



Araştırma Makalesi

Farklı Bitkisel Atıkların *Pleurotus eryngii* Mantarında Antioksidan Aktivite Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Sinan ACIÖZ¹, Erdal AĞCAM², Gökhan BAKTEMUR^{3*}, Hatıra TAŞKIN⁴

ÖZ

Bu araştırmada, farklı bitkisel atık materyaller kullanılarak hazırlanan yetiştirme ortamlarından elde edilen *Pleurotus eryngii* mantarının antioksidan aktiviteleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla biri kontrol (A1) olmak üzere toplam 10 farklı yetiştirme ortamı oluşturulmuştur: A1 (kontrol), A2 (2:1 meşe talaşı, buğday kepeği), A3 (2:1 badem kabuğu talaşı, buğday kepeği), A4 (2:1 ceviz kabuğu talaşı, buğday kepeği), A5 (2:1 fındık kabuğu talaşı, buğday kepeği), A6 (2:1 yerfıstığı samanı, buğday kepeği), A7 (1:1:1 badem kabuğu talaşı, meşe talaşı, buğday kepeği), A8 (1:1:1 ceviz kabuğu talaşı, meşe talaşı, buğday kepeği), A9 (1:1:1 fındık kabuğu talaşı, meşe talaşı, buğday kepeği) ve A10 (1:1:1 yerfıstığı sapı, meşe talaşı, buğday kepeği). DPPH analizine göre, en yüksek radikal süpürme aktivitesi 967.27 mg TE/kg ile A3 ortamında elde edilmiştir. Benzer şekilde, FRAP yöntemiyle yapılan analizlerde de A3 ortamındaki örnekler 701.89 mg TE/kg ile en yüksek antioksidan kapasiteye sahip bulunmuştur. Toplam fenolik madde içerikleri incelendiğinde ise, yine A3 ortamında yetiştirilen mantarlarda en yüksek değer (701.48 mg GAE/kg) elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Pleurotus eryngii*, Bitkisel atıklar, Antioksidan aktivite, DPPH, FRAP, Toplam fenol

The Comparison of the Effects of Different Plant-Based Wastes on Antioxidant Activity in *Pleurotus eryngii* Mushroom

ABSTRACT

In this study, the antioxidant activities of *Pleurotus eryngii* mushroom obtained from growtin mixtures prepared using different plant wastes were evaluated comparatively. For this aim, a total of 10 different growing mixtures were prepared: A1 (control), A2 (2:1 oak sawdust, wheat bran), A3 (2:1 almond shell sawdust, wheat bran), A4 (2:1 walnut shell sawdust, wheat bran), A5 (2:1 hazelnut shell sawdust, wheat bran), A6 (2:1 peanut straw, wheat bran), A7 (1:1:1 almond shell sawdust, oak sawdust, wheat bran), A8 (1:1:1 walnut shell sawdust, oak sawdust, wheat bran), A9 (1:1:1 hazelnut shell sawdust, oak sawdust, wheat bran) and A10 (1:1:1 peanut stalk, oak sawdust, wheat bran). According to DPPH analysis, the highest radical scavenging capacity was obtained in A3 growing mixture with 967.27 mg TE/kg. Similarly, in FRAP analysis, samples from A3 growing mixture were found to have the highest antioxidant activity with 701.89 mg TE/kg. When total phenolic content was evaluated, the highest value (701.48 mg GAE/kg) was also obtained in mushrooms grown in A3 medium.

Keywords: *Pleurotus eryngii*, Plant wastes, Antioxidant activity, DPPH, FRAP, Total phenol

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0002-8498-5120, 0000-0002-2677-2020, 0000-0002-0362-5108, 0000-0002-1784-4731

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 14.10.2025

Kabul Tarihi: 30.10.2025

¹Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin, Türkiye

²Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye

³Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi Sivas, Türkiye

⁴ Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye

*E-posta: gbaktemur@gmail.com

Farklı Bitkisel Atıkların *Pleurotus eryngii* Mantarında Antioksidan Aktivite Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Giriş

Küresel iklim değişikliği, verimli tarım alanlarının çeşitli sebeplerle azalması, kuraklık gibi çevresel faktörler ve buna karşılık artan dünya nüfusu; tarım ve gıda üretim sistemleri üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır. Bu durum yalnızca yerel düzeyde değil, dünya genelinde gıda ve beslenme güvenliğini tehdit eden bir tablo çizmektedir. Ayrıca, tarım ve sanayi kaynaklı atıkların uygun şekilde yönetilmemesi ve özellikle ürün atıklarının yakılması, çevre kirliliğine neden olarak insan sağlığını tehlikeye atmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir bir gıda sistemi oluşturulabilmesi için, tarım ve ilişkili sektörlerde atıkların etkin yönetimi ve geri dönüşüm uygulamalarının geliştirilmesi hayati önem taşımaktadır. Bu çerçevede, mantar üretiminde kullanılan atıkların değerlendirilmesi; sürdürülebilirlik açısından katkı sunmasının yanı sıra, yıl boyu üretim yapılmasına olanak tanınması, toprak ve arazi gereksinimi olmaksızın üretim yapılabilmesi, istihdama destek olması, yetersiz beslenmenin önlenmesine katkı sağlaması ve gıda güvenliğini desteklemesi açısından önemli bir potansiyele sahiptir (Jayaraman ve ark., 2024). Atık mantar substratı, aynı zamanda kullanılmış mantar substratı veya kullanılmış mantar kompostu olarak da adlandırılmakta olup, mantar üretim süreçlerinde ortaya çıkan bir yan üründür (Phan ve Sabaratnam, 2012; Grujić ve ark., 2015). Hem ülkemizde hem de dünya genelinde birçok araştırmacı, çeşitli tarımsal atıkları kullanarak farklı mantar türlerinin yetiştiriciliği üzerine çalışmalar yürütmekte ve üreticilere çeşitli önerilerde bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazı örnekler şu şekildedir: *Agaricus bisporus* türü için (Jasiūnas ve ark., 2017; Kojić ve ark., 2021) ki bu türün yetiştiriciliği, diğer türlerden farklı olarak fermentasyon gerektiren özel kompost üretimi ve belirli standart protokollerle gerçekleştirilmektedir; *Lentinula edodes* için (Özçelik ve Pekşen, 2007; Viotto ve ark., 2018; Atila, 2019b; Baktemur ve ark., 2020; Baktemur ve ark., 2022a); *Pleurotus* cinsine ait türler için (Pekşen ve Küçükumuzlu, 2004; Grover ve ark., 2015; Kara ve ark., 2023); *Pleurotus eryngii* üzerine (Luo ve ark., 2018;

Xiao ve ark., 2018; Atila, 2019a; Akyüz ve Kırbağ, 2022; Baştuğ ve ark., 2022); *Pleurotus florida* türü için (Sethumadhavan ve Selvan, 2018; Huang ve ark., 2019); *Flammulina velutipes* ile ilgili çalışmalar (Luo ve ark., 2018); *Grifola frondosa* yetiştiriciliği üzerine (Aydın ve ark., 2021; Kara ve ark., 2021); *Ganoderma lucidum* ile ilgili araştırmalar (Hal ve ark., 2021); *Ganoderma carnosum* türü için (Baktemur ve ark., 2022b); ve son olarak *Pholiota nameko* üzerine yapılan çalışmalar (Daşdelen ve ark., 2022) dikkate değerdir.

Mantarlar, yalnızca kendilerine özgü tatlarıyla değil, aynı zamanda yüksek besin değerleriyle de tercih edilen bir besin grubudur. Son yıllarda sağlıklı beslenmeye yönelik ilginin artmasıyla birlikte, mantarlar zengin içerikleri sayesinde günlük diyetlerde daha fazla yer bulmaya başlamıştır (Valverde ve ark., 2015). Düşük kalori ve yağ oranına sahip olan mantarlar; protein, karbonhidrat ve lif açısından oldukça zengindir. Özellikle dengeli amino asit profili sayesinde, bitkisel temelli beslenen bireyler veganlar ve vejeteryenler tarafından sıkça tüketilmektedir (Öztürk ve Eyiler Kaya, 2022; Baktemur, 2024). Mantar, yalnızca kendine özgü aromasıyla değil, aynı zamanda sağlığa sunduğu yararlar sayesinde de sık tercih edilen bir gıdadır. Taze, kurutulmuş, salamura, toz formda ya da konserve olarak farklı şekillerde tüketilebilmektedir. Hem besleyici hem de tıbbi özellikleriyle öne çıkan mantar, düşük maliyetle yüksek verim sağlama avantajı sayesinde tarımsal girişimciler arasında giderek daha fazla ilgi görmektedir (Sharma, 2018; Anonim, 2024). Tüketime sunulan çeşitli mantar türleri arasında, *Pleurotus* cinsi öne çıkan gruplardan biridir. Bu cinse ait türlerden özellikle *Pleurotus ostreatus* üzerine yapılan yetiştiricilik çalışmaları son yıllarda yoğunluk kazanmıştır (Kurt, 2008). Öte yandan, hem besinsel hem de tıbbi açıdan dikkat çeken *Pleurotus eryngii* türü üzerine yapılacak yetiştiricilik araştırmalarının da hızla artırılması gerekmektedir. Etli ve kalın beyaz sapı, kendine özgü aroması, yüksek sofralık kalitesi ve uzun raf ömrü sayesinde *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél., *Pleurotus* cinsi içinde en

Farklı Bitkisel Atıkların *Pleurotus eryngii* Mantarında Antioksidan Aktivite Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

çok tercih edilen türlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Peng ve ark., 2000; Yıldız ve ark., 2002; Moonmoon ve ark., 2010; Taşkın ve Polat, 2024). Türkiye’de bu mantar türü halk arasında genellikle “diken, göbelek, çadır, çakşır, çarçur, mendik” ve “heliz” gibi isimlerle bilinmektedir (Akyüz ve Kırbağ, 2022).

Mantarların besin içeriğinin ve tıbbi değeri olan bileşenlerinin yetiştirildikleri ortamın içeriğine göre değiştiği bildirilmiştir (Baktemur ve ark., 2020). Bu çalışmada, farklı oranlarda formüle edilen meşe talaşı, fındık kabuğu, ceviz kabuğu, badem kabuğu ve yerfıstığı sapı gibi çeşitli bitkisel atıkların kullanımıyla yetiştirilen *Pleurotus eryngii* mantarlarının antioksidan aktivitesi ile toplam fenolik madde içeriklerinin karşılaştırmalı olarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma, Mersin Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü bünyesindeki Doku Kùltürü Laboratuvarı, iklim kontrol otomasyon sistemine sahip mantar yetiştirme odası, Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı ve Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakùltesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde gerçekleştirilmiştir.

Substrat Hazırlığı

Çalışmada, *Pleurotus eryngii* türüne ait ve Sylvan Cultivating Excellence firmasından temin edilen 3066 numaralı ticari tohumluk miseller kullanılmıştır. Yetiştiricilik ortamının oluşturulmasında bitkisel kaynaklı atık materyallerden badem kabuğu, ceviz kabuğu, fındık kabuğu, yerfıstığı bitkisi samanı ve meşe talaşı tercih edilmiştir. Bu temel substratlara, üretim verimliliğini artırmak amacıyla destekleyici materyal olarak buğday kepeği ile %5 oranında pirinç unu ilave edilmiştir. Substrat karışımları, bitkisel atıkların tek başına kullanımıyla veya farklı oranlarda (2:1, 1:1:1) ağırlık esasına göre karıştırılmasıyla hazırlanmıştır. Substrat bileşimleri Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. *Pleurotus eryngii* üretiminde kullanılan yetiştiricilik ortamlarının içerikleri ve kodlanmış adları

Ortamlar	Kısa Adı
(Kontrol) Meşe Talaşı	A1
2:1 meşe talaşı, buğday kepeği	A2
2:1 badem kabuğu talaşı, buğday kepeği	A3
2:1 ceviz kabuğu talaşı, buğday kepeği	A4
2:1 fındık kabuğu talaşı, buğday kepeği	A5
2:1 yerfıstığı samanı, buğday kepeği	A6
1:1:1 badem kabuğu talaşı, meşe talaşı, buğday kepeği	A7
1:1:1 ceviz kabuğu talaşı, meşe talaşı, buğday kepeği	A8
1:1:1 fındık kabuğu talaşı, meşe talaşı, buğday kepeği	A9
1:1:1 yerfıstığı sapı, meşe talaşı, buğday kepeği	A10

(1) **p≤0.01,

(2) ***p≤0.001.’i ifade etmektedir.

Farklı Bitkisel Atıkların *Pleurotus eryngii* Mantarında Antioksidan Aktivite Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Sterilizasyon ve Misel Aşılama

Nem oranı ayarlanmış substrat karışımları (yaklaşık %70), her biri 1 kg olacak şekilde yüksek sıcaklığa dayanıklı polipropilen torbalara doldurulmuştur. Sterilizasyon işlemi, bu torbaların 121°C sıcaklık ve 1.2 atmosfer basınç altında 90 dakika boyunca otoklavda steril edilmesiyle gerçekleştirilmiştir (Baştuğ ve ark., 2022). Sterilizasyonun tamamlanmasının ardından torbalar dış ortama alınarak soğutulmuştur. Aşılama işlemi, steril koşullarda 3066 ırkına ait ticari misellerden 50 gramlık miktarın her bir torbaya ilave edilmesiyle yapılmıştır. Aşılanan torbalar, misel gelişimi için uygun koşulları sağlayan, %80-90 nem düzeyine ve 24±1°C sıcaklığa sahip karanlık inkübasyon odasına yerleştirilmiştir. Misel gelişiminin tamamlanmasının ardından, karpofor oluşumunu teşvik etmek üzere ortam sıcaklığı 17±1°C'ye düşürülmüş ve ışıklandırma başlatılmıştır (Baştuğ ve ark., 2022). Misel gelişim sürecinin ardından, *Pleurotus eryngii* türü ışığa ihtiyaç duyduğundan dolayı yetiştirme ortamı 500-750 lüks şiddetinde LED projektörlerle aydınlatılmıştır. Mantar oluşumunun teşvik edilmesi amacıyla, torbaların üst kısımları açılarak primordium oluşumu desteklenmiştir. Ayrıca, torbanın farklı bölgelerinden gelişim gösteren mantar taslaklarının çıkışını kolaylaştırmak üzere, steril bisturi yardımıyla uygun yerlerden kesiler yapılmıştır. Hasat işlemi; 25-60 mm aralığında olan sap uzunluğu, sap çapı ve şapka çapı, olgunlaşmış örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Pleurotus eryngii Mantarlarının Antioksidan ve Toplam Fenolik Bileşen İçeriğinin Belirlenmesi

Antioksidan Analizler İçin Ekstraktların Hazırlanması

Biyolojik olarak aktif bileşenlerin özütlenmesinde çözücü olarak metanol çözeltisi kullanılmıştır. Bu kapsamda, her mantar örneğinden 1 gram kuru materyal alınmış ve üzerine %80 (v/v) metanol çözeltisi eklenmiştir. Uygun metanol miktarı, daha önce yapılan ön çalışmalar doğrultusunda belirlenmiştir. Hazırlanan karışımlar, homojen bir ekstrakt

elde edilmesi amacıyla Wist HG-15D (Almanya) model homojenizatörde 1 dakika süreyle, 205 rpm hızında işleme tabi tutulmuştur. Homojenizasyonun ardından örnekler, biyoaktif bileşenlerin daha etkin bir şekilde çözünmesini sağlamak amacıyla 25°C sıcaklıkta, J.P. Selecta Ultrasons HD (Barselona) marka ultrasonik su banyosunda 20 dakika süreyle bekletilmiştir.

Ekstraksiyon süreci sonrasında, karışımlar Hettich Zentrifugen (Almanya) santrifüj cihazında 3500 rpm'de 15 dakika santrifüjlenmiş ve ardından filtre kağıdından süzülerek berrak süzüntüler elde edilmiştir. Elde edilen özütler, analizlere kadar bozulmayı önlemek amacıyla +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Hazırlanan ekstraktlar en fazla bir hafta içerisinde analizlerde kullanılmış ve tüm testler üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Bennett ve ark., 2011).

DPPH Yöntemiyle Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan aktivitenin tayininde, DPPH serbest radikal giderme yöntemi uygulanmış ve analiz protokolü Aghraz ve ark. (2018)'nin çalışmasından uyarlanmıştır. Her örnek için 0.1 mL mantar ekstraktı, %100 metanol içerisinde hazırlanmış 0.025 g/L konsantrasyonundaki 2 mL DPPH çözeltisi ile karıştırılmıştır. Hazırlanan karışımlar, karanlık ortamda 30 dakika inkübe edilmiştir. Ardından, örneklerin absorbansı 519 nm dalga boyunda Shimadzu UV-1800 (Japonya) marka spektrofotometre ile ölçülmüştür. Antioksidan aktivite sonuçları, mg Trolox eşdeğeri (TE)/kg cinsinden ifade edilmiştir. Şahit (kontrol) olarak %80 metanol çözeltisi kullanılmıştır.

FRAP Yöntemi ile Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

FRAP analizinde antioksidan kapasitenin belirlenmesi amacıyla, TPTZ (2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine) içeren reaktif çözeltisi taze olarak hazırlanmıştır. FRAP reaktifi; 10 mM TPTZ (40 mM HCl içinde hazırlanmış), 20 mM FeCl₃ ve 0.1 M pH 3.6 asetat tampon çözeltisinin sırasıyla 2.5 mL, 2.5 mL ve 25 mL'sinin karıştırılması ile elde edilmiştir. Her analizde, 0.3 mL mantar ekstraktına 2 mL

Farklı Bitkisel Atıkların *Pleurotus eryngii* Mantarında Antioksidan Aktivite Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

FRAP reaktifi eklenmiş ve hacim saf su ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. Karışımlar 10 dakika süreyle karanlıkta bekletildikten sonra, absorbans ölçümleri 593 nm dalga boyunda Shimadzu UV-1800 (Japonya) spektrofotometre ile yapılmıştır. Antioksidan aktivite değerleri mg TE/kg olarak ifade edilmiştir. Kontrol örneği, yalnızca FRAP reaktifi ve saf su karışımından hazırlanmıştır (Szydłowska-Czerniak ve ark., 2008).

Toplam Fenolik Bileşen İçeriğinin Belirlenmesi

Mantar örneklerindeki toplam fenolik bileşen miktarları, Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemiyle tespit edilmiştir. Bunun için Li ve ark. (2015) tarafından önerilen yöntem kısmen modifiye edilerek laboratuvar koşullarına uygun hale getirilmiştir. Her analiz için 0.5 mL ekstrakta, 0.5 mL Folin-Ciocalteu reaktifi eklenmiş, ardından 3 mL %10'luk sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltisi ilave edilmiştir. Hacim saf suyla 10 mL'ye tamamlanmış ve karışım 30 dakika karanlık ortamda inkübe edilmiştir. Elde edilen çözeltilerin absorbansları 760 nm dalga boyunda Shimadzu UV-1800 (Japonya) spektrofotometre ile ölçülmüştür. TFB içerikleri, mg galik asit eşdeğeri (GAE)/kg olarak raporlanmıştır. Şahit çözelti olarak %80 metanol çözeltisi kullanılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Verilerin değerlendirilmesinde, JMP istatistik paket programı kullanılmış olup analizler, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, farklı yetiştirme ortamlarının antioksidan aktivite üzerine etkileri istatistiksel olarak karşılaştırılmış ve anlamlılık düzeyleri belirlenmiştir. Farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu verilere, LSD testi uygulanarak harflendirme yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Pleurotus eryngii Mantarlarının Antioksidan Aktiviteleri

Bu çalışmada, farklı bitkisel atık içerikli yetiştiricilik ortamlarında üretilen *Pleurotus eryngii* türü mantarların antioksidan kapasiteleri, DPPH ve FRAP analiz yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuş ve sonuçlar Şekil 1 ve 2'de sunulmuştur.

DPPH yöntemiyle yapılan analizlerde mantar örneklerinin antioksidan aktivitesi en düşük, A2 ortamında (2 meşe talaşı + 1 buğday kepeği) yetiştirilen örneklerde belirlenmiştir. En yüksek antioksidan aktivitesi ise A3 ortamında (2 badem kabuğu talaşı + 1 buğday kepeği) yetiştirilen örneklerde kaydedilmiştir.

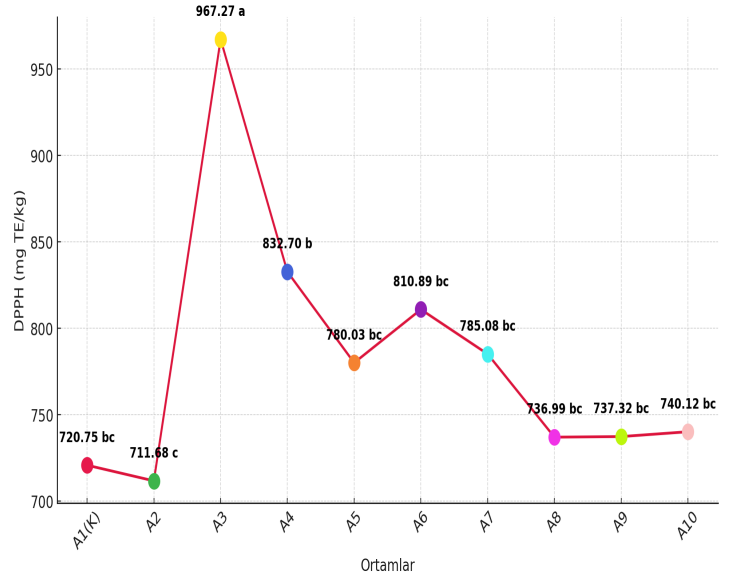
FRAP yöntemiyle yapılan analizlerde ise antioksidan aktivite en düşük değer A2 (320.78 mg TE/kg) ortamında, en yüksek değer ise A3 (701.89 mg TE/kg) ortamında yetiştirilen örneklerle ait olmuştur. Her iki analiz yönteminin sonuçları paralellik göstermekte olup, en yüksek ve en düşük antioksidan aktiviteye sahip örnekler aynı yetiştiricilik ortamlarında tespit edilmiştir.

Bu bulgular, substrat bileşiminin mantarların antioksidan özellikleri üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle badem kabuğu gibi polifenolce zengin atıkların kullanıldığı ortamların, *P. eryngii* mantarlarının biyoaktif bileşen içeriğini olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir.

Literatürde yer alan benzer çalışmalarda da *P. eryngii* mantarlarının yüksek antioksidan potansiyele sahip olduğu belirtilmektedir. Mau ve ark. (2004), *T. albuminosus* *M. esculenta* ve *G. frondosa*, türlerine ait miselerin 10 mg/mL konsantrasyonda DPPH radikalleri üzerindeki süpürme etkilerini %78.8 ile %94.1 arasında belirlemişlerdir.

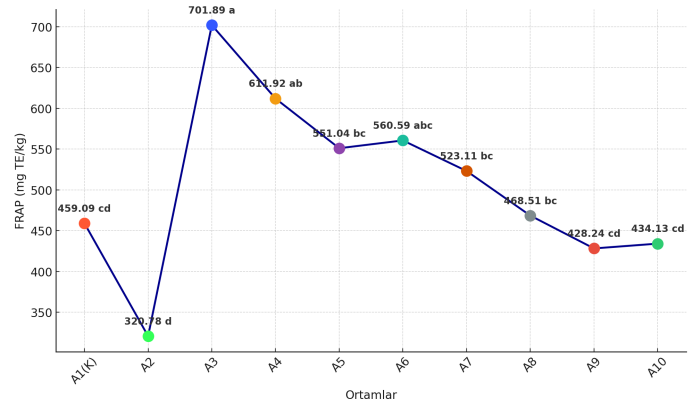
Farklı Bitkisel Atıkların *Pleurotus eryngii* Mantarında Antioksidan Aktivite Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Aydın ve ark. (2021), farklı substrat karışımlarında yetiştirilen Maitake (*Grifola frondosa*) mantarının uçucu aroma bileşenleri ve antioksidan aktiviteleri karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Kontrol dışı beş farklı substrat kombinasyonu hazırlanmış ve elde edilen mantar örnekleri hem kurutulmuş hem de dondurulmuş formlarda analiz edilmiştir. DPPH analiz sonuçlarına göre, S4 substratında yetiştirilen dondurulmuş örnekte 7.99 ± 0.08 $\mu\text{mol TE/g DM}$, kurutulmuş örnekte ise 8.19 ± 0.05 $\mu\text{mol TE/g DM}$ değerleri elde edilmiştir. Benzer şekilde, S5 substratı için bu değerler sırasıyla 8.07 ± 0.09 ve 8.20 ± 0.06 $\mu\text{mol TE/g DM}$ olarak belirlenmiştir. FRAP analiz sonuçları ise kurutma işleminin daha belirgin bir etki yarattığını ortaya koymuştur. S4 substratında dondurulmuş örnek 1.87 ± 0.63 $\mu\text{mol TE/g DM}$, kurutulmuş örnek ise 6.29 ± 0.66 $\mu\text{mol TE/g DM}$ değerindedir. S5 substratında ise FRAP değerleri dondurulmuş formda 4.24 ± 0.44 $\mu\text{mol TE/g DM}$, kurutulmuş formda ise 6.45 ± 0.16 $\mu\text{mol TE/g DM}$ olarak ölçülmüştür. Doğan ve Doğan (2022), *P. ostreatus*, *P. eryngii* ve *Hericium erinaceus* türleri üzerinde yaptıkları araştırmada, *Pleurotus eryngii*'nin antioksidan kapasitesini 26.32 ± 1.76 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak bildirmiştir. Dubost ve ark. (2007), bu türün yapısında yer alan polisakkaritler, polifenoller ve flavonoidlerin, yüksek antioksidan aktiviteye katkı sağladığını vurgulamıştır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde, *Pleurotus eryngii* mantarı yüksek antioksidan kapasitesi ile dikkat çeken bir tür olup, substrat içeriğine bağlı olarak bu özelliği daha da artırılabilir. Bu durum, söz konusu türün fonksiyonel gıda ve sağlıklı beslenme açısından önemini ortaya koymaktadır.



(LSDort**= 117.38)

Şekil 1. Farklı yetiştirme ortamlarına aşıl原因an *Pleurotus eryngii* örneklerinin DPPH yöntemleri ile belirlenen toplam antioksidan aktivite değerleri (mg TE/kg)



(LSDort**= 146.97)

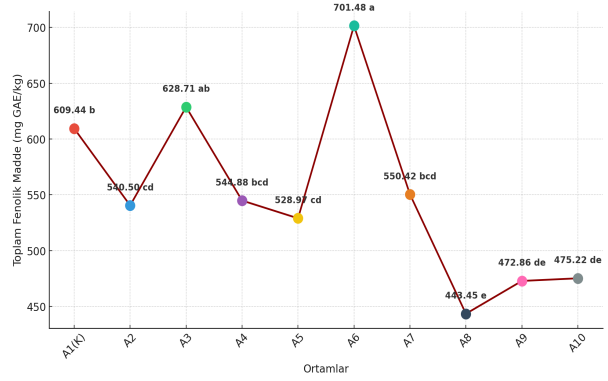
Şekil 2. Farklı yetiştirme ortamlarına aşıl原因an *Pleurotus eryngii* örneklerinin FRAP yöntemleri ile belirlenen toplam antioksidan aktivite değerleri (mg TE/kg)

Farklı Bitkisel Atıkların *Pleurotus eryngii* Mantarında Antioksidan Aktivite Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Pleurotus eryngii mantarlarının toplam fenolik madde miktarları

Farklı yetiştiricilik ortamlarında kültüre alınan *Pleurotus eryngii* mantarlarının toplam fenolik madde içerikleri belirlenmiş ve elde edilen bulgular istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, mantar örneklerinde ölçülen toplam fenolik madde miktarlarının anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3). Fenolik madde düzeyleri, kullanılan ortam koşullarına bağlı olarak 443.45 mg GAE/kg ile 701.48 mg GAE/kg arasında değişmiştir. En düşük fenolik içerik, A8 numaralı yetiştirme ortamında elde edilen mantar örneklerinde 443.45 mg GAE/kg olarak ölçülmüştür. Buna karşılık, en yüksek toplam fenolik madde miktarına ise A3 ortamında yetiştirilen örneklerde rastlanmış olup, bu değer 701.48 mg GAE/kg olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, yetiştirme ortamının mantarların fenolik bileşik sentezi üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Kılınç (2019) tarafından yapılan bir çalışmada; *P. eryngii* türünün antioksidan aktivitesi, fenolik bileşen içeriği ve mineral profili değerlendirilmiş, elde edilen verilerdeki farklılıkların mantar türü ve cinsi, yabani ya da kültür formunda yetiştirilmiş olması, kullanılan substrat kompozisyonu, genetik varyasyon, hasat zamanı ve uygulanan analiz yöntemlerine bağlı olarak değişebileceği ifade edilmiştir. Doğan ve Doğan (2022) tarafından yürütülen bir çalışmada, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Hericium erinaceus* türlerinin fizikokimyasal, biyoaktif ve duyuşal özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiş; bu kapsamda *P. eryngii* mantarının toplam fenolik madde miktarı 4.79 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen farklı toplam fenolik madde düzeylerinin, uygulanan yetiştirme ortamlarının bileşiminde yer alan farklı organik materyallerden kaynaklandığı düşünülmektedir.



(LSD_{ort}***= 85.43)

Şekil 3. Farklı yetiştiricilik ortamlarına aşıl原因 *Pleurotus eryngii* mantarlarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/kg)

Sonuç

Bu çalışmada, farklı tarımsal atıkların kullanımıyla oluşturulan yetiştirme ortamlarında kültüre alınan *Pleurotus eryngii* mantarlarının antioksidan aktivite ve toplam fenolik bileşen içeriklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Yetiştiricilikte 10 farklı yetiştirme ortamı oluşturulmuştur. Bu şekilde, substrat kompozisyonunun mantarın antioksidan potansiyeli üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Farklı yetiştirme ortamlarında elde edilen *Pleurotus eryngii* mantarlarının antioksidan aktiviteleri, DPPH ve FRAP yöntemleriyle analiz edilmiştir. DPPH analizine göre, en düşük antioksidan aktivite 711.68 mg TE/kg ile A2 ortamında (2 meşe talaşı + 1 buğday kepeği) yetiştirilen örneklerde belirlenmiştir. En yüksek aktivite ise 967.27 mg TE/kg ile A3 ortamında (2 badem kabuğu talaşı + 1 buğday kepeği) kaydedilmiştir. Benzer şekilde, FRAP yöntemi ile yapılan analizlerde de en düşük antioksidan aktivite A2 ortamından elde edilen mantarlarda gözlemlenmiş (320.78 mg TE/kg); en yüksek değer ise yine A3 ortamında yetiştirilen örneklerde 701.89 mg TE/kg olarak tespit edilmiştir. Her iki analiz yöntemi sonuçları, substrat kompozisyonunun mantarın antioksidan kapasitesi üzerinde belirleyici bir rol oynadığını

Farklı Bitkisel Atıkların *Pleurotus eryngii* Mantarında Antioksidan Aktivite Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

ortaya koymaktadır. Özellikle A3 ortamının, mantarda antioksidan aktiviteyi artırıcı bir etki oluşturduğu anlaşılmaktadır. Yüksek antioksidan kapasiteye sahip mantarların fonksiyonel gıda olarak değerlendirilme potansiyelinin bulunduğu ve insan sağlığı açısından değerli bir besin kaynağı olabileceği göz önünde bulundurulduğunda, deneme sonuçları önem kazanmaktadır. Farklı deneme ortamlarında yetiştirilen *Pleurotus eryngii* mantarlarının toplam fenolik madde içerikleri üzerine yapılan analizler sonucunda anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir. En düşük toplam fenolik bileşik miktarı, A8 ortamında yetiştirilen örneklerde 443.45 mg GAE/kg olarak belirlenmiştir. Buna karşılık, en yüksek toplam fenolik madde içeriği ise A3 ortamından (2 badem kabuğu talaşı + 1 buğday kepeği) elde edilen mantarlarda 701.48 mg GAE/kg olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu veriler, uygun substrat kompozisyonları ile yetiştirilen mantarların, fenolik bileşikler açısından zenginleşebileceğini göstermekte ve bu türlerin, toplam fenolik madde içeriği bakımından birçok sebze ve meyveye besinsel bir alternatif olabileceğini düşündürmektedir. A3 ortamı (2 badem kabuğu talaşı + 1 buğday kepeği), hem antioksidan aktivite hem de fenolik içerik açısından oldukça avantajlı olduğu tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Aghraz, A., Gonçalves, S., Rodríguez-Solana, R., AitDra, L., Di Stefano, V., Dugo, G., Cicero, N., Larhsini, M., Markouk, M. ve Romano, A. (2018). Antioxidant activity and enzymes inhibitory properties of several extracts from two Moroccan Asteraceae species. *South African Journal of Botany*, 118, 58–64. doi: 10.1016/j.sajb.2018.06.017
- Akyüz, M. ve Kırbağ, S. (2022). Cultivation of king eryngii (*Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel.) isolates on various local agro-residues. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14, 12197–12205. doi: 10.1007/s13399-022-03051-6
- Anonim, (2024). http://agritech.tnau.ac.in/nutrition/nutri_health_mushroom.html
- Atila, F. (2019a). Yield and Fruit Body Properties of *Pleurotus eryngii* Isolates Grown on Poplar Sawdust Supplemented with Different Additive Materials. *The Journal of Fungus*, 10(özel sayı), 106–113. doi:10.30708.mantar.619151
- Atila, F. (2019b). The Use of Phenolic-rich Agricultural Wastes for *Hericium erinaceus* and *Lentinula edodes* Cultivation. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(4), 417–425. doi: 10.20289/zfdergi.528957
- Aydın, M.Z., Süfer, Ö., Baktemur, G., Shimira, F. ve Taşkın, H. (2021). Effect of Different Substrate Mixtures on Volatile Aroma Compounds and Antioxidant Activity of Maitake Mushroom. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(6), 1037–1046. doi: 10.24925/turjaf.v9i6.1037-1046.4116
- Baktemur, G., Çelik, Z. D., Kara, E. ve Taşkın, H. (2020). The Effect of Different Agricultural Wastes on Aroma Composition of Shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) Mushroom. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(7), 1540–1547. doi: 10.24925/turjaf.v8i7.1540-1547.3415
- Baktemur, G., Kara, E., Yazar, M., Yılmaz, N., Ağçam, E., Akyıldız, A. ve Taşkın, H. (2022a). Yield, quality and enzyme activity of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) grown on different agricultural wastes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 50(1). doi: 10.15835/nbha50112553
- Baktemur, G., Kara, E., Yazar, M., Soylu, M.K. ve Taşkın, H. (2022b). Use of different agricultural wastes in *Ganoderma carnosum* Pat. cultivation. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46(3), 352–358. doi: 10.55730/1300-011X.3008
- Baktemur, G. (2024). Beyaz Şapkalı Mantar (*Agaricus bisporus*) Yetiştiriciliği. Taşkın, H., Baktemur, G., Kara, E. (eds.). Kültür Mantarları. Iksad Publications, Ankara, Türkiye, s. 53–104. ISBN: 978-625-367-955-2

Farklı Bitkisel Atıkların *Pleurotus eryngii* Mantarında Antioksidan Aktivite Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

- Baştuğ, G., Hal, Y. B., Baktemur, G., Yazar, M., Kara, E. ve Taşkın, H. (2022). Farklı tarımsal atıklardan hazırlanan yetiştirme ortamlarının *Pleurotus eryngii* verim ve kalitesi üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 578–587. doi: 10.37908/mkutbd.1098660
- Bennett, L. E., Jegasothy, H., Konczak, I., Frank, D., Sudharmarajan, S. ve Clingeffer, P. R. (2011). Total polyphenolics and anti-oxidant properties of selected dried fruits and relationships to drying conditions. *Journal of Functional Foods*, 3(2), 115–124. doi: 10.1016/j.jff.2011.03.005
- Daşdelen, O., Shimira, F., Kara, E., Baktemur, G. ve Taşkın, H. (2022). Effects of different agricultural wastes on yield and quality in *Pholiota nameko* cultivation. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 6(4), 537–544. doi: 10.31015/jaefs.2022.4.6
- Doğan, N. ve Doğan, C. (2022). Egzotik bazı mantarların (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii*, *Hericium erinaceus*) fizikokimyasal, biyoaktif ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi. *Mantar Dergisi*, 13(1), 30–36. doi: 10.30708.mantar.993480
- Dubost, N.J., Ou, B. ve Beelman, R. B. (2007). Quantification of polyphenols and ergothioneine in cultivated mushrooms and correlation to total antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 105(2), 727–735. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.01.030
- Grover, R., Goel, A., Wati, L. ve Raj, K. (2015). Ethanol production from spent oyster mushroom substrate. *Pollution Research*, 34(1), 121–124.
- Grujić, M., Dojnov, B., Potočnik, I., Duduk, B. Ve Vujčić, Z. (2015). Spent mushroom compost as substrate for the production of industrially important hydrolytic enzymes by fungi *Trichoderma* spp. and *Aspergillus niger* in solid state fermentation. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 104, 290–298. doi: 10.1016/j.ibiod.2015.04.029
- Hal, Y.B., Yazar, M., Kara, E., Baktemur, G. ve Taşkın, H. (2021). Farklı Tarımsal Atıkların *Ganoderma lucidum* (Reishi mantarı) Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 36(2), 275–288. doi: 10.36846/CJAFS.2021.55
- Huang, J., Zhang, J., Liu, J., Xie, W., Kuo, J., Chang, K., Buyukada, M., Evrendilek, F. ve Sun, S. (2019). Thermal conversion behaviors and products of spent mushroom substrate in CO₂ and N₂ atmospheres: Kinetic, thermodynamic, TG and Py-GC/MS analyses. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 139, 177–186. doi: 10.1016/j.jaap.2019.02.002
- Jasiūnas, L., Pedersen, T.H., Toor, S.S. ve Rosendahl, L. A. (2017). Biocrude production via supercritical hydrothermal co-liquefaction of spent mushroom compost and aspen wood sawdust. *Renewable Energy*, 111, 392–398. doi: 10.1016/j.renene.2017.04.019
- Jayaraman, S., Yadav, B., Dalal, R. C., Naorem, A., Sinha, N. K., Rao, C. S., Dang, Y. P., Patra, A. K., Datta, S. P. ve Rao, A. S. (2024). Mushroom farming: A review Focusing on soil health, nutritional security and environmental sustainability. *Farming System*, 2(3), 100098. doi: 10.1016/j.farsys.2024.100098
- Kara, E., Baktemur, G., Yazar, M. ve Taşkın, H. (2021). Farklı yetiştiricilik ortamlarının maitake mantarı (*Grifola frondosa*) yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2), 201–218. doi: 10.29278/azd.831748
- Kara, E., Baktemur, G., Soylu, M.K. ve Taşkın, H. (2023). Farklı Tarımsal Atıkların *Pleurotus citrinopileatus* ve *Pleurotus ostreatus* Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 2023. 13(2), 249–260 doi: 10.54370/ordubtd.1350120
- Kılınç, S. (2019). *Pleurotus Eryngii* Mantarlarının Antioksidan Aktiviteleri,

Farklı Bitkisel Atıkların *Pleurotus eryngii* Mantarında Antioksidan Aktivite Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

- Fenolik Bileşenleri ve Mineral Madde içeriklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.
- Kojić, M. M., Petrović, J. T., Petrović, M. S., Stanković, S. M., Porobić, S. J., Marinović-Cincović, M. T. ve Mihajlović, M. L. (2021). Hydrothermal carbonization of spent mushroom substrate: Physicochemical characterization, combustion behavior, kinetic and thermodynamic study. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 155, 105028. doi: 10.1016/j.jaap.2021.105028
- Kurt, Ş. (2008). Değişik Tarımsal Atıkların Kayın Mantarı (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus sajor- caju*) Yetiştiriciliğinde Kullanım Olanakları. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 212 s.
- Li, Y., Ma, D., Sun, D., Wang, C., Zhang, J., Xie, Y. ve Guo, T. (2015). Total phenolic, flavonoid content, and antioxidant activity of flour, noodles, and steamed bread made from different colored wheat grains by three milling methods. *The Crop Journal*, 3(4), 328–334. doi: 10.1016/j.cj.2015.04.004
- Luo, X., Yuan, X., Wang, S., Sun, F., Hou, Z., Hu, Q., Zhai, L., Cui, Z. ve Zou, Y. (2018). Methane production and characteristics of the microbial community in the co-digestion of spent mushroom substrate with dairy manure. *Bioresource Technology*, 250, 611–620. doi: 10.1016/j.biortech.2017.11.088
- Mau, J. L., Chang, C. N., Huang, S. J., Chen ve C. C. (2004). Antioxidant properties of methanolic extracts from *Grifola frondosa*, *Morchella esculenta* and *Termitomyces albuminosus* mycelia. *Food Chemistry*, 87(1), 111–118. doi: 10.1016/j.foodchem.2003.10.026
- Moonmoon, M., Uddin, N., Ahmed, S., Shelly, N.J. ve Khan, A. (2010). Cultivation of different strains of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) on saw dust and rice straw in Bangladesh. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 17(4), 341–345. doi: 10.1016/j.sjbs.2010.05.004
- Özçelik., E. ve Pekşen, A. (2007). Hazelnut husk as a substrate for the cultivation of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*). *Bioresource Technology*, 98(14), 2652–8. doi: 10.1016/j.biortech.2006.09.020
- Öztürk, N. ve Eyiler Kaya, E. (2022). Nutritional values and health effects of popular mushrooms. *The Journal of Food*, 47(4), 539–563. doi: 10.15237/gida.GD22027
- Pekşen, A. ve Küçükumuzlu, B. (2004). Yield potential and quality of some *Pleurotus* species grown in substrates containing hazelnut husk. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(5), 768–771. doi: 10.3923/pjbs.2004.768.771
- Peng, J. T., Lee, C. M. ve Tsai, Y. F. (2000). Effect of rice bran on the production of different king oyster mushroom strains during bottle cultivation. *Journal of Agricultural Research of China*, 49, 60–67.
- Phan, C.W. ve Sabaratnam, V. (2012). Potential uses of spent mushroom substrate and its associated lignocellulosic enzymes. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 96(4), 863–873. doi: 0.1007/s00253-012-4446-9
- Sethumadhavan, P. ve Selvan, A. M. V. (2018). Effect of spent mushroom substrate and waste paper briquette on methane production from anaerobic digestion. *Journal of Environmental Biology*, 39(2), 269–276.
- Sharma, K. (2018). Mushroom: Cultivation and processing. *International Journal of Food Processing Technology*, 5(2), 9–12.
- Szydlowska-Czerniak, A., Dianoczki, C., Recseg, K., Karlovits, G. ve Szlyk, E. (2008). Determination of antioxidant capacities of vegetable oils by ferric-ion spectrophotometric methods. *Talanta*, 76(4), 899–905. doi: 10.1016/j.talanta.2008.04.055
- Taşkın, H. ve Polat, E. (2024). Kral İstiridye Mantarı (*Pleurotus eryngii*) Yetiştiriciliği. Taşkın, H., Baktemur, G., Kara, E. (eds.). Kültür Mantarları. Iksad

Farklı Bitkisel Atıkların *Pleurotus eryngii* Mantarında Antioksidan Aktivite Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

- Publications, Ankara, Türkiye, s. 171–205. ISBN: 978-625-367-955-2
- Valverde, M.E., Hernández-Pérez, T., Paredes-López, O., 2015. Edible mushrooms: improving human health and promoting quality life. *International Journal of Microbiology*, 2015, 376387. doi: 10.1155/2015/376387
- Viotto, R. S., Maia, A. A. D., Yamaji, F. M. ve de Moraes, L. C. (2018). *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102, 499–507. doi: 10.1007/s00253-017-8578-9
- Yildiz, S., Yıldiz, Ü. C., Gezer, E. D. ve Temiz, A. (2002). Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. *Process Biochemistry*, 38(3), 301–306. doi: 10.1016/S0032-9592(02)00040-7
- Thermogravimetric investigation of spent shiitake substrate to solid biofuel. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 96(4), 845–854. doi: 10.1002/cjce.23026
- Xiao, Z., Lin, M., Fan, J., Chen, Y., Zhao, C. ve Liu, B. (2018). Anaerobic digestion of spent mushroom substrate under thermophilic conditions: performance and microbial community analysis.