

## Değişik Oranlarda ve Farklı Katkı Materyalleri ile Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının Enoki (*Flammulina velutipes*) Mantarının Verim ve Kalitesine Etkisi

Ahmet Faruk Karasoy<sup>1</sup> , Aysun Pekşen<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Samsun

<sup>2</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun

Geliş Tarihi / Received Date: 25.10.2023

Kabul Tarihi / Accepted Date: 19.12.2023

### Öz

Bu çalışmada, farklı oranlarda kullanılan değişik katkı materyallerinden hazırlanan mantar yetiştirme ortamlarının *Flammulina velutipes* (Enoki)'in verim, kalite ve biyolojik etkinlik oranına (BE) etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Buğday kepeği (BK), ayçiçeği küspesi (AÇK), mısır koçanı (MK), çay atığı (ÇA), soya küspesi (SK) ve pirinç kepeği (PK) katkı materyalleri olarak kullanılmıştır. Bu katkı materyalleri, kavak talaşına (KT) %10 ve %20 oranında eklenerek 12 yetiştirme ortamı hazırlanmıştır. Yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonrasında kimyasal ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Yetiştirme ortamlarının mantar verimi, BE oranı, mantar sayısı, ortalama mantar ağırlığı, mantarların morfolojik özellikleri, renkleri, protein oranları ve mineral madde içerikleri üzerine etkileri tespit edilmiştir. Katkı maddesi olarak kullanılan materyallerin ve farklı oranlarda katkı maddesi ilave edilerek hazırlanan ortamların mantar verimine ve BE oranına etkilerinin istatistiksel anlamda önemli olduğunun belirlenmesine karşılık, ortamlara katılma oranlarının (%10 ve 20) etkisi önemsiz bulunmuştur. Mantar verimi ve BE oranı bakımından, tüm ortamlar arasında 80KT+20BK (sırasıyla 89.60 g/şişe ve %40.03) ile 80KT+20PK (sırasıyla 89.12 g/şişe ve %39.49)'nin en yüksek değerleri verdiği tespit edilmiştir. Katkı materyallerinin mantar kalitesi üzerine de etkili olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Enoki, mantar, verim, katkı materyalleri, mineral madde

## Effect of Substrates Prepared with Different Ratios and Supplement Materials on Yield and Quality of Enoki (*Flammulina velutipes*)

### Abstract

In this study, it was aimed to determine the effects of substrates prepared by using supplement materials at different rates on the mushroom yield, quality and biological efficiency rate (BE) of *Flammulina velutipes* (Enoki). Wheat bran (WB), sunflower pulp (SP), corn cob (CC), tea waste (TW), soybean meal (SB) and rice bran (RB) were used as supplement materials. By adding of these supplement materials into poplar sawdust (PS) at a rate of 10% and 20%, 12 substrates were prepared. Some chemical and physical properties of the substrates were determined after sterilization. The effects of the substrates on mushroom yield, BE ratio, number of mushrooms, average mushroom weight, morphological characteristics, colors, protein ratios and mineral contents were determined. Although the effects of the supplement materials and the substrates prepared by adding of supplements at different rates on mushroom yield and BE rate were statistically significant, the supplement inclusion rate (10 and 20%) in the substrates was found insignificant. In terms of mushroom yield and BE ratio, 80PS+20WB (89.60 g/bottle and 40.03%, respectively) and 80PS+20RB (89.12 g/bottle and 39.49%, respectively) were the superior among all substrates. It has been determined that supplement materials also affect mushroom quality.

**Keywords:** Enoki, mushroom, yield, supplement materials, minerals

## Giriş

Mantarlar sağlıklı ve güvenli beslenme kaynaklarıdır. İçerdikleri yüksek besin içerikleri ve tıbbi değerleri ile yeterli gıda kaynağı noksanlığının giderilmesi için iyi bir alternatif gıda kaynağıdır (Royse vd., 2017). Dünyada 2021 yılı verilerine göre 44207117,25 ton, Türkiye’de ise 61460 ton kültür mantarı üretimi gerçekleştirilmiştir (FAO, 2023). Eren ve Pekşen (2019) ise 2018 yılında Türkiye mantar üretim miktarının 65000 ton olduğunu bildirmişler ve 2025 yılında bu miktarın 100000 ton civarına ulaşacağını öngörmüşlerdir. Dünyadaki toplam kültür mantarı arzının %85’ini *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* ve *Flammulina* cinsi mantarlar oluşturmaktadır. *Flammulina velutipes* (Enoki) türü %5 üretim payı ile 5. sırada yer almaktadır (Royse, 2014). Bu tür Çin, Japonya, Tayvan ve Güney Kore’de yaygın olarak üretilmektedir. Çin yıllık 2.4 milyon ton üretimle bu mantarın lider üreticisidir (Liu vd., 2018). Türkiye’de mantara olan ilginin ve üretimin artması, farklı mantar türlerinin üretiminin de artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte ülkemizde son 10 yılda ticari olarak beyaz şapkalı (*Agaricus bisporus*) ve istiridye (*Pleurotus ostreatus*) mantarı üretimi yapılmaktadır. Türkiye’de mantar sektörünün gelişebilmesi için pazardaki mantar çeşitliliğinin artırılması, özellikle dünya pazarlarında aranılan türlerin yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılmasına ihtiyaç vardır. Dünyada üretilen başlıca mantar türlerinden biri olması ve Türkiye mikrobiyotasında bulunmasına (Karasoy vd., 2019; Sesli ve Denchev, 2014) karşılık, *F. velutipes* türünün ülkemizde ticari üretimi yapılmamaktadır. Ülkemizde yeterince tanınmayan bu türün yetiştiriciliği ile ilgili yeni yeni çalışmalar yapılmaktadır (Okuyucu, 2021).

Asya mutfağının vazgeçilmez lezzeti olarak kabul edilen *F. velutipes*, yaygın olarak “Enokitake-Enoki” olarak bilinmektedir. Aynı zamanda Asya mantarı, kış mantarı, kadife mantarı, zambak mantarı, incik ve altın iğneli mantar olarak da adlandırılmaktadır. Genellikle taze veya konserve olarak değerlendirilen *F. velutipes* hem çiğ hem de pişmiş olarak tüketilmektedir. Çorbası, salatası yapılmakta ya da sebze ve et yemeklerinde garnitür olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda tavuk sosisi, bira, sake ve şarap yapımında ek gıda maddesi olarak da kullanılmaktadır (Karasoy vd., 2019).

*F. velutipes* yetiştiriciliği ilk olarak ağaç kütükleri üzerinde 8.yy’da Çin’de başlamıştır (Wang, 1995). Günümüzde ise ana materyal olarak talaş, saman, pamuk tohumu kabukları ve öğütülmüş mısır koçanının kullanıldığı torba veya şişe kültüründe yetiştirilmektedir. Mantar verim ve kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden birisi de hazırlanan kompostun bileşimidir. Bu nedenle *F. velutipes* üretiminden önce, uygun bileşime sahip, düşük maliyetli ve yerel olarak kolay bulunabilen kompost formüllerinin belirlenmesi önemlidir (Rezaeian vd., 2021; Royse vd., 2017). *F. velutipes* mantarı için yetiştirme ortamı olarak kahve atığı, kahve kabuğu, fıstık kabuğu, dut dalı tozu, çeltik ve buğday samanı, palmiyenin boş meyve demeti ve palmye lifi, soya fasulyesi, kolza samanı, kivi çubukları, dut atığı ve sorgum kabuğu, elma posası, rami sapı, kolza samanı ve bambu atıklarının kullanılabilirliğini belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır (Chen vd., 2008a; Guan vd., 2020; Harith vd., 2014; Hiramori vd., 2017; Leifa vd., 2001; Liao vd., 2019; Rezaeian ve Pourianfar, 2017; Song vd., 1993; Xie vd., 2017). *F. velutipes* herhangi bir katkı materyali ilave edilmeksizin talaş gibi temel lignoselülozik substratlar üzerinde yetiştirilebilmektedir (Rezaeian ve Pourianfar, 2017). Bununla birlikte daha yüksek verim ve kalite için uygun bir formülasyon sağlamak amacıyla çeşitli takviyelerle yetiştirme ortamı zenginleştirilmektedir. Yapılan çalışmalarda yetiştirme ortamı hazırlanmasında katkı materyali olarak pirinç kepeği, bira tahılı, yağı alınmış mısır unu, yağı alınmış soya fasulyesi unu, kolza tohumu unu, jizhi (şeker üretiminde kullanılan bir bitki) atığı, buğday kepeği, kullanılmış kompost, mısır koçanı unu ve çay atığı gibi materyallerin kullanılabilirliği test edilmiştir (Chen vd., 2008b; Jung vd., 2009; Okuyucu, 2021; Song vd., 1993). Literatürde *F. velutipes* üretiminde farklı atık materyallerin kullanımı ile ilgili çalışmalar olmakla birlikte, özellikle ayçiçeği küspesi, çay atığı, soya küspesi gibi materyallerin kullanılmasına ve bunların yetiştirme ortamına katılma oranlarına yönelik çalışmaya rastlanılmamıştır. Türkiye’de *F. velutipes* yetiştiriciliği ile ilgili çok az sayıda çalışma yapılmıştır (Okuyucu, 2021; Yılmaz, 2002).

Bu çalışmanın amacı, Türkiye mikrobiyotasından izole edilmiş *F. velutipes* mantarının üretiminde, ana materyal olarak kullanılan kavak talaşına, %10 ve 20 oranlarında ayçiçeği küspesi (AÇK), mısır koçanı

(MK), çay atığı (ÇA), buğday kepeği (BK), pirinç kepeği (PK) ve soya küspesi (SK) karıştırılarak hazırlanan yetiştirme ortamlarının verim, biyolojik etkinlik (BE) ve mantar kalitesine etkilerini saptamak ve yetiştiricilik için en uygun kompost formülünü ortaya koymaktır. Bu çalışmanın bir diğer amacı da *F. velutipes* mantar türünün tanınırlığını artırmaktır.

### Materyal ve Yöntem

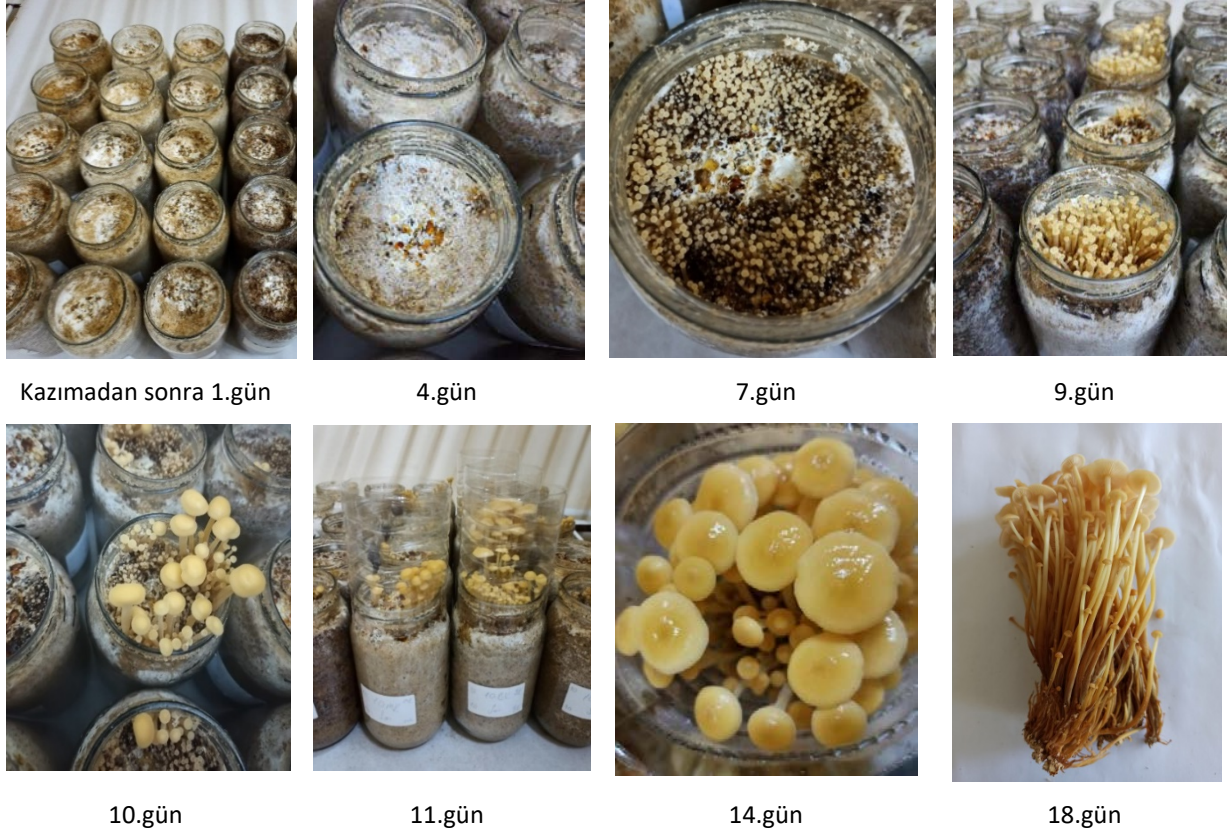
Deneme, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait laboratuvar ve mantar üretim odasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan *Flammulina velutipes* (Enoki) mantar türüne ait sarı ırk Türkiye mikobiyotasından izole edilmiştir. Ana kültürün çoğaltılması için besin ortamı olarak 121°C'de 15 dakika steril edilen Patates Dekstroz Agar (PDA) ve tohumluk misel üretiminde misel sardırma materyali olarak buğday kullanılmıştır. Çalışmada kavak talaşına (KT) farklı oranlarda (%10 ve 20) ilave edilen katkı maddeleri (ayçiçeği küspesi (AÇK), çay atığı (ÇA), buğday kepeği (BK), mısır koçanı (MK), pirinç kepeği (PK) ve soya küspesi (SK)) ile hazırlanan 12 yetiştirme ortamı ele alınmıştır. Her ortama kompostun pH'sını ayarlamak ve yapışkanlığını gidermek amacı ile %1 oranında alçı ilavesi yapılmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Kavak Talaşına Farklı Oranda İlave Edilen Katkı Materyalleri ile Hazırlanan Kompost Formülleri ve Kısaltmaları

Kompost Formülleri	Kısaltmalar
%90 Kavak Talaşı + %10 Ayçiçeği Küspesi + %1 Alçı	90KT-10AÇK
%90 Kavak Talaşı + %10 Buğday Kepeği + %1 Alçı	90KT-10BK
%90 Kavak Talaşı + %10 Çay Atığı + %1 Alçı	90KT-10ÇA
%90 Kavak Talaşı + %10 Mısır Koçanı + %1 Alçı	90KT-10MK
%90 Kavak Talaşı + %10 Pirinç Kepeği + %1 Alçı	90KT-10PK
%90 Kavak Talaşı + %10 Soya Küspesi + %1 Alçı	90KT-10SK
%80 Kavak Talaşı + %20 Ayçiçeği Küspesi + %1 Alçı	80KT-20AÇK
%80 Kavak Talaşı + %20 Buğday Kepeği + %1 Alçı	80KT-20BK
%80 Kavak Talaşı + %20 Çay Atığı + %1 Alçı	80KT-20ÇA
%80 Kavak Talaşı + %20 Mısır Koçanı + %1 Alçı	80KT-20MK
%80 Kavak Talaşı + %20 Pirinç Kepeği + %1 Alçı	80KT-20PK
%80 Kavak Talaşı + %20 Soya Küspesi + %1 Alçı	80KT-20SK

Materyaller tartılmış ve iyice karıştırılarak homojen olması sağlanmıştır. Nem oranları yaklaşık %65±5 olması için musluk suyu kullanılarak ıslatılmıştır. Hazırlanan yetiştirme ortamları şişelere doldurularak orta kısmına delik açılmıştır. Misel aşılmasının kolay olması ve misel gelişimi sırasındaki hava ihtiyacının karşılanması amacıyla şişelerin ağızlarının kapatılmasında kullanılacak kapakların ortaları kesilerek pamukla kapatılmıştır. Şişelerin ağızları bu kapaklarla kapatılmış ve pamukların ıslanmaması için folyo ile üzerleri örtülerek 121°C sıcaklıkta 1.2 atmosfer basınçta 1.5 saat otoklavda steril edilmiştir. 20-25°C'ye kadar soğuyan sterilize edilen şişelere steril kabinde şişelerin orta kısmına açılan delikler içerine gelecek şekilde aşılama makası yardımıyla misel (her bir şişeye 9-11 g) ekimi yapılmıştır.

Şişeler aşılandıktan sonra 18±2°C sıcaklık ve %65-75 nem koşullarında (Hiramori vd., 2017) inkübe edilmiştir. Misel sarımı 20-25 gün sürmüştür. Misel sarımından sonra homojen mantar oluşumu için şişelerin ağzı açılarak üst kısmı kazınmıştır. Kazıma işleminden sonra mantar üretimi odasının sıcaklığı 15±2°C ve nem koşulları %95 olacak şekilde ayarlanmıştır (Thuy ve Suzuki, 2019). Bu dönemde mantar oluşumu için 300 lüks ışık ile günde 6 saat aydınlatma yapılmıştır. Sapın düzensiz uzamasını engellemek için saplar yaklaşık 2 cm yüksekliğe ulaştığında, her şişenin ağzına plastik bilezik takılmıştır. Mantarlar yaklaşık 14-18 cm uzunluğa ulaştığında ve şapkada kıvrılmalar başladığında hasat edilmiştir. *Flammulina velutipes* mantarının gelişim süreci ve hasat edilen mantarlara ait görüntüler Şekil 1'de verilmiştir.



**Şekil 1.** Flammulina velutipes Mantarının Gelişim Süreci ve Hasat Edilen Mantarlar

Yetiştirme ortamlarında kullanılan kavak talaşı ve katkı materyallerinin başlangıç ve hazırlanan yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonrası örneklerinde pH ve EC (Rowell, 1996), nem, kül, N miktarları (Kacar ve İnal, 2008) belirlenmiş, C miktarları (Cormican ve Staunton, 1991) ve C/N oranları hesaplanmıştır. Ayrıca hazırlanan yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonrası mineral madde analizleri (Julshamn vd., 2007) yapılmıştır.

Hasat edilen mantarların verim ve biyolojik etkinlik değerleri, ortalama mantar ağırlıkları (g), ortalama mantar sayıları (adet), şapka çapları (cm), sap uzunlukları (cm) ve sap çapları (mm) belirlenmiştir. Ayrıca mantarların dijital Minolta marka renk ölçüm cihazı ile renkleri (L, a, b), protein miktarları (%) (Bilgir ve Boztok, 1983) ve ICP-MS cihazı kullanılarak mineral madde miktarları (mg/kg veya µg/kg) (Julshamn vd., 2007) tespit edilmiştir.

Deneme 5 tekrarlamalı olarak Tesadüf Parsellerinde deneme desenine göre yürütülmüştür. Verilerin istatistiksel analizinde SPSS (ver. 17.0) programı kullanılmış olup, farklılık gösteren uygulamalar arasındaki gruplandırmalar da "Duncan Çoklu Karşılaştırma" testine göre yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Denemede Ele Alınan Materyallerin Başlangıçtaki ve Yetiştirme Ortamlarının Sterilizasyon Sonrası Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Soya küspesi ve ayçiçek küspesinin EC değerleri diğer katkı materyallerine göre çok önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Denemede ele alınan materyallerin başlangıçtaki organik madde (OM) miktarları arasında istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde (çok önemli) fark bulunmuş ve OM içeriklerinin %92.30-98.95 arasında değiştiği saptanmıştır. Ana materyal olarak kullanılan kavak talaşının N miktarının düşük, buna karşılık C miktarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla C/N oranı diğer materyallere göre çok önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Katkı materyali olarak ele aldığımız materyaller içinde soya küspesi ve ayçiçek küspesinin N değerlerinin diğer katkı materyallerinden yüksek olduğu, bu nedenle C/N oranlarının düşük olduğu saptanmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Denemede Ele Alınan Kavak Talaşı ve Katkı Materyallerinin Başlangıçtaki Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

	Nem (%)	EC(dS/m )	pH	OM (%)	Kül (%)	C (%)	N (%)	C/N (%)
KT	12.10a	0.14d	6.22a	98.95a	1.06f	49.47a	0.18e	275.72a
AÇK	8.54e	2.18a	5.83b	93.82e	6.18b	46.91e	6.96b	6.74b
BK	11.67b	1.55b	5.94b	95.10c	4.91d	47.55c	2.31c	20.58b
ÇA	4.68f	1.75b	4.50e	96.95b	3.06e	48.47b	1.53d	31.79b
MK	4.14g	1.18c	4.85d	96.76b	3.25e	48.38b	1.72d	28.25b
PK	10.83c	1.16c	5.37c	92.30f	7.70a	46.15f	2.26c	20.42b
SK	9.08d	2.15a	6.22a	94.35d	5.66c	47.17d	7.91a	5.96b
Önemlilik	**	**	**	**	**	**	**	**

KT: Kavak talaşı, AÇK: Ayçiçek küspesi, BK: Buğday kepeği, ÇA: Çay atığı, MK: Mısır koçanı, PK: Pirinç kepeği, SK: Soya küspesi, \*\*:  $p < 0.01$  düzeyinde önemli

Yetiştirme ortamlarının nem içerikleri %69.19-78.89 aralığında bulunmuştur. Nem miktarları bakımından katkı materyalleri (KM) ve farklı oranda kullanılan değişik katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamları (katkı materyalleri x doz interaksyonu) arasında istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli fark bulunurken, dozlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Yetiştirme ortamları karşılaştırıldığında; 80KT+20ÇA ortamının nem içeriği diğer ortamlardan daha düşük bulunmuştur (Tablo 3). Bu diğer katkı materyallerine göre ÇA materyalinin su tutma kapasitesinin düşük olması (Tablo 2) ile ilgili olup, ortamdaki ÇA miktarı arttığında ortamın nem içeriği azalmıştır.

**Tablo 3.** Farklı Oranda Kullanılan Değişik Katkı Materyalleri ile Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının Sterilizasyon Sonunda Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

	Nem (%)	EC (dS/m)	pH	C (%)	N (%)	C/N (%)
AÇK	76.22a	0.78ab	5.73c	48.56c	1.37a	40.67c
BK	77.37a	0.83a	5.65cd	48.55c	0.74c	70.39b
ÇA	72.59b	0.63c	5.86b	48.81b	0.59d	86.95b
MK	75.64ab	0.69bc	5.85b	48.95a	0.20e	251.18a
PK	75.33ab	0.70bc	5.56d	48.17d	0.61d	87.82b
SK	76.97a	0.81a	6.08a	48.21d	1.19b	41.76c
%10	76.14	0.61b	5.93a	48.70a	0.58b	118.25a
%20	75.23	0.86a	5.65b	48.38b	0.98a	74.67b
90KT+10AÇK	75.62ab	0.63f	5.93bc	48.73b	0.88de	55.38fg
90KT+10BK	75.86ab	0.67ef	5.94bc	48.65b	0.56g	87.84de
90KT+10ÇA	75.99ab	0.51g	6.00b	48.90a	0.47gh	105.16cd
90KT+10MK	77.49ab	0.59fg	5.93bc	48.99a	0.17i	297.18a
90KT+10PK	75.47ab	0.52g	5.86bcd	48.49c	0.42h	115.44c
90KT+10SK	76.44ab	0.77de	5.93bc	48.45c	1.00c	48.49fgh
80KT+20AÇK	76.82ab	0.93ab	5.54e	48.39c	1.87a	25.97h
80KT+20BK	78.89a	0.98a	5.36f	48.44c	0.92cd	52.94fg
80KT+20ÇA	69.19b	0.75cd	5.72d	48.72b	0.71f	68.74ef
80KT+20MK	73.80ab	0.80cd	5.78cd	48.90a	0.24i	205.17b
80KT+20PK	75.19ab	0.89abc	5.27f	47.86e	0.80ef	60.20fg
80KT+20SK	77.49ab	0.85bcd	6.24a	47.98d	1.37b	35.02gh
KM	*	**	**	**	**	**
D	öd	**	**	**	**	**
KM x D	*	*	**	**	**	**

KM: Katkı maddeleri, D: Doz, \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$  düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Farklı oranda kullanılan değişik katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının EC değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuş ve EC değerlerinin 0.51 (90KT+10ÇA)-0.98 (80KT+20BK) dS/m aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Katkı materyallerinin EC değerlerinin ise 0.63-0.83 dS/m aralığında değiştiği belirlenmiştir. Yetiştirme ortamlarının EC değerleri, başlangıç materyallerinin EC değerlerinden daha düşük bulunmuştur (Tablo 2). Bunun nedeni KT'nın EC

değerinin düşük olması ve yüksek EC değerine sahip katkı materyallerinin yetiştirme ortamlarına %10 ve 20 oranında ilave edilmiş olmasıdır. Katkı materyallerinin yetiştirme ortamlarındaki miktarı arttıkça EC değerleri de artmıştır (Tablo 3).

Katkı materyallerinin, dozun ve KM x D interaksiyonunun pH değerlerine etkisi çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Katkı materyallerinin ortamlara ilave edilme miktarı (doz) artığında 80KT+20SK ortamının pH değeri dışında diğer ortamlarda pH değeri azalmıştır. En yüksek pH değeri 6.24 ile 80KT+20SK ortamında, en düşük pH değeri 5.27 ile 80KT+20PK ortamında tespit edilmiştir (Tablo 3). Denemede yetiştirme ortamlarından elde edilen 5.27 ile 6.24 arasında değişen pH değerleri, Chang ve Miles (2004)'in bildirmiş olduğu ve *F. velutipes* mantarının optimum misel gelişimi için gerekli olan 4-8 pH değerleri aralığındadır.

Sterilizasyon sonrası katkı materyallerinin, bunların farklı oranlarda yetiştirme ortamına ilavelerinin yani dozlarının ve interaksiyonlara ait C değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak %1 düzeyinde çok önemli bulunmuştur. En düşük C değeri %47.86 ile başlangıçta materyaller arasında en düşük C değerine sahip PK (%46.15) materyalinin %20 oranında kullanıldığı 80KT+20PK ortamından elde edilmiştir. En yüksek C miktarı aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan 90KT+10MK, 90KT+10ÇA ve 80KT+20MK ortamlarında (sırasıyla %48.99, 48.90 ve 48.90) tespit edilmiştir (Tablo 3).

Yetiştirme ortamlarının N miktarları; hazırlandıkları katkı materyalleri ve bu katkı materyallerinin miktarına bağlı olarak değişmiştir. En düşük N miktarı 90KT+10 MK ve 90KT+20MK (sırasıyla %0.17 ve 0.24) ortamlarında, en yüksek ise 80KT+20AÇK ve 80KT+20SK (sırasıyla %1.87 ve 1.37) ortamlarında belirlenmiştir (Tablo 3). Bu katkı materyallerinin başlangıçtaki N miktarları ile ilgili olup, başlangıçta yüksek N içeriğine sahip materyallerin (Tablo 2) yetiştirme ortamına ilave edilmesi ortamların N miktarlarının artmasına neden olmuştur. Yetiştirme ortamına ilave edilen katkı materyallerinin miktarı arttıkça ortamların N değeri de artmıştır (Tablo 3). *Flammulina velutipes* mantarı yetiştiriciliği üzerine yapılan çalışmalarda; Rezaeian ve Pourianfar (2017) kompostların N değerlerinin 0.81-1.68, Sangkaew ve Koh (2017) %0.3-3.3 ve Okuyucu (2021) ise %0.55-1.27 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada yetiştirme ortamlarından elde edilen N miktarları (%0.17-1.87) bu araştırmacıların bildirdiği aralıkta bulunmuştur (Tablo 3).

Katkı materyallerinin, dozun ve KM x D interaksiyonunun C/N oranına etkisi istatistiksel olarak çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Çalışmada farklı oranlarda katkı maddesi eklenerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonrası en yüksek C/N oranı (%297.18 ve 205.17), yetiştirme ortamları içerisinde en düşük N içeriğine sahip MK katkı materyalinin kullanıldığı ortamlarda tespit edilmiştir. En düşük C/N oranı, 80KT+20AÇK (%25.87) ortamında bulunmuştur (Tablo 3). Rezaeian ve Pourianfar (2017) *F. velutipes* mantarı ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, yetiştirme ortamlarının C/N oranının %27.25-62.16 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca Xie vd. (2017) ve Sangkaew ve Koh (2017) *F. velutipes* yetiştiriciliği üzerine yaptıkları çalışmalarda kompostların C/N oranlarının sırasıyla %14.6-132.7 ile %25-78 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. MK katkı materyali ile hazırlanan ortamların C/N oranlarının bu araştırmacıların bildirdikleri C/N oranlarında çok yüksek olmasına rağmen, *F. velutipes* mantarının parçalama yeteneğine bağlı olarak bu ortamlarda misel gelişimi ve verim konusunda sorun yaşanmamıştır. Leifa vd. (2001) yapmış oldukları çalışmada *F. velutipes* mantarının selüloz, hemiselüloz ve lignin içeren lignoselülozik materyalleri parçalayabilme yeteneklerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Katkı materyallerinin, dozun ve KM x D interaksiyonunun sterilizasyon sonunda yetiştirme ortamlarının K miktarlarına etkileri istatistiksel olarak çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Katkı materyallerinin K değerlerinin 3239.98-5067.52 mg/kg aralığında değiştiği belirlenmiştir. Katkı materyallerinin yetiştirme ortamına ilave edilme miktarları (doz) arttıkça K değeri de artmıştır. En düşük K değeri 90KT+10MK (2359.53 mg/kg), en yüksek ise 80KT+20SK ortamından (6636.94 mg/kg) elde edilmiştir (Tablo 4).

Yetiştirme ortamlarının P değerleri arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde fark bulunmuştur. P değeri üzerine katkı materyallerinin yetiştirme ortamına ilave edilme miktarlarının (dozun) etkisi

istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. İnteraksiyonun etkisi ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yetiştirme ortamları arasında en düşük P miktarı 80KT+20ÇA (630.50 mg/kg) ortamından, en yüksek P değeri ise 80KT+20PK (1389.50 mg/kg) ortamından elde edilmiştir (Tablo 4). Yılmaz (2002) yetiştirme ortamı içerisindeki magnezyum ve fosfat gibi minerallerin *F. velutipes* misel gelişimi ve primordium oluşumunda etkili olduğunu bildirmiştir. Özellikle mantar misel gelişimi için fosfor mineralinin elzem olduğunu belirtmiştir.

**Tablo 4.** Farklı Oranda Kullanılan Değişik Katkı Materyalleri ile Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının Sterilizasyon Sonrasındaki K, P, Ca, Mg, Na ve Mn Miktarları

	K (mg/kg)	P (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Mn (mg/kg)
AÇK	4372.30b	904.75b	7331.20b	1559.28b	553.57c	13.58d
BK	3966.52c	805.00b	7349.00b	1248.64c	667.63bc	36.71c
ÇA	3558.13d	681.75b	6628.88c	469.50e	160.03d	192.01a
MK	3239.98e	759.25b	6033.16c	477.86e	182.33d	6.54d
PK	5067.52a	1116.00a	8183.09a	2234.51a	785.67b	52.64b
SK	4963.99a	748.75b	8072.52a	906.14d	1146.09a	52.60b
%10	3019.99b	781.50	6585.90b	816.72b	312.29b	41.98b
%20	5369.49a	890.33	7946.71a	1481.92a	852.82a	76.05a
90KT+10AÇK	3372.62f	871.50b	6694.50def	1079.58f	170.13d	9.79g
90KT+10BK	2987.49g	829.50b	6684.53def	908.19g	243.22d	24.63ef
90KT+10ÇA	2551.57h	733.00b	6015.11f	384.93j	151.20d	128.62b
90KT+10MK	2359.53h	676.00b	5882.31f	411.30j	169.78d	6.33g
90KT+10PK	3557.67f	842.50b	6956.21de	1461.70d	225.18d	32.02e
90KT+10SK	3291.05f	736.50b	7282.75cd	654.34h	914.23c	50.49d
80KT+20AÇK	5371.98b	938.00b	7967.91c	2038.98b	937.01c	17.37fg
80KT+20BK	4945.56c	780.50b	8013.46bc	1589.08c	1092.04bc	48.79d
80KT+20ÇA	4564.68d	630.50b	7242.64cd	554.08i	168.87d	255.41a
80KT+20MK	4120.43e	842.50b	6184.02ef	544.42i	194.88d	6.75g
80KT+20PK	6577.37a	1389.50a	9409.97a	3007.05a	1346.15ab	73.27c
80KT+20SK	6636.94a	761.00b	8862.30ab	1157.93e	1377.95a	54.70d
KM	**	**	**	**	**	**
D	**	öd	**	**	**	**
KM x D	**	*	**	**	**	**

KM: Katkı maddeleri, D: Doz, \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$  düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonunda Ca, Mg, Na ve Mn içerikleri üzerine katkı materyallerinin, yetiştirme ortamına farklı miktarda ilave edilme miktarlarının yani dozun ve KM x D interaksiyonunun etkileri istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. Yetiştirme ortamına ilave edilen katkı materyali miktarı arttıkça, yetiştirme ortamlarının mineral madde miktarları da artmıştır (Tablo 4). En düşük Ca değeri 90KT+10MK ortamından (5882.31 mg/kg), en yüksek Ca değeri ise 80KT+20PK (9409.97 mg/kg) ortamından elde edilmiştir. Ortamların Mg değerleri incelendiğinde %10 ÇA materyalinin kullanıldığı ortamda diğer ortamlara göre daha düşük Mg miktarı tespit edilmiştir. Ayrıca ortamların Na değerleri 151.20-1377.95 mg/kg aralığında, Mn değerleri 6.33-255.41 mg/kg aralığında bulunmuştur (Tablo 4).

Katkı materyalleri ve KM x D interaksiyonunun sterilizasyon sonrası yetiştirme ortamlarının Fe değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ( $p < 0.01$ ) ve katkı materyallerinin yetiştirme ortamı içerisine katılma oranlarının etkisi ise önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Katkı materyallerinin ilave edilme oranı %10'dan %20'ye arttığında yetiştirme ortamlarının Fe içerikleri de artmıştır. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek Fe değeri, 80KT+20SK ortamından (4335.34 mg/kg) elde edilmiştir (Tablo 5).

Katkı materyallerinin yetiştirme ortamına ilave edilme miktarları arttıkça ortamların Cu miktarları da önemli ölçüde artmıştır. İnteraksiyon ortamları incelendiğinde; en yüksek Cu miktarı 80KT+20AÇK ortamında (15.31 mg/kg) tespit edilmiş, bunu aralarında istatistiksel anlamda fark olmayan 80KT+20SK,

80KT+20PK ve 80KT+20BK ortamları takip etmiştir. En düşük Cu miktarı ise 90KT+10MK ortamında (2.36 mg/kg) tespit edilmiştir (Tablo 5).

ÇA katkı materyali dışında diğer katkı materyallerinin yetiştirme ortamı içerisindeki miktarları %10'dan %20'ye artırıldığında yetiştirme ortamlarının Zn içerikleri artmıştır. Yetiştirme ortamlarının Zn değerlerinin 14.28 ile 33.72 mg/kg arasında değiştiği saptanmıştır (Tablo 5).

**Tablo 5.** Farklı Oranda Kullanılan Değişik Katkı Materyalleri ile Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının Sterilizasyon Sonrasındaki Fe, Cu, Zn, As, Cd, Hg ve Pb Miktarları

	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Cd (µg/kg)	Hg (µg/kg)	Pb (µg/kg)
AÇK	61.64b	10.61a	23.65ab	685.64c	174.66	1.41bc	171.69b
BK	74.56b	6.84b	26.26a	716.96c	148.45	1.43bc	208.80b
ÇA	61.08b	4.53c	14.49c	762.19c	187.53	1.47bc	213.24b
MK	30.24b	2.48d	20.14b	687.64c	162.28	0.59c	110.12b
PK	82.74b	6.81b	22.40ab	1157.55b	161.27	2.79a	273.96b
SK	3181.35a	10.19a	19.31bc	1552.25a	171.66	2.02ab	821.53a
%10	345.55b	4.27b	16.79b	859.26b	166.41	1.23b	235.69b
%20	788.32a	9.54a	25.29a	994.82a	168.88	2.01a	364.09a
90KT+10AÇK	41.05c	5.91d	17.55cd	724.91c	157.15	1.06bcd	117.51e
90KT+10BK	51.78c	3.36e	18.80cd	664.85c	145.38	0.93bcd	118.15e
90KT+10ÇA	47.43c	3.23e	14.70d	691.71c	197.63	1.35bcd	184.55de
90KT+10MK	29.22c	2.36e	17.22cd	703.16c	162.21	0.48d	111.47e
90KT+10PK	56.47c	2.82e	14.96d	936.52c	148.86	1.34bcd	141.63de
90KT+10SK	2027.37b	7.97c	17.54cd	1434.43ab	187.22	2.23b	740.82b
80KT+20AÇK	82.23c	15.31a	29.76ab	646.38c	192.17	1.77bcd	225.87de
80KT+20BK	97.34c	10.32b	33.72a	769.07c	151.52	1.93bc	299.44cd
80KT+20ÇA	74.72c	5.83d	14.28d	832.68c	177.42	1.59bcd	241.94de
80KT+20MK	31.26c	2.59e	23.07bc	672.13c	162.35	0.71cd	108.77e
80KT+20PK	109.02c	10.79b	29.84ab	1378.59b	173.68	4.24a	406.29c
80KT+20SK	4335.34a	12.41b	21.09cd	1670.08a	156.10	1.82bcd	902.24a
KM	**	**	**	**	öd	**	**
D	*	**	**	*	öd	**	**
KM x D	**	**	**	*	öd	*	*

KM: Katkı maddeleri, D: Doz, \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$  düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Lee vd. (2009) *H. marmoreus*, *F. velutipes*, ve *P. eryngii* mantarlarının mineral içeriklerinin ve veriminin, kompost ile olan ilişkisini ortaya koydukları araştırmada; kullanılan yetiştirme ortamının K değerini 13465.1 mg/kg, Ca değerini 19647.4 mg/kg, Mg değerini 5417.8 mg/kg, Na değerini 5638 mg/kg, Mn değerini 154.1 mg/kg ve Fe değerini 410.5 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Okuyucu (2021), *F. velutipes* mantarının misel gelişimi ve mantar oluşumu için yetiştirme ortamlarının mineral madde (K, P, Mg, Mn, Fe, Se, Zn, Cu ve Mo) bakımından zengin olması gerekli olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı yaptığı çalışmada farklı yetiştirme ortamlarının K içeriklerini 217.32-338.54 mg/kg, Mg içeriklerini 34.16-124.25 mg/kg, Mn içeriklerini 1.99-12.04 mg/kg, Ca içeriklerini 150.21-197.97 mg/kg ve Zn içeriklerini ise 0.17-1.38 mg/kg olarak tespit etmiştir. Sterilizasyon sonunda yetiştirme ortamlarının mineral madde miktarları Okuyucu (2021)'nin bildirmiş olduğu mineral madde miktarlarından daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeninin kullanılan ana materyalin, katkı materyallerinin ve yetiştirme ortamlarının ilave edilme miktarlarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

As değeri üzerine dozun etkisi istatistiksel olarak %5, katkı materyallerinin ve KM x D interaksiyonunun etkisi ise %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. SK katkı materyali ile hazırlanan ortamların As miktarı diğer katkı materyalleri ile hazırlanan ortamlara göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek As (1670.08 mg/kg) değeri kavak talaşına %20 oranında SK ilave edilmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamından elde edilmiştir. Bu ortamları 90KT+10SK ve 80KT+20PK ortamları izlemiştir. Diğer ortamlar aynı istatistiksel grup içinde yer almıştır (Tablo 5).



Yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonrasında Cd değeri üzerine katkı materyalleri, doz ve bunların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Yetiştirme ortamlarının Cd değerleri, 145.38-197.63 µg/kg aralığında değişmiştir (Tablo 5).

Yetiştirme ortamlarının Hg ve Pb değerleri incelendiğinde; KM x D etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli, katkı materyallerinin ve ilave edilme miktarlarının etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Hg değeri en düşük 90KT+10AÇK (0.48 µg/kg) ortamında, en yüksek 80KT+20PK (4.24 µg/kg) ortamında tespit edilmiştir. En düşük Pb değeri 108.77 µg/kg ile 80KT+20MK ortamından, en yüksek ise 902.24 µg/kg ile 80KT+20SK ortamından elde edilmiştir (Tablo 5).

### Farklı Oranda Kullanılan Değişik Katkı Materyalleri ile Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının *Flammulina velutipes* (Enoki) Mantarının Verim ve Biyolojik Etkinlik (BE) Üzerine Etkisi

Mantar verimi ve BE değerleri üzerine katkı materyallerinin ve KM x D etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde çok önemli bulunmuştur. Katkı materyallerinin yetiştirme ortamına ilave edilme miktarlarının (dozun) verim üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 6).

**Tablo 6.** Farklı Oranda Kullanılan Değişik Katkı Materyalleri ile Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının *Flammulina velutipes* (Enoki) Mantarının Verim ve Biyolojik Etkinlik (BE) Değeri Üzerine Etkisi

	Verim (g/şişe)	BE (%)
AÇK	25.71d	11.36d
BK	83.95a	37.78a
ÇA	37.27c	16.60c
MK	58.10b	26.08b
PK	84.92a	37.28a
SK	0.00e	0.00e
%10	50.71	22.52
%20	45.95	20.52
90KT+10AÇK	51.42cd	22.73cd
90KT+10BK	78.30ab	35.56ab
90KT+10ÇA	37.70d	16.68d
90KT+10MK	56.13c	25.10c
90KT+10PK	80.72ab	35.06ab
90KT+10SK	0.00e	0.00e
80KT+20AÇK	0.00e	0.00e
80KT+20BK	89.60a	40.03a
80KT+20ÇA	36.83d	16.51d
80KT+20MK	60.06bc	27.07bc
80KT+20PK	89.12a	39.49a
80KT+20SK	0.00e	0.00e
KM	**	**
Doz	öd	öd
KM x D	**	**

KM: Katkı maddeleri, D: Doz, \*\*:  $p < 0.01$  düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Katkı materyalleri arasında en yüksek verim ve BE oranı, PK ve BK materyallerinden (sırasıyla 84.92 g/şişe ve %37.28 ile 83.95 g/şişe ve %37.78) elde edilmiştir. Verim alınan yetiştirme ortamları arasında en yüksek verim ve BE değeri sırasıyla 89.60 g/şişe ve %40.03 ile 80KT+20BK ortamından elde edilmiştir. Bunu verim ve BE bakımından aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan 80KT+20PK ortamı (sırasıyla 89.12 g/şişe ve %39.49 BE) takip etmiştir. Buğday kepeği, mısır koçanı ve pirinç kepeğinin katkı materyalleri olarak kullanıldığı ortamlarda doz arttıkça mantar verimi ve BE değerleri de artmıştır. ÇA materyalinin kullanıldığı ortamlarda ise doz arttıkça mantar verimi 37.70 g/şişe'den 36.83 g/şişe'ye azalmıştır. AÇK materyalinde ilave oranı %10'dan %20'ye yükseldiğinde verim elde edilememiştir. SK materyalinin %10 ve 20 oranında kavak talaşına ilave edilerek hazırlanan ortamlardan ise verim alınamamıştır (Tablo 6).

Verim elde edilmeyen bu ortamların (80KT+20AÇK, 80KT+20SK ve 90KT+10SK) N miktarları (sırasıyla %1.87, 1.37 ve 1.00) yüksek ve C/N oranları (sırasıyla %25.97, 35.02 ve 48.49) düşük bulunmuştur (Tablo 3). SK ve AÇK katkı materyallerinin kullanıldığı ortamlardan verim elde edilememesinin nedeninin, bu ortamların N içeriklerinin %1 ve üzeri olmalarından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Yetiştirme ortamlarının belirlenen özellikleri ile verim ve BE değeri arasında yapılan korelasyon analizi sonucunda; yetiştirme ortamlarının N içerikleri ile verim ve BE arasındaki ilişki önemli ve negatif bulunmuştur (sırasıyla  $-0.610^*$  ve  $-0.611^*$ ) (Tablo 7). Yapılan çalışmalarda da yetiştirme ortamlarının N içeriklerinin yüksek olmasının verim ve BE değeri üzerine olumsuz etkileri olduğu bildirilmiştir (Doğan ve Pekşen, 2003; Özçelik ve Pekşen, 2007).

Korelasyon analizi sonucu C/N oranı ile N ve C miktarları arasında sırasıyla çok önemli ( $-0.763^{**}$ ) ve önemli ( $0.639^*$ ) ilişki bulunmuştur (Tablo 7). Birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmada da misel gelişimi ve mantar veriminin yetiştirme ortamının C/N oranına bağlı olduğu bildirilmiştir (Naraian vd., 2009; Yang vd., 2013). *Flammulina velutipes* yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamında ideal C/N oranının %30 olduğu bildirilmiştir (Shi vd., 2012; Xie vd., 2017). Bununla birlikte bu çalışmada C/N oranı %50'den küçük olan 80KT+20AÇK (%25.97) ve 80KT+20SK (%35.02) ve 90KT+10SK (%48.49) ortamlarından verim elde edilememiştir. En yüksek verim %52.94 C/N oranına sahip 80KT+20BK ortamından (89.60 g/şişe) elde edilmiştir (Tablo 6). Çalışmada kullanılan tür ve ırk farklı olması nedeniyle ideal C/N oranında farklılık oluştuğu düşünülmektedir.

Song vd. (1993) yapmış oldukları çalışmada *F. velutipes* mantarının verim değerlerinin 40.03-129.38 g/şişe arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada %10 ve 20 ÇA katkı materyali kullanılarak hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen verim değerleri, Song vd. (1993)'nin bildirmiş olduğu verim değerlerinden düşük, diğer ortamlardan elde edilen verim değerleri ise benzer bulunmuştur. Çalışmada elde edilen verim değerleri; *F. velutipes* için verim değerinin 52.8-98.8 g/şişe arasında değiştiğini bildiren Nakaya (1998)'nin ve 19.57-87.92 g/şişe arasında değiştiğini bildiren Okuyucu (2021)'nin değerleri ile uyumludur. Buna karşılık çalışmadan elde edilen verim değerleri, *F. velutipes* mantarının verim değerlerinin 96.7-143.4 g/şişe aralığında değiştiğini bildiren Jung vd. (2009)'nin verim değerlerinden düşük olduğu saptanmıştır.

Ji vd. (2001) *F. velutipes* üretiminde en yüksek BE değerini (%73), %88 mısır koçanı + %5 buğday kepeği + %5 mısır unu + %1 sakkaroz karışımından hazırlanan yetiştirme ortamından elde etmişlerdir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan *F. velutipes* çalışmalarında BE değerlerinin %56-78 (Leifa vd., 2001), %75-110 (Jung vd., 2009), %29.34-64.74 (Miao vd., 2014), %74.41-185.09 (Harith vd., 2014), %53.1-119.7 (Xie vd., 2017), %72.35-129.60 (Sangkaew ve Koh, 2017), %64.49-264.7 (Rezaeian ve Pourianfar, 2017), %39.3-80.3 (Liao vd., 2019), %99.62-108.74 (Zhang vd., 2019) ve %14.41-61.31 (Okuyucu, 2021) aralıklarında değiştiği bildirilmiştir.

Verim ve BE değerleri; mantar türüne, ırkına/çeşidine, mantar yetiştiriciliğinde kullanılan materyallere, yetiştirme ortamlarının besin içeriğine, EC ve pH değerlerine, C/N oranlarına, sterilizasyon yöntemine, nem ışık sıcaklık ve havalandırma gibi çevresel faktörlere ve hasada bağlıdır (Chang ve Miles, 2004). Girmay vd. (2016) farklı mantar üretiminde farklı yetiştirme ortamlarının kullanımının hem BE değerinde hem de verim değerinde değişikliklere neden olduğunu bildirmişlerdir.

**Tablo 7.** Yetiştirme Ortamı Özellikleri ile Verim ve BE Oranı Arasındaki İlişkiler

	EC	pH	OM	C	N	C/N	K	P	Ca	Mg	Na	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb	Verim	BE
Nem	0.156	0.041	-0.223	-0.228	0.250	-0.005	0.005	0.087	0.146	0.215	0.440	-0.712**	0.263	0.301	0.429	0.132	-0.183	0.017	0.237	-0.005	-0.006
EC	-	-0.593*	-0.592*	-0.595*	0.632*	-0.453	0.783**	0.353	0.732**	0.546	0.780**	-0.036	0.244	0.805**	0.858**	0.296	0.051	0.523	0.422	-0.129	-0.122
pH	-	-	0.307	0.307	-0.156	0.188	-0.416	-0.608*	-0.447	-0.703*	-0.355	-0.072	0.530	-0.386	-0.753**	0.155	-0.111	-0.590*	0.234	0.465	-0.465
OM	-	-	-	1.000**	-0.601*	0.639*	-0.854**	-0.632*	-0.966**	-0.793**	-0.894**	0.021	-0.521	-0.758**	-0.517	-0.775**	0.042	-0.827**	-0.679*	0.084	0.090
C	-	-	-	-	-0.601*	0.639*	-0.854**	-0.629*	-0.966**	-0.791**	-0.897**	0.025	-0.523	-0.758**	-0.520	-0.775**	0.047	-0.825**	-0.681*	0.083	0.089
N	-	-	-	-	-	-0.763**	0.615*	0.186	0.654*	0.472	0.673*	-0.036	0.431	0.928**	0.475	0.326	0.309	0.383	0.512	-0.610*	-0.611*
C/N	-	-	-	-	-	-	-0.535	-0.256	-0.661*	-0.469	-0.553	-0.254	-0.324	-0.692*	-0.291	-0.388	-0.187	-0.547	-0.475	0.293	0.296
K	-	-	-	-	-	-	-	0.537	0.925**	0.712**	0.817**	0.117	0.428	0.800**	0.644*	0.568	-0.009	0.684*	0.535	-0.118	-0.121
P	-	-	-	-	-	-	-	-	0.599*	0.876**	0.478	-0.236	-0.174	0.378	0.558	0.257	0.028	0.751**	0.016	0.360	0.355
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.804**	0.911**	0.093	0.444	0.837**	0.626*	0.685*	0.001	0.837**	0.630*	-0.078	-0.082
Mg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.673*	-0.176	-0.068	0.656*	0.715**	0.297	-0.034	0.785**	0.135	0.271	0.264
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.109	0.571	0.862**	0.701*	0.718**	0.085	0.755**	0.756**	-0.216	-0.217
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.029	-0.024	-0.308	0.076	0.397	0.215	0.089	-0.124	-0.124
Fe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.417	-0.057	0.816**	-0.040	0.162	0.918**	-0.611*	-0.612*
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.693*	0.443	0.263	0.604*	0.569	-0.425	-0.426
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.057	-0.040	0.502	0.117	0.198	0.202
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.030	0.624*	0.919**	-0.330	-0.337
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.281	0.147	-0.580*	-0.582*
Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.481	0.070	0.063
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.565	-0.567
Verim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000**

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$  düzeyinde önemli

### Farklı Oranda Kullanılan Değişik Katkı Materyalleri ile Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının *Flammulina velutipes* (Enoki) Mantarının Morfolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

Değişik katkı materyallerinin farklı oranlarda ilavesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının mantar özellikleri ve mantar içerikleri incelenirken mantar elde edilemeyen (80KT+20AÇK, 80KT+20SK ve 90KT+10SK) kombinasyonların değerleri yok kabul edilmiş ve buna göre istatistiksel analiz yapılmıştır. *F. velutipes* mantarının şapka çapı üzerine katkı materyalleri ve katkı materyallerinin ilave edilme dozlarının etkisi istatistiksel olarak çok önemli ( $p < 0.01$ ), KM x D interaksiyonunun etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Katkı materyallerinden BK ve PK katkı materyalleri ile hazırlanan ortamlarda şapka çaplarının diğer katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından daha yüksek olduğu bulunmuştur. Katkı materyallerinin ortama ilave edilme oranı arttıkça PK materyali dışında şapka çapları azalmıştır. Farklı oranda kullanılan değişik katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen *F. velutipes* mantarlarında en düşük şapka çapı 2.29 cm ile 80KT+20ÇA ortamından, en yüksek ise 3.19 cm ile 90KT+10BK ortamından elde edilmiştir (Tablo 8).

Sap uzunluğu bakımından katkı materyalleri, doz ve bunların interaksiyonları incelendiğinde sırasıyla etkilerinin istatistiksel olarak çok önemli, önemli ve önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Katkı materyallerinin etkisi şapka çapında olduğu gibi BK ve PK materyallerinde diğer katkı materyallerine göre istatistiksel olarak çok önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Ancak dozların etkisi şapka çapının tersine gerçekleşmiş, doz arttıkça sap uzunluğu da artmıştır. Farklı oranda değişik katkı materyali ilavesi ile hazırlanan ortamlardan elde edilen mantarların sap uzunlukları 9.65-16.25 cm arasında değişmiştir (Tablo 8). Denemede hasat edilen mantarların sap çaplarının 3.16-5.46 mm arasında değiştiği bulunmuştur. Sap çapı üzerine çalışmada ele alınan faktörlerden sadece katkı materyalleri arasında %5 düzeyinde önemli fark bulunmuştur (Tablo 8).

Tomomura (1978), *F. velutipes* mantarının 2-9 cm sap uzunluğuna ve 2-8 mm sap çapına sahip olduğunu bildirmiştir. Denemede elde edilen veriler ile Tomomura (1978)'nin verileri karşılaştırıldığında; sap uzunluğu daha yüksek, sap çapı ise benzer aralıkta bulunmuştur. Yine çalışmada elde edilen şapka çapı ve sap çapı değerleri, *F. velutipes* mantarının şapka çapı ve sap çapı değerlerinin sırasıyla 2-10 cm ve 4-8 mm arasında değiştiğini bildiren Kuo (2013)'nun değerleri ile benzer olduğu saptanmıştır. Miao vd. (2014) yapmış oldukları denemede *F. velutipes* mantarının şapka çapının ise 0.63-0.77 cm, sap uzunluğunun 12.34-14.09 cm ve sap çapının 2.9-4.6 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Zhang vd. (2019)'ın yaptığı çalışmada da şapka çapı 6.7-8.2 cm, sap uzunluğu 14.57-19.92 cm ve sap çapı 2.5-3.7 mm olarak bulunmuştur. Çalışmalardan elde edilen değerler arasındaki bu değişiklikler; kullanılan tür, ırk/çeşit, kompost materyalleri ile yetiştirme koşullarındaki (ışık, sıcaklık ve özellikle ortamların CO<sub>2</sub> miktarları) farklılıktan kaynaklı olabilir.

Katkı materyali arasında şapka çapı ve sap uzunluğunda olduğu gibi en yüksek ortalama mantar sayısı, BK ve PK materyallerinin kullanıldığı ortamlardan elde edilmiştir. Dozlar karşılaştırıldığında %20 oranında materyal ilavesinin mantar sayısını artırdığı tespit edilmiştir. Ancak KM x D interaksyonu incelendiğinde BK materyalinde ilave edilen miktar arttığında mantar sayısının önemli derecede azaldığı görülmektedir. En yüksek mantar sayısı 101.20 adet ile 80KT+20BK ortamından, en düşük ise aralarında istatistiksel fark bulunmayan 28.00 adet ile 80KT+20ÇA ve 31.60 adet ile 90KT+10ÇA ortamlarından elde edilmiştir (Tablo 8).

**Tablo 8.** Farklı Oranda Kullanılan Değişik Katkı Materyalleri ile Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının *Flammulina velutipes* (Enoki) Mantarının Morfolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

	Şapka çapı (cm)	Sap uzunluğu (cm)	Sap çapı (mm)	Ort. mantar sayısı (adet)	Ort. mantar ağırlığı (g)	Renk L	a	b
AÇK	2.50b	12.97b	3.80b	56.50b	0.92	70.46a	1.88b	30.36a
BK	2.93a	15.53a	3.76b	87.00a	1.05	76.67a	1.40b	31.79a
ÇA	2.42b	9.66c	3.60b	29.80c	1.32	51.64b	2.05b	18.94b
MK	2.57b	12.38b	4.83a	55.50b	1.12	63.17ab	4.38a	25.12ab
PK	2.67ab	15.35a	4.24ab	80.70a	1.14	62.67ab	3.98a	25.28ab
SK	_a	_a	_a	_a	_a	_a	_a	_a
%10	2.72a	12.79b	4.23	56.46b	1.16	66.42	3.15a	26.14
%20	2.51b	13.73a	3.87	70.05a	1.10	61.66	2.43b	25.48
90KT+10AÇK	2.50	12.97	3.80	56.50bc	0.92	70.46ab	1.88	30.36
90KT+10BK	3.19	15.23	4.35	72.80b	1.20	72.28ab	2.05	27.91
90KT+10ÇA	2.54	9.68	3.40	31.60d	1.26	63.45ab	2.78	23.79
90KT+10MK	2.74	11.61	5.46	40.40cd	1.39	67.81ab	4.30	26.25
90KT+10PK	2.65	14.44	4.14	81.00ab	1.03	58.11b	4.76	22.39
90KT+10SK	_a	_a	_a	_a	_a	_a	_a	_a
80KT+20AÇK	_a	_a	_a	_a	_a	_a	_a	_a
80KT+20BK	2.66	15.84	3.16	101.20a	0.90	81.05a	0.75	35.67
80KT+20ÇA	2.29	9.65	3.80	28.00d	1.37	39.83c	1.32	14.09
80KT+20MK	2.40	13.17	4.20	70.60b	0.86	58.52b	4.47	23.98
80KT+20PK	2.69	16.25	4.33	80.40ab	1.26	67.22ab	3.20	28.17
80KT+20SK	_a	_a	_a	_a	_a	_a	_a	_a
KM	**	**	*	**	öd	**	**	**
Doz	**	*	öd	**	öd	öd	**	öd
KM x D	öd	öd	öd	**	öd	**	öd	öd

-<sup>a</sup>: mantar elde edilememiştir, KM: Katkı maddeleri, D: Doz, \*: p<0.05, \*\*: p<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Farklı oranda katkı materyallerinin eklenmesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların ağırlıklarının 0.86 (80KT+20MK) - 1.39 g (90KT+10MK) arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük mantar ağırlığı MK materyalinin farklı dozlarında saptanmıştır. Bu durum mantar sayısı ile açıklanabilir. En düşük mantar ağırlığının elde edildiği 80KT+20MK ortamında mantar

sayısı 70.60 adet iken, en yüksek mantar ağırlığının elde edildiği 90KT+10MK ortamından mantar sayısı 40.40 adet olarak bulunmuştur (Tablo 8).

Çalışmada elde edilen ortalama mantar ağırlığı ve sayısı Okuyucu (2021)'nin bildirmiş olduğu 3.55-4.84 g arasında değişen ortalama mantar ağırlığı değerlerinden düşük, buna karşılık 5.67-19.50 adet arasında değişen ortalama mantar sayılarından yüksek bulunmuştur.

### **Farklı Oranda Kullanılan Değişik Katkı Materyalleri ile Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının *Flammulina velutipes* (Enoki) Mantarının Rengi Üzerine Etkisi**

Yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların parlaklığını ifade eden L değeri üzerine katkı materyallerinin ve KM x D interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak çok önemli ( $p < 0.01$ ), dozların etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Katkı materyalleri arasında ÇA materyalinden hazırlanan ortamlardan elde edilen mantarların L renk değerleri (51.64) diğer katkı materyallerine göre istatistiksel olarak çok önemli ( $p < 0.01$ ) düzeyde düşük bulunmuştur. Mantarların L renk değerleri 39.83 (80KT+20ÇA) - 81.05 (80KT+20BK) arasında değişmiştir. ÇA katkı materyalinin kompost içerisindeki miktarı arttıkça L değeri neredeyse 2 katı azalmış ve L değeri 39.83 bulunmuştur (Tablo 8). Bu çay atığı materyalinin içerdiği maddelerle ilgili olabilir. ÇA katkı materyalinin %20 oranında kullanıldığı ortamlardan elde edilen mantarların rengi daha koyu iken, BK'nin %20 oranında kullanıldığı ortamlardan elde edilen mantarların renklerinin daha açık olduğu belirlenmiştir. Bu da yetiştirme ortamına ilave edilen katkı materyallerinin elde edilen mantarların rengini etkilediğini göstermektedir. Mantarların kırmızılık-yeşillik ifadesi olan a değeri ve sarılık-mavilik ifadesi olan b değeri üzerine katkı materyallerinin etkisi çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Mantarların a renk değerleri üzerine dozların etkisi çok önemli iken, b renk değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Farklı oranda kullanılan değişik katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların hem a hem de b renk değerleri arasındaki istatistiksel fark ise önemli bulunmamıştır (Tablo 8).

Mantarların a renk değerleri 4.76 (90KT+10PK) -0.75 (80KT+20BK) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Genel olarak MK ilave edilen ortamlardan elde edilen mantarların a renk değeri artarken, diğer ortamların a renk değeri azalmıştır. b renk değerlerinin ise 14.09-35.67 arasında değiştiği bulunmuştur. PK katkı materyalinin ortam içerisindeki miktarı arttıkça elde edilen mantarların b değeri artmıştır. Buna karşılık diğer katkı materyallerinin miktarı arttıkça bu ortamlardan elde edilen mantarların b renk değeri azalmıştır (Tablo 8). Woo vd. (2015), *F. velutipes* mantarının L değerlerinin 51.78-98.83, a renk değerlerinin -8.58-11.76 ve b renk değerlerinin ise 15.49-50.67 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Kim vd. (2020) ise L değerlerinin 65.91-91.21, a renk değerlerinin -1.74-1.19 ve b renk değerlerinin ise 12.76-23.95 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

### **Farklı Oranda Kullanılan Değişik Katkı Materyalleri ile Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarından Elde Edilen *Flammulina velutipes* (Enoki) Mantarının Protein ve Mineral Madde İçerikleri**

Değişik katkı materyallerinin farklı oranlarda ilavesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarın protein değeri üzerine katkı materyallerinin, dozun ve KM x D interaksiyonunun etkisi çok önemli bulunmuştur (Tablo 9). Katkı materyalleri arasında en yüksek protein içeriği AÇK ve BK materyallerinden elde edilmiştir. Bu durumun katkı materyallerinin N içerikleri ile ilgili olduğu görülmektedir (Tablo 3). Farklı oranda kullanılan değişik katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların protein değerlerinin %19.00-33.22 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Sadece MK materyalinde yetiştirme ortamı içinde katkı materyallerinin miktarı arttıkça protein değeri kısmen azalmıştır. Diğer katkı materyallerinde ilave edilen miktar arttıkça protein içeriği de artmıştır (Tablo 9).

Leifa vd. (2001) *F. velutipes* mantarının protein değerlerinin %8.06-10.24, Mahfuz vd. (2017) ise %8.9-11.8 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Denemede her iki araştırmacının bulmuş olduğu protein değerlerinden daha yüksek protein (%19.0-33.22) protein değerleri elde edilmiştir. Ayrıca *F. velutipes* yetiştiriciliğinde elma posasının kullanımını araştıran Hiramori vd. (2017) mantarların protein değerlerinin %19.2-25.7 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Okuyucu (2021) ise farklı yetiştirme ortamlarında yetiştirilen sarı ırk *F. velutipes* mantarlarının protein değerlerini %11.08-19.08 arasında

bulmuştur. Mantarların protein içerikleri; yetiştirilen mantar türüne, ırka/çeşide, analiz edilen mantarın gelişme aşamasına, kompostun fiziksel ve kimyasal özelliklerine, yetiştirme ortamının N içeriğine ve C/N oranına, analiz tekniğine ve analizde kullanılan mantar kısımlarına bağlı olarak değişebilmektedir (Turfan vd., 2018).

**Tablo 9.** Farklı Oranda Kullanılan Değişik Katkı Materyalleri ile Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının *Flammulina velutipes* (Enoki) Mantarının Protein, K, P, Ca, Mg, Na ve Mn Miktarları Üzerine Etkisi

	Protein (%)	K (mg/kg)	P (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Mn (mg/kg)
AÇK	30.61a	29119.36c	918.06	709.97	2041.45b	301.48	8.74ab
BK	30.93a	31318.65bc	1238.78	563.09	2118.01b	289.97	9.48a
ÇA	26.44b	40831.76a	851.73	3605.21	2724.88a	335.80	10.13a
MK	19.20c	40227.61a	961.72	1210.14	2511.31ab	279.70	7.14b
PK	26.79b	37210.70ab	1059.50	910.74	2287.22ab	294.19	9.25ab
SK	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>
%10	25.08b	33665.91b	957.88	854.98	2345.15	293.27	8.71
%20	27.98a	39991.82a	1088.03	2253.36	2399.63	308.61	9.30
90KT+10AÇK	30.61b	29119.36	918.06	709.97	2041.45	301.48	8.74bc
90KT+10BK	28.63c	31870.85	950.68	615.53	2280.03	306.55	10.53ab
90KT+10ÇA	23.00d	36574.68	802.84	1072.01	2751.26	317.32	8.48bc
90KT+10MK	19.39e	35905.04	966.96	773.88	2457.45	261.10	7.14c
90KT+10PK	23.78d	34859.60	1150.88	1103.51	2195.57	279.89	8.64bc
90KT+10SK	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>
80KT+20AÇK	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>
80KT+20BK	33.22a	30766.45	1526.88	510.66	1955.99	273.40	8.44bc
80KT+20ÇA	29.89b	45088.84	900.62	6138.41	2698.49	354.28	11.78a
80KT+20MK	19.00e	44550.19	956.48	1646.40	2565.16	298.29	7.13c
80KT+20PK	29.80b	39561.80	968.12	717.96	2378.88	308.48	9.86abc
80KT+20SK	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>
KM	**	*	öd	öd	*	öd	*
D	**	*	öd	öd	öd	öd	öd
KM x D	**	öd	öd	öd	öd	öd	*

-<sup>a</sup>: mantar elde edilememiştir, KM: Katkı maddeleri, D: Doz, \*: p<0.05, \*\*: p<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Mantar içeriğindeki Fe, Zn ve Mn gibi mikroelementler, özellikle de diyet için oldukça önemlidir (Smiderle vd., 2008). Elde edilen mantarların K içerikleri üzerine katkı materyallerinin ve dozun etkisi istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunurken, KM x D interaksiyonunun etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. En yüksek K içeriği aralarında istatistiksel fark olmayan ÇA ve MK katkı materyallerinde bulunmuş (sırasıyla 40831.76 ve 40227.61 mg/kg), bunu PK (37210.70 mg/kg) izlemiştir. Katkı materyallerinin ortama ilave edildiği miktar arttıkça mantarların K içeriği de önemli derecede artmıştır (Tablo 9).

Elde edilen mantarların P, Ca ve Na içerikleri üzerine katkı materyallerinin, dozun ve KM x D interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Yetiştirme ortamına ilave edilen katkı materyallerine göre mantarların Mg içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte mantarların Mg içerikleri üzerine dozların ve interaksiyonun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Mn içeriği ise hem katkı materyallerine göre hem de KM x D interaksiyonundan istatistiksel olarak önemli (p<0.05) derecede etkilenmiştir. Mantarların Mn içerikleri, MK katkı materyalinde diğer katkı materyallerine göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur (Tablo 9).

Farklı oranda kullanılan değişik katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların K miktarlarının 29119.36-45088.84 mg/kg, P miktarlarının 802.84-1526.88 mg/kg, Ca

miktarlarının 510.66-6138.41 mg/kg, Mg miktarlarının 1955.99-2751.26 mg/kg, Na miktarlarının 261.10-354.28 mg/kg ve Mn miktarlarının 7.13-11.78 mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 9). Lee vd. (2009), *F. velutipes* mantarının K içeriğinin 28009.1 mg/kg, Ca içeriğinin 324.3 mg/kg, Mg içeriğinin 1108.2 mg/kg, Na içeriğinin 187.8 mg/kg ve Mn içeriğinin 7 mg/kg olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada hasat edilen mantarlardan elde ettiğimiz mineral madde değerlerini Lee vd. (2009)'nin bildirmiş olduğu değerlerden daha yüksek bulunmuştur.

Lee vd. (2009) yapmış oldukları çalışmada, K miktarlarının hem yetiştirme ortamında hem de mantarlarda yüksek bulunduğunu bildirmiştir. Aynı şekilde Akindahansi ve Oyetayo (2006) mantarların mineral içerikleri karşılaştırıldığında en yüksek bulunan mineralin K minerali olduğunu belirtmiştir. Çalışmada farklı oranda kullanılan değişik katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarların mineral içerikleri karşılaştırıldığında bu araştırmacıların bulgularına benzer olarak en yüksek mineral içeriğinin K minerali olduğu saptanmıştır (Tablo 9 ve Tablo 10). Lee vd. (2009) yapmış oldukları çalışmada, Ca içeriğinin yetiştirme ortamında yüksek mantar içeriğinde ise düşük bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu bulgulara benzer olarak, yetiştirme ortamlarının sterilizasyon sonundaki Ca miktarları yüksek, elde edilen mantarların Ca miktarlarının yetiştirme ortamlarının Ca miktarlarına göre düşük olduğu saptanmıştır (Tablo 4 ve Tablo 9).

**Tablo 10.** Farklı Oranda Kullanılan Değişik Katkı Materyalleri ile Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının *Flammulina velutipes* (Enoki) Mantarının Fe, Cu, Zn, As, Cd, Hg ve Pb Miktarları Üzerine Etkisi

	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Cd (µg/kg)	Hg (µg/kg)	Pb (µg/kg)
AÇK	53.95c	6.62a	66.00c	107.44ab	506.82d	7.91b	39.85b
BK	87.00a	6.33a	82.78a	51.60c	844.34c	8.14b	36.35ab
ÇA	50.12c	7.19a	79.69ab	81.47bc	1915.57a	10.72b	54.85a
MK	78.31ab	6.19ab	65.56c	119.57ab	1538.62b	12.42ab	52.79a
PK	57.72bc	4.89b	72.23bc	135.40a	352.46d	15.63a	53.44a
SK	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>
%10	66.40	6.00b	67.67b	99.87	1065.31	10.71	52.08a
%20	67.07	6.45a	82.04a	96.03	1120.56	12.04	43.57b
90KT+10AÇK	53.95cd	6.62b	66.01b	107.44abc	506.82e	7.91	39.85
90KT+10BK	95.53a	6.72b	71.58b	63.23bc	834.12d	9.08	46.91
90KT+10ÇA	56.45cd	6.12bc	66.12b	90.60bc	1818.20ab	10.85	55.81
90KT+10MK	67.22bc	5.72bc	64.03b	78.44bc	1703.09b	12.57	56.45
90KT+10PK	58.83cd	4.82c	70.64b	159.66a	464.32e	13.14	61.36
90KT+10SK	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>
80KT+20AÇK	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>
80KT+20BK	78.47ab	5.94bc	93.98a	39.96c	854.55d	7.20	25.78
80KT+20ÇA	43.78d	8.27a	93.26a	72.34bc	2012.95a	10.59	53.89
80KT+20MK	89.41a	6.66b	67.09b	160.70a	1374.15c	12.27	49.12
80KT+20PK	56.61cd	4.96c	73.82b	111.13ab	240.30f	18.12	45.51
80KT+20SK	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>
KM	**	**	**	**	**	**	*
D	öd	*	**	öd	öd	öd	*
KM x D	*	*	**	**	*	öd	öd

-<sup>a</sup>: mantar elde edilememiştir, KM: Katkı maddeleri, D: Doz, \*: p<0.05, \*\*: p<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarın Fe içeriği üzerine katkı materyallerinin etkisi istatistiksel olarak çok önemli, KM x D interaksiyonunun etkisi önemli ve dozun etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Tablo 10). Katkı materyalleri arasında en yüksek Fe içeriği BK (87.00 mg/kg) katkı materyalinin kullanıldığı ortamlardan elde edilen mantarlarda, en düşük ise aralarında istatistiksel fark bulunmayan ÇA (50.12 mg/kg) ve AÇK (53.95 mg/kg)'da tespit edilmiştir. Farklı oranda kullanılan değişik katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarın Fe içeriği en yüksek 95.53 mg/kg ile 90KT+10BK ve en düşük ise 43.78 mg/kg ile 80KT+20ÇA ortamında tespit

edilmiştir. Doz arttıkça BK, ÇA ve PK ortamlarından elde edilen mantarların Fe değeri azalmış, MK ortamının Fe değeri ise artmıştır (Tablo 10). Çalışmada hasat edilen mantarlardan elde ettiğimiz Fe değerleri, Lee vd. (2009)'nin bildirmiş olduğu değerlerden düşük bulunmuştur. Farklı yetiştirme ortamlarından elde edilen *F. velutipes* mantarlarının Fe içeriklerinin 2.92-3.99 mg/kg aralığında değiştiği bildirilmiştir (Okuyucu, 2021).

Katkı materyallerinin mantarın Cu, Zn, As, Cd ve Hg içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ( $p<0.01$ ), Pb içeriğine etkisi ise önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. Katkı materyallerinin yetiştirme ortamı içine ilave edilen miktarları arttıkça, bu ortamlardan elde edilen mantarların Cu ve Zn içeriklerinin arttığı, buna karşılık Pb içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Dozların mantarların As, Cd ve Hg içeriği üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 10).

Farklı oranda kullanılan değişik katkı materyalleri ile hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen mantarın Cu ve Cd içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli, Zn ve As içerikleri arasında çok önemli, Hg ve Pb içerikleri arasında önemsiz fark olduğu belirlenmiştir. En yüksek Cu içerikleri 80KT+20ÇA (8.27 mg/kg) ortamında, en düşük ise 90KT+10PK (4.82 mg/kg) ortamında yetişen mantarlarda saptanmıştır (Tablo 10). Mantarların Zn değerleri incelendiğinde; en yüksek değer 93.98 mg/kg ile BK katkı materyalinin %20 oranında kullanıldığı ortamdan (80KT+20BK) elde edilen mantarlarda belirlenirken, bunu aralarında istatistiksel fark bulunmayan %20 oranında ÇA katkı materyalinin kullanıldığı ortamdan (80KT+20ÇA) elde edilen mantarlar (93.26 mg/kg) takip etmiştir (Tablo 10). Katkı materyallerinin yetiştirme ortamına ilave edilme miktarlarının (dozun) artması ile MK ortamından elde edilen mantarların As değeri artmış, diğer ortamların ise As değeri azalmıştır. En yüksek As değeri yetiştirme ortamları arasında 80KT+20MK (160.70 mg/kg) ortamında tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen mantarların Cd, Hg ve Pb değerleri ise sırasıyla 240.30-2012.95 µg/kg, 7.20-18.12 µg/kg ve 25.78-61.36 µg/kg arasında değişmiştir (Tablo 10).

As, Pb ve Hg gibi bazı mikroelementlerin belirli değerler üzerinde bulunması canlılar üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır (Bakar ve Baba, 2009). Bu nedenle *F. velutipes* mantarında bu elementlerin analizi de yapılmıştır. Çalışma sonucunda bu ağır metallerin insan sağlığı için olumsuz düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında mantarların mineral madde içeriklerindeki değişikliklerin mantar türlerine, çeşitlerine, yetiştirme ortamına ve analiz yöntemine bağlı olduğu söylenebilir (Turfan vd., 2018).

## Sonuç ve Öneriler

Çalışmada; PK ve BK materyallerinin kullanıldığı ortamlardan, diğer ortamlara kıyasla daha fazla mantar verimi elde edilmiştir. Buna karşılık %10 SK, %20 AÇK ve SK katkı materyallerini içeren yetiştirme ortamlarından ise verim elde edilememiştir. Yapılan analizler sonucunda birçok etken 80KT+20BK ortamını ön plana çıkarmıştır. Ayrıca elde edilen veriler ışığında yetiştirme ortamı materyali seçilirken ve formüle edilirken, azot içeriğinin çok önemli bir kriter olduğu kanaatine de varılmıştır.

Ülkemizde mantar yetiştiriciliği dünya ile paralel olarak oldukça hızlı bir şekilde gelişmektedir. Mantar üretimimizdeki bu artışı tehdit eden en önemli faktör ise üretici maliyetlerindeki artışlardır. Hem mantar üretimimizin artması hem de sürekliliğin sağlanması için üretici maliyetlerinin azaltılması gerekmektedir. Üretici maliyetlerindeki en büyük payı ise yetiştirme ortamı (kompost) maliyetleri oluşturmaktadır. Yetiştirme ortamı materyalinin kolay ve ucuz bulunabilir olmasının yanında, mantar verim ve kalitesine olan etkileri de önem arz etmektedir. Bu çalışma *F. velutipes* (Enoki) mantarı yetiştiriciliğinde kullanılacak yetiştirme ortamı materyallerine ve formüllerine ışık tutmuştur.

*Flammulina velutipes* mantarı yetiştiriciliği ülkemiz mantar sektörü için oldukça yeni bir konudur. Dünya mantar üretim değerleri dikkate alındığında önemli bir yere sahip olan ve özellikle Çin, Japonya gibi Asya ülkelerinde yetiştiriciliği yapılan bu mantar türünün, ülkemiz doğasında bulunmasına rağmen tanınmaması ve yetiştiriciliğinin yapılmaması büyük bir eksiklik. *F. velutipes* mantarının ticari (beyaz) ve doğadan (sarı) izole edilen suşlarının karşılaştırılmasına, misel üretimine, uygun



yetiştirme ortamının hazırlanmasına, verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesine, yetiştiricilik sistemlerine ve çevre şartlarına yönelik daha detaylı araştırmalar yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

### Destek ve Teşekkür

Bu çalışma, Aysun Pekşen danışmanlığında Ahmet Faruk Karasoy tarafından tamamlanan "Değişik Katkı Materyalleri ile Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının *Flammulina velutipes* Mantarının Verim ve Kalitesine Etkisi" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir (Tez No. 726865).

### Yazar Katkısı

*Aysun Pekşen*, tez konusunun belirlenmesi, planlanması, verilerin değerlendirilmesi ve makale yazımında yer almıştır. *Ahmet Faruk Karasoy*, denemenin kurulması, yürütülmesi ve laboratuvar çalışmalarında yer almıştır. Yazarlar makaleyi birlikte okumuş ve onaylamışlardır.

### Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### ORCID

*Ahmet Faruk Karasoy*  <https://orcid.org/0000-0001-9858-8989>

*Aysun Pekşen*  <https://orcid.org/0000-0002-9601-5041>

### Kaynaklar

- Akindahunsi, A. A. ve Oyetayo, F. L. (2006). Nutrient and antinutrient distribution of edible mushroom, *Pleurotus tuber-regium* (Fries) Singer. *LWT-Food Science and Technology* 39(5), 548-553. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.04.005>
- Bakar, C. ve Baba, A. (2009). *Metaller ve insan sağlığı: yirminci yüzyıldan bugüne ve geleceğe miras kalan çevre sağlığı sorunu* [Sözlü sunum]. 1. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, Ürgüp, Nevşehir.
- Bilgiri, B. ve Boztok, K. (1983). Kültür mantarı (*Agaricus bisporus* L. Sing)'nın besin değeri üzerine araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 9-17.
- Chang, S. T. ve Miles, P. G. (2004). *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect and Environmental Impact*. Chemical Rubber Company Press.
- Chen, J. Z., Xang, D. Y. ve Ran, J. S. (2008a). Study on the cultivation of *Flammulina velutipes* by using mulberry branch powder as medium. *Hubei Agricultural Science*, 8, 933-935.
- Chen, J. Z., Wang, H. C. ve Tan, Y. Z. (2008b). Experiment of cultivating *Flammulina velutipes* with jizhi molasses herb residue. *Edible Fungi of China*, 27(5), 31-32.
- Cormican, T. ve Staunton, L. (1991, Ekim, 1-6). *Factors in mushroom (Agaricus bisporus) compost productivity* [Sözlü sunum]. Mushroom Science XIII. Volume 1. Proceedings of the 13th international congress on the science and cultivation of edible fungi, Dublin, Irish Republic.
- Doğan, H. ve Pekşen, A. (2003). Çay atıklarından hazırlanan yetiştirme ortamları ve dezenfeksiyon yöntemlerinin *Pleurotus sajor-caju*'nun verim ve kalitesine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18, 39-48.
- Eren, E. ve Pekşen, A. (2019). Türkiye’de kültür mantarı üretimi ve teknolojik gelişmeler. *Mantar Dergisi*, 10(3), 225-233. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mantar/issue/50932/649141>

- FAO, 2023. Value of agricultural production. [https://www.fao.org/faostat\\_adresinden\\_10.08.2023](https://www.fao.org/faostat_adresinden_10.08.2023) tarihinde alınmıştır.
- Girmay, Z., Gorems, W., Birhanu, G. ve Zewdie, S. (2016). Growth and yield performance of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Fr.) Kumm (oyster mushroom) on different substrates. *Applied Microbiology and Biotechnology Express*, 6(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s13568-016-0265-1>
- Guan, Q. L., Gong, M. F., Lin, T. X. ve Xu, C. H. (2020). Effect of bamboo waste replacing cottonseed husk on cultivation of *Flammulina velutipes*. *AIP Conference Proceedings*, 2252, 020004. <https://doi.org/10.1063/5.0020302>
- Harith, N., Abdullah, N. ve Sabaratnam, V. (2014). Cultivation of *Flammulina velutipes* mushroom using various agro-residues as a fruiting substrate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(3), 181-188. <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab>
- Hiramori, C., Koh, K., Kurata, S., Ueno, Y., Gamage, S., Huang, P. ve Ohga, S. (2017). Cultivation of *Flammulina velutipes* on modified substrate using fermented apple pomace. *Advances in Microbiology*, 7(11), 719-728. <https://doi.org/10.4236/aim.2017.711057>
- Ji, H., Wang, Q., Wang, H., Chen, W. J., Zhu, Z. H., Hou, H. ve Zhang, W. (2001). Preliminary research on *flammulina velutipes* and *ganoderma lucidum* cultivation using maize straw. *Edible Fungi of China*, 20(6), 11-12.
- Julshamn, K., Maage, A., Norli, H. S., Grobecker, K. H., Jorhem, L. ve Fecher, P. (2007). Determination of arsenic, cadmium, mercury, and lead by inductively coupled plasma/mass spectrometry in foods after pressure digestion: NMKL interlaboratory study. *Journal of AOAC International* 90(3), 844-856. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17580639/>
- Jung, K. J., Choi, D. S., Bang, G. P. ve 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. <https://koreascience.kr/article/JAKO200914364644956.page>
- Kacar, B. ve İnal, A. (2008). *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Karasoy, A. F., Okuyucu, H. ve Pekşen, A. (2019). *Flammulina velutipes* mantarı. *Mantar Dergisi*, 10(3), 152-162. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mantar/issue/50932/646083>
- Kim, D., Kim, K. J., Kim, S. G. ve 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. <https://koreascience.kr/article/JAKO202007636554687.page>
- Kuo, M. 2013. *Flammulina velutipes*. [https://www.mushroomexpert.com/flammulina\\_velutipes.html](https://www.mushroomexpert.com/flammulina_velutipes.html) adresinden 14 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Lee, C. Y., Park, J. E., Kim, B. B., Kim, S. M. ve Ro, H. S. (2009). Determination of mineral components in the cultivation substrates of edible mushrooms and their uptake into fruiting bodies. *Mycobiology*, 37(2), 109-113. <https://doi.org/10.4489/MYCO.2009.37.2.109>
- Leifa, F., Pandey, A. ve Socol, C. R. (2001). Production of *Flammulina velutipes* on coffee husk and coffee spent-ground. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44(2), 205-212. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132001000200015>
- Liao, Q., Zhao, Z., Cui, R., Gong, M., Xu, C., ve Tu, S. (2019). Effect of rape straw on the growth of *Flammulina velutipes*. *AIP Conference Proceedings* içinde (Vol. 2079, No. 1). AIP Publishing.
- Liu, X. B., Li, J. ve Yang, Z. L. (2018). Genetic diversity and structure of core collection of winter mushroom (*Flammulina velutipes*) developed by genomic SSR markers. *Hereditas*, 155, 1-8. <https://doi.org/10.1186/s41065-017-0038-0>

- Mahfuz, S. U., Hui, S. ve Zhongjun, 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. ve Huang, Z. (2014). A preliminary screening of alternative substrate for cultivation of *Flammulina velutipes*. *Mycosystema*, 33(2), 411-424. [http://journals.im.ac.cn/jwxtcn/ch/reader/advance\\_query.aspx](http://journals.im.ac.cn/jwxtcn/ch/reader/advance_query.aspx)
- 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. [http://journals.im.ac.cn/jwxtcn/ch/reader/advance\\_query.aspx](http://journals.im.ac.cn/jwxtcn/ch/reader/advance_query.aspx)
- Narayan, R., Sahu, R. K., Kumar, S., Garg, S. K., Singh, C. S. ve Kanaujia, R. S. (2009). Influence of different nitrogen rich supplements during cultivation of *Pleurotus florida* on corn cob substrate. *Environmentalist*, 29, 1-7. <https://doi.org/10.1007/s10669-008-9174-4>
- Okuyucu, H. (2021). *Farklı yetiştirme ortamlarının Flammulina velutipes mantarının verim ve kalitesi üzerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek Lisans Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Özçelik, E. ve Pekşen, A. (2007). Hazelnut husk as a substrate for the cultivation of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*). *Bioresource Technology*, 98(14), 2652-2658. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.09.020>
- Rezaeian, S. ve 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. <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9698-7>
- Rezaeian, S., Pourianfar, H. R. ve Attaran Dowom, S. (2021). Quantitative changes in the biochemical and mineral composition of the substrate in solid-state cultivation of Enoki mushroom. *Waste and Biomass Valorization*, 12, 4463-4474. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01340-7>
- 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)* (1-6). [https://mushroomsociety.in/ICMBMP\\_ProceedingsPart\\_1\\_2014.pdf#page=10](https://mushroomsociety.in/ICMBMP_ProceedingsPart_1_2014.pdf#page=10)
- Royse, D. J., Baars, J. ve Tan, Q. (2017). Current overview of mushroom production in the world. Diego, C. Z. and Pardo-Gimenez, A. (Eds.), *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications* (s. 5-13) içinde. John Wiley & Sons Inc.
- Rowell, D. L. (1996). *Soil science methods & applications*. Wesley Longman Limited.
- Sangkaew, M. ve Koh, K. (2017). The cultivation of *Flammulina velutipes* by using sunflower residues as mushroom substrate. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 4(2), 140-144. <https://www.joaat.com/uploadfile/2017/0704/20170704100836390.pdf>
- Sesli, E. ve Denchev, C. M. (2014). *Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey*. Mycotaxon Checklists Online.
- Shi, M., Yang, Y., Guan, D., Zhang, Y. ve Zhang, Z. (2012). Bioactivity of the crude polysaccharides from fermented soybean curd residue by *Flammulina velutipes*. *Carbohydrate Polymers*, 89(4), 1268-1276. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.04.047>
- Smiderle, F. R., Carbonero, E. R., Sasaki, G. L., Gorin, P. A. ve Iacomini, M. (2008). Characterization of a heterogalactan: Some nutritional values of the edible mushroom *Flammulina velutipes*. *Food Chemistry*, 108(1), 329-333. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.029>

- Song, C. H., Lee, C. H., Huh, T. L., Ahn, J. H. ve Yang, H. C. (1993). Development of substrates for the production of basidiocarps of *Flammulina velutipes*. *The Korean Journal of Mycology*, 21(3), 212-216. <https://koreascience.kr/article/JAKO199303040100453.page>
- Tonomura, H. (1978). *Flammulina velutipes*. Chang, S. T. ve Hayes, W. A. (Eds.). *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. Academic Press (s. 409-421) içinde. Academic Press.
- Turfan, N., Pekşen, A., Kibar, B. ve Ünal, S. (2018). Determination of nutritional and bioactive properties in some selected wild growing and cultivated mushrooms from Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 17(3), 57-72. <https://doi.org/10.24326/asphc.2018.3.6>
- Thuy, Q. H. B. ve Suzuki, A. (2019). Technology of mushroom cultivation. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 57(3), 265. <https://doi.org/10.15625/2525-2518/57/3/12954>
- Wang, N. L. (1995). *Edible fungi cyclopedia of China*. Agriculture Printing House.
- Woo, S. I., Kong, W. S., Kim, E. S., Shin, P. G., Oh, Y. L., Nam, Y. K. ve Kim, K. S. (2015). Analysis of phenotypic characterization of segregation population developed by crossing in *Flammulina velutipes*. *Journal of Mushroom*, 13(3), 217-222. <https://koreascience.kr/article/JAKO201534853187585.page>
- Xie, C., Gong, W., Yan, L., Zhu, Z., Hu, Z. ve Peng, Y. (2017). Biodegradation of ramie stalk by *Flammulina velutipes*: mushroom production and substrate utilization. *Applied Microbiology and Biotechnology Express*, 7(1), 171. <https://doi.org/10.1186/s13568-017-0480-4>
- Yang, W., Guo, F. ve 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. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.02.00>
- Yılmaz, F. (2002). *Flammulina velutipes* (Curt.:Fr.) Karst. türünün misel gelişiminin araştırılması (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Muğla Üniversitesi.
- Zhang, W., Liu, S., Su, G. ve 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. [http://www.fspublishers.org/view\\_pdf\\_issue.php?file=published\\_papers/23374\\_10%20doi%2015.0984%20IJAB-18-0690%20\(8\)%20989-996.pdf](http://www.fspublishers.org/view_pdf_issue.php?file=published_papers/23374_10%20doi%2015.0984%20IJAB-18-0690%20(8)%20989-996.pdf)