



Bu makaleye şu şekilde atıf yapılır: Önel Ö., Demir H., Yalçı H. K., Polat E. (2026). Farklı Örtü Materyalleriyle Birlikte Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Agaricus bisporus'un Verim ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri Mantar Dergisi, 17(1) 1-9.





Geliş(Received) :15.04.2025
Kabul(Accepted) :04.11.2025

Araştırma Makalesi
Doi: 10.30708/mantar.1676740

Farklı Örtü Materyalleriyle Birlikte Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının *Agaricus bisporus*'un Verim ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri

Ömer ÖNEL^{1*}, Halil DEMİR²
Hasan Kayhan YALÇI³, Ersin POLAT⁴

*Sorumlu yazar: omeronel@akdeniz.edu.tr

- ¹ Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye / omeronel@akdeniz.edu.tr 
- ² Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye / hdemir@akdeniz.edu.tr 
- ³ HeraSim Tarım Ürünleri Hayvancılık ve Çevre Bilimleri Limited Şirketi, Kocaeli, Türkiye/ kayhanyalci@gmail.com 
- ⁴ Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye / polat@akdeniz.edu.tr 

Öz: Bu çalışma, iki farklı örtü materyaline yapılan mikrobiyal gübre uygulamasının beyaz şapkallı kültür mantarı (*Agaricus bisporus*) yetiştiriciliğinde verim ve bazı kalite özelliklerine etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan kültür mantarı miselleri kompostta ekilmiş halde özel bir firmadan alınmıştır. Herasim Mikrobiyal Gübre; *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Rhodopseudomonas palustris*, *Bacillus subtilis* mikroorganizmaları ile *Kluyveromyces lactis* ve *Saccharomyces cerevisiae* mayalarını içermektedir. Çalışmada, sap uzunluğu, sap çapı, şapka çapı, Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı, kuru madde, ortalama mantar ağırlığı, toplam verim ve verimlilik (%) incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek toplam verim değerleri Polat 2019 + Herasim (4086.25 g/torba) ve Turba + Herasim (4027.06 g/torba) uygulamalarından elde edilmiştir. Bu araştırma, mikrobiyal gübrelerin *Agaricus bisporus* yetiştiriciliğinde hem verimi hem de kalite özelliklerini arttırmada kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: *Agaricus bisporus*, Mikrobiyal gübre, Örtü materyali, Mantar verimlilik

Effects of Microbial Fertiliser Applications Combined With Different Casing Materials On Growth and Yield of *Agaricus bisporus*

Abstract: This study was conducted to investigate the effects of microbial fertiliser application on yield and certain quality characteristics in the cultivation of white button mushroom (*Agaricus bisporus*) using two different casing materials. The mushroom spawn used in the study was obtained pre-inoculated into compost from a private company. The microbial fertiliser "Herasim" contains *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Rhodopseudomonas palustris*, *Bacillus subtilis*, as well as the yeasts *Kluyveromyces lactis* and *Saccharomyces cerevisiae*. In the study, stipe length, stipe diameter, cap diameter, total soluble solids (TSS), dry matter content, average mushroom weight, total yield, and biological efficiency (%) were evaluated. According to the results, the highest total yields were obtained from the Polat2019 + Herasim (4086.25 g/bag) and Peat +

Herasim (4027.06 g/bag) treatments. This research demonstrates that microbial fertilisers can be effectively used to enhance both yield and quality parameters in *Agaricus bisporus* cultivation.

Keywords: *Agaricus bisporus*, Microbial fertilizer, Casing materials, Mushroom yield efficiency

Giriş

Kültür mantarı (*Agaricus bisporus* [J.E. Lange] Imbach) (Sesli ve ark. 2020) dünyada ve Türkiye’de en fazla üretilen ve giderek yaygınlığını arttıran tarımsal ürünlerden biridir. Türkiye İstatistik Kurumu’nun 2024 yılı verilerine göre ülkemizin mantar üretimi 75189 ton olup bir önceki yıla kıyasla %5.2’lik bir artış gerçekleşmiştir (TÜİK, 2025). Pekşen ve Eren (2024)’e göre ise Türkiye’nin 2023 yılı sonu itibarıyla trüf dışındaki toplam mantar üretim miktarı 85000 tondur.

Beyaz şapkalı kültür mantarı yetiştiriciliğinde misellerin vejetatif devreden generatif devreye geçişini sağlayan örtü toprağı kritik bir role sahiptir (Özşimşir ve Arın, 1996) ve beyaz şapkalı kültür mantarı üretiminde en önemli işlemlerden birisidir. Örtü toprağı miselyum kolonizasyonundan sonra primordium oluşumunu teşvik etmek amacıyla kompost üzerini örtmek için kullanılır (Pardo-Giménez ve Pardo-González, 2008). Yüksek verimin yanında kaliteli mantar elde edebilmek için tercih edilen örtü toprağının; su tutma kapasitesi yüksek, gaz alışverişini engellemeyen, kaymak tabakası oluşturmayan, organik maddece zengin, düşük tuz seviyesinde ve pH’sının 7.5 civarında olması gibi özelliklere sahip olması beklenmektedir (Eren ve Boztok, 2013). Dünyada ve ülkemizde, su tutma kapasitesinin yüksekliği ve yapısal özelliklerinin uygunluğu nedeniyle turba, örtü toprağı olarak en yaygın kullanılan malzemedir (Çolak, 2004). Ancak turba kaynaklarının giderek azalması, mevcut rezervlerin kalitesindeki düşüş, artan üretim maliyetleri, mantar yetiştiriciliğindeki artış gibi nedenler mantar sektöründe alternatif örtü materyallerinin araştırılmasını bir gereklilik haline getirmiştir (Kim ve ark., 2018; Kerketta ve ark., 2019; Duran ve ark., 2023).

Örtü toprağının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri, üretilen mantarın verimi ve kalitesi üzerinde belirleyici etkiler göstermektedir. Örtü toprağında bulunan bakterilerin, karpofor oluşumunu teşvik eden önemli bir kaynak olarak rol oynadığı bilinmektedir (Eger, 1972; Ahlawat, 1998; Çetin ve ark., 2016). Faydalı mikroorganizmalar (FM), örtü toprağına uygulandığında mantar yetiştiriciliğinde substrat ekosistemindeki mikrobiyal çeşitliliği artırması sebebiyle tamamlayıcı bileşen rolü oynar (Joshi ve ark., 2019). Bu mikroorganizmalar, *Bradyrhizobium*, *Bacillus* ve *Pseudomonas* gibi çok sayıda türden oluşan Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakteriler (PGPR) olarak bilinir (Singh, 2018). FM içindeki her bir mikroorganizma türü kendine özgü rol oynar, örneğin *Bacillus subtilis*’in yeşil küf hastalığını önleyebildiği (Potočnik ve ark., 2018),

Bradyrhizobium elkanii’nin ise azot fiksasyonu yoluyla mantar yetiştiriciliğinin biyolojik verimliliğini artırabildiği bulunmuştur (Agrawal ve ark., 2020). Öte yandan laktik asit bakterileri, mantar substratını hastalık yayılmasından koruyacak sterilizasyon özellikleri sağladığı bilinmektedir (Joshi ve ark. 2019). Ayrıca sıvı halde FM uygulanmasının yanında, örtü toprağına ve/veya substrata belirli oranlarda “bokashi” denilen FM ile fermente edilerek üretilmiş mikrobiyal büyüme ortamı ilave edilmesi halinde verim artışı sağlanabildiği bildirilmiştir (Yalçı, 2024).

Bunların yanında *Pseudomonas* cinsine ait çeşitli türler, mantar büyümesinde önemli roller oynar ve bunların arasında *Pseudomonas putida* en önemlisi olarak kabul edilir. Örtü toprağında bulunan mikroorganizmaların, özellikle *P. putida* ve *Alcaligenes faecalis*’in *A. bisporus* üzerindeki yararlı etkileri hakkında çeşitli araştırmalar mevcuttur (Choudhary ve ark. 2009). *P. putida* ile inokule edilen örtü toprağı daha homojen primordium oluşumu ve büyümesini teşvik etmektedir (Riahi ve ark., 2011). Önceki araştırmalarda *A. bisporus*’un fruktifikasyonunu uyaran *Streptomyces* (O’Donoghue, 1962; O’Donoghue ve Ryan, 1991), *Bacillus psilocybe* (Urayama, 1961), *Arthrobacter terregens*, *Bacillus megaterium*, *Rhizobium* sp. (Park ve Agnihotri, 1969) ve *Alcaligenes faecalis* (Ahlawat ve Verma, 1999; Fermor ve ark., 2000) gibi bakteriler de tanımlanmıştır. Bakteriler ve mantar miselyumu arasındaki etkileşim mekanizmasını anlamaya yönelik araştırmalar devam etmektedir. Noble ve ark. (2009) *Pseudomonas* türlerinin veya diğer bakteri gruplarının bir karışımının, aslında primordium oluşumu ve büyümeyi teşvik etmede tek bir türden daha etkili olduğunu, ayrıca primordium oluşumunu engelleyen uçucu bileşiklerin parçalanmasında rol oynadığını bildirmiştir.

Bu araştırma iki farklı örtü materyaline uygulanan ve farklı mikroorganizmaları içeren mikrobiyal bir gübrenin beyaz şapkalı kültür mantarının verim ve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Çalışma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi uygulama arazisinde yer alan mantar üretim odasında yürütülmüştür (Şekil 1). Araştırmada kullanılan mantar kompostları, Korkuteli’nde faaliyet gösteren SMS Ersanlar Tarım Madencilik Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.’den *Agaricus bisporus* miselleri ekilmiş halde temin edilmiştir.



Şekil 1. Mantar üretim odasından genel bir görünümü

Denemede turba toprağı (kontrol) ve Polat ve Önel (2021) tarafından geliştirilen ve Türk Patent Enstitüsü'ne 26 Haziran 2019 tarihinde, 2019/09514 başvuru numarası ile tescil edilmek üzere sunulan Polat2019 olarak adlandırılan perlit ve katı vermikompost karışımı örtü materyali olmak üzere iki farklı örtü materyali kullanılmıştır.

Ayrıca araştırmada ticari olarak Herasim adı verilen mikrobiyal gübre kullanılmıştır. Herasim mikrobiyal gübre; *Lactobacillus lactis* (Yeni isim.; *Lacticaseibacillus lactis* (ex Farrow et al. 1989) Zheng et al. 2020, *Lacticaseibacillus rhamnosus* (Hansen 1968) Zheng et al.

2020, *Lactiplantibacillus plantarum* (Orla-Jensen 1919) Zheng et al. 2020, *Lactobacillus acidophilus* (Moro 1900), *Lacticaseibacillus casei* (Orla-Jensen 1916) Zheng et al. 2020, *Rhodopseudomonas palustris* (Molisch 1907), *Bacillus subtilis* (Ehrenberg 1835) Cohn 1872, *Kluyveromyces lactis* (Dombrowski 1966) van der Walt 1971 ve *Saccharomyces cerevisiae* (Meyen ex E.C. Hansen 1883) mayalarını içermektedir. Herasim microbial gübre içerisinde toplam canlı mikroorganizma sayısı 1×10^7 kob/ml olarak belirtilmiştir. Araştırmada yer alan uygulamaların detayları ve uygulama isimleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Araştırmada farklı örtü materyalleri ve yapılan uygulamalar

Uygulamalar	Açıklamalar
Polat2019	Tek başına Polat2019 adlı örtü materyali
Polat2019 + Herasim	Polat2019 örtü materyalinin Herasim mikrobiyal gübre ile kullanımı
Turba (Kontrol)	Kontrol olarak tek başına turba toprağı
Turba + Herasim	Turba örtü toprağının Herasim mikrobiyal gübre ile kullanımı

Misel ekilmiş halde hazır olarak temin edilen preslenmiş kompost paketleri, verimliliği belirlemek amacıyla üretim odasına ağırlıkları tartılarak yerleştirilmiş, kompost paketlerinin ağırlıklarının birbirinden farklı olduğu kaydedilmiştir. Bu bağlamda her bir uygulamada tekerrürler arasındaki kompost ağırlıkları eşit olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu doğrultuda, uygulamalara ait kompost ağırlıkları sırasıyla Polat2019 için 16,4 kg, Polat2019 + Herasim için 15,8 kg, Kontrol için 15,6 kg ve Turba + Herasim için 14,8 kg olarak kaydedilmiştir. Pres kompost paketleri yerleştirildikten sonra misel ön gelişme aşaması için üretim odası iklimlendirmesi yapılmıştır. Kompost iç sıcaklığını takip etmek için kompost içerisine toprak termometresi, oda içerisine de yine bir termometre ve nem durumunu izlemek için higrometre yerleştirilmiştir. Üretim odasının sıcaklığı kompost iç sıcaklığına göre değişmiş olup kompost iç sıcaklığı misel ön gelişme dönemi boyunca $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ olarak ayarlanmıştır. Kompostta misel sarma sürecinden sonra her iki örtü materyali yaklaşık 4 cm kalınlığında olacak şekilde bir üçgen kılavuz yardımıyla serilmiştir. Serme işlemi yapılırken örtü materyallerinin büyüklüklerinin homojen olmasına dikkat edilmiş, örtü materyallerinin sıkışması amacıyla sterilizasyona dikkat edilerek baskılama yapılmıştır (Polat ve Önel, 2021; Aksu, 2006).

Örtü materyali serimi sonrasında misel sarımı izlenmiş, örtü materyali serildikten sonra 8. günde tırmıklama yapılmıştır. Tırmıklama işleminden sonra üretim odası sıcaklığı kademeli olarak $16-18^{\circ}\text{C}$ 'ye düşürülmüş ve oda içerisindeki karbondioksit değerini

düşürmek için havalandırma çalıştırılmıştır. Tüm üretim boyunca ortalama nem miktarı %85-90 olarak ayarlanmıştır (Polat ve Önel, 2021; Aksu, 2006).

Herasim Mikrobiyal gübre uygulaması örtü materyali serildikten sonra ve tırmıklama sonrası olmak üzere nem içeriğini artırma amacıyla deneme planlamasına göre toplamda iki kez uygulanmıştır. Mikrobiyal gübre %2 (20 ml/L) oranında ve m^2 'ye 1.67 L olacak şekilde verilmiştir.

Araştırmadaki mantarlarda hasat işlemleri iki flaş üzerinden yapılmıştır. Her tekrarlama hasat edilen mantarların ağırlığı belirlenmiş, verim miktarı g/torba olarak, verimlilik ise % olarak kaydedilmiştir. Araştırma kapsamında şapka çapı (mm), şapka yüksekliği (mm), sap çapı (mm), sap uzunluğu (cm), kuru madde (%) ve toplam suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı (%) ölçülmüştür.

İstatistiksel Analiz

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Her tekrarda bir torba yer alıştır. Elde edilen sonuçlar JMP 17 istatistik paket program ile analiz edilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla LSD (Least Significant Difference) testi uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada yer alan mikrobiyal gübre uygulamalarının SÇKM (%), sap uzunluğu (cm), sap çapı (mm), şapka çapı (cm) ve kuru madde (%) üzerine etkileri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Farklı örtü materyalleriyle birlikte mikrobiyal gübre uygulamalarının mantarın SÇKM, sap uzunluğu, sap çapı, şapka çapı ve kuru madde üzerine etkileri

Uygulamalar	Sap Uzunluğu (cm)	Sap Çapı (mm)	Şapka Çapı (cm)	Kuru madde (%)	SÇKM (%)
Polat2019	1.63 d	1.54 d	3.40	7.74 b	9.26 b
Polat2019 + Herasim	1.98 b	1.85 a	3.05	7.90 a	9.75 a
Turba (Kontrol)	2.35 a	1.58 c	4.72	6.10 c	9.13 b
Turba + Herasim	1.67 c	1.66 b	3.05	5.52 d	9.10 b
	*	*	Ö.D.	*	*

*Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar $p\leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Ö.D. : Önemli Değil

İncelenen kriterler açısından uygulamalar arasında şapka çapı hariç $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir. Uygulamaların SÇKM üzerine etkileri incelendiğinde en yüksek değer Polat2019+Herasim (%9.75) uygulamasından elde edilirken diğer uygulamaların etkileri benzer bulunmuştur. Sap uzunluğu açısından en yüksek değer kontrol olarak kullanılan Turba (2.35 cm) uygulamasında ölçülürken, ikinci en yüksek

değer Polat2019 + Herasim (1.98 cm)'den elde edilmiştir. En düşük değer Polat2019 (1.63 cm) uygulamasında tespit edilmiştir.

Sap çapı açısından en yüksek değer Polat2019 + Herasim (1.85 mm) uygulamasında bulunmuştur. Bunu Turba + Herasim (1.66 mm), Turba (1.58 mm) ve Polat2019 (1.54 mm) uygulamaları takip etmiştir. Polat2019 + Herasim uygulamasında yetiştirilen

mantarların daha güçlü bir sap yapısına sahip olduğu ve mekanik dayanıklılığının daha yüksek olabileceği belirlenmiştir. Şapka çapı açısından uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmamıştır ve ölçülen değerler 3.05-4.72 cm arasında değişim göstermiştir. Aralarında istatistiksel olarak fark olmamakla birlikte en yüksek değer Turba (kontrol) uygulamasından elde edilmiştir. Mantarların morfolojik özellikleri ile ilgili elde edilen bulgular, beyaz şapkalı mantar yetiştiriciliğinde farklı atıkların örtü toprağı olarak kullanıldığı çalışmada şapka çapının 3.31-5.22 cm, sap çapının 1.61-2.10 cm ve sap uzunluğunun 1.59-2.18 cm aralığında değiştiğini bildiren Duran ve ark. (2024)'nin bulguları ile uyumludur.

Kuru madde miktarı açısından bakıldığında ise en yüksek değer Polat2019 + Herasim (%7.90) uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamayı Polat2019 (%7.44), Turba (Kontrol) (%6.10) ve Turba + Herasim (%5.52) uygulamaları izlemiştir. Sonuçlar Turba + Herasim uygulamasındaki mantarların daha yüksek su içeriğine sahip olduğunu göstermiştir. Bu uygulamada yetiştirilen mantarların raf ömrü açısından diğer uygulamalara göre daha dezavantajlı olabileceği öne sürülebilir.

Polat ve Önel (2021) katı solucan gübresi içerisine perlit karıştırdıkları örtü materyali uygulamasından başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Patent başvurusu yapılan bu örtü materyali bu çalışmada da kullanılmış, örtü materyali serme aşamasında mikrobiyal gübre ilavesi yapılmıştır. Bu materyale mikrobiyal gübre ilavesinin pozitif etkileri olduğu sonucuna varılmıştır. Bu konuyla ilgili daha önceden yapılan çalışmalarda da miselyum

büyümesini ve primordium oluşumunu teşvik eden (MGP) mantarlar ve bakterilerin varlığından bahsedilmiştir (Zarenejad ve ark., 2012; Kertesz ve Thai, 2018). Carrasco ve ark. (2018) mantar gelişimini teşvik eden mikroorganizmaların yetiştirme ortamlarına ek bir takviye olarak eklenebileceğini bildirmiştir. Beyaz şapkalı mantarın büyüme özellikleri hiç kuşkusuz miselyum gelişimiyle ilgilidir. Payapanon ve ark. (2011), Jadhav ve ark. (2014) ve Pratiksha ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmalarda *Azotobacter*, *Bacillus*, *Paenibacillus* ve *Pseudomonas* bakterilerinin miselyum büyümesini artırdığı rapor edilmiştir. Riahi ve ark. (2011) örtü toprağının *P. putida* ile inokule edilmesi durumunda primordium büyümesi ve homojen büyümesini teşvik ettiğini bildirmiştir. Bir başka çalışmada çiftlik gübresi + bahçe toprağı + atık çay yaprağı (2:1:1) karışımının örtü toprağı olarak kullanıldığı çalışmada *P. putida* ilave edilmesi halinde pin oluşum süresini kısaltmıştır (Murmur ve Lal, 2016). Kumar ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada örtü toprağı serme aşamasında yapılan mikrobiyal gübre uygulamasının daha iyi sonuçlar verdiğini, *P. putida* ve *Bacillus megaterium* bakterilerinin tek başına ya da kombinasyon halinde uygulamanın büyüme özelliklerini iyileştirdiğini bildirmiştir. Aynı çalışmada örtü toprağı serme aşamasında kullanılan bu bakterilerin misel sarma ve pin oluşum süresini kısalttığı ve mantar büyüklüğünü artırdığı bulunmuştur.

Mikrobiyal gübre uygulamalarının toplam verim (g), ortalama mantar ağırlığı (g/karpofor) ve verimlilik (%) üzerine etkileri Tablo 3'te verilmiştir. İncelenen bu kriterler açısından uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur.

Tablo 3. Farklı örtü materyalleriyle birlikte mikrobiyal gübre uygulamalarının toplam verim, ortalama mantar ağırlığı ve verimlilik üzerine etkileri

Uygulamalar	Toplam Verim (g/torba)	Ort. Mantar Ağırlığı (g/karpofor)	Verimlilik (%)
Polat2019	3841.49 bc*	17.24 c	23.42 c
Polat2019 + Herasim	4086.25 a	30.77 a	25.86 ab
Turba (Kontrol)	3783.09 c	18.89 bc	24.25 bc
Turba + Herasim	4027.06 ab	21.56 b	27.03 a

*Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir.

En yüksek verim 4086.25 g ile Polat2019 + Herasim uygulamasından elde edilmiştir. İkinci en yüksek toplam mantar verimi 4027.06 g ile Turba + Herasim uygulamasında tespit edilmiştir. Diğer uygulamalar ise sırasıyla 3841.49 g ve 3783.09 g ile Polat2019 ve Kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre Polat2019 + Herasim ve Turba + Herasim uygulamalarından Kontrol'e göre sırasıyla %8.01 ve %6.4

daha yüksek verim elde edilmiştir. Tablo 3.'den de görülebileceği gibi ortalama mantar ağırlığı bakımından da benzer şekilde en yüksek değer 30.77 g/mantar ile Polat2019 + Herasim'de saptanmıştır. Üretime başlamadan kompost torbalarının ağırlıkları tartılmış ve buna bağlı olarak elde edilen mantar ağırlıklarına göre verimlilik hesaplanmıştır. Kompost torbaları mantar üreticilerine teslim edildiği şekilde misel ekilmiş halde

hazır olarak bir firmadan temin edilmiştir. Torbaların ağırlıkları farklı olduğu için verim ve verimlilik değerleri uygulamalara göre farklılık göstermiştir. Verimlilik açısından en yüksek değerler %27.03 ile Turba + Herasim ve %25.86 ile Polat2019 + Herasim kombinasyonlarından sağlanmıştır. Bu uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük verimlilik değerleri ise %24.25 ve %23.42 ile sırasıyla Kontrol ve Polat2019 uygulamalarında belirlenmiştir ve bu uygulamalarda istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

Elde edilen sonuçlara göre Herasim mikrobiyal gübrenin verim, ortalama mantar ağırlığı ve verimlilik üzerinde iyileştirici etkilere sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun mantar yetiştiriciliğinde kompost ve örtü toprağında doğal olarak bulunan bakteriler ile rizobakteriler arasındaki pozitif etkileşimlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. *Agaricus bisporus* yetiştiriciliğinde örtü toprağının mikrobiyal kompozisyonunun mantar verimi üzerindeki etkisi birçok çalışmada incelenmiştir. Vieira ve Pecchia (2021) yaptıkları çalışmada örtü toprağının komposttan daha az bakteriyel çeşitlilik gösterdiğini ve baskın olarak *Proteobacteria* ve *Bacteroidota* filumlarını içerdiğini ortaya koymuştur. Aynı zamanda, *Pseudomonas* gibi bazı bakterilerin mantarın fruktifikasyonunu teşvik edebileceğini belirtmiştir. Eren (2022), *Azospirillum lipoferum*, *Bacillus megaterium*, *Frateriaria aurantia* ve *Thiobacillus thiooxidans* gibi PGPR bakterilerinin mantar verimi ve raf ömrünü olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir.

Gitay ve Wange (2007) *Azotobacter chroococcum* ile fosfor çözücü *Pseudomanas striata* ve *Bacillus megaterium* bakterilerinin örtü toprağına %1.5 oranında karıştırıldığında en yüksek beyaz şapkalı mantar verimi elde edildiğini bulmuşlardır. Murmu ve Lal (2016) tarafından yapılan çalışmada çiftlik gübresi + bahçe toprağı + vermicompost (2:1:1) karışımı örtü toprağı olarak kullanılmış, *Pseudomanas putida* ilave edilmiş ve en yüksek verim elde edilmiştir. Kumar ve ark. (2018) yaptığı çalışmada bahçe toprağı + çiftlik gübresi + vermicompost + atık çay yaprağı (2:1:1:1) karışımına *P.putida* ve *Bacillus megaterium* karıştırıldığında mantar ağırlığı ve verimi maksimuma ulaşmıştır.

Mikrobiyal etkinin kayın mantarları üzerine etkileri de bazı çalışmalarda incelenmiştir. (Gaikwad ve Wange, 2006) *Azotobacter* ve fosfat çözücü bakterilerin kullanımının *Pleurotus sajor-caju*'nun verimini %63 oranında artırdığını bildirmiştir. Aynı zamanda mantar biyokütlesi ve biyolojik verimlilikte iyileşme gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, Seneviratne ve ark. (2009) rizobakterilerin mantar yetiştiriciliğinde olumlu etkileri olduğunu, *Bradyrhizobium elkanii*'nin *Pleurotus ostreatus* yetiştiriciliğinde protein ve mineral içeriğini artırdığını rapor etmişlerdir.

Araştırmada incelenen kriterlerle ilgili pozitif ve negatif orantılı etkiler Pearson korelasyon katsayıları ile gösterilmiştir (Tablo 4). İncelenen kriterlerde ortalama değerler kullanılmıştır.

Tablo 4. Araştırmada incelenen kriterlerle ilgili Pearson korelasyon katsayıları

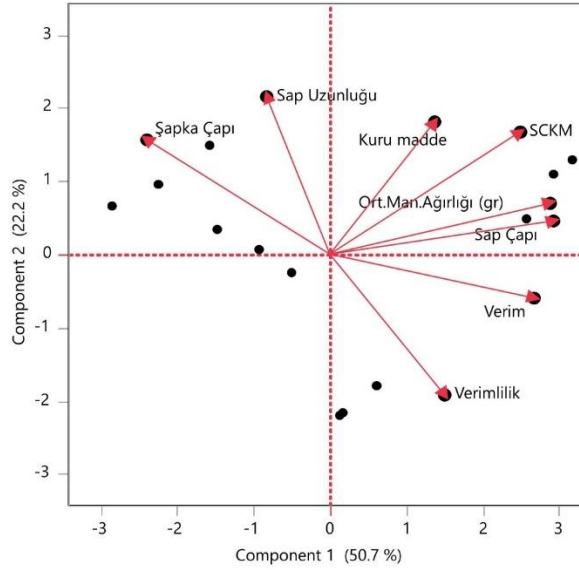
Parametreler	Verim (gr/torba)	Ort.Man.Ağır. (gr)	Verimlilik (%)	SÇKM (%)	Sap Uzunluğu (cm)	Sap Çapı (cm)	Şapka Çapı (cm)	Kuru madde (%)
Verim	1.000							
Ort.Man.Ağır.	0.774**	1.000						
Verimlilik	0.406 ^{ÖD}	0.423 ^{ÖD}	1.000					
SÇKM	0.536 ^{ÖD}	0.742**	0.001 ^{ÖD}	1.000				
Sap Uzunluğu	-0.290 ^{ÖD}	0.106 ^{ÖD}	-0.173 ^{ÖD}	0.057 ^{ÖD}	1.000			
Sap Çapı	0.710**	0.947**	0.540 ^{ÖD}	0.752**	0.071 ^{ÖD}	1.000		
Şapka Çapı	-0.640*	-0.457 ^{ÖD}	-0.457 ^{ÖD}	-0.393 ^{ÖD}	0.806**	-0.526 ^{ÖD}	1.000	
Kuru madde	0.099 ^{ÖD}	0.348 ^{ÖD}	-0.392 ^{ÖD}	0.693*	-0.158 ^{ÖD}	0.313 ^{ÖD}	-0.308 ^{ÖD}	1.000

*Korelasyon katsayıları arasında $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlilik vardır.

**Korelasyon katsayıları arasında $p \leq 0.01$ düzeyinde önemlilik vardır.

Korelasyon katsayıları arasındaki istatistiksel önemlilik durumları $p < 0.01$ ve $p < 0.05$ seviyelerinde incelenmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre kriterlerden verim ile ortalama mantar ağırlığı ve sap çapı, ortalama mantar ağırlığı ile SÇKM ve sap çapı, SÇKM ile sap çapı ve kuru madde, sap uzunluğu ile şapka çapı

arasında güçlü pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Verim ile şapka çapı arasında ise negatif bir ilişki olduğu Tablo 4'te görülmektedir. Çalışmada incelenen kriterler dikkate alınarak yapılan temel bileşen analizi Şekil 2.'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Araştırmada incelenen kriterlerle ilgili yapılan PCA analizi

Temel bileşen analizi sonuçlarına göre Şekil 2'de iki ana bileşen görünmektedir. Birinci ana bileşen %50.7'lik bir varyasyonu, ikinci ana bileşen %22.2'lik bir varyasyonu temsil ederken, bu iki bileşene ait toplam varyasyon %72.9 olarak tespit edilmiştir. Faktör yüklerine göre sıralama yapıldığında, birinci bileşende pozitif yüklü olarak sap çapı, ortalama mantar ağırlığı, verim ve SÇKM ile negatif yükü ile şapka çapı vardır. İkinci bileşende pozitif yükleri ile sap uzunluğu, kuru madde, SÇKM, şapka çapı ile negatif yüklü verimlilik bulunmaktadır.

Çalışmada Herasim mikrobiyal gübrenin beyaz şapkaklı kültür mantarı yetiştiriciliğinde farklı örtü materyallerine uygulanmasının verim ve kaliteye olan etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçları daha önce yapılan birçok araştırma desteklemektedir. Polat2019 ve Turba örtü materyallerinin kullanılması mantarın büyüme ve verim özelliklerini iyileştirmiştir. En yüksek verimlilik değerleri %25 ve 27 oranlarında sırasıyla Polat2019 ve Turba materyallerine Herasim mikrobiyal gübre karıştırılan uygulamalardan elde edilmiştir.

Yazar Katkıları

1. yazar: Araştırma, veri toplama, istatistiksel analiz, makale yazım, revizyonlar.
2. yazar: Metodoloji, istatistiksel analiz değerlendirme, makale düzenleme.
3. yazar: Mikrobiyal gübre temini, doz ayarlama, metodolojiye katkı.

4. yazar: Örtü toprağı temini, verilerin değerlendirmesi.

Tüm yazarlar çalışmanın her aşamasındaki katkılarından sorumlu olduklarını kabul etmiş, makalenin son hâlini okuyarak onaylamış ve yayımlanmak üzere gönderilmesine onay vermiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, bu çalışma ile ilgili herhangi bir çıkar çatışmasının bulunmadığını beyan etmektedir. Çalışma, bağımsız şekilde yürütülmüş olup, herhangi bir ticari veya mali destek almamıştır.

Etik Beyanı: Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur./ It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited (Ömer ÖNEL, Halil DEMİR, Hasan Kayhan YALÇI, Ersin POLAT)

Teşekkür

Araştırmanın yürütülmesi aşamalarında üretim odasındaki çalışmalar ve veri temini konusundaki katkılarından dolayı Ziraat Mühendisi Metehan KAYALI'ya teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Agrawal, P., Shukla, A., Mankad, A., ve Modi, N. (2020). Cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) using bio-fertilizers to Enhance yield: A review. *International Journal of Advanced Research in Engineering& Management*, 6(1), 29-34
- Ahlawat, O.P., ve Verma, R.N. (1999). *Alcaligenes faecalis* – a potent bacterial inoculant for improving yield/quality of *Agaricus bisporus* strain U3. Proceedings of the 3rd International Conference on Mushroom Biology and Products, Sydney, Australia.
- Ahlawat, O.P. (1998). Effect of bacterial inoculants on mycelial growth, pinning, yield and quality of the white button mushroom (*A.bisporus*). *Journal of Scientific and Industrial Research*, 57: 686-691.
- Aksu, Ş. (2006). *Kültür Mantarı Üretim Teknikleri*. Hasad Yayıncılık, 109 sayfa, ISBN: 975-8377-50-7, İstanbul.
- Anonim, (2025). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2024-53447> (Son erişim 24/01/2025)
- Carrasco, J., Zied, D.C., Pardo, J.E., Preston, G.M., ve Pardo-Giménez, A. (2018). Supplementation in mushroom crops and its impact on yield and quality. *AMB Expr*, 8:146. <https://doi.org/10.1186/s13568-018-0678-0>
- Choudhary, D.K, Agrawal, P.K and Johri, B.N. (2009). Characterization of functional activity in composted casing amendments used in cultivation of *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. *Ind J Biotech* 8: 97-109.
- Çetin, M., Özaktan, H., ve Boztok, K. (2016). Örtü Toprağında Bulunan Bazı Yararlı Bakterilerin Kültür Mantarı *Agaricus bisporus*'un Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(3), 197-203.
- Çolak, M. (2004). Temperature profiles of *Agaricus bisporus* in composting stages and effects of different composts formulas and casing materials on yield. *African Journal of Biotechnology*, 3(9): 456-462.
- Duran, H., Peksen, A., ve Eren, E. (2023). Vermicompost, rose oil processing waste compost, and spent coconut fiber as casing material in button mushroom cultivation. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13(5), 4317-4329.
- Eger G. (1972). Experiments and comments on the action of bacteria on sporophore initiation in *Agaricus bisporus*. *Mushroom Science* 8: 719-726.
- Eren E, Boztok K (2013). Possibility of using different wastes as casing material in *Agaricus bisporus* mushroom cultivation. İğdır University, *Journal of The Institute of Science and Technology* 3(1): 9-16.
- Eren, E. (2022). The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPRs) on Yield and Some Quality Parameters during Shelf Life in White Button Mushroom (*Agaricus bisporus* L.). *J. Fungi*, 8, 1016. <https://doi.org/10.3390/jof8101016>
- Fermor, T., S. Lincoln, R. Noble, A. Dobrovin-Pennington, and N. Colauto. (2000). Microbiological properties of casing. *Mushroom Sci.* 15: 447-454.
- Gaikwad, A. B., & Wange, S. S. (2006). Effect of biofertilizers on growth and yield of *Pleurotus sajor-caju*. *J. Soils and Crops*, 16(1): 65-69.
- Gitay A.S. ve Wange S.S. (2007). Influence of Biofertilizers applied at spawning and casing on *Agaricus bisporus*. *J. Soils and Crops*, 17(2): 250-254.
- Jadhav AC, Shinde DB, Nadre SB, Deore DS (2014). Quality improvement of casing material and yield in milky mushroom (*Calocybe indica*) by using biofertilizers and different substrates. In: Proceedings of 8th international conference on mushroom biology and mushroom products (ICMBMP8). ICAR-Directorate of Mushroom Research, Solan, India. pp 359–364
- Joshi H., Duttand S., Choudhary P., Mundra S. L. (2019). Role of Effective microorganisms (EM) in Sustainable Agriculture. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(03), 172–181. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.803.024>
- Kerketta A, Shuka CS, Singh HK (2019). Evaluation of different casing materials for growth and yield of button Mushroom (*Agaricus bisporus* (L.) Sing.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 8(4): 207-209.
- Kertesz M.A. Thai M. (2018). Compost bacteria and fungi that influence growth and development of *Agaricus bisporus* and other commercial mushrooms. *Appl Microbiol Biotechnol* 102:1639–1650. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-8777-z>
- Kim, Y.G., Lee, B.J., Lee, S.G. ve Lee, B.E. (2018). Study on new casing materials of *Agaricus bisporus*. *Journal of Mushrooms* 16(3), 147-154.
- Kumar, B., Kumari, C., ve Kumar, M. (2018). Effect of bio-fertilizers on mycelial growth and physical properties of white button mushroom [*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach]. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 7(2), 2216-2222.
- Murmu R. ve Lal A.A. (2016). Biochemical estimation and cultivation of *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach on different casing materials and bio-inoculant *Pseudomonas putida*. *Journal of Applied and Natural Science*, 8(1), 454-458.
- Noble R., Dobrovin-Pennington A., Hobbs P.J., Pederby J., ve Rodger A. (2009). Volatile C8 compounds and *pseudomonads* influence primordium formation of *Agaricus bisporus*. *Mycologia*, 101(5), 583-591. <https://doi.org/10.3852/07-194>.

- O'Donoghue DC, Ryan JP. (1991). Influence of wide range of bacteria, actinomycetes and fungi on mycelial growth of *A. bisporus* (Lange) Sing. and the special fruiting requirement
- O'Donoghue, D.C. (1962). New light on fruit body initiation. *Mushroom Science* 5: 247-249.
- Özşimşir, S. ve Arın, L., (1996). Farklı Örtü Toprağı Karışımlarının Mantar (*Agaricus bisporus*) Verim, Erkencilik ve Kalitesine Etkisi. Türkiye 5. Yemeklik Mantar Kongresi, 5-7 Kasım 1996, Yalova, 220-225.
- Pardo-Giménez, A. ve Pardo-González, J.E. (2008). Evaluation of casing materials made from spent mushroom substrate and coconut fibre pith for use in production of *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. *Spanish J. Agric. Res.* 6(4), 683-690. <https://doi.org/10.5424/sjar/2008064-361>
- Park JY, Agnihotri VP. (1969). Bacterial metabolites trigger sporophore formation in *Agaricus bisporus*. *Nature*, 222: 984, doi:10.1038/222984a0.
- Payapanon A., Suthirawut S., Shompoosang S., Tsuchiya K., Furuya N., Roongrawee P., Kulpiyawati T. ve Somrith A. (2011). Increase in yield of the straw mushroom (*Vovariella volvacea*) by supplement with *Paenibacillus* and *Bacillus* to the compost. *J Faculty Agric Kyushu University* 56:249-254
- Pekşen, A. ve Eren, E. (2024). Dünyada ve Türkiye'de Mantar Sektörü ve Sürdürülebilirlik. *Mantar Dergisi*, 15(Özel sayı), 49-65.
- Polat E. ve Önel Ö. (2021). An alternative new casing material in the production of *Agaricus bisporus*. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 34(3): 261-266. DOI: 10.29136/mediterranean.971682
- Potočnik, I., Todorović, B., Rekanović, E., Luković, J., Paunović, D., ve Milijašević-Marčić, S. (2018). Impact of *Bacillus subtilis* QST713 mushroom grain spawn treatment on yield and green mould control. *Pesticides and Phytomedicine*, 33(3-4), 205-212. Doi: <https://doi.org/10.2298/PIF1804205P>
- Pratiksha K, Narute TK, Surabhi S, Ganesh A, Sujoy S (2017). Effect of liquid biofertilizers on the yield of button mushroom. *J Mycopathol Res* 55:135-141
- Riahi, H., Eskash, A. and Shariatmadari, Z. (2011). Effect of bacterial and cyanobacterial culture on growth, quality and yield of *Agaricus bisporus*, France In: Proceedings of the 7th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products; 2011 4-7 October ; Arca-chon – France p. 406-411.
- Seneviratne, G., Peyvast, G. A., Olfati, J. A., & Kariminia, A. (2009). Rhizobia as biofertilizers for mushroom cultivation. *Current Science (00113891)*, 96(12).
- Sesli, E., Asan, A. ve Selçuk, F. (edlr.) Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H.H., Erdoğan, M., Ergül, C.C., Eroğlu, G., Giray, G., Halikî Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kıvanç, M., Ocağ, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkeul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu., Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi*. İstanbul: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayınları. Syf 1177.
- Singh I. (2018). Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and their various mechanisms for plant growth enhancement in stressful conditions: A review. *European Journal of Biological Research*, 8(4), 191-213. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1455995>
- TÜİK, 2025. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2024-53447> (Son erişim 24/01/2025)
- Urayama T. (1961). Stimulative effect of certain bacteria on *A. bisporus* (Lange) Sing. *Botany Magazine Tokyo*, 74: 56-59.
- Vieira, F. R., & Pecchia, J. A. (2022). Bacterial community patterns in the *Agaricus bisporus* cultivation system, from compost raw materials to mushroom caps. *Microbial ecology*, 84(1), 20-32.
- Yalçı H.K., 2024. "Bokashi Kompost ve Ötesi," İkinci Adam Yayınları, Editör: Aslı Bayram, 1. Baskı, İstanbul, ISBN: 978-625-6617-28-5
- Zarenejad F, Yakhchali B, Rasooli I (2012). Evaluation of indigenous potent mushroom growth promoting bacteria (MGPB) on *Agaricus bisporus* production. *World J Microbiol Biotechnol* 28(1):99-104. <https://doi.org/10.1007/s11274-011-0796-1>