BÖLÜM 14

BEYAZ ŞAPKALI MANTAR ÜRETİMİNDE ÖRTÜ TOPRAĞI KULLANIMI: KÜRESEL YAKLAŞIMLAR VE GÜNCEL EĞİLİMLER

Arş. Gör. Ömer ÖNEL[20]

Prof. Dr. Ersin POLAT[21]

DOI: https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18118168

[20] Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye. omeronel@akdeniz edu.tr, orcıd id: 0000-0002-1333-8751

[21] Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye. polat@akdeniz.edu.tr, orcid id: 0000-0003-2414-5071

GİRİŞ

Beyaz şapkalı mantar (*Agaricus bisporus*), nem, sıcaklık ve havalandırma gibi iklim parametrelerinin kontrol edildiği üretim odalararında yetiştiriciliği yapılan tarımsal önemli bir üründür. Tarımsal üretim modelleri arasında en yüksek biyokütle dönüşüm oranına sahip sistemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu üretim modelinin başarısını belirleyen en önemli materyallerden biri ise örtü toprağıdır. Örtü toprağı, yalnızca miselin komposttan yüzeye doğru ilerleyişini düzenlemekle kalmaz, aynı zamanda yapısındaki mikroorganizmalar vasıtasıyla mantarın generatif evreye geçiş sürecini yöneten çok önemli bir fayda sağlamaktadır. (Noble & Gaze, 1995). Kompost içerisinde vejetatif olarak büyüme gerçekleştiren misel, örtü toprağı ile karşılaştığında burada birtakım fiziksel ve kimyasal etkileşimlere maruz kalır. Mantar, örtü toprağında oluşan su potansiyeli, gaz iletimi, pH dengesi, mikrobiyal etkileşimler ve değişen iklim parametrelerine bağlı olarak karpofor (mantar meyvesi) oluşturmaya yönelir. Bu nedenle, örtü toprağının fiziksel ve biyolojik özellikleri, mantar üretiminde son derece önem arz etmektedir (Pardo-Giménez et al., 2012).

Örtü toprağı kullanımının mantar fizyolojisine etkisi çok boyutludur. Su tutma kapasitesi ve gözeneklilik, primordium öncesi yüzey mikroklimasının oluşturulmasında önemli rol oynar. Toprak-hava-su dengesinin optimum seviyede kalması, miselin yüzeye yakın bölgelerde yoğunlaşmasını ve mantar taslaklarının oluşumunu kolaylaştırır. Bu nedenle, miselin karpofor oluşturma yeteneği üzerine örtü toprağının fiziksel yapısının doğrudan belirleyici olduğu kabul edilmektedir (Pardo-Giménez et al., 2012). Aynı zamanda, örtü toprağının faydalı mikroorganizmalara sahip olması, miselin generatif aşamaya geçişini teşvik ederken; yüksek tamponlama kapasitesi pH değişimlerini sınırlayarak ideal pH değerinin korunmasını sağlar (Noble & Gaze, 1995; Kertesz & Thai, 2018).

Dünya genelinde geleneksel örtü toprağı olarak kullanılan temel bileşen "turba" dır. Turba toprağının fiziksel özellikleri mantar miselinin gereksinimleriyle büyük ölçüde uyumlu olduğundan uzun yıllardır güvenilir bir materyal olarak kabul görmüştür. Ancak turba yataklarından bu materyalin çıkartılmasının biyoçeşitlilik kaybına yol açması, çıkartma sonrası bölgede çevresel tahribatlar oluşması, karbon depo özelliğine sahip bu alanların zarar görmesiyle fazla miktarda karbondioksit (CO_2) ve metan (CH_4) gazlarının açığa çıkması, bu kaynağın kullanımını sürdürülebilirlik açısından tartışmalı hâle getirmiştir (Räsänen, 2023). Özellikle Avrupa'da yürürlüğe giren turba kullanımını azaltma politikaları, mantar endüstrisini de doğrudan etkileyen düzenlemeler olarak görülmektedir. Buna bağlı olarak, alternatif örtü materyallerine yönelik Ar-Ge çalışmaları küresel ölçekte hız kazanmıştır.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, turba kullanımını azaltmak ya da tamamen kullanımını sonlandırmak amacıyla çeşitli alternatiflerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal özellikleri değerlendirmektedir. Bu alternatif materyallerin bir kısmı turbanın su tutma kapasitesini yakalayabilmekte; bazıları ise mikrobiyal aktivite açısından daha zengin bir ortam sağlayarak farklı avantajlar ortaya koyabilmektedir.

Bu bölümünde, beyaz şapkalı mantar üretiminde örtü toprağı kullanımının tarihsel gelişimi, temel fonksiyonları, turba kaynaklı sorunlar, olası alternatif materyaller ve geleceğe yönelik sürdürülebilirlik perspektifleri ayrıntılı olarak ele alınacaktır. Bölümün amacı hem araştırmacılara hem de sektöre yönelik bilimsel bir değerlendirme sunmak ve gelecekteki yenilikçi üretim modelleri için güçlü bir kaynak oluşturmaktır.

KÜLTÜR MANTARININ DÜNYA VE TÜRKİYE'DE ÜRETİM DURUMU

Mantar yetiştiriciliği tarihsel olarak mağara gibi basit ortamlarda başlamış, ancak zamanla teknolojik gelişmelerle birlikte daha kontrollü ve tam

otomasyonlu sistemlere evrilmiştir. Son yarım yüzyılda mantar üretimi küresel ölçekte hızlı bir ivme kazanmış, 1961 yılında yaklaşık 495 bin ton olan dünya mantar üretimi, günümüzde yaklaşık 50 milyon tonun üzerine çıkmıştır (FAO, 2025). 1998 yılından bu yana mantar üretiminde dünya lideri konumuna gelen Çin, günümüzde toplam küresel mantar üretiminin yaklaşık %94'ünü karşılamaktadır (Chang, 2005; Helgilibrary, 2022). Bu artış, mantar endüstrisinin dünya genelinde giderek stratejik bir tarımsal üretim kolu haline geldiğini göstermektedir. Mantar üretiminde önemli olan ülkeler Tablo 1.'de sunulmuştur.

Tablo 1. Dünya mantar üretim miktarı (FAO, 2025)

Ülkeler	**Üretim Miktarı**
Çin	47,149,438
Japonya	462,158
Hindistan	315,000
Amerika Birleşik Devletleri	302,390
Polonya	240,400
Hollanda	205,000
İspanya	163,920
Kanada	140,787
Fransa	94,505

Ülkemizde ise mantar yetiştiriciliği 1960'lı yıllarda küçük çaplı denemelerle başlamış, 1980'lerden itibaren ticari üretim boyutuna ulaşmıştır. (Günay ve Abak, 1976). Son 20 yılda üretim miktarı düzenli bir şekilde artmış ve 2024 yılı itibarıyla 75 bin ton seviyesine ulaşmıştır (TUİK, 2025). "Bu artışın temelinde, mantar yetiştiriciliğinin son yıllarda kırsal kalkınma politikaları kapsamında stratejik olarak desteklenen üretim alanlarından biri haline gelmesi yatmaktadır." Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme

Kurumu (TKDK) tarafından yürütülen IPARD programı çerçevesinde, bazı illerde mantar üretim tesislerinin kurulumu için %55 ile %65 oranında hibe desteği sağlanmaktadır. Bunun yanı sıra Tarım ve Orman Bakanlığı da sera ve kapalı sistem mantar üretim tesislerinin inşası için %50'ye kadar hibe desteği sunmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024). Ayrıca, il müdürlükleri düzeyinde yürütülen programlarla kompost teminine yönelik %70'e varan destekler uygulanmaktadır (Ordu İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024). KOSGEB ise küçük ve orta ölçekli girişimciler için mantar yetiştiriciliğini destekleyen sektörler arasında değerlendirmektedir. (Hayger, 2025). Bu desteklerin temel amacı, modern üretim altyapısının yaygınlaştırılması, sürdürülebilir üretimin artırılması ve yerli mantar endüstrisinin rekabet gücünün yükseltilmesidir. Ancak kişi başına yıllık mantar tüketimi yaklaşık 996 gram ile sınırlı kalmış, bu da Avrupa ortalamasının (yaklaşık 3 kg) oldukça gerisinde yer almıştır (Pekşen ve Eren, 2024). Buna karşın üretim tarafında son yıllarda önemli bir büyüme gözlenmekte ve bazı iller öne çıkmaktadır. Türkiye'de en fazla mantar üretimi yapılan il Antalya olup, onu sırasıyla Ankara ve Isparta illeri takip etmektedir (TÜİK, 2024). Türkiye'de mantar üretim miktarlarının illere göre dağılımı Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 2. Türkiye mantar üretiminin illere göre dağılımı (TÜİK, 2024)

İller	**Üretim miktarı**
Antalya	22,241
Ankara	13,686
Isparta	10,355
Afyon	6,725
Konya	3,107
İstanbul	2,450
Adana	2,211
Toplam (Genel)	**75,340**

Genel olarak değerlendirildiğinde, dünya mantar endüstrisi hızla büyümeye devam ederken hem beslenme hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir rol üstlenmektedir. Türkiye'nin de bu küresel üretim zincirinde daha güçlü bir konuma ulaşması, yenilikçi üretim teknolojileri, eğitim ve tüketici bilincinin artırılmasıyla mümkün olacaktır.

ÖRTÜ TOPRAĞININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Kültür mantarı yetiştiriciliğinde örtü toprağı olarak ilk dönemlerde kil, kireç ya da kilin farklı karışımlarından oluşan materyaller denenmiştir. Ancak 1950'li yıllardan itibaren, toprak kullanımına kıyasla daha yüksek ve daha istikrarlı verim elde edilmesi nedeniyle turba, örtü materyalinde temel bileşen olarak kullanılmaya başlanmıştır (Edwards & Flegg, 1953). Turba, sphagnum yosunlarının parçalanmasıyla oluşan organik bir materyaldir ve ayrışmış saz-otu ya da kamış-turba karışımlarına kıyasla üstün verimlilik sağlamaktadır (Noble & Gaze, 1995). Bu özellikleri sayesinde turba, uzun yıllar boyunca standart örtü ortamı olarak kabul görmüş ve modern mantar üretim sistemlerinin geliştirilmesinde önemli rol oynamıştır.

1960'lı yıllardan itibaren, Almanya'dan elde edilen siyah, ıslak turba toprağı Hollanda'daki raf tipi mantar işletmelerinde kullanılmaya başlanmış ve daha sonra İngiltere ve İskoçya'dan sağlanan benzer turba materyalleri İngiltere'de raf tipi yetiştiricilikte kullanım bulmuştur (Vedder, 1978). 1990'lı yıllara kadar Avrupa ve Avustralya'da, mantar yetiştiriciliğinde örtü toprağı olarak ağırlıklı biçimde Finlandiya menşeyli, açık renkli ve kurutulup öğütülmüş sphagnum turbaları tercih edilmiştir. Bunun yanı sıra, İrlanda ve Kanada gibi ülkelerin farklı bölgelerinden temin edilen öğütülmüş kahverengi turbalar da yaygın kullanım alanı bulmuştur (Noble & Gaze, 1995; Nair & Bradley, 1981; Huerta ve ark., 2001). Daha az ayrışmış yapıya sahip bu tür sphagnum turbaları, özellikle Kuzey Amerika'da örtü materyali olarak kullanılmaya devam etse de diğer bölgelerde zamanla çeşitli teknik ve ekonomik nedenlerle yerini daha fazla ayrışmış, genellikle ıslak olarak

çıkarılan koyu kahverengi veya siyah sphagnum turbalarına bırakmıştır. Bu dönemde kullanılan turba türlerinde gözlenen bu değişim ilerleyen yıllarda daha belirgin hale gelmiştir. 2000'li yıllardan itibaren, turbanın sınırlı bulunabilirliği, maliyet artışları ve çıkarım süreçlerinin çevresel etkilerine yönelik artan farkındalık, araştırmacıları ve üreticileri turba kullanımını azaltmaya yönlendirmiştir (Maher et al., 2000; Noble & Gaze, 1995). Bu dönemde, hindistan cevizi lifi (coir), vermikompost, kil, kompostlanmış kabuk materyalleri ve kullanılmış mantar kompostu (SMS) gibi alternatif materyallerin örtü tabakası bileşenleri olarak değerlendirildiği çalışmalar hız kazanmıştır (Pardo-Giménez et al., 2012). Bununla birlikte, turba hâlen dünya genelinde ticari mantar üretiminin büyük çoğunluğunda standart örtü materyali olma özelliğini sürdürmektedir. Günümüzde araştırmalar, turbanın fiziksel ve biyolojik özelliklerini taklit edebilen, çevreyle daha uyumlu ve ekonomik olarak sürdürülebilir alternatiflerin geliştirilmesine odaklanmış durumdadır. Böylece, örtü toprağının tarihsel gelişimi, yalnızca üretim tekniklerinin değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik ve çevresel sorumluluk anlayışının da evrimini yansıtan önemli bir süreç olarak değerlendirilmektedir.

KÜLTÜR MANTARINDA ÖRTÜ TOPRAĞININ ÖNEMİ

Örtü toprağı, kültür mantarı (*Agaricus bisporus*) yetiştiriciliğinde misel gelişimi ile meyve gövdesi (karpofor) oluşumu arasındaki geçiş sürecini düzenleyen temel bileşenlerden biridir. Kültür mantarı yetiştiriciliğinde, miselyumla sarılmış kompost yüzeyine serilen örtü tabakası, karpofor oluşumunu başlatan ve yönlendiren temel bir yetiştirme aşamasıdır. Örtü toprağı uygulanmadığında yalnızca sınırlı sayıda meyve gövdesi gelişmekte ve ticari üretim mümkün olmamaktadır (Flegg & Wood, 1985; Visscher, 1988).

Araştırmalar, yüksek verim ve kaliteli meyve gövdesi elde edilebilmesi için örtü toprağının yalnızca fiziksel bir örtü görevi görmesinin yeterli

olmadığını; aynı zamanda mikrobiyal açıdan aktif, kimyasal olarak dengeli ve mantarın generatif gelişimini destekleyen bir ortam olması gerektiğini göstermektedir (Kertesz & Thai, 2018; Pardo-Giménez et al., 2012). Kompost içerisinde vejetatif gelişimini tamamlayan misel, örtü tabakasına doğru ilerler ve bu aşamada örtü toprağının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri, primordium (şapka taslağı) oluşumunu doğrudan etkiler. Örtü toprağı, komposttan çıkan karbondioksitin dış ortama kontrollü biçimde difüzyonunu sağlayarak ortamın CO_2/O_2 dengesini düzenler. Yüksek karbondioksit düzeyleri misel gelişimini teşvik ederken, oran düştüğünde karpofor (meyve gövdesi) gelişimi başlar. Dolayısıyla örtü tabakası, gaz değişiminin doğal bir düzenleyicisi gibi işlev görür (Noble & Gaze, 1995; Visscher, 1988). Aynı zamanda yüzeyden su kaybını sınırlayarak kompostun nem dengesini korur. Mantar miseli, meyve gövdesinin gelişimi için gerekli suyun büyük kısmını örtü toprağından alır; bu nedenle nem rejimi, verim ve kalite açısından kritik öneme sahiptir (Kalberer, 1985).

İyi bir örtü materyalinin, yüksek su tutma kapasitesine sahip olması ve aynı zamanda fazla suyu etkin şekilde drene edebilmesi gerekmektedir. Turba esaslı örtü karışımları, üretim boyunca gerekli nem dengesini sağlayabilen yüksek su tutma özelliği ve uygun porozite yapısı sayesinde bu koşulları başarıyla karşılamaktadır (Noble & Dobrovin-Pennington, 2001; Noble & Dobrovin-Pennington, 2004). Aşırı su birikimi, hava boşluklarını azaltarak oksijen difüzyonunu engeller ve anaerobik koşulların oluşmasına neden olur. Bu durum misel büyümesini yavaşlatır ve zararlı mikroorganizmaların gelişmesine zemin hazırlar. Ayrıca yüzeyde zamanla oluşabilen sert tabakalar, gaz değişimini kısıtlayarak misellerin boğulmasına yol açabilmektedir (Noble ve ark., 2022). Dolayısıyla ideal bir örtü toprağında su ve hava oranı arasında dinamik bir denge bulunmalıdır.

Örtü toprağının kimyasal bileşimi hem misel gelişimini hem de mikrobiyal aktiviteyi doğrudan etkiler. İdeal bir örtü toprağı, nötr veya hafif

alkali pH'a (7.0–8.0), düşük elektriksel iletkenliğe (EC ≤ 1.5 mS/cm) ve besin maddelerince fakir bir yapıya sahip olmalıdır. Özellikle yüksek tuzluluk ya da dengesiz pH koşulları, misel gelişimini zayıflatarak rekabetçi kontaminantların özellikle Trichoderma türlerinin kolonizasyonunu kolaylaştırabilir. Bu nedenle, örtü toprağı karışımlarında pH'nın stabil tutulması amacıyla çoğunlukla kalsiyum karbonat kullanılmaktadır (Pardo-Giménez et al., 2012). Turba temelli karışımlar bu açıdan avantajlıdır; çünkü doğal olarak besince fakir olmaları ve tamponlama kapasitelerinin yüksek olması, misel ve simbiyotik bakterilerin gelişimini desteklerken zararlı mikroorganizmaların rekabet gücünü sınırlar (Pardo-Giménez et al., 2012).

Mikrobiyal etkileşimler, örtü toprağının fizyolojik işlevleri kadar önemlidir. Mikroorganizmasız ortamlarda mantar meyve gövdesi oluşturamaz; bu durum, örtü toprağındaki mikroorganizmaların düzenleyici rolünü açıkça gösterir. Özellikle *Pseudomonas putida* gibi bakteriler, misel yüzeyinde kolonize olarak 1-okten-3-ol gibi uçucu bileşikleri parçalar ve primordium gelişimini teşvik eder (Hayes & Nair, 1974; Fermor ve ark., 2000). Bununla birlikte, örtü toprağı her zaman faydalı mikroorganizmaları barındırmaz. Özellikle toprak kökenli yeşil küf (*Trichoderma* spp.), kuru kabarcık (*Lecanicillium fungicola*), ıslak kabarcık (*Mycogone perniciosa*) gibi hastalık etmenleri deformasyon ve verim kaybına neden olabilir.

Özetle ideal örtü toprağı; yüksek su tutma kapasitesine, iyi drenaj ve hava geçirgenliğine sahip, nötr–hafif alkali pH'lı, tuzluluğu düşük, zararlı mikroorganizmalardan arındırılmış, faydalı mikrobiyal aktiviteyi destekleyen, homojen yapılı, ekonomik, çevre dostu ve sürdürülebilir kaynaklardan elde edilen bir materyal olmalıdır.

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE TURBA KAYNAKLARI

Dünya Genelinde Turba Kaynakları ve Kullanım Durumu

Kültür mantarı yetiştiriciliğinde kullanılan turba, dünya genelinde yalnızca sınırlı sayıdaki üretici ülkeden temin edilebilmektedir. Bu ülkeler, genellikle geniş bataklık ve sulak alan ekosistemlerine sahip olmalarıyla dikkat çeker. Özellikle Almanya, Polonya, İrlanda, Baltık ülkeleri (Estonya, Letonya, Litvanya), Finlandiya ve Kanada, yüksek kaliteli turba üretiminde öne çıkan başlıca ülkelerdir (Noble et al., 2022).

Avrupa mantar endüstrisinin turba ihtiyacının önemli bir kısmı Almanya ve Polonya tarafından karşılanmaktadır. Bu iki ülke, kıtanın toplam turba tedarikinin yaklaşık %50'sini sağlamaktadır. Özellikle Polonya, yılda yaklaşık 700,000 m^3 turba üretim kapasitesiyle Avrupa'nın en büyük üreticileri arasında yer almaktadır (European Mushroom Growers Group [GEPC], 2022; Noble ve ark., 2022).

İrlanda, 20. yüzyıl boyunca hem enerji hem de tarımsal amaçlı torf çıkarımında önde gelen merkezlerden biri olmuştur. Ancak, artan çevresel farkındalık ve habitat koruma politikaları sonucunda, İrlanda'da 2021 yılı itibarıyla turba üretiminde önde gelen Bord na Móna şirketi turba çıkarım faaliyetlerini tamamen durdurmuştur. Buna karşın, Kuzey İrlanda'da lisanslı küçük ölçekli sahalarda sınırlı üretim devam etmektedir. Bu bölgelerde elde edilen turba, hâlen Avrupa mantar üreticilerinin önemli bir kısmının ihtiyacınkarşılamaktadır (Noble et al., 2022).

Avrupa dışındaki önemli üreticilerden Kanada ve ABD, geniş turba yataklarına sahiptir. Bu ülkelerde üretilen turba genellikle kurutulmuş ve preslenmiş kahverengi turba formundadır. Bu turba, ABD mantar endüstrisinde yaygın biçimde kullanılmakla birlikte, Avrupa'da kullanılan ıslak turbalara göre daha düşük verim sağlamaktadır (Royse ve ark., 2017).

Asya kıtasında, özellikle Çin, yılda yaklaşık 2,5 milyon ton beyaz şapkalı mantar üretimiyle dünyanın en büyük üreticilerinden biridir. Ancak

Çin'de bu üretimin yalnızca üçte birinde turba bazlı örtü toprağı kullanılmakta; geri kalan kısmında ise nehir çamuru, pirinç kabuğu ve yerel organik materyal karışımları tercih edilmektedir. Bu yaklaşım hem yerel kaynakların değerlendirilmesini sağlamakta hem de dışa bağımlılığı azaltmaktadır (Singh ve ark., 2020).

Güney yarımkürede yer alan Avustralya ve Yeni Zelanda ise turba bakımından tamamen ithalata bağımlıdır. Avustralya'da kullanılan örtü toprağının neredeyse tamamı Avrupa menşelidir; küçük bir kısmı ise Kanada ve Baltık ülkelerinden tedarik edilmektedir. Yeni Zelanda'da, Güney Adası'nda çıkarılan yerel Sphagnum turbası, özellikle kahverengi kültür mantarı (Kestane mantarı) (*A. bisporus* var. *brunnescens*) üretiminde kullanılmakta; ancak su tutma kapasitesi bakımından ithal turba kalitesine ulaşamamaktadır (Noble et al., 2022).

Sonuç olarak, dünya genelinde turba kaynaklarının sınırlı olması, mantar endüstrisini belirli ülkelere bağımlı hâle getirmektedir. Bu durum hem tedarik zinciri risklerini hem de sürdürülebilir üretim arayışlarını giderek daha önemli bir konu hâline getirmiştir. Ralph Noble ve arkadaşları tarafından yayımlanan kapsamlı bir endüstri raporu, turba temelli örtü toprağı arzının orta vadede risk altında olduğunu ve alternatif materyallerin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Noble et al., 2022).

Türkiye'de Turba Kaynakları ve Kullanım Durumu

Türkiye'de turba (torf) kaynakları coğrafi ve iklimsel sınırlamalar nedeniyle oldukça kısıtlı olup, çeşitli illerde sınırlı nitelikte doğal turbalık alanlar bulunmaktadır. Bu sahalar ağırlıklı olarak Bolu, Afyonkarahisar, Eskişehir, Samsun, Burdur, Erzurum, Isparta ve Adıyaman illerinde rapor edilmiştir (Demirtaş, 2004; Sandıkçıoğlu & Uzun, 2023). 1998 yılı Dünya Enerji Konseyi verilerinde Türkiye'nin toplam turbalık alanı 56 bin hektar olarak bildirilmişken (TÜSİAD, 1998), daha sonra yapılan detaylı çalışmalar

bu alanın yaklaşık 25 bin hektara gerilediğini göstermiştir (Çolak & Günay, 2011). Daha güncel bir çalışmada ise Türkiye'deki turbalıkların %85 oranında bozulduğu ve toplam alanın yaklaşık 3 bin hektara kadar düştüğü belirtilmiştir (Hoş–Çebi & Korkmaz, 2015).

Türkiye'deki turba yataklarının büyük bölümü genç ve az ayrışmış yapıdadır. Bu nedenle su tutma kapasitesi, gözeneklilik ve fiziksel stabilite açısından Baltık ve Kuzey Avrupa menşeli olgun *Sphagnum* torflarına göre daha düşük performans sergiler (Sandıkçıoğlu & Uzun, 2023). Avrupa *Sphagnum* torfları tipik olarak pH 3–4 seviyesinde yüksek asidik karakter gösterirken, Türkiye'deki birçok turba sahasında pH daha yüksektir. Örneğin Adıyaman Gölbaşı Havzası'ndan elde edilen turba, pH 7.6, EC 199.5 µS/cm, %75 organik madde içeriği, %174 su tutma kapasitesi ve düşük hacim ağırlığı gibi özellikleriyle dikkat çekmekte olup, bu değerler bölgedeki turbaların genç, lifli ve yapısal olarak gevşek bir karaktere sahip olduğunu göstermektedir (Sandıkçıoğlu & Uzun, 2023).

Türkiye'de Turba Üretimi ve Dış Ticaret Verileri

TÜİK verilerine göre Türkiye'nin yıllık turba üretimi son yıllarda artış göstermiş olup, 2021 yılında 115,000 ton turba üretilmiştir (TÜİK, 2022). Ancak bu üretim iç talebi karşılamaya yetmediği için Türkiye önemli ölçüde turba ithal etmektedir.

2021 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'nin toplam turba ithalatının %68'i tarımsal amaçlı torf sınıfında gerçekleşmiş olup, ithalatın büyük bölümü Estonya, Letonya, Litvanya, Finlandiya, Belarus ve Almanya gibi ülkelerden yapılmıştır (TÜİK, 2022). Aynı yıl Türkiye'nin turba ihracatı 7,739 ton olarak kaydedilmiş ve en fazla ihracat Irak, Kıbrıs ve Suriye'ye gerçekleştirilmiştir (International Trade Centre, 2022). Bu verilerle birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye'nin turba konusunda belirgin şekilde net

ithalatçı bir ülke konumunda olduğu açıkça ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin 2022 yılında torf ithalat miktarı ve ticaret değeri Tablo 3.'de verilmiştir.

Tablo 3. Türkiye Torf İthalat Miktarı ve Ticaret Değeri (TÜİK, 2022)

Ülke	**Miktar (ton)**	**Ticaret Değeri (1000 USD)**
Dünya (Toplam)	89,011	22,257
Estonya	30,441	7,689
Letonya	19,340	4,245
Litvanya	15,592	3,682
Finlandiya	12,127	3,548
Belarus	6,987	1,543
Almanya	2,941	793
Hollanda	1,414	695
Hindistan	72	24

Türkiye'de torfun çıkartılması Maden Kanunu kapsamında IV. Grup maden olarak değerlendirilir ve işletme yapmak için Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğün (MAPEG)'den 10 yıllık ruhsat alınması gerekir. Bunun yanında tüm turbalık sahalar için Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) raporu almak zorunludur.

TURBA KULLANIMININ ÇEVRESEL VE EKONOMİK BOYUTLARI

Turba çıkartma ve kullanımı, özellikle son yıllarda sürdürülebilir tarım politikaları ve iklim değişikliği bağlamında yoğun biçimde tartışılan konulardan biridir. Tartışmaların merkezinde turbalık alanların yüksek karbon depolama kapasiteleri, ekosistem bütünlüğü üzerindeki etkileri ve çıkartım sonrası ortaya çıkan uzun dönemli çevresel kayıplar bulunmaktadır. Dünya

yüzeyinin yalnızca küçük bir bölümünü oluşturmalarına rağmen turbalıklar, yeryüzündeki tüm ormanlardan daha fazla karbon depolamakta ve bu yönleriyle küresel karbon döngüsünde kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle turba çıkarımı sırasında organik maddede biriken karbonun hızla atmosfere karbondioksit olarak salınması, iklim değişikliğiyle mücadele açısından ciddi bir risk oluşturmaktadır. Nitekim Avrupa Çevre Ajansı'nın (EEA) hesaplamaları, yalnızca AB ülkelerinde turba çıkarımı ve drenajına bağlı yıllık CO_2 eşdeğeri emisyonların yaklaşık 25 milyon tona ulaştığını ve bunun tarımsal kaynaklı toplam sera gazı salımının yaklaşık %5'ini oluşturduğunu göstermektedir (Hirschler ve ark., 2022).

Turbalıkların hidrolojik yapısı, çıkartma faaliyetlerinden ilk etkilenen bileşendir. Turba oluşumu, sürekli suya doygun koşullar gerektirir. Drenaj kanallarının açılmasıyla taban suyu seviyesi düştüğünde bu doğal denge bozulmakta, turba tabakası okside olmaya başlamaktadır. Bunun sonucunda organik maddenin ayrışma hızı artmakta, karbon depolama kapasitesi zayıflamakta ve turbalıklar birer karbon yutağı olmaktan çıkarak karbon kaynağına dönüşmektedir (Noble ve ark., 2022). Türkiye'deki Gölbaşı Havzası da bu dönüşümü açık biçimde ortaya koyan alanlardan biridir. Sandıkçıoğlu ve Uzun'un (2023) çalışması, havzada 2000–2020 yılları arasında yaklaşık 56 hektarlık turbalık alan kaybı yaşandığını ve bu alan daralmasının yaklaşık dörtte birinin doğrudan turba madenciliği ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Su rejimindeki bu değişiklikler yalnızca turba tabakasını değil, havzanın bağlı olduğu daha geniş ekosistem ağını da etkilemekte; göl ve bataklıkların kuruması, bölgesel su döngüsünün zayıflaması ve komşu ekosistemlerde kuraklık baskısının artması gibi sorunları bereberinde getirmektedir.

Turba çıkartmanun ekolojik etkileri yalnızca hidrolojik düzeyle sınırlı olmayıp biyoçeşitlilik üzerindeki kayıplar da belirgindir. Çıkarma sırasında üst örtünün sıyrılması, zeminin kazılması ve drenajın artırılması, özellikle

kuşlar, amfibiler ve böcekler için geri dönüşü zor habitat kayıplarına yol açmaktadır (Bragg & Lindsay, 2003; Noble ve ark., 2022). Gölbaşı Havzası örneğinde turbalık alanların daralmasıyla su kuşlarının barınma alanlarında önemli kayıplar yaşanmış, bataklık bitkilerinin dağılımında gerileme görülmüş ve bazı türlerin bölgede tamamen kaybolduğu bildirilmiştir (Sandıkçıoğlu & Uzun, 2023). Buna ek olarak sazlık alanların bilinçsiz yakılması, turba tabanının aşırı ısınmasına ve mikrohabitatların tamamen yok olmasına neden olmakta; bu durum ekosistemdeki bozulmayı derinleştirmektedir.

Toprak ve su kalitesi açısından bakıldığında turba çıkartımı sonrası alanların çoğu, ekonomik verimliliği düşük boş alanlara dönüşmektedir. Bu alanlarda durgun su birikmesi hem su kalitesinin bozulmasına hem de sivrisinek popülasyonlarının artmasına yol açmaktadır. Yerel halk, drenaj sonrası toprakların tarım ve otlatma için kullanılamaz hale geldiğini ve geçim kaynaklarının zarar gördüğünü belirtmektedir (Sandıkçıoğlu & Uzun, 2023). Ayrıca drenajın neden olduğu iyon dengesizliği, özellikle Ca ve Mg gibi bazı besin elementlerinin toprak profili boyunca düzensiz dağılmasına yol açarak çevredeki tarım alanlarının verimliliğini olumsuz etkilemektedir (Çolak & Günay, 2011).

Son yıllarda Avrupa'daki pek çok ülkede ve özellikle "Sorumlu Üretilmiş Turba" (Responsibly Produced Peat, RPP) girişiminin öncülüğünde çıkarım sonrası turbalıkların ekolojik işlevlerini yeniden kazanmasına yönelik rehabilitasyon uygulamaları yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Bu çalışmalar drenaj kanallarının kapatılmasını, su seviyesinin yeniden yükseltilmesini ve *Sphagnum* türlerinin alana geri kazandırılmasını kapsamaktadır (RPP, 2023). Türkiye'de ise bu tür müdahalelerin henüz sınırlı ölçekte kaldığı, çoğu çıkartma alanının kendi hâline bırakıldığı ve doğal rejenerasyona terk edildiği görülmektedir.

Ekonomik açıdan bakıldığında turba, mantar yetiştiriciliğinde hâlâ maliyet yapısının en önemli bileşenlerinden biri olup toplam üretim giderlerinin yaklaşık %8–10'unu oluşturmaktadır. Ancak son beş yılda turba fiyatlarında belirgin bir artış yaşanmıştır. Avrupa mantar yetiştiriciliğinin sektörel temsil kuruluşu olan Avrupa Mantar Üreticileri Grubu (GEPC) tarafından yapılan değerlendirmeye göre, Avrupa'daki üreticilerin yaklaşık %70'i son yıllarda turba maliyetlerinde en az %30'luk bir artış yaşandığını bildirmiştir (Noble et al., 2022). Bu artışta turba çıkarım izinlerinin sınırlandırılması, lojistik ve enerji maliyetlerinin yükselmesi, ithalat bağımlılığı ve karbon vergisinin etkisi olmuştur.

Avrupa pazarındaki fiyat değişimleri bu süreci açıkça yansıtmaktadır. Almanya'da turbanın üretici teslim fiyatı 2020'de 48 €/m³ iken 2023'te 70 €/m³ düzeyine çıkmış; İrlanda'da çıkarım yasaklarının devreye girmesiyle arz ciddi biçimde azalmış ve fiyatlar iki katına yaklaşmıştır. Avrupa'daki arz daralması, örtü toprağını büyük oranda ithalat yoluyla temin eden Türkiye ve Avustralya gibi ülkelerde maliyet baskısını doğrudan artırmaktadır (Noble et al., 2022).

Türkiye'de 2024 yılı itibarıyla 1 m² üretim alanı başına turba kullanım maliyeti 2.5–3.0 € aralığındadır. Bu değer, kompost, enerji ve işçilik giderleriyle birlikte değerlendirildiğinde toplam üretim maliyetinin yaklaşık %9'una karşılık gelmektedir. Bu nedenle, artan girdi fiyatları üreticilerin kârlılığını azaltmakta ve sektörün uzun vadeli sürdürülebilirliği açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Turba bağımlılığının azaltılması ve maliyetlerin kontrol altına alınması, ancak yerli ve sürdürülebilir alternatif örtü materyallerinin geliştirilmesiyle mümkün görünmektedir.

GELECEK PERSPEKTİFİ: ALTERNATİF ÖRTÜ MATERYALLERİ

Son otuz yılda turba kullanımına yönelik çevresel ve ekonomik sınırlamaların artması, kültür mantarı yetiştiriciliğinde çok sayıda alternatif örtü materyalinin geliştirilmesine yol açmıştır. Bu araştırmaların temeli, 1970'lerde İngiltere ve İrlanda'da yürütülen öncü denemelere dayanmaktadır. Bu dönemde ağaç kabuk materyali (Allen, 1976), odun lifleri ile kâğıt sanayi artıklarının örtü toprağı olarak kullanılmasına yönelik ilk çalışmalar yapılmış; ancak bu materyallerin yeşil küf gibi rekabetçi mikroorganizmaların gelişimini teşvik etmesi nedeniyle uzun süreli kullanıma uygun olmadığı belirlenmiştir (Hayes et al., 1978; Staunton, 1982; Noble, 2011).

Bu erken dönem denemeler, ilerleyen yıllarda fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal açıdan turbanın özelliklerini taklit edebilecek sürdürülebilir karışımların geliştirilmesine yönelik kapsamlı bir araştırma alanı oluşmasını sağlamıştır. Günümüzde yürütülen çalışmalar; su tutma kapasitesi yüksek, gözenek yapısı uygun, hava-su dengesi kontrollü ve mikrobiyal aktivite bakımından stabil materyaller üretmeye odaklanmaktadır. Literatürde öne çıkan seçenekler arasında kullanılmış mantar kompostu (SMS), kokopit, zeolit ve diğer kil mineralleri, ayrıca organik artıkların kompostlanmasıyla elde edilen karışımlar yer almaktadır (Taparia ve ark., 2021; Noble ve ark., 2022).

Bunun yanında bazı Avrupa ülkelerinde mısır sapları, bitkisel lifler ve biyoteknolojik süreçlerle işlenen yeşil atıklar da turba ikamesi olarak değerlendirilen yenilikçi materyaller arasına girmiştir. Günümüzde üzerinde çalışılan başlıca alternatif organik materyaller Tablo 4.'de verilmiştir.

Tablo 4. Bazı Alternatif Örtü Materyallerin Avantaj ve Dezavantajları

Materyal	**Avantajları**	**Dezavantajları**	**Kaynaklar**
Kabuk (Bark)	Kolay temin, düşük maliyet	Küf oluşumu, düzensiz yapı	Allen (1976), Staunton (1982)
Kokopit (Coir)	Yüksek su tutma kapasitesi	Tuz içeriği, maliyet	Labuschagne et al. (1995)
Kağıt artıkları	Su tutma, yaygın kaynak	Kirlenme riski, kalıp oluşumu	Hayes et al. (1978)
Kullanılmış mantar kompostu (SMC)	Düşük maliyet, geri dönüşüm	Yüksek EC, yeniden kompostlama gereği	Barry et al. (2008), Rowley & Burdon (2019)
Yeşil artık kompostu	Su tutma ve maliyet avantajı	Tuzluluk, patojen riski	Noble & Dobrovin-P (2016a)
Gümüş otu (*Miscanthus* spp) ve ahşap lifleri	Düşük yoğunluk, yenilenebilir kaynak	Su tutma zayıf, yüksek maliyet	Samp & De Santis (2022)
Biochar (biyokömür)	Karbon sekestrasyonu, stabilite	Üretim maliyeti yüksek	Young et al. (2023)

Türkiye'de yürütülen araştırmalar da bu küresel eğilime paralel bir gelişim göstermektedir. Yerli torf kaynaklarının kısıtlı olması ve artan ithalat bağımlılığı, sürdürülebilir yerli alternatiflerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu kapsamda Polat ve Önel (2021) tarafından geliştirilen ve 2019/09514 başvuru numarası ile 23/06/2025 tarihinde Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından tescillenen perlit–vermikompost esaslı örtü materyali, turba temelli klasik örtü toprağına kıyasla hem verim hem de ürün kalitesi açısından anlamlı üstünlük sağlamasıyla dikkat çekmektedir. Özellikle A sınıfı meyve oranındaki belirgin artış, bu materyalin turba kullanımını azaltma

potansiyelini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, söz konusu yenilikçi materyalin Türkiye genelinde kullanımının henüz yaygınlaşmamış olması, ticari üretim kapasitesinin artırılması, saha denemelerinin genişletilmesi ve elde edilen bulguların sektör paydaşlarıyla etkin bir şekilde paylaşılması gerekliliğini gündeme getirmektedir. Bu gelişmelerin sağlanması, örtü toprağı tedarik zincirindeki dışa bağımlılığın azaltılmasına ve çevresel sürdürülebilirliğin desteklenmesine önemli katkılar sunacaktır.

SONUÇ

Küresel iklim değişikliği ve buna yönelik sürdürülen politik kararlar ışığında, global anlamda mantar yetiştiriciliğinde kullanılan turba materyaline alternatif bir örtü materyali geliştirmek giderek daha kritik bir gereklilik hâline gelmektedir. Bu gereklilik yalnızca turba kaynaklarının ekolojik baskılar altında hızla azalmasından değil, aynı zamanda yetiştiriciliğin sürdürülebilirliğini tehdit eden ekonomik dalgalanmalar, artan tedarik bağımlılığı ve karbon nötr üretime geçiş zorunluluğundan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, yerli ve yenilenebilir bileşenler kullanılarak geliştirilecek alternatif örtü materyallerinin kullanımı sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır. Söz konusu alternatiflerin yaygınlaştırılması ise ancak bilimsel veriye dayalı saha çalışmaları, üretici eğitimleri ve sektör içi iş birlikleri ile mümkün olacaktır. Bu sayede hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik dirençlilik güçlendirilecektir.

Bu çerçevede Türkiye'de geliştirilen ve patentle koruma altına alınan perlit–vermikompost esaslı örtü materyali hem çevresel baskıları azaltma potansiyeli hem de yüksek verim ve kaliteye yönelik performansıyla ulusal ölçekte önemli bir yenilikçi adım olarak ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin sektörel kaynaklara göre dünya perlit rezervlerinin yaklaşık %70'ine sahip olması, bu alternatif örtü materyalinin tedarik güvenliğini, sürdürülebilirliğini ve homojen bir üretim potansiyelini önemli ölçüde artırmaktadır (USGS,

2004). Bu materyalin farklı üreticiler tarafından yapılacak denemeleri ile desteklenmesi ve sektör paydaşlarına bilimsel bulgular ışığında tanıtılması, Türkiye'nin örtü toprağı tedarik zincirinde dışa bağımlılığının azaltılması açısından stratejik bir fırsat sunmaktadır. Yerli ve sürdürülebilir kaynaklara dayalı bu yaklaşım, yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda ekolojik olarak da mantar yetiştiriciliğinde dönüşüm yaratabilecek niteliktedir.

Sonuç olarak, küresel ölçekte turba kaynaklarının hızla azalması ve sürdürülebilirlik baskısının artması, mantar yetiştiriciliğinde örtü toprağı anlayışının yeniden tanımlanmasını zorunlu kılmaktadır. Türkiye'nin kendi patentli alternatifini geliştirmiş olması, yalnızca yerel bir bilimsel başarı değil, aynı zamanda küresel sektörün geleceğine dair güçlü bir vizyonun ifadesidir. Bu vizyonun hayata geçebilmesi ise yenilikçi materyallerin cesurca denenmesine, bilimsel veriye dayalı karar almaya ve üretim modellerimizi çevresel gerçeklerle uyumlu hâle getirme kararlılığımıza bağlıdır.

KAYNAKÇA

Allen PG (1976) Casing variables – plastic tunnels. *Mushroom Journal* 37: 22-29.

Barry, J., Grant, J., Doyle, O. & Grogan, H. (2008). Partial substitution of peat with spent mushroom substrate in peat-based casing blends. In M. van Gruening (Ed.), Science and Cultivation of Edible and Medicinal Fungi: Proceedings of the 17th International Congress of the International Society for Mushroom Science (pp. 288–309). South African Mushroom Farmers Association.*Biology and Technology of the Cultivated Mushroom*. John Wiley & Sons, Ltd.: Chichester, UK, pp. 141–177.

Bragg, O., & Lindsay, R. (2003). Strategy and action plan for mire and peatland conservation in Central Europe. Wetlands International. Erişim adresi: https://repository.uel.ac.uk/download/a15975c835ce7ba86d935b6d6fa17342094c74e76e68c0ce0ba9df4ca0c5de91/2925991/WI_CEPP_2003.pdfChang ST. (2005). Witnessing the development of the mushroom industry in China. Acta Edulis Fungi 12 (Supplement):3–19.

Çolak, A. H., & Günay, T. (2011). Gizemli yaşam alanları olarak turbalıklar (El kitabı). Rota Yayın Yapım Tanıtım.Demirtaş, İ. E. (2004). Kentsel katı atık kompostunun tarımda kullanımı. *Derim, 21*(2), 27–34.

Edwards, R. L., & Flegg, P. B. (1953). Cropping experiments on casing soil. Annual Report of the Mushroom Research Station, 1953, 20–29.

FAO (2025). Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. http://faostat.fao.org/

Flegg, P. B., & Wood, D. A. (1985). Growth and fruiting. In P. B. Flegg, D. M. Spencer, & D. A. Wood (Eds.), The biology and technology of the cultivated mushroom (pp. 141–177). John Wiley & Sons.

Günay, A., & Abak, K. (1976). Yemeklik mantarın botanik özellikleri ve tarımı. In Türkiye 1. Yemeklik Mantar Kongresi (pp. 1–11). Yalova.

Hayes, W. A., Yeo, S. G., Cresswell, P. A., & Jakeman, K. J. (1978). Paper and pulp mill by-product as a casing medium for mushroom culture. Mushroom Journal, 62, 38–44.

Hayger. (2025). Mantar yetiştiriciliğine devlet hibe ve kredi imkânları. https://www.hayger.com

HelgiLibrary. (2022). Global mushroom production statistics. https://www.helgilibrary.com

Hirschler, O., Osterburg, B., Weimar, H., Glasenapp, S., & Ohmes, M.-F. (2022). Availability of bio-based alternative materials (Thünen Working Paper No. 190). Thünen Institute.

Hoş-Çebi, F., & Korkmaz, S. (2015). Organic geochemistry of Ağaçbaşı Yayla peat deposits, Köprübaşı/Trabzon, NE Turkey. International Journal of Coal Geology, 146, 155–165. https://doi.org/10.1016/j.coal.2015.05.007

Huerta, F., Spaulding, T., & Kelly, C. (2001). Investigations on casing soils with a high mineral content. Mushroom News, 49(3), 6–15.

International Trade Centre (ITC). (2022). Trade Map – International trade statistics. https://www.trademap.org/

Kalberer, P. P. (1985). Influence of the depth of the casing layer on the water extraction from casing soil and substrate by the sporophores, on the yield and on the dry matter content of the fruit bodies of the first three flushes of the cultivated mushroom, Agaricus bisporus. Scientia Horticulturae, 27(1), 33–43. https://doi.org/10.1016/0304-4238(85)90141-2

Kertesz, M. A., & Thai, M. (2018). Compost bacteria and fungi that influence growth and development of Agaricus bisporus and other commercial mushrooms. Applied Microbiology and Biotechnology, 102, 1639–1646. https://doi.org/10.1007/s00253-018-8777-z

Labuschagne, P., Eicker, A., & van Greuning, L. (1995). Casing mediums for Agaricus bisporus cultivation in South Africa: A preliminary report. In T. J. Elliott (Ed.), Mushroom Science XIV (Part 1, pp. 339–346). International Society for Mushroom Science.

Maher, M. J., Smyth, S., Dodd, V. A., McCabe, T., Magette, W. L., Duggan, J., & Hennerty, M. J. (2000). Managing spent mushroom compost. Mushroom News, 49(10), 4–9.

Nair, N. G., & Bradley, J. K. (1981). Recycling waste plant products as casing materials in mushroom culture. In C. V. Ramanathan (Ed.), Mushroom Science XI (Vol. 1, pp. 147–152). International Society for Mushroom Science.

Noble, R. (2011). Mushrooms: Desk study/literature review of the potential alternative materials to peat in mushroom casing (Final report, M55). Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB) / Horticultural Development Company (HDC).

Noble, R., & Dobrovin-Pennington, A. (2001). Research review (7): A case for peat substitution. Mushroom Journal, 622, 24–26.

Noble, R., & Dobrovin-Pennington, A. (2004). Use of fine particle tailings in mushroom casing. In J. E. Sánchez (Ed.), Mushroom Science XVI (pp. 335–342). International Society for Mushroom Science (ISMS).

Noble, R., & Dobrovin-Pennington, A. (2016). Developing alternatives to peat in casing materials for mushroom production (Final report, M60). AHDB Horticulture.

Noble, R., & Gaze, R. H. (1995). Properties and management of peat casing in mushroom production. Horticultural Development Council (HDC) / Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF).

Noble, R., & Gaze, R. H. (1995). Properties of casing peat and additives and their influence on mushroom yield and quality. In T. J. Elliott (Ed.), Mushroom Science XIV (Vol. 1, pp. 305–312). International Society for Mushroom Science (ISMS).

Noble, R., Grogan, H., Corbett, E., & Seymour, G. (2022). The future of casing: Review of casing materials and availability of peat for mushroom cultivation. Microbiotech Ltd.; Teagasc; International Society for Mushroom Science (ISMS).

Ordu İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. (2024). Mantar üretim tesislerine kompost alımına %70 hibe. https://ordu.tarimorman.gov.tr

Pardo-Giménez, A., Zied, D. C., & Pardo-González, J. E. (2012). The use of peat as casing material in mushroom cultivation. In C. Draguhn & N. Ciantiumbi (Eds.), Peat: Formation, uses and biological effects (pp. 57–95). Nova Science Publishers.

Pekşen, A., & Eren, E. (2024). Dünyada ve Türkiye'de mantar sektörü ve sürdürülebilirlik. Mantar Dergisi, 15(Özel sayı), 49–65.

Polat, E., & Önel, Ö. (2021). An alternative new casing material in the production of Agaricus bisporus. Mediterranean Agricultural Sciences, 34(3), 261–266. https://doi.org/10.29136/mediterranean.971682

Rowley, C., & Burdon, J. (2019). Using spent mushroom compost as a casing amendment. Australian Mushroom Journal, 2019, 37–41.

Royse, D. J., Baars, J., & Tan, Q. (2017). Current overview of mushroom production in the world. In D. C. Zied & A. Pardo-Giménez (Eds.), Edible and medicinal mushrooms: Technology and applications (pp. 5–13). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781119149446.ch2

RPP. (2023). Responsibly Produced Peat: Sustainability and after-use restoration guidelines. RPP Certification Scheme.

Samp, R., & De Santis, G. (2022). Peat shortfall and how to deal with it. Mushroom Business, 115, 26–31.

Sandıkçıoğlu, M., & Uzun, A. (2023). Gölbaşı Havzası turbalıklarının alansal ve zamansal değişimi, Adıyaman/Türkiye. Coğrafi Bilimler Dergisi (Turkish Journal of Geographical Sciences), 21(2), 277–305. https://doi.org/10.33688/aucbd.1469357

Singh, M., Kamal, S., & Sharma, V. P. (2020). Status and trends in world mushroom production–III: World production of different mushroom species in the 21st century. Mushroom Research, 29(2), 75–111. https://doi.org/10.360/MR.29.2.2020.113703

Staunton, L. (1982). Mushrooms. In Horticulture research report (p. 21). An Foras Taluntais.

Taparia, T., Hendrix, E., Nijhuis, E., de Boer, W., & van der Wolf, J. (2021). Circular alternatives to peat growing media: A microbiome perspective. Journal of Cleaner Production, 327, 129375. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129375

Tarım ve Orman Bakanlığı. (2024). Ülkemizde kültür mantarı üretimi giderek artıyor. https://www.turktarim.gov.tr

Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği (TÜSİAD). (1998). 21. yüzyıla girerken Türkiye'nin enerji stratejisinin değerlendirilmesi. https://tusiad.org/tr/tum/item/1846-21--yuzyila-girerken-T%C3%BCrkiye-nin-enerji-stratejisinin-degerlendirilmesi

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2022). TÜİK veri portalı. https://data.tuik.gov.tr

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2025). Türkiye İstatistik Kurumu. https://www.tuik.gov.tr

U.S. Geological Survey. (2004). Perlite. In Mineral commodity summaries 2004 (pp. 120–121). U.S. Department of the Interior. https://pubs.usgs.gov

Vedder, P. J. C. (1978). Modern mushroom growing. Educaboek.

Visscher, H. R. (1988). Casing soil. In L. J. L. D. van Griensven (Ed.), The cultivation of mushrooms (pp. 73–89). Interlingua T.T.I. Ltd.

Young, G., Gernon, D., Grogan, H., Walsh, L., Schmidt, O., & Tracy, S. (2023). Supporting a sustainable transition away from peat-use in mushroom cultivation [Poster presentation]. 2023 Mushroom Days Exhibition, Den Bosch, The Netherlands.