang, 1995). Doğadaki makrofungusların bazı türleri kültüre alınmışken (*Agaricus bisporus*, *Pleurotus sp.*, *Lentinus edodes*, *Flammulina velutipes.*), diğer türlerin üzerinde çalışmalar (özellikle mikorizalı makrofunguslar) halen devam etmekte ve bu türler yaygın olarak doğadan toplanarak tüketilmektedir.

Biyolojik olarak ayrıştırıcı özellikleri nedeniyle ekosistemde belli bir öneme sahip olan makrofunguslar, hem gıda hem de tıbbi değeri olan biyolojik aktif bileşenleri içeren önemli bir kaynak olarak bilinirler (Öztürk ve Çopur, 2009).

Geçmişe bakıldığında birçok makrofungus türü doğadan ağaçlardan ya da ölmüş ağaç kütlelerinden temin edilmekteydi. Bugünlerde artan önemleriyle paralel olarak birçok laboratuvar ortamında ya da bu anlamda özelleşmiş fabrikalarda makrofungusların doğal gelişim şartları yapay olarak sağlanarak gerek yemeklik gerek de tıbbi amaçlı üretimleri yapılmaktadır (Stamets, 2000).

Makrofungusların beslenmedeki önemleri anlaşıldıktan sonra bilim adamları makrofungusların farmakolojik özelliklerini araştırmaya başlamışlardır. Aslında makrofunguslar geleneksel tedavilerde çok eskiden beri kullanılmaktadır. Alternatif tedavide kullanılan bu makrofungus türleri bilim adamlarının dikkatlerini çekmiş ve bu türlerin farmakolojik özellikleri incelenmeye başlamıştır. Bilimsel yöntemlere dayanan bu araştırmalar sonucunda bazı makrofunguslardan elde edilen maddeler hastalıkların tedavisinde çeşitli şekillerde kullanılmaya başlanmıştır.

Makrofunguslar sahip olduğu besin ve tıbbi özelliklerinden dolayı bileşimlerinde bulunan etken maddelerin ekstrakte edilmesiyle birçok hastalığın tedavisinde veya önlenmesinde etkin olarak kullanılmaktadır.

Bazı makrofungus türleri içerdikleri bileşenler sayesinde anti tümör, bağışıklık düzenleyici, kardiyovasküler ve antimikrobiyal özelliğe sahiptirler. Makrofunguslar protein polisakkarit bileşikleri (Polisakkarit-K, Polisakkaritpeptid ve Lentinan), ikincil metabolitler (terpenler, alkaloidler ve laktonlar ) ve enzimler (lakkaz, glukoz oksidaz ve

peroksidaz) gibi teröpatik özelliğe sahip birçok karmaşık madde içerirler. Makrofungusların sentezlediği ve genellikle organizmalarına özgü olan bazı fenolik bileşikler, pürinler, pirimidinler, kuinonlar, terpenoidler ve fenil propanoid türevi antogonistik maddeler antimikrobiyal etkiye neden olmaktadır (Öztürk ve Çopur, 2009).

Çin, Kore, Rusya, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada da *Polyporaceae* familyasına ait bazı makrofungusların mide, prostat, özefagus ve akciğer kanserine karşı tedavi amacıyla kullanıldığı Mizuno (1999) tarafından bildirilmiştir.

Son yıllarda dünya genelinde tıbbi makrofungus yetiştiriciliği (*Lentinus edodes*, *Grifolia frondosa*, *Tremella fuciformis* *Schizophyllum commune*, *Trametes versicolor*, *Inonotus obliquus*, ve *Flammulina velutipes*) hızla artmaktadır. Bu makrofunguslar kanser tedavisinde etkili, bağışıklık sistemini güçlendirmekte ve AIDS tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca makrofungusların organik olarak kolayca yetiştirilebilmesi makrofungusun önemini artırmaktadır.

Yaklaşık olarak 200 makrofungus türünün farklı cins tümörlerin büyümesini büyük ölçüde baskıladığı bildirilmiştir. Bununla birlikte makrofungus orijinli antitümör maddelerin çoğunluğu henüz açıkça tanımlanamamıştır. *Lentinus edodes*, *Ganoderma lucidum*, *Schizophyllum commune*, *Trametes versicolor*, *Inonotus obliquus* ve *Flammulina velutipes* gibi çeşitli tıbbi makrofungusların früktofikasyon organları, miselleri kültür ortamlarında birkaç farklı antitümör özellik gösteren polisakkaritleri ürettikleri tespit edilmiştir (Wasser ve Weis, 1999). Amerika Kanser Enstitüsü makrofungusların iyi bir drog kaynağı olabileceğine dikkat çekmiştir (Zhang ve ark., 1999).

Anti tümör etki gösteren en önemli maddeler ise kalvasin, volvatoksin, flammutoksin, lentinan ve porisin denilen yalnızca makrofunguslardan izole edilmiş maddelerdir. Thomas Jefferson Üniversite hastanesinde; *Coriolus*, *Shitake*, *Reishi* ve *Maitake* makrofunguslarının etken maddelerinden elde edilen ilaçlarla bir çalışma yapılmış ve özellikle yaygın kullanımlarından dolayı iki farklı bileşen olan aktif heksoz bileşeni (AHCC) ve MGN 3 bileşenleri incelenmiştir. Bu ilaçların hastalarda tümör yayılımını engellediği ve antioksidan etkilerinden dolayı bağışıklık sistemini güçlendirdiği belirlenmiştir.

Günümüzde Japonya’da bu makrofunguslardan 3 tanesinin ekstraktları kanser ilacı olarak klinik çalışmalarda kullanılmaktadır (Öztürk ve Çopur, 2009).

1- Kawaratake (*Trametes versicolor*) makrofungus türü, Polisakkarit-K (PSK, Krestin) için kaynaktır. 1970’lerin sonlarında geliştirilen *Trametes versicolor* makrofungusunun PSK etken maddesinden elde edilen ilaç Japonya’da en popüler kanser ilaçlarından biri olarak bilinmekte olup mide ve diğer kanser türlerinin tedavisi amacıyla oral yolla alınmaktadır.

2- Mide kanseri tedavisinde kullanımı 1980’li yıllarda onaylanan lentinan maddesinin kaynağı Shiitake (*Lentinus edodes*) makrofungusudur. Oral yolla alındığında emilimi zayıf olduğu için enjeksiyon yoluyla alınmalıdır.

3- Suehirotake (*Schizophyllum commune*) makrofungusu boğaz kanseri tedavilerinde enjeksiyon yoluyla kullanılmaktadır (Mayell, 2001).

*Grifola frondosa* (Maitake) ekstraktının tıbbi özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, bu türün doğal immunoteröpatik kaynaklar arasında en umut vericilerden biri olduğu görülmüştür. Kanser hücrelerinin yayılmasını engelleyici özellik gösteren ve D- ve MD-fraction gibi standartlaştırılmış beta-glukan ekstraktları, geleneksel kanser tedavileriyle birlikte kullanılabilir. Maitake makrofungusunun tozu, ekstraktı veya ikisinin birlikte kullanımının HIV (AIDS), şeker hastalığı, hipertansiyon, karaciğer rahatsızlıkları, kilo verme üzerine yapılan çalışmalarda etkili olduğu saptanmıştır (Mayell, 2001).

Kanser ve tümör tedavisinde kullanılan diğer bir madde ise lentinan’dır. *Lentinus edodes* makrofungusunun karpoforlarından sıcak su ekstraksiyonu ile elde edilen bu maddenin Sarcoma-180 ismi verilen bir tümörün gelişmesini durdurduğu bildirilmektedir. Yapılan çalışmalarda lentinan’ın bağışıklık sistemini uyararak etki yaptığı bildirilmektedir. Bu madde lenf hücreleri ve diğer hücrelerin gelişmesini, farklılaşmasını ve çoğalmasına etki ederek bağışıklık mekanizmasını uyarır. Lentinan aynı zamanda farklı tiplerde anti-tümör etkiye sahip hücreleri (öldürücü T hücreleri, NK-hücreleri ve sitotoksik makrofajlar) uyarıcı etkiye sahiptir (Miles ve Chang, 1997).

Lentinan’ın AIDS virüsüne etki eden bir ajan olduğu yönünde raporlar vardır. Aynı zamanda lentinan AIDS ve HIV taşıyıcıları için genel olarak kullanılan AZT (azidotimidine)’in toksik etkisini azalttığı belirtilmektedir. Anti-viral etkiye sahip diğer

bir ürün ise interferondur. İnterferon bir protein olup, viral enfeksiyonlarda hücrede virüs gelişmesini ve çoğalmasını sınırlamaktadır. *Lentinus edodes* makrofungusunun farmakolojik özelliklerinden ilk bildirileni kandaki kolesterolü düşürdüğü yönündedir.

Hayvanlar üzerinde yapılan bir çalışmada farelere ağırlıklarının %5'i oranında *Lentinus edodes* makrofungusu ile diyet uygulamışlardır. Sonuçta kan plazmasında kolestrol miktarında %24 oranında azalma tespit etmişlerdir. *Lentinus edodeste* kolesterolü düşürücü kaynak eritadenin olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca bazı araştırmacılar farelerle yaptıkları çalışmada *Pleurotus ostreatus* makrofungusunun da kolesterolü düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Anti-viral etkiye sahip diğer bir makrofungus türü ise *Ganoderma lucidum*' dur. Bu makrofungusdan elde edilen bazı ekstraksiyon ürünleri (triterpenik asit) AIDS hastaları ve HIV taşıyıcılarında kullanılmaktadır (Miles ve Chang, 1997).

Yenilebilir makrofunguslardan medikal anlamda ya da fonksiyonel etkinliğe sahip olanlar *Ganoderma lucidum*, *Trametes versicolor*, *Lentinula*, *Hericium*, *Grifola*, *Flammulina*, *Pleurotus* ve *Tremella* en fazla bilinenleridir.

Hangi tip hastalık olursa olsun tedavisi amacıyla kullanılacak bileşiğin maksimum iyileştirme etkisi, hiç veya minimum toksik düzeye sahip olması beklenir. *Ganoderma* ve *Trametes* den elde edilen bileşikler neredeyse yok denecek düzeyde toksik etkilere sahiptirler. Bu da biyoteknolojik açıdan da neden giderek büyüyen bir araştırma sahası olduklarını açıklamaktadır.

## **1.5. *Trametes versicolor***

### **1.5.1. *Trametes versicolor* hakkında genel bilgiler**

*T. versicolor*'un bilimsel sınıflandırılması şu şekildedir:

**Alem:** *Fungi*

**Şube:** *Basidiomycota*

**Sınıf:** *Hymenomycetes*

**Takım:** *Aphyllophorales*

**Aile:** *Polyporaceae*

**Cins:** *Trametes*

**Tür:** *Trametes versicolor*

*Trametes versicolor*, Basidiomycetes sınıfından, Polyporaceae ailesine ait, yaygın ismi 'turkey tail' yani hindi kuyruğu olarak bilinen beyaz çürükçül funguslardır (Volk, T. J., 2007). Dünyanın çeşitli yerlerinde farklı isimlendirmeleri olmakla birlikte özellikle Çin'de Yunzhi (bulut makrofungusu) ve Japonya'da Kawaratake (nehir makrofungusu) olarak bilinmektedir. Bilinen diğer isimleri *Coriolus versicolor*, *Boletus versicolor* *Polyporus versicolor*, *Polystictus versicolor* ve *Coriolus zonatus* dur.

*T. versicolor*, çoğunlukla Asya, Kuzey Amerika ve Avrupa'nın ılıman bölgelerinde ormanlık kesimler arasında bulunmaktadır. Bir beyaz çürükçül fungus olarak devrilmiş meşe ağaçları, çürüyen ağaç gövdeleri, köknar ve ölü odunlar üzerinde büyümektedir (Şekil 1.5.) . Daha çok yumuşak ağaç gövdelerini tercih etmesine rağmen sert gövdeler üzerinde de büyüebilir.



Şekil 1.5. *Trametes versicolor* (<http://australianfungi.blogspot.com>)



### 1.5.1.1. Morfoloji

*T. versicolor*'un izole edildiği karpoforlar, odunsu ağaç gövdesinin üzerinde üst üste binmiş yığın halinde yoğun olarak bulunan demetler şeklindedir. Makrofungusun üst kısmı kadifemsi bir yüzeyden oluşmaktadır ve genellikle kahverengi veya gri renklerinde koyulu açık tonda birbirini sırayla izleyen kendine özgü bantları ile değişik şekillerde bulunabilmektedir.

Makrofungusun yapısı genellikle ince olup kalınlığı 2 mm'yi geçmemektedir. Dayanıklı, sert fibrilli bir yapısı vardır. Basidiokarpların ve şapkaların alt tarafında rengi beyazdan soluk sarıya doğru giden vertikal olarak düzenlenmiş, mm başına 3-5 pora sahip olan ağızları bazen dairesel olarak bulunabilen küçük tüp şeklinde yapılar bulunmaktadır. Fiziksel görünümüne daha ayrıntılı bakıldığında, 4-10 cm uzunluğunda, 3-5 cm genişliğinde; raf şeklindeki yapılar, 1-3 mm kalınlığında, alt kısmında bulunan por tüpleri 0,5-1 mm uzunluğunda, porlar; dairesel, düzensiz açılma şeklinde ve sporlar elipsoid şeklinde, beyaz, yeşil veya krem renginde olmaktadır (Stamets, P., 2000).

### 1.5.1.2. Enzimatik aktivite

*T. versicolor* makrofungusu, genelde kış ve sonbaharda oluşmasına rağmen yılın her zamanında bulunabilmesi mümkündür. Nemli ve gölgeli yerlerde yaşamayı sever. Toksik olmamasına rağmen çok sert olduğundan yenilmesi zordur. *T. versicolor*, beyaz çürükçül fungus olması açısından odunun yıkımı ile doğal ekosistemde nütrientlerin ve minerallerin geri dönüşümünü sağlayarak, bunların uzun süre serbest kalmasını ve hem kendi hem de diğer organizmalar tarafından kullanılmasına olanak verir. Selüloz, hemiselüloz ve lignin polisakkaritlerinin bulunduğu ağaç gövdesi üzerinde salgıladığı lakkaz ve diğer peroksidaz enzimleriyle ayrıştırma yapar. Selüloz ve hemiselüloz açık renkli iken lignin koyu renklidir. Ligninin fungus tarafından sindirimi ve absorblanmasıyla koyu renkli ligninden geride sadece beyaz selüloz kalır. Bu nedenle fungus beyaz çürükçül adını almaktadır. Bunun aksine kahverengi çürükçül funguslar, selüloz sindirimi yaparak geride ligninin kalmasını sağlarlar (Pazarlıoğlu ve ark, 2008).

*T. versicolor*'un sahip olduğu lignin selüloz parçalayıcı enzimatik sistem enerji kaynağı olan karbonu elde etmede büyük önem taşır. Lignin parçalayıcı enzimler

ve polisakkarit endohidrolazları odunda hücre duvarları materyaline kadar girerek fungusun orada bulunan nütrientleri kullanmasına olanak verirler. Bitkideki polisakkaritleri monosakkarit ve disakkaritlere kadar yıkan ekzoselülaz ve hemiselülazlar, bu şekerleri fungus hücrelerine doğrudan karbon ve enerji kaynağı olarak transfer eder.

*T. versicolor*'dan elde edilen enzimler; 16 izoformu olan lignin peroksidaz (LiP), 5 izoformu olan mangan peroksidaz (MnP), lakkaz, karboksimetil selülaz, avikelaz, piranoz 2- oksidaz ve sellobioz dehidrogenaz olarak bilinmektedir. Protein bağlı polisakkaritler (beta glukanlar, PSP ve PSK), hidroksimetilkinolin ve beta sitosterol de *T. versicolor*'un yapısal oluşumları arasında yer almaktadır. Ayrıca hidroksil radikalleri üreten düşük molekül ağırlıklı bir peptid salgıladığı belirlenmiştir.

Basidiomycetes sınıfına ait olan beyaz çürükçül makrofungusların sentezledikleri lakkaz, Mn-peroksidaz, lignin peroksidaz ve NADH peroksidaz (NADH oksidaz) ekstrasellüler enzimleri biyoteknolojik çalışmalarda yoğun olarak kullanılmaktadır. *T. versicolor*'dan elde edilen lakkaz enzimi, poliklorlu bifeniller, tekstil boyaları ve poliaromatik hidrokarbonlar gibi ksenobiyotiklerin detoksifikasyonunda görev alır. Ayrıca bu enzim, kâğıt ve posa endüstrisinde Kraft posasının beyazlatılmasında (biobleaching), odun yongalarının muamelesini içeren biyoteknolojik proseslerde (biopulping), sentetik boyaların renksizleştirilmesinde ve herbisit degradasyonunda kullanılmaktadır. Boyar madde giderimi başta olmak üzere pek çok biyoteknolojik çalışmalarda kullanılan bu makrofunguslara *Trametes versicolor*, *Funalia trogii*, *Phanerochate chrysosporium*, *Pleurotus ostreatus*, *P.sajor-caju* ve *P.eryngii*' yi örnek olarak verebiliriz. İlk çalışmalarda *P.chrysosporium* üzerine yoğunlaşılmasına rağmen, son zamanlarda *T.versicolor*, *P.eryngii* ve *Clitocybula dusenii* tekstil atık sularının renk gideriminde çok geniş kullanım alanı bulmaktadır (Aretxago ve ark, 2001; Chagas ve Durrant, 2001; Wesenberg ve ark., 2002).

### **1.5.1.3. *Trametes versicolor* proteoglikanları:**

Basidiomycetes familyasının en bilinen üyelerinden olan ve bu çalışmada kullanılan *T. versicolor*, biyoteknolojik araştırmalarda oldukça sık kullanılan fungus türüdür. Özellikle Japonya ve Çin' de, *T. versicolor*' ın farklı izolatlarından veya genetik olarak modifiye edilmiş suşlarından elde edilerek, ticari ürün olarak dünya

pazarında önemli bir yeri olan ekzopolisakkarit yapıdaki biyolojik polimerler, farklı kullanım amaçlarına (immün sistem destekleyicisi, antikanser ajanı, antiaging ajanı, gıda katkı maddesi vs.) hizmet etmek üzere milyon dolarlık hasılatlarla satılmaktadırlar. Bu pazar, her geçen gün artmakta olan fungal polisakkaritler üzerine yapılan biyokimyasal ve biyomedikal araştırmalardan alınan olumlu sonuçlarla daha da gelişmeye aday görünmektedir.

Funguslar tarafından sentezlenen *polisakkarit-peptidler* veya *proteoglikanlar*, üzerlerine polisakkarit  $\beta$ -D-glukan zincirlerinin sıkıca bağlanmış polipeptid zincirleri ya da küçük proteinlerdir. *Trametes versicolor* beyaz çürükçül fungusu, bu tip peptid bağlı polisakkaritik yapılar sentezleme kabiliyetine sahip bir mikroorganizmadır. Nitekim 1965 yılında Japonya' da bir kimya mühendisi, *Trametes versicolor*' ın antikanser etkisini araştırırken, sonradan PSK (Polisakkaro krestin) olarak isimlendirilen ve patenti alınan polisakkaropeptit yapıdaki biyopolimeri izole etmeyi başarmıştır. 1983 yılında ise Çin' de bir araştırmacı, yapı olarak PSK' ya çok benzeyen ve yine *Trametes versicolor*' dan izole edilen PSP (Polisakkaropeptit)'i tanımlamıştır (Candan, 2005)

#### **1.5.1.3.1. PSK (Polisakkaro krestin)**

Ticari adı Krestin olup, *Trametes versicolor*' ın CM-101 suşundan elde edilmektedir. Yapısal bileşiminin yaklaşık %62' si polisakkarit ve %38'i protein olmakla beraber bu oranlar küçük aralıklarla değişim gösterebilmektedir. PSK' nın glukan kısmı,  $\beta$ -1,4 ana zinciri ve  $\beta$ -1,3 yan zincirleri ile o- veya N-glikozidik bağlarıyla polipeptid kısmına bağlanmış  $\beta$ -1,6 yan zincirlerini içerir. Polipeptid kısım aspartik asit, glutamik asit ve diğer asidik aminoasitlerce oldukça zengindir. PSK, moleküler ağırlığı 94 bin ile 100 bin dalton arası değişen bir moleküller dizisidir. Oral olarak kullanıma elverişlidir. Farelerde, işaretli C14 ile yapılan deneylerde, ağızdan alımın ardından 24 saat içinde bütün moleküler spektrumun absorbe olduğu kanıtlanmıştır. Toksikolojik incelemeler sonunda, PSK' nın oral LD50 değerinin düşük olduğu tespit edilmiş ve henüz subakut ve kronik toksisite testlerinde herhangi bir anormallik gözlenmemiştir. PSK ile ilgili ilk klinik deneme araştırması 1970' de başlamıştır (Candan, 2005).

Geçen yıllarda, PSK hakkında edinilen deneyimler kanser hastaları üzerinde olumlu olarak gözlenmiş, sadece bir yan etki olarak hastaların tırnak renklerinde koyulaşma gözlenmiştir. Günümüzde daha çok mide, özafagus, nazofarinks, kolon,

rektum ve akciğer kanserlerinde klinik olarak denemeler yapılmış ve sonuçlar değerlendirmeye alınmıştır. Kanser vakalarında PSK' nin ömrü uzatma (5 ile 15 yıl arası) ve özellikle de kemoterapiden kaynaklanan sıkıntıları azaltma yönünde olumlu etkileri gözlenmiştir. PSK' nin bu etkisiyi immün sistem üzerindeki destekleyici ve tetikleyici özelliği sayesinde başarmakta olduğu yapılan ayrıntılı immünolojik deneylerle gösterilmiştir (Kidd, 2000).

Çeyrek asırdır yapılan denemeler ve araştırmalar, PSK' nin antikanser protokolüne girmesini ve herhangi bir olumsuz yan etki göstermemesi nedeniyle de uygulamada destekleyici ajan olarak kullanılmasını sağlamıştır. İşte tüm bu özellikleri nedeniyle PSK, 1985 yılında dünya pazarında en çok satılan ürünler arasında, 19. sırada yer almış ve 357 milyon dolarlık hasılat ile Japonya' ya önemli bir gelir sağlamıştır (Cui and Chisti, 2003).

#### **1.5.1.3.2. PSP (Polisakkaroid peptid)**

*Trametes versicolor*'ın Cov-1süşundan elde edilmektedir. PSP, PSK' ya yapı olarak büyük benzerlik göstermekle beraber sakkarit yapısında PSK' da yer alan fruktoz yerine arabinoz ve ramnoz içermektedir. PSP'deki polisakkarit zincirler tam bir  $\beta$ -glukan yapı özelliğindedir. Molekül ağırlığı 100 bin daltondur. 1983' de izole edildiğinden beri PSP' nin klinik araştırmaları hızla yol almıştır (Candan, 2005).

Kanser araştırmalarında, faz-I, II ve III ile insanlardaki denemeler artık tamamlanmış ve PSP' nin toksik olmadığı, kanser hastalarında hayatta kalma oranı ve yaşam kalitesini arttırıcı yani immünderstekleyici bir kapasitesi olduğu kanıtlanmıştır. PSP'nin tüm bu işlevleri, NK sitotoksik aktivitesini, IL-2 (İnterlökin-2) seviyesini ve CD4 helper/CD8 supresör T hücrelerinin oranını önemli derecede arttırarak başardığı anlaşılmıştır. Nitekim sayılan bu komponentler anti kanser immünitesinin primer komponentlerini oluşturmaktadırlar (Kidd, 2000).

#### **1.6. *Trametes versicolor* üretimi ve kültür olanakları**

Günümüzde hızlı nüfus artışı kentleşme sanayileşme tarım alanlarının sınırlandırılması ve ekolojik çevrenin tahrip edilmesi gibi pek çok etkenin besin kaynaklarını azalttığı, bunun sonucu olarak insanları alternatif besin kaynaklarını keşfetmeye yönelttiği görülmektedir. Dünyanın pek çok ülkesinde tarımsal ürünlerin

hasadı ile sanayide işlenmesi sırasında oluşan; sap, saman, kepek, melas gibi atıkların ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu atıkların büyük bir kısmı yakılmakta veya ortamda bırakılmakta, geri kalan az bir kısmı ise hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Tarımsal hasat sonucunda, kullanılmayan bu atıkların bertaraf edilmesi ve yakılması sonucu doğal çevre üzerinde büyük problemler oluşturduğu görülmektedir (Kara ve Sezer, 1992). Bütün bunlar göz önüne alındığında; bu atıklar, insan beslenmesi ve sağlığı üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinen makrofungus kültüründe kolaylıkla değerlendirilebilir. Tarımsal üretimin yoğun olarak yapıldığı birçok ülkede bol ve ucuz maliyetle sağlanabilen pek çok tarımsal atık herhangi bir ön işlemden geçirilmeden makrofungus kültürlerinde substrat olarak da kullanılabilirler (Akyüz, ve Kırbağ, 2009).

Diğer taraftan her yıl yakılan tahıl saplarının sadece % 25'i bile 300 milyon tonun üzerinde taze makrofungus toplamına ulaşılması için yeterli olabilecektir. Gerçekten de dünya üzerinde her yıl çıkan 500 milyon ton tarımsal artık ve 100 milyon ton orman endüstrisi artığı olmak üzere 600 milyon ton artık üzerinde yaklaşık 360 milyon ton makrofungus yetiştirilebilir. Böylece % 4 protein içeren taze makrofungusun kişi başına düşen yıllık miktarı 60 kg çıkartılabilir. Bilindiği gibi dünya nüfusunun % 30'u proteince yetersiz beslenmektedir. Nüfusun hızla artışı ile birlikte ortaya çıkacak olan yiyecek ve orman-ahşap ürünleri ihtiyacı zaten çok büyük olan atık dağlarının artmasına neden olacaktır (Poppe, 2000).

Ülkemizin ekolojik koşullarının bölgelere göre çeşitlilik göstermesi değişik bitkilerin üretilmesine olanak sağlamaktadır. Örneğin, ülkemizde yaklaşık olarak her yıl 50 milyon ton tahıl sapı açığa çıkmaktadır. Dünyada ise her yıl yaklaşık 60 milyar ton buğday samanı açığa çıkmaktadır (Milstein ve ark., 1986). Günümüzde bu tahıl sapsarı endüstride kağıt sanayinde hammadde, bitkisel tarımda makrofungus kompost ana maddesi veya hayvancılıkta altlık veya kaba yem olarak değerlendirilmektedir. Tahıl sapsarının kağıt yapımı vb. endüstriyel amaçlarla toplanıp uzak mesafelere taşınması, bunların büyük hacme ve düşük yoğunluğa sahip olmalarından dolayı pek ekonomik değildir (Raymond ve ark., 1986; Wayman ). Bu sebeple çiftçilerin çoğu samanı hasat sonrası yakmaktadırlar. Anızların bu şekilde yakılması milli servet kaybı ve toprak mikroflorasını yok etmesi atmosferi de kirleten önemli bir etmendir. Ülkemizde hububat alanlarının her yıl yaklaşık % 40'ı anız yangınlarına maruz kalmakta ve 10

milyon ton sap ve saman yok olmakta ve bunun sonucu oluşan duman ve karbon dioksitin atmosfere salınımıyla küresel ısınmaya katkıda bulunmaktadır (Avcı, 2007).

Beyaz çürükçül funguslar, hücre dışı ligninolitik enzim sistemleri ile çevre kirliliğine neden olan birçok hücre yıkımı güç (recalcitrant) organik bileşikleri indirgeyebilmektedir.

Çalışmadan elde edilecek sonuçlar ile üretici için alternatif bir üretim kaynağı oluşturulması ve tüketici için de tıbbi önemi büyük ölçüde olan bu makrofungus türünün tanıtılması hedeflenmektedir. Bununla birlikte başka türlü değerlendirilmemesi ya da ekonomik bulunmaması nedeniyle atılarak çevre kirliliğine olumsuz yönde katkıda bulunan ligno-selülozik materyallerin makrofungus yetiştiriciliğinde kullanılmasıyla çevrenin korunmasına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Bu çalışma ile ülkemizde fazla miktarda bulunan ligno-selülozik yönden zengin olan değişik tarımsal artıkların değerlendirilerek *Trametes versicolor* yetiştiriciliğinde kullanım olanaklarının araştırılması hedeflenmiştir.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Çalışmada kullanılan mikroorganizma kültürleri

Çalışmada Türkiye' nin farklı illerinden basidokarp formunda toplandıktan sonra Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Fungikültür Laboratuvarında dikaryotik misel formunda izole edilen 6 farklı *Trametes versicolor* suşu kullanılmıştır (Çizelge 2.1.). Çalışma kapsamında kullanılan *Trametes versicolor* suşları ile elde edilen veriler standart *Trametes versicolor* ATCC 200801 suşu ile elde edilen veriler ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 2.1. Makrofungus suşlarının kod ve lokaliteleri

Suş Kodu	Lokalitesi
D22	Amasra - Bartın
D41	Osmaneli – Bilecik
D58	Kartepe - Kocaeli
D54	Maşukiye - Kocaeli
SV-1	Sivrihisar - Eskişehir
T796	Türkmenbaba Dağı - Eskişehir

Suşlar 4 °C de yatık kültürler halinde saklanmış ve her 6-8 ayda rutin olarak taze PDA besiyerlerine aktararak korunmuştur.

### 2.1.2. Çalışmada kullanılan besiyerleri

Çalışma kapsamında kullanılan tüm besiyerleri, aksi belirtilmedikçe, 1000 ml distile su içerisinde çözülerek 1.1 atm basınç altında, 121°C sıcaklıkta, 15 dk süre ile steril edilerek kullanılmıştır.

#### Besiyeri 1: Potato Dextrose Agar

Potato dextrose agar (Merck)	39	g
Distile su	1000	ml

#### Besiyeri 2: Malt Ekstrat Agar

Malt ekstrat agar (Merck)	48	g
Distile su	1000	ml

#### Besiyeri 3: PMP Medium

Malt extract	10	g
Peptone	1	g
Potato dextrose broth	24	g
Distile su	1000	ml

İnokülant olarak kullanılacak makrofungus misellerinin büyüme ortamı olarak kullanılmıştır.

### 2.1.3. Çalışmada kullanılan çözeltiler ve diğer malzemeler

Çalışmada kullanılan çözeltiler ve malzemeler, kullanım yerlerine göre Çizelge 2.2. de sunulmuştur.



Çizelge 2.2. Çalışmada kullanılan çözeltiler ve diğer malzemeler

Çözeltilerin ve diğer malzemelerin adı	Kullanım Amacı
Lowry A (100 ml)	LowRy yöntemi ile protein tayini
Lowry B (10 ml)	
Lowry C (10 ml)	
Na-asetat tamponu (100 mM, pH 4.5)	Lakkaz aktivitesinin belirlenmesi
ABTS çözeltisi (1mM)	
%50' lik Folin çözeltisi	Protein tayini
2M NaOH	pH ayarı
% 96-98' lik H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Lignin tayini
Tahıl (buğday, mısır, arpa, yulaf) daneleri	Spawn üretimi
Alçı	
Kireç	

#### 2.1.4. Karpofor üretimi aşamasında kullanılan tarımsal atıklar

İzolatların hangi atık maddede daha iyi gelişeceğini belirlemek amacıyla aşağıda Çizelge 2.3.'de görülen 15 farklı atık üzerinde misel gelişim hızları belirlenmiştir. Böylece karpofor üretiminde kullanılmak üzere 5 farklı atık madde seçilerek karpoforlar bu atıklar üzerinde geliştirilmiştir.

Çizelge 2.3. Eskişehir ve diğer illerden toplanan tarımsal atık maddeler ve temin edildiği yerler

Atık Maddeler	Temin Edinilen Yerler
Meşe talaşı	Eskişehir
Kavak talaşı	Eskişehir
Çam talaşı	Eskişehir
Fasulye atığı	Eskişehir
Macar Fiği atığı	Eskişehir
Pamuk sapı	Adana
Mısır sapı	Eskişehir
Ayçiçeği sapı	Eskişehir
Pirinç kavuzu	Eskişehir
Biber sapı atığı	Maraş
Yonca samanı	Eskişehir
Buğday kepeği	Eskişehir
Kozalak	Türkmenbaba Dağı(Eskişehir)
Fındık küspesi	Ordu
Çay atığı	Eskişehir

## 2.2. YÖNTEM

### 2.2.1. Stok kültürün aktifleştirilmesi

Her çalışmanın başlangıç aşamasında +4 °C de buzdolabında stoklanan *Trametes versicolor* suşlarının PDA ve MEA besiyerlerine ekimleri yapılmış 27 °C etüvde 7 gün inkübasyona bırakılarak geliştirilmiştir.

### 2.2.2. Sıcaklık ve besiyeri isteklerinin suşların misel gelişimi üzerine etkisi

Çalışmanın bu aşamasında deneme ve kontrol olarak kullanılan *Trametes versicolor* suşlarının 5 farklı sıcaklık ve 2 farklı besiyerindeki misel gelişim hızları incelenmiştir. Bunun için stok kültürden alınarak 27 °C de 7 gün boyunca geliştirilen makrofungus kolonilerinin aktif büyüyen uç kısımlarından 6 mm çapında diskler çıkartılmıştır. Bu biçimde elde edilen inokülasyon diskleri MEA ve PDA besiyeri içeren petrilerin merkezine aktarılmıştır. İnoküle edilen kültürler 20, 25, 27, 30 ve 35 °C de inkübe edilmiştir. On gün boyunca inkübasyona bırakılan petrilerin koloni çapları dijital kumpas yardımıyla günlük olarak ölçülmüştür. Suşların günlük büyüme hızı (mm/gün), koloni çapı değerlerinin zamana karşı grafiklenmesi ile elde edilen eğri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu değer, doğrusal büyümenin gerçekleştiği zaman aralığı ( $t_2-t_1$ ) ve bu zaman aralığındaki koloni çapındaki artış ( $R_2-R_1$ ) değerleri dikkate alınarak hesaplanmıştır (Bilay ve ark.,2000).

Her suş, besiyeri ve sıcaklık değeri için 3 petri kullanılmış olup elde edilen sonuçların ortalaması alınmıştır.

### 2.2.3. Farklı tarımsal atıkların suşların misel gelişimi üzerine etkisi

Çalışmanın bu aşamasında çeşitli illerden toplanmış 15 çeşit tarımsal atık üzerine inoküle edilmiş suşların misel gelişim hızları incelenmiştir. Bu tarımsal atıklar buğday kepeği, meşe talaşı, çam talaşı, fasulye atığı, macar fiği, çay atığı, fındık küspesi, ayçiçeği sapı, pirinç kavuzu, kavak talaşı, kozalak, pamuk sapı, biber atığı, yonca samanı ve mısır sapıdır. Bu yolla, çalışılan suşlar için en uygun substrat belirlenmeye çalışılmıştır.

Suşlar için büyüme materyali olarak kullanılacak tarımsal atıklar, ilk olarak öğütücüden geçirilerek boyları birkaç 1-3 mm olacak şekilde parçalanmıştır. Öğütülen atıklar 12 cm lik cam petrilere her birine 15 gram olacak şekilde dağıtılmıştır (Şekil 2.1).

Substratın nem içeriğini ayarlamak için 1 gram atığa karşı 2 ml çeşme suyu ilave edilmiştir. Cam petriler kurutma kâğıtlarına sarılarak 121 °C de 1 saat otoklavlanmıştır. Otoklavdan çıkan petriler bir gün boyunca soğumaya bırakılmıştır. İnokülant olarak, stok kültürden alınarak uygun besiyerinde bir hafta gelişmeye bırakılan makrofungus petrilerinin aktif uç kısımlarından 6 mm çapında misel diskleri çıkartılmıştır. Çıkartılan

diskler hazırlanan petrilerin merkezine gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Aşılınmış petriler her suş için belirlenen en uygun sıcaklığa ayarlanmış etüvlere yerleştirilmişlerdir.



Şekil 2.1. Öğütülerek petrilere dağıtılmış tarımsal atıklar

On gün boyunca inkübasyona bırakılan petrilerin koloni çapları dijital kumpas kullanılarak günlük olarak ölçülmüştür. Suşların günlük büyüme hızı (mm/gün), koloni çapı değerlerinin zamana bağlı olarak grafiklenmesi ile elde edilen eğri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu değer, doğrusal büyümenin gerçekleştiği zaman aralığı ( $t_2-t_1$ ) ve bu zaman aralığındaki koloni çapındaki artış ( $R_2-R_1$ ) değerleri dikkate alınarak hesaplanmıştır (Bilay ve ark.,2000). Ayrıca inkübasyon süresi sonundaki misel gelişim yoğunlukları görsel olarak değerlendirilmiş ve 1-5 arasında skorlandırılmayla kaydedilmiştir.

Her tarımsal atık ve suş için 3 bağımsız petri kullanılmış olup elde edilen sonuçların ortalaması kullanılmıştır.

#### 2.2.4. Spawn üretimi için uygun danelerin belirlenmesi

Çalışmada misel sardırma materyali olarak buğday, arpa, mısır ve yulaf kullanılmıştır. Test edilen danelerden spawn hazırlamak için ilk aşamada, tahıl daneleri 1:2 (w/v) oranında saf su içerisinde tamamen şişene kadar kaynatılmıştır. Ortamda

kalan fazla sıvının süzülmesinden sonra, bir gün boyunca hafif nemli kalacak şekilde havalandırmaya bırakılmıştır. Danelerin birbirine yapışmasını önlemek ve pH ı ayarlamak amacıyla 1 kg taneye 5 gr kireç 20 gr alçı ilave edilmiş ve iyice karıştırılmıştır. Bu yolla miseller için yetiştirme ortamları hazırlanmıştır.

Yetiştirme ortamının hazırlanmasından sonra ortamlar 13,5 cm yükseklik ve 5,5 cm eninde küçük şişelerin 2\3 kadarı dolacak şekilde doldurulmuştur. Şişeler, ağız kısmı pamuk ile kapatıldıktan sonra, 121 °C ve 1,5 atm de 1 saat süre ile steril edilmiştir (Yalınkılıç ve ark, 1995). Sterilizasyon sonrasında şişelerin soğuması sağlanmış ve steril kabinde her bir şişeye makrofungus misel disklerinden 2' şer adet olacak şekilde inoküle edilmiştir.

İnokülasyon işlemi yapılan şişeler, suşların kendilerine en uygun olduğu belirlenen sıcaklıklara ayarlanmış etüvlerde inkübe edilmiştir. Şişeler her gün incelenerek misellerin gelişme durumu izlenmiştir. Misel sarım hızını belirlemek amacıyla 3 gün aralıklarla gelişen misellerin büyüme mesafesi 10 gün boyunca ölçülmüş ve her ölçümde şişelerin dikey düzleminde 3 farklı bölgesinden ölçümler yapıp ortalaması hesaplanmıştır. Gelişmesini tamamlamış örnekler sarım süreleri ve misel yoğunlukları belirlenerek kaldırılmıştır. Çalışma 3 bağımsız paralel halinde gerçekleştirilmiş olup elde edilen değerlerin ortalaması alınmıştır.

### **2.2.5. Suşların lakkaz enzim aktivitelerinin belirlenmesi**

Enzim aktivitelerinin belirlenmesi amacı ile öncelikle inokülant hazırlanmıştır. Bu amaçla, buzdolabında stoklanan makrofungus kültürleri PDA besiyerine inoküle edildikten sonra 27 °C de 7 gün inkübe edilerek aktive edilmiştir. Bu aşamada gelişen kültürlerden 250 ml' lik erlenlerde steril olarak hazırlanan PMP besiyerine 5 er adet misel diski aktararak inoküle edilmiştir. Erlenler 27 °C de 100 rpm de çalkalamalı etüvde 4 gün inkübe edilmiştir. Enzim aktivitelerinin belirlenmesi amacı ile kullanılacak olan inokülant, geliştirilen pellet formdaki miselin homojenize edilmesi ile (Heidolph Silent Crusher) hazır hale getirilmiştir.

Beyaz çürükçül funguslarla lakkaz üretimine yönelik yapılan pek çok çalışma ligninolitik fungusların doğal yaşam şartlarını yansıtmayan sıvı ortamlarda gerçekleştirilmektedir (Couto, S.R., Sanroman, M.A., 2005). Biyoteknolojik açıdan oldukça önemli olan bu enzimin üretiminde katı substrat fermentasyonu yöntemi de test

edilmektedir. Beyaz çürükçül fungusların doğal çevrelerine benzeyen katı substrat fermentasyonu ortamlarında lakkaz dahil birçok enzim üretilebilir.

Bu yüzden enzim aktivitesinin belirlenmesi için besin içeriği, kolay erişilebilirliği ve indükleyici etkisi olması açısından substat olarak buğday kepeği kullanılmıştır. Kuru ağırlığı 5 gr olacak şekilde 250 ml lik erlenlere dağıtılan buğday kepekleri, ağırlığının 2 katı oranında sulandırıldıktan sonra erlenlerin ağzı pamuk ve folyoyla kapatılarak 121 °C de 1 saat otoklavlanmıştır. Otoklavdan çıkan erlenler bir gün soğumaya bırakılmıştır. Homojenize edilen inokülant, % 4 oranında erlenlere aktarılmış, erlenler 27 °C de 30 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyona bırakılan erlenler 3, 7, 11, 15, 20, 23, 26, 30. günlerde süzülerek hasat edilmiştir (Şekil 2.2). Elde edilen süpernatantın pH değerleri ölçülerek +4 °C de 5000 rpm de 10 dk santrifüjlenmiştir.



Şekil 2.2. Süzülerek elde edilen süpernatant kısım

Her hasat gününe ait süpernatant kısımdan 3, 7, 11, 15, 20, 23, 26, 30. günlerde lakkaz aktivitesinin ölçümleri yapılmıştır. Lakkaz enzimi 100 mM Na-asetat (pH:4.5) ortamında ABTS nin substrat olarak kullanılması ile belirlenmiştir. Lakkaz aktivitesi Shimadzu UV - 2450 spektrofotometrede 420 nm' deki aborbans değişiminin 3 dk. boyunca izlenmesi ile belirlenmiştir. Yapılan tarama sonucunda, en yüksek aktivite gösteren izolat ve aktivitenin en yüksek çıktığı gün belirlenmiştir.

## 2.2.6. *Trametes versicolor* suşları ile karpofor üretimi

### **2.2.6.1. Yetiştirme ortamlarının hazırlanması**

Misel gelişim hızları açısından tarımsal atıklardan en iyi 4 tanesi belirlenmiştir. *Trametes versicolor*un sert ağaç gövdelerinde geliştiğini düşünerek meşe talaşı kontrol grubu olarak seçilmiştir. Misel gelişimin desteklediği belirlenen diğer atık maddeler, meşe talaşıyla 1:3 oranında karıştırılarak makrofungusun yetiştirme ortamı hazırlanmıştır. Bu durumda karpofor üretimi için kullanılan yetiştirme ortamları;

Meşe talaşı	% 100
Meşe talaşı	% 75 + Buğday kepeği % 25
Meşe talaşı	% 75 + Fasulye sapı % 25
Meşe talaşı	% 75 + Macar fiği % 25
Meşe talaşı	% 75 + Fındık küspesi % 25

biçiminde hazırlanmıştır.

Atık maddeler komposta karıştırılmadan önce öğütücüden geçirilmiştir. Komposta karıştırılacak her 1lt suya 2,5 ml karbonhidratça zengin olan melas ilave edilmiştir. Hazırlanacak kompostlar bu su ile bir gün süreyle ıslatılmıştır. Islatma sonunda materyalin fazla suyu tülbent bezi yardımıyla süzölmüştür. 1 kg materyal için 1: 4 oranında kireç ve alçı eklenen kompostların pH dengesi ayarlanmıştır.

Her kompost bileşiminden 10' ar tane olacak şekilde sıcağa karşı dirençli torbalara 1'er kg halinde dağıtılmıştır. Ağızları pamuklanıp folyolanarak 121 °C' de 2 saat boyunca otoklavlanmıştır. Otoklavdan çıkan torbalar soğuması için bir gün bekletilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Karpofor üretiminde kullanılan kompost

#### **2.2.6.2. Misel Aşılama İşlemi**

Spawn üretimi için daha önce yapılan uygun tahıl danesi belirlenmesi çalışmasında en iyi sonuç veren dane olan arpa seçilmiştir. Spawn hazırlanması için yapılan yöntemin aynısı arpa için yapılmış ve bir şişeye 40 gram tane gelecek şekilde 20 şişe doldurulup ağzlarına pamuk ve folyo geçirilerek hazırlanmıştır. Daha sonra şişeler 121 °C’ de 1 saat otoklavlanmıştır.

Enzim çalışmasının sonuçlarına göre en iyi aktivite gösteren izolattan(SV-1) elde edilen makrofungus misel disklerinden her bir şişeye 5 mm<sup>2</sup> boyutunda 2’ şer adet olacak şekilde inoküle edilmiştir. Şişeler 27 °C ye ayarlanmış etüve koyularak misellerin taneleri tamamen sarması için 10 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Tohumluk miseller aşılama için hazır hale geldiğinde, önceden hazırlanan kompost torbalarına spatül yardımıyla üst kısımlarından içe doğru inoküle edilmiştir (Şekil 2.4.).





Şekil 2.4. Komposta spawnların inokülasyonu

### **2.2.6.3. İnkübasyon aşaması**

Misel aşılması yapılan kompostlar  $26 \pm 2$  °C ve % 70 – 80 nem içeren misel geliştirme odasında bekletilmiştir. Kompostlar 1 ay boyunca sürekli takip edilerek, miseller kompostu tamamen sarıp primordium oluşturan kadar gelişmeye bırakılmıştır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Kompost içinde misel gelişimi

Misel gelişimi tamamlanan ortamların ağızlarındaki pamuklar çıkartılarak torbaların her iki yan yüzeyinden 10 ar cm genişliğinde yarıklar açılarak mantar oluşumu teşvik edilmiştir. Yine bu amaçla yetiştirme odasının sıcaklığı 15 °C ye ayarlanmıştır. Şapka oluşumu için floresans lambalar ile 250-300 lm/m<sup>2</sup> dozunda günde 12 saat süreyle aydınlatılma yapılmıştır (Şekil 2.6). Bu dönemde ortamların kurumasını önlemek için yetiştirme odasına günde 3 kez havadan püskürtme ile ve yerden olacak şekilde su dökülerek nemlendirilmiştir. Havalandırma belirli aralıklarla hava değişimini sağlayacak şekilde yapılmıştır.



Şekil 2.6. Aydınlatma amacı ile kullanılan floresans lambalar

#### **2.2.6.4. Çalışmada kullanılan inceleme parametreleri**

Çalışmada kullanılan tüm inceleme parametreleri dört farklı aşamanın karşılaştırılması amacı ile kullanılmıştır:

1. Aşama: Sterilizasyon öncesi kompostlardan alınarak yapılan ölçümler
2. Aşama: Sterilizasyon sonrasındaki kompostlardan alınarak yapılan ölçümler
3. Aşama: Primordium safhasındaki kompostlardan alınarak yapılan ölçümler
4. Aşama: Hasat sonunda yapılan ölçümler

##### **2.2.6.4.1. pH ölçümü**

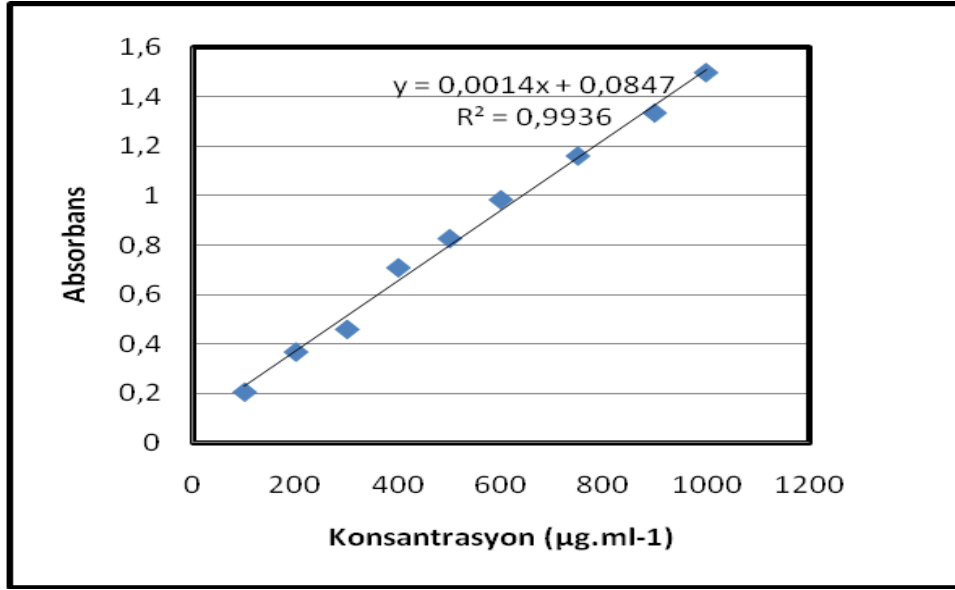
Her grup içinden alınan kompost örneklerinin iç kısmından 10' ar gr örnek tartılıp 250 ml lik erlenlere aktarılmıştır. Üzerine 50 ml saf su eklenmiş birkaç saat çalkalamalı etüvde 100 rpm de çalkalanmıştır. Daha sonra karışım süzülerek elde edilen süpernatant kısmın pH değeri pH metre (Iontek) kullanılarak belirlenmiştir.

##### **2.2.6.4.2. Nem içeriği**

Her uygulama için alınan kompost örneklerinin iç kısmından 20' şer gr yaş örnek alınarak darası alınan petri kaplarına eklenmiştir. Petri kapları 1 gün süreyle 70 °C deki etüve kaldırılmıştır. Tamamen kuruyan örnekler tartılarak ve aradaki fark alınarak 20 gram yaş ağırlıktaki maddenin nem içeriği belirlenmiştir. Bu uygulama tüm kompost tiplerinin toplam nem içeriğini hesaplamak için de yapılmıştır.

##### **2.2.6.4.3. Protein tayini**

Süpernatantın protein içeriği Lowry Yöntemi ile belirlenmiştir. Süpernatanta Lowry stok solüsyonunun eklenmesi ile oluşan karışım oda sıcaklığında 10-15 dk bekletilmiş, folin reaktifi eklendikten sonra vortekslenmiş ve 35-45 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. Oluşan mavi rengin şiddeti Spektrofotometrede 550 nm de okunarak her aşamadaki protein konsantrasyonu belirlenmiştir. Protein miktar tayini bovin serum albumin ile hazırlanan standart eğri üzerinden hesaplanarak elde edilmiştir (Lowry ve ark, 1951) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Standart eğri grafiği

#### 2.2.6.4.4. Lignin tayini

Her bir torbadan elde edilen 1 gr kuru örnek, % 96-98' lik  $H_2SO_4$  ile hidroliz edildikten sonra üzerine distile su aktarılarak 121 °C de 1 saat otoklavlanmıştır. Otoklavdan çıkan süspansiyon soğuduktan sonra önceden tartılmış Whatman (No: 1) filtre kâğıdından süzülüp distile su ile iyice yıkandıktan sonra 70 °C de 1 gün etüvde bekletilmiştir (Şekil 2.8). Kuruyan örnekler tartılarak aradaki fark hesaplanmıştır (Crawford ve Pometto, 1988).



Şekil 2.8. Kurutma kağıdından süzülen lignin

Örnekteki lignin içeriği, başlangıç ağırlığının % değeri olarak hesaplanmış, substrattaki % lignin kaybı aşağıdaki formülden yararlanılarak hesaplanmıştır (Crawford, 1981).

$$\text{LİGNİN KAYBI (\%)} = 100 - (a/b \times 100)$$

a: Kalıntıda var olan lignin (mg)

b: Başlangıçta var olan lignin (mg)

#### 2.2.6.4.5. Organik madde kaybı ( LOM ölçümü)

Farklı kompost tipleri için substrattaki organik madde kaybı aşağıdaki formülden yararlanılarak hesaplanmıştır. Formüldeki  $W_i$  değeri başlangıç kuru ağırlığını,  $W_f$  değeri ise final kuru ağırlığını göstermektedir (Kırbağ ve Akyüz, 2008).

$$\text{LOM} = (W_i - W_f/W_i) \times 100$$

#### 2.2.6.4.6. Karpoforların hacimleri ve ağırlıklarının hesaplanması

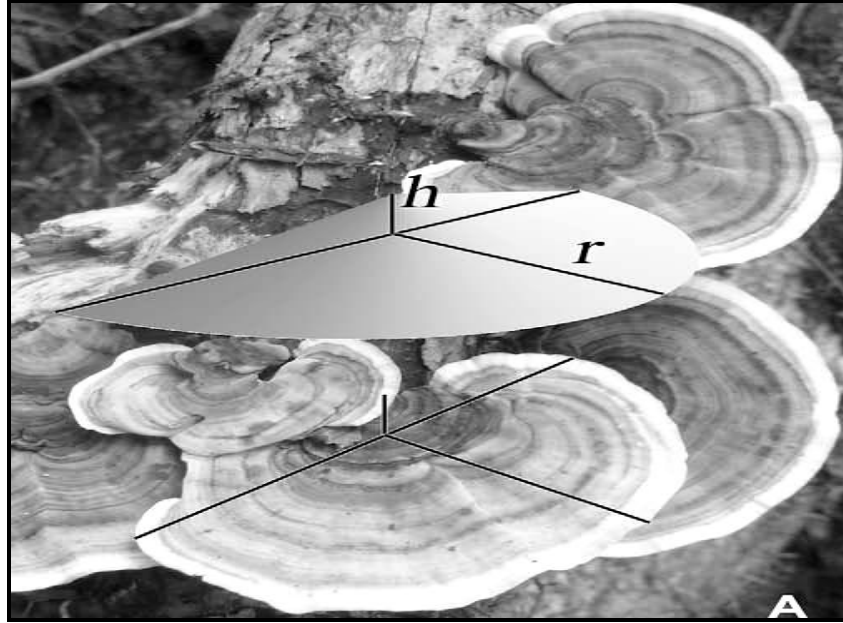
Her bir torbadan hasat edilen karpoforlar ayrı ayrı ve tek tek numaralandırılmıştır. Şekil 2.10 da görüldüğü gibi her bir karpoforun hacmi dijital kumpas yardımıyla ölçülen  $r$  ve  $h$  değerleri bulunarak hesaplanmış, yaş ağırlıkları tartılmıştır. Yaş ağırlıkları tartılan karpoforların kuru ağırlığı, 70 °C de 1 gün bekletilerek belirlenmiştir. Karpoforların yaş ve kuru ağırlığı arasındaki farktan nem içeriği bulunmuştur (Urcelay ve Robledo, 2009).

Hacim hesaplama yöntemi:  $V_b = (\pi \times r^2 \times h) / 2$  (Şekil 2.9)

$V_b$  = karpofor hacmi

$r$  = karpoforun orta noktasından uç kısmına olan uzaklığı (yarıçap)

$h$  = karpoforun orta noktasından tüm enine olan genişliği (yükseklik)



Şekil 2.9. Karpoforların  $r$  ve  $h$  değerleri (Urcelay ve Robledo, 2009).



Şekil 2.10. Dijital kumpasla ölçülen karpoforlar

#### 2.2.6.4.7. Biyolojik etkinlik oranı (BE)

Substratın suş tarafından kullanım oranının bir ifadesi olarak, hasat aşamasında biyolojik etkinlik oranı aşağıdaki formülde belirtildiği şekilde hesaplanmıştır (Kırbağ ve Akyüz, 2008).

$$BE (\%) = (\text{Hasat edilen toplam taze mantar ağırlığı (g)} / \text{Substrat kuru ağırlığı (g)}) \times 100$$

#### 2.2.6.4.8. Üretim oranı

Gün başına düşen makrofungus üretim değeri, biyolojik etkinlik oranının inokülasyondan itibaren toplam üretim gününe bölünmesiyle elde edilen orandır. (Royse, 1985).

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

**2.2.6.4.9. Verim**

Hasat edilen mantarların toplam taze ağırlıklarının toplam substrat taze ağırlına bölünmesiyle elde edilir (Kırbağ ve Akyüz ,2008).

$$Y (\%) : (\text{Hasat edilen mantarın taze ağırlığı} / \text{Substrat taze ağırlığı}) \times 100$$

**2.2.6.4.10. Biyolojik dönüşüm oranı**

Kullanılan her 100 g kuru substrat başına üretilen kuru mantar miktarıdır (Kırbağ ve Akyüz, 2008).

$$\text{BDO} = (\text{hasat toplam kuru ağırlık} / \text{substrat kuru ağırlık}) \times 100$$

**2.2.6.4.11. Kompostun içeriği**

Kompost içeriklerinin % kül miktarı, OM (Organik Madde) (%), OC (Organik Karbon) (%), N, C-N, K (%), Ca (%), P (%), Mg (%), Mn (ppm), Zn (ppm), Fe (ppm) değerleri Doç.Dr. Aysun Pekşen tarafından yapılmıştır.



### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Sıcaklık ve besiyeri isteklerinin suşların misel gelişimi üzerine etkisi

Yapılan çalışmanın bu kısmında 7 farklı *Trametes versicolor* suşunun PDA ve MEA besiyerlerinde 20, 25, 27, 30, 35 °C sıcaklık değerlerindeki gelişim hızları araştırılmıştır. Bu yolla her iki besiyerinde de farklı sıcaklık değerlerinde diğerlerinden daha iyi gelişim gösteren suşların seçilmesi amaçlanmıştır. Çalışılan *Trametes versicolor* suşlarının kodları ATCC 200801, D22, D41, D54, D58, SV-1, T796 dır. Her bir suşun PDA ve MA besiyerlerindeki gelişme hızları ve petri sarım süreleri sırası ile Çizelge 3.1. ve 3.2. de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. *Trametes versicolor* suşlarının PDA besiyerinde farklı sıcaklıklardaki gelişim hızları

Suş kodu	Sıcaklık (°C)	Gelişim Hızı (mm/gün)	Petrinin Tamamının Misel ile Kaplandığı Gün
ATCC 200801	20	8,93	11
	25	11,03	9
	27	11,04	9
	30	12,45	8
	35	12,41	8
D22	20	11,19	9
	25	12,46	8
	27	13,90	7
	30	13,83	7
	35	12,33	8
D41	20	7,59	10
	25	10,22	10
	27	11,20	9
	30	12,48	8
	35	11,19	9

Çizelge 3.1. *Trametes versicolor* suşlarının PDA besiyerinde farklı sıcaklıklardaki gelişim hızları ( Devam )

Suş kodu	Sıcaklık (°C)	Gelişim Hızı (mm/gün)	Petrinin Tamamının Misel ile Kaplandığı Gün
D54	20	10,19	10
	25	12,56	8
	27	14,09	7
	30	14,34	7
	35	14,24	7
D58	20	9,90	10
	25	12,70	8
	27	14,23	7
	30	16,62	6
	35	13,25	7
SV-1	20	9,81	10
	25	12,45	8
	27	15,71	7
	30	16,11	6
	35	13,98	7
T796	20	10,7	10
	25	11,08	9
	27	12,55	8
	30	14,30	7
	35	12,58	8

Çizelge 3.2. *Trametes versicolor* suşlarının MA besiyerinde farklı sıcaklıklardaki gelişim hızları

Suş kodu	Sıcaklık (°C)	Gelişim Hızı (mm/gün)	Petrinin Tamamının Misel ile Kaplandığı Gün
ATCC 200801	20	9,17	11
	25	10,01	10
	27	11,02	9
	30	11,15	9
	35	11,12	9
D22	20	10,14	10
	25	12,38	8
	27	14,23	7
	30	12,26	8
	35	10,95	9
D41	20	8,10	11
	25	10,19	10
	27	11,21	9
	30	11,15	9
	35	11,13	9

Çizelge 3.2. *Trametes versicolor* suşlarının MA besiyerinde farklı sıcaklıklardaki gelişim hızları (Devam)

Suş kodu	Sıcaklık (°C)	Gelişim Hızı (mm/gün)	Petrinin Tamamının Misel ile Kaplandığı Gün
D54	20	9,78	10
	25	14,41	7
	27	14,51	7
	30	12,44	8
	35	12,43	8
D58	20	10,28	10
	25	12,66	8
	27	14,41	7
	30	12,67	8
	35	12,61	8
SV-1	20	10,11	10
	25	12,43	8
	27	14,13	7
	30	14,03	7
	35	11,84	8
T796	20	10,22	10
	25	10,79	9
	27	12,52	8
	30	12,33	8
	35	11,11	9

Eldeki verilere göre ATCC 200801 suşunun, PDA ve MEA besiyerlerindeki en yüksek gelişim hızları sırası ile 12,45 ve 11,15 mm/gün olarak belirlenmiştir. Bu suş her iki besiyerinde de en yüksek gelişim hızına 30 °C de ulaşmıştır. Bu durumda PDA ve MA besiyeri içeren 9 cm lik petri kaplarının sırası ile inkübasyonun 8 ve 9. günlerinde tamamen misel ile kaplandığı belirlenmiştir. Buna göre ATCC 200801 suşu için en uygun besiyeri ve sıcaklığın PDA besiyeri ve 30 °C olduğunu söyleyebiliriz.

*T. versicolor* D22 suşunun ise PDA besiyerinde en iyi gelişim gösterdiği sıcaklık 13,90 mm/gün lük hızla 27 °C olarak bulunmuştur (Çizelge 3.1). MEA besiyerinde ise en iyi gelişim gösterdiği sıcaklık 14,23 mm/günlük hızla 27 °C olarak bulunmuştur (Çizelge 3.2). Her iki besiyerinde de inkübasyonun 7. gününde tüm petri misel ile kaplanmış durumdadır. Bu duruma göre D22 suşu için en uygun besiyeri ve sıcaklığın MEA besiyeri ve 27 °C olduğu düşünülmektedir.

D41 suşu incelendiğinde; PDA besiyerinde en iyi gelişim görülen sıcaklık 30 °C ve bu sıcaklıktaki gelişim hızı 12,48 mm/gün olarak bulunmuş olup 8 günde gelişimini tamamlamıştır (Çizelge 3.1). MEA besiyerinde ise en iyi gelişim görülen sıcaklık 11,21 mm/günlük hızla 27 °C olarak bulunmuş ve 9 günde gelişimini tamamlamıştır (Çizelge 3.2). Buna göre D41 suşu için en uygun besiyeri ve sıcaklığın 30 °C ve PDA besiyeri olduğu görülmektedir.

D58 suşuna ait verilerin incelenmesi ile PDA besiyerinde en iyi gelişim gösterdiği sıcaklığın 16,62 mm/gün lük hızla 30 °C olduğu bulunmuş ve 6 günde petrinin tamamı misel ile kaplanmıştır (Çizelge 3.1). Suşun MEA besiyerinde en iyi gelişim gösterdiği sıcaklık 14,41 mm/günlük hızla 27 °C olarak bulunmuş ve petrinin suş miseli ile kaplanması 7 günde tamamlanmıştır (Çizelge 3.2). Buna göre D58 suşu için en uygun besiyeri ve sıcaklık bileşiminin PDA besiyerinde 30 °C olduğu görülmektedir.

D54 suşuna değerlendirecek olursak; PDA besiyerinde en iyi gelişim gösterdiği sıcaklık 14,34 mm/gün lük hızla 30 °C olarak bulunmuş ve 7 günde gelişimini tamamlamıştır (Çizelge 3.1). MEA besiyerinde ise en iyi gelişim gösterdiği sıcaklık 14,51 mm/günlük hızla 27 °C olarak bulunmuştur. Suş, bu besiyerinde 7 günde petrinin

tamamını kaplamıştır (Çizelge 3.2). Buna göre D54 suşu için en uygun besiyeri ve sıcaklığın MEA besiyeri ve 30 °C olduğunu söyleyebiliriz.

SV-1 suşu PDA besiyerinde 16,11 mm/gün lük büyüme hızı ile 30 °C de 6 günde gelişimini tamamlamıştır. (Çizelge 3.1). MEA besiyerinde ise 14,13 mm/günlük gelişim hızı ile 27 °C de 8 günde petri misel ile sarılmıştır. (Çizelge 3.2). Buna göre SV-1 suşu için en uygun besiyeri PDA ve en uygun sıcaklık 30°C dir diyebiliriz.

T796 suşuna ait verilerin değerlendirilmesi ile PDA besiyerinde en iyi gelişim görülen sıcaklık 14,30 mm/gün lük hızla 30 °C olarak bulunmuş olup bu suş gelişimini 7 günde tamamlamıştır (Çizelge 3.1). MEA besiyerinde ise en iyi gelişim gösterdiği sıcaklık 12,52 mm/günlük hızla 27 °C olarak bulunmuştur. Bu besiyerinde petrinin tamamının suş miseli ile kaplanması 8 günde tamamlanmıştır (Çizelge 3.2). Buna göre T796 suşu için en uygun besiyeri ve sıcaklığın PDA besiyerinde 30 °C olduğu görülmektedir.

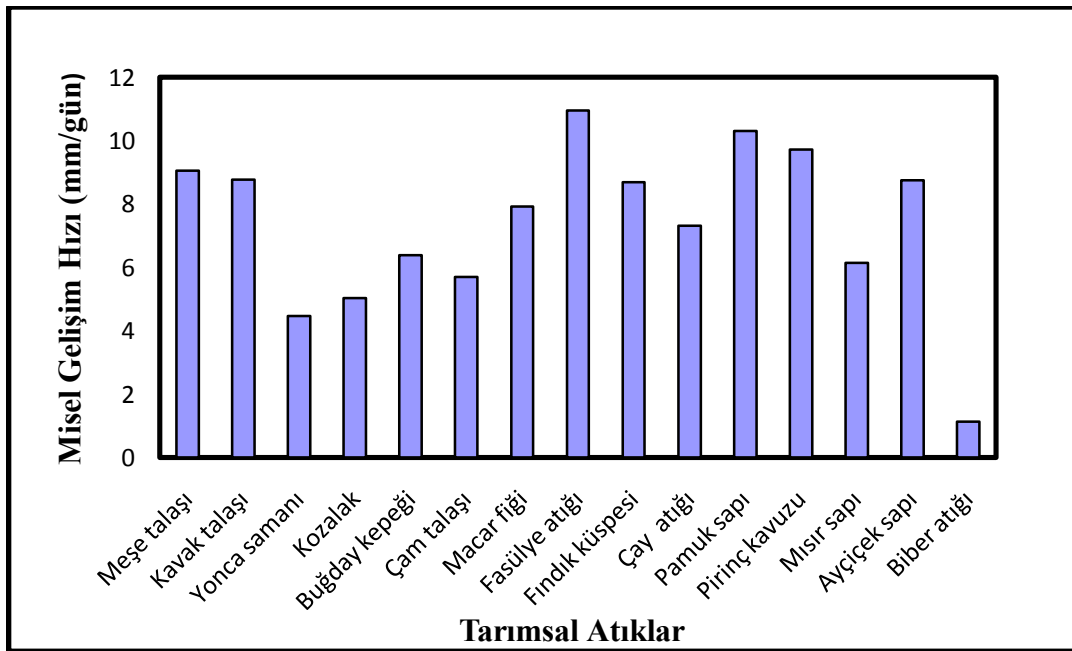
Makrofungusların gelişim hızları büyüdükleri besi ortamlarına ve inkübasyon sıcaklıklarına göre değişebilmektedir. Aynı türe ait suşların farklı büyüme ortamı ve inkübasyon sıcaklıklarında inkübe edilmesi ile daha “agresif” olan suşların seçilmesi mümkün olabilmektedir. Böylece kültür koşullarında daha başarılı sonuç alınması öngörülmektedir. Genel olarak Çizelge 3.1. ve 3.2. birlikte incelenmesi ile sonuca varılacak olursa *Trametes versicolor* suşları için 27-30 °C sıcaklık değerlerinin ve PDA besiyerinin gelişim hızı açısından daha uygun olduğu görülmektedir. Diğerleri arasında daha yüksek gelişim hızına sahip olan suşlar ise D54, D58 ve SV-1 olarak görülmektedir.

### 3.2. Farklı tarımsal atıkların suşların misel gelişimi üzerine etkisi

Ülkemizin makrofungus üretimi için gerekli hammadde potansiyeli oldukça yüksektir. Çevre kirlenmesine yol açan birçok tarımsal atığın makrofungus yetiştirmede kompost olarak kullanılması ve bunların teminindeki kolaylıklar üretimi cazip hale getirmektedir. Günümüzde kavak, meşe, çam, kayın, akçaağaç, huş gibi ağaç türlerinin talaşı, hububat samanı, mısır koçanı, çay artığı, kahve pulpu, ayçiçeği tohum kabuğu, pamuk tohumu atıkları gibi birçok tarımsal atık makrofungus yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir (Şen ve Yalçın, 2010).

Çalışmanın bu aşamasında ülkemizin farklı illerinden tarımsal atık olarak açığa çıkan 15 farklı substratın *Trametes versicolor* suşlarının misel gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Her bir suşun atıklar üzerindeki büyüme hızlarına ait sonuçlar 3 paralelin ortalaması biçiminde sunulmuştur. Buna göre bazı tarımsal atıkların diğerlerine göre misel büyümesini güçlü biçimde arttırdığı görülmüş, bazı atıkların ise çok az bir gelişme sağladığı belirlenmiştir.

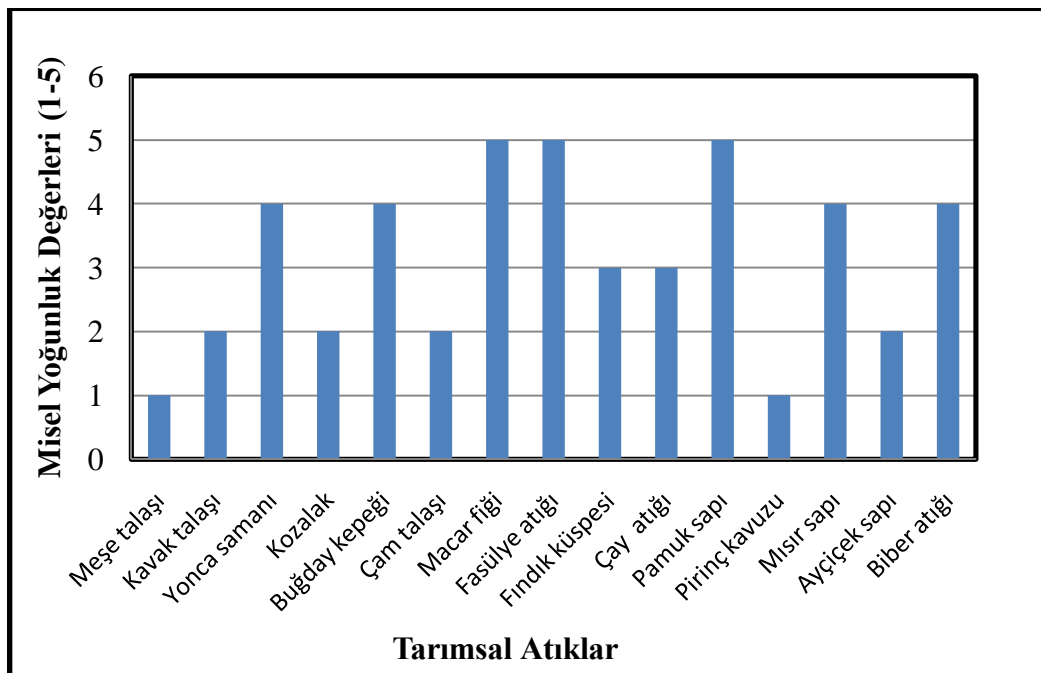
*Trametes versicolor* ATCC 200801 suşunun tarımsal atıklar üzerinde büyümesine ilişkin veriler şekil 3.1 – 3.3 de sunulmaktadır.



Şekil 3.1. ATCC 200801 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki büyüme hızı (mm/gün)

Şekil 3.1. incelendiğinde ATCC 200801 suşunun en yüksek büyüme hızına sahip olduğu atık maddelerden bazılarının, sırası ile fasulye atığı (10,95 mm/gün), pamuk sapı (10,31 mm/gün), pirinç kavuzu (9,71 mm/gün), meşe talaşı (9,06 mm/gün), kavak talaşı (8,76 mm/gün), ayçiçek sapı (8,75 mm/gün), fındık küspesi (8,69 mm/gün), macar fiği (7,91 mm/gün), buğday kepeği (6,38 mm/gün) olduğu görülmüştür. En düşük büyüme hızı ise yonca samanı (4,46 mm/gün) ve biber atığı (1,13 mm/gün) üzerinde olmuştur.

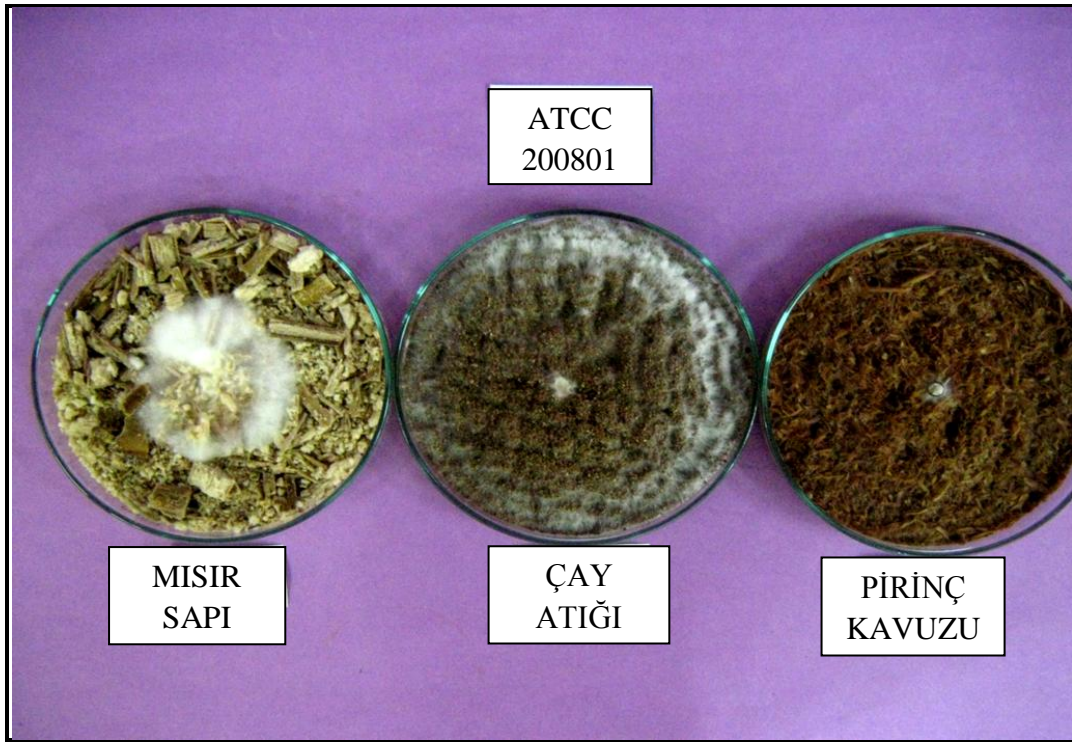
*Trametes versicolor* suşlarının petrideki misel yoğunluklarının her tarımsal atıkta farklılık gösterdiği görülmüştür. Bazı atıklarda yoğun misel gelişimi görülürken bazılarında ise çok seyrek bir misel yapısı görülmektedir. Suşların tarımsal atıklar üzerindeki yoğunluk derecelerine göre 1 ile 5 arasında skorlandırma yapılmıştır ve her suş için sonuçlar Şekil 3.2, 3.5, 3.8, 3.11, 3.14, 3.17 ve 3.20 de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. ATCC 200801 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları



ATCC 200801 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunluk değerleri Şekil 3.2 de sunulmuştur. Şekil incelendiğinde suşun her tarımsal atıkta birbirinden farklı yoğunluklarda gelişim gösterdiği anlaşılmaktadır. Atıklar arasında 1 ile 5 arasında bir yoğunluk skorlandırılması yapıldığında en yoğun misel gelişimi gözlenen atık maddelerin pamuk sapı, macar fiği ve fasulye atığı olduğu görülmektedir. En seyrek misel gelişimi gözlenen atık ise misel gelişim hızları yüksek olmasına rağmen pirinç kavuzu ve meşe talaşı olmuştur.



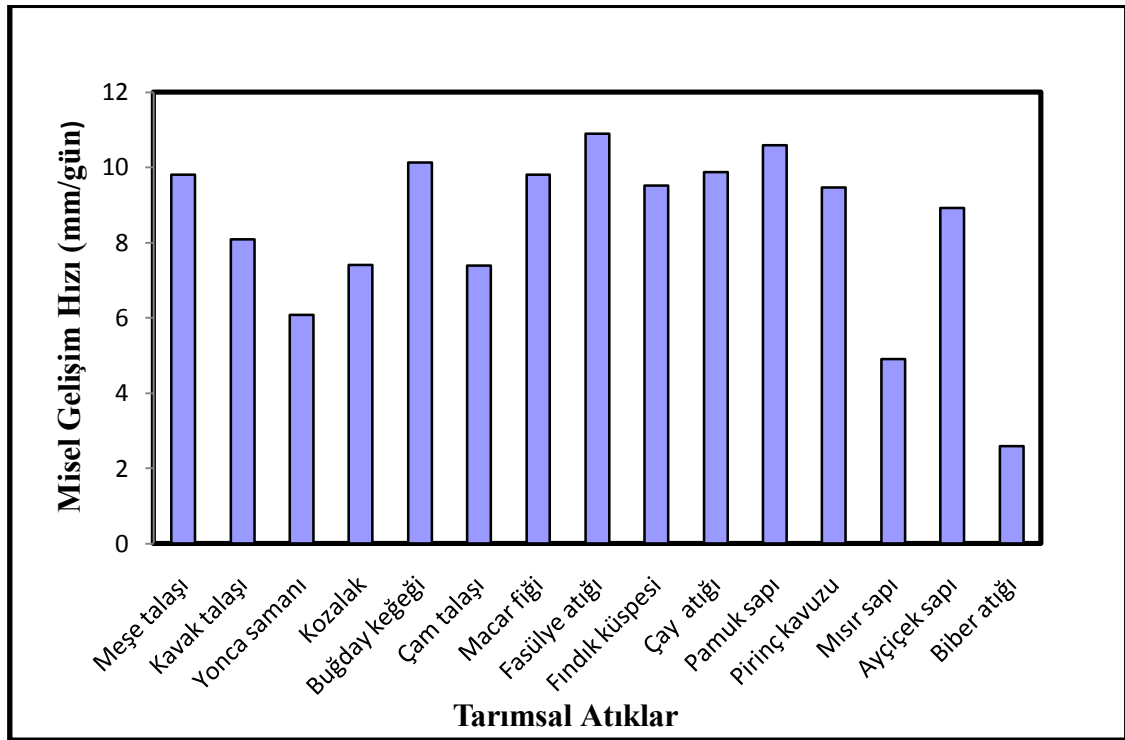
Şekil 3.3. ATCC 200801 suşunun çeşitli tarımsal atıklar üzerinde misel gelişimi

Şekil 3.1 ve 3.2 incelendiğinde organizmanın bazı atıklarda çok yüksek büyüme hızı göstermesine rağmen çok seyrek bir misel yapısı oluşturduğu görülmektedir. Örneğin pirinç kavuzu neredeyse en yüksek büyüme hızına sahip olmasına rağmen petride görülmeyecek kadar seyrek misel gelişimi göstermiştir. Bu durum meşe talaşı için de geçerlidir. Pamuk sapı ve meşe talaşı arasında çok büyük bir büyüme hızı farkı

olmamasına rağmen pamuk sapında daha yüksek bir misel yoğunluğu elde edilmiştir. Sonuç olarak suşların gelişimi konusunda bir sonuca varılması için bu iki verinin birlikte göz önünde bulundurulması oldukça önemli görülmektedir.

Verilerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda ATCC 200801 suşunun misel yoğunluk ve büyüme hızı göz önünde bulundurularak; büyümeyi en fazla destekleyen tarımsal atıkların pamuk sapı, fasulye atığı, fındık küspesi, macar fiği ve buğday kepeği olduğu belirlenmiştir. Diğer tüm suşlar için de benzer yaklaşım uygulanmıştır.

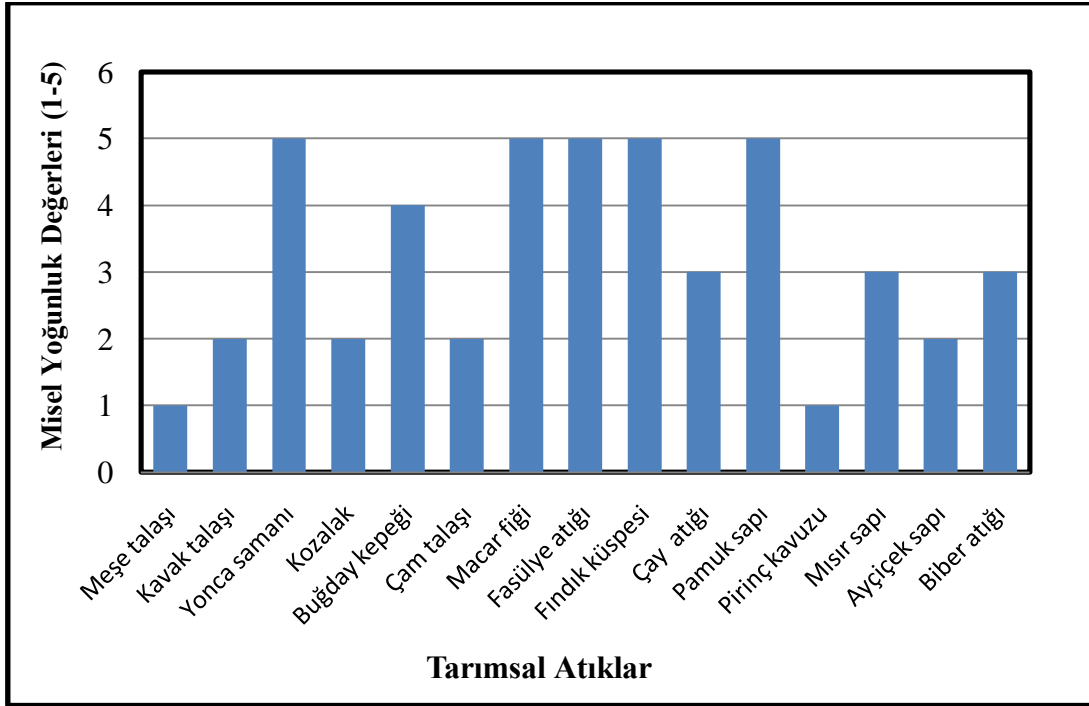
D22 suşunun tarımsal atıklar üzerinde büyümesine ilişkin veriler Şekil 3.4-3.6 da sunulmaktadır.



Şekil 3.4. D22 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki büyüme hızı (mm/gün)

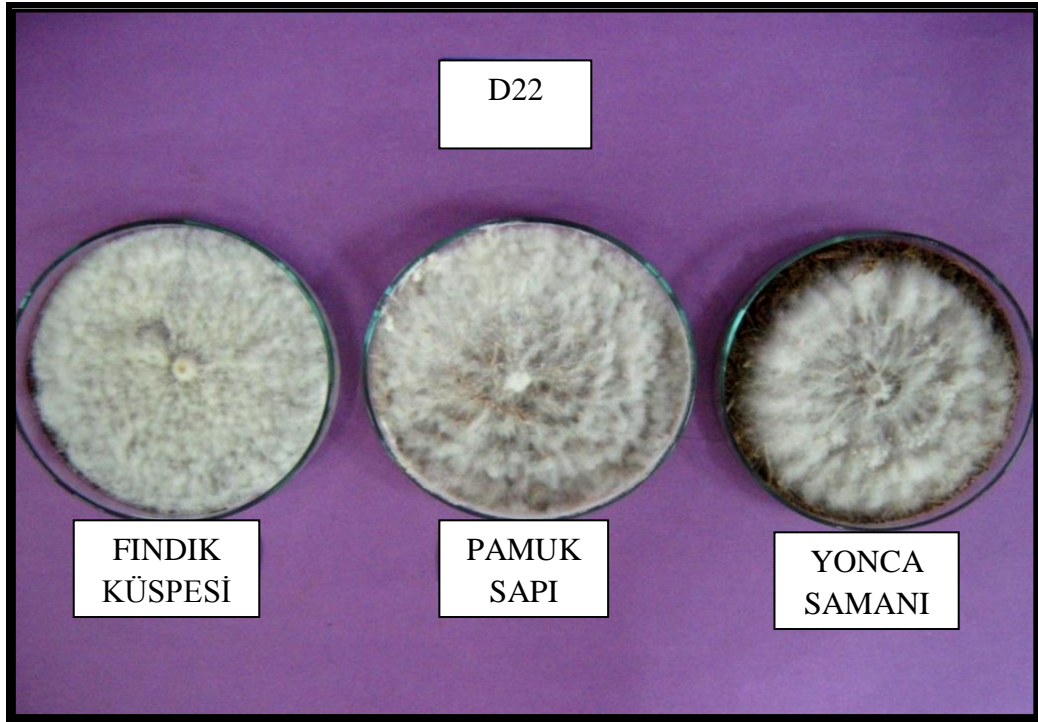
Şekil 3.4 incelendiğinde D22 nin en yüksek büyüme hızına, sahip olduğu atık maddelerden bazıları fasulye atığı (10,89 mm/gün), pamuk sapı ( 10,59 mm/gün), buğday kepeği (10,13 mm/gün), çay atığı (9,88 mm/gün), macar fiği (9,80 mm/gün),

meşe talaşı (9,80 mm/gün), fındık küspesi (9,52 mm/gün), pirinç kavuzu (9,47 mm/gün) ve ayçiçek sapı (8,93 mm/gün) olduğu görülmüştür. En az gelişim hızı gözlenen atıklar ise mısır sapı (4,91 mm/gün) ve biber atığı (2,59 mm/gün) dır.



Şekil 3.5. D22 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları

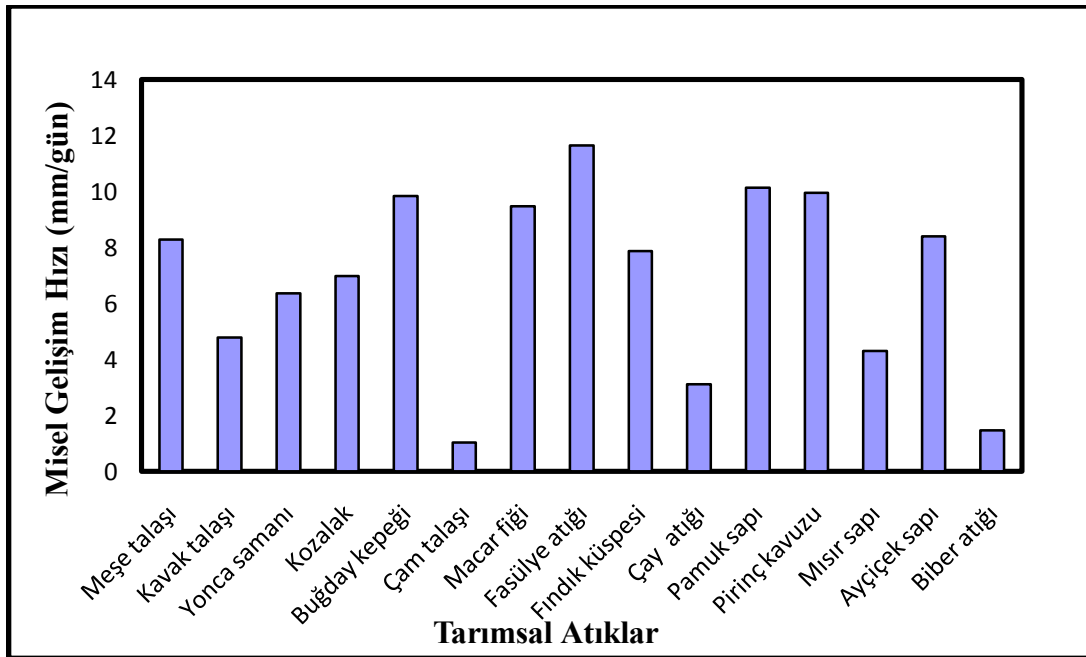
D22 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunluk değerleri Şekil 3.5 de verilmiştir. Şekil incelendiğinde D22 suşunda da her tarımsal atıktaki yoğunluk değerlerinin birbirinden farklılık gösterdiğini görmekteyiz. 1 ile 5 arasında bir yoğunluk skorlandırılması yapıldığında en yoğun misel gelişimi gözlenen atıklar pamuk sapı, macar fiği, fasulye atığı, fındık küspesi ve yonca samanı olduğu görülmektedir. Misel gelişim hızları yüksek olmasına rağmen en seyrek misel gelişimi gözlenen atıklar ise, pirinç kavuzu ve meşe talaşı olmuştur.



Şekil 3.6. D22 suşunun çeşitli tarımsal atıklar üzerindeki misel gelişimi

*Trametes versicolor* D22 suşuna ait veriler birlikte incelendiğinde bazı atıklarda gelişim hızları arasında çok büyük fark olmamasına rağmen misel yoğunluğu açısından büyük farklar görülmektedir. Örneğin pamuk sapı ve fındık küspesiyle karşılaştırarak olursak meşe talaşı ve pirinç kavuzunun misel gelişim hızları arasında çok fazla fark olmamasına rağmen misel yoğunlukları çok azdır. Elde edilen sonuçlara göre gelişim hızı ve misel yoğunluğu açısından değerlendirildiğinde D22 suşu için en uygun tarımsal atık maddeler pamuk sapı, fasulye atığı, fındık küspesi, buğday kepeği, macar fiği olduğu bulunmuştur.

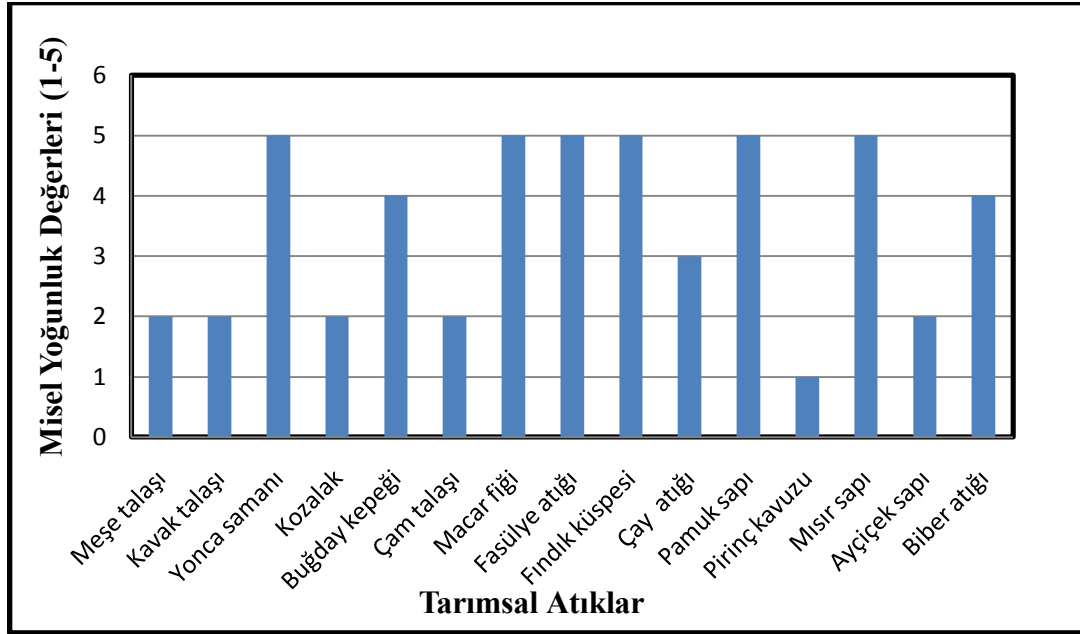
D41 suşunun tarımsal atıklar üzerinde büyümesine ilişkin veriler Şekil 3.7-3.9 da sunulmaktadır;



Şekil 3.7. D41 suşunun 15 farklı tarımsal atıkta büyüme hızları (mm/gün)

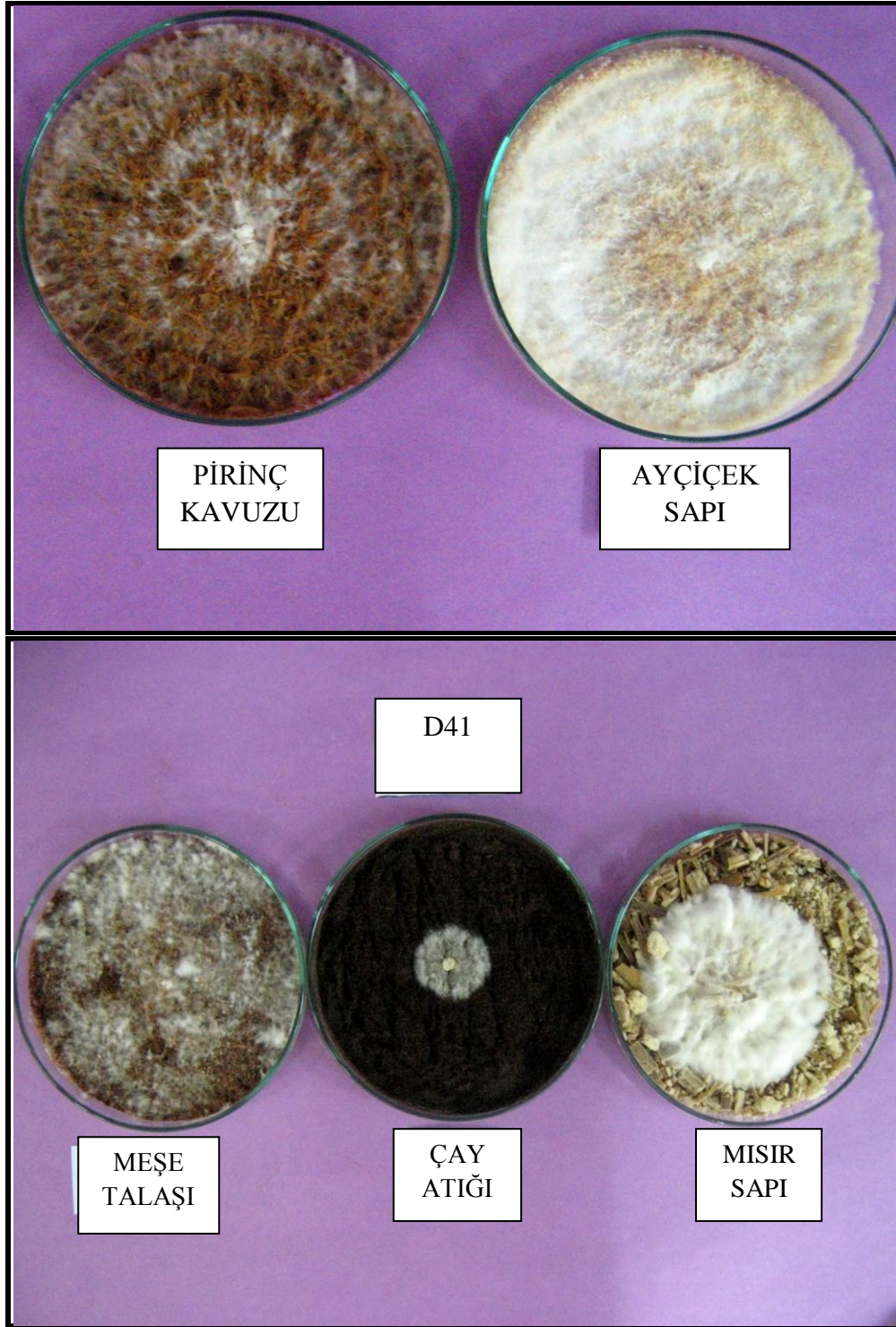
Şekil 3.7. incelendiğinde D41 in en yüksek büyüme hızına sahip olduğu atık maddelerden bazıları sırası ile; fasulye atığı (11,65 mm/gün), pamuk sapı (10,15 mm/gün), pirinç kavuzu (9,97 mm/gün), buğday kepeği (9,84 mm/gün), macar fiği (9,47 mm/gün), ayçiçek sapı (8,40 mm/gün), meşe talaşı (8,29 mm/gün), fındık küspesi (7,87

mm/gün) olduğu görülmektedir. En düşük gelişim hızı gözlenen atık ise çam talaşı (1,04 mm/gün) ve biber atığı (1,48 mm/gün) olmuştur.



Şekil 3.8. D41 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları

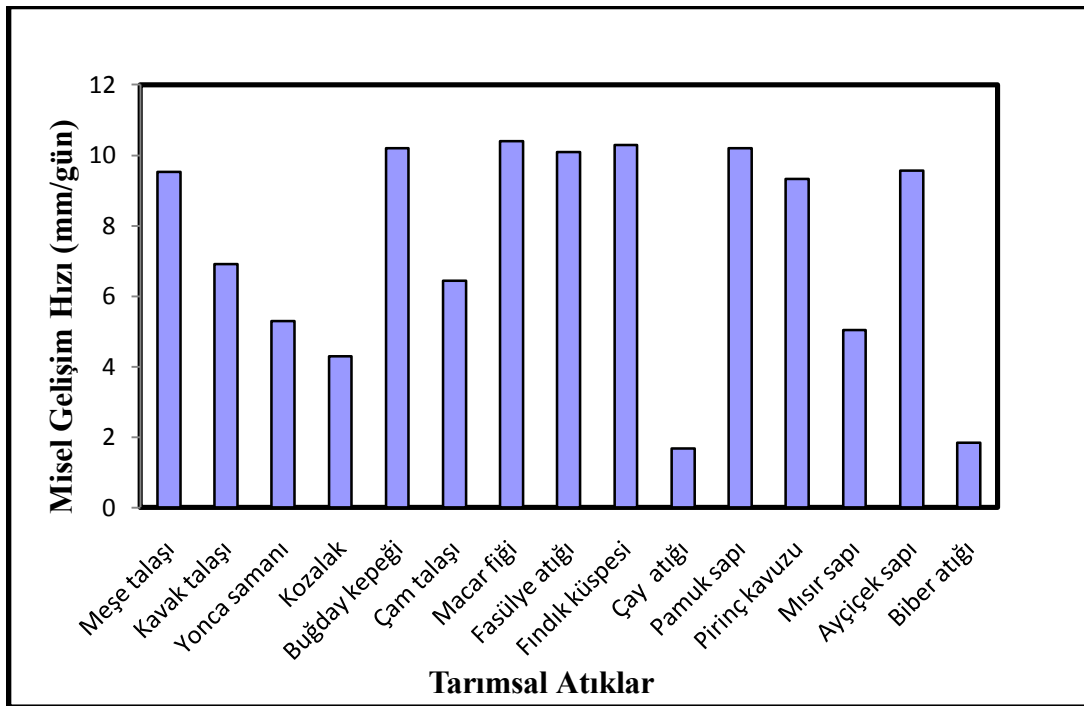
D41 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunluk değerleri Şekil 3.8 de verilmiştir. Şekil incelendiğinde D22 suşu için bir yoğunluk değerlendirmesi yaptığımızda 5 ile skorlandırılarak en yoğun misel gelişimi gözlenen atıklar pamuk sapı, macar fiği, fasulye atığı, fındık küspesi, yonca samanı ve mısır sapı olduğu görülmektedir. Şekillere bakıldığında en yüksek misel gelişim hızına sahip fasulye atığının yine en yoğun misel değerine sahip olduğunu görmekteyiz. Bunun yanında misel gelişim hızı yüksek bir değere sahip olmasına rağmen en seyrek misel gelişimi gözlenen atık ise yine pirinç kavuzu olmuştur. Biber atığında en düşük misel gelişim hızı gözlenmesine rağmen misel yoğunluğu 4 ile skorlandırılmıştır.



Şekil 3.9. D41 suşunun çeşitli tarımsal atıklar üzerindeki misel gelişimi

Şekil 3.7 ve 3.8 incelendiğinde pirinç ve pamuktaki gelişim hızları birbirine çok yakın olmasına rağmen misel yoğunlukları oldukça farklıdır. Şekil 3.9 a bakıldığında meşe talaşı ve pirinç kavuzunun diğer atık maddelere oranla çok seyrek bir misel gelişimi olduğu görülmektedir. Bütün bu sonuçlar göz önüne alındığında D41 için en uygun atık maddeler, pamuk sapı, fasulye atığı, macar fiği, fındık küspesi ve buğday kepeğinin hem gelişme hızı hemde misel yoğunluğu açısından diğerlerinden önde olduğu belirlenmiştir.

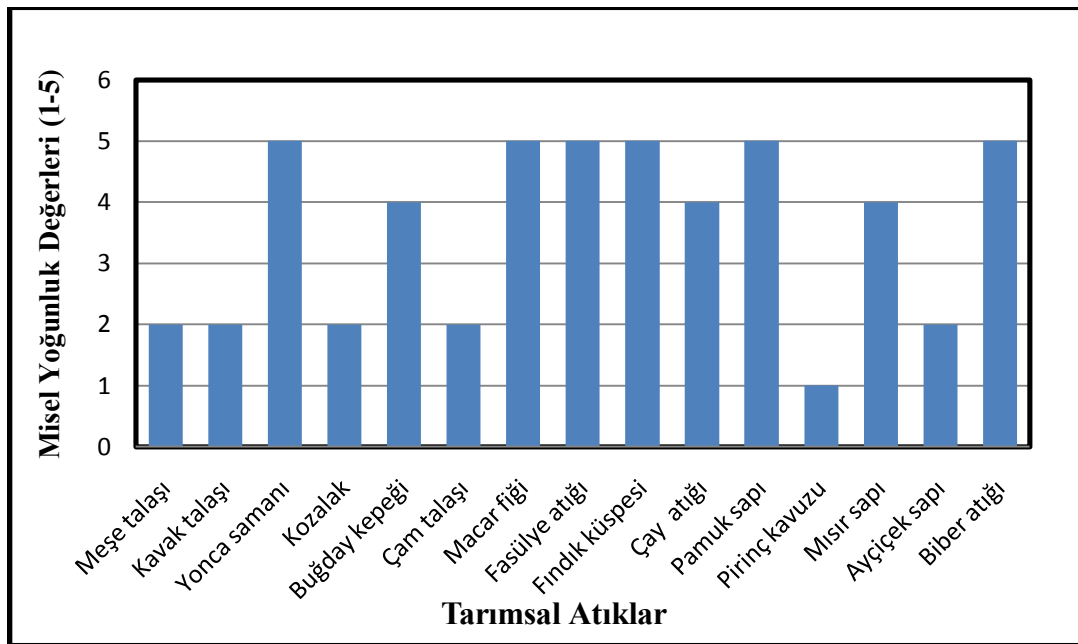
D54 suşunun tarımsal atıklar üzerinde büyümesine ilişkin veriler Şekil 3.10 - 3.12 de sunulmaktadır;



Şekil 3.10. D54 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki büyüme hızları (mm/gün)

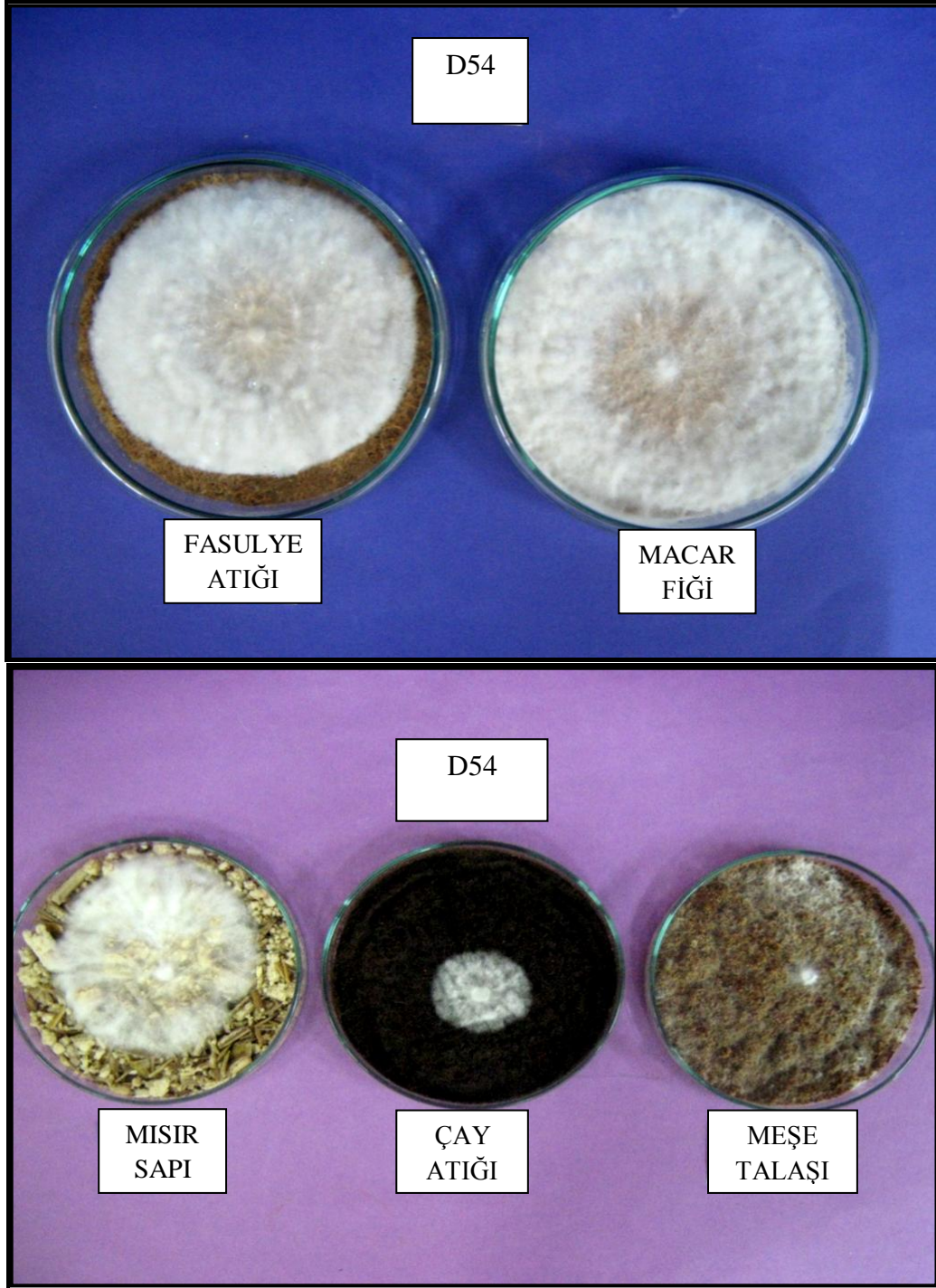


Şekil 3.10. incelendiğinde D54 in en yüksek büyüme hızına sahip olduğu atık maddelerden bazıları sırası ile; macar fiği (10,40 mm/gün), fındık küspesi (10,30 mm/gün), buğday kepeği (10,20 mm/gün), pamuk sapı (10,20 mm/gün), fasülye atığı (10,10 mm/gün), ayçiçek sapı (9,56 mm/gün), meşe talaşı (9,52 mm/gün), pirinç kavuzu (9,33 mm/gün), olarak belirlenmiştir. En düşük gelişim hızı gözlenen atıklar ise çay atığı (1,67 mm/gün) ve biber atığı (1,84 mm/gün) olmuştur.



Şekil 3.11. D54 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları

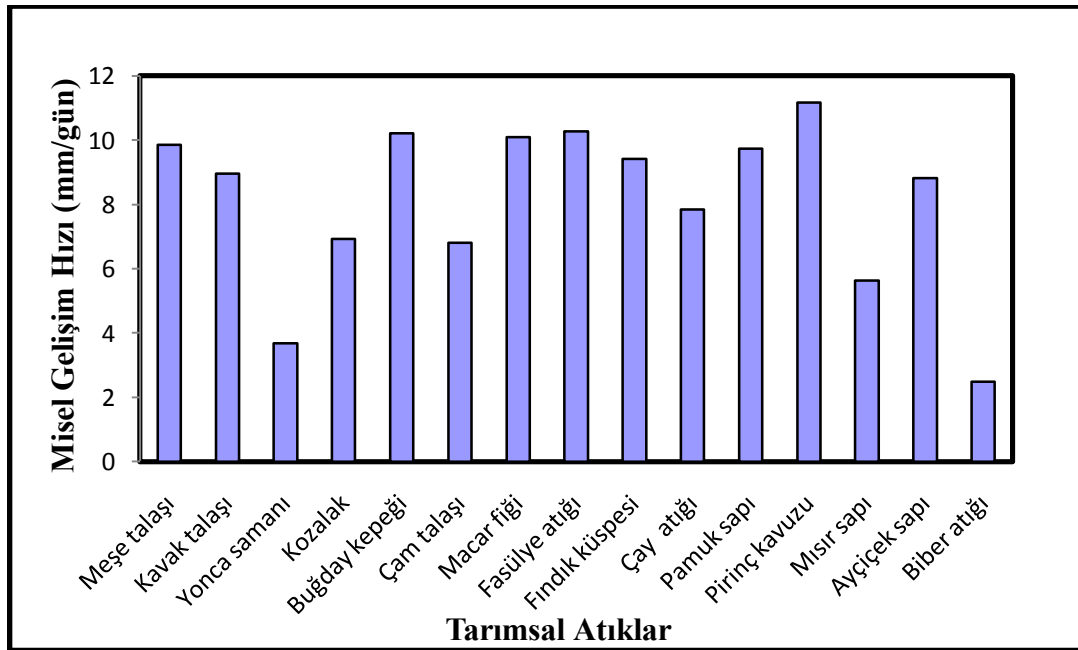
D54 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunluk değerleri Şekil 3.11 de verilmiştir. 1 ile 5 arasında bir yoğunluk skorlandırılması yapıldığında en yoğun misel gelişimi gözlenen atıklar pamuk sapı, fındık küspesi, fasulye atığı, macar fiği, yonca samanı ve biber atığı olduğu görülmektedir. Bu suşda da biber atığı üzerinde gözlenen misel gelişim hızı en düşük olmasına rağmen misel yoğunluğunun 5 olarak skorlandığı görülmektedir. Bunun tam tersi olarak misel gelişim hızları yüksek olmasına rağmen en seyrek misel gelişimi gözlenen atıklar ise, pirinç kavuzu, meşe talaşı ve ayçiçeği sapı olduğunu görülmektedir.



Şekil 3.12. D54 suşunun çeşitli tarımsal atıklar üzerindeki misel gelişimi

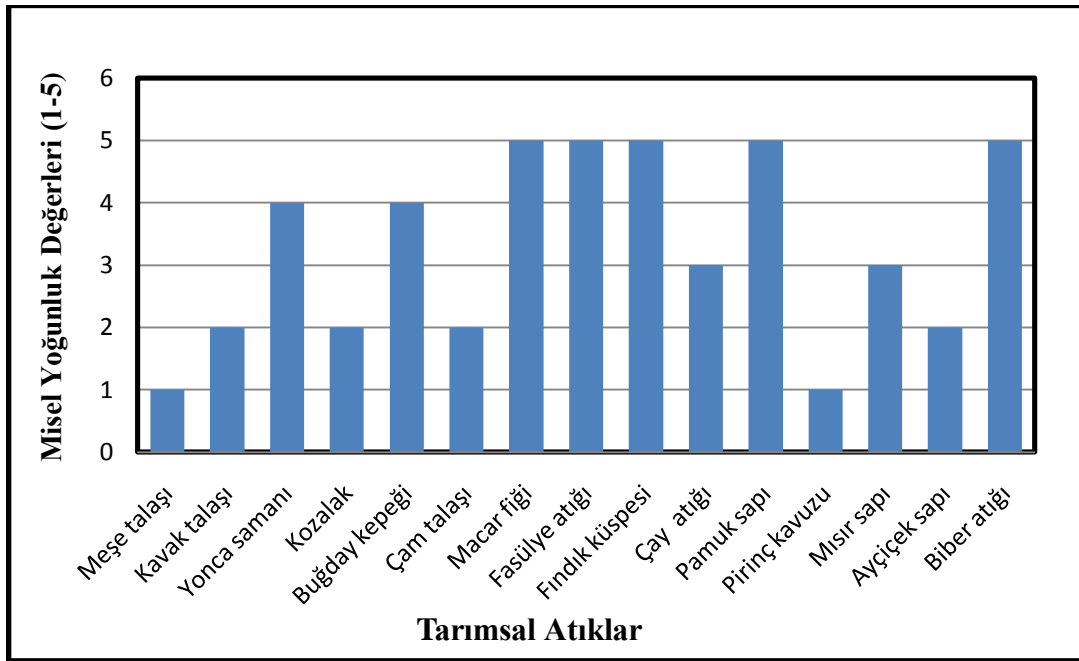
Genel olarak şekiller incelendiğinde diğer suşlardada olduğu gibi gelişim hızları ve misel yoğunlukları arasındaki farklar göze çarpmaktadır. Macar fiği, fındık küspesi, pamuk sapı, fasülye atığındaki misel gelişim hızları, ayçiçek sapı, meşe talaşı, ve pirinç kavuzunun gelişim hızlarıyla birbirine çok yakın olmasına rağmen misel yoğunlukları oldukça farklılık göstermektedir. Ayçiçek sapı, meşe talaşı ve pirinç kavuzu diğer suşlardada olduğu gibi burada da çok seyrek misel gelişimi göstermiştir. D54 izolatu için hem misel gelişim hızı bakımından, hemde misel yoğunluğu bakımından en uygun atık maddeler macar fiği, fındık küspesi, buğday kepeği, pamuk sapı ve fasülye atığı olarak belirlenmiştir.

D58 suşu için tüm tarımsal atıklar üzerinde büyümlerine ait veriler Şekil 3.13 - 3.15 de verilmiştir;



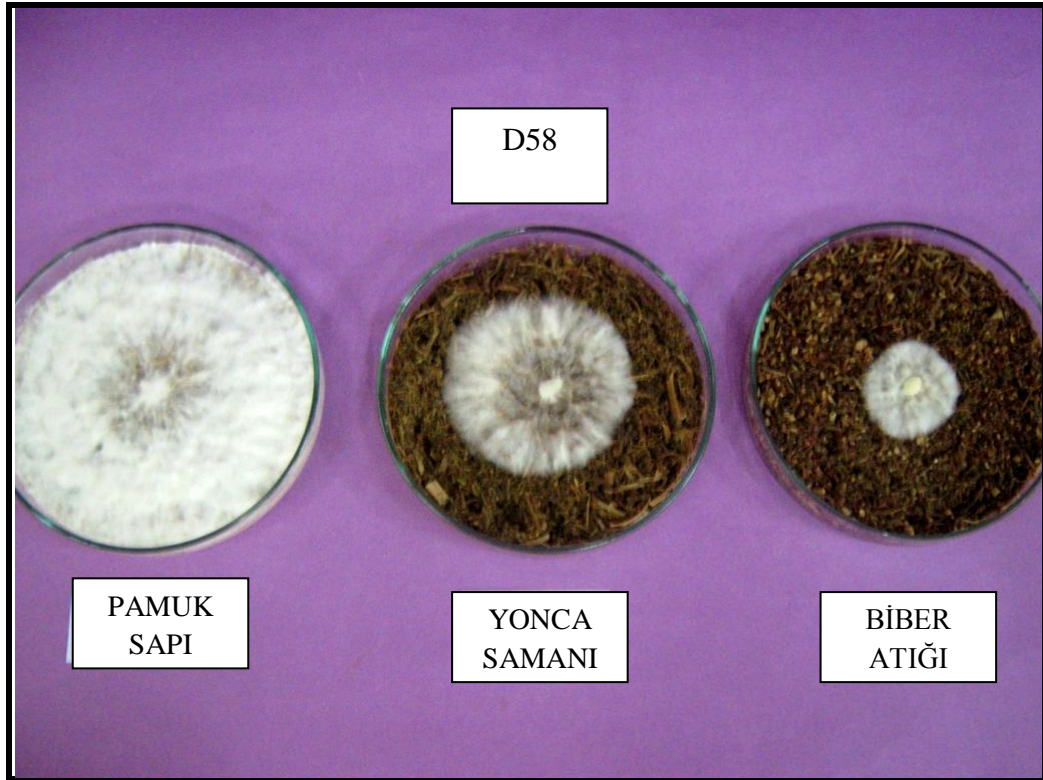
Şekil 3.13. D58 suşunun 15 farklı tarımsal atıkta büyüme hızları (mm/gün)

Şekil 3.13. incelendiğinde D58 in en yüksek büyüme hızına sahip olduğu atık maddeler sırası ile; pirinç kavuzu (11,17 mm/gün), fasulye atığı (10,51 mm/gün), buğday kepeği (10,21 mm/gün), macar fiği (10,10 mm/gün), meşe talaşı (9,85 mm/gün), pamuk sapı (9,73 mm/gün), fındık küspesi (9,42 mm/gün) olduğu belirlenmiştir. D58 in en düşük gelişme hızı gösterdiği atık maddeler ise ; yonca samanı ( 3,68 mm/gün) ve biber atığı (2,49 mm/gün) olmuştur.



Şekil 3.14. D58 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları

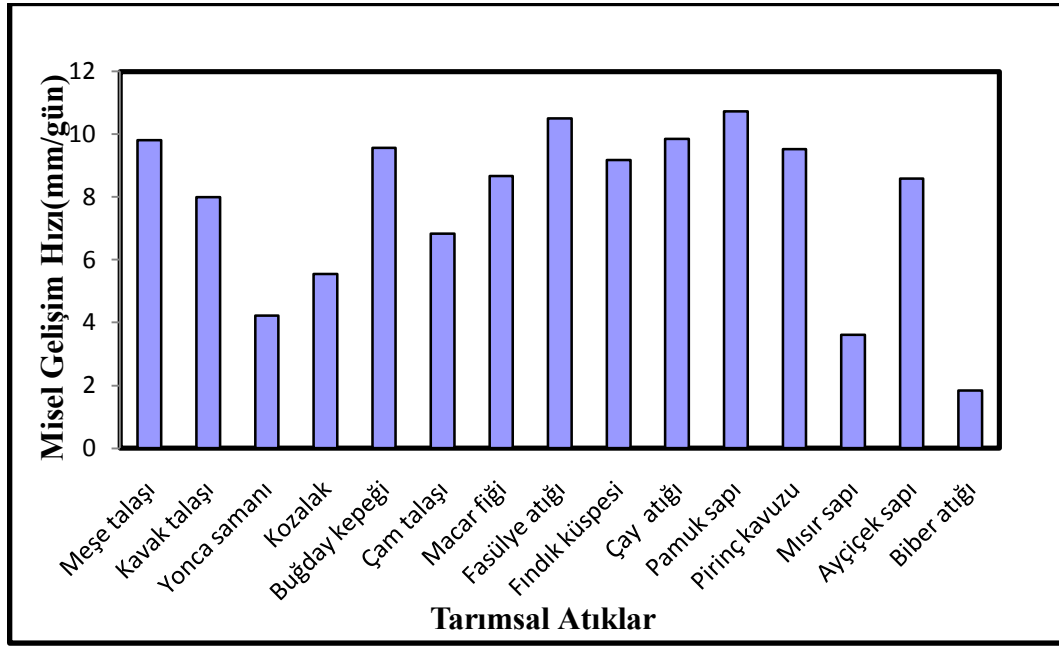
D58 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunluk değerleri Şekil 3.14 de verilmiştir. Yoğunluk skorlandırılması yapıldığında en yoğun misel gelişimi gözlenen atıklar pamuk sapı, fındık küspesi, fasulye atığı, macar fiği ve biber atığı olduğu görülmektedir. Bu suşda da biber atığı üzerinde gözlenen misel gelişim hızı en düşük olmasına rağmen misel yoğunluğunun 5 olarak skorlandığı görülmektedir. Misel gelişim hızı bakımından en yüksek hıza sahip pirinç kavuzu ise en seyrek misel gelişimi gözlenen atık olmuştur.



Şekil 3.15. D58 suşunun çeşitli tarımsal atıklar üzerindeki misel gelişimi

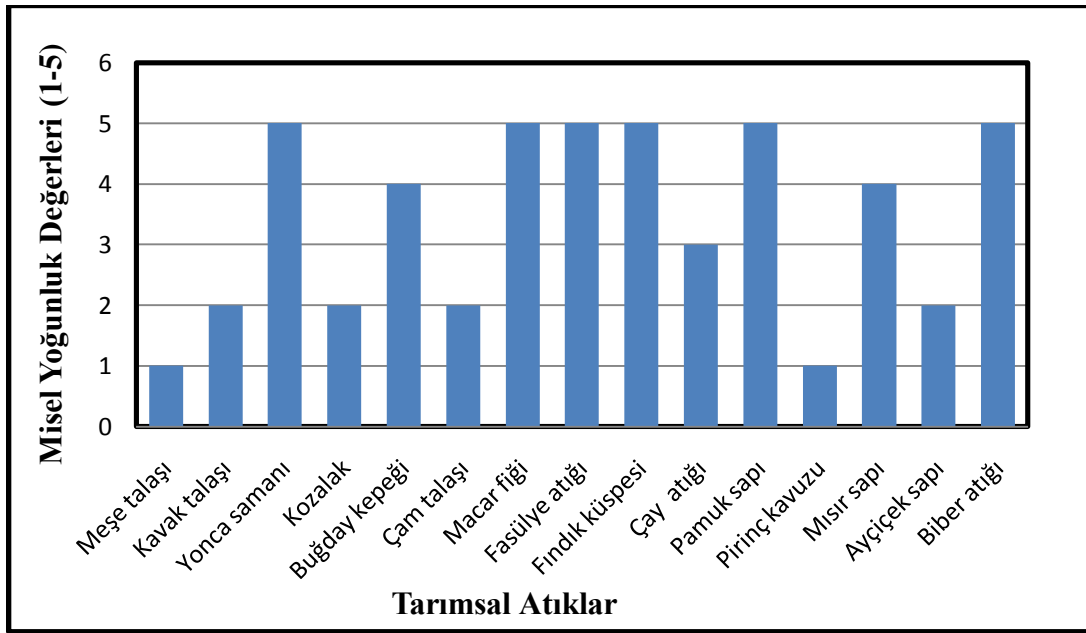
Bütün şekillerden elde ettiğimiz sonuca göre yine bu izolatta da misel gelişim hızları ve misel yoğunlukları arasında farklar görülmektedir. Örneğin misel gelişim hızı Şekil 3.13 de görüldüğü gibi en yüksek çıkan atık madde pirinç kavuzu olmasına rağmen Şekil 3.14 de görüldüğü üzere en seyrek misel yoğunluğuda yine bu atıkta olmuştur. Bu yüzden D58 için pirinç en iyi atık maddedir diyemeyiz. Yine meşe talaşında da iyi bir gelişim hızı olmasına karşılık çok az yoğunlukta gelişim gözlenmiştir. Bu iki ölçek göz önüne alınarak değerlendirildiğinde D58 için en uygun atık ortamı fasulye atığı, buğday kepeği, macar fiği, pamuk sapı, ve fındık küspesi olarak belirlenmiştir.

SV-1 suşunun tarımsal atıklar üzerinde büyümesine ilişkin Şekiller 3.16 – 3.18 da sunulmaktadır,



Şekil 3.16. SV-1 suşunun 15 farklı tarımsal atıkta büyüme hızları (mm/gün)

Şekil 3.16 incelendiğinde SV-1 suşunun en yüksek büyüme hızına sahip olduğu atık maddeler sırası ile; pamuk sapı (10,72 mm/gün), fasulye atığı (10,51 mm/gün), çay atığı (9,85 mm/gün), meşe talaşı (9,82 mm/gün), buğday kepeği (9,57 mm/gün), pirinç kavuzu (9,52 mm/gün), fındık küspesi (9,18 mm/gün), macar fiği (8,67 mm/gün) olduğu belirlenmiştir. SV-1 in en az gelişim gösterdiği atık maddeler ise mısır sapı (3,62 mm/gün) ve biber atığı (1,84 mm/gün) olmuştur.



Şekil 3.17. SV-1 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları

SV-1 suşuna ait 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları Şekil 3.17 de verilmiştir. Yoğunluk skorlandırılmasına bakıldığında en yoğun misel gelişimi gözlenen atıklar pamuk sapı, fındık küspesi, fasulye atığı, macar fiği, biber atığı ve yonca samanı olmuştur. Biber atığı en düşük misel büyüme hızına sahip olmasına rağmen en yüksek misel yoğunluğuna sahip olması burada da dikkati çekmektedir. Gelişim hızının yüksek olduğu gözlenen atıklardan bazıları olan pirinç kavuzu ve meşe talaşı yine bu suşda da en seyrek misel yoğunluğuna sahiptir. Burada misel yoğunluğunun önemi bir kez daha görülmektedir.

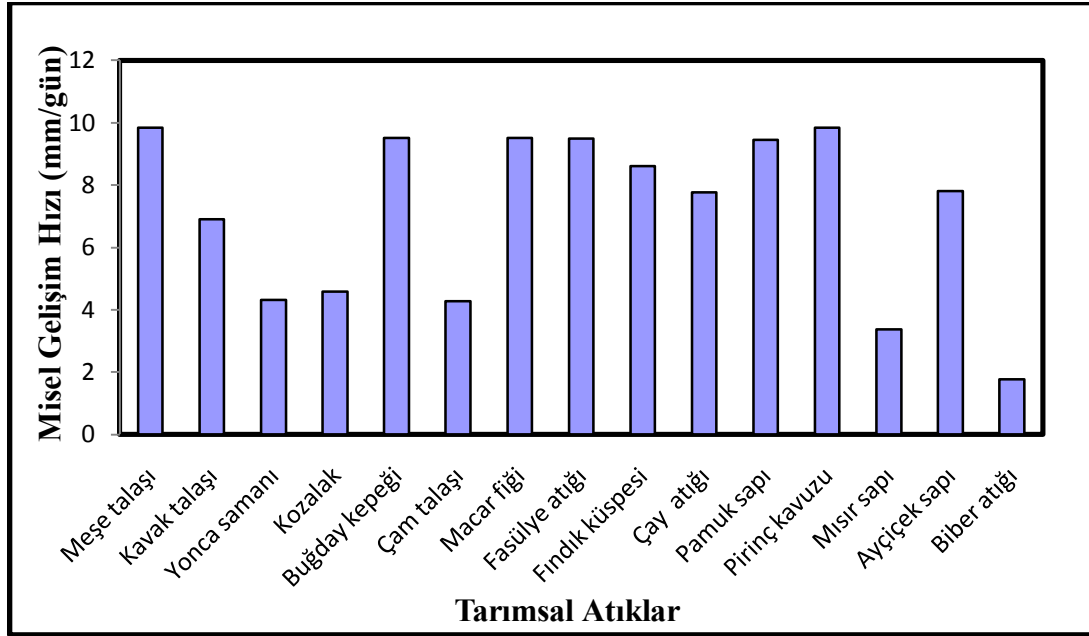


Şekil 3.18. SV-1 suşunun çeşitli tarımsal atıklar üzerinde misel gelişimi

Şekillerin tümüne bakıldığında genel olarak söyleyecek olursak, yine bu izolatta da misel gelişim hızları ve misel yoğunlukları arasında farklar oldukça belirgindir. Genel itibariyle incelediğimiz zaman gelişim hızları birbirine yakın olmasına rağmen pamuk ve pirinç arasındaki misel yoğunluk farklı Şekil 3.17 de oldukça dikkat çekmektedir. Değerlendirme yaparken hem misel gelişim hızı hemde misel yoğunluğu açısından iyi gelişim gözlenen atıklar tercih sebebi olmalıdır. Misel gelişim hızlarına ve yoğunluklarına bakıldığında SV-1 izolatu için en uygun atık ortamları; pamuk sapı, fasülye atığı, buğday kepeği, macar fiği, fındık küspesi ve çay atığı olarak belirlenmiştir.

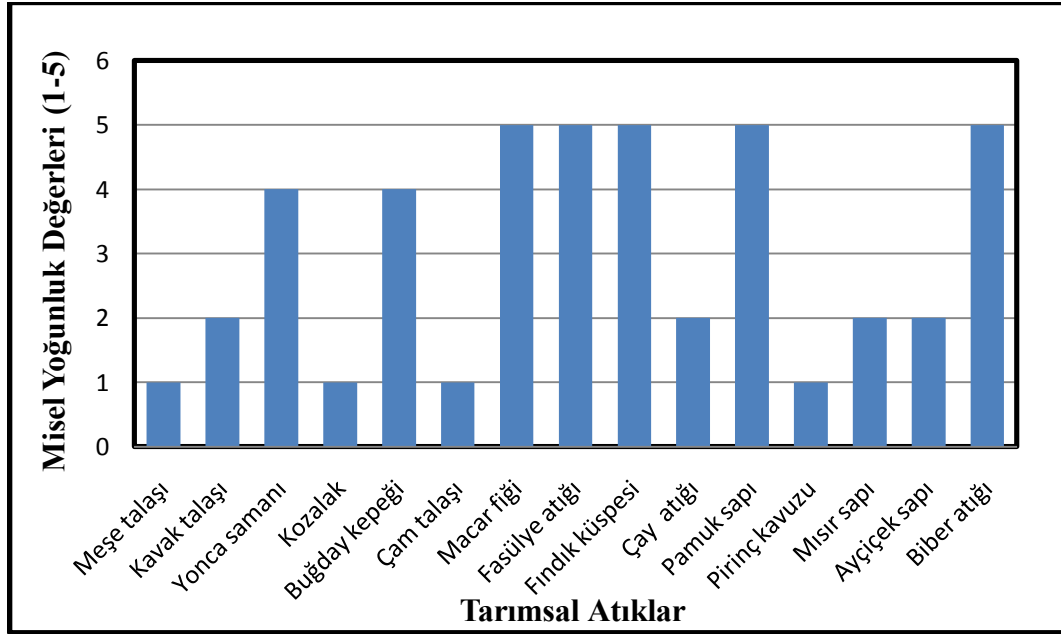


T796 suşunun tarımsal atıklar üzerinde büyümesine ilişkin veriler Şekil 3.19–3.21 de sunulmaktadır.



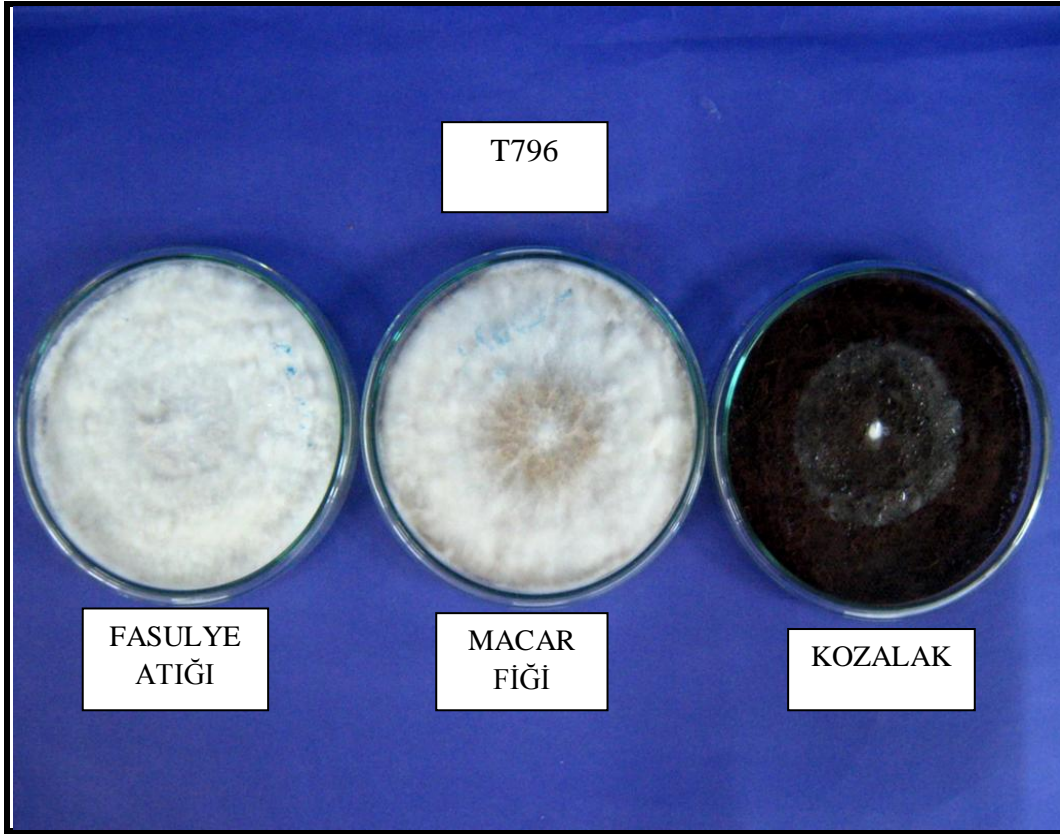
Şekil 3.19. T796 suşunun 15 farklı tarımsal atıkta büyüme hızları (mm/gün)

Şekil 3.19. incelendiğinde T796 nın en yüksek büyüme hızına sahip olduğu atık maddeler sırası ile pirinç kavuzu (9,84 mm/gün), meşe talaşı (9,84 mm/gün), buğday kepeği (9,52 mm/gün), macar fiği (9,51 mm/gün), fasülye atığı (9,50 mm/gün), pamuk sapı (9,44 mm/gün) ve fındık küspesi (8,61 mm/gün) olduğu belirlenmiştir. T796 nın en düşük büyüme hızı gösterdiği atık maddeler ise mısır sapı (3,37 mm/gün) ve biber atığı (1,78 mm/gün) dır.



Şekil 3.20. T796 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunlukları

T796 suşunun 15 farklı tarımsal atıktaki misel yoğunluk değerleri Şekil 3.20 de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde buarada da suşun yine her tarımsal atıktaki birbirinden farklı yoğunluklarda gelişim gösterdiği görülmektedir. Atıklar arasında 1 ile 5 arasında bir yoğunluk skorlandırılması yapıldığında en yoğun misel gelişimi gözlenen atık maddelerin pamuk sapı, fındık küspesi, macar fiği, biber atığı ve fasulye atığı olduğu görülmektedir. En seyrek misel gelişimi gözlenen atık ise misel gelişim hızları en yüksek olmasına rağmen pirinç kavuzu ve meşe talaşı olmuştur. Yine buna benzer bir sonuç biber atığında da görülmektedir. Biber atığında çok düşük bir misel gelişim hızı gözlenmesinin yanında skorlandırmada en yüksek değeri almıştır.



Şekil 3.21. T796 suşunun çeşitli tarımsal atıklar üzerindeki misel gelişimi

Şekillerden elde ettiğimiz sonuçlara göre T796 suşu için genel bir değerlendirme yapılacak olursa burada da misel gelişim hızları ve misel yoğunlukları arasında farklar görülmektedir. Örneğin misel gelişim hızı Şekil 3.19 da görüldüğü gibi en yüksek çıkan atık madde pirinç kavuzu olmasına rağmen şekil 3.20 de görüldüğü üzere en seyrek misel yoğunluğu da yine bu atıkta olmuştur. Aynı şey meşe talaşında da görülmektedir. Biber atığına bakıldığında suşun çok düşük bir misel gelişim hızı olmasına rağmen diğer suşlarda da olduğu gibi misel yoğunluk değeri yüksektir. Bu yüzden değerlendirme yaparken bu iki ölçek göz önüne alınarak bir sonuca varmak gerekir. Buna göre bir sonuca varırsak T796 için en uygun atık ortamı fasulye atığı, macar fıği, buğday kepeği, pamuk sapı, ve fındık küspesi olarak belirlenmiştir.

Genel olarak çalışılan *Trametes versicolor* suşlarına ilişkin sonuçların tümüne bakarak bir değerlendirme yapılacak olursa, suş bakımından hem hız hem yoğunluklara bakıldığında D22 de 9 atıkta yüksek hız 5 atıkta yüksek yoğunluk, D54 de 8 atıkta yüksek hız 6 atıkta yüksek yoğunluk, D58 e bakıldığında 8 atıkta yüksek hız 6 atıkta yüksek yoğunluk ve SV-1 de ise 9 atıkta yüksek hız 6 atıkta yüksek yoğunluk göstermiştir. Dolayısıyla bu suşlar diğerlerine göre daha avantajlıdır.

Atık olarak bakılırsa, bazı tarımsal atık maddelerin bütün suşlarda daha ne çıktığı görülmektedir. Bunların hem büyüme hızı hem de misel yoğunluğu açısından daha iyi sonuçlar veren macar fiği, fındık küspesi, fasülye atığı, buğday kepeği, pamuk sapı olduğu belirlenmiştir. Kompost bileşiminde kullanılacak olan atıklar bunlar içerisinden seçilerek, *Trametes versicolor* makrofungusunun karpofor üretimine etkisi araştırılmıştır.

Bir çok ülkede bol ve ucuz maliyetlerle elde edilebilen bir çok tarımsal atık herhangi bir ön işleme maruz bırakılmadan makrofungus kültürlerinde sbstrat olarak sıkça kullanılmaktadır. *Trametes versicolor* da bu yöntemle üretimi yapılabilecek makrofunguslardan biridir. Bu sistem sayesinde üretici firmalar çok düşük teknolojik maliyetlerle ürün elde edebilmektedirler. Ülkemizde de makrofungus üreticiliği için gerekli olan hammadde oldukça fazladır. Birçok bölgemizde hasat sonrası kalan tarım atıklarının çoğu değerlendirilmek yerine, daha kolay gelen yakılma işlemine maruz kalmaktadır. Çalışmamızın bu kısmından da elde ettiğimiz sonuçlara bakılacak olursa bu atıkların yakılmak yerine makrofungus üreticiliğinde değerlendirilmesi hem evre ekolojisi açısından hemde daha iyi üretim sağlanabilmesi açısından önemlidir. Bu sonuçla makrofungus üreticilerinin buldukları bölgelerdeki tarımsal atıklardan faydalanarak düşük maliyetlerle daha çok üretim elde edebilecekleri düşünülmektedir. Çalışmanın bu aşamasından elde ettiğimiz sonuçla hangi atıkların *Trametes versicolor* misel gelişimini daha çok hızlandırdığı belirlenmiştir.

### 3.3. Tohumluk misel üretimi için uygun danelerin belirlenmesi

Mantarların sporlarla üremeleri nedeni ile üretimlerinde geleneksel olarak değişik materyaller üzerinde sardırılarak geliştirilen sekonder miseller kullanılır. Bu nitelikte ekilebilir misel yumaklarına “spawn” veya “tohumluk misel” adı verilir (Yıldız, 1998).

Mantar üretiminde ilk olarak mantarın yıkama suyunun gübre üzerine serpilmesi ve bu şekilde mantar oluşturulması şeklinde bir tekniğin kullanıldığı bildirilmektedir. Daha sonra 19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren mantar sporlarının çimlendirilmesi yoluyla misel elde edilmesi ve bu misellerin üretimde kullanılması gerçekleşmiştir. Spawn, steril koşullarda ilk kez 1984 yılında Paris’ de yer alan Pasteur Enstitüsü’nde üretilmiş, bunu ABD de doku kültürü yöntemleri ile tohumluk misel elde edilmesi izlemiştir. Spawn üretiminde son aşama ise misellerin hububat daneleri üzerine sardırılması olmuştur (Ağaoğlu ve ark., 1992 ) (Şekil 3.22.) .

İlk kez 1931 yılında Sinden, mantar misellerini buğday ve çavdar tohumları üzerine sardırarak geliştirmiştir (İlbay ve Günay, 1992). Bu biçimde hazırlanan tohumluk miselin, aşılama esnasında kolaylık sağlamak yolu ile işgücü gereksinimini azaltmak ve misellerin kompostun her yanına eşit miktarlarda yayılmasına olanak vermek gibi 2 önemli yararı vardır. Bu nedenle bu yöntem günümüzde çok kullanılır hale gelmiştir.



Şekil 3.22. Misel sardırılmış şişe içinde spawn taneleri

Bol bulunan, parasal değeri düşük olan materyaller kullanılarak misel üretiminin geliştirilmesi ve artırılması kültür mantarı üreticiliğinde maliyetin düşmesini sağlayacaktır (Yıldız, 1998). Özellikle son yıllarda çeşitli makrofungus türlerinin kültüre alınması, kullanılan sardırma materyallerinin de çeşitliliğini etkilemiştir.

Çalışmamızın bu aşamasında sardırma materyeli olarak buğday, arpa, yulaf ve mısır kullanılmıştır. Her suşun hububat danelerine sarım süreleri ve yoğunlukları ölçülmüştür. Şişeler her gün incelenerek gelişme durumu gözlenmiştir. Misel sarım hızını belirlemek amacıyla 2 gün aralıklarla gelişen misellerin büyüme mesafesi 1., 3., 5. ve 7. günlerde ölçülmüş ve her ölçümde şişelerin 3 farklı bölgesinden alınan değerlerin ortalaması hesaplanmıştır. Gelişmesini tamamlamış örnekler sarım süreleri belirlenerek kaldırılmıştır. Yoğunluk hesaplanması ise 1 den 5 e kadar skorlandırılarak yapılmıştır.

Çalışma kapsamında deneme ve kontrol grupları olarak kullanılan tüm *Trametes versicolor* suşlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 3.3 te rakamsal olarak ve Şekil 3.23 - 3.29 da görsel olarak sunulmuştur.

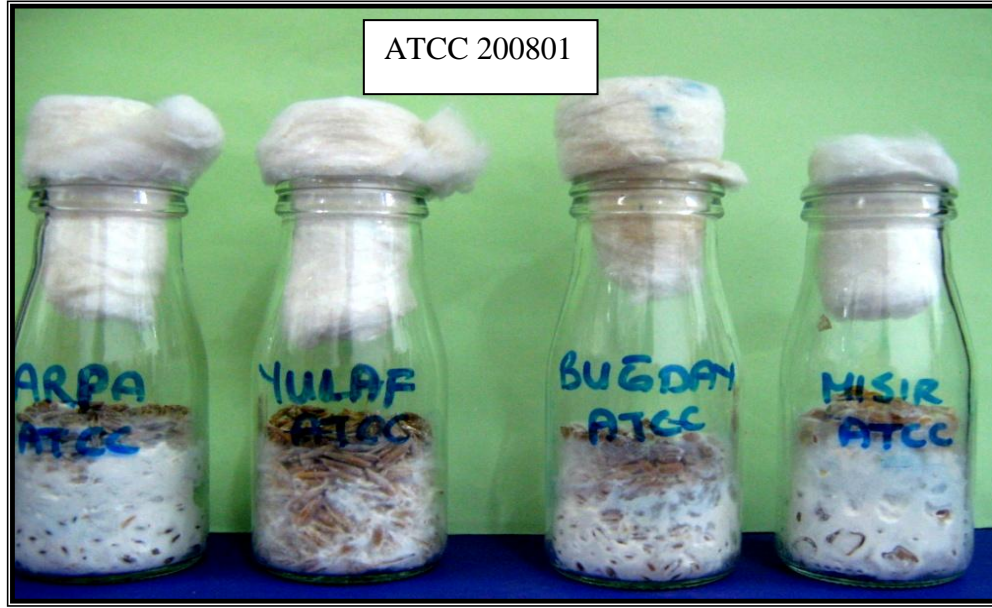
Çizelge 3.3. *Trametes versicolor* suşlarının çeşitli sardırma materyalleri üzerindeki gelişim hızı ve yoğunluk değerleri

Suş Kodu	Sardırma Materyali	Misel gelişme hızı (mm/gün)	Misel yoğunluğu (1-5)
ATCC 200801	Buğday	0,80	5
	Arpa	0,82	5
	Mısır	0,78	5
	Yulaf	0,74	4
D22	Buğday	1,08	5
	Arpa	1,11	5
	Mısır	1,02	5
	Yulaf	0,90	4
D41	Buğday	0,86	5
	Arpa	1,05	5
	Mısır	0,97	5
	Yulaf	0,81	4
D54	Buğday	0,72	4
	Arpa	1,05	5
	Mısır	0,77	5
	Yulaf	0,74	4

Çizelge 3.3. *Trametes versicolor* suşlarının çeşitli sardırma materyalleri üzerindeki gelişim hızı ve yoğunluk değerleri (Devam)

Suş Kodu	Sardırma Materyali	Misel gelişme hızı (mm/gün)	Misel yoğunluğu
D58	Buğday	1,02	5
	Arpa	1,06	5
	Mısır	0,94	5
	Yulaf	0,82	4
SV-1	Buğday	1,02	5
	Arpa	1,04	5
	Mısır	1,02	5
	Yulaf	0,86	4
T796	Buğday	1,02	5
	Arpa	1,06	5
	Mısır	0,97	5
	Yulaf	0,82	4





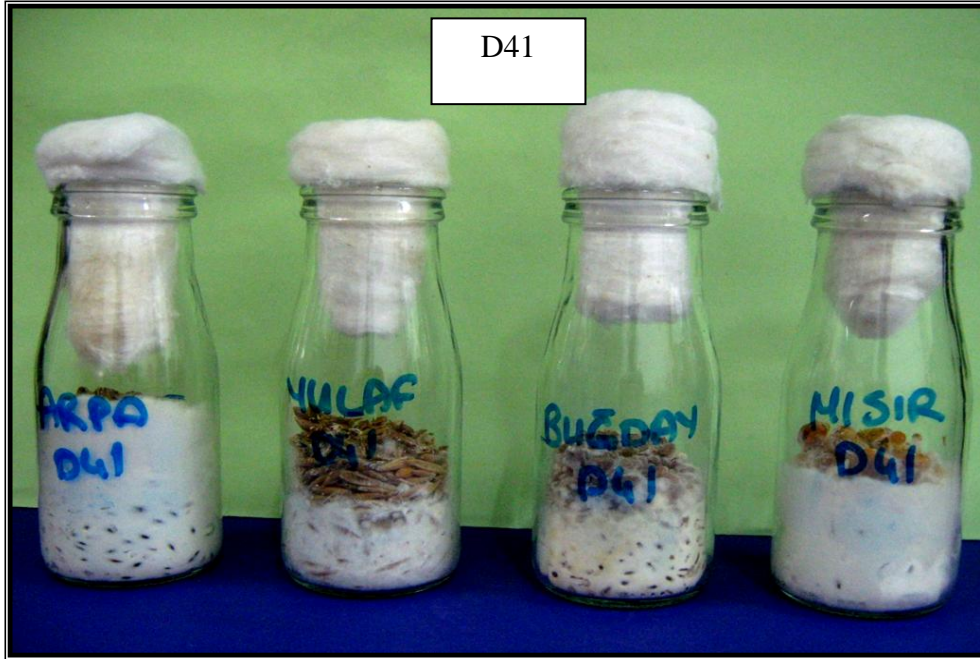
Şekil 3.23. ATCC 200801 suşunun sardırma materyalleri üzerinde şişedeki görünüşleri

ATCC 200801 suşunun en hızlı büyüme gösterdiği materyal 0,82 mm/gün lük misel gelişim hızı ile arpa olarak bulunmuştur (Çizelge 3.3). En yavaş büyüme görülen materyal ise 0,74 mm/gün lük misel gelişim hızı ile yulaf olmuştur. Misel yoğunlukları açısından değerlendirilirse ATCC suşu yulaf dışındaki bütün danelerde yoğun misel gelişimi göstermiştir. Misel gelişim hızı diğerlerine göre daha yüksek olan arpanın yoğunluk değeri 5, yulafın ki ise 4 olarak skorlandırılmıştır (Şekil 3.23).



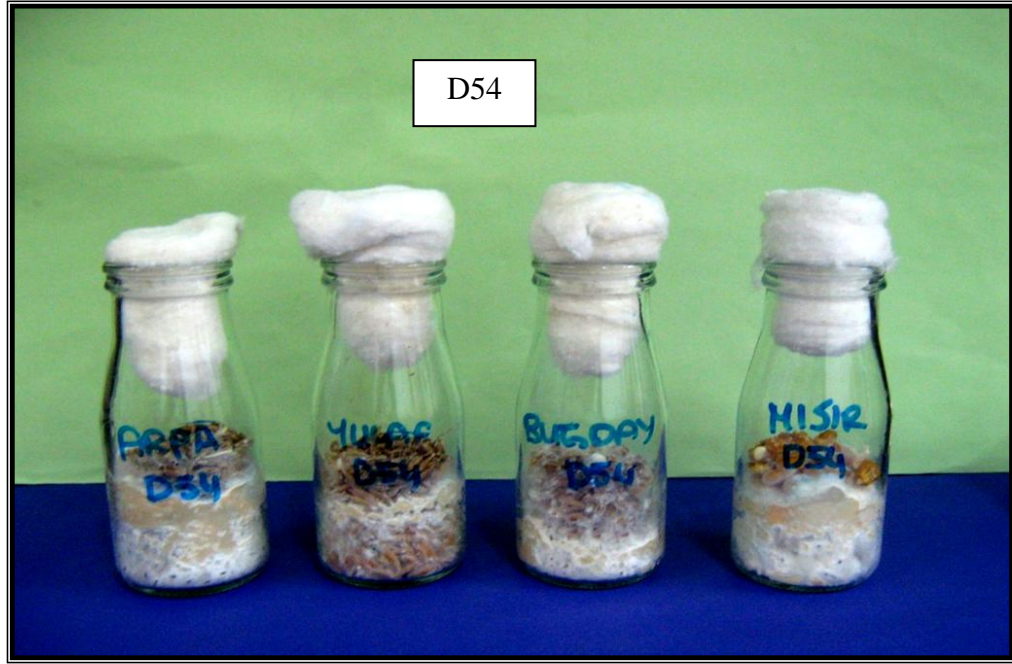
Şekil 3.24. D22 suşunun sardırma materyalleri üzerinde şişedeki görünüşleri

D22 suşunun en hızlı büyüme gösterdiği materyal 1,11 mm/gün lük hızla arpa olarak bulunmuştur. En yavaş büyüme gösterdiği materyal ise 0,9 mm/gün lük hızla yulaf olmuştur (Çizelge 3.3). D22 suşu genel olarak bütün danelerde yüksek misel gelişimine sahipken yulafta diğerlerine oranla daha seyrek bir misel gelişimi göstermiştir. Gelişim hızı en yüksek olan arpanın yoğunluk değeri 5 olarak skorlandırılırken yulafinki ise 4 olarak skorlandırılmıştır (Şekil 3.24).



Şekil 3.25. D41 suşunun sardırma materyalleri üzerinde şişedeki görünüşleri

D41 suşunun en hızlı büyüme gösterdiği materyal 1,05 mm/gün lük hızla arpa olarak bulunmuştur. En yavaş büyüme gösterdiği materyal ise 0,81 mm/gün lük hızla yine yulaf olmuştur (Çizelge 3.3). Misel gelişim hızı en yüksek olan arpanın yoğunluk değeri 5 olarak skorlandırılırken yulafınki bu suşda da 4 olarak skorlandırılmıştır (Şekil 3.25).



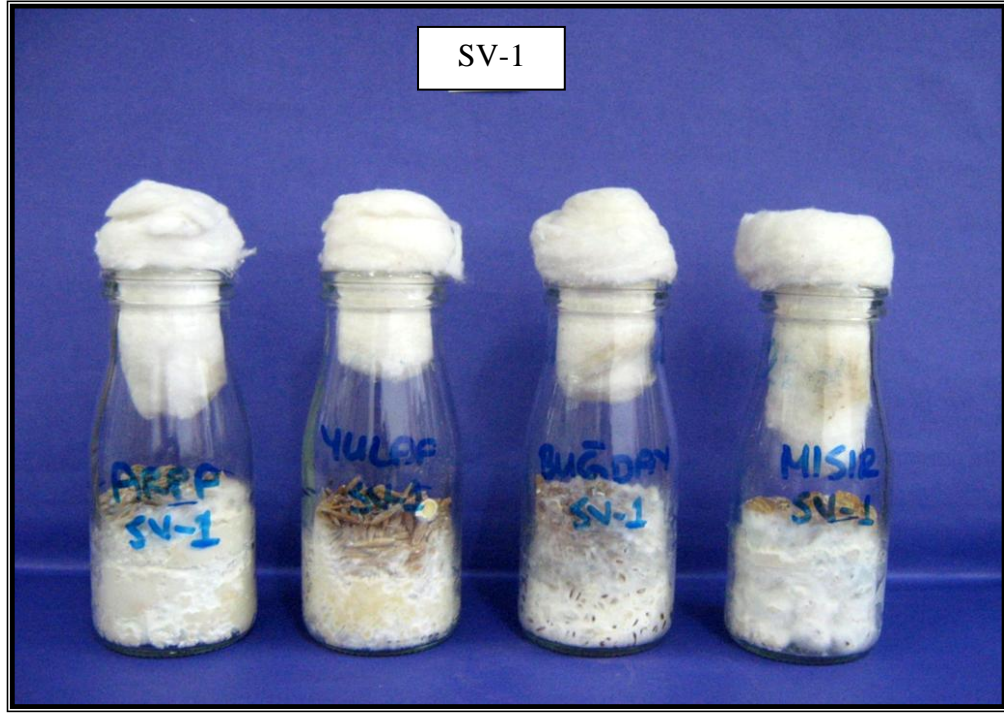
Şekil 3.26. D54 suşunun sardırma materyalleri üzerinde şişedeki görünüşleri

D54 suşunun en hızlı büyüme gösterdiği materyal 1,05 mm/gün lük hızla arpa olarak bulunmuştur. En yavaş büyüme gösterdiği materyal ise 0,72 mm/gün lük hızla buğday olmuştur (Çizelge 3.3). Arpanın yoğunluk değeri 5, yulaf ve buğdayınki ise 4 olarak skorlandırılmıştır (Şekil 3.26).



Şekil 3.27. D58 suşunun sardırma materyalleri üzerinde şişedeki görünüşleri

D58 suşunun en hızlı büyüme gösterdiği materyal 1,06 mm/gün lük hızla arpa olarak bulunmuştur. En yavaş büyüme gösterdiği materyal ise 0,82 mm/gün lük hızla yulaf olmuştur (Çizelge 3.3). Misel gelişim hızı en yüksek olan arpanın bu suşda da yoğunluk değeri 5 olarak skorlandırılırken, yulafinki yine 4 olarak skorlandırılmıştır (Şekil 3.27).



Şekil 3.28. SV-1 suşunun sardırma materyalleri üzerinde şişedeki görünüşleri

Arpa SV-1 suşunda da yine 1,04 mm/gün lük hızla en yüksek büyüme hızı gösteren materyal olmuştur. En yavaş büyüme gösterdiği materyal ise 0,86 mm/gün lük hızla burada da yine yulaf olmuştur (Çizelge 3.3). Arpanın yoğunluk değeri 5 olarak skorlandırılırken, yulafinki ise yine 4 olarak skorlandırılmıştır (Şekil 3.28).



Şekil 3.29. T796 suşunun sardırma materyalleri üzerinde şişedeki görünüşleri

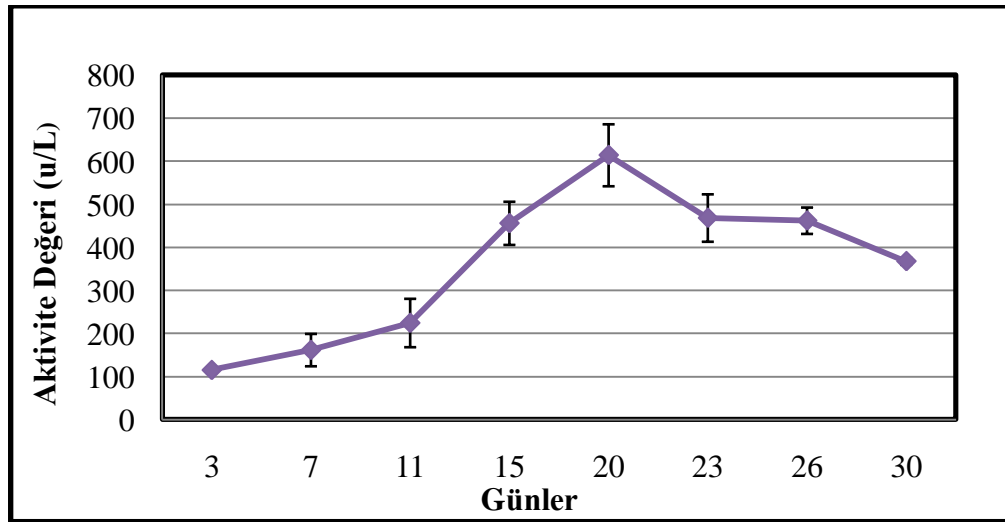
T796 suşunun en hızlı büyüme gösterdiği materyal 1,06 mm/gün lük hızla burada da arpa olmuştur. En yavaş büyüme gösterdiği materyal ise 0,82mm/gün lük hızla yulaf olmuştur (Çizelge 3.3). T796 suşu genel olarak hepsinde yoğun bir misel gelişimi göstermesine rağmen yulaf da diğerlerine oranla daha seyrek bir misel gelişimi gözlemlenmiştir. Bu nedenle yulaf yoğunluk bakımından 4 olarak, diğerleri ise 5 olarak skorlandırılmıştır (Şekil 3.29).

Bütün sonuçlar göz önünde bulundurularak bir değerlendirme yapılacak olursa, çalışılan *Trametes versicolor* suşlarının sardırma materyali olarak arpada hepsinden daha hızlı gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Suşların bu materyal üzerindeki günlük misel gelişim hızlarının yanı sıra, yoğunluklarının da oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Yani karpofor üretimi sırasında kullanılacak olan spawn danesi olarak arpanın alternatif olarak iyi bir sarım materyali olduğu belirlenmiştir. Ülkemiz koşullarında spawn eldesi için en iyi materyal olarak genellikle buğday taneleri düşünülmektedir. Fakat bu çalışmada da görüldüğü gibi *Trametes versicolor* misellerinin gelişimi açısından arpa daha iyi sonuç vermiştir. Arpanın buğdaya göre tanelerinin daha küçük ve fazla olması

ekim sırasında kompostun her yanına daha iyi dağılması ve daha çok miselin komposta temas etmesi açısından önemlidir. Arpanın buğdaya göre daha düşük fiyatlı bir ürün olması üretici firmaların arpayı tohumluk misel olarak değerlendirmesinde ekonomik bir avantaj da sağlamaktadır.

### 3.4. Suşların lakkaz enzim aktivitesinin belirlenmesi

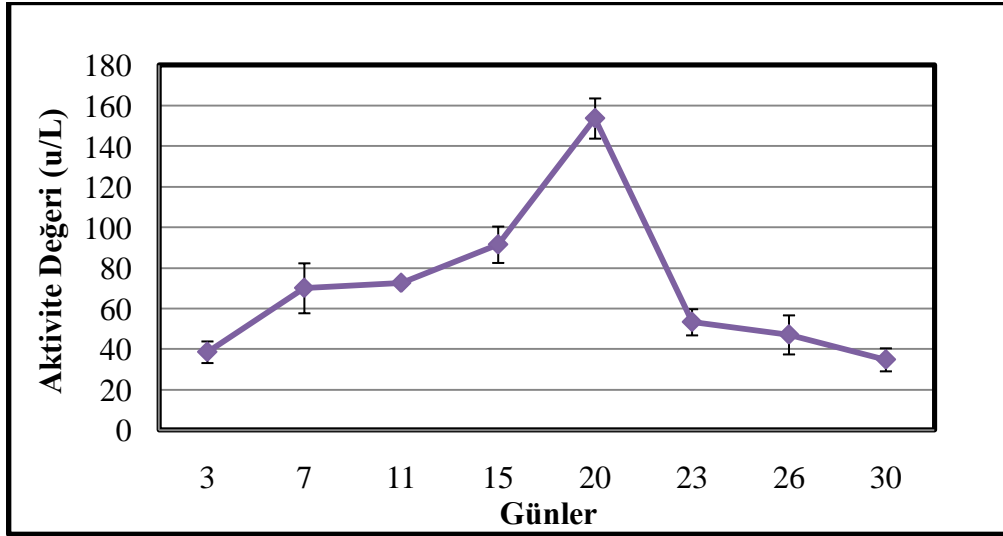
Bütün *Trametes versicolor* suşlarının inkübasyonun 3, 7, 11, 15, 20, 23, 26 ve 30. günlerindeki lakkaz enzim aktiviteleri ölçülmüştür. Bunun sonucunda suşların lakkaz enzim aktivitesinin olup olmadığı, en yüksek aktivite gösterdiği günün seçimi ve değerleri, en yüksek lakkaz aktivitesine sahip suşun belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 3.30 - 3.37 da sunulmuştur.



Şekil 3.30. ATCC 200801 suşunun lakkaz enzim aktivitesinin günlere göre dağılımı

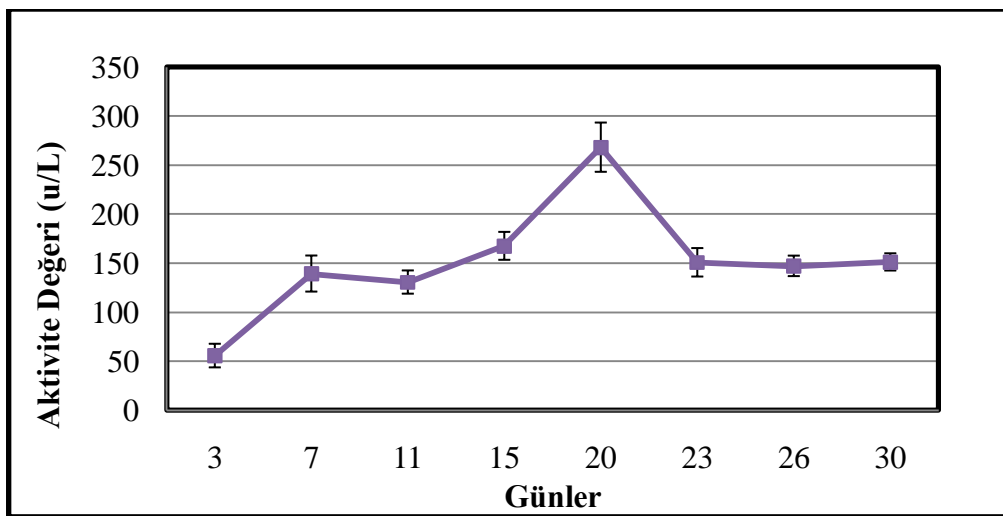
ATCC 200801 suşunun lakkaz enzim aktivitesi 3. günde 115,16 u/L lik hızla yükselmeye başlamış, 614,14 u/L lik değerle 20. günde en yüksek aktivite hızına ulaşmış, 30. gündeki aktivite hızı ise 367,84 u/L olarak son bulmuştur (Şekil 3.30).





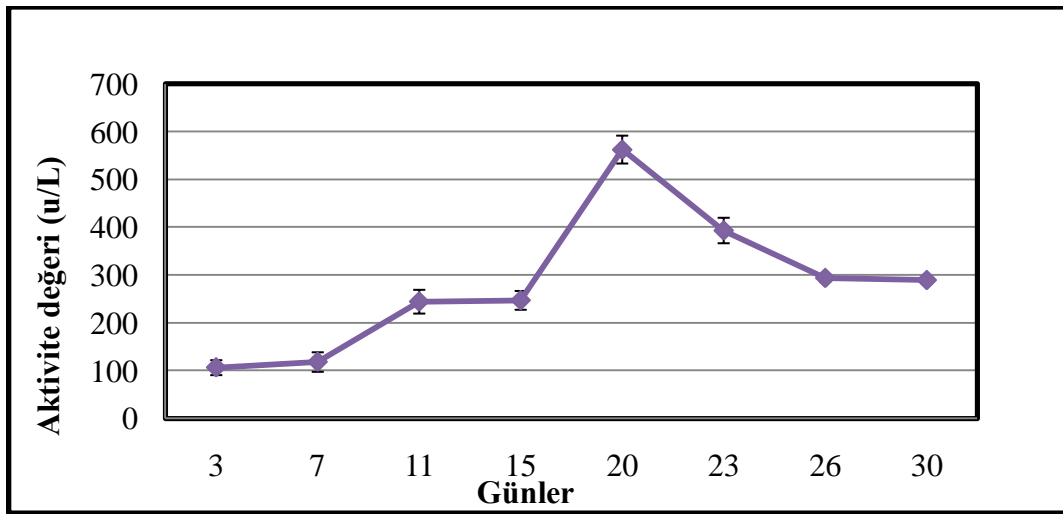
Şekil 3.31. D22 suşunun lakkaz enzim aktivitesinin günlere göre dağılımı

Standart sapmalarıyla beraber verilen aktivite değerleri D22 suşu için 3. günde 38,56 u/L lik hızla yükselmeye başlamış, 153,82 u/L lik değerle 20. günde en yüksek aktivite hızına ulaşmış, 20. günden sonra hızlı bir düşüşe geçmiş ve 30. günde aktivite hızı 34,80 u/L olarak son bulmuştur (Şekil 3.31).



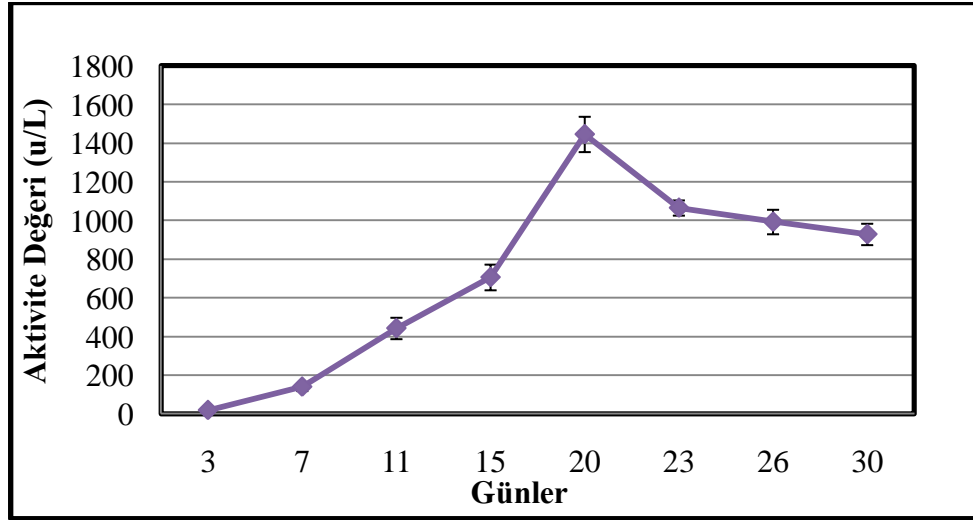
Şekil 3.32. D41 suşunun lakkaz enzim aktivitesinin günlere göre dağılımı

D41 suşu 3. günde 55,42 u/L lik hızla yükselmeye başlamış, 267,99 u/L lik değerle 20. günde en yüksek aktivite hızına ulaşmış, 23. günden 30 güne kadar aktivite neredeyse hiç değişmeyerek 30. günde hızı 150,95 u/L olarak son bulmuştur. Suşun aktivite değerleri standart sapmalarıyla birlikte verilmiştir (Şekil 3.32).



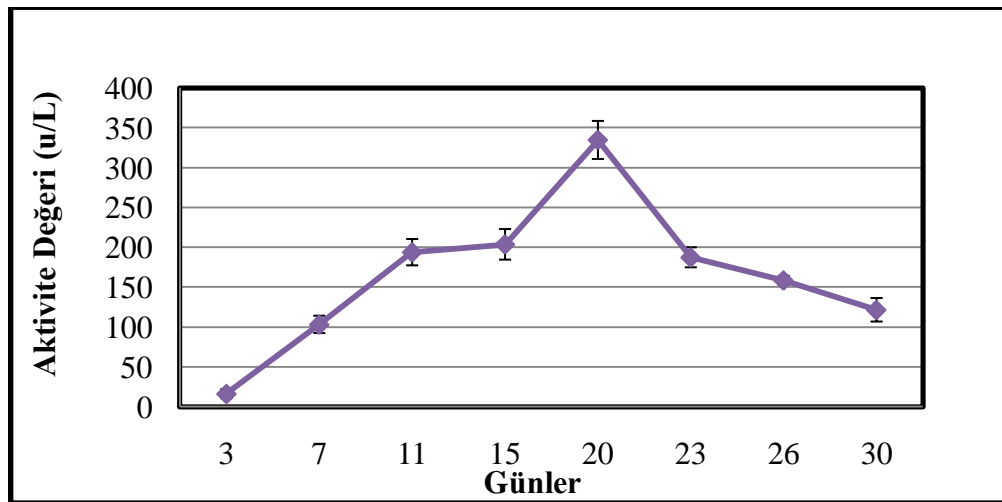
Şekil 3.33. D54 suşunun lakkaz enzim aktivitesinin günlere göre dağılımı

D54 suşu 3. günde 106,07 u/L lik hızla yükselişe geçmiş, 562,38 u/L lik değerle 20. günde en yüksek aktivite hızına ulaşmış, 30. günde aktivite hızı ise 289,07 u/L olarak sonlanmıştır. Standart sapma değerleri aktivite değerleri ile beraber gösterilmiştir (Şekil 3.33).



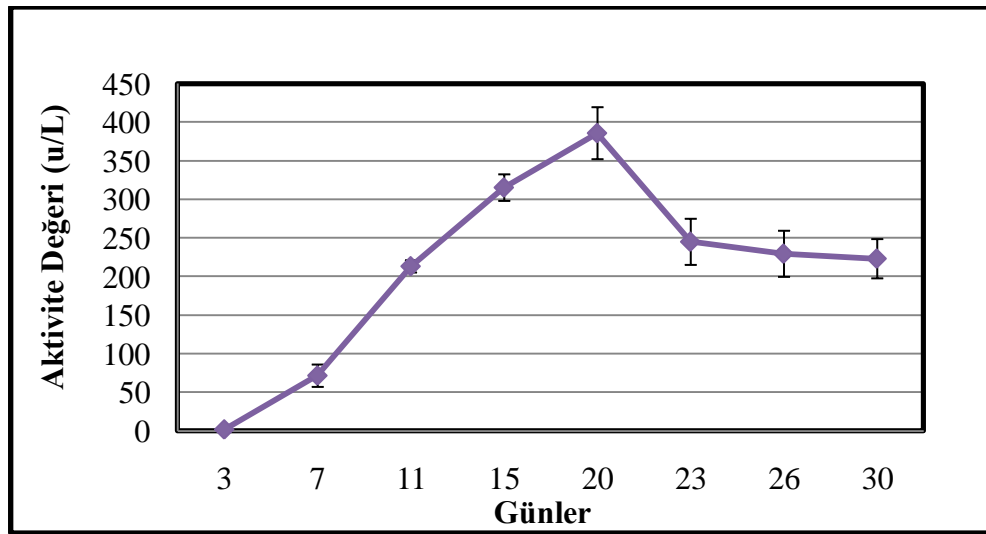
Şekil 3.34. SV-1 suşunun lakkaz enzim aktivitesinin günlere göre dağılımı

SV-1 suşu 3. günde 19,01 u/L'lik hızla yükselmeye başlamış, 1446,25 u/L'lik değerle 20. günde çok yüksek bir aktivite hızına ulaşmış, 30. gündeki aktivite hızı ise 929,02 u/L olarak son bulmuştur. Standart sapma değerleri aktivite değerleri üzerinde gösterilmiştir. Suşların 20. gündeki hızları karşılaştırılırsa en yüksek lakkaz aktivitesine sahip suş SV-1 olarak bulunmuştur (Şekil 3.34).



Şekil 3.35. D58 suşunun lakkaz enzim aktivitesinin günlere göre dağılımı

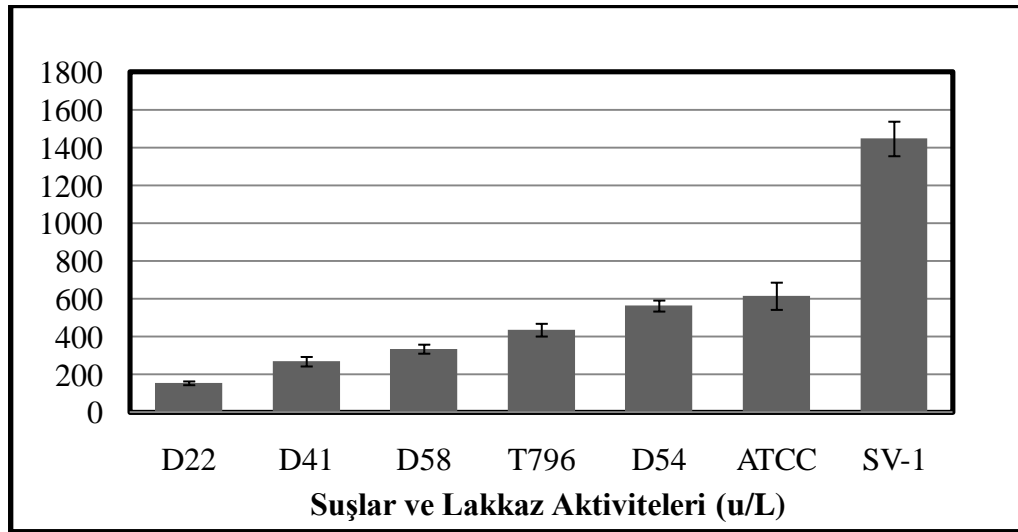
D58 suşu 3. günde 16,14 u/L lik hızla yükselmeye başlamış, 334,38 u/L lik değerle 20. günde en yüksek aktivite hızına ulaşmış, 30. günde aktivite hızı ise 121,32 u/L olarak son bulmuştur. Standart sapma değerleri aktivite değerleri ile beraber verilmiştir (Şekil 3.35).



Şekil 3.36. T796 suşunun lakkaz enzim aktivitesinin günlere göre dağılımı

T796 suşu 3. günde 1,60 u/L lik hızla yükselmeye başlamış, 434,86 u/L lik değerle 20. günde en yüksek aktivite hızına ulaşmıştır, 30. gündeki aktivite hızı ise 229,38 u/L olarak son bulmuştur (Şekil 3.36).

Bütün verilerin birlikte değerlendirilmesi ile suşların tümünün yüksek lakkaz enzim aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir. Tüm suşlar en yüksek enzim aktivitesine inkübasyonun 20. gününde ulaşmıştır. En yüksek lakkaz aktivitesine sahip suş ise SV-1 olarak belirlenmiştir (Şekil 3.37).



Şekil 3.37. Denemeye alınan *Trametes versicolor* suşlarının inkübasyonun 20. günündeki aktivite değerleri

Sonuçlar değerlendirildiğinde bütün suşlarda en iyi lakkaz aktivitesine sahip gün 20. gün olarak bulunmuştur. En yüksek aktiviteye sahip suş 1446,25 u/Lt lik hızla SV-1 suşu olmuştur (Şekil 3.37). En düşük aktiviteye sahip suş ise 153,82 u/Lt lik değerle D22 suşu olmuştur. Bu nedenle çalışmanın karpofor üretimi aşamasında kullanılacak suş olarak, en yüksek lakkaz enzim aktivite değerine sahip olan SV-1 suşunun seçilmesi uygun görülmüştür.

Lakkaz, endüstriyel ve biyoteknolojik uygulamalar açısından çok kullanılan bir enzimdir. Bu enzim tekstil, kâğıt endüstrisi gibi alanlarda, biyoremediasyonda, meşrubat ve içki (şarap, meyve suyu, bira) süreçlerinde, askorbik asit belirlenmesinde, şeker pancarında pektinin ayrılmasında, nanobiyoteknolojide biyosensor olarak kullanılabilir. Lakkaz, gıda ürünlerinin kalitesini ve üretimini arttırabilir (Minussi ve ark., 2002). Bu nedenle yüksek satabiliteye sahip lakkaz enzimine sahip organizmaları bulmak ve/veya çeşitli indükleyiciler ile bu organizmaların lakkaz üretimlerini arttırmak birçok çalışmaya konu olmuştur (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Değişik indükleyicilerin *Trametes versicolor*' un lakkaz aktivitesine etkisi

İndükleyici	Lakkaz Aktivitesi (u/L)	Referans
Buğday Samanı	1446	Bu çalışma
Arpa Samanı	3500	Couto ve ark, 2003
Fenol,	330	Dizge, 2007
Bakır Sülfat	260	
Veratril Alkol	240	
Guaiakol	320	
Bakır	8840	Kuru.,2007
Ksilidin	9600	
Basal Besiyeri	15500	Lele ve ark.,2006
Azot(Maya Ekstratı)	30500	
Karbon(Nişasta ve Glikoz)	30500	
Bakır	40600	
Ksilidin	82000	
Fenol	8264	Pazarlıoğlu ve ark., 2004
Ligninosulphonates	270	Xavier ve ark., 2007
Solid lignin	1240	
Veratryl alcohol	345	
Xylidine	1583	

Çizelge 3.4 te de görüldüğü gibi lakkaz aktivitesini arttıran çeşitli indükleyici maddeler vardır. Değişik araştırmacıların yaptıkları bu çalışmalarda bazı indükleyici maddelerin ilave edilmesiyle lakkaz aktivitesinin yüksek oranlarda arttığı tespit edilmiştir. Lakkaz aktivitesinin artması, biyoteknolojik açıdan birçok avantaj kazandırması nedeni ile önemlidir. Bu çalışmada lakkaz üretiminde indükleyici olarak buğday kepeği kullanılmış ve altı suş içinde en yüksek aktivite gösteren suş seçilmiştir. Aktivite değerine baktığımız zaman bazı çalışmalardan elde edilen aktivite değerlerine kıyasla SV-1 in lakkaz üretimi açısından önemli bir suş olduğu söylenebilir.

Bu aşamaya kadar yapılan çalışmalarda suşların sıcaklık ve besiyeri istekleri, uygun atık substrat seçimleri, sarım için en iyi spawn materyalinin seçilmesi, lakkaz enzim aktivite değerleri belirlenmiştir. Karpofor üretimi aşamasında tüm bu sonuçlardan yararlanılmıştır. *Trametes versicolor* makrofungusu için uygun görülen en iyi sıcaklık 27 °C ve besiyeri olarak PDA seçilmiştir. Gelişme hızı en yüksek sarım

materyali arpa olmuştur. Kompostlarda kullanılacak 15 atık içerisinde misel gelişme hızlarına bakılarak en uygun bulunan atıklar ise buğday kepeği, fındık küspesi, Macar fiği ve fasulye atığı olarak seçilmiştir. Suş seçimi için lakkaz enzimi aktivite değerlerine bakılmıştır ve lakkaz enzim aktivitesi açısından en yüksek değere sahip SV-1 suşu karpofor üretiminde kullanılacak suş olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda karpofor üretimi aşamasına geçilmiştir.

### 3.5. *Trametes versicolor* suşları ile karpofor üretimi

Denemeye alınan *Trametes versicolor* suşlarının karpofor üretimi sırasında büyüme, primordium oluşumu ve hasat aşamasında elde edilen inceleme parametre değerleri karşılaştırılmıştır. Büyüme aşaması kompostlara spawn ekiminin yapıldığı günden, misellerin kompostun tamamını kapladığı (Şekil 3.38, 3.39) güne kadar geçen süre olup 20 - 30 gün arasında değişmektedir. Primordium aşaması misellerin kompostu tamamen sardıktan sonraki karpoforun ilk oluşmaya başladığı andaki halidir. Bu aşamada karpoforlar kompostların üzerinde küçük yumrular halinde belirmeye başlamıştır (Şekil 3.40). Karpoforların gelişimini tamamlaması yaklaşık 20-30 gün sürmüştür. Karpoforların gelişimlerini tamamladıktan sonra toplanması aşaması ise hasat aşaması olarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.41).



Şekil 3.38. Büyüme aşamasındaki kompost torbaları





Şekil 3.39. Misel sarımı tamamlanmış kompost torbaları



Şekil 3.40. Primordiumların komposttaki görünümleri



Şekil 3.41. 60. günün sonunda gelişimlerini tamamlamış *Trametes versicolor* karpoforları

### 3.5.1. Kompost içeriğine ilişkin inceleme parametreleri

Çalışmanın otoklav öncesi, otoklav sonrası, primordium ve hasat aşamalarında kompost karışımlarından alınan örneklerden pH, nem, protein, lignin kaybı ve organik madde kaybı değerleri hesaplanmıştır. Bulunan sonuçlar Çizelge 3.4 de gösterilmiştir.

Bütün örnekleme aralıklarından alınan kompost içeriklerinin Çizelge 3.4 de gösterilen pH değerleri, başlangıç noktasında tüm tarımsal atık karışımlarında 5 ile 6 arasında bulunmuştur. Bu içeriklerin pH değerleri hasat sonuna kadar giderek düşmüştür. Tüm kompost karışımlarında da 1. hasat sonrası pH değeri 3 civarında son bulmuştur.

Nem miktarları tüm kompostlarda 13-14 gram ile otoklava girerken, otoklav sonrasında 1 g kadar bir düşüş gözlenmiştir. Primordium aşamasında ise 1 ila 2 gram arasında artarken hasat aşamasında çok az miktarlarda düşüş görülmüştür.

Protein miktar tayini bovin serum albumin ile hazırlanan standart eğri üzerinden hesaplanarak elde edilen protein miktarları Çizelge 3.4 de sunulmuştur. Standart eğri grafiği metod kısmının protein tayini aşamasında verilmiştir. Çizelge 3.4 incelendiğinde ve tüm kompost tipleri karşılaştırıldığında, tüm kompost karışımlarında başlangıçtan primordiuma kadar düşüş görülmüş fakat hasat sonunda protein miktarının oldukça yükseldiği gözlenmiştir. Protein miktarı açısından baktığımızda en yüksek protein miktarına sahip kompost tipinin meşe talaşı+fasulye atığında olduğu görülmektedir. En az protein miktarına sahip kompost tipi ise sadece meşe talaşı ile oluşturulan kompost olmuştur.

Lignin kaybı aşamasında anlatılan yöntem uygulanarak kalıntıda var olan lignin miktarları bulunmuş ve bulunan değerler Çizelge 3.4 de verilmiştir. Çizelge 3.4 de görüldüğü gibi kompost bileşimlerinin zamana bağlı lignin kaybı değerleri giderek artmıştır. En fazla lignin kaybı değeri % 65,21 ile meşe talaşı+ buğday kepeği karışımının hasat aşamasında olmuştur.

Tüm kompostlarda organik madde kaybı otoklav öncesi ve sonrasında olmazken primordium aşamasında meşe talaşında % 32,35, meşe talaşı+buğday kepeğinde % 38,57, meşe talaşı+ fasulye atığında % 34,21, meşe talaşı+macar fiğinde %38,88, meşe

talaşı+findık küspesinde % 35,61 olmuştur. Organik madde kaybı hasat sonunda daha da artarak meşe talaşında % 41,17, meşe talaşı+buğday kepeğinde % 50,00, meşe talaşı+ fasulye atığında % 47,36, meşe talaşı+macar fiğinde % 48,61, meşe talaşı+findık küspesinde % 50,68 olarak bulunmuştur (Çizelge 3.4).

Kompost içeriklerinin % kül miktarı, OM (Organik Madde) (%), OC (Organik Karbon) (%), N(%), C-N(%), K (%), Ca (%), P (%), Mg (%), Mn (ppm), Zn (ppm), Fe (ppm) ve karpofor içeriği değerleri Doç.Dr. Aysun Pekşen tarafından yapılmış olup sonuçlar Çizelge 3.5 de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Bütün kompost karışımlarında ve bütün örnekleme aralıklarındaki inceleme parametreleri

Kompost Tipleri	Örnekleme Aralıkları	pH	Nem (g)	Protein Miktarı	Lignin Kaybı (%)	Organik Madde Kaybı (%)
Meşe Talaşı	Otoklav Öncesi	6,35	13,90	301,64	-	-
	Otoklav Sonrası	5,51	12,98	336,64	-9,09	-
	Primordium Aşaması	3,77	14,68	248,78	40,90	32,35
	Hasat	3,79	14,59	610,92	45,45	41,17
Meşe Talaşı+Buğday Kepeği	Otoklav Öncesi	5,96	13,86	408,78	-	-
	Otoklav Sonrası	4,62	13,39	398,07	-8,69	-
	Primordium Aşaması	3,64	14,56	397,35	39,13	38,57
	Hasat	3,62	14,27	861,64	65,21	50,00
Meşe Talaşı+Fasulye Atığı	Otoklav Öncesi	6,04	14,37	612,35	-	-
	Otoklav Sonrası	4,92	13,68	454,50	-4,76	-
	Primordium Aşaması	3,80	15,21	305,21	38,09	34,21
	Hasat	3,82	14,65	963,07	47,61	47,36
Meşe Talaşı+ Macar Fiği	Otoklav Öncesi	5,26	14,88	605,21	-	-
	Otoklav Sonrası	5,28	13,82	446,64	-4,16	-
	Primordium Aşaması	3,62	15,25	349,5	50,00	38,88
	Hasat	3,66	14,93	876,64	54,16	48,61
Meşe Talaşı+ Fındık KÜspesi	Otoklav Öncesi	5,68	14,32	420,92	-	-
	Otoklav Sonrası	4,82	13,54	386,64	-4,37	-
	Primordium Aşaması	3,97	14,65	326,64	43,47	35,61
	Hasat	3,98	14,43	843,78	47,82	50,68

Çizelge 3.6. Kompostların bütün örnekleme aralıklarındaki içerik miktarları

Kompost tipi	Örnekleme aralığı	Kül (%)	OM (%)	OC (%)	N (%)	C/N	K (%)	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)
Meşe Talaşı	Otoklav Öncesi	5.52	94.48	54.79	0.26	208.96	0.46	4.52	0.06	0.0026	131.33	22.9	115.77
	Otoklav Sonrası	6.74	93.26	54.09	0.24	224.81	0.60	6.68	0.05	0.0027	157.52	20.1	135.15
	Primordium Aşaması	8.62	91.38	53.00	0.38	140.70	1.21	8.42	0.05	0.0079	221.07	30.9	232.15
	Hasat	7.59	92.41	53.59	0.39	136.02	1.11	6.41	0.09	0.0049	176.68	27.3	143.13
Meşe Talaşı+Buğday Kepeği	Otoklav Öncesi	5.12	94.88	55.03	0.79	69.43	0.90	4.55	0.10	0.0033	177.80	48.1	169.35
	Otoklav Sonrası	5.52	94.48	54.79	0.61	90.41	1.31	4.72	0.16	0.0047	342.32	54.5	128.31
	Primordium Aşaması	9.04	90.96	52.75	1.13	46.68	2.34	7.95	0.16	0.0073	208.96	71.3	278.79
	Hasat	7.40	92.60	53.70	1.05	51.12	1.50	4.72	0.15	0.0073	205.64	62.9	118.05
Meşe Talaşı+Fasulye Atığı	Otoklav Öncesi	7.78	92.22	53.48	0.46	115.18	1.54	7.32	0.10	0.0043	201.21	22.1	114.63
	Otoklav Sonrası	7.84	92.16	53.45	0.51	104.95	1.95	6.71	0.21	0.0042	180.04	34.1	111.21
	Primordium Aşaması	10.9	89.10	51.67	0.53	98.19	3.43	7.83	0.10	0.0080	223.29	32.9	113.49
	Hasat	10.28	89.72	52.03	0.72	71.78	2.14	5.11	0.14	0.0045	134.76	44.1	104.37
Meşe Talaşı+Macar Fiği	Otoklav Öncesi	6.00	94.00	54.52	0.43	125.74	1.71	2.67	0.07	0.0054	203.65	36.1	173.59
	Otoklav Sonrası	7.28	92.72	53.77	0.44	123.30	1.15	6.79	0.09	0.0057	134.76	32.1	329.67
	Primordium Aşaması	11.48	88.52	51.34	0.74	68.97	1.86	5.39	0.12	0.0062	163.17	37.3	301.49
	Hasat	9.50	90.5	52.49	0.61	86.45	2.24	6.12	0.21	0.0042	217.77	40.1	170.17
Meşe Talaşı+Fındık Küspesi	Otoklav Öncesi	5.88	94.12	54.58	2.33	23.47	1.28	5.11	0.43	0.0026	138.19	50.1	248.01
	Otoklav Sonrası	7.14	92.86	53.85	2.00	26.90	1.10	4.37	0.35	0.0037	191.21	50.5	136.29
	Primordium Aşaması	10.73	89.27	51.77	2.93	17.66	2.05	9.04	0.53	0.0073	361.77	74.9	232.05
	Hasat	9.09	90.91	52.72	3.23	16.33	2.44	6.32	0.73	0.0065	200.10	84.5	233.19
Karpofor içeriği		3.80	96.20	55.80	2.47	22.62	2.05	0.58	0.61	0.0034	206.75	64.1	83.85

OM: Organik Madde OC: Organik Karbon N:Azot C/N:Karbon- Azot oranı K:Potasyum Ca: Kalsiyum P:Fosfor Mg: Magnezyum Mn: Mangan Zn: Çinko Fe: Demir

### 3.5. 2. Karpofor üretimine ilişkin inceleme parametreleri

Her bir kompost karışımından elde edilen karpoforların toplam hacim, toplam yaş ve kuru ağırlık değerleri ve bu değerlerden elde edilen biyolojik etkinlik, üretim oranı, verim ve biyolojik dönüşüm oranları Çizelge 3.6 da verilmiştir.

Çizelge 3.6 incelendiğinde hasat sonunda en fazla karpofor üretimi görülen kompost karışımı toplam 207,15 g yaş ağırlıkla, 50,26 g kuru ağırlıkla ve 162,09 cm<sup>3</sup> lük hacimle meşe talaşı+fasulye atığı olmuştur. Fasulye atığı karışımından sonra da 2. en iyi kompost 130,54 g yaş ağırlıkla, 29,13 g kuru ağırlıkla ve 95,26 cm<sup>3</sup> lük hacimle buğday kepeği+meşe talaşı karışımlı kompost tipi olmuştur. En az karpofor gelişimi gösteren kompost tipi ise 18,80 g yaş ağırlık, 4,24 g kuru ağırlık ve 14,08 cm<sup>3</sup> lük hacimle hiçbir tarımsal atıkla karıştırılmamış meşe talaşı olduğu görülmektedir. Bu tablodan anlaşılıyor ki tarımsal atık karışımlı kompost tipleri sadece meşe talaşından oluşturulmuş kompost tipine oranla karpofor üretimini çok daha fazla desteklemiştir.

Kompostların biyolojik etkinlik oranlarının Çizelge 3.6 da da görüldüğü gibi hasat edilen taze mantar ağırlığıyla doğru orantılı olduğunu görmekteyiz. Biyolojik etkinlik oranı en yüksek kompost tipi %54,51 lik değerle meşe talaşı+fasulye atığı olmuştur. Biyolojik etkinlik oranı en düşük kompost tipi ise %5,52 lik değerle hiçbir atıkla karıştırılmadan oluşturulan meşe talaşı olmuştur.

Biyolojik etkinlik oranının toplam üretim gününe bölünmesiyle elde edilen üretim oranı verileri Çizelge 3.6 da sunulmuştur. Çalışmada inkübasyondan itibaren toplam üretim günü 60 gündür. Bütün kompost tiplerine bakıldığında üretim oranı en yüksek kompost tipinin 0,9 luk değerle meşe talaşı+fasulye atığı olduğunu görmekteyiz. Üretim oranı en düşük kompost tipi ise 0,09 luk değerle meşe talaşı olmuştur.

Hasat edilen toplam taze mantar ağırlığıyla doğru orantılı olarak verimin en yüksek olduğu kompost % 20 lik değerle meşe talaşı+fasulye atığına ait olan kompost tipi olarak bulunmuştur. Yine en düşük verim % 1 lik değerle hiçbir tarımsal atıkla karıştırılmamış olan meşe talaşının olmuştur (Çizelge 3.6).

Kompostlardan hasat edilen karpofor miktarlarıyla da doğru orantılı olarak biyolojik dönüşüm oranı en yüksek kompost tipi % 13,22 lik değerle meşe

talaşı+fasulye atığı karışımı olan kompost olmuştur. Hiçbir atıkla karıştırılmayan meşe talaşı ise % 1,24 lük değerle en düşük dönüşüm oranına sahip kompost tipi olmuştur (Çizelge 3.6).

Tüm bu ölçümlerden elde edilen veriler doğrultusunda meşe talaşı+fasulye atığı karışımı kompost tipinin 207,15 g yaş karpofor ağırlığıyla 20,56 g kuru ağırlığıyla en iyi verim elde edilen kompost karışımı olduğu belirlenmiştir. Fasulye atığından sonra 2. sırada buğday kepeği 3. sırada macar fiği ve 4. sırada fındık küspesi karışımları olmuştur. Tarımsal atıklarla karıştırılan kompost tipleriyle karşılaştırsak sadece meşe talaşı ile oluşturulan kompost en düşük karpofor üretimine sahip kompost tipi olarak belirlenmiştir.



Çizelge 3.7. Karpofor miktarları için yapılan ölçümler

Kompost Tipleri	Toplam Yaş Ağırlık (g)	Toplam Kuru Ağırlık (g)	Toplam Hacim (cm <sup>3</sup> )	Biyolojik Etkinlik Oranı (%)	Üretim Oranı	Verim (%)	Biyolojik Dönüşüm Oranı (%)
Meşe Talaşı	18,80	4,24	14,08	5,52	0,09	1	1,24
Meşe Talaşı+Buğday Kepeği	130,54	29,13	95,26	37,29	0,62	13	8,32
Meşe Talaşı+Fasulye Atığı	207,15	50,26	162,09	54,51	0,90	20	13,22
Meşe Talaşı+ Macar Fiği	97,45	23,2	65,45	27,06	0,45	9	6,44
Meşe Talaşı+ Fındık Küşpesi	48,25	11,41	39,62	13,21	0,22	4	3,12

Ülkemizin ekolojik koşullarının bölgelere göre çeşitlilik göstermesi değişik tarımsal ürünlerin üretilmesine olanak sağlamakta, bu sırada çokça tarımsal atık açığa çıkmaktadır. Örneğin, ülkemizde açığa çıkan yıllık tahıl sapı miktarı yaklaşık olarak 50 milyon ton kadar olduğu vurgulanmaktadır (Kurt, 2009). Dünyada ise her yıl yaklaşık 60 milyar ton buğday samanı açığa çıkmaktadır (Milstein ve ark., 1986). Günümüzde bu tahıl sapsarı ve tarım atıkları endüstride kağıt sanayinde hammadde, bitkisel tarımda mantar kompost ana maddesi veya hayvancılıkta altlık veya kaba yem olarak değerlendirilmektedir. Tarım atıklarının kağıt yapımı vb. endüstriyel amaçlarla toplanıp uzak mesafelere taşınması, bunların büyük hacme ve düşük yoğunluğa sahip olmalarından dolayı pek ekonomik değildir (Raymond ve ark., 1986; Wayman ve Parekh, 1990). Bu sebeple çiftçilerin çoğu samanı hasat sonrası yakmaktadırlar. Anızların bu şekilde yakılması milli servet kaybı ve toprak mikroflorasını yok etmesi yanında atmosferi de kirleten önemli bir etmendir. Ülkemizde hububat alanlarının her yıl yaklaşık % 40' ı anız yangınlarına maruz kalmakta ve 10 milyon ton sap ve saman yok olmakta ve bunun sonucu oluşan duman ve karbon dioksitin atmosfere salınımıyla küresel ısınmaya da gereksiz bir katkıda bulunmaktadır (Avcı, 2007). Bu sebeple bu atıkların bulunduğu bölgelerdeki mantar üretim tesislerinde kullanım olanaklarının artırılması hem üretici açısından hem de çevre güvenliği açısından önem teşkil etmektedir.

Bu çalışmadan elde ettiğimiz veiler ışığında, fasulye atıklarının kompostlarda kullanımının *Trametes versicolor* yetiştiriciliğinde daha fazla verim elde etme yolunda, önemli katkı sağlayacağı söylenebilir. Bunun da fasulye tarımının en fazla yapıldığı İç Anadolu bölgesinde bulunan mantar üretim tesisleri açısından önemli bir bilgi olduğu düşünülmektedir.

#### 4. SONUÇ

Makrofunguslar, çok eski zamanlardan beri gıda olarak tüketilmektedir. Beslenme yönünden düşük kalori içermesinin yanı sıra, esansiyel aminoasitler, karbonhidratlar, lifler, önemli vitaminler ve mineraller bakımından zengin bir içeriğe sahiptir (Öztürk ve Çopur, 2009). Günümüzde makrofungusların insan sağlığı ve beslenmesi açısından öneminin daha iyi anlaşılmasının ardından, makrofungus yetiştiriciliğine olan merak ve ilginin eskiye oranla son yıllarda hızlı bir şekilde artış gösterdiği bilinmektedir. Bu durum makrofungusların kolay yetiştirilmesi, çeşit zenginliğinin bulunması, bilinçli tüketicinin artması ve makrofungusların tıp alanında öneminin artarak kullanımının yaygınlaşmasından kaynaklanmaktadır ( Kurt, 2009).

Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda ise makrofungusların bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve sağlığı koruduğu ispatlanmıştır. Birçok makrofungus türü antibiyotik, antikanser, antiviral, antitümör özellikleri nedeniyle tıbbi amaçlı olarak kullanılmaktadır (Carlile and Watkinson, 1994). Bazı makrofunguslardan izole edilen maddelerin anti-tümör ajanı ve kanser tedavisinde kullanıldıkları bildirilmektedir (Miles ve Chang, 1997). Bu maddelerden en yoğun olarak kullanılan *Trametes versicolor* makrofungusundan elde edilen krestindir. Bu maddenin sindirim sistemi, meme, göğüs ve akciğer kanserinin tedavilerinde kullanıldığı bildirilmektedir. Bütün bu özellikler, makrofungusların yetiştirilmesinde neden son yıllarda hızlı bir artış gösterdiğini desteklemektedir.

*Trametes* türleri en etkili ligninolitik aktiviteye sahip beyaz çürükçül mantarlar grubu içerisinde yer almaktadır. *Trametes* türlerinin tarımsal artıkların lignoselüloz kısımlarını ve organik çevre kirletici maddeleri enzimlerini kullanarak parçalayabildikleri bilinmektedir. İçerisinde tarımsal artıkların da yer aldığı geniş bir substrat grubunu kolaylıkla kullanabilirler. Bu nedenle *Trametes versicolor* makrofungusu, çok sayıda biyoteknolojik çalışmada kullanılmaktadır.

Ülkemizin ekolojik koşullarının bölgelere göre çeşitlilik göstermesi değişik coğrafyalarda değişik bitkilerin üretilmesine olanak sağlamaktadır. Bununla beraber hasat sonrası binlerce ton tarımsal atık oluşmakta olup bunların önemli kısmı önceleri yakılarak yok edilmekteydi. Son yıllarda üretici firmaların bilinçlendirilmesi ile bu

atıklar doğa ile dost birçok çalışmada kullanılmakta ve değerlendirilmektedir. Tarımsal atıkların makrofunguslar tarafından kullanılabilirliğiyle ilgili çok sayıda çalışma yapılmaktadır (Topal ve ark., 1993; Cohen ve ark., 2002). Ülkemizde *Trametes versicolor* makrofungusunun üretimi fazla yaygınlaşmamakla birlikte biyoteknolojik bazlı çalışmalarda kullanım alanına daha çok rastlamaktayız. Tarımsal atıklar kullanılarak üretilen makrofunguslar arasından en çok kullanılanı genellikle *Pleurotus* türleridir.

Singh ve ark. (1993), şeker kamışı artıklarının yenilebilir bir mantar olan *Pleurotus*' a biyolojik dönüşümü üzerine çalışmışlardır. Şeker kamışı artıkları % 47 selüloz, % 33 lignin ve 1:95 karbon:azot oranına sahiptir. Polietilen torbalar 750 g olacak şekilde buğday sapı ve şeker kamışı artıkları ile (0:1, 1:3, 1:1, 3:1 ve 1:0) doldurulmuş ve *P. citrinopileatus*, *P. sajor-caju* ve *P. flabellatus* türleriyle aşılanmıştır. En yüksek verim 1:1 orandaki karışımla 444 g/torba ile *P. flabellatus*' dan elde edilmiş, diğer türler en iyi performansı 3:1 oranındaki buğday sapı: şeker kamışı artığı üzerinde göstermişlerdir.

Güler (1991), değişik *Pleurotus* türlerini buğday sapı, çeltik sapı, mısır sapı ve bunların karışımını incelemiştir. Yetiştirme ortamlarına göre en yüksek verim 437,90 g ile buğday+çeltik+mısır karışımından elde edilmiş, bunu 377,90 g ve 375,90 g ile buğday + çeltik ve buğday + mısır ortamları izlemiştir; en düşük verim ise 249,90 g ile çeltik sapından elde edilmiştir.

Erkel ve Işık (1992), *P. ostreatus* ve *P. florida* yetiştiriciliğinde buğday samanı, çeltik sapı, mısır sapı, ayçiçeği sapı ve bunların değişik orandaki karışımlarının verime etkisini incelemişlerdir. Bu iki *Pleurotus* türünde en yüksek verim çeltik sapının tek başına kullanıldığı ortamdan elde edilmiştir. Tüm uygulamalarda *P. florida*, *P. ostreatus*'tan daha yüksek verim vermiştir.

Gonzalez ve Gomez (1994), *Pleurotus ostreatus* yetiştiriciliğinde yarfıstığı kabukları ve mısır yapraklarını kullanmışlardır. Denemede en yüksek biyolojik etkinlik %  $144,85 \pm 23,27$  ile mısır yapraklarında belirlenirken, 2:1 oranındaki karışımın biyolojik verimlilik oranı %  $95,7 \pm 12,5$  olmuştur.

Ortega Cerilla (1998), yenilebilir mantar yetiştiriciliğinde (özellikle *Pleurotus* spp.) ortam olarak tarımsal yan ürünlerin kullanılmasının yararlarını tartışmıştır. Hayvan beslenmesinde kullanılan tarımsal yan ürünlerin selüloz, hemiselüloz ve lignin

yönünden zengin olduğunu; bu maddelerin geniş getiren hayvanlarda parçalanmadığını fakat Basidiomycetes gibi bazı aerobik organizmalardaki phenol oksidase enzimleri aracılığıyla parçalanabileceğini; bu gibi tarımsal yan ürünleri *Pleurotus* gibi mantar yetiştiriciliğinde kullanarak düşük fiyatta yüksek biyolojik değerli besin üretilebileceğini; mantarın hasadından sonra meydana gelen yan ürünlerin lignin içeriğinin azalmasından dolayı bunların da hayvan yemi olarak kullanılabileceğini belirtmiştir.

Pekşen (2001), fındık zurufundan hazırlanan yetiştirme ortamlarının *Pleurotus sajor-caju* mantarının verimine ve bazı kalite özelliklerine etkisini incelemiştir. İki farklı dönemde (yaz ve kış) yürütülen çalışmada fındık zurufu, saman, talaş ve kepeğin belirli oranlarda karışımlarını içeren 9 yetiştirme ortamını karşılaştırmıştır. En yüksek verim ve biyolojik etkinlik oranı kış döneminde 1 fındık zurufu: 2 saman: 1 kepek (19.84 kg/100 kg ortam ve % 69.44), yaz döneminde de 3 talaş: 1 kepek (22.28 kg/100kg ortam ve % 74.27) ortamlarından elde edilmiştir. En düşük verim kış döneminde fındık zurufu:saman (2:2), fındık zurufu: kepek (3:1) ve saman ortamlarında (sırasıyla 11.22, 14.44 ve 14.96 kg/100 kg ortam), yaz döneminde 3 fındık zurufu: 1 kepek, saman ve 3 fındık zurufu:1 saman ortamlarında (sırasıyla 11.22, 14.44 ve 14.96 kg/100 kg ortam) bulunmuştur. En düşük biyolojik etkinlik ise hem kış hem de yaz döneminde 3 fındık zurufu:1 kepek ortamında (% 37.57 ve% 31.79) belirlenmiştir.

Belewu ve Belewu (2005), muz yaprakları üzerinde *Volvariella volvacea* mantarının verim ve hasat sonunda ortamdaki değişimleri değerlendirmişlerdir. Denemede % 5.21 ile biyolojik verim alınırken toplam verim 2.5 kg olarak belirlenmiştir. Muhtemelen mikrobiyal proteinin eklenmesinden dolayı ortamdaki ham protein miktarı artış göstermiştir. Hasat sonu ortamda kalan lignin miktarı % 6.01'den % 2.15'e azalma göstermiş, ancak selüloz ve hemiselüloz miktarlarında artış belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada tüketici için büyük tıbbi önemi olan *Trametes versicolor* makrofungusunun alternatif bir üretim kaynağı olarak tanıtılması amaçlanmıştır. Bunun yanında atık olarak görülen bazı lignoselülozik materyallerin *Trametes versicolor* üreticiliğinde karpofor üretimi için daha hızlı ve daha fazla verim elde edebilmek amacıyla kullanım olanakları araştırılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Çalışmada *Trametes versicolor* un ATCC 200801, D22, D41, D54, D58, SV-1 ve T796 suşları kullanılmıştır. Yapılan çalışmadan elde edilen çıkarımlar şu biçimde özetlenebilir,

1. Öncelikle suşların sıcaklık ve besiyeri isteklerinin büyüme hızlarına etkisi araştırılmış bunun için de 5 farklı sıcaklık ortamı (20, 25, 27, 30, 35) ve 2 farklı besiyeri (MEA, PDA) kullanılmıştır. Sonuç olarak suşların tümünde en iyi misel gelişimi gösteren sıcaklık 27 °C ve PDA besiyerinde olduğu bulunmuştur. Çalışmanın sonraki aşamaları bu sonuçlar göz önünde bulundurularak sürdürülmüştür.

2. Çalışmanın bu aşamasında farklı tarımsal atıklar üzerinde gelişen makrofungusların büyüme hızlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Sonuç değerlendirilirken suşların atıklar üzerinde gözlenen misel gelişim hızları ve misel yoğunlukları beraber değerlendirilerek bir sonuca varılmıştır. Bu veriler sonucunda tüm suşlar için hem gelişim hızı hem de yoğunluklarına bakıldığında en iyi gelişim gözlenen atık maddeler, 15 farklı tarımsal atık içerisinde macar fiği, fındık küspesi, fasulye atığı, buğday kepeği, pamuk sapı olduğu belirlenmiştir. Kompost bileşiminde kullanılacak olan atıklar bunlar içerisinde seçilmiştir. Kontrol grubu olarak meşe talaşı kullanılmıştır. Sonuç olarak karpofor aşamasında kompost olarak kullanılacak tarımsal atıkların meşe talaşı kontrol grubu olarak, diğerleri ise meşe talaşı+buğday kepeği, meşe talaşı+fasulye atığı, meşe talaşı+macar fiği ve meşe talaşı+fındık küspesi olmasına karar verilmiştir.

3. Kompostlara aşılacak uygun spawn danesinin belirlenmesi aşamasında buğday, arpa, mısır ve yulaf gibi tahıl daneleri değerlendirilmiştir. Bütün suşlar göz önüne alınıp değerlendirildiğinde, en hızlı ve yoğun misel gelişimi gözlenen dane tipinin arpa olduğu görülmüştür. Karpofor üretimi çalışmalarında aşılama sırasında genellikle spawn olarak buğday danelerinin daha sıklıkla kullanıldığını düşünürsek arpanın da buğday danesine bir alternatif olarak kullanılabileceği görülmüştür.

4. Karpofor üretimi aşamasında kullanılacak olan suşun seçimi için yapılan lakkaz enzim aktivitesi çalışmasında suşların 30 gün boyunca enzim aktivite değerlerine bakılmış ve en yüksek lakkaz enzim aktivitesi gösteren suş ve günü seçilmiştir. Bütün suşlar arasından en yüksek enzim aktivitesi gösteren suş 1446,25 u/L enzim aktivitesi değeriyle SV-1 suşu olmuştur.

5. Çalışmanın karpofor üretimi aşamasında yapılan ölçüm ve analizler tüm kompost karışımlarında ve her aşamada ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu aşamalar otoklav öncesi, otoklav sonrası, primordium ve hasat aşamasından oluşmaktadır. Bütün kompost karışımlarının ve her aşamanın ayrı olmak kaydıyla önce pH ölçümü, nem ölçümü, protein miktarları, lignin kaybı ve organik madde kaybı değerleri hesaplanmıştır.

6. Bütün kompost karışımlarından elde edilen karpoforların toplam hacim, toplam yaş ağırlık ve toplam kuru ağırlıkları hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre her kompostun biyolojik etkinlik oranları, üretim oranları, verimleri ve biyolojik dönüşüm oranları belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, bütün kompostlar beraber değerlendirildiğinde en yüksek toplam hacime, toplam yaş ağırlığa ve toplam kuru ağırlığa sahip kompost meşe talaşı+fasulye atığı olarak bulunmuştur. Bu sonuçla doğru orantılı olarak meşe talaşı+fasulye atığı kompostunun biyolojik etkinlik oranı, üretim oranı, verimi ve biyolojik dönüşüm oranları da en yüksek çıkmıştır. Bu değerleri en düşük olan kompost ise hiçbir atıkla karıştırılmamış olan meşe talaşı olmuştur. Sonuç olarak söyleyebiliriz ki tarımsal atık karışımı kompost tipleri karpofor üretimini sadece meşe talaşından oluşturulmuş kompost tipine oranla çok daha fazla desteklemiştir.

Çeşitli tarımsal atıkların tıbbi öneme sahip *Trametes versicolor* makrofungusunun yetiştiriciliğinde kullanım olanaklarının araştırılması ve en iyi verim alınan tarımsal atıkların belirlenmesi çalışmanın ana hedefi konumundadır. Elde edilen veriler ışığında fasulye atığı karpofor üretimini oldukça yüksek bir oranda arttırdığı görülmektedir. Bu sonucun *Trametes versicolor* üreticiliğine yönelik uygulama ve araştırmalara ışık tutacağı ve tıbbi açıdan büyük önemi bulunan bu makrofungusun üretimine yönelik çalışmaların daha fazlalaşması açısından yararlı olacağı düşünülmektedir.

## 5. KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ağaoğlu, Y.S., Güler, M., 1991. Doğal ve Kültüre Alınabilir Mantar Türleri 2. Kayın Mantar Yetiştiriciliği, Orman Bakanlığı Orman Gen. Müd. Yayınları, Ankara s. 46
- Ağaoğlu, Y.S., İlbay, B., Güler, M., 1991. Shiitake (*Lentinus edodes*) Yetiştiriciliği. T.C. Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, s 71-81
- Ağaoğlu, Y.S., İlbay, M.E. ve Karakullukçu, S.,1992, Kayın mantarının (*P. ostreatus* (Jacq. Ex.Fr) Kummer) tohumluk misel üretiminde kaynatılmış buğdayın kullanım olanakları üzerine bir araştırma, Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi, Cilt II, s.7
- Aksu, Ş., ve Günay, A., 2000. Yemeklik Mantar Raporu, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Bitkisel Üretim Özel İhtisas Komisyonu, Sebzeçilik Alt Komisyonu, Yalova
- Akyüz, M., Kırbağ, S.,2009. Bazı Tarımsal ve Endüstriyel Atıkların *Pleurotus* spp.Üretiminde Kompost Olarak Değerlendirilmesi, s 30
- Anonymous, 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), (<http://faostat.fao.org>).
- Arexaga, A., Romero, S., Sarra, M. and Vicent, T., 2001. Adsorption step in the biological degradation of a textile dye. *Biotechnol. Prog.*, 17, 664-668.
- Avcı, E., 2007. <http://heryerdenhaber.com/V1/Pg/DetailCity/ NewID/40832>
- Bilay, V.T., Solomko, E.F. and Buchalo A.S.. 2000. Growth of edible and medicinal mushrooms on commercial agar. In: Van Griensven, L.J.L.D.(ed.). 15<sup>nd</sup> International Congress of Science and Cultivation of Edible Fungi, Maastricht. Balkena, Rotterdam. Nedherlands, pp 779-780



**KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)**

- Belewu, M.A., and Belewu, K.Y., 2005. Cultivation of Mushroom (*Volvariella volvacea*) on Banana Leaves. *African Journal of Biotechnology*, 4 (12): 1401-1403.
- Boztok, K., 1990. Mantar Üretim Tekniği, Ege Üniv.Ziraat Fak, Yayınları, İzmir, pp.11-13, 215-218
- Candan, D., 2005. *Trametes Versicolor*'dan Biyopolimer üretiminin optimizasyonu ve karakterizasyonu, Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s 115.
- Chang, S. T. 1995. *Ganoderma*-The leader in production and technology of mushroom nutraceuticals. In Proc 6th Int Symp Recent Adv *Ganoderma lucidum* Res (ed. B. K. Kim, I. H. Kim and Y. S. Kim),. The Pharmaceutical Society of Korea, Seoul, Korea, pp.43-52
- Chagas, E.P. and Durrant, L.R., 2001. Decolorization of Azo Dyes by *Phanerochaete chrysosporium* and *Pleurotus sajor-caju*. *Enzyme Microb. Technol.*, 29, 473-477.
- Cui, J. and Chisti,Y., 2003, Polysaccharopeptid of *C. versicolor*: Physiological activity, uses and production, *Biotechnology Advances*, 21, 109-122.
- Couto, S.R., Sanroman, M.A., 2005. Coconut flesh: a novel raw material for laccase production by *Trametes hirsuta* under solid-state conditions. Application to Lissamine Green B decolourization, *Journal of Food Engineering*, 71: (), 208–213
- Couto,S.R., Moldes,D., Liebanas, A., Sanroman, A., 2003. Investigation of several bioreactor configurations for laccase production by *Trametes versicolor* operating in solid-state conditions, *Biochemical Engineering Journal*, 15, 21–26

### KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)

- Carlile, M.J. and S. C. Watkinson, 1994. The Fungi. *Academic Press London*, pp.373-409
- Crawford, D.L. and Pometto, III, A.L., 1988, Acid-precipitable polymeric lignin: Production and analysis, *Meth. Enzymol.*, 161, 35-47.
- Crawford, D.L.,1981. Microbial conversions of lignin to useful chemicals using a lignin-degrading *Streptomyces*, *Biotech. Bioeng. Symp.* 11, 275-291.
- Dizge, M.G., 2007. “*Trametes versicolor* Beyaz çürükçül fungusundan lakkaz enziminin saflaştırılması ve kısmi nitelendirilmesi” Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, s 121.
- Erkel, İ. ve Işık, S.E., 1992. *Pleurotus ostreatus* ve *P. florida* Yetiştiriciliğinde Değişik Yetiştirme Ortamlarının Verime Etkisi. Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi, Yalova.
- FAO, 2008. [http://www.fao.org/waicent/portal/statistics\\_en.asp](http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp)
- Güler,M., 1991. *Pleurotus* sp. Kültür Mantarının Örtü Altında Yetiştiriciliğinde Değişik Yetiştirme Ortamlarının Verim ve Kaliteye Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, s.167
- Günay , A.,2000. Mantar Yetiştiriciliği, İlke yayınları, Ankara, s 469.
- Günay, A., Abak, K. Koçyiğit, A.E., 1984. Mantar Yetiştirme, Özel Sebze Yetiştiriciliği, Çağ Matbaası, Ankara, Cilt 6
- Güzeldağ, G.,2007. Polyporaceae” türlerinde (*Ganoderma* spp.,ve *Trametes* spp.) üretim ve biyoteknolojik optimizasyon olanaklarının araştırılması, Adana, s148

**KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)**

Gonzalez, B.T., and Gomez, A.J.M., 1994. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on Peanut Hull and Dry Corn Leaves. Biological Abstracts, 8-99.

Hawksworth, D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. Mycological Res 95, 641-655.

Hong-Gyu Song Han, M.J., and Hyoung-Tae Choi, (2005) "Purification and Characterization of Laccase from the White Rot Fungus *Trametes versicolor*" The Journal of Microbiology, p.555-560.

İlbay ve Atmaca, M., 2004. Kültürü Yapılan Bazı Egzotik ve Tıbbi Mantarlar. Türkiye VII. Yemeklik Mantar Kongresi, Antalya, s. 101-138.

İlbay, M.E., 1995. Bitkisel Et: *Pleurotus* spp., Orman Mühendisliği, TMMOB Orman Mühendisleri Odası Yayın Organı, Ankara, s.12-13.

Kara E.E, Sezer İ., (1992) Anız Yakma. Ekoloji 2, 5, 18-22.

Kendrick, B. 1985. The fifth Kingdom. *Mycologue Publication*, Waterloo.

Kirbağ, S., and Akyuz, M., 2008. Effect of various agro-residues on growing periods, yield and biological efficiency of *Pleurotus eryngii*, Journal of food, Agriculture&Environment, Issue 3-4,402-405.

Kidd, M.P., 2000, The use of Mushroom Glucans and Proteoglycans in cancer treatment, Alternative Medicine Review, 5 (1), 4-27.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)**

- Kurt, Ş., 2009. Değişik Tarımsal Artıkların Kayın Mantarı (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus sajor-caju*) Yetiştiriciliğinde Kullanım Olanakları, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, s 212
- Kuru F., 2007. Katı Substrat Fermentasyonu Sürecinde *Trametes versicolor* ile Enzim Üretimi, Yüksek lisans tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, s 67.
- Lele, S.S, Revankar, M.S., (2006) “Increased Production of Extracellular Laccase by the White Rot Fungus *Coriolus versicolor* MTCC 138” World Journal of Microbiology & Biotechnology, 22, 921-926.
- Lowry, O.H., Rosenbrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R.J., 1951. Protein Measurement With The Folin Phenol Reagent, J.Biol chem. 193, pp 265-27
- Mayell, M., 2001. Maitake Extracts and Their Therapeutic Potential – A Review. Alternative Medicine Review - 6, 1:48-60.
- Minussi, R.C., Pastore, G., Duran, N., 2002. “Potential applications of laccase in the food industry”, Trends in Food Science&Technology, 13, 205
- Milstein, O., Vered, V., Sharma, A., Gressel, J., and Flowers, H.M., 1986. Heat and microbial treatments for nutritional upgrading of wheat straw. Biotechnology and Bioengineering, 28 (3), 381-386
- Mizuno, T., 1999, The extraction and development of antitumor-active polysaccharides from medicinal mushrooms in Japan, Int. J. Of Mushrooms, 1, 9-29.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)

- Mizuno, T., 1999, The extraction and development of antitumor-active polysaccharides from medicinal mushrooms in Japan, *Int. J. of Mushrooms*, 1, 9-29.
- Miles, P.G. and Chang, S.T., 1997. *Mushroom Biology. Concise Basics and Current Developments*. Wold Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. Singapore.
- Miles, P.G. and Chang, S.T., 2004. *Mushrooms. Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect and Environmental impact*. CRC Pres LLC. Florida.
- Ortega Cerilla, M.E., 1998. Utilization of Agricultural by-Products as Substrates for Cultivation of Fungi of the Genus *Pleurotus*. *Horticultural Abstracts*, s.3-68,
- Öztürk, A., ve Çopur, Ö., 2009. Mantar Bileşenlerinin Teröpatik Etkileri, *Bahçe* 38 (1),19 – 24
- Urcelay, C., Robledo, G., 2009. Positive Relationship Between Wood Size and Basidiocarp Production Of Polypore Fungi in *Alnus Acuminata* Forest, p 5
- Pazarlıoğlu, N., Sarıışık,M., Timur, S., Telefoncu, A., Gorton,L., Akkaya, A. 2008 Zirai Atıklar Kullanılarak *Trametes versicolor*'dan Piranoz 2- Oksidaz Enziminin Karıştırılmalı Tank Reaktörde Üretimi, Tekstil Sanayinde Biyo-Ağartmada Kullanımı ve Biyo-Analitik Uygulama Olanaklarının Araştırılması, proje,İzmir, s 82
- Pazarlıoğlu, N. K., Sarıışık, M., Telefoncu, A., 2005. “Laccase : production by *Trametes versicolor* and application to denim washing” *Process biochemistry*, 40, 1673-1678.
- Pekşen, A., 2001. Fındık Zurufundan Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının *Pleurotus sajor-caju* Mantarının Verimine ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. *Bahçe*, 30 (1-2), 37- 43.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)

- Poppe, J., 2000. Use of Agricultural Waste Materials in the Cultivation of Mushrooms. Proceedings of the 15 th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi, Netherlands, p. 3-23.
- Raymond, D.F., Redman, D., and Waltman, R., 1986. Forage Conservation and Feeding. Farming Press Ltd., Suffolk, UK, p. 141-149.
- Royse, D. J., 1985. Effect of spawn run time and substrate nutrition on yield and size of the shiitake mushroom. *Mycologia*, 77 (5), 756-762
- Sarıkürkçü, C., S.D Karşlı, M.H. Solak ve M. Harmandar, 2004. MuğlaYöresi Yenilebilir Mantar Ekstraktlarının Antioksidant Aktivitelerinin Belirlenmesi. Türkiye 8. Gıda Kongresi. 26- 28 Mayıs 2004. Bursa. s.57
- Stamets, P., 2000. *Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms*, 3rd edn. Olympia, WA: Ten Speed Press
- Singh, A.K., Awasthi, S.K., and Dwivedi, R., 1993. Bioconversion of Sugarcane Trash into *Pleurotus*, an Edible Mushroom. *Horticultural Abstracts*, Vol.63, No.8. 5965.
- Şen, S., ve Yalçın, M., 2010. Dünya Ve Türkiyede Kültür Mantarcılığı ve Geliştirilmesi, 3. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, cilt 3,1208-1216
- Topal, Ş., Kırat, E., and Alikışıfoğlu, K., 1993. Bazı Tarımsal Artıkların Mikrobiyolojik Yolla Delignifikasyonu ve Besin Değerlerinin Arttırılması: I. Gıda ve Soğutma Teknolojileri Bölümü, No.125.
- Volk, T. J. "Trametes versicolor", <http://www.tomvolkfungi.net/> (9-3-2007).

**KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)**

- Wasser, S.P., Weis, A.L., 1999. Medical properties of substances occurring in higher *Basidiomycetes* mushrooms: Current Perspectives. International Journal of Medical Mushrooms, (1)1, 31- 62.
- Wayman, M., and Parekh, S.R., 1990. Biotechnology Conversion. Open University Press., Milton Keynes.
- Wesenberg, D., Buchon, F. and Agathos, S.N., 2002. Degradation of Dye Containing Textile Effluent by Agaric White - Rot Fungus *Clitocybula duseinii*. Biotechnology Letters, 24, 989-993.
- Xavier AMRB, Tavares APM, Ferreira R, Amado F. 2007. *Trametes versicolor* growth and laccase induction with by-products of pulp and paper industry. Electron. J. Biotechn.;10, 444–451.
- Yıldız, A., 1998, Farklı katkı maddelerinin degisik oranlarının *Pleurotus florida* Fovose'nin misel gelisimi, basidiokraplarının olusum ve gelisim süreleri ile verim miktarı üzerine etkileri, Tr. J. of Biology, 22, 127-142.
- Zhang, H., Gong, F., Feng, Y., Zhang, C. 1999. Flammulin Purified from the fruit bodies of *Flammulina velutipes* (Curt .:Fr.) P. Karst. International Journal of Medical Mushrooms, (1)1, 89- 92.