

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI



**ŞİŞE KÜLTÜRÜNDE ENOKİ MANTARI (*Flammulina*
velutipes) YETİŞTİRİCİLİĞİNDE PİRİNANIN SUBSTRAT
MALZEMESİ OLARAK KULLANIM OLANAKLARININ
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BURAK BAYBAŞ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Beyhan KİBAR

BOLU, OCAK - 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Burak BAYBAŞ tarafından hazırlanan “**ŞİŞE KÜLTÜRÜNDE ENOKİ MANTARI (*Flammulina velutipes*) YETİŞTİRİCİLİĞİNDE PİRİNANIN SUBSTRAT MALZEMESİ OLARAK KULLANIM OLANAKLARININ BELİRLENMESİ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.
6/01/2023

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Doç. Dr. Beyhan KİBAR
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Aysun PEKŞEN
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Müttalip GÜNDOĞDU
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin 08/12/2022 tarihinde Turnitin adlı intihal tespit programından enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %21 olarak tespit edilmiştir.

.....

BURAK BAYBAŞ

ÖZET

**ŞİŞE KÜLTÜRÜNDE ENOKİ MANTARI (*Flammulina velutipes*)
YETİŞTİRİCİLİĞİNDE PİRİNANIN SUBSTRAT MALZEMESİ OLARAK
KULLANIM OLANAKLARININ BELİRLENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BURAK BAYBAŞ
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. BEYHAN KİBAR)
BOLU, OCAK - 2023
XIV + 72**

Bu çalışma, şişe kültüründe enoki mantarı (*Flammulina velutipes*) yetiştiriciliğinde pirinanın yetiştirme ortamı (substrat) olarak kullanım olanaklarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada 2 adet *F. velutipes* izolatu (FV008-Güney Kore Orijinli Beyaz İzolat ve FV010- Çin Orijinli Sarı İzolat) kullanılmıştır. Çalışmada ana materyal olarak kullanılan kayın talaşı (KT) ve pirina (P) ile katkı materyali olarak kullanılan pirinç kepeğinin (PK) farklı oranlarından hazırlanan 10 adet yetiştirme ortamı ele alınmıştır. Yetiştirme ortamlarının misel gelişimi, verim ve mantar kalitesine etkilerini belirlemek amacıyla 15 özellik incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre yetiştirme ortamları arasında incelenen özellikler yönünden önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. FV008 izolatında verim ve biyolojik etkinlik değerleri sırasıyla 79.41-127.72 g/kg ve %19.29-27.37, FV010 izolatında ise 79.54-198.12 g/kg ve %18.68-48.12 arasında değişiklik göstermiştir. Pirinanın *F. velutipes* mantar türünün üretimi için yetiştirme ortamı olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. FV008 izolatında 7 (10KT+20PK+70P) ve 8 (20PK+80P) nolu yetiştirme ortamlarının, FV010 izolatında ise 1 (70KT+20PK+10P) ve 2 (60KT+20PK+20P) nolu yetiştirme ortamlarının verim yönünden daha iyi sonuçlar verdiği ve yetiştiricilik için önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELE: *Flammulina velutipes*, Şişe kültürü, Pirina, Yetiştirme ortamı, Verim, Kalite

ABSTRACT

DETERMINATION OF USAGE POSSIBILITIES OF OLIVE POMACE AS SUBSTRATE MATERIAL IN THE CULTIVATION OF ENOKI MUSHROOM (*Flammulina velutipes*) IN BOTTLE CULTURE

MSC THESIS

BURAK BAYBAŞ

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF HORTICULTURE

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. BEYHAN KİBAR

BOLU, JANUARY 2023

XIV + 72

This study was carried out to determine the usage possibilities of olive pomace as growing medium (substrate) for cultivation of enoki mushroom (*Flammulina velutipes*) in bottle culture. Two *F. velutipes* isolates (FV008-white isolate originating from South Korea and FV010-yellow isolate originating from China) were used in the study. In the study, 10 substrates prepared from different ratios of beech sawdust (BS) and olive pomace (OP) used as main material and rice bran (RB) used as an additive material were discussed. To determine the effects of substrates on mycelial growth, yield, and mushroom quality, 15 properties were examined. According to the research findings, it was determined that there are significant differences among the substrates in terms of examined properties. Yield and biological efficiency values in FV008 isolate varied between 79.41-127.72 g/kg and 19.29-27.37%, respectively, and between 79.54-198.12 g/kg and 18.68-48.12% in FV010 isolate. It was determined that olive pomace can be used as substrate for cultivation of *F. velutipes*. It was concluded that substrates numbered 7 (10BS+20RB+70OP) and 8 (20RB+80OP) for FV008 isolate and substrates numbered 1 (70BS+20RB+10OP) and 2 (60BS+20RB+20OP) for FV010 isolate gave better results in terms of yield and could be recommended for cultivation.

KEYWORDS: *Flammulina velutipes*, Bottle culture, Olive pomace, Substrate, Yield, Quality

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ	xi
FOTOĞRAF LİSTESİ	xii
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xiii
TEŞEKKÜR	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM	15
3.1 Materyal	15
3.2 Yöntem	15
3.2.1 Saf Kültürlerin Çoğaltılması.....	15
3.2.2 Tohumluk Misel Üretimi	16
3.2.3 Enoki Mantarı Üretimi	17
3.2.4 Çalışmada Yapılan Ölçüm ve Analizler	21
3.2.4.1 Yetiştirme Ortamlarının Özelliklerini Belirlemeye Yönelik Yapılan Analizler	21
3.2.4.2 Yetiştirme Ortamlarında Misel Gelişimi ve Verim ile İlgili Yapılan Ölçümler	22
3.2.4.3 Yetiştirme Ortamlarından Elde Edilen Mantarların Kalitesini Belirlemeye Yönelik Yapılan Ölçüm ve Analizler	25
3.2.5 Verilerin Değerlendirilmesi.....	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	28
4.1 <i>F. velutipes</i> Mantarının FV008 (Beyaz) ve FV010 (Sarı) İzolatlarının Misel Gelişim Özellikleri	28
4.2 Yetiştirme Ortamlarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	29
4.3 FV008 İzolatı (Güney Kore Orijinli Beyaz İzolat) ile İlgili Özellikler...32	
4.3.1 FV008 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Şişe Sarım Süresi, Primordium Oluşum Süresi ve Mantar Oluşum Süresi Üzerine Etkileri...32	
4.3.2 FV008 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Verim, Biyolojik Etkinlik ve Mantar Ağırlığı Üzerine Etkileri	35
4.3.3 FV008 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Şapka Çapı, Şapka Yüksekliği, Sap Çapı ve Sap Uzunluğu Üzerine Etkileri	39

4.3.4 FV008 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Protein ve Kül İçeriği Üzerine Etkileri	43
4.3.5 FV008 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Renk Özellikleri (L*, a* ve b*) Üzerine Etkileri	45
4.4 FV010 İzolatı (Çin Orijinli Sarı İzolat) ile İlgili Özellikler	48
4.4.1 FV010 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Şişe Sarım Süresi, Primordium Oluşum Süresi ve Mantar Oluşum Süresi Üzerine Etkileri...	48
4.4.2 FV010 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Verim, Biyolojik Etkinlik ve Mantar Ağırlığı Üzerine Etkileri	51
4.4.3 FV010 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Şapka Çapı, Şapka Yüksekliği, Sap Çapı ve Sap Uzunluğu Üzerine Etkileri	54
4.4.4 FV010 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Protein ve Kül İçeriği Üzerine Etkileri	58
4.4.5 FV010 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Renk Özellikleri (L*, a* ve b*) Üzerine Etkileri	60
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	64
6. KAYNAKLAR.....	67

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. a) Doğada bulunan enoki mantarı, b) kültürü yapılan enoki mantarı..4	
Şekil 1.2. Enoki mantarının Türkiye’de bulunduğu iller. 5	5
Şekil 3.1. Enoki mantarının standart üretim prosesi. 20	20
Şekil 4.1. <i>F. velutipes</i> izolatlarının petride misel gelişim süreleri. 28	28
Şekil 4.2. <i>F. velutipes</i> izolatlarının tohumluk misel gelişim süreleri. 28	28
Şekil 4.3. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şişe sarım süresine etkisi. 34	34
Şekil 4.4. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının primordium oluşum süresine etkisi. 35	35
Şekil 4.5. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının mantar oluşum süresine etkisi. 35	35
Şekil 4.6. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının verime etkisi. ... 38	38
Şekil 4.7. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının biyolojik etkinliğe etkisi. 39	39
Şekil 4.8. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının mantar ağırlığına etkisi. 39	39
Şekil 4.9. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şapka çapına etkisi. 41	41
Şekil 4.10. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şapka yüksekliğine etkisi. 42	42
Şekil 4.11. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının sap çapına etkisi. 42	42
Şekil 4.12. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının sap uzunluğuna etkisi. 43	43
Şekil 4.13. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının protein içeriğine etkisi. 45	45
Şekil 4.14. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının kül içeriğine etkisi. 45	45
Şekil 4.15. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının L* değerine etkisi. 47	47
Şekil 4.16. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının a* değerine etkisi. 48	48
Şekil 4.17. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının b* değerine etkisi. 48	48
Şekil 4.18. FV010 izolatında izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şişe sarım süresine etkisi. 50	50
Şekil 4.19. FV010 izolatında izolatında farklı yetiştirme ortamlarının primordium oluşum süresine etkisi. 51	51
Şekil 4.20. FV010 izolatında izolatında farklı yetiştirme ortamlarının mantar oluşum süresine etkisi. 51	51
Şekil 4.21. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının verime etkisi. ... 53	53
Şekil 4.22. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının biyolojik etkinliğe etkisi. 54	54
Şekil 4.23. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının mantar ağırlığına etkisi. 54	54

Şekil 4.24. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şapka çapına etkisi.	56
Şekil 4.25. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şapka yüksekliğine etkisi.	57
Şekil 4.26. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının sap çapına etkisi.	57
Şekil 4.27. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının sap uzunluğuna etkisi.	58
Şekil 4.28. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının protein içeriğine etkisi.	60
Şekil 4.29. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının kül içeriğine etkisi.	60
Şekil 4.30. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının L* değerine etkisi.	62
Şekil 4.31. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının a* değerine etkisi.	62
Şekil 4.32. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının b* değerine etkisi.	63

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Dünyada mantar üretimi yapan ülkeler ve üretim miktarları.	1
Tablo 1.2 <i>Flammulina velutipes</i> türünün sınıflandırması.....	3
Tablo 1.3. Türkiye’de yıllara göre son 5 yıllık zeytin üretimi (ton).....	6
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan <i>F. velutipes</i> izolatları.	15
Tablo 3.2. Çalışmada ele alınan yetiştirme ortamları ve içerikleri.....	17
Tablo 4.1. Yetiştirme ortamlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.	32
Tablo 4.2. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi ve mantar oluşum süresi üzerine etkileri.	34
Tablo 4.3. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının verim, biyolojik etkinlik ve mantar ağırlığı üzerine etkileri.	38
Tablo 4.4. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şapka çapı, şapka yüksekliği, sap çapı ve sap uzunluğu üzerine etkileri.....	41
Tablo 4.5. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının protein ve kül içeriği üzerine etkileri.	44
Tablo 4.6. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının renk özellikleri (L*, a* ve b*) üzerine etkileri.....	47
Tablo 4.7. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi ve mantar oluşum süresi üzerine etkileri.	50
Tablo 4.8. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının verim, biyolojik etkinlik ve mantar ağırlığı üzerine etkileri.	53
Tablo 4.9. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şapka çapı, şapka yüksekliği, sap çapı ve sap uzunluğu üzerine etkileri.....	56
Tablo 4.10. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının protein ve kül içeriği üzerine etkileri.	59
Tablo 4.11. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının renk özellikleri (L*, a* ve b*) üzerine etkileri.....	61

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 3.1. <i>F. velutipes</i> izolatlarının misel gelişimlerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada petrilerin görünümü.	16
Fotoğraf 3.2. İnkübasyon döneminde tohumluk misellerin görünümü.....	17
Fotoğraf 3.3. Yetiştirme ortamlarının şişelere doldurulması.	18
Fotoğraf 3.4. Yetiştirme ortamlarının otoklavda steril edilmesi.	19
Fotoğraf 3.5. Şişelere tohumluk misellerin ekilmesi.	19
Fotoğraf 3.6. Şişelerin inkübe edilmesi.	20
Fotoğraf 3.7. Üretim odasında hasada gelmiş enoki mantarlarının görünümü.21	
Fotoğraf 3.8. Tuzluluğun ölçülmesi.	22
Fotoğraf 3.9. Şişede misellerin yetiştirme ortamını sarması.....	23
Fotoğraf 3.10. Şişede primordium oluşumu.....	23
Fotoğraf 3.11. Hasat edilen mantarların hassas terazide tartılması.....	24
Fotoğraf 3.12. Şapka çapının ölçülmesi.....	25
Fotoğraf 3.13. Sap uzunluğunun ölçülmesi.	25
Fotoğraf 3.14. Protein içeriğinin belirlenmesi.	26
Fotoğraf 3.15. Mantarlarda renk ölçümü.	26
Fotoğraf 3.16. Kül içeriğinin belirlenmesi.....	27

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

a*	: kırmızı/yeşil koordinatı
atm	: Atmosfer basıncı
b*	: sarı/mavi koordinatı
BE	: Biyolojik etkinlik
BK	: Buğday kepeği
BS	: Buğday samanı
C	: Karbon
CaCO ₃	: Kalsiyum karbonat
cm	: Santimetre
C/N	: Karbon/azot
ÇA	: Çay atığı
dS/m	: DesiSiemens/metre
EC	: Elektriksel iletkenlik
g	: Gram
g/şişe	: Gram/şişe
K	: Kontrol
kg	: Kilogram
KT	: Kayın talaşı
L	: Litre
L*	: Açıklık (lightness) koordinatı
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mS/cm	: Milisiemens/santimetre
N	: Azot
öd	: Önemli değil
P	: Pirina
PK	: Pirinç kepeği
ppm	: Milyonda bir birim
°C	: Santigrat derece
%	: Yüzde

TEŞEKKÜR

Tez danışmanlığımı yapan ve çalışma sürecimde benden yardımlarını ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Beyhan KİBAR'a, yüksek lisans ders ve tez aşamasında desteklerini esirgemeyen Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyelerine teşekkür ederim.

Tez çalışmamın başından sonuna kadar tüm aşamalarında destek olan Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde görev yapan Sayın Dr. Mustafa Kemal SOYLU'ya, çalışmamın kimyasal analiz kısmında destek olan ve yine aynı Enstitüde görev yapan Sayın Dr. Erdinç UYSAL'a ve Sayın Mustafa BIYIKLI'ya teşekkür ederim.

Bu çalışmaya proje kapsamında maddi destek sağlayan Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü yönetimine teşekkür ederim.

Tez çalışmamın tüm aşamalarında işçilik gerektiren faaliyetlerde bana yardımcı olan Mantar Araştırma Merkezinde işçi olarak görev yapan Sayın Mehmet BAKAN'a, Sayın Fatma VATANSEVER'e ve Sayın Dilber KARAHASAN'a gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen sevgili aileme, özel olarak ise kızlarım Defne Su ve Rüya Ada'ya en içten dileklerimle teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Yenilebilir mantar türleri; zengin besin içerikleri, tıbbi özellikleri, kendilerine özgü aromaları ve lezzetleri ile hem taze hem de işlenmiş olarak tüketilebilen ve beslenme için gerekli olan önemli gıda maddelerinden biridir. Tüm dünyada mantar üretimi ve tüketimi giderek artmaktadır. Dünya genelinde ticari olarak yetiştiriciliği yapılan yaklaşık 100 mantar türü bulunmaktadır. Bununla birlikte, bu türlerden yaklaşık 20 tanesi endüstriyel ölçekte yetiştirilmektedir (Kalac, 2019). Yaygın olarak yetiştirilen türler arasında ilk sırayı *Agaricus bisporus* almakta, bunu *Pleurotus* türleri, *Lentinula edodes*, *Auricularia* türleri, *Flammulina velutipes* ve *Volvariella volvacea* izlemektedir. Dünyada yaygın olarak yetiştirilen bu 6 mantar türü dünya mantar üretiminin %90'ını oluşturmaktadır (Eren ve Pekşen, 2019).

Dünya mantar üretimi 1961 yılında 495.127 ton iken, 2020 yılı üretim miktarının 42.792.893 tona yükselmesi mantara olan ilgi ve talebin yanında bu konuda olan çalışmaların arttığının en iyi göstergesidir. Dünyada 2020 yılı verilerine göre mantar üretimi yapan ülkeler ve üretim miktarları Tablo 1.1'de verilmektedir (FAO, 2022). Dünya mantar üretiminin yaklaşık 40 milyon tonu Çin'e aittir. Japonya, ABD, Hollanda, Hindistan, Polonya, İspanya, Kanada, Büyük Britanya ve İran diğer önemli kültür mantarı üreticisi ülkelerdir. Dünya mantar üretiminin %98'i bu 10 ülkeden karşılanmaktadır. Türkiye 55.455 ton üretim ile dünya mantar üretiminde 16. sırada yer almaktadır.

Tablo 1.1. Dünyada mantar üretimi yapan ülkeler ve üretim miktarları.

No	Ülkeler	Üretim Miktarı (ton)
	Dünya	42.792.893
1	Çin	40.004.574
2	Japonya	471.810
3	ABD	370.280
4	Hollanda	260.000
5	Hindistan	201.000
6	Polonya	182.900
7	İspanya	166.010
8	Kanada	132.589
9	Büyük Britanya	105.660
10	İran	99.773
16	Türkiye	55.455

Dünya taze mantar ihracatında en büyük paya sahip ülkeler sırasıyla Çin (%22.5), Hollanda (%11.3), İtalya (%9.2), Güney Kore (%6.1), Romanya (%6.0) ve Polonya (%5.7)'dir. Türkiye ise 2017 yılında dünya taze mantar ihracatında %0.8 oranında paya sahip olmuştur. Dünya taze mantar ithalatında Almanya (%12.8), Fransa (%9.6), İtalya (%9.2), Japonya (%8.6), ABD (%6.0) ve İngiltere (%5.9) önde gelen ülkelerdir. Türkiye'nin taze mantar ithalatının fazla olmadığı ve 2017 yılında dünya taze mantar ithalatından %0.004 oranında pay aldığı bildirilmiştir (Öztürk vd., 2019).

Türkiye sahip olduğu zengin flora ve değişik iklim koşulları nedeniyle doğadan toplanan mantar türleri yönünden yüksek potansiyele sahip olmakla birlikte, kültürü yapılan mantar türlerinin yetiştiriciliğinde de önemli gelişmeler kaydeden bir ülke konumundadır. Mantarlar; taze tüketim dışında gıda sanayiinde kurutularak, dondurularak ve konserve edilerek değerlendirilebilmesi nedeniyle katma değer artışı sağlayan, ülke ekonomisine ve istihdama katkısı önemli olan bir üründür. Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de mantar sektörü hızlı bir şekilde büyümektedir. Türkiye'de kültür mantarı yetiştiriciliği 1980'li yıllardan itibaren ticari olarak değer kazanmış ve sektörel anlamda gelişmeye başlamıştır. Türkiye'de 1973 yılında 80 ton olan kültür mantarı üretimi, 2020 yılında 55.455 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2021). Türkiye'de mantar genellikle taze olarak iç pazarda satışa sunulmakla birlikte salamura, konserve ve kurutularak da değerlendirilmektedir. Ülkemizde yaklaşık %75'lik bir oran ile en fazla üretimi yapılan mantar türü *Agaricus bisporus* (beyaz şapkallı mantar)'tur. *Pleurotus* türleri %14'lük oranla ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye'de mantara olan ilginin ve üretimin artış göstermesi, farklı mantar türlerinin üretiminin artarak piyasada yer bulmasına neden olmuştur. Türkiye'de son 10 yıla kadar yalnızca *Agaricus bisporus* türü mantar üretimi gerçekleştiriliyorken, günümüzde ise *Lentinula edodes*, *Ganoderma lucidum* gibi diğer mantar türlerinin üretimi de yapılmaya başlanmıştır. Özellikle son 5 yılda *Pleurotus* türlerinin (kayın, istiridye) yetiştiriciliğinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir (Eren ve Pekşen, 2019). Dünya mantar ihracatından önemli miktarda gelir elde eden ülkeler dikkate alındığında, Türkiye'nin potansiyelini iyi değerlendiremediği ortaya çıkmaktadır (Öztürk vd., 2019).

Kültürü yapılan yenilebilir mantar türlerinden biri olan Enoki (*Flammulina velutipes*), Uzak Doğu’da uzun yıllarından beri yetiştiriciliği devam eden bir mantar türüdür. Agaricomycetes sınıfında yer alan bu türün sınıflandırması Tablo 1.2’de verilmektedir.

Tablo 1.2. *Flammulina velutipes* türünün sınıflandırması.

Bilimsel Sınıflandırma	
Alem:	Fungi
Şube:	Basidiomycota
Sınıf:	Agaricomycetes
Takım:	Agaricales
Familiya:	Physalacriaceae
Cins:	<i>Flammulina</i>
Tür:	<i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer

Kültürü yapılan enoki mantarının morfolojik özellikleri, doğada yetişen enoki mantarından farklıdır. Doğada bulunan enoki mantarı sarı, kahverengi, turuncu renklerde iken, kültürü yapılan enoki mantarı küçük şapkalı, ince ve uzun kadifemsi saplı demet şeklinde bir yapı oluşturur (Şekil 1.1). Ayrıca sarı ve beyaz olmak üzere 2 farklı ırkı bulunmaktadır. Tüketicilerin çoğunlukla sarı renk yerine beyaz mantarları tercih etmesi nedeniyle piyasada ıslah programları ile geliştirilen beyaz suşlar hakimdir (Hall vd., 2003).

Enoki mantarı %5’lik üretim payı ile dünyada üretilen mantar türleri içerisinde 5. sırada yer almaktadır (Royse, 2014). Enoki mantarı en çok Çin, Japonya, Kore ve Tayvan’da üretilmektedir. Bu nedenle “Asya mantarı” olarak bilinmektedir. Çin, bu mantarın lider üreticisidir (Liu vd., 2018). Son 10 yılda, Çin’de şişe teknolojisine dayalı birçok yeni Enoki mantarı işletmesi kurulmuştur. Çin’de üretilen Enoki mantarı üretiminin yaklaşık %80’i iç pazarda tüketilirken geri kalan miktar Güneydoğu Asya ve Avrupa ülkelerine ihraç edilmektedir (Royse vd., 2017; Karasoy vd., 2019).

F. velutipes türü dünyada yaygın olarak “Enoki-Enokitake” adıyla bilinmektedir. Japonca olan bu isim *Celtis sinensis* (Çitlenbik) türü üzerinde oluşmasından ileri gelmektedir. *F. velutipes*’in dünyada yaygın olarak kullanılan bir diğer ismi “Kış Mantarı”dır. Bunun nedeni ise mantarın doğada sonbaharın başından erken ilkbahara kadar oluşması ve özellikle kış aylarında donmasına rağmen çözünerek gelişimine devam etme yeteneğine sahip olmasıdır (Stamets,

2000). *F. velutipes* mantarı Türkiye’de “kadife, incik, altın iğneli mantar ve kış mantarı” olarak adlandırılmaktadır (Karasoy vd., 2019).



Şekil 1.1. a) Doğada bulunan enoki mantarı, b) kültürü yapılan enoki mantarı.

Enoki mantarı, birçok ülkenin ormanlarında yaygın olarak bulunan saprofit bir odun çürükçül mantarıdır. Çin, Sibiryâ, Asya, Avrupa, Afrika, Kuzey Amerika, Avustralya ve Japonya gibi ülkelerde yaygın olmakla birlikte dünyanın her tarafında bulunmaktadır. Doğal olarak söğüt, karaağaç, kavak, akçaağaç ve diğer geniş yapraklı ağaçların gövdeleri veya kütükleri üzerinde -2 ila 14 °C arasındaki sıcaklıklarda yetişmektedir (Tonomura, 1978; Zadrazil, 1978).

Enoki mantarı ülkemizde birçok ilimizde (Afyon, Ankara, Artvin, Balıkesir, Bayburt, Bolu, Eskişehir, Gaziantep, Giresun, Hakkâri, Iğdır, Isparta, İzmir, Kahramanmaraş, Karaman, Konya, Malatya, Muş, Nevşehir, Osmaniye, Samsun, Uşak ve Van) doğal olarak yetişmektedir (Sesli ve Denchev, 2008; Karasoy vd., 2019). Enoki mantarının Türkiye’de bulunduğu iller Şekil 1.2’de gösterilmektedir. Bununla birlikte, ülkemizde henüz enoki mantarının yetiştiriciliği yapılmamaktadır. Türkiye’de *F. velutipes* yetiştiriciliği ile ilgili çok az çalışma bulunmaktadır (Okuyucu, 2021; Karasoy, 2022).

Enoki mantarı protein, karbonhidrat, mineral, vitamin, lif ve doymamış yağ asitleri gibi temel besin maddelerini önemli miktarlarda içermektedir (Smiderle vd., 2008). Diğer mantarlarla benzer şekilde, düşük yağ içeriğinden dolayı düşük kaloriye sahiptir. Enoki mantarı iyi bir protein kaynağıdır ve protein değeri 17.89-27.95 g/100 g kuru ağırlık arasında değişmektedir (Dikeman vd., 2005; Ko vd., 2007; Beluhan ve Ranogajec, 2011; Akata vd., 2012; Pereira vd., 2012).



Şekil 1.2. Enoki mantarının Türkiye’de bulunduğu iller.

Enoki mantarı tıbbi bakımdan da değerli bir mantar olup, insan sağlığı üzerinde çok sayıda faydalı etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Bunlar arasında antitümör, antikanser, hipolipidemik, antihipertansif, antienflamatuar, immünomodülatör, antibakteriyel, yaşlanma karşıtı ve antioksidan aktiviteler ile kan şekeri ve kolesterol düşürücü etkiler bulunmaktadır (Karaman vd., 2010; Lee vd., 2013; Wu vd., 2014; Yeh vd., 2014; Rahman vd., 2015; Feng vd., 2016; Chen vd., 2019; Hu vd., 2019; Karasoy vd., 2019). Enoki mantarı içeriğinde önemli biyoaktif bileşen olan terpenler bulunmaktadır. Bunlar arasında seskuiterpinoidler grubundan sitotoksik aktiviteye sahip enokipodin, flammulinol ve flammulinolidler yer almaktadır (Wang vd., 2012; Duru ve Tel Çayan, 2015; Karasoy vd., 2019). Enoki mantarının kolesterol düşürücü etkiye sahip ve koroner kalp hastalığı riskini azaltan lovastatin maddesi içerdiği tespit edilmiştir (Yeh vd., 2014).

Enoki mantarı taze veya konserve olarak tüketilmektedir. Asya mutfağının önemli lezzetlerinden biri olarak kabul edilen enoki mantarı çorba, salata, et ve sebze yemeklerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Hall vd., 2003; Yeh vd., 2014). Bunun yanında, bira, şarap, sake ve tavuk sosisi gibi ürünlerde ilave gıda maddesi olarak da kullanılmaktadır (Okamura-Matsui vd., 2003; Jo vd., 2018; Karasoy vd., 2019).

Enoki mantarı başlangıçta kütük üzerinde yetiştirilirken (San Antonio ve Hanners, 1983), bu yöntemde mantarın verim ve kalitesinin düşük olması nedeniyle vazgeçilmiştir. Günümüzde enoki mantarı üretimi polipropilen şişelerde veya torbalarda bulunan sentetik substrat (yetiştirme ortamı) kullanılarak yapılmaktadır.

Son yıllarda yetiştiriciliğinde şişe kültürü yaygın olarak kullanılmaktadır (Hall vd., 2003). Yetiştiriciliğinde en çok kullanılan substrat malzemeleri ise talaş, mısır koçanı, buğday samanı, çeltik samanı, pamuk tohum kabuğu, şeker kamışı küspesi, pirinç kepeği ve buğday kepeğidir (Royse, 1995; Wang, 1995; Sharma vd., 2009; Miao vd., 2014; Kurata ve Koh, 2017; Yamanaka, 2017). Yapılan çalışmalarda Enoki mantarı üretiminde substrat malzemesi olarak farklı materyallerin araştırmalara konu olduğu görülmektedir (Leifa vd., 2001; Tang vd., 2001; Chen vd., 2008; Harith vd., 2014; Miao vd., 2014; Xie vd., 2017; Liao vd., 2019; Guan vd., 2020; Okuyucu, 2021).

Enoki mantarı ülkemizde doğal olarak yetişmesine rağmen, yetiştiriciliği ülkemiz için çok yeni bir konudur ve yeterince tanınmamaktadır. Bir mantar türünün yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması için öncelikle ucuz, yerel olarak kolay temin edilebilir, mantar verim ve kalitesi üzerine olumlu etkileri olan yetiştirme ortamlarının belirlenmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Yetiştirme ortamı mantar verim ve kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir.

Zeytin; yağ üretimi ve meyvesi ile atıklarının değerlendirilmesi açısından son derece önemli ekonomik değere sahip tarımsal ürünlerden biridir. Dünya zeytin üretiminin %98'i, Akdeniz'e kıyısı olan ülkelere elde edilmektedir (Pekitkan vd., 2011). Zeytinin gen merkezi ve genotipik çeşitliliğe sahip olan ülkemizde zeytin sofralık ve yağlık olarak değerlendirilmektedir. Türkiye 2020 yılı verilerine göre 1.316.626 ton zeytin üretimi ile İspanya, İtalya, Tunus ve Fas'tan sonra 5. sırada yer almaktadır (FAO, 2022). Türkiye'de yıllara göre son 5 yıllık zeytin üretimi Tablo 1.3'te verilmektedir (TÜİK, 2022).

Tablo 1.3. Türkiye'de yıllara göre son 5 yıllık zeytin üretimi (ton).

Yıllar	Toplam Üretim	Sofralık	Yağlık
2017	2.100.000	460.000	1.640.000
2018	1.500.467	426.995	1.073.472
2019	1.525.000	415.000	1.110.000
2020	1.316.626	513.140	803.486
2021	1.738.680	555.833	1.182.847

Türkiye'de zeytin özellikle Ege ve Marmara Bölgesi'nde yoğun olmakla birlikte, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin de başlıca tarım ürünüdür. Ülkemizin coğrafi konumu, zeytin yetiştiriciliğine verilen çok yönlü destekler, iyi tarım uygulamaları, zeytin ve zeytinyağı ihracatı ve artan talepler nedeniyle

Türkiye’de zeytin üretimi artış göstermektedir. Zeytinyağı üretimi sezonunda ihmal edilmeyecek düzeyde yan ürünler oluşmaktadır. Zeytinin %20’si yağ olarak alındıktan sonra %80’i yan ürün olarak açığa çıkmaktadır. Bu yan ürünlerin atık olarak değil de kaynak olarak düşünülmesi çevre kirliliğini önleyeceği gibi ülke ekonomisine de katkı sağlayacaktır (Dalkılıç, 2018).

Uzun yıllardır zeytin işleyen ve zeytinyağı üreten tesislerden kaynaklı atıkların değerlendirilmesine yönelik ulusal ve uluslararası platformda çalışmalar sürdürülmektedir. Çalışmalar özellikle yağ çıkarma esnasında çıkan “kara suyun” arıtılması ile “pirinanın” çeşitli amaçlarla değerlendirilmesi üzerinde yoğunlaşmaktadır (Başkan, 2010).

Pirina (zeytin atığı, zeytin posası, zeytin küspesi) zeytinyağı üretiminden sonra geriye kalan kabuk, posa ve çekirdekten oluşan bir katı atıktır. Zeytinyağının bolca üretildiği Akdeniz ülkelerinde zeytinyağı üretimi sırasında oluşan pirina çevreye olumsuz etkiler yaratan bir atıktır. Bu nedenle, az veya hiç kullanım alanının olmaması bu ürünün kullanımı ile alakalı çalışmaları önemli kılmaktadır. Pirina, içerisindeki yüksek fenolik maddeler ve fitotoksik etkilerden dolayı tarım alanlarında çok büyük problemler meydana getirmekte olup, kompostlaştırma işlemi ile herhangi bir fitotoksik etkisi olmaksızın organik gübre olarak kullanılmasına olanak sağlanmaktadır (Monteoliva-Sanchez vd., 1996). Toksik madde içermeyen ve organik madde içeriği yüksek olan kompostlanmış pirina bahçe bitkilerinin yetiştirilmesinde ve toprağın güçlendirilmesinde kullanılmaktadır (Akın, 2005).

Pirina; ülkemizde Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri’nde gerçekleşen zeytin tarımının sonucu olarak bol miktarda oluşmaktadır. Zeytinyağı elde edilirken kullanılan ekstraksiyon metoduna göre farklı miktar ve içeriklerde pirina, kara su, zeytin yaprakları ve dalları elde edilmektedir (Keser ve Bilal, 2010). Zeytinden elde edilecek pirina ve yağ miktarı; zeytin çeşidi, yetiştirme tekniği ve yağ işleme yöntemine bağlı olarak değişmekte olup, ortalama 100 kg zeytinden 20-25 kg zeytinyağı ve 40-45 kg pirina elde edilmektedir (Karaca vd., 2015). Ülkemizde yıllık yağlık zeytin üretimi (1.182.847 ton) göz önüne alındığında yıllık ortalama pirina atığının 400-450 bin ton olduğu düşünülmektedir.

Zeytinyağı üretiminde klasik ve modern üretim yöntemleri olmak üzere iki yöntem bulunmaktadır. Her iki yöntemde de yağın yanı sıra kara su ve pirina olarak

isimlendirilen atıklar oluşmaktadır (Karaca vd., 2015).

Pirina taze ve işlenmiş olmak üzere iki ayrı şekilde bulunmaktadır. Taze pirina mümkün olan en kısa sürede işlenerek enzimatik faaliyetler durdurulmakta ve üzerindeki yağ kimyasal yöntemler ile alınmaktadır (Kalyoncu ve Kalmış, 2007). Pirina, zeytinyağı üretim teknolojisine bağlı olarak %75-80 kuru madde, %3-5 ham kül, %35-50 ham selüloz, %5-10 ham protein ve %8-15 ham yağ içeriğine sahiptir (Sadeghi vd., 2010).

Pirina büyük bir zeytinyağı üretim bölgesi olan Akdeniz'de israf edilerek çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Mantarların yetiştiriciliğinde talaş, saman, yabancı otlar, kabuklar dahil olmak üzere çok farklı materyaller kullanılmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda pirinanın farklı mantar türlerinin yetiştiriciliğinde kullanılma durumu araştırılmıştır (Kalyoncu ve Kalmış, 2007; Gregori vd., 2012; Zervakis vd., 2013; Gregori ve Pohleven, 2014; Atila, 2017).

Günümüze değin yapılan pek çok çalışmada *F. velutipes* üretimi için çok çeşitli atık materyallerin kullanımı denenmiştir. Ancak yapılan literatür çalışmasında pirinanın *F. velutipes* üretimi için substrat olarak kullanılmasına yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ayrıca yetiştirme ortamı atıkları bir yıl çürütüldükten sonra, süs bitkileri, sebzecilik veya meyvecilikte organik materyal olarak kullanılabilir. Bu yetiştirme atıklarının organik materyal olarak kullanımı ülke ekonomisine dolaylı bir katkı sağlamaktadır. Zeytinyağı üretimi aşamasında açığa çıkan atıkların kullanılması neticesinde hem bu atıkların doğaya zarar vermesinin önüne geçilecek hem de bu ucuz materyalin kullanılması ile yetiştirme maliyetlerinin düşmesi sağlanabilecektir.

Bu çalışmada şişe kültüründe enoki mantarı (*F. velutipes*) yetiştiriciliğinde pirinanın yetiştirme ortamı olarak kullanım olanaklarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu sayede çevresel bir sorun oluşturmadan pirinanın kullanılması ve ekonomik bir katma değer eldesi hedeflenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Ji vd. (2001) yürüttükleri çalışmada *F. velutipes* yetiştiriciliğinde %73 ile en yüksek biyolojik etkinlik (BE) değerini %88 mısır koçanı+%5 buğday kepeği+%5 mısır unu+%1 sakkaroz ortamında elde etmişlerdir.

Leifa vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada kahve kabuğu ve öğütülmüş kahve atığı üzerinde yetiştirilen *F. velutipes* mantarında farklı miktarda misel ve nem oranlarının mantar verimi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada en iyi sonuç %25 misel kullanımından elde edilmiştir. En uygun nem içeriği ise öğütülmüş kahve atığında %55 ve kahve kabuğunda %60 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda hiçbir katkı materyali kullanılmadan kahve kabuğu ve öğütülmüş kahve atığında *F. velutipes* yetiştiriciliğinin yapılabileceği bildirilmiştir. Ayrıca kahve atığının, kahve kabuğuna göre daha iyi sonuç verdiği ifade edilmiştir.

Tang vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada *F. velutipes* yetiştiriciliğinde en yüksek BE değeri %106.68 olarak %92 pamuk tohumu kabukları+%5 pirinç kepeği+%1 kalsiyum süper fosfat+%1 alçı+%1 üre ortamında belirlenmiştir.

Kalyoncu ve Kalmış (2007) tarafından yapılan çalışmada farklı *Pleurotus* türlerinin (*P. ostreatus*, *P. sajor-caju*, *P. djamor*, *P. eryngii* ve *P. citrinopileatus*) yetiştiriciliğinde pirinanın kullanım olanakları araştırılmıştır. Çalışmada farklı oranlarda pirina, buğday samanı, buğday kepeği ve kavak talaşı içeren 4, pirina içermeyen 1 ve sadece pirina içeren 1 grup olmak üzere 6 farklı substrat kullanılmıştır. 30 günlük inkübasyon süresi sonunda %25 oranında pirina içeren substrat grubundaki misel gelişim hızları diğer kompost gruplarından daha yüksek bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda pirinanın *Pleurotus* spp. üretiminde belli oranlarda kullanılabileceği belirlenmiştir. Bununla birlikte, substrat olarak sadece pirina kullanıldığında misel gelişim hızının önemli ölçüde düştüğü ve bu yüzden pirinanın *Pleurotus* spp. üretiminde sürekli kullanılan substrat materyalleri ile karıştırılarak kullanılması gerektiği bildirilmiştir.

Chen vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada *F. velutipes* mantar türünde yetiştirme ortamı olarak dut dalı tozunun kullanımı incelenmiştir. Çalışmada dut dalı tozu, pamuk tohumu kabuğu, mısır tozu, buğday kepeği ve kalsiyum sülfattan hazırlanan farklı yetiştirme ortamlarının verime etkisi belirlenmiştir. En yüksek BE (%108.92) %40 pamuk tohumu kabuğu+%34 dut dalı tozu+%20 buğday kepeği+%5 mısır tozu+%1 kalsiyum sülfatın kullanıldığı yetiştirme ortamından

elde edilmiştir. Araştırma sonucunda dut dalı tozunun pamuk tohumu kabuğuna ilave edilerek *F. velutipes* yetiştiriciliğinde kullanılabileceği bildirilmiştir.

Akavia vd. (2009) yapmış oldukları çalışmada *Hypsizygus marmoreus* (beyaz shimeji) mantarı yetiştiriciliğinde farklı substrat ortamlarının uygunluğu ve düşük maliyetli olma potansiyelini değerlendirmişlerdir. Çalışmada ele alınan 24 farklı substrat ortamından BE yönünden (%85.6) en iyi substrat ortamının %60 mısır koçanı+%10 buğday kepeği+%10 pirina karışımı olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar ayrıca pirinanın substrat materyali olarak kullanılmasının bu atık maddenin bertarafı yönünden olumlu olduğunu bildirmişlerdir.

Jung vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada *F. velutipes* yetiştiriciliğinde atık mantar kompostunun kullanım durumu incelenmiştir. Üretim için ana materyal olarak çam talaşı, katkı materyalleri olarak ise atık kompost, mısır koçanı unu, pirinç kepeği ve buğday kepeği kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı içerisindeki atık kompost miktarının artmasının hem mantar veriminde hem de mantar kalitesinde önemli oranda düşüşe yol açtığı belirlenmiştir. Çalışmada verim değerinin 96.7-143.4 g/şişe ve BE değerinin %75-110 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda atık mantar kompostunun %20 oranında ilave edildiği yetiştirme ortamlarının en iyi sonucu verdiği belirtilmiştir.

Gregori vd. (2012) *L. edodes* mantarında yaptıkları çalışmada yetiştirme ortamındaki yüksek pirina konsantrasyonunun büyüme üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu ve misel gelişimini yavaşlattığını belirlemişlerdir. Misel gelişimini yavaşlatmasının yanında %80 oranında pirina içeren substratlarda hiç gelişme olmadığı ve dolayısıyla mantar oluşumunun gözlenmediği tespit edilmiştir. En yüksek BE (%38) %80 kayın talaşı + %2 kalsiyum sülfat + %18 buğday kepeğinden oluşan substratta meydana gelmiştir.

Gregori ve Pohleven (2014) tarafından yapılan çalışmada %80 oranında pirina içeren substratlarda *Lentinula edodes* mantarının misel gelişiminin yavaş olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yüksek oranlı pirina içeren substratların mantar oluşumu ve büyümeye olumsuz etkileri görülmüş, geç olgunlaşma ve renk değişimi gözlenmiştir. En yüksek biyolojik etkinlik değeri (%38), %0 pirina içeren substratlarda tespit edilmiştir. *Ganoderma lucidum*'da yüksek pirina oranında (%65-80) mantarda deformasyon ve verim düşüklüğü meydana gelmiştir. Ayrıca fungal ve bakteriyel hastalıklara hassasiyetinin arttığı gözlemlenmiştir. *Grifola frondosa*'da en yüksek biyolojik etkinlik değeri (%62) pirina içermeyen ortamda

saptanmıştır. Araştırma sonucunda substrat ortamlarında pirininin düşük oranlarda tıbbi mantar yetiştiriciliğinde kullanılabileceği bildirilmiştir.

Harith vd. (2014) yürüttükleri çalışmada *F. velutipes* yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak odun talaşı, çeltik samanı, palmiye boş meyve demeti ve palmiye lifinin kullanım durumunu araştırmışlardır. Çalışmada her materyal tek başına (%100) ve 75:25, 50:50 ve 25:75 oranlarında olacak şekilde karıştırılarak hazırlanan 22 farklı yetiştirme ortamının misel gelişimi ve verim üzerine etkileri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda en yüksek BE oranı %185.09 ile çeltik samanı+palmiye boş meyve demeti (25:75) ortamından elde edilmiştir. Bunu %150.89 ile çeltik samanı+palmiye lifi (50:50) ve %129.06 ile palmiye lifi (100) izlemiştir. Çalışmada *F. velutipes* üretiminde palm yağı atıkları kullanıldığında ek azot kaynağı gerekmediği belirlenmiştir.

Miao vd. (2014) *F. velutipes* mantar türünde yaptıkları çalışmada yetiştirme ortamında ana materyal olarak pamuk tohum kabuğuna talaş, mısır koçanı, fıstık kabuğu, kolza samanı, soya fasulyesi atığı, dut atığı, kivi çubukları ve sorgum kabuğu ilave ederek hazırlanan 8 farklı yetiştirme ortamının verime etkisini araştırmışlardır. Fıstık kabuğunun kullanıldığı ortamdan, kontrole göre daha yüksek verim elde edilmiştir. Verim 0.28-0.86 kg/torba ve BE %29.34-64.74 arasında değişiklik göstermiştir. Araştırma sonucunda pamuk tohum kabuğunun tek başına kullanımı yerine, fıstık kabuğu ile karıştırılarak kullanılmasının daha iyi sonuç verdiği ve yetiştirme ortamı maliyetlerini azaltacağı belirtilmiştir.

Atila (2017) yapmış olduğu çalışmada pirinadan hazırlanan 4 farklı substrat karışımının *Pleurotus* türlerinin (*P. djamor*, *P. eryngii* ve *P. citrinopileatus*) yetiştiriciliğinde kullanım durumunu test etmiştir. Kayın talaşına %0, 25, 50 ve 75 oranlarında pirina eklenerek hazırlanan substrat karışımlarında misel sarım süresi, primordium oluşum süresi, ilk hasat süresi, verim ve biyolojik etkinliğin belirlendiği çalışmada pirininin misel sarımına herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte, yüksek pirina içeren ortamlarda misel sarım süresinin uzadığı ve erkencilik üzerine olumsuz etkisinin olduğu belirlenmiştir. Tüm *Pleurotus* türlerinde %25 ve 50 oranında pirina içeren substratlarda kontrol substratından daha yüksek BE değeri elde edilmiştir. Ayrıca en yüksek verim ve BE, *P. djamor* türünde %75 oranında pirina içeren substratta belirlenmiştir. Araştırma sonucunda Akdeniz ülkelerinde büyük bir atık sorunu oluşturan pirininin *Pleurotus* türlerinin yetiştiriciliğinde substrat materyali olarak

kullanılabileceği bildirilmiştir.

Hiramori vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada *F. velutipes* yetiştiriciliğinde mısır koçanı, pamuk tohum kabuğu, buğday kepeği, pirinç kepeği, şeker pancarı tozu ve soya küspesinden oluşan yetiştirme ortamında mısır koçanı yerine farklı oranlarda (%0, 4.8, 9.6 ve 14.4) elma posası ilavesinin verime etkisi araştırılmıştır. Yetiştirme ortamına ilave edilen elma posası miktarı arttıkça verimin de arttığı saptanmıştır. En düşük verim ve protein içeriği kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Araştırma sonucunda *F. velutipes* yetiştiriciliğinde elma posasının mısır koçanı yerine alternatif olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Kurata ve Koh (2017) tarafından yapılan çalışmada *F. velutipes* mantarı üretiminde mısır koçanı yerine kesilmiş mısır yaprak ve saplarının kullanılabiliirliği araştırılmıştır. Mantar verimi üzerine mısır yaprak ve saplarının yetiştirme ortamına ilave oranının etkili olduğu ve oran arttıkça mantar veriminin de arttığı belirlenmiştir. Buna karşılık, mısır yaprak ve saplarının %100 oranında kullanıldığı yetiştirme ortamlarında kontrole göre daha düşük verim elde edilmiştir. Çalışmada BE değeri %74.7-132.8 arasında değişmiştir. Araştırma sonucunda *F. velutipes* yetiştiriciliğinde mısır koçanı yerine mısır yaprak ve saplarının %73 oranına kadar kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Rezaeian ve Pourianfar (2017) tarafından yapılan çalışmada talaş, buğday samanı, şeker kamışı küspesi, buğday kepeği, soya fasulyesi küspesi, alçı ve kireç materyalleri farklı oranlarda karıştırılarak hazırlanan 9 farklı yetiştirme ortamının *F. velutipes* mantarı üretiminde kullanım durumu araştırılmıştır. Çalışmada BE değeri %64.49-264.72 arasında değişmiştir. En yüksek biyolojik etkinlik, %40 buğday samanı+%40 talaş+%18 buğday kepeği+%1 kireç+%1 alçı kullanılarak hazırlanan yetiştirme ortamından elde edilmiştir. Çalışmada buğday kepeği ile karıştırılmış şeker kamışı küspesi ortamlarında *F. velutipes* yetiştiriciliğinin yapılabileceği ifade edilmiştir.

Sangkaew ve Koh (2017) yaptıkları çalışmada *F. velutipes* mantarı üretiminde mısır koçanı ve pirinç kepeği yerine ayçiçeği küspesi ve ayçiçeği sapının kullanılma durumunu araştırmışlardır. Çalışmada 9 farklı yetiştirme ortamı ele alınmıştır. En yüksek mantar verimi ve biyolojik etkinlik, %50 ayçiçeği küspesi ve %0 ayçiçeği sapında belirlenirken, en düşük verim %100 ayçiçeği küspesi ve %100 ayçiçeği sapından hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilmiştir. *F. velutipes* mantarı üretiminde ayçiçeği küspesinin, pirinç kepeği yerine %50 oranına kadar

kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Xie vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada Çin’de bol miktarda bulunan, tekstil endüstrisinde yan ürün olarak elde edilen ve ekonomik değeri oldukça düşük olan rami (*Boehmeria nivea* L.) sapının *F. velutipes* üretiminde yetiştirme ortamı olarak kullanım durumu araştırılmıştır. Çalışmada rami sapı, pamuk kabuğu, buğday kepeği ve mısır nişastası kullanılmıştır. En yüksek verim ve BE (sırasıyla 359.1 g ve %119.7) %50 rami sapı+%20 pamuk tohum kabuğu+%25 buğday kepeği+%4 mısır nişastası+%2 CaCO₃ karışımından oluşan ortamda tespit edilmiş olup, bu ortamın *F. velutipes* yetiştiriciliği için en iyi substrat karışımı olduğu ifade edilmiştir. Araştırma sonucunda rami sapının *F. velutipes* yetiştiriciliğinde mantar verimini artırmak için etkili bir takviye olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Liao vd. (2019) *F. velutipes* mantarında yürüttükleri çalışmada kolza samanı, pamuk tohumu kabuğu, kepek, sukroz ve süperfosfat materyallerinden hazırlanan 8 farklı yetiştirme ortamının misel gelişimi ve verime etkilerini incelemişlerdir. En yüksek verim %68 kolza samanı+%20 pamuk tohum kabuğu+%10 kepek+%1 sukroz+%1 süperfosfat ortamından elde edilmiş olup, bu yetiştirme ortamının *F. velutipes* yetiştiriciliği için en uygun olduğu bildirilmiştir. Çalışmada verim değerinin 50.9-100.9 g/şişe ve BE değerinin %39.3-80.3 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda kolza samanının *F. velutipes* mantarının misel gelişimi ve verimi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu, yetiştirme ortamında kolza samanının kullanılmasının ekonomik ve çevresel faydalarının olduğu belirtilmiştir.

Zhang vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada *F. velutipes* yetiştiriciliğinde Asya ülkelerinde bol miktarda bulunan *Camellia oleifera* tohumu kabuklarının kullanımı araştırılmıştır. En yüksek BE (%108.74), %28 buğday kepeği+%20 talaş+%20 fermente edilmiş *C. oleifera* tohumu kabukları+%17 mısır koçanı+%10 pamuk tohumu kabuğu+%3 mısır tozu+%2 kalsiyum karbonat içeren ortamdan elde edilmiştir. Fermente edilmiş *C. oleifera* tohumu kabuklarının *F. velutipes* mantarının besin değeri üzerine olumlu sonuçlarının olduğu saptanmıştır. Araştırma sonucunda pamuk tohumu kabuğu yerine ekonomik açıdan da uygun olması nedeniyle *C. oleifera* tohumu kabuklarının kullanılmasının tavsiye edilebileceği belirtilmiştir.

Guan vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada bambu atıklarının *F. velutipes* mantar üretiminde kullanım durumu araştırılmıştır. Çalışmada 10 farklı yetiştirme

ortamının misel gelişimi ve verime etkileri belirlenmiştir. Misel gelişim hızı bambu atığından hazırlanan ortamlarda kontrolden daha iyi bulunmuştur. En yüksek verim ve BE (sırasıyla 0.33 kg/torba ve %80) %64 bambu atıkları+%16 pamuk tohumu kabuğu+%8 talaş+%10 kepek+%1 beyaz şeker+%1 alçı ortamından elde edilmiştir. Çalışmada ayrıca *F. velutipes* üretiminde pamuk tohumu kabuğunun yerine ekonomik ve yeni bir materyal olarak bambu atıklarının kullanılabileceği belirtilmiştir.

Okuyucu (2021) yürüttüğü çalışmada farklı yetiştirme ortamlarının *F. velutipes* mantar türünde verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmada ana materyal olarak kullanılan buğday samanına (BS), farklı oranlarda (%20, 40 ve 60) buğday kepeği (BK), pirinç kepeği (PK) ve çay atığı (ÇA) ilave edilerek hazırlanan 9 farklı yetiştirme ortamı kullanılmıştır. Çalışmada buğday samanına %40 çay atığı, %60 buğday kepeği, %60 çay atığı ve %60 pirinç kepeği ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarından verim alınamamıştır. Araştırma sonucunda en yüksek verim ve BE değerinin (sırasıyla 219.79 g/kg ve %61.31) 80BS+20BK ortamından elde edildiği ifade edilmiştir.

Karasoy (2022) tarafından yapılan çalışmada değişik katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının *F. velutipes* mantarının verim ve kalitesine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada ayçiçeği küspesi, mısır koçanı, çay atığı, buğday kepeği, soya küspesi ve pirinç kepeği %10 ve 20 oranlarında kavak talaşına karıştırılarak hazırlanan 12 farklı yetiştirme ortamı kullanılmıştır. En yüksek verim ve BE, 80KT+20BK (sırasıyla 89.60 g/şişe ve %40.03) ve 80KT+20PK (sırasıyla 89.12 g/şişe ve %39.49) ortamlarından elde edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 2021-2022 yıllarında Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsüne ait misel üretim odası, mantar üretim odası ve laboratuvarlarda yürütölmüştür.

3.1 Materyal

Çalışmada farklı ölkelerden temin edilen ve Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Mantar Gen Bankasında muhafaza edilen 2 adet *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer izolatu kullanılmıştır. İzolatların ikisi de yabancı orijinlidir. Çalışmada kullanılan izolatlarla ilgili bilgiler Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan *F. velutipes* izolatları.

No	Materyal kodu	Renk	Orijin
1	FV008	<i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer, Enoki (Beyaz)	Güney Kore
2	FV010	<i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer, Golden Enoki (Sarı)	Çin

Çalışmada pirina materyali olarak Yalova ili Armutlu ilçesinden alınan fermente olmuş pirina kullanılmıştır.

Tohumluk misellerin elde edilmesi, yetiştirme ortamlarının hazırlanması ve mantar üretiminde kullanılan darı, kayın talaşı, pirinç kepeği, alçı, kireç ve polipropilen şişeler Yalova ilinden temin edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Saf Kùltürlerin Çoğaltılması

Saf kùltürlerin çoğaltılmasında Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Mantar Gen Bankasında bulunan izolatlara ait deney tüplerindeki kùltürler kullanılmıştır. Bu amaçla PDA besin ortamı kullanılmıştır. Besin ortamı otoklavda 121 °C’de 1.2 atm basınçta 20 dakika steril edilmiştir. Otoklavdan sonra uygun sıcaklığa ulaşıldığında besin ortamı steril şartlarda 9 cm çapındaki petrilere yaklaşık 20 ml olacak şekilde konulmuştur. Daha sonra ana kùltürden alınan 0.5 cm çapındaki misel parçası petrinin orta kısmına yerleştirilerek aşılama yapılmıştır. Parafilm ile kenarları sarılan petrilere 25 °C’de ve karanlık ortamda inkübe

edilmiştir. Çalışmada ele alınan izolatların petride misel gelişimlerini belirlemek amacıyla tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak deneme kurulmuş ve her tekerrürde 10 petri yer almıştır (Fotoğraf 3.1). Çalışmada petride misel gelişim süresi (gün) belirlenmiştir.



Fotoğraf 3.1. *F. velutipes* izolatlarının misel gelişimlerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada petrilerin görünümü.

3.2.2 Tohumluk Misel Üretimi

F. velutipes mantarının tohumluk misel üretiminde sardırma materyali olarak darı (*Panicum miliaceum*) kullanılmıştır. Darı haşlanıp süzölmüş ve soğuduktan sonra nem oranı %40 civarına ayarlanarak danelerin birbirlerine yapışmasını önlemek ve pH değerini ayarlamak için alçı ve kireç ilave edilmiştir. Daha sonra kavanozlara 2/3 oranında doldurulmuş ve kapakları kapatılarak otoklavda 121 °C’de 1.2 atm basınçta 1 saat steril edilmiştir. Ortamlar soğuduktan sonra aşılama odasında izolatlara ait misellerden her bir kavanoza 2 adet 0.5 cm çapında miselli agar parçası ilave edilerek aşılama işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra inkübatörde 18-20 °C’de ve karanlık ortamda misel gelişimleri sağlanmıştır. İzolatların tohumluk misel gelişimlerini belirlemek amacıyla tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak deneme kurulmuş ve her tekerrürde 10 kavanoz yer almıştır (Fotoğraf 3.2). Çalışmada tohumluk misel gelişim süresi (gün) belirlenmiştir.



Fotoğraf 3.2. İnkübasyon döneminde tohumluk misellerin görünümü.

3.2.3 Enoki Mantarı Üretimi

Çalışmada yetiştirme yöntemi olarak şişe kültürü kullanılmıştır. Her iki *F. velutipes* izolatının (FV008-beyaz ve FV010-sarı) yetiştiriciliğinde Tablo 3.2’de belirtilen toplam 10 farklı yetiştirme ortamı kullanılmıştır. Yetiştirme ortamlarının çalışmada yer alan izolatların gelişim, verim ve kalitesine etkilerini belirlemek amacıyla tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak deneme kurulmuş ve her tekerrürde 16 şişe yer almıştır.

Tablo 3.2. Çalışmada ele alınan yetiştirme ortamları ve içerikleri.

Kodu	İçerik			Kısaltma
	Kayın talaşı oranı (%)	Pirinç kepeği oranı (%)	Pirina oranı (%)	
K	80	20	0	80KT+20PK (Kontrol)
1	70	20	10	70KT+20PK+10P
2	60	20	20	60KT+20PK+20P
3	50	20	30	50KT+20PK+30P
4	40	20	40	40KT+20PK+40P
5	30	20	50	30KT+20PK+50P
6	20	20	60	20KT+20PK+60P
7	10	20	70	10KT+20PK+70P
8	0	20	80	20PK+80P
9	100	0	0	100KT
10	0	0	100	100P

KT: Kayın talaşı, PK: Pirinç kepeği, P: Pirina, K: Kontrol

Her bir yetiştirme ortamındaki materyaller belirlenen oranlara göre tartılarak homojen olması için karıştırılmıştır. Daha sonra ortamlar yaklaşık %63-65 nem seviyesine kadar çeşme suyu ilave edilerek ıslatılmıştır. Yetiştirme ortamlarına pH'ı ayarlamak için yeterli miktarda alçı ve kireç eklenmiştir. Hazırlanan karışımlar şişe dolum makinesi ile 1100 ml'lik polipropilen şişelere doldurulmuştur (Fotoğraf 3.3). Doldurulup kapakları kapatılan şişeler otoklavda 121 °C'de 1.2 atm basınçta 1.5 saat boyunca steril edilmiştir (Fotoğraf 3.4). Daha sonra substrat karışımlarının sıcaklığının 18-20 °C'ye düşmesi beklenerek çalışmada yer alan izolatların tohumluk miselleri her bir şişeye 6-10 g olacak şekilde ekilmiştir (Fotoğraf 3.5). Tohumluk misel ekimi yapılan şişeler 18-20 °C'de 20-25 gün boyunca inkübasyona tabi tutulmuştur (Fotoğraf 3.6).



Fotoğraf 3.3. Yetiştirme ortamlarının şişelere doldurulması.



Fotoğraf 3.4. Yetiştirme ortamlarının otoklavda steril edilmesi.

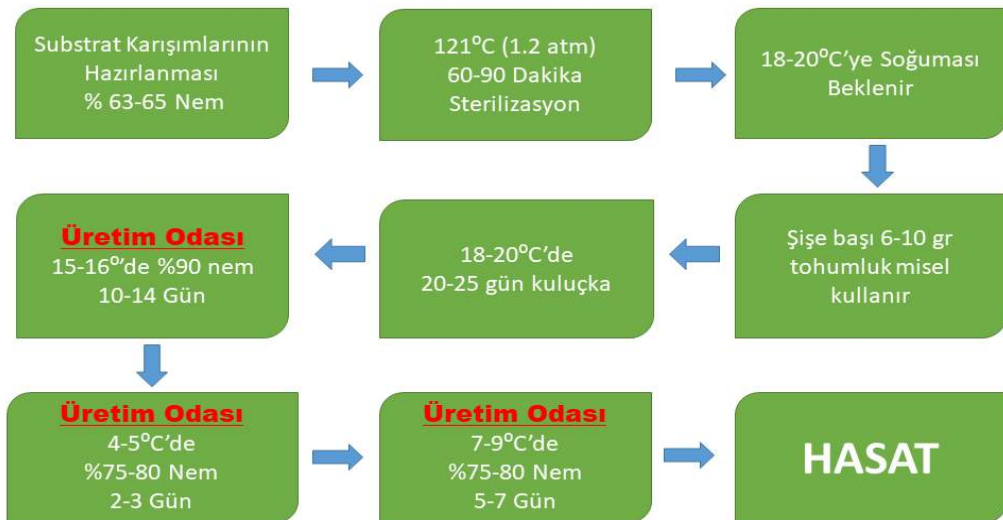


Fotoğraf 3.5. Şişelere tohumluk misellerin ekilmesi.



Fotoğraf 3.6. Şişelerin inkübe edilmesi.

Kuluçka işleminden sonra sarım işlemi gerçekleşen şişeler yaşlı doku alma makinesi ile yapılan işlemden sonra üretim odalarına alınmıştır. Beyaz enoki izolatu için üretim odasının sıcaklığı ilk olarak 10-14 gün boyunca 15-16 °C ve %90 nem, sonraki 2-3 günde 4-5 °C ve %75-80 nem, son olarak da 5-7 gün boyunca 7-9 °C ve %75-80 nem ayarlaması yapılarak, üretim süreci boyunca CO₂ yoğunluğunun 2000-2500 ppm civarında olması sağlanmıştır. Çalışmada Kong vd. (2004) tarafından bildirilen enoki mantarının standart üretim prosesi kullanılmıştır (Şekil 3.1). Sarı enoki izolatu için üretim odasının sıcaklığının sabit olarak 15 °C’de, nemin %85-90 arasında ve CO₂ yoğunluğunun ise 1000-1500 ppm civarında olması sağlanmıştır. Her iki izolat için mantar sapları 14-18 cm uzunluğa ulaştığında hasat gerçekleştirilmiştir (Fotoğraf 3.7).



Şekil 3.1. Enoki mantarının standart üretim prosesi.



Fotoğraf 3.7. Üretim odasında hasada gelmiş enoki mantarlarının görünümü.

3.2.4 Çalışmada Yapılan Ölçüm ve Analizler

3.2.4.1 Yetiştirme Ortamlarının Özelliklerini Belirlemeye Yönelik

Yapılan Analizler

Toplam Azot (%): Kurutulup öğütülen örneklerde azot tayini Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (Kacar ve İnal, 2008).

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

Organik Madde (%): Kül analizi sonucunda elde edilen kül değerinin 100’den çıkarılması ile hesaplanmıştır (Kacar ve İnal, 2008).

Karbon (%): Organik maddenin, %50'si karbon miktarı olarak hesaplanmıştır (Cormican ve Staunton, 1991).

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

Nem (%): Yaş ağırlıkları belirlenen örnekler etüvde 105 °C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Kuru ağırlıkları belirlenerek bulunan değerlerin 100'den çıkarılmasıyla ortamların nem içerikleri belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

pH ve EC (mS/cm): Her uygulama için 20 g örnek tartılıp, üzerine 50 ml saf su eklenmiş ve pH metrede ölçülerek pH değeri belirlenmiştir (Jackson, 1962). Daha sonra 2-3 saat bekletildikten sonra karışımın suyu süzülerek EC metre ile tuzluluk ölçülmüştür (Fotoğraf 3.8).



Fotoğraf 3.8. Tuzluluğun ölçülmesi.

3.2.4.2 Yetiştirme Ortamlarında Misel Gelişimi ve Verim ile İlgili Yapılan Ölçümler

Şişe Sarım Süresi (gün): Farklı yetiştirme ortamlarının bulunduğu şişelerde misel ekiminden misellerin ortamı tamamen sarmasına kadar geçen süre şişe sarım süresi olarak belirlenmiştir (Fotoğraf 3.9).



Fotoğraf 3.9. Şişede misellerin yetiştirme ortamını sarması.

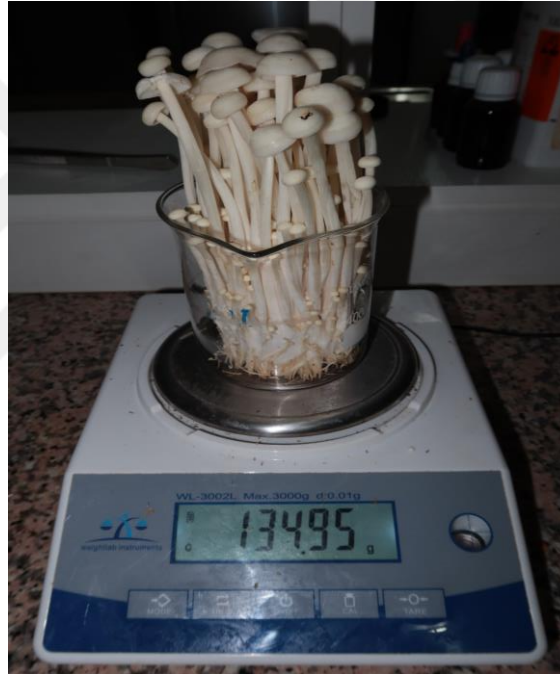
Primordium (Mantar Taslağı) Oluşum Süresi (gün): Misellerin şişelerde yetiştirme ortamını tamamen sardıktan sonra primordium oluşturmaya başlamasına kadar geçen süre primordium oluşum süresi olarak belirlenmiştir (Fotoğraf 3.10).



Fotoğraf 3.10. Şişede primordium oluşumu.

Mantar Oluşum Süresi (gün): Primordium oluşumundan sonra hasat dönemine kadar geçen süre mantar oluşum süresi olarak belirlenmiştir.

Verim (g/kg): Yetiştirme ortamlarının bulunduğu her bir şişede yapılan hasattan elde edilen mantarlar hassas terazide tartılmış (Fotoğraf 3.11) ve deneme sonunda toplam ürün miktarı verim olarak belirlenmiştir.



Fotoğraf 3.11. Hasat edilen mantarların hassas terazide tartılması.

Biyolojik Etkinlik Oranı (BE, %): Farklı yetiştirme ortamlarına ait biyolojik etkinlik oranı (BE) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Royse, 1985).

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

3.2.4.3 Yetiştirme Ortamlarından Elde Edilen Mantarların Kalitesini Belirlemeye Yönelik Yapılan Ölçüm ve Analizler

Mantar Ağırlığı (g): Sapın ortam yüzeyi ile birleştiği kısımdan kesilerek mantarın (sap + şapka) hassas terazide tartılması ile belirlenmiştir.

Şapka Çapı (mm): Şapkada yapılan dijital kumpas ölçümlerinin ortalamaları alınarak hesaplanmıştır (Fotoğraf 3.12)



Fotoğraf 3.12. Şapka çapının ölçülmesi.

Şapka Yüksekliği (mm): Şapkanın üst yüzeyi ve sapın şapkaya bağlandığı yer arasındaki mesafe dijital kumpas ile ölçülerek şapka yüksekliği belirlenmiştir.

Sap Çapı (mm): Sapın şapka ve ortam yüzeyi ile birleştiği kısım ile sapın orta noktasından yapılan 3 dijital kumpas ölçümünün ortalaması alınarak belirlenmiştir.

Sap Uzunluğu (cm): Sapın şapka ile ortam yüzeyine bağlandığı yer arasındaki mesafe sap uzunluğu olarak belirlenmiştir (Fotoğraf 3.13).



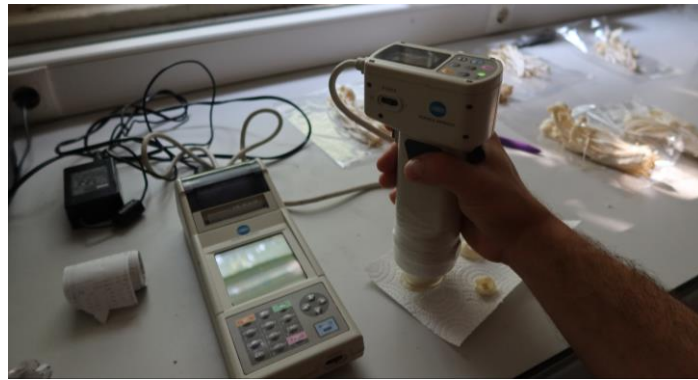
Fotoğraf 3.13. Sap uzunluğunun ölçülmesi.

Protein (%): Mantar örneklerinin toplam azot miktarı Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Mantar örneklerinde belirlenen toplam azot miktarı 6.25 katsayısı ile çarpılarak protein içeriği tespit edilmiştir (Fotoğraf 3.14).



Fotoğraf 3.14. Protein içeriğinin belirlenmesi.

Renk: Mantarlarda renk Minolta colorimetre (CR-300, Minolta, Ramsey, NJ) renk ölçüm aleti kullanılarak L*, a* ve b* cinsinden belirlenmiştir (Fotoğraf 3.15).



Fotoğraf 3.15. Mantarlarda renk ölçümü.

Kül (%): Mantar örnekleri kül fırınında 525 ± 25 °C’de yakılarak (Fotoğraf 3.16) kül içeriği tespit edilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).



Fotoğraf 3.16. Kül içeriğinin belirlenmesi.

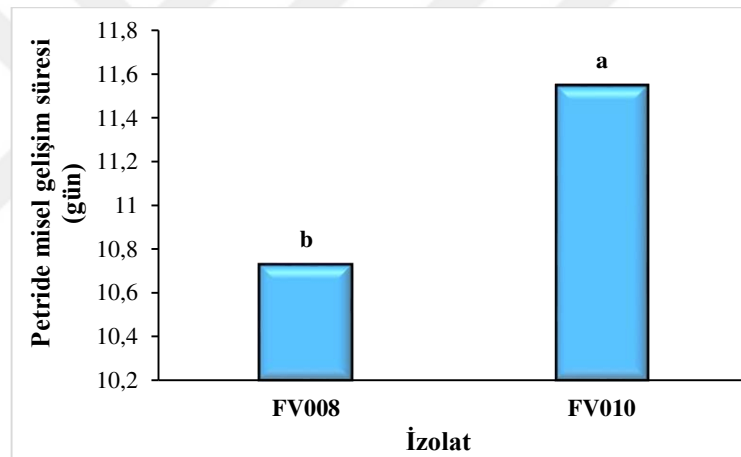
3.2.5 Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma sonucunda elde edilen veriler JMP 13.2 istatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. İncelenen özellikler açısından önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey HSD (Tukey's Honestly Significant Difference Test) çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Petride misel gelişim süresi ve kavanozda tohumluk misel gelişim süresi bakımından izolatların ortalamaları arasındaki farklılıkları belirlemek için bağımsız t-testi yapılmıştır. Kimyasal analizler 3 tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Morfolojik özellikler ile ilgili ölçümler 10 tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Bazı yetiştirme ortamlarında (9 ve 10 nolu ortamlar) misel gelişimi olmamıştır ve dolayısıyla verim elde edilememiştir. Bu nedenle mantar elde edilemeyen ortamlar istatistiksel analize dahil edilmemiştir.

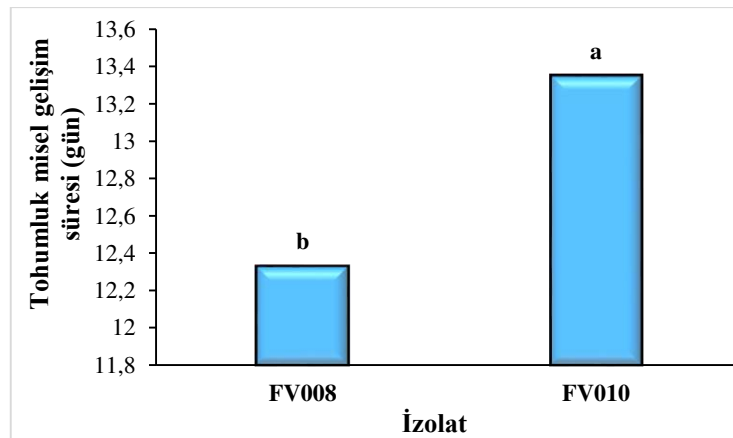
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 *F. velutipes* Mantarının FV008 (Beyaz) ve FV010 (Sarı) İzolatlarının Misel Gelişim Özellikleri

F. velutipes mantarına ait FV008 ve FV010 izolatlarının petride misel gelişim süreleri Şekil 4.1’de ve tohumluk misel gelişim süreleri Şekil 4.2’de verilmiştir. Petride misel gelişim süresi ve tohumluk misel gelişim süresi bakımından izolatlar arasında önemli farklılık ($P<0.01$) bulunmuştur. Petride misel gelişim süresi FV008 izolatında 10.73 gün iken, FV010 izolatında 11.55 gün olarak belirlenmiştir. Tohumluk misel gelişim süresi ise FV008 ve FV010 izolatlarında sırasıyla 12.33 ve 13.35 gün olarak tespit edilmiştir. FV008 izolatında petride misel gelişim süresi ile tohumluk misel gelişim süresi FV010 izolatından önemli oranda daha kısa bulunmuştur.



Şekil 4.1. *F. velutipes* izolatlarının petride misel gelişim süreleri.



Şekil 4.2. *F. velutipes* izolatlarının tohumluk misel gelişim süreleri.

4.2 Yetiştirme Ortamlarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Yetiştirme ortamlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Çalışmada ele alınan yetiştirme ortamlarının nem içerikleri %59.25-63.68 arasında değişmiştir. En düşük nem içeriği 8 ve 10 nolu yetiştirme ortamlarında belirlenirken, en yüksek nem oranı 4 nolu yetiştirme ortamında saptanmıştır (Tablo 4.1). Yetiştirme ortamının nem içeriği, misel gelişimini ve mantar oluşumunu önemli ölçüde etkilemektedir. Okuyucu (2021) tarafından yapılan çalışmada *F. velutipes* yetiştiriciliği için kullanılan farklı yetiştirme ortamlarında sterilizasyon sonrası nem içeriği %49.43-67.29 arasında bulunmuştur. Bu çalışmada nem içeriği için elde edilen değerler araştırmacının bulguları ile benzerdir. Başka bir çalışmada, *F. velutipes* üretimi için değişik katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının nem içeriğinin %69.19-78.89 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Karasoy, 2022).

Yetiştirme ortamlarının kül içeriği %3.33-9.08 arasında belirlenmiş olup, kayın talaşının tek başına kullanıldığı 9 nolu yetiştirme ortamının kül içeriği diğer ortamlardan oldukça düşük bulunmuştur. Buna karşılık, pirinanın tek başına kullanıldığı 10 nolu yetiştirme ortamının en yüksek kül içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Yetiştirme ortamındaki pirina oranı arttıkça kül içeriğinin de arttığı saptanmıştır (Tablo 4.1). Okuyucu (2021) farklı yetiştirme ortamlarının *F. velutipes* mantar türünde verim ve kalite üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada ortamların sterilizasyon sonrası kül miktarlarının %7.72-11.81 arasında değişiklik gösterdiğini belirtmiştir.

Tablo 4.1’de görüldüğü gibi, yetiştirme ortamları arasında en yüksek organik madde ve karbon (C) içerikleri kayın talaşının tek başına kullanıldığı 9 nolu yetiştirme ortamında (sırasıyla %96.67 ve %48.34), en düşük değerler ise pirinanın tek başına kullanıldığı 10 nolu yetiştirme ortamında (sırasıyla %90.92 ve %45.46) belirlenmiştir (Tablo 4.1). Okuyucu (2021) yürüttüğü çalışmada farklı yetiştirme ortamlarında sterilizasyon sonrası C içeriğini %44.09-46.14 ve organik madde içeriğini %88.19-92.28 olarak belirlemiştir. Karasoy (2022) tarafından yapılan çalışmada ise *F. velutipes* yetiştiriciliği için kullanılan farklı yetiştirme ortamlarında sterilizasyon sonrası C içeriği %47.86-48.99 ve organik madde içeriği %95.71-97.98 arasında değişiklik göstermiştir. Organik madde ve C miktarı ile ilgili elde ettiğimiz sonuçlar araştırmacıların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Yetiştirme ortamlarının azot (N) miktarları incelendiğinde, en düşük N miktarı 1 nolu yetiştirme ortamında ve kontrol (sırasıyla %0.82 ve %0.89) ortamlarında, en yüksek ise %3.5 ile kayın talaşının tek başına kullanıldığı 9 nolu yetiştirme ortamında belirlenmiştir. Genel olarak yetiştirme ortamındaki pirina oranının artması ile N içeriği de düzenli olarak artmıştır (Tablo 4.1). Daha önce *F. velutipes* yetiştiriciliği ile ilgili yapılan çalışmalarda farklı yetiştirme ortamlarında N değerlerinin %0.86-1.29 (Miao vd., 2014), 0.81-1.68 (Rezaeian ve Pourianfar, 2017), %0.3-3.3 (Sangkaew ve Koh, 2017), %0.55-1.27 (Okuyucu, 2020) ve %0.17-1.87 (Karasoy, 2022) arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Bu çalışmada belirlenen yetiştirme ortamlarının N miktarları bu araştırmacıların bildirdiği sonuçlar ile uyumlu bulunmuştur.

Yetiştirme ortamlarının C ve N içeriklerine bağlı olarak C/N oranlarının %13.81-58.54 arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek C/N oranı 1 nolu yetiştirme ortamında (70KT+20PK+10P) tespit edilmiştir. Buna karşılık, kayın talaşının tek başına kullanıldığı 9 nolu yetiştirme ortamının C/N oranı diğer ortamlardan büyük ölçüde düşük bulunmuştur. Yetiştirme ortamındaki pirina miktarı arttıkça C/N oranının azaldığı belirlenmiştir (Tablo 4.1). Misel gelişimi ve mantar veriminin yetiştirme ortamlarının C/N oranlarına bağlı olarak değişiklik gösterdiği bildirilmektedir (Naraian vd., 2009; Yang vd., 2013). Shi vd. (2012) *F. velutipes* mantarı için yetiştirme ortamındaki optimum C/N oranını 30/1 olarak bildirmişlerdir. Okuyucu (2021) tarafından yapılan çalışmada *F. velutipes* yetiştiriciliği için kullanılan farklı yetiştirme ortamlarının C/N oranı 35.20-80.70 arasında bulunmuştur. Çalışmada ayrıca düşük C/N oranlarına sahip yetiştirme ortamlarından verim alınamadığı ifade edilmiştir. *F. velutipes* mantarı ile ilgili yapılan çalışmalarda yetiştirme ortamlarının C/N oranının 94-250 (Harith vd., 2014), 22.58-37.94 (Miao vd., 2014), 24-33 (Kurata ve Koh, 2017), 27.25-62.16 (Rezaeian ve Pourianfar, 2017), 25-78 (Xie vd., 2017), 23.1-33.1 (Sangkaew ve Koh, 2017) ve 25.97-297.18 (Karasoy, 2022) arasında değiştiği bildirilmiştir. C/N oranları arasındaki farklılıklar kullanılan yetiştirme ortamlarından kaynaklanmaktadır.

Farklı yetiştirme ortamlarının EC değerlerinin 450 (9 nolu ortam-100KT)-4470 (10 nolu ortam-100P) mS/cm arasında değiştiği saptanmıştır. Pirina içeren ortamlarda EC değeri kontrolden ve kayın talaşının tek başına kullanıldığı 9 nolu yetiştirme ortamından büyük ölçüde daha yüksek bulunmuş olup, yetiştirme

ortamındaki pirina miktarı arttıkça EC değerinin de arttığı saptanmıştır (Tablo 4.1). Daha önce *F. velutipes* yetiştiriciliği ile ilgili yapılan çalışmalarda farklı yetiştirme ortamlarında EC değerlerinin 1.53-2.83 dS/m (Okuyucu, 2020) ve 0.51-0.98 dS/m (Karasoy, 2022) arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir.

Yetiştirme ortamları arasında en yüksek sterilizasyon öncesi pH değeri 9.85 ile pirinanın tek başına kullanıldığı 10 nolu ortamda, en düşük sterilizasyon öncesi pH değeri ise 8.38 ile 4 nolu ortamda (40KT+20PK+40P) tespit edilmiştir. Sterilizasyon sonrası pH değerleri incelendiğinde ise, 7.02 (8 nolu ortam)-7.50 (2 nolu ortam) aralığında değiştiği ve sterilizasyon öncesine göre sterilizasyon sonrasında tüm ortamlarda pH'nın düştüğü saptanmıştır (Tablo 4.1). Bu çalışmada sterilizasyon sonrası yetiştirme ortamlarında belirlenen 7.02-7.50 arasında değişen pH değerleri, Chang ve Miles (2004) tarafından *F. velutipes* dahil birçok mantar türünde optimum misel gelişimi için gerekli olduğu bildirilen 4-8 pH değerleri aralığındadır. *F. velutipes* mantarının gelişimi, yetiştirme ortamının pH'sından önemli ölçüde etkilenmektedir (Harith vd., 2014). Kozhemyakina vd. (2010) *Flammulina* türlerinde en yüksek misel gelişiminin 5.0-6.5 arasındaki pH değerlerinde elde edilebileceğini ifade etmişlerdir. Hiramori vd. (2017) yaptıkları çalışmada *F. velutipes* yetiştiriciliğinde kullanılan yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonrası pH değerlerinin 5.7-6.3 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Okuyucu (2021) tarafından yapılan çalışmada *F. velutipes* yetiştiriciliği için kullanılan farklı yetiştirme ortamlarında sterilizasyon öncesi pH 5.22-6.61 ve sterilizasyon sonrası pH 5.28-5.87 arasında bulunmuş olup, sterilizasyon sonrası pH'nın düştüğü tespit edilmiştir. Karasoy (2022) *F. velutipes* üretimi için ele alınan yetiştirme ortamlarında sterilizasyon sonrası pH'yı 5.27-6.24 olarak belirlemiştir. Bu çalışmada belirlenen pH değerleri araştırmacıların bildirdiği sonuçlardan daha yüksek olmakla birlikte, mantar gelişme ve verimini olumsuz etkilemeyecek sınırlar arasındadır.

Çalışmada her iki izolatta da kayın talaşı ve pirinanın tek başına kullanıldığı 9 (100KT) ve 10 nolu (100P) yetiştirme ortamlarında misel gelişimi olmamıştır ve dolayısıyla verim elde edilememiştir.

Tablo 4.1. Yetiştirme ortamlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Yetiştirme Ortamları	Özellik								
	Nem (%)	Kül (%)	Organik madde (%)	Karbon (%)	N (%)	C/N	EC (mS/cm)	pH	Sterilizasyon sonrası pH
K	61.56	4.31	95.69	47.84	0.89	53.70	720	9.65	7.45
1	61.06	4.10	95.90	47.95	0.82	58.54	1000	9.24	7.44
2	59.45	5.63	94.37	47.18	1.23	38.42	1367	8.61	7.50
3	61.84	6.38	93.62	46.81	1.44	32.48	1697	8.90	7.38
4	63.68	5.77	94.23	47.11	1.45	32.50	1671	8.38	7.41
5	63.44	7.27	92.73	46.36	1.67	27.84	2300	9.56	7.38
6	61.25	6.51	93.49	46.74	1.99	23.50	2590	9.00	7.40
7	60.25	6.20	93.80	46.90	2.20	21.36	2970	9.25	7.39
8	59.25	7.72	92.28	46.14	2.49	18.54	3600	9.01	7.02
9	63.66	3.33	96.67	48.34	3.50	13.81	450	9.15	7.27
10	59.25	9.08	90.92	45.46	2.46	18.45	4470	9.85	7.08

4.3 FV008 İzolatı (Güney Kore Orijinli Beyaz İzolat) ile İlgili Özellikler

4.3.1 FV008 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Şişe Sarım Süresi, Primordium Oluşum Süresi ve Mantar Oluşum Süresi Üzerine Etkileri

FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi ve mantar oluşum süresi üzerine etkileri Tablo 4.2, Şekil 4.3, 4.4 ve 4.5'te verilmiştir. İncelenen özellikler yönünden çalışmada ele alınan yetiştirme ortamları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur.

Yetiştirme ortamlarının şişe sarım süresi üzerine etkisi incelendiğinde, en kısa şişe sarım süresi 24.64 gün ile kontrol ortamında (80KT+20PK) belirlenirken, en uzun şişe sarım süresi 41.53 gün ile 8 nolu yetiştirme ortamında (20PK+80P) saptanmıştır. Yetiştirme ortamındaki pirina oranı arttıkça şişe sarım süresinin uzadığı tespit edilmiştir.

Primordium oluşum süresi 14.52-19.73 gün arasında değişmiş olup, en yüksek değerler istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 6, 7 ve 8 nolu yetiştirme ortamlarında elde edilirken, en düşük değerler kontrol, 2 ve 4 nolu yetiştirme ortamlarında belirlenmiştir.

En uzun mantar oluşum süresi 35.92 gün ile 8 nolu yetiştirme ortamında gözlenmiş olup, onu istatistiksel olarak aralarında fark olmayan 6 (20KT+20PK+60P) ve 7 (10KT+20PK+70P) nolu yetiştirme ortamları yakından izlemiştir. Buna karşılık, en kısa mantar oluşum süresi kontrol ortamında (30.97 gün) saptanmıştır. Yetiştirme ortamındaki pirina oranı arttıkça mantar oluşum süresi uzamıştır. Dolayısıyla FV008 izolatında pirina içeren yetiştirme

ortamlarının kontrole göre şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi ve mantar oluşum süresini uzattığı saptanmıştır. Kontrol ile karşılaştırıldığında 8 nolu yetiştirme ortamında şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi ve mantar oluşum süresi sırasıyla %68.55, %34.84 ve %15.98 oranında uzamıştır (Tablo 4.2, Şekil 4.3, 4.4 ve 4.5).

Çalışmamıza benzer olarak, Rezaeian ve Pourianfar (2017) tarafından *F. velutipes* mantarı üretiminde farklı yetiştirme ortamlarının denendiği çalışmada bazı yetiştirme ortamlarında misel gelişimi olmamıştır. Gregori vd. (2012) *Lentinula edodes* mantarında yaptıkları çalışmada yetiştirme ortamındaki yüksek pirina konsantrasyonunun büyüme üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu ve misel gelişimini yavaşlattığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde, Gregori ve Pohleven (2014) tarafından yapılan çalışmada %80 oranında pirina içeren substratlarda *L. edodes* mantarının misel gelişiminin ve mantar oluşumunun yavaş olduğu belirlenmiştir. Kalyoncu ve Kalmış (2007) tarafından yapılan çalışmada farklı *Pleurotus* türlerinin yetiştiriciliğinde substrat olarak sadece pirina kullanıldığında misel gelişim hızının önemli ölçüde düştüğü ve bu yüzden pirinanın sürekli kullanılan substrat materyalleri ile karıştırılarak kullanılması gerektiği bildirilmiştir. Bulgularımıza benzer şekilde, Atila (2017) farklı *Pleurotus* türlerinin (*P. djamor*, *P. eryngii* ve *P. citrinopileatus*) yetiştiriciliğinde pirinanın etkilerini araştırdığı çalışmada yüksek pirina içeren ortamlarda misel sarım süresinin uzadığı ve pirinanın erkencilik üzerine olumsuz etkisinin olduğunu belirlemiştir.

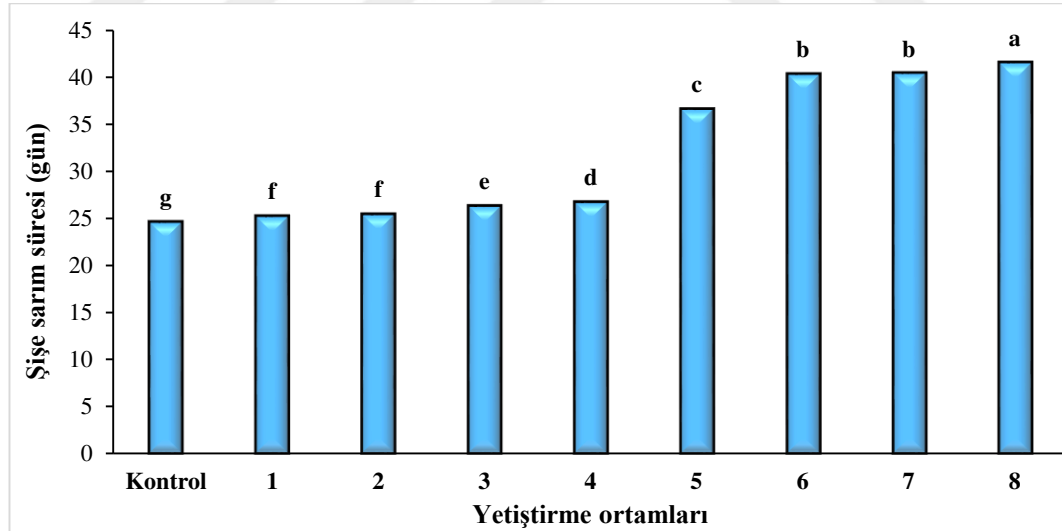
Okuyucu (2021) yürüttüğü çalışmada farklı yetiştirme ortamlarında *F. velutipes*'in misel gelişim süresinin 32.80-59.30 gün arasında değiştiğini belirlemiştir. Farklı yetiştirme ortamlarının denendiği çalışmalarda *F. velutipes* mantarının misel gelişim süresinin 31-50 gün (Harith vd., 2014), 36-45 gün (Xie vd., 2017) ve 38.46-47.41 gün (Zhang vd., 2019) arasında değiştiği bildirilmiştir. Liao vd. (2019) tarafından *F. velutipes* mantarında yapılan çalışmada misel gelişim süresi 20-25 gün ve mantar oluşum süresi 35-46 gün olarak belirlenmiştir. *F. velutipes* mantarında yürütülen başka bir çalışmada misel gelişim süresi 24-25 gün, primordium oluşum süresi 11-12 gün ve mantar oluşum süresi 50 gün olarak belirlenmiştir (Hiramori vd., 2017). Rezaeian ve Pourianfar (2017) tarafından *F. velutipes* mantarı üretiminde farklı yetiştirme ortamlarının denendiği çalışmada misel ekiminden primordium oluşumuna kadar geçen süre 27-32 gün olarak tespit edilmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda *F. velutipes*

yetiştiriciliğinde mantar oluşum süresi 59-61 gün (Khereba vd., 2010), 57.2-76.8 gün (Kurata ve Koh, 2017) ve 57.00-65.44 gün (Sangkaew ve Koh, 2017) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada belirlenen sonuçlar, literatürde belirtilen bulgular ile uyumludur.

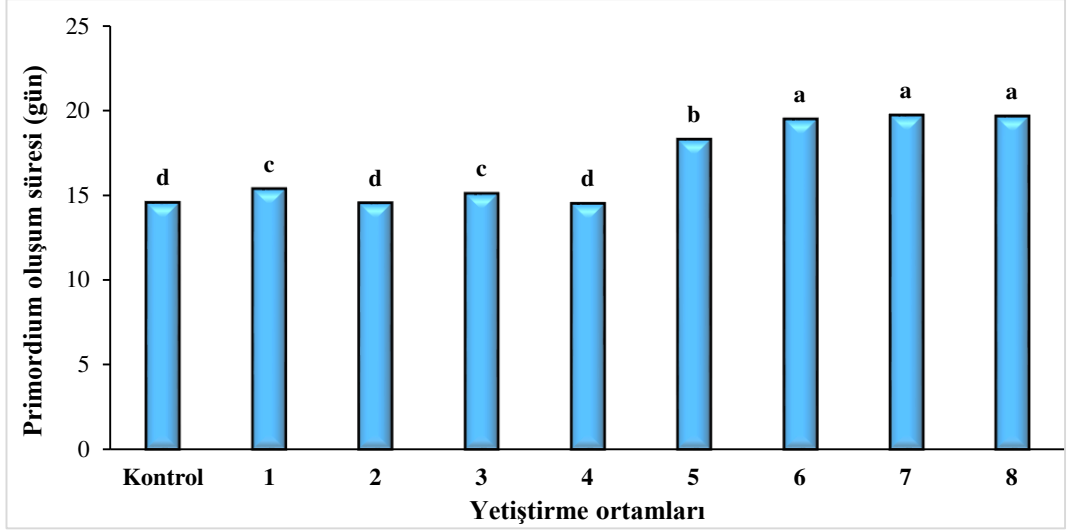
Tablo 4.2. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi ve mantar oluşum süresi üzerine etkileri.

Yetiştirme Ortamları	Özellik		
	Şişe sarım süresi (gün)	Primordium oluşum süresi (gün)	Mantar oluşum süresi (gün)
Kontrol	24.64±0.12g**	14.58±0.06d**	30.97±0.99e**
1	25.23±0.08f	15.39±0.03c	32.91±0.64cd
2	25.45±0.14f	14.55±0.06d	33.53±0.43bc
3	26.33±0.14e	15.11±0.16c	31.61±0.40de
4	26.73±0.03d	14.52±0.33d	32.80±0.99cd
5	36.61±0.09c	18.30±0.14b	34.17±0.69bc
6	40.31±0.09b	19.50±0.05a	35.20±0.34ab
7	40.41±0.08b	19.73±0.26a	34.89±1.14ab
8	41.53±0.06a	19.66±0.13a	35.92±0.28a

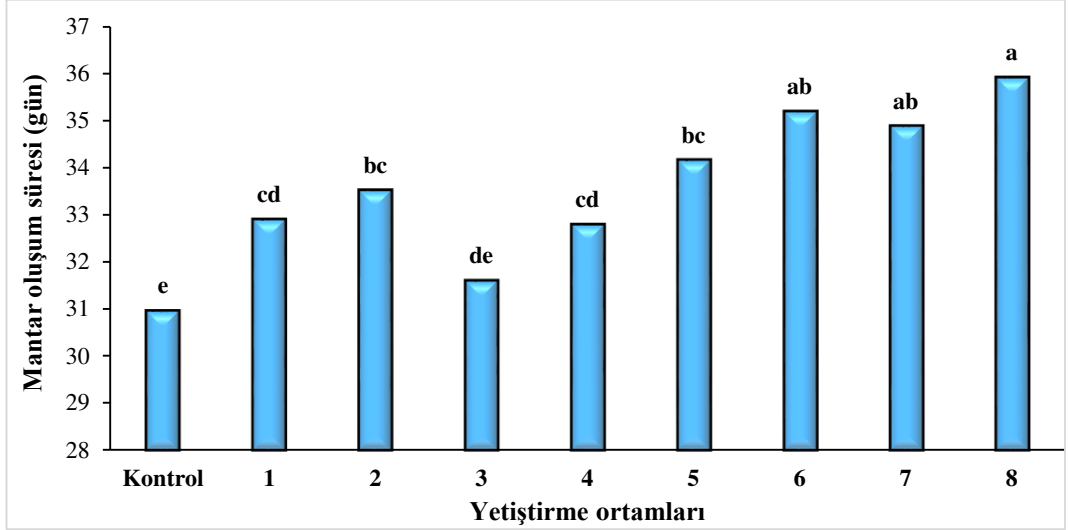
** : P<0.01 düzeyinde önemli. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.3. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şişe sarım süresine etkisi.



Şekil 4.4. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının primordium oluşum süresine etkisi.



Şekil 4.5. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının mantar oluşum süresine etkisi.

4.3.2 FV008 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Verim, Biyolojik Etkinlik ve Mantar Ağırlığı Üzerine Etkileri

Tablo 4.3, Şekil 4.6, 4.7 ve 4.8’de görüldüğü gibi verim ve biyolojik etkinlik (BE) yönünden yetiştirme ortamları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. Bununla birlikte, yetiştirme ortamlarının mantar ağırlığına etkisinin önemsiz ($P > 0.05$) olduğu saptanmıştır.

Çalışmada ele alınan yetiştirme ortamlarına bağlı olarak FV008 izolatında verim değerleri 79.41-127.72 g/kg arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek verim 7 (10KT+20PK+70P), 8 (20PK+80P) ve kontrol (80KT+20PK) ortamlarında

elde edilirken, en düşük verim 3 nolu yetiştirme ortamında (50KT+20PK+30P) belirlenmiştir.

Yetiştirme ortamlarının BE üzerine etkisi incelendiğinde %19.29-27.37 arasında değişmiş olup, en yüksek BE değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 7 (10KT+20PK+70P), 8 (20PK+80P) ve kontrol (80KT+20PK) ortamlarında tespit edilmiştir. Buna karşılık 3 nolu yetiştirme ortamının (50KT+20PK+30P) en düşük BE değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde, *F. velutipes* mantarı üretiminde farklı yetiştirme ortamlarının denendiği çalışmalarda bazı yetiştirme ortamlarında verim elde edilememiştir (Rezaeian ve Pourianfar, 2017; Okuyucu, 2021; Karasoy, 2022). Gregori vd. (2012) *L. edodes* mantarında yaptıkları çalışmada %80 oranında pirina içeren substratlarda mantar oluşumunun gözlenmediğini tespit etmişlerdir. Gregori ve Pohleven (2014) tarafından *Lentinula edodes*, *Ganoderma lucidum* ve *Grifola frondosa* mantar türlerinde yapılan çalışmada yetiştirme ortamındaki yüksek pirina içeriğinin mantar oluşumu, verim ve biyolojik etkinliği olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Çalışmada *L. edodes* ve *G. frondosa*'da en yüksek biyolojik etkinlik pirina içermeyen ortamlarda saptanmıştır. *G. lucidum*'da yüksek pirina oranında verim düşüklüğü meydana gelmiş, fungal ve bakteriyel hastalıklara hassasiyet artmıştır. Atila (2017) tarafından farklı *Pleurotus* türlerinin (*P. djamor*, *P. eryngii* ve *P. citrinopileatus*) yetiştiriciliğinde pirinanın etkilerinin araştırıldığı çalışmada tüm *Pleurotus* türlerinde %25 ve %50 oranında pirina içeren substratlarda kontrol substratından daha yüksek BE elde edilmiştir. Ayrıca en yüksek verim ve BE *P. djamor* türünde %75 oranında pirina içeren substratta belirlenmiştir.

Lignoselülozik atıkların fiziksel ve kimyasal özellikleri, mantar verimini etkileyen en önemli faktörler arasındadır. *F. velutipes* mantarı için yetiştirme ortamındaki optimum C/N oranı 30/1 olarak bildirilmiştir (Shi vd., 2012). Bu çalışmada verim elde edilemeyen 9 ve 10 nolu yetiştirme ortamlarının azot içerikleri (sırasıyla %3.50 ve %2.46) yüksek, C/N oranları (sırasıyla 13.81 ve 18.45) ise düşük bulunmuştur. Nitekim, Doğan ve Pekşen (2003) ve Özçelik ve Pekşen (2007) farklı mantar türlerinde yaptıkları çalışmalarda da yetiştirme ortamının N miktarının yüksek olmasının verim ve BE değeri üzerine olumsuz etkileri olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Karasoy (2022) *F. velutipes*

mantarında yetiştirme ortamlarının azot içerikleri ile verim ve BE arasında istatistiksel olarak önemli ve negatif ilişki bulunduğunu belirlemiştir.

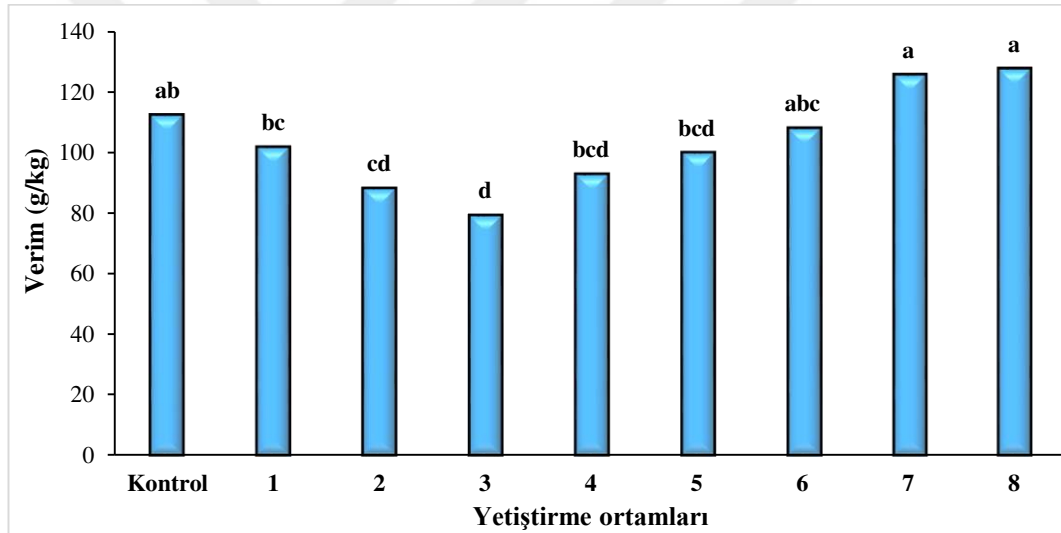
Daha önceki çalışmalarda *F. velutipes* mantarının verim ve biyolojik etkinlik değerlerinin yetiştirme ortamından önemli oranda etkilendiği bildirilmiştir (Miao vd., 2014; Kurata ve Koh, 2017; Zhang vd., 2019; Okuyucu, 2021; Karasoy, 2022). Okuyucu (2021) yürüttüğü çalışmada farklı yetiştirme ortamlarında *F. velutipes*'in verim değerlerinin 48.92-219.79 g/kg arasında değiştiğini belirlemiştir. Bu çalışmada elde edilen verim değerleri araştıracının bulguları ile uyumlu bulunmuştur. *F. velutipes* mantarı için verim değerlerinin 40.03-129.38 g/şişe (Song vd., 1993), 52.8-98.8 g/şişe (Nakaya, 1998), 96.7-143.4 g/şişe (Jung vd., 2009), 50.9-100.9 g/şişe (Liao vd., 2019) ve 36.83-89.60 g/şişe (Karasoy 2022) arasında değiştiği bildirilmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda *F. velutipes* mantarı için tespit edilen BE değerleri %75-110 (Jung vd., 2009), %12.36-64.63 (Khereba vd., 2010), %74.41-185.09 (Harith vd., 2014), %29.34-64.74 (Miao vd., 2014), %74.7-132.8 (Kurata ve Koh, 2017), %64.49-264.72 (Rezaeian ve Pourianfar, 2017), %72.35-129.60 (Sangkaew ve Koh, 2017), %53.1-119.7 (Xie vd., 2017), %39.3-80.3 (Liao vd., 2019), %54.48-108.74 (Zhang vd., 2019), %14.41-61.31 (Okuyucu, 2021) ve %16.51-40.03 (Karasoy, 2022) arasında değişiklik göstermiştir. Bu çalışmada elde edilen BE değerleri (%19.29-27.37) Khereba vd. (2010), Okuyucu (2021) ve Karasoy (2022)'un bildirdiği sınırlar içerisinde yer almış olup, diğer araştırmacıların belirlediği değerlerden daha düşük bulunmuştur. Verim ve BE değerleri mantar türü, ırkı/çeşidi, yetiştirme ortamının fiziksel ve kimyasal özellikleri, sterilizasyon yöntemi, sıcaklık, ışık, nem ve havalandırma gibi çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Royse, 2002; Chang ve Miles, 2004).

Bu çalışmada elde edilen mantarların ortalama ağırlıkları (2.15-3.00 g) Karasoy (2022) tarafından bildirilen değerlerden (0.86-1.39 g) daha yüksek, buna karşılık Okuyucu (2021)'nin bulgularından (3.55-4.84 g) daha düşük bulunmuştur.

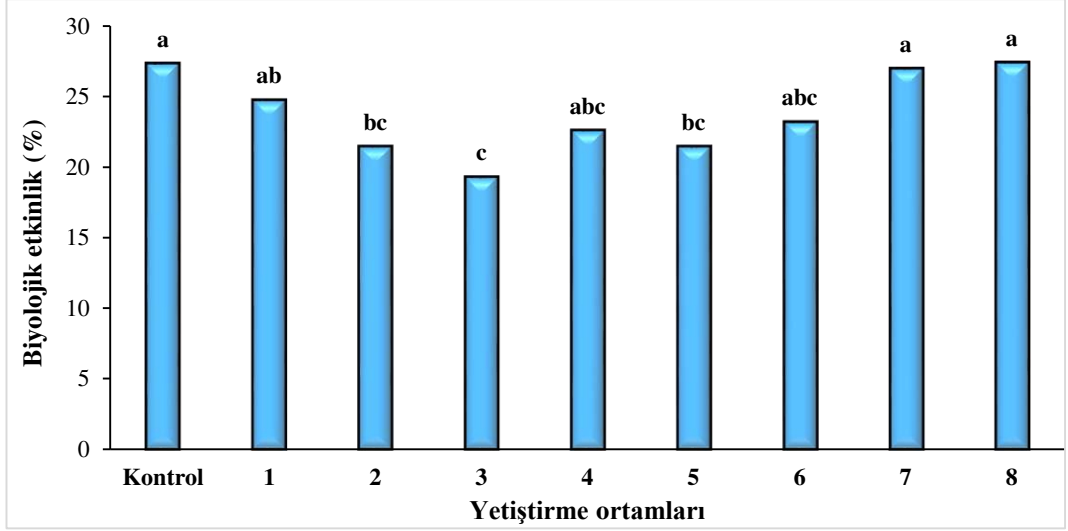
Tablo 4.3. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının verim, biyolojik etkinlik ve mantar ağırlığı üzerine etkileri.

Yetiştirme Ortamları	Özellik		
	Verim (g/kg)	Biyolojik etkinlik (%)	Mantar ağırlığı (g)
Kontrol	112.42±16.08ab**	27.30±3.91a**	2.95±0.32 ^{öd}
1	101.78±8.43bc	24.72±2.05ab	3.00±0.34
2	88.28±6.85cd	21.44±1.66bc	2.93±0.19
3	79.41±6.67d	19.29±1.62c	2.95±0.75
4	92.95±10.52bcd	22.58±2.55abc	2.88±0.21
5	100.03±9.71bcd	21.44±2.08bc	2.15±0.20
6	108.10±5.43abc	23.17±1.17abc	2.57±0.44
7	125.70±6.62a	26.94±1.42a	2.20±0.85
8	127.72±5.90a	27.37±1.26a	2.88±0.38

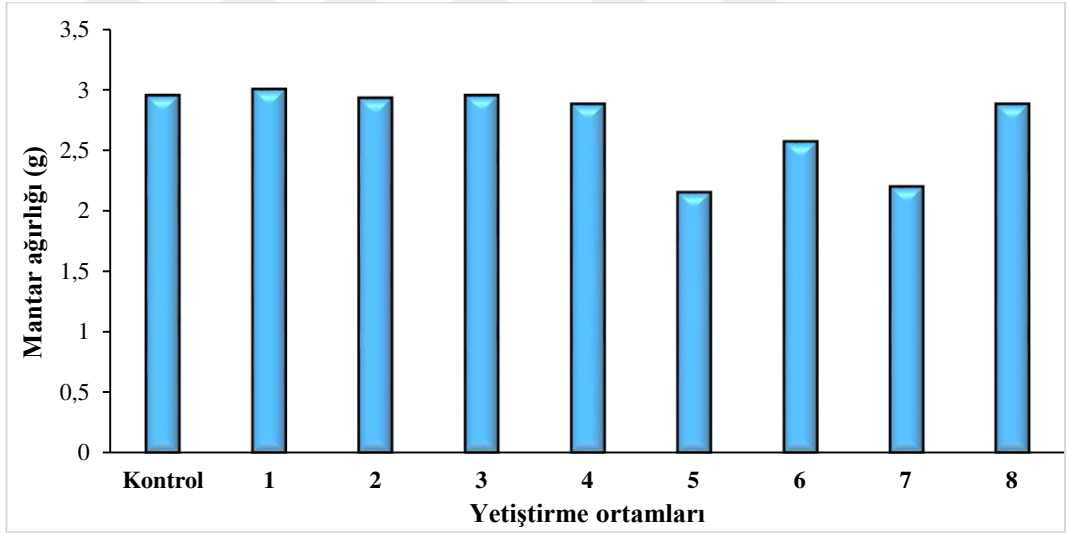
** : P<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.6. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının verime etkisi.



Şekil 4.7. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının biyolojik etkinliğe etkisi.



Şekil 4.8. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının mantar ağırlığına etkisi.

4.3.3 FV008 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Şapka Çapı, Şapka Yüksekliği, Sap Çapı ve Sap Uzunluğu Üzerine Etkileri

FV008 izolatına ait mantarların şapka çapı, şapka yüksekliği, sap çapı ve sap uzunluğu bakımından yetiştirme ortamları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur.

Çalışmada ele alınan yetiştirme ortamlarına bağlı olarak mantarların şapka çapı, şapka yüksekliği, sap çapı ve sap uzunluğu değerleri sırasıyla 17.94-23.70 mm, 17.00-22.13 mm, 2.88-3.65 mm ve 13.06-17.11 cm arasında değişiklik

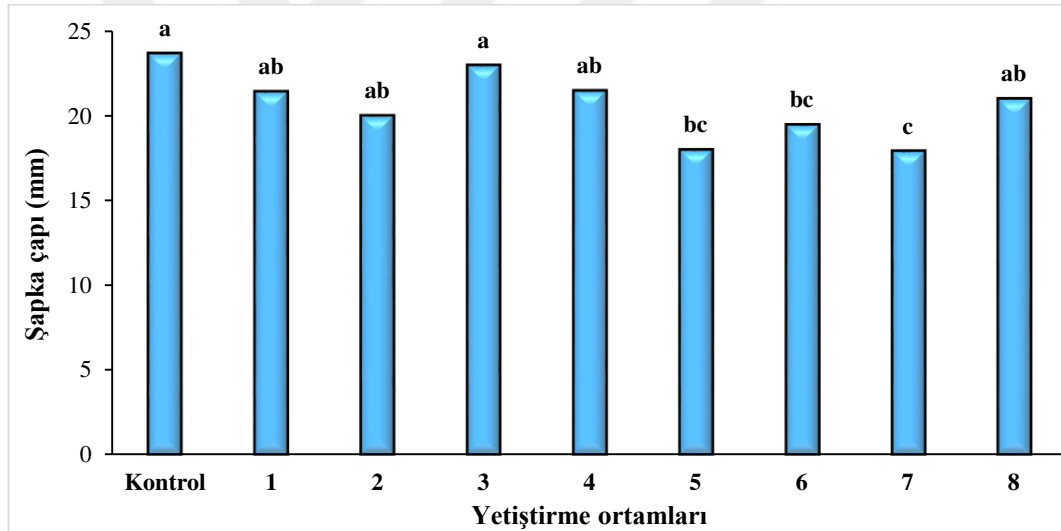
göstermiştir. Yetiştirme ortamları arasında şapka çapı ve şapka yüksekliği bakımından en yüksek değerler istatistiksel olarak aynı grupta yer alan kontrol (80KT+20PK) ve 3 nolu (50KT+20PK+30P) yetiştirme ortamlarında belirlenmiştir. En düşük şapka çapı 7 nolu yetiştirme ortamında (10KT+20PK+70P) saptanmıştır. En düşük şapka yüksekliği ise istatistiksel olarak aralarında fark olmayan 5 ve 7 nolu yetiştirme ortamlarında saptanmıştır. En yüksek sap çapı 8 nolu yetiştirme ortamında (20PK+80P) belirlenirken, en düşük sap çapı istatistiksel olarak aynı grupta yer alan kontrol, 3, 5, 6 ve 7 nolu yetiştirme ortamlarında saptanmıştır. Çalışmada yetiştirme ortamlarının sap uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek değer 1 nolu yetiştirme ortamında tespit edilmiştir. Diğer taraftan, 5, 7 ve 8 nolu yetiştirme ortamları istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlar ve en düşük sap uzunluğuna sahip bulunmuşlardır (Tablo 4.4, Şekil 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12).

Khereba vd. (2010)'nin yürüttükleri çalışmada *F. velutipes*'in şapka çapı 17.3-22.7 mm, sap çapı 2.5-3.2 mm ve sap uzunluğu 9.10-12.0 cm olarak bildirilmiştir. Miao vd. (2014) farklı yetiştirme ortamlarından elde ettikleri *F. velutipes* mantarının şapka çapını 6.3-7.7 mm, sap çapını 2.9-4.6 mm ve sap uzunluğunu 12.34-14.09 cm olarak bildirmişlerdir. Zhang vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada *F. velutipes* mantarında şapka çapı 6.7-8.2 mm, sap çapı 2.5-3.7 mm ve sap uzunluğu 14.57-19.92 cm olarak tespit edilmiştir. Okuyucu (2021) farklı yetiştirme ortamlarında üretilen *F. velutipes* mantarının şapka çapının 29.69-39.10 mm, sap çapının 2.94-5.70 mm ve sap uzunluğunun 5.17-8.81 cm arasında değiştiğini belirlemiştir. Başka bir çalışmada, farklı oranda kullanılan değişik katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamlarında *F. velutipes*'in şapka çapı 22.9-31.9 mm, sap çapı 3.16-5.46 mm ve sap uzunluğu 9.65-16.25 cm arasında değişiklik göstermiştir (Karasoy, 2022). Çalışmalardan elde edilen değerler arasındaki bu değişikliklerin; ırk/çeşit, kompost materyalleri ve yetiştiricilik esnasındaki çevresel faktörlerdeki (sıcaklık, ışık ve CO₂ miktarı) farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

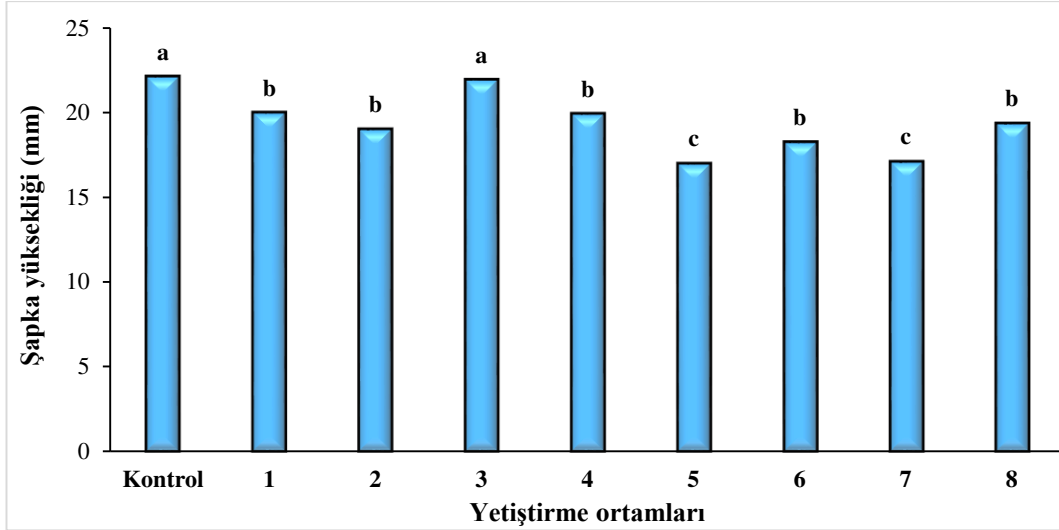
Tablo 4.4. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şapka çapı, şapka yüksekliği, sap çapı ve sap uzunluğu üzerine etkileri.

Yetiştirme Ortamları	Özellik				
	Şapka çapı (mm)	Şapka yüksekliği (mm)	Sap çapı (mm)	Sap uzunluğu (cm)	
Kontrol	23.70±1.72a*	22.13±1.65a*	2.94±0.13b*	15.93±14.15ab*	
1	21.44±2.25ab	20.00±1.98b	3.02±0.34ab	17.11±45.19a	
2	20.03±2.32ab	19.02±2.02b	2.99±0.13ab	16.29±12.28ab	
3	22.99±3.72a	21.94±3.39a	2.96±0.37b	15.38±15.99bc	
4	21.50±3.02ab	19.94±2.52b	3.18±0.10ab	15.95±8.64ab	
5	18.02±1.87bc	17.00±1.26c	2.94±0.11b	13.10±6.11c	
6	19.50±2.70bc	18.27±3.10b	2.88±0.23b	14.22±10.76bc	
7	17.94±2.83c	17.11±1.70c	2.92±0.31b	13.10±8.71c	
8	21.03±1.79ab	19.37±2.06b	3.65±0.48a	13.06±6.48c	

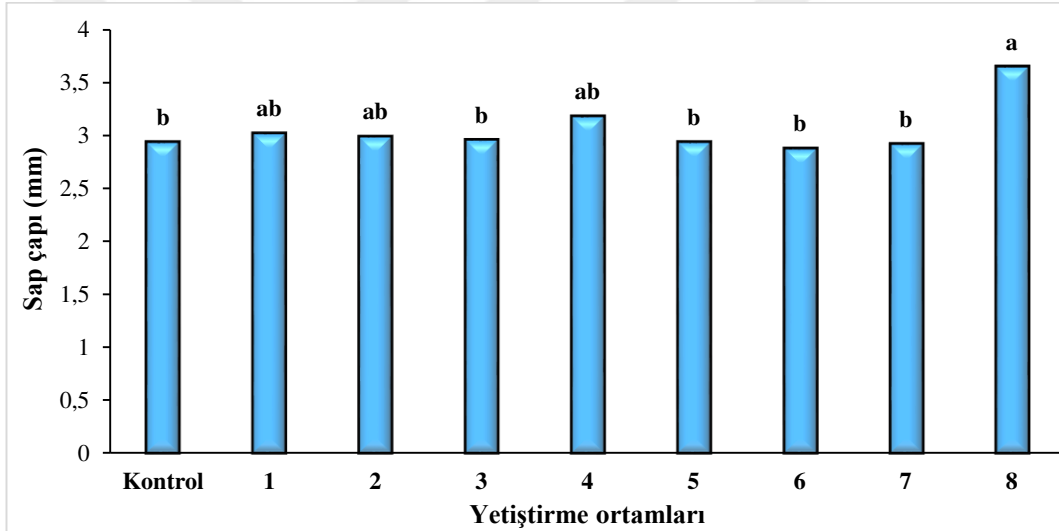
*: P<0.05 düzeyinde önemli. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



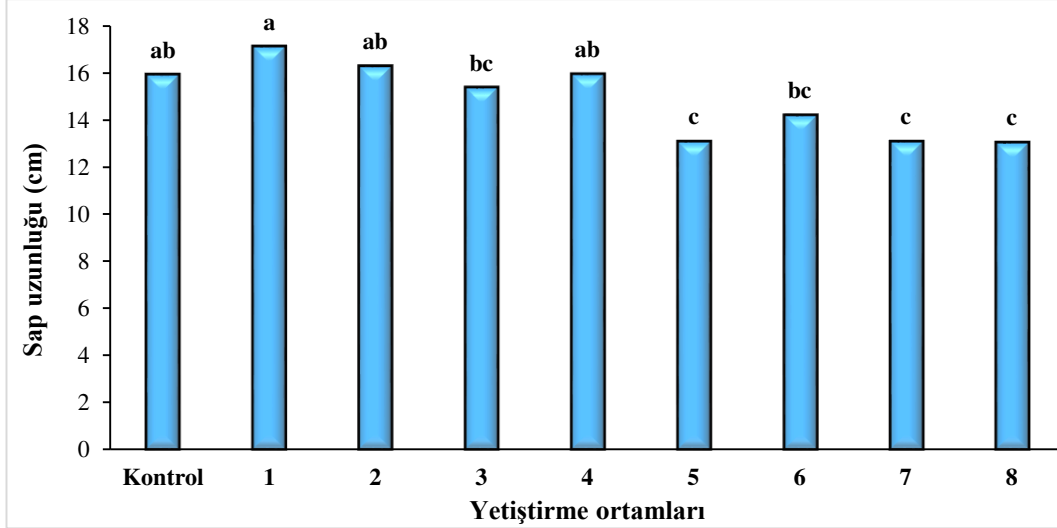
Şekil 4.9. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şapka çapına etkisi.



Şekil 4.10. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şapka yüksekliğine etkisi.



Şekil 4.11. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının sap çapına etkisi.



Şekil 4.12. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının sap uzunluğuna etkisi.

4.3.4 FV008 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Protein ve Kül İçeriği Üzerine Etkileri

Tablo 4.5, Şekil 4.13 ve 4.14’te görüldüğü gibi farklı yetiştirme ortamlarının FV008 izolatına ait mantarların protein ve kül içerikleri üzerine etkilerinin önemli ($P<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Yetiştirme ortamlarının mantarların protein miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek protein değerinin %28.49 ile 3 nolu yetiştirme ortamında (50KT+20PK+30P) belirlenirken, en düşük protein değeri %24.36 ile 8 nolu yetiştirme ortamında (20PK+80P) saptanmıştır. Prina içeren 3 ve 4 nolu ortamlarda kontrolden daha yüksek protein değerleri elde edilmiştir (Tablo 4.5 ve Şekil 4.13)

Yetiştirme ortamları arasında en yüksek kül miktarı %7.65 ile 4 nolu yetiştirme ortamında (40KT+20PK+40P) elde edilmiştir. Bununla birlikte, en düşük kül miktarı yine %5.96 ile 8 nolu yetiştirme ortamında gözlenmiştir. Prina içeren 3 ve 4 nolu ortamlarda kontrolden daha yüksek kül değerleri elde edilmiştir (Tablo 4.5 ve Şekil 4.14).

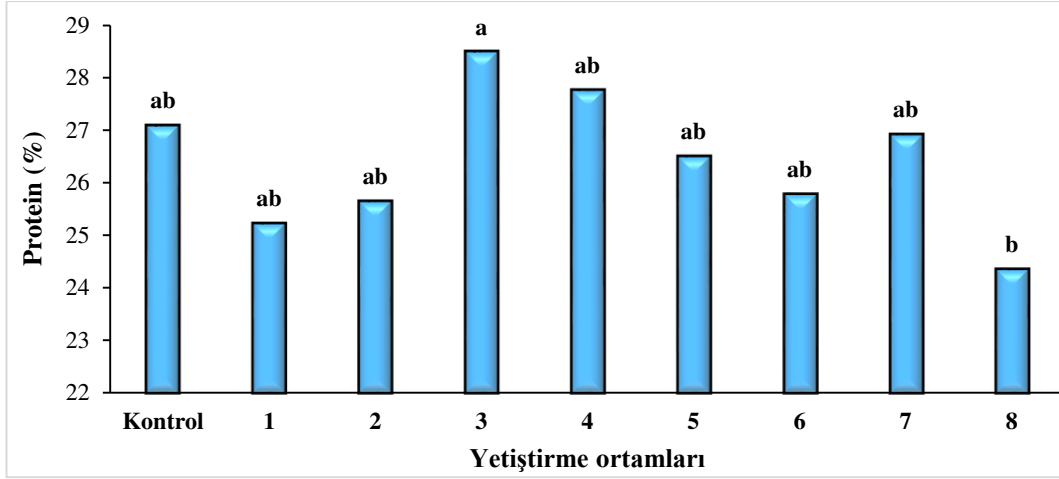
Tablo 4.5. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının protein ve kül içeriği üzerine etkileri.

Yetiştirme Ortamları	Özellik	
	Protein (%)	Kül (%)
Kontrol	27.09±1.40ab*	6.99±0.29ab*
1	25.23±0.88ab	6.79±1.11ab
2	25.65±0.72ab	6.60±1.25ab
3	28.49±0.92a	7.29±0.21ab
4	27.76±2.28ab	7.65±0.38a
5	26.50±1.34ab	6.64±0.17ab
6	25.78±1.91ab	6.10±0.47ab
7	26.92±1.25ab	6.70±0.66ab
8	24.36±2.09b	5.96±0.39b

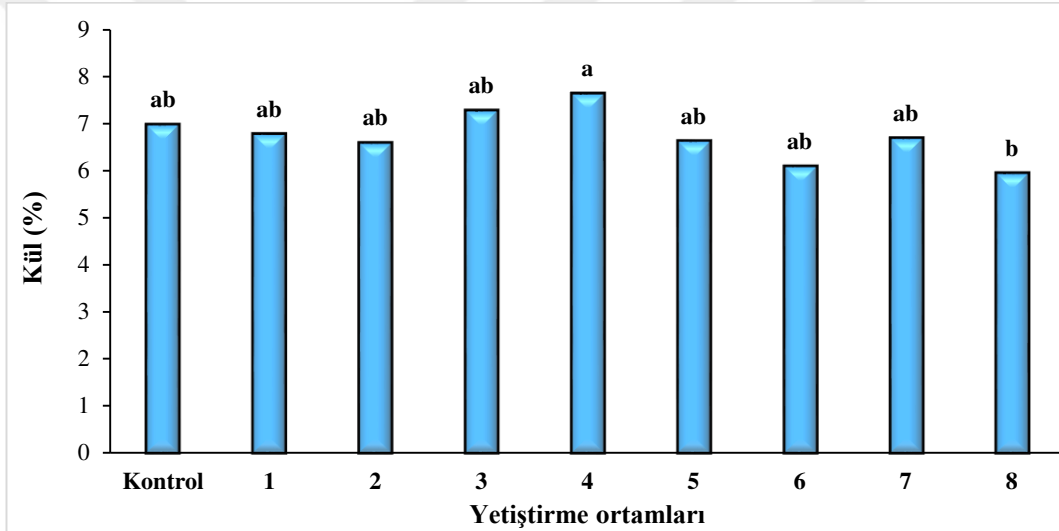
*: P<0.05 düzeyinde önemli. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Protein içeriği mantar kalitesini etkileyen en önemli bileşenlerden biridir. Sulieman vd. (2019) mantarın besin değerini artıran en önemli özelliğin yüksek protein içeriğine sahip olması olduğunu ifade etmişlerdir. *F. velutipes* mantarının iyi bir protein kaynağı olduğu bildirilmiştir (Beluhan ve Ranogajec, 2011; Pereira vd., 2012; Karasoy, 2022). Okuyucu (2021) tarafından farklı yetiştirme ortamlarının *F. velutipes* mantar türünde verim ve kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada protein içeriği %11.08-19.08 ve kül içeriği %7.06-13.49 arasında değişmiştir. Hiramori vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada *F. velutipes* mantarında protein içeriğinin %19.2-25.7 ve kül içeriğinin %3.5-3.7 arasında değiştiği bildirilmiştir. Başka bir çalışmada, *F. velutipes*'in protein içeriği %19.10-24.30 ve kül içeriği %6.50-8.00 olarak tespit edilmiştir (Khereba vd., 2010). Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda *F. velutipes* mantarının protein içeriği %8.06-10.24 (Leifa vd., 2001), %8.9-11.8 (Mahfuz vd., 2017) ve %19.00-33.22 (Karasoy, 2022) olarak bildirilmiştir.

Önceki çalışmalarda *F. velutipes*'in kül içeriği ise %6.9 (Yang vd., 2001), %7.4 (Ko vd., 2007), %9.42 (Pereira vd., 2012), %7.25 (Reis vd., 2012) ve %8.3 (Cohen vd., 2014) olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada protein ve kül içeriği ile ilgili elde edilen sonuçlar önceki araştırmacıların bulguları ile uyumlu bulunmuştur. Protein içeriğindeki değişim yetiştirme ortamına, yetiştirme ortamındaki azot kaynağına, hasat zamanına ve şapka büyüklüğüne bağlı olarak açıklanabilmektedir (Karasoy vd., 2019).



Şekil 4.13. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının protein içeriğine etkisi.



Şekil 4.14. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının kül içeriğine etkisi.

4.3.5 FV008 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Renk Özellikleri (L^* , a^* ve b^*) Üzerine Etkileri

Farklı yetiştirme ortamlarının FV008 izolatına ait mantarların L^* , a^* ve b^* renk değerlerinde meydana getirdiği değişiklik istatistiki olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuş olup, sırasıyla 85.26-93.75, (-1.97) - (-0.96) ve 11.87-17.78 arasında değişiklik göstermiştir.

Rengin açıklık ve koyuluğunu ifade eden L^* değeri (0=Siyah, 100=Beyaz) incelendiğinde, en yüksek L^* değeri istatistiksel olarak aralarında fark olmayan 7 (10KT+20PK+70P) ve 8 nolu (20PK+80P) yetiştirme ortamlarında saptanmıştır. Dolayısıyla 7 ve 8 nolu yetiştirme ortamlarında yetişen mantarların daha beyaz renkli oldukları tespit edilmiştir. En düşük L^*

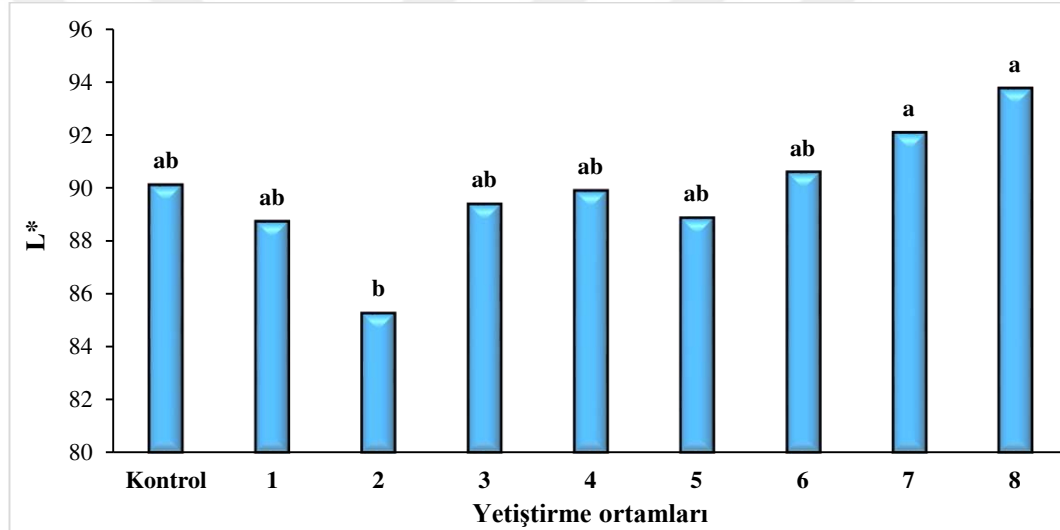
değeri 2 nolu ortamda belirlenmiştir. Renk parametrelerinden a^* değeri kırmızıdan (pozitif) yeşile (negatif) renk değişimlerini ifade etmektedir. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek a^* değeri 2 nolu ortamda elde edilirken, en düşük a^* değeri 3 nolu yetiştirme ortamında gözlenmiştir. Renk parametrelerinden b^* değeri ise sarıdan (pozitif) maviye (negatif) renk değişimlerini belirtmektedir. Yetiştirme ortamlarının mantarların b^* değeri üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek b^* değerinin 2 nolu yetiştirme ortamında, en düşük b^* değerinin ise 5 nolu yetiştirme ortamında olduğu saptanmıştır (Tablo 4.6, Şekil 4.15, 4.16 ve 4.17).

Renk, yenilebilir mantarlarda tüketici tercihini etkileyen en önemli kalite kriterlerinden biridir (Jiang, 2013; Khan vd., 2015). Gregori ve Pohleven (2014) tarafından yapılan çalışmada yüksek oranda pirina içeren substratların *Lentinula edodes* mantarında renk değişimine neden olduğu gözlenmiştir. Karasoy (2022) tarafından değişik katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının *F. velutipes* mantarının verim ve kalitesine etkisinin araştırıldığı çalışmada L^* değeri 39.83-81.05, a^* değeri 0.75-4.76 ve b^* değeri 14.09-35.67 arasında değişmiştir. Başka bir çalışmada, *F. velutipes* mantarında L^* değerinin 51.78-98.83, a^* değerinin (-8.78)-11.76 ve b^* değerinin ise 15.49-50.67 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Woo vd., 2015). Kim vd. (2020) tarafından *F. velutipes* mantarında yürütülen çalışmada L^* değeri 65.91-91.58, a^* değeri (-1.74)-1.19 ve b^* değeri 12.76-23.95 arasında belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen mantarların L^* değerleri Karasoy (2022) tarafından bildirilen değerlerden daha yüksek, Woo vd. (2015) ve Kim vd. (2020) tarafından bildirilen değerler ile uyumlu bulunmuştur. Çalışmada belirlenen a^* değerleri Karasoy (2022) tarafından bildirilen değerlerden daha düşük, Woo vd. (2015) ve Kim vd. (2020)'nin sonuçları ile benzerdir. b^* değerleri ise Karasoy (2022) ve Woo vd. (2015)'nin bulgularından düşük, Kim vd. (2020) tarafından bildirilen değerler ile uyumlu bulunmuştur.

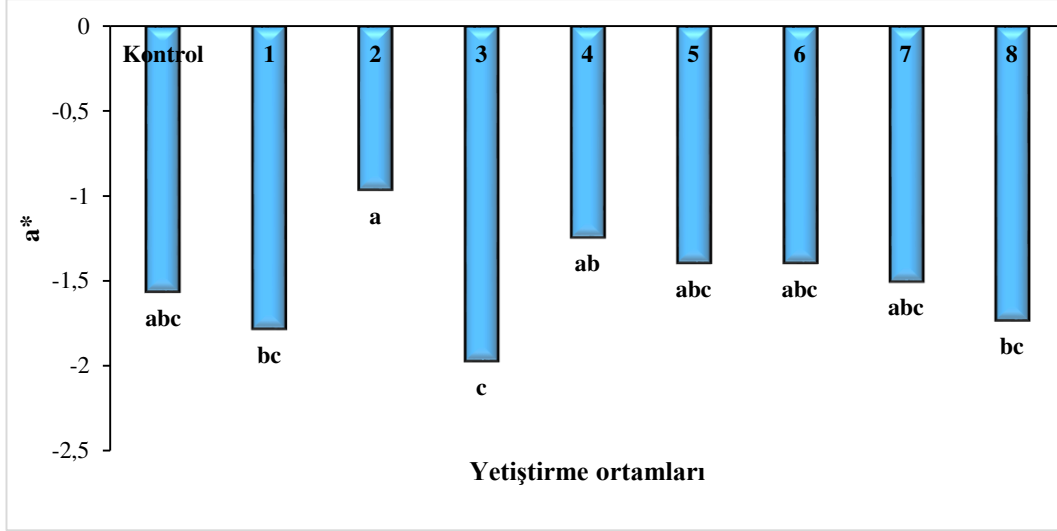
Tablo 4.6. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının renk özellikleri (L*, a* ve b*) üzerine etkileri.

Yetiştirme Ortamları	Özellik		
	L*	a*	b*
Kontrol	90.10±2.05ab**	-1.56±0.26abc**	12.37±0.42b**
1	88.72±1.42ab	-1.78±0.10bc	12.43±1.34b
2	85.26±4.43b	-0.96±0.24a	17.78±1.21a
3	89.38±2.57ab	-1.97±0.11c	12.14±0.37b
4	89.88±2.37ab	-1.24±0.55ab	15.29±5.40ab
5	88.86±1.46ab	-1.39±0.05abc	11.87±0.60b
6	90.58±2.73ab	-1.39±0.23abc	14.53±1.57ab
7	92.08±0.96a	-1.50±0.29abc	13.34±1.17ab
8	93.75±0.58a	-1.73±0.14bc	16.30±0.93ab

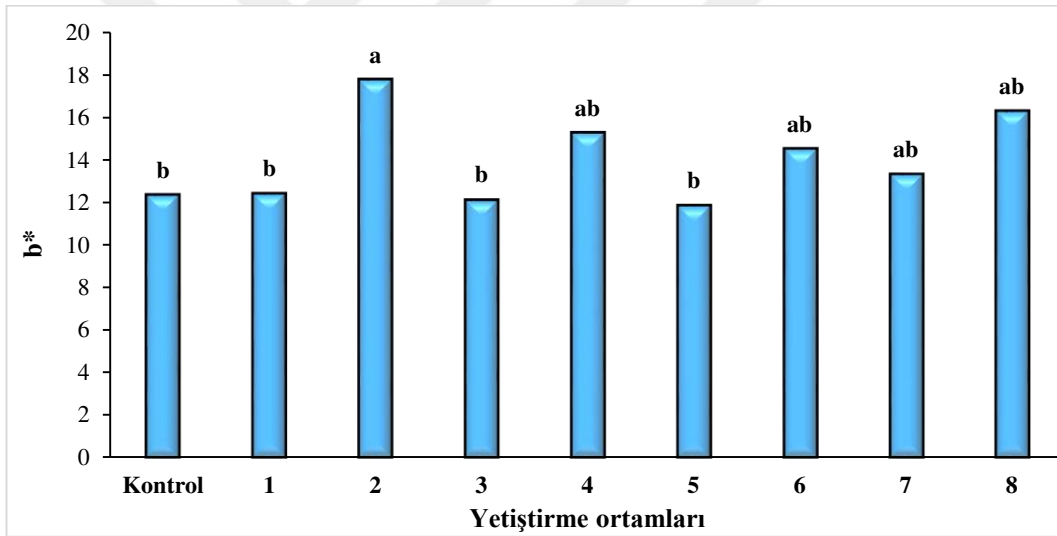
** : P<0.01 düzeyinde önemli. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.15. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının L* değerine etkisi.



Şekil 4.16. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının a* değerine etkisi.



Şekil 4.17. FV008 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının b* değerine etkisi.

4.4 FV010 İzolatı (Çin Orijinli Sarı İzolat) ile İlgili Özellikler

4.4.1 FV010 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Şişe Sarım Süresi, Primordium Oluşum Süresi ve Mantar Oluşum Süresi Üzerine Etkileri

FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi ve mantar oluşum süresi üzerine etkileri Tablo 4.7, Şekil 4.18, 4.19 ve 4.20’de verilmiştir. İncelenen özellikler yönünden çalışmada ele alınan yetiştirme ortamları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur.

Yetiştirme ortamlarının şişe sarım süresi üzerine etkisi incelendiğinde, en kısa şişe sarım süresi istatistiksel olarak aynı grupta yer alan kontrol (80KT+20PK) ve 1 nolu (70KT+20PK+10P) yetiştirme ortamlarında (sırasıyla 18.72 ve 18.36 gün) belirlenirken, en uzun şişe sarım süresi 32.49 gün ile 8 nolu yetiştirme ortamında (20PK+80P) saptanmıştır. Yetiştirme ortamındaki pirina oranı arttıkça şişe sarım süresinin uzadığı tespit edilmiştir.

Primordium oluşum süresi 8.49-15.10 gün arasında değişmiş olup, en uzun süre 8 nolu yetiştirme ortamında elde edilirlen, en kısa süre 5 nolu yetiştirme ortamında (30KT+20PK+50P) belirlenmiştir.

Şişe sarım süresi ve primordium oluşum süresine benzer şekilde en uzun mantar oluşum süresi 30.67 gün ile 8 nolu yetiştirme ortamında gözlenmiştir. Buna karşılık en kısa mantar oluşum süresi istatistiksel olarak aralarında fark olmayan kontrol ve 1 nolu yetiştirme ortamlarında (sırasıyla 19.55 ve 19.70 gün) saptanmıştır. Şişe sarım süresinde olduğu gibi genel olarak yetiştirme ortamındaki pirina oranı arttıkça mantar oluşum süresi uzamıştır. Dolayısıyla FV010 izolatında pirina içeren yetiştirme ortamlarının kontrole göre şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi ve mantar oluşum süresini uzattığı saptanmıştır. Kontrol ile karşılaştırıldığında 8 nolu yetiştirme ortamında şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi ve mantar oluşum süresi sırasıyla %73.56, %57.13 ve %56.88 oranında uzamıştır (Tablo 4.7, Şekil 4.3, 4.4 ve 4.5).

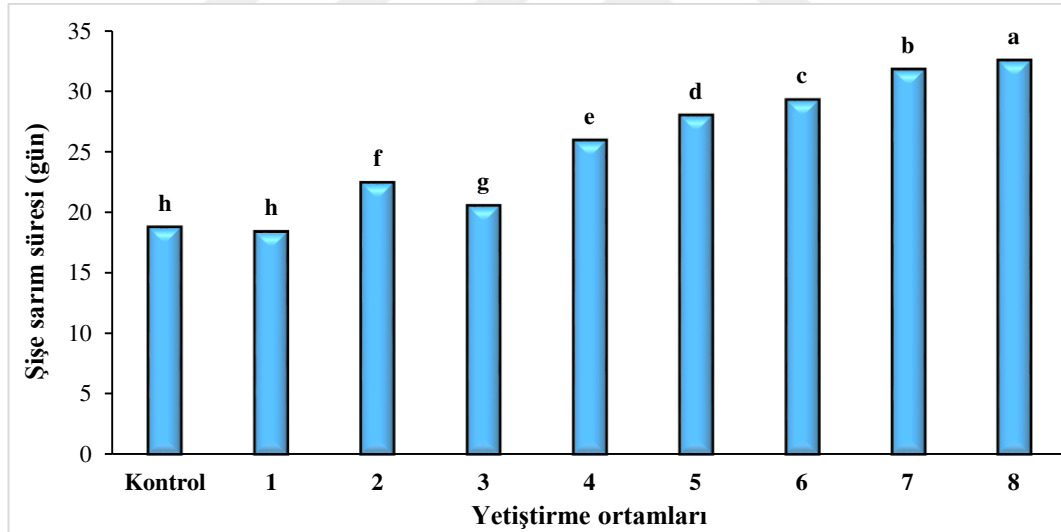
Bu çalışmanın sonuçlarına benzer olarak, Rezaeian ve Pourianfar (2017) *F. velutipes* mantarı üretiminde kullanılan bazı yetiştirme ortamlarında misel gelişiminin olmadığını ifade etmişlerdir. Farklı mantar türlerinde prinanın yetiştirme ortamı olarak kullanım durumunun araştırıldığı çalışmalarda yetiştirme ortamındaki yüksek pirina içeriğinin misel gelişimini yavaşlattığı belirlenmiştir (Kalyoncu ve Kalmış, 2007; Gregori vd., 2012; Gregori ve Pohleven, 2014). Daha önce yapılan çalışmalarda *F. velutipes* mantarında misel gelişim süresi 31-50 gün (Harith vd., 2014), 36-45 gün (Xie vd., 2017), 20-25 gün (Liao vd., 2019), 38.46-47.41 gün (Zhang vd., 2019) ve 32.80-59.30 gün (Okuyucu, 2021) olarak bildirilmiştir. Hiramori vd. (2017) tarafından *F. velutipes* mantarında yürütülen çalışmada misel gelişim süresi 24-25 gün, primordium oluşum süresi 11-12 gün ve mantar oluşum süresi 50 gün olarak belirlenmiştir. Önceki çalışmalarda *F. velutipes* türünde mantar oluşum süresinin 59-61 gün (Khereba vd., 2010), 57.2-76.8 gün (Kurata ve Koh, 2017), 57.00-65.44 gün (Sangkaew ve Koh, 2017) ve 35-

46 gün (Liao vd., 2019) arasında değiştiği ifade edilmiştir. Bu çalışmada belirlenen sonuçlar, literatürde belirtilen bulgular ile uyumludur.

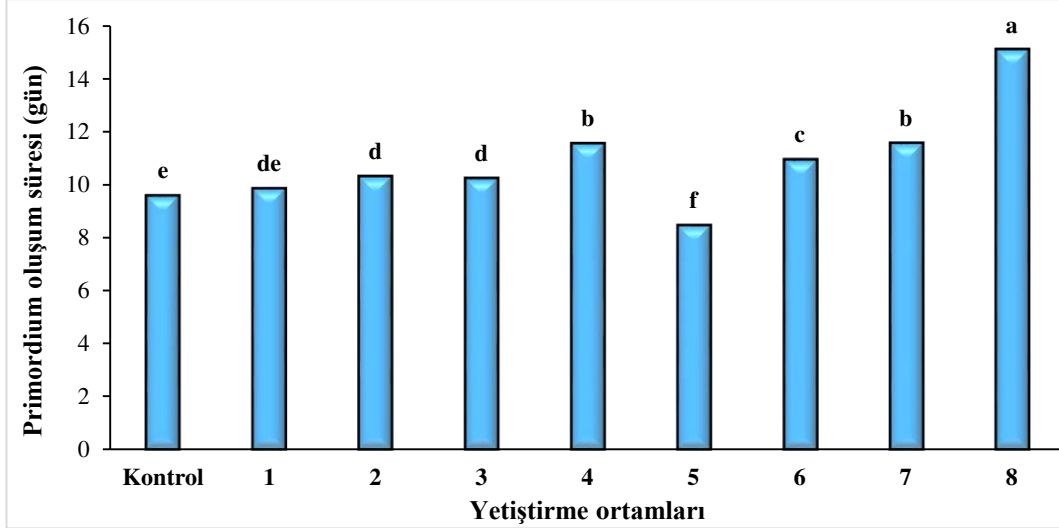
Tablo 4.7. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi ve mantar oluşum süresi üzerine etkileri.

Yetiştirme Ortamları	Özellik		
	Şişe sarım süresi (gün)	Primordium oluşum süresi (gün)	Mantar oluşum süresi (gün)
Kontrol	18.72±0.33h**	9.61±0.11e**	19.55±0.14d**
1	18.36±0.06h	9.88±0.05de	19.70±0.14d
2	22.42±0.08f	10.33±0.13d	26.75±0.54b
3	20.49±0.22g	10.26±0.28d	26.50±0.05b
4	25.90±0.03e	11.57±0.09b	23.39±0.11c
5	27.96±0.17d	8.49±0.09f	23.64±0.68c
6	29.25±0.17c	10.96±0.21c	24.26±0.60c
7	31.77±0.18b	11.58±0.12b	25.94±1.23b
8	32.49±0.08a	15.10±0.47a	30.67±0.37a

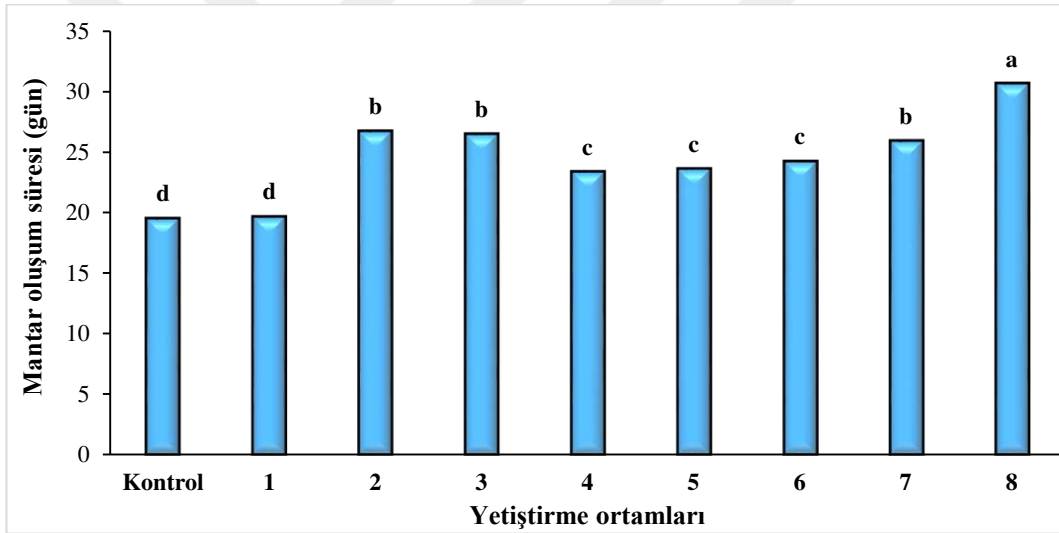
** : P<0.01 düzeyinde önemli. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.18. FV010 izolatında izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şişe sarım süresine etkisi.



Şekil 4.19. FV010 izolatında izolatında farklı yetiştirme ortamlarının primordium oluşum süresine etkisi.



Şekil 4.20. FV010 izolatında izolatında farklı yetiştirme ortamlarının mantar oluşum süresine etkisi.

4.4.2 FV010 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Verim, Biyolojik Etkinlik ve Mantar Ağırlığı Üzerine Etkileri

Tablo 4.8, Şekil 4.21, 4.22 ve 4.23'te görüldüğü gibi verim, BE ve mantar ağırlığı yönünden yetiştirme ortamları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur.

Çalışmada ele alınan yetiştirme ortamlarına bağlı olarak FV010 izolatında verim değerleri 79.54-198.12 g/kg arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek verim kontrol ortamında (80KT+20PK) elde edilirken, en düşük verim 3 nolu yetiştirme ortamında (50KT+20PK+30P) belirlenmiştir. Çalışmada pirina içeren

tüm yetiştirme ortamlarında kontrole göre daha düşük verim değerleri elde edilmiştir.

Yetiştirme ortamlarının BE üzerine etkisi incelendiğinde %18.68-48.12 arasında değişmiş olup, en yüksek BE değeri kontrol ortamında tespit edilmiştir. Buna karşılık 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 nolu yetiştirme ortamları istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlar ve en düşük BE değerine sahip bulunmuşlardır. Pirina içeren yetiştirme ortamlarının hepsinden kontrole göre daha düşük BE değerleri elde edilmiştir.

FV010 izolatında en yüksek mantar ağırlığı 1.86 g ile 8 nolu yetiştirme ortamında (20PK+80P) saptanmış olup, 1.51 g ile 5 nolu yetiştirme ortamı (30KT+20PK+50P) onu yakından izlemiştir. Bununla birlikte, en düşük mantar ağırlığı (0.64 g) ile 4 nolu yetiştirme ortamında (40KT+20PK+40P) tespit edilmiştir.

Bulgularımıza benzer şekilde, Rezaeian ve Pourianfar (2017), Okuyucu (2021) ve Karasoy (2022) tarafından *F. velutipes* mantarında yapılan çalışmalarda da bazı yetiştirme ortamlarından verim alınamamıştır. Farklı mantar türlerinde prinanın yetiştirme ortamı olarak kullanım durumunun araştırıldığı çalışmalarda yetiştirme ortamındaki yüksek pirina içeriğinin mantar oluşumu, verim ve biyolojik etkinliği olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. (Gregori vd., 2012; Gregori ve Pohleven, 2014). Diğer taraftan, Atila (2017) farklı *Pleurotus* türlerinde (*P. djamor*, *P. eryngii* ve *P. citrinopileatus*) %25 ve %50 oranında pirina içeren substratlarda kontrol substratından daha yüksek BE elde edildiğini bildirmiştir.

Okuyucu (2021) farklı yetiştirme ortamlarının *F. velutipes* mantar türünde verim ve kalite üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada verim ve BE değerlerinin sırasıyla 48.92-219.79 g/kg ve %14.41-61.31 arasında değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Karasoy (2022) tarafından yapılan çalışmada *F. velutipes* mantarının verim ve BE değerleri sırasıyla 36.83-89.60 g/şişe ve %16.51-40.03 arasında bulunmuştur. Başka bir çalışmada, farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen *F. velutipes*'in verim ve BE değerleri sırasıyla 50.9-100.9 g/şişe ve %39.3-80.3 arasında değişiklik göstermiştir (Liao vd., 2019). Bizim sonuçlarımız, bu araştırmacıların bulguları ile uyumludur. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda *F. velutipes* mantarı için verim değerleri 40.03-129.38 g/şişe (Song vd., 1993), 52.8-98.8 g/şişe (Nakaya, 1998) ve 96.7-143.4 g/şişe (Jung vd., 2009) olarak belirlenirken, BE değerlerinin %12.36-64.63 (Khereba vd., 2010), %29.34-

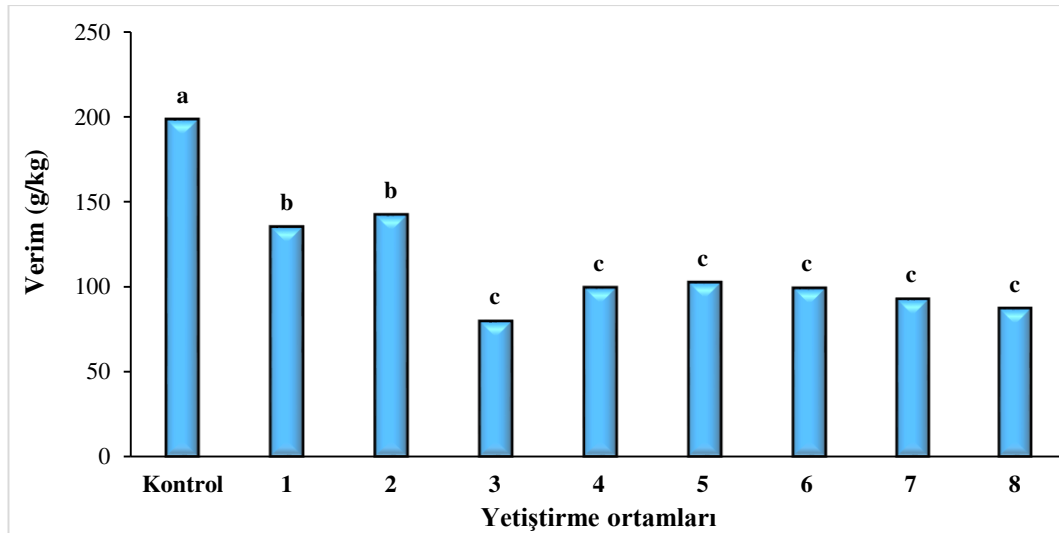
64.74 (Miao vd., 2014), %72.35-129.60 (Sangkaew ve Koh, 2017), %53.1-119.7 (Xie vd., 2017) ve %54.48-108.74 (Zhang vd., 2019) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır.

Bu çalışmada elde edilen mantarların ortalama ağırlıkları (0.64-1.86 g) Karasoy (2022) tarafından bildirilen değerler ile uyumlu (0.86-1.39 g), buna karşılık Okuyucu (2021)'nın bulgularından (3.55-4.84 g) daha düşük bulunmuştur.

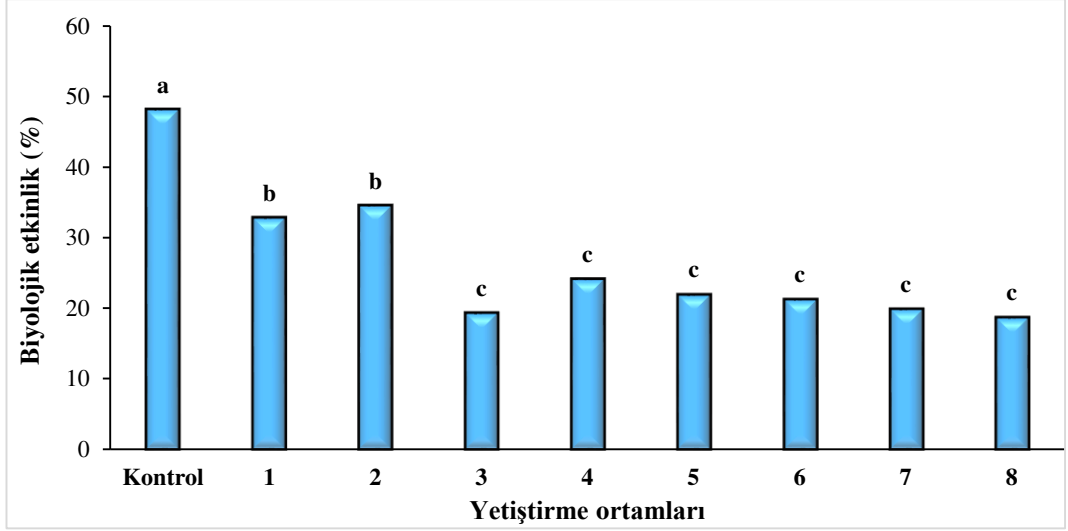
Tablo 4.8. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının verim, biyolojik etkinlik ve mantar ağırlığı üzerine etkileri.

Yetiştirme Ortamları	Özellik		
	Verim (g/kg)	Biyolojik etkinlik (%)	Mantar ağırlığı (g)
Kontrol	198.12±8.96a**	48.12±2.18a**	1.31±0.15bc**
1	135.00±24.25b	32.79±4.89b	1.23±0.03bc
2	142.17±12.97b	34.53±3.15b	1.27±0.18bc
3	79.54±0.60c	19.32±0.15c	1.21±0.06bc
4	99.30±7.81c	24.12±1.89c	0.64±0.02d
5	102.32±7.49c	21.93±1.61c	1.51±0.26ab
6	99.00±8.85c	21.22±1.90c	1.12±0.19c
7	92.64±3.99c	19.85±0.85c	1.37±0.24bc
8	87.15±10.08c	18.68±2.16c	1.86±0.04a

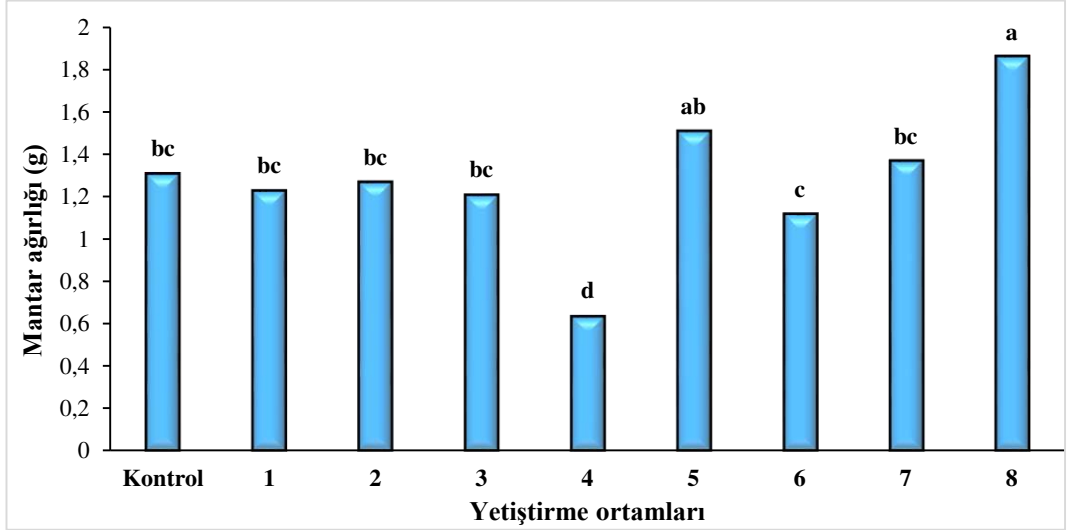
** : P<0.01 düzeyinde önemli. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.21. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının verime etkisi.



Şekil 4.22. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının biyolojik etkinliğe etkisi.



Şekil 4.23. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının mantar ağırlığına etkisi.

4.4.3 FV010 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Şapka Çapı, Şapka Yüksekliği, Sap Çapı ve Sap Uzunluğu Üzerine Etkileri

Farklı yetiştirme ortamlarının FV010 izolatına ait mantarların şapka çapı, şapka yüksekliği, sap çapı ve sap uzunluğu değerlerinde meydana getirdiği değişiklik istatistiki olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuş olup, sırasıyla 18.18-22.38 mm, 16.44-23.38 mm, 2.03-2.61 mm ve 8.42-17.13 cm arasında değişiklik göstermiştir.

Yetiştirme ortamları arasında şapka çapı bakımından en yüksek değerler istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 2, 3, 5 ve 8 nolu yetiştirme ortamlarında

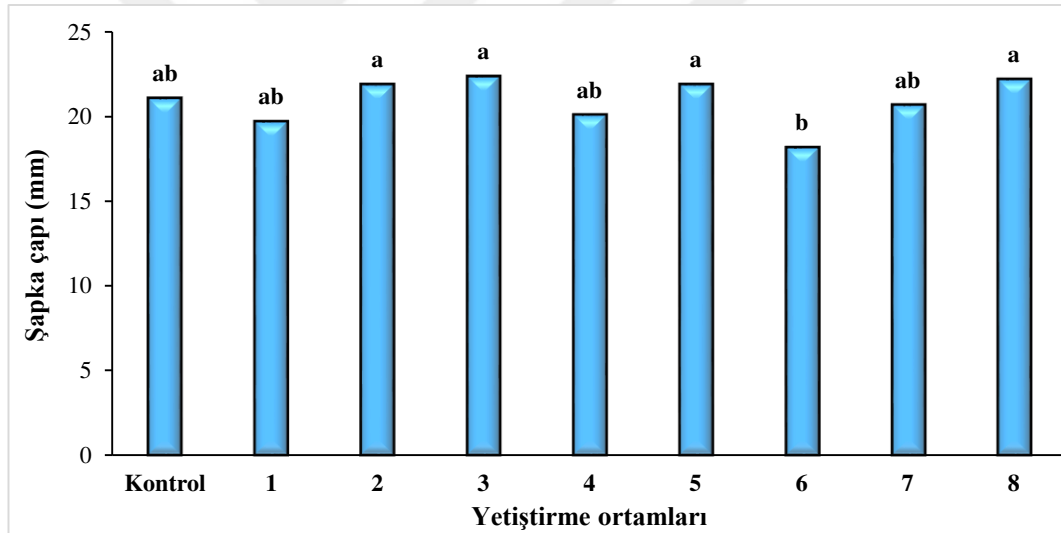
belirlenmiştir. Diğer taraftan, 6 nolu yetiştirme ortamındaki şapka çapı değeri diğer ortamlardan önemli oranda daha düşük bulunmuştur. Şapka yüksekliği ve sap uzunluğu bakımından en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 8 (20PK+80P) ve 4 nolu (40KT+20PK+40P) yetiştirme ortamlarında saptanmıştır. Çalışmada yetiştirme ortamlarının sap çapı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek sap çapı 5 nolu yetiştirme ortamında (30KT+20PK+50P) belirlenirken, en düşük sap çapı 8 nolu yetiştirme ortamında tespit edilmiştir (Tablo 4.9, Şekil 4.24, 4.25, 4.26 ve 4.27).

Daha önceki çalışmalarda *F. velutipes*'in şapka çapı, sap çapı ve sap uzunluğu gibi morfolojik özelliklerinin yetiştirme ortamından önemli oranda etkilendiği bildirilmiştir (Miao vd., 2014; Zhang vd., 2019; Okuyucu, 2021; Karasoy, 2022). *F. velutipes* mantarında şapka çapının Khereba vd. (2010) tarafından 17.3-22.7 mm, Miao vd. (2014) tarafından 6.3-7.7 mm, Zhang vd. (2019) tarafından 6.7-8.2 mm, Okuyucu (2021) tarafından 29.69-39.10 mm ve Karasoy (2022) tarafından 22.9-31.9 mm arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen mantarların şapka çapı değerleri Miao vd. (2014) ve Zhang vd. (2019) tarafından bildirilen değerlerden daha yüksek, Okuyucu (2021) ve Karasoy (2022)'un bulgularından daha düşük ve Khereba vd. (2010) tarafından bildirilen değerler ile uyumlu bulunmuştur. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda *F. velutipes*'in sap çapı değerleri 2.5-3.2 mm (Khereba vd., 2010), 2.9-4.6 mm (Miao vd., 2014), 2.5-3.7 mm (Zhang vd., 2019), 2.94-5.70 mm (Okuyucu, 2021) ve 3.16-5.46 mm (Karasoy, 2022) arasında değişiklik göstermiştir. Bu çalışmada tespit edilen sap çapı değerlerinin literatürde bildirilen sonuçlardan biraz daha düşük olduğu tespit edilmiştir. *F. velutipes*'in sap uzunluğu 9.10-12.0 cm (Khereba vd., 2010), 12.34-14.09 cm (Miao vd., 2014), 14.57-19.92 cm (Zhang vd., 2019), 5.17-8.81 cm (Okuyucu, 2021) ve 9.65-16.25 cm (Karasoy, 2022) olarak tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen sap uzunluğu değerleri literatürde belirtilen sınırlar içerisinde yer almıştır.

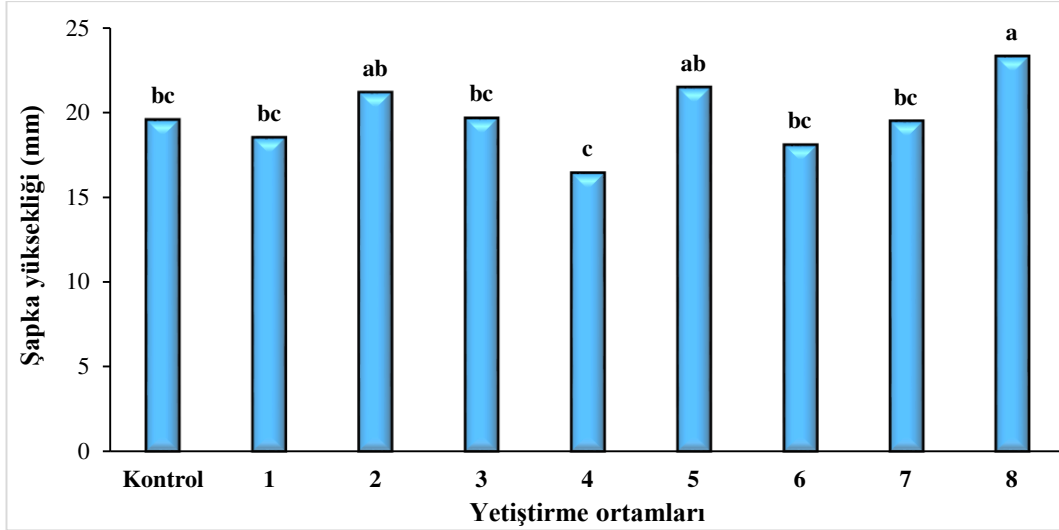
Tablo 4.9. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şapka çapı, şapka yüksekliği, sap çapı ve sap uzunluğu üzerine etkileri.

Yetiştirme Ortamları	Özellik			
	Şapka (mm)	çapı	Şapka yüksekliği (mm)	Sap çapı (mm) Sap uzunluğu (cm)
Kontrol	21.09±1.87ab**		19.55±1.54bc**	2.23±0.27abc** 16.41±10.08ab**
1	19.71±0.89ab		18.51±1.15bc	2.41±0.17abc 13.85±2.53cde
2	21.90±0.59a		21.16±0.32ab	2.32±0.07abc 15.13±7.14bcd
3	22.38±0.57a		19.65±0.05bc	2.36±0.03abc 15.50±1.15abc
4	20.11±0.36ab		16.44±0.25c	2.17±0.07bc 8.42±2.55f
5	21.90±2.10a		21.47±2.25ab	2.61±0.03a 13.29±4.59de
6	18.18±1.25b		18.07±1.06bc	2.49±0.20ab 12.86±2.07e
7	20.70±1.03ab		19.47±0.58bc	2.45±0.23ab 13.35±12.16de
8	22.21±2.23a		23.28±3.09a	2.03±0.19c 17.13±14.58a

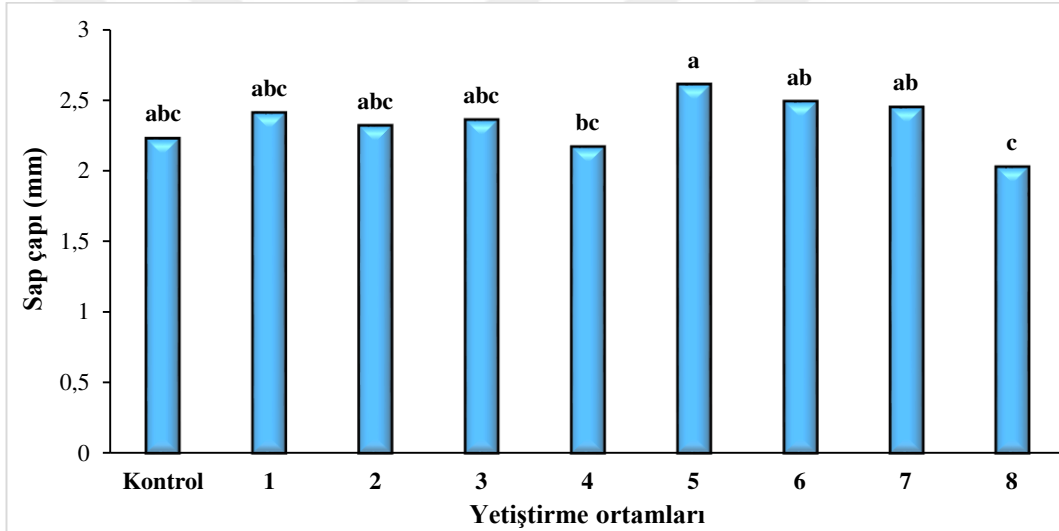
**; P<0.01 düzeyinde önemli. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



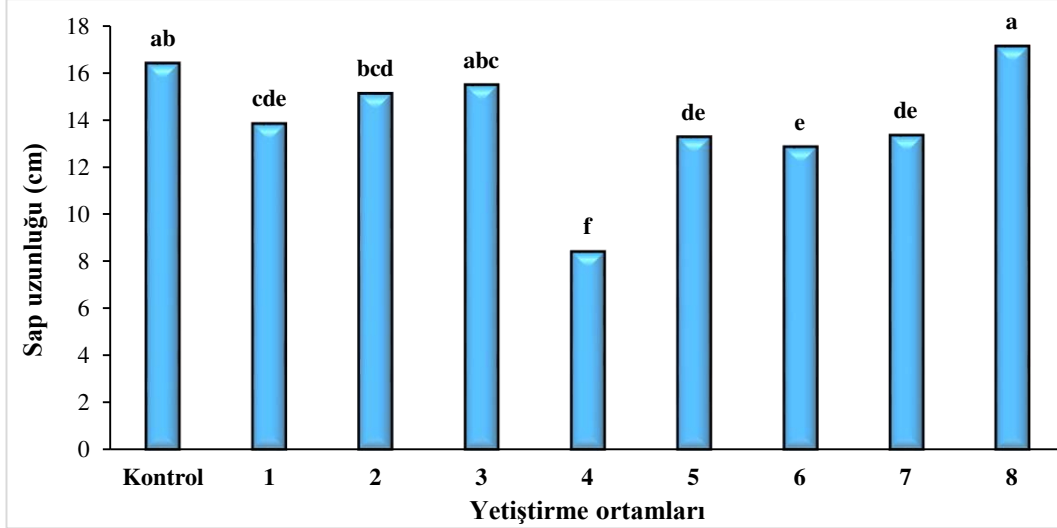
Şekil 4.24. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şapka çapına etkisi.



Şekil 4.25. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının şapka yüksekliğine etkisi.



Şekil 4.26. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının sap çapına etkisi.



Şekil 4.27. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının sap uzunluğuna etkisi.

4.4.4 FV010 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Protein ve Kül İçeriği Üzerine Etkileri

Çalışmada protein içeriği bakımından yetiştirme ortamları arasındaki farklılıklar $P < 0.05$ düzeyinde önemli, kül içeriği bakımından ise yetiştirme ortamları arasındaki farklılıklar $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 4.10, Şekil 4.28 ve 4.29).

Yetiştirme ortamlarının mantarların protein miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek protein değeri %30.56 ile 8 nolu yetiştirme ortamında (20PK+80P) belirlenirken, en düşük protein değerleri ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 2 (60KT+20PK+20P) ve 4 nolu (40KT+20PK+40P) ortamlarda (sırasıyla %26.63 ve 26.29) saptanmıştır. Çalışmada 2 ve 4 nolu ortamlar dışında, pirina içeren tüm yetiştirme ortamlarından kontrolden daha yüksek protein değerleri elde edilmiştir (Tablo 4.10 ve Şekil 4.28).

FV010 izolatına ait mantarların kül içeriği %5.48-7.83 arasında değişmiştir. Yetiştirme ortamları arasında en düşük kül içeriği 8 nolu yetiştirme ortamında belirlenmiştir. Bununla birlikte, çalışmada ele alınan diğer tüm yetiştirme ortamları istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve en yüksek kül içeriğine sahip bulunmuşlardır (Tablo 4.10 ve Şekil 4.29).

Proteinler mantarların ana bileşenlerinden biridir (Beluhan ve Ranogajec, 2011). Tang vd. (2016) proteinleri oluşturan aminoasitlerin, mantarların lezzetli ve tatlı bir tad oluşturmalarında önemli rol oynadığını ifade etmiştir. Mantarların

protein içerikleri; mantar türüne, çeşide, mantarın gelişme aşamasına, yetiştirme ortamının fiziksel ve kimyasal özelliklerine, mantar büyüklüğüne, analizde kullanılan mantar kısımlarına ve analiz tekniğine bağlı olarak değişebilmektedir (Ragunathan ve Swaminathan, 2003; Colak vd., 2009; Gothwal vd., 2012).

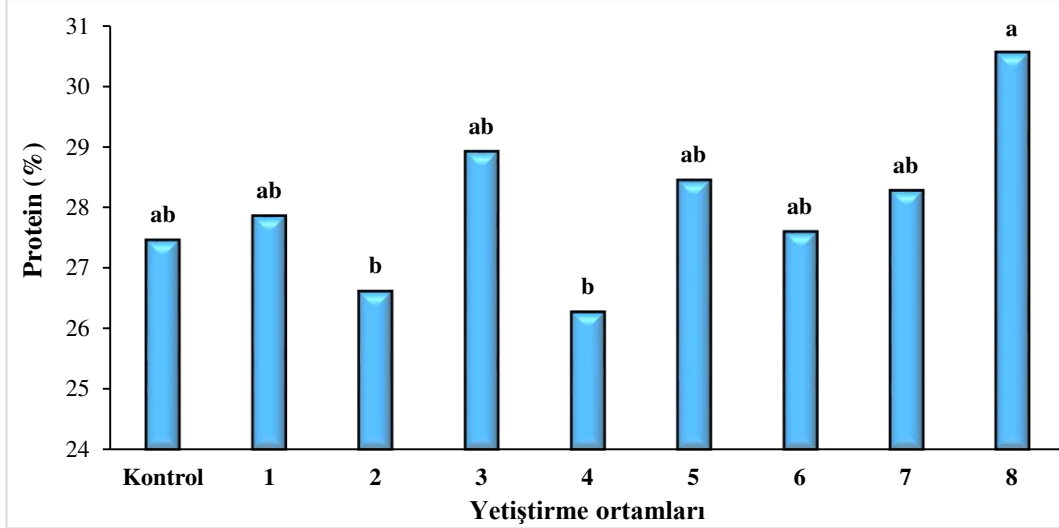
Önceki çalışmalarda *F. velutipes* mantarında protein içeriğinin %19.10-24.30 (Khereba vd., 2010), %19.2-25.7 (Hiramori vd., 2017), %11.08-19.08 (Okuyucu, 2021) ve %19.00-33.22 (Karasoy, 2022) arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu çalışmada protein içeriği ile ilgili elde edilen sonuçlar önceki araştırmacıların bulguları ile uyumlu bulunmuştur.

Okuyucu (2021) tarafından farklı yetiştirme ortamlarının *F. velutipes* mantar türünde verim ve kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada kül içeriği %7.06-13.49 arasında değişmiştir. Hiramori vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada *F. velutipes* mantarında kül içeriğinin %3.5-3.7 arasında değiştiği bildirilmiştir. Başka bir çalışmada, *F. velutipes*'in kül içeriği %6.50-8.00 olarak tespit edilmiştir (Khereba vd., 2010). Bu çalışmada belirlenen kül değerleri Hiramori vd. (2017)'nin bildirdikleri sonuçlardan daha yüksek, Okuyucu (2021)'nin bulgularından düşük ve Khereba vd. (2010)'nin bulguları ile uyumlu bulunmuştur.

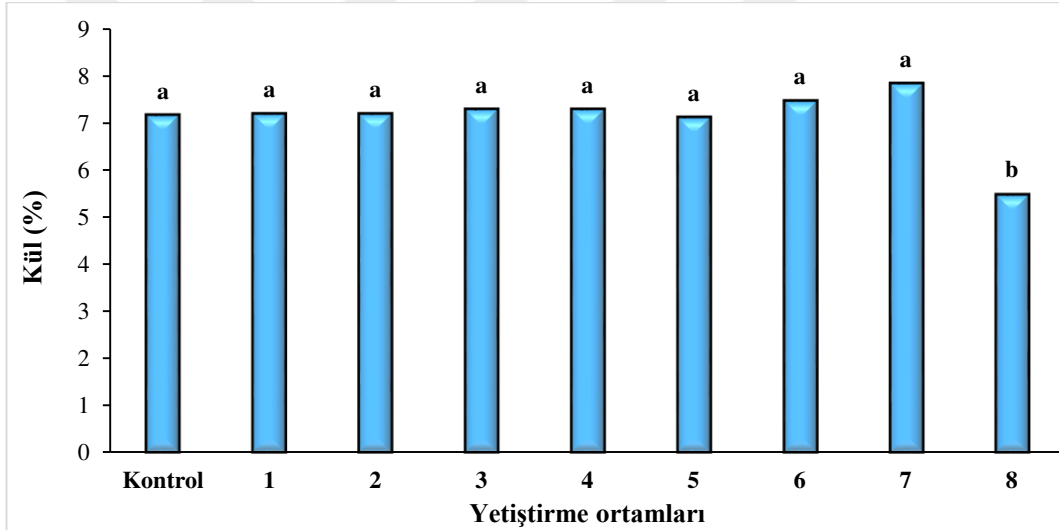
Tablo 4.10. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının protein ve kül içeriği üzerine etkileri.

Yetiştirme Ortamları	Özellik	
	Protein (%)	Kül (%)
Kontrol	27.47±1.15ab*	7.16±0.19a**
1	27.87±0.74ab	7.19±0.12a
2	26.63±1.52b	7.19±0.13a
3	28.93±2.30ab	7.28±0.22a
4	26.29±1.36b	7.28±0.20a
5	28.46±2.16ab	7.11±0.33a
6	27.61±0.71ab	7.46±0.77a
7	28.29±1.41ab	7.83±0.61a
8	30.56±0.93a	5.48±0.50b

** : P<0.01 düzeyinde önemli, * : P<0.05 düzeyinde önemli. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.28. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının protein içeriğine etkisi.



Şekil 4.29. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının kül içeriğine etkisi.

4.4.5 FV010 İzolatında Yetiştirme Ortamlarının Renk Özellikleri (L^* , a^* ve b^*) Üzerine Etkileri

Çalışmada L^* renk değeri bakımından yetiştirme ortamları arasındaki farklılıklar $P < 0.01$ düzeyinde önemli, b^* değeri bakımından ise yetiştirme ortamları arasındaki farklılıklar $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Diğer taraftan, yetiştirme ortamlarının FV010 izolatına ait mantarların a^* değeri üzerine etkisinin önemsiz ($P > 0.05$) olduğu saptanmıştır.

Çalışmada ele alınan yetiştirme ortamlarına bağlı olarak L^* , a^* ve b^* renk değerleri sırasıyla 77.80-87.01, (-1.50) - (-0.46) ve 17.10-21.68 arasında

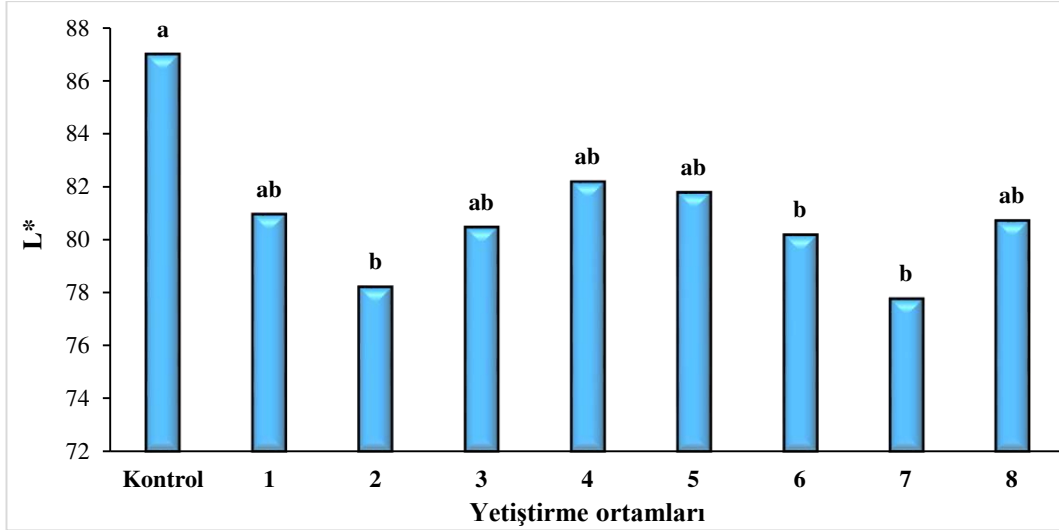
değişiklik göstermiştir. En yüksek L* değeri kontrol ortamında belirlenirken, en düşük L* değeri istatistiksel olarak aralarında fark olmayan 2, 6 ve 7 nolu yetiştirme ortamlarında saptanmıştır. Yetiştirme ortamlarının mantarların b* değeri üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek b* değerinin 7 nolu yetiştirme ortamında, en düşük b* değerinin ise kontrol ortamında olduğu saptanmıştır. Çalışmada 7 nolu ortamda yetişen mantarların daha sarı renkli oldukları tespit edilmiştir (Tablo 4.11, Şekil 4.30, 4.31 ve 4.32).

Mantarlarda en önemli kalite kriterlerinden biri olan renk yetiştirme ortamının içeriğine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Gregori ve Pohleven, 2014; Karasoy, 2022). Woo vd. (2015) yaptıkları çalışmada *F. velutipes* mantarında L* değerinin 51.78-98.83, a* değerinin (-8.78)-11.76 ve b* değerinin ise 15.49-50.67 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir., *F. velutipes* mantarında yürütülen başka bir çalışmada L* değeri 65.91-91.58, a* değeri (-1.74)-1.19 ve b* değeri 12.76-23.95 arasında belirlenmiştir (Kim vd., 2020). Bu çalışmada renk özellikleri ile ilgili elde edilen sonuçlar önceki araştırmacıların bulguları ile uyumludur.

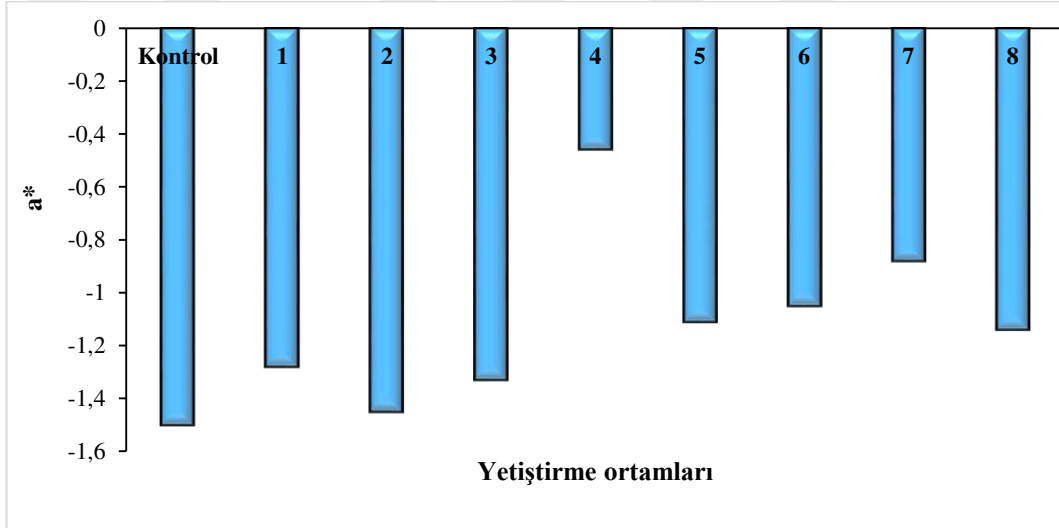
Tablo 4.11. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının renk özellikleri (L*, a* ve b*) üzerine etkileri.

Yetiştirme Ortamları	Özellik		
	L*	a*	b*
Kontrol	87.01±5.20a**	-1.50±0.39 ^{öd}	17.10±0.83b*
1	80.98±1.91ab	-1.28±0.24	18.69±1.31ab
2	78.24±1.81b	-1.45±0.43	20.87±1.27ab
3	80.49±2.75ab	-1.33±0.40	19.75±2.60ab
4	82.20±1.77ab	-0.46±0.99	18.35±1.47ab
5	81.80±2.32ab	-1.11±0.09	19.08±1.76ab
6	80.20±2.22b	-1.05±0.73	20.72±2.51ab
7	77.80±1.80b	-0.88±0.37	21.68±1.72a
8	80.74±3.48ab	-1.14±0.21	20.47±0.64ab

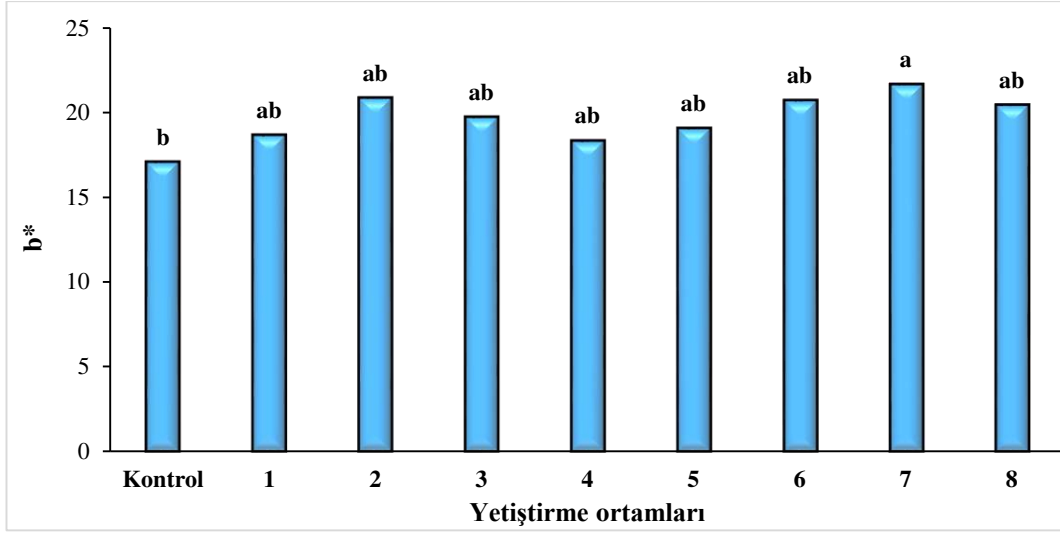
** : P<0.01 düzeyinde önemli, * : P<0.05 düzeyinde önemli, öd: önemli değil. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



şekil 4.30. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının L* değerine etkisi.



şekil 4.31. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının a* değerine etkisi.



Şekil 4.32. FV010 izolatında farklı yetiştirme ortamlarının b* değerine etkisi.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kültürü yapılan yenilebilir mantar türlerinden biri olan Enoki (*Flammulina velutipes*), dünyada uzun yıllarından beri yetiştiriciliği devam eden bir mantar türüdür. Enoki mantarı ülkemizde doğal olarak yetişmesine rağmen, yeterince tanınmamakta ve henüz ticari olarak yetiştiriciliği yapılmamaktadır. Bu mantar türünün yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması için öncelikle ucuz, yerel olarak kolay temin edilebilir, mantar verim ve kalitesi üzerine olumlu etkileri olan yetiştirme ortamlarının belirlenmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu konuda yeni çalışmalar yapılması, Türkiye'ye bu mantarın tanıtılması ve ülkemiz mantar sektörüne yeni bir mantar türü kazandırılması açısından önemlidir. Bu çalışmada şişe kültüründe enoki mantarı (*F. velutipes*) yetiştiriciliğinde pirinanın substrat olarak kullanımının mantar gelişim, verim ve kalitesine etkileri incelenmiştir.

FV008 izolatında petride misel gelişim süresi ile tohumluk misel gelişim süresi, FV010 izolatından önemli oranda daha kısa bulunmuştur. Çalışmada her iki izolatta da 9 (100KT) ve 10 (100P) nolu yetiştirme ortamlarında misel gelişimi olmamıştır ve dolayısıyla verim elde edilememiştir.

FV008 izolatında şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi, mantar oluşum süresi, verim ve biyolojik etkinlik bakımından yetiştirme ortamları arasındaki farklılıklar $P < 0.01$ düzeyinde önemli; şapka çapı, şapka yüksekliği, şapka çapı, şapka uzunluğu, protein ve kül içerikleri ile L^* , a^* ve b^* renk değerleri bakımından ise $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna karşılık, mantar ağırlığı yönünden yetiştirme ortamları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

FV008 izolatında yetiştirme ortamlarının etkileri incelendiğinde, yetiştirme ortamındaki pirina oranı arttıkça şişe sarım süresi ve mantar oluşum süresinin uzadığı tespit edilmiştir. Kontrol (80KT+20PK) ile karşılaştırıldığında 8 nolu yetiştirme ortamında (20PK+80P) şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi ve mantar oluşum süresi sırasıyla %68.55, %34.84 ve %15.98 oranında uzamıştır. Çalışmada ele alınan yetiştirme ortamlarına bağlı olarak FV008 izolatında verim ve BE değerleri sırasıyla 79.41-127.72 g/kg ve %19.29-27.37 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek verim ve BE değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 7 (10KT+20PK+70P), 8 (20PK+80P) ve kontrol (80KT+20PK) ortamlarında tespit edilmiştir. FV008 izolatına ait mantarların protein ve kül içerikleri sırasıyla

%24.36-28.49 ve %5.96-7.65 arasında değişmiştir. Çalışmada 7 ve 8 nolu yetiştirme ortamlarında yetişen mantarların daha beyaz renkli oldukları tespit edilmiştir.

FV010 izolatında şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi, mantar oluşum süresi, verim, biyolojik etkinlik, mantar ağırlığı, şapka çapı, şapka yüksekliği, sap çapı, sap uzunluğu ve kül içeriği ile L* renk değeri bakımından yetiştirme ortamları arasındaki farklılıklar $P<0.01$ düzeyinde önemli; protein içeriği ve b* renk değeri bakımından ise $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Diğer taraftan, a* renk değeri yönünden yetiştirme ortamları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

FV010 izolatında yetiştirme ortamlarının etkileri incelendiğinde, pirina içeren yetiştirme ortamlarının kontrole göre şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi ve mantar oluşum süresini uzattığı saptanmıştır. En uzun mantar oluşum süresi 8 nolu yetiştirme ortamında gözlenirken, en kısa mantar oluşum süresi kontrol ve 1 nolu (70KT+20PK+10P) yetiştirme ortamlarında saptanmıştır. Kontrol ile karşılaştırıldığında 8 nolu yetiştirme ortamında şişe sarım süresi, primordium oluşum süresi ve mantar oluşum süresi sırasıyla %73.56, %57.13 ve %56.88 oranında uzamıştır. Yetiştirme ortamlarının verim ve BE üzerine etkisi incelendiğinde, sırasıyla 79.54-198.12 g/kg ve %18.68-48.12 arasında değişmiş olup, en yüksek verim ve BE kontrol ortamında (80KT+20PK) belirlenmiştir. FV010 izolatında pirina içeren tüm yetiştirme ortamlarında kontrole göre daha düşük verim ve BE değerleri elde edilmiştir. Mantar ağırlığı, şapka çapı, şapka yüksekliği, sap uzunluğu ve protein miktarı yönünden en yüksek değerler 8 nolu yetiştirme ortamında tespit edilmiştir. FV008 izolatına ait mantarların protein ve kül içerikleri sırasıyla %26.29-30.56 ve %5.48-7.83 arasında değişmiştir. Çalışmada 7 nolu ortamda yetişen mantarların daha sarı renkli oldukları tespit edilmiştir.

Çalışmada şişe kültüründe enoki mantarı yetiştiriciliğinde pirinanın substrat olarak kullanım potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir. FV008 izolatında 7 (10KT+20PK+70P) ve 8 (20PK+80P) nolu yetiştirme ortamlarının, FV010 izolatında ise 1 (70KT+20PK+10P) ve 2 (60KT+20PK+20P) nolu yetiştirme ortamlarının verim yönünden daha iyi sonuçlar verdiği ve yetiştiricilik için önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Bu mantar türünün yetiştiriciliğinde pirinanın yetiştirme ortamı olarak kullanılması ile çevresel bir sorun oluşturmada bu materyalden ekonomik bir katma değer elde edilerek ülke ekonomisine kazandırılabilir. Bu çalışma, ülkemiz mantarcılığına bu mantar türünün kazandırılarak, mantar sektörünün gelişmesine ve pazardaki mantar çeşitliliğinin artmasına katkı sağlayacaktır.



6. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.)

- Akata, I., Ergonul, B., & Kalyoncu, F. (2012). Chemical compositions and antioxidant activities of 16 wild edible mushroom species grown in Anatolia. *International Journal of Pharmacology*, 8(2), 134-138.
- Akavia, E., Beharav, A., Wasser, S. P., & Nevo, E. (2009). Disposal of agro-industrial by-products by organic cultivation of the culinary and medicinal mushroom *Hypsizygus marmoreus*. *Waste Management*, 29(5), 1622-1627.
- Akın, S. (2005). Biyokütle olarak pirininin enerji üretiminde kullanılması. *III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, 19-21 Ekim 2005, Mersin, Türkiye.
- Atila, F. (2017). Cultivation of *Pleurotus* spp., as an alternative solution to dispose olive waste. *Journal of Agriculture Ecology Research International*, 12, 1-10.
- Başkan, A. E. (2010). Zeytinyağı işletmelerinin atıkları ve değerlendirme yolları. *TC Güney Ege Kalkınma Ajansı Raporu*, 1-41.
- Beluhan, S., & Ranogajec, A. (2011). Chemical composition and non-volatile components of Croatian wild edible mushrooms. *Food Chemistry*, 124(3), 1076-1082.
- Chang, S. T., & Miles, P. G. (2004). *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact*. 2nd Edition. CRC Press, Boca Raton, 480 p.
- Chen, J. Z., Xang, D. Y., & Ran, J. S. (2008). Study on the cultivation of *Flammulina velutipes* by using mulberry branch powder as medium. *Hubei Agricultural Sciences*, 8, 933-935.
- Chen, X., Fang, D., Zhao, R., Gao, J., Kimatu, B. M., Hu, Q., Chen, G., & Zhao, L. (2019). Effects of ultrasound-assisted extraction on antioxidant activity and bidirectional immunomodulatory activity of *Flammulina velutipes* polysaccharide. *International Journal of Biological Macromolecules*, 140, 505-514.
- Cohen, N., Cohen, J., Asatiani, M. D., Varshney, V. K., Yu, H. T., Yang, Y. C., Li, Y. H., Mau, J. L., & Wasser, S. P. (2014). Chemical composition and nutritional and medicinal value of fruit bodies and submerged cultured mycelia of culinary-medicinal higher Basidiomycetes mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 16(3), 273-291.
- Colak, A., Faiz, O., & Sesli, E. (2009). Nutritional composition of some wild edible mushrooms. *Turkish Journal of Biochemistry*, 34(1), 25-31.
- Cormican, T., & Staunton, L. (1991). Factors in mushroom (*Agaricus bisporus*) compost productivity. *Mushroom Science*, 13, 221-226.
- Dalkılıç, B. (2018). Zeytinyağı endüstrisi yan ürünlerinin hayvan besleme alanında değerlendirilme olanakları. *El-Cezeri*, 5(3), 917-926.
- Dikeman, C. L., Bauer, L. L., Flickinger, E. A., & Fahey, G. C. (2005). Effects of stage of maturity and cooking on the chemical composition of select mushroom varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(4), 1130-1138.
- Doğan, H., & Pekşen, A. (2003). Çay atıklarından hazırlanan yetiştirme ortamları ve dezenfeksiyon yöntemlerinin (*Pleurotus sajor-caju*'nın verim ve kalitesine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 39-48.
- Duru, M. E., & Tel Çayan, G. (2015). Biologically active terpenoids from mushroom origin: A review. *Records of Natural Products*, 9(4), 456.

- Eren, E. & Pekşen, A. (2019). Türkiye’de kültür mantarı üretimi ve teknolojik gelişmeler. *Mantar Dergisi*, 10(3), 225-233.
- FAO, (2020). Value of agricultural production. <https://www.fao.org/faostat>. (Erişim tarihi: 2 Aralık 2022).
- Feng, T., Jia, W., Wang, W., Lin, C. C., Fan, H., Zhang, J., & Bao, H. Y. (2016). Structural characterization and immunological activities of a novel water-soluble polysaccharide from the fruiting bodies of culinary-medicinal winter mushroom, *Flammulina velutipes* (Agaricomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 18(9), 807-819.
- Gothwal, R., Gupta, A., Kumar, A., Sharma, S., & Alappat, B. J. (2012). Feasibility of dairy waste water (DWW) and distillery spent wash (DSW) effluents in increasing the yield potential of *Pleurotus flabellatus* (PF 1832) and *Pleurotus sajor-caju* (PS 1610) on bagasse. *3 Biotech*, 2(3), 249-257.
- Gregori, A., Kretschmer, N., Wagner, S., Boechzelt, H., Klinar, D., Bauer, R., & Pohleven, F. (2012). Influence of olive oil press cakes on shiitake culinary-medicinal mushroom, *Lentinus edodes* fruiting bodies production and effect of their crude polysaccharides on CCRF-CEM cell proliferation. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 14(4), 419-424.
- Gregori, A., & Pohleven, F. (2014). Cultivation of three medicinal mushroom species (*Ganoderma lucidum*, *Lentinula edodes* and *Grifola frondosa*) on olive oil press cakes containing substrates and their bioactivity assessment. *Annals of Agrarian Science*, 12(3), 35-38.
- Guan, Q. L., Gong, M. F., Lin, T. X., & Xu, C. H. (2020). Effect of bamboo waste replacing cottonseed husk on cultivation of *Flammulina velutipes*. *AIP Conference Proceedings*, 2252, 020004.
- Hall, I. R., Stephenson, S. L., Buchanan, P. K., Wang, Y., & Cole, A. L. (2003). *Edible and poisonous mushrooms of the world*. Timber Press. Portland, 371 p.
- Harith, N., Abdullah, N., & Sabaratnam, V. (2014). Cultivation of *Flammulina velutipes* mushroom using various agro-residues as a fruiting substrate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(3), 181-188.
- Hiramori, C., Koh, K., Kurata, S., Ueno, Y., Gamage, S., Huang, P., & Ohga, S. (2017). Cultivation of *Flammulina velutipes* on modified substrate using fermented apple pomace. *Advances in Microbiology*, 7(11), 719-728.
- Hu, Y. N., Sung, T. J., Chou, C. H., Liu, K. L., Hsieh, L. P., & Hsieh, C. W. (2019). Characterization and antioxidant activities of yellow strain *Flammulina velutipes* (Jinhua mushroom) polysaccharides and their effects on ROS content in L929 cell. *Antioxidants*, 8, 298-313.
- Jackson, M. L. (1962). *Soil chemical analysis*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs,
- Ji, H., Wang, Q., Wang, H., Chen, W. J., Zhu, Z. H., Hou, H., & Zhang, W. (2001). Preliminary research on *Flammulina velutipes* and *Ganoderma lucidum* cultivation using maize straw. *Edible Fungi China*, 20(6), 11-12.
- Jiang, T. (2013). Effect of alginate coating on physicochemical and sensory qualities of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) under a high oxygen modified atmosphere. *Postharvest Biology and Technology*, 76, 91-97.
- Jo, K., Lee, J., & Jung, S. (2018). Quality characteristics of low-salt chicken sausage supplemented with a winter mushroom powder. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38(4), 768-779.
- Jung, K. J., Choi, D. S., Bang, G. P., & Chung, K. C. (2009). Optimum mixing rate of used media for saving the production cost of *Flammulina velutipes*. *Journal of Mushroom*, 7(1), 22-26.

- Kacar, B., & İnal, A. (2008). *Bitki analizleri*. Nobel Yayın No: 1241.
- Kalac, P. (2019). *Mineral composition and radioactivity of edible mushrooms*. Academic Press.
- Kalyoncu, F., & Kalmış, E. (2007). Pirinanın farklı *Pleurotus* türlerinin yetiştiriciliğinde kullanım olanaklarının araştırılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 87-92.
- Karaca, C., Bozoğlu, B., & Polat, O. (2015). Hatay ili pirina atık miktarının ve enerji potansiyelinin haritalanması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2), 55-60.
- Karaman, M., Jovin, E., Malbasa, R., Matavuly, M., & Popovic, M. (2010). Medicinal and edible lignicolous fungi as natural sources of antioxidative and antibacterial agents. *Phytotherapy Research*, 24(10), 1473-1481.
- Karasoy, A. F., Okuyucu, H., & Pekşen, A. (2019). *Flammulina velutipes* Mantarı. *Mantar Dergisi*, 10(3), 152-162.
- Karasoy, A. F. (2022). Değişik katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının *Flammulina velutipes* mantarının verim ve kalitesine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Samsun.
- Keser, O., & Bilal, T. (2010). Zeytin sanayi yan ürünlerinin hayvan beslemede kullanım olanakları. *Hayvansal Üretim*, 51(1), 64-72.
- Khan, Z. U., Bu, J., Khan, N. M., Khan, R. U., Jiang, Z., Mou, W., Luo, Z., Mao, L., & Ying, T. (2015). Integrated treatment of CaCl₂ citric acid and sorbitol reduces loss of quality of button mushroom (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 2008-2016.
- Khareba, A. H., Farrag, A. M., Hassan, F. R. H., & Waheed, M. (2010). Influence of some agricultural wastes on growth, yield and nutritional values of winter mushroom (*Flammulina velutipes* (Curtis) Singer). *Egyptian Journal of Agricultural Sciences*, 61(3), 299-306.
- Kim, D., Kim, K. J., Kim, S. G., & Park, H. S. (2020). Growth and storage characteristics of fruiting body by nitrogen content of sawdust media and restriction stage temperature during *Flammulina velutipes* cultivation. *Journal of Mushroom*, 18(4), 311-316.
- Ko, W. C., Liu, W. C., Tsang, Y. T., & Hsieh, C. W. (2007). Kinetics of winter mushrooms (*Flammulina velutipes*) microstructure and quality changes during thermal processing. *Journal of Food Engineering*, 81(3), 587-598.
- Kong, W. S., Cho, Y. H., Jhune, C. S., Yoo, Y. B., & Kim, K. H. (2004). Breeding of *Flammulina velutipes* strains adaptable to elevated-temperature. *Mycobiology*, 32(1), 11-16.
- Kozhemyakina, N. V., Ananyeva, E. P., Gurina, S. V., & Galynkin, V. A. (2010). Conditions of cultivation, composition, and biological activity of mycelium of *Flammulina velutipes* (Fr.) P. Karst. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 46(5), 536-539.
- Kurata, S., & Koh, K. (2017). Potential of fermented sweet corn stover as a substitute for corncob in mushroom (*Flammulina velutipes*) substrate. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 4(2), 165-169.
- Lee, Y. T., Lee, S. S., Sun, H. L., Lu, K. H., Ku, M. S., Sheu, J. N., Ko, J. L., & Lue, K. H. (2013). Effect of the fungal immunomodulatory protein FIP-fve on airway inflammation and cytokine production in mouse asthma model. *Cytokine*, 61(1), 237-244.
- Leifa, F., Pandey, A., & Soccol, C. R. (2001). Production of *Flammulina velutipes* on coffee husk and coffee spent-ground. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44, 205-212.
- Liao, Q., Zhao, Z., Cui, R., Gong, M., Xu, C., & Tu, S. (2019). Effect of rape straw on the growth of *Flammulina velutipes*. *AIP Conference Proceedings*, 2079, 020023.

- Liu, X. B., Li, J., & Yang, Z. L. (2018). Genetic diversity and structure of core collection of winter mushroom (*Flammulina velutipes*) developed by genomic SSR markers. *Hereditas*, 155(1), 1-8.
- Mahfuz, S. U., Hui, S., & Zongjun, L. (2017). Improved production performance and health status with winter mushroom stem (*Flammulina velutipes*) in laying chicken: Review. *International Journal of Poultry Science*. 16(4), 112-117.
- Miao, R., Zhou, J., Tan, W., Peng, W., Gan, B., Tang, L., Ye, X., & Huang, Z. (2014). A preliminary screening of alternative substrate for cultivation of *Flammulina velutipes*. *Mycosystema*, 33(2), 411-424.
- Monteoliva-Sanchez, M., Incerti, C., Ramos-Cormenzana, A., Paredes, C., Roig, A., & Cegarra, J. (1996). The study of the aerobic bacterial microbiota and the biotoxicity in various samples of olive mill wastewaters (alpechin) during their composting process. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 38(3-4), 211-214.
- Nakaya, M. (1998). Recycling of the waste substrate for mushroom cultivation. II Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and *Flammulina velutipes* using the sawdust from waste Shiitake bed logs. *Mushroom Science and Biotechnology*, 6, 95-99.,
- Naraian, R., Sahu, R. K., Kumar, S., Garg, S. K., Singh, C. S., & Kanaujia, R. S. (2009). Influence of different nitrogen rich supplements during cultivation of *Pleurotus florida* on corn cob substrate. *Environmentalis*, 29, 1-7.
- Okamura-Matsui, T., Tomoda, T., Fukuda, S., & Ohsugi, M. (2003). Discovery of alcohol dehydrogenase from mushrooms and application to alcoholic beverages. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 23, 133-144.
- Okuyucu, H. (2021). Farklı yetiştirme ortamlarının *Flammulina velutipes* mantarının verim ve kalitesi üzerine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Samsun.
- Özçelik, E., & Pekşen, A. (2007). Hazelnut husk as a substrate for the cultivation of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*). *Bioresource Technology*, 98(14), 2652-2658.
- Öztürk, M., Soylu, M. K., Temel, M., Pezikoğlu, F., & Bilen, G. M. (2019). Türkiye'nin dünya mantar dış ticaretindeki yeri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 1, 102-107.
- Pekitkan, G. F., Qabatty, A., Alayunt, F., & Evcim, Ü. (2011). Zeytin hasat makineleri üzerinde bir araştırma. *Ulusal Zeytin Kongresi*, 22-25 Şubat 2011, Manisa, Türkiye.
- Pereira, E., Barros, L., Martins, A., & Ferreira, I. C. (2012). Towards chemical and nutritional inventory of Portuguese wild edible mushrooms in different habitats. *Food Chemistry*, 130(2), 394-403.
- Ragunathan, R., & Swaminathan, K. (2003). Nutritional status of *Pleurotus* spp. grown on various agro-wastes. *Food Chemistry*, 80(3), 371-375.
- Rahman, M. A., Abdullah, N., & Aminudin, N. (2015). Antioxidative effects and inhibition of human low density lipoprotein oxidation in vitro of polyphenolic compounds in *Flammulina velutipes* (golden needle mushroom). *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2015, 403023
- Reis, F. S., Barros, L., Martins, A., & Ferreira, I. C. (2012). Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: an inter-species comparative study. *Food and Chemical Toxicology*, 50(2), 191-197.
- Rezaeian, S., & Pourianfar, H. R. (2017). A comparative study on bioconversion of different agro wastes by wild and cultivated strains of *Flammulina velutipes*. *Waste and Biomass Valorization*, 8(8), 2631-2642.

- 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.
- Royse, D. J. (1995). Speciality mushrooms: Cultivation on synthetic substrates in the USA and Japan. *Interdisciplinary Science Reviews*, 20(3), 205-214.
- Royse, D. (2002). Influence of spawn rate and commercial delayed release nutrient levels on *Pleurotus cornucopiae* (oyster mushroom) yield, size, and time to production. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 58(4), 527-531.
- Royse, D. J. (2014). A global perspective on the high five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* and *Flammulina*. *Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8)*, 1, 1-6.
- Royse, D. J., Baars, J., & Tan, Q. (2017). *Current overview of mushroom production in the world. Edible and medicinal mushrooms: Technology and applications*. Eds: Zied D. C. and Pardo-Giménez A., First Edition. John Wiley & Sons Inc., 5-13.
- Sadeghi, H., Yansari, A. T., & Ansari-Pirsarai, Z. (2009). Effects of different olive cake by products on dry matter intake, nutrient digestibility and performance of Zel sheep. *International Journal of Agriculture & Biology*, 11, 39-43.
- San Antonio, J. P., & Hanners, P. K. (1983). Spawn disk inoculation of logs to produce mushrooms. *Hortscience*, 18(5), 708-710.
- Sangkaew, M., & Koh, K. (2017). The cultivation of *Flammulina velutipes* by using sunflower residues as mushroom substrate. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 4(2), 140-144.
- Sesli, E., & Denchev, C. M. (2008). Checklists of the Myxomycetes, larger Ascomycetes, and larger Basidiomycetes in Turkey. *Mycotaxon*, 106, 65-67.
- Sharma, V. P., Kumar, S., & Tewari, R. P. (2009). *Flammulina velutipes, the culinary medicinal winter mushroom*. Directorate of Mushroom Research, Indian Council of Agricultural Research (ICAR), Solan, India, 53 p.
- Shi, M., Yang, Y., Guan, D., Zhang, Y., & Zhang, Z. (2012). Bioactivity of the crude polysaccharides from fermented soybean curd residue by *Flammulina velutipes*. *Carbohydrate Polymers*, 89(4), 1268-1276.
- Smiderle, F. R., Carbonero, E. R., Sasaki, G. L., Gorin, P. A., & Iacomini, M. (2008). Characterization of a heterogalactan: Some nutritional values of the edible mushroom *Flammulina velutipes*. *Food Chemistry*, 108(1), 329-333.
- Song, C. H., Lee, C. H., Huh, T. L., Ahn, J. H., & Yang, H. C. (1993). Development of substrates for the production of basidiocarps of *Flammulina velutipes*. *The Korean Journal of Mycology*, 21(3), 212-216.
- Stamets, P. (2000) *Growing gourmet and medicinal mushrooms*. 3rd Edition, Ten Speed Press, Berkeley, California.
- Sulieman, A. A., Zhu, K. X., Peng, W., Hassan, H. A., Obadi, M., Siddeeg, A., & Zhou, H. M. (2019). Rheological and quality characteristics of composite gluten-free dough and biscuits supplemented with fermented and unfermented (*Agaricus bisporus*) polysaccharide flour. *Food Chemistry*, 271, 193-203.
- Tang, X. N., Bian, G. Q., & Zhang, M. (2001). Studies on cultivating *Flammulina velutipes* with *Paspalum notatum*. *Edible Fungi of China*, 20(4), 10-11.
- Tang, C., Hoo, P. C. X., Tan, L. T. H., Pusparajah, P., Khan, T. M., Lee, L. H., Goh, B. H., & Chan, K. G. (2016). Golden needle mushroom: A culinary medicine with evidenced-based biological activities and health promoting properties. *Frontiers in Pharmacology*, 7, 474.

- Tonomura, H. (1978). *Flammulina velutipes*. In: *The Biology, Cultivation of Edible Mushrooms*, (eds. Chang S. T., and Hayes W. A.), Academic Press, New York, pp 409-421.
- TÜİK, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim tarihi: 10 Eylül 2022).
- TÜİK, (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim tarihi: 17 Kasım 2022).
- Wang, N. L. (1995), *Edible fungi cyclopedia of China*. Agriculture Printing House, Beijing, China
- Wang, Y. Q., Bao, L., Yang, X. L., Dai, H. Q., Guo, H., Yao, X. S., Zhang, L. X., & Liu, H. W. (2012). Four New Cuparene-Type Sesquiterpenes from *Flammulina velutipes*. *Helvetica Chimica Acta*, 95(2), 261-267.
- Woo, S. I., Kong, W. S., Kim, E. S., Shin, P. G., Oh, Y. L., Nam, Y. K., & Kim, K. S. (2015). Analysis of phenotypic characterization of segregation population developed by crossing in *Flammulina velutipes*. *Journal of Mushroom*, 13(3), 217-222.
- Wu, M., Luo, X., Xu, X., Wei, W., Yu, M., Jiang, N., Ye, L., Yang, Z., & Fei, X. (2014). Antioxidant and immunomodulatory activities of a polysaccharide from *Flammulina velutipes*. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 34(6), 733-740.
- Xie, C., Gong, W., Yan, L., Zhu, Z., Hu, Z., & Peng, Y. (2017). Biodegradation of ramie stalk by *Flammulina velutipes*: Mushroom production and substrate utilization. *Amb Express*, 7, 171.
- Yamanaka, K. (2017). *Cultivation of mushrooms in plastic bottles and small bags. Edible and medicinal mushrooms: Technology and applications*. Eds: Zied D. C. and Pardo-Giménez A., First Edition. John Wiley & Sons Inc., 309-338.
- Yang, J. H., Lin, H. C., & Mau, J. L. (2001). Non-volatile taste components of several commercial mushrooms. *Food Chemistry*, 72(4), 465-471.
- Yang, W., Guo, F., & Wan, Z. (2013). Yield and size of oyster mushroom grown on rice/wheat straw basal substrate supplemented with cotton seed hull. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 20(4), 333-338.
- Yeh, M. Y., Ko, W. C., & Lin, L. Y. (2014). Hypolipidemic and antioxidant activity of enoki mushrooms (*Flammulina velutipes*). *BioMed research international*, 2014, 352385.
- Zadrazil, F. (1978). *Cultivation of Pleurotus*. In: *The Biology, Cultivation of Edible Mushrooms*, (eds. Chang S. T., and Hayes W. A.), Academic Press, New York, pp 521-554.
- Zervakis, G. I., Koutrotsios, G., & Katsaris, P. (2013). Composted versus raw olive mill waste as substrates for the production of medicinal mushrooms: An assessment of selected cultivation and quality parameters. *BioMed Research International*, 2013, 546830
- Zhang, W., Liu, S., Su, G., & Ma, L. (2019). *Camellia oleifera* seed shell: an effective substrate for producing *Flammulina velutipes* fruit bodies with improved nutritional value. *International Journal of Agriculture and Biology*, 21(5), 989-996.