

## Atık Mantar Kompostunun Geleneksel ve Yeni Kullanım Alanları

Serap KÖKCÜ<sup>1</sup>, Nermin SARIGÜL<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Burdur

<sup>2</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Burdur

Geliş Tarihi (Received): 17.12.2020, Kabul Tarihi (Accepted): 04.03.2021

✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author\*): [sarigul@mehmetakif.edu.tr](mailto:sarigul@mehmetakif.edu.tr)

☎ +90 248 2133051 📠 +90 248 2133099

### ÖZ

Şapkalı mantar yetiştiriciliği yiyecek olarak tercih edilen bir ürün olması nedeni ile her geçen gün artmaktadır. Mantar yetiştiriciliği gıda üretiminin yanında lignoselülozik atık maddelerin biyoteknolojik geri dönüşümünün yapıldığı proseslerden biridir. Kompost içeriği mantar kültürü yapılırken değişmektedir. Lignoselülozik bileşiklerin parçalanması ve antimikrobiyal aktivitenin sağlanması için hücre dışına mantar tarafından enzimler ve kompleks bileşikler salgılanmaktadır. Çeşitli mantar kültürü çalışmaları sonucunda dünya genelinde çok fazla miktarda atık mantar kompostu açığa çıkmaktadır. Bu tür atıkların yakılarak bertaraf edilmesi çevresel açıdan ciddi sorunlara neden olmaktadır. Hasat sonrası kalan atık kompost farklı şekillerde kullanılarak değerli ürünlere dönüştürülebilir. Atık mantar kompostunun en yaygın ve geleneksel kullanım alanları; hayvan besleme, ilave katkı maddeleri ile fermentasyonu, biyogaz üretimi esnasında gübreye katılması, gübre ve toprağın iyileştirilmesidir. Son yıllarda atık mantar kompostunun değerli ürünlere çevrilmesi konusunda çalışmalar artmıştır. Yaptığımız derlemede atık mantar kompostunun geleneksel kullanım alanları yanında enzim ve antimikrobiyal madde kaynağı olarak değerlendirilmesine odaklanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Antimikrobiyal bileşikler, atık mantar kompostu, enzim, kullanım alanları

## Traditional and Alternative Use of Mushroom Compost Waste

### ABSTRACT

The production and culture of mushrooms is increasing as a desirable addition to the cuisine since ancient times. Mushroom culture is a biotechnological process that recycles lignocellulosic wastes, since mushrooms are food for human consumption. Mushroom compost changes during cultivation as a result of fungal activity. Extracellular enzymes and complex compounds are secreted for degradation of lignocellulosic substrates and antimicrobial activity. A large amount of compost waste is produced worldwide in various mushroom cultivation. The disposal and burning of agricultural wastes have created major global environmental problems. This post-harvest compost waste can be used in different ways for produce value-added products. The most common and traditional uses of this waste material is in animal feeding, fermentation with other additives, mixed with other manure to produce biogas, bottom fertilizer and soil improvement. Recently efforts on conversion of mushroom compost waste into valuable products have increased. This review has focused on the use of mushroom compost waste in traditional methods and as a source for production of extracellular enzymes and antimicrobial compounds.

**Keywords:** Antimicrobial compounds, mushroom compost waste, enzyme, utilization

### GİRİŞ

Dünyada var olduğu düşünülen 1,5 milyon mantar türünün, makro mantar olarak kabul edilebilen, yeterli büyüklük ve yapıda olan, şapka yapısı oluşturabilen 140.000

türü bulunduğundan söz edilmektedir. Bu türlerin belirli kısmı kültüre edilebilmekte ve endüstriyel olarak birçok alanda kullanılmaktadır. Endüstriyel alanda kullanılan bu mantarlar tıbbi alanda ve gıda sektörlerinde tercih edilmektedir (Chang ve Miles, 2004).

### Atık Mantar Kompostunun Geleneksel ve Yeni Kullanım Alanları

Tat, aroma gibi organoleptik özelliklerinden dolayı gastronomi alanında tercih edilen makro mantarlar bulunmaktadır. Ayrıca mantarlar içerik olarak bakıldığında yüksek oranda suya sahiptir, katı kısım karbonhidrat ve lif yönünden zengin, vitamin, mineral, doymamış yağ asidi, enzimler, terpenoit, steroit, glikozit, alkoloit, kinon ve fenil propanoid türevleri gibi çok çeşitli bileşiklere sahiptir. Antitümör, antialerjik, antimitojenik, antiviral, antimikrobiyal, antiparazitik, prebiyotik aktivite, karaciğer koruyucu immün sistem güçlendirici, kolesterol düşürücü gibi etkileri olduğu kanıtlanmıştır (Barros ve ark., 2008; Synytsya ve ark., 2009; Kalac, 2012; Sulistiany ve ark., 2016).

Makromantarlar, morfolojik olarak şapka, sap, lamel ve köklere sahipken, bunların yanı sıra sporları bulunmaktadır. Sporlar makro mantarların taksonomik teşhislerinde önemli bir yere sahiptir. Basidiomycota filumu içerisinde yer alan *Pleurotus* türleri sporlarını basidyua, Ascomycota filumu içerisinde yer alan *Morchella* türleri sporlarını aski adı verilen kese benzeri yapılar içerisinde üretmektedir. Mantarlar, Dünya'nın geri dönüşümcüsü ve filtresi olarak kabul edilmektedir. Buldukları bölgelerdeki çevresel veya insan kaynaklı toksinleri detoksifiye, dekonstrükte ve biriktirme özelliklerine sahiptir (Pouliot, 2018).

Dünyada yaygın olarak üretimi yapılan mantarlar *Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes* ve farklı *Pleurotus* türleridir (Yamaç ve Pekşen, 2016). Yapılan kültür çalışmasına göre kalan kompostun içeriği farklılık göstermektedir (Çatal ve Pekşen, 2020). Mantar üretimi sonrasında kalan kompostun değerlendirilmesi ve ekonomiye kazandırılmasına yönelik çalışmalar artarak devam etmektedir. Bu derlemede atık mantar kompostunun toprağın zenginleştirilmesi amacı ile kullanımı yanında özellikle diğer potansiyel kullanım alanları değerlendirilmiştir.

### ATIK MANTAR KOMPOSTU

Kompost içeriğinin şapkalı mantarların üretimi esnasında mantar tarafından tüketilmesi sonucu arda kalan kompost, atık mantar kompostu olarak tanımlanmaktadır. Gelişimi geç olan mantar türleri dışında 2,5 hafta içerisinde primordiyum yapısı gözlenmeye başladığında bu kompost harcanmış olarak kabul edilmektedir (Rinker, 2017). Endüstriyel çapta mantar üretim tesislerinin en büyük problemlerinden bir tanesi atık mantar kompostlarıdır. Bu atık kompostlar önceleri imha edilirken daha sonralarda tekrar kullanılabilmesi yönünde birçok çalışma yapılmış ve halen yapılmaktadır. Yapılan çalışmalar doğrultusunda atık mantar kompostunun ortalama kompozisyon verileri elde edilmiştir (Tablo 1) (Gerrits, 1987; Maher, 1988; Wuest ve Fahy, 1991).

**Tablo 1.** Atık mantar kompostu kompozisyonu

	İrlanda (Maher 1988)	Hollanda (Gerrits 1987)	Amerika (Wuest ve Fahy 1991)
Kuru Madde (%)	35	35	43
Kül	39	45	
N	2,8	2,4	1,9
P	1,0	0,8	0,4
K	2,0	2,8	2,4
Ca	6,6	12,6	4,9
Mg	0,5	0,5	0,7
Mn (mg/kg)	313		333

## Atık Mantar Kompostunun Geleneksel ve Yeni Kullanım Alanları

**Atık Mantar Kompostunun Yaygın ve Geleneksel Kullanım Alanları**

Atık mantar kompostları organik madde açısından zengin olduklarında toprak yapısını iyileştirmede büyük faydası vardır bu yüzden atık mantar kompostları uygulamalarında ilk düşünülen gübre olarak kullanılmasıdır. Yapılan çok sayıda gübre uygulamasında atık mantar kompostlarının eklendiği topraklardan elde edilen mahsullerde verim artışı sağladığı gözlenmiştir (Maher, 1988).

Atık mantar kompostuna farklı inorganik bileşiklerin eklenmesiyle gübre kompleksi oluşturulabilmektedir. Bu gübre kompleksleri farklı mahsul üretiminde değerlendirilmiştir. Çeltik üretimi üzerinde yapılan bir çalışmada %7 verim artışı gözlenmiştir (Meiqin, 2006). Güller üzerinde yapılan başka bir çalışmada parti başına çiçek sayısında artış ve hastalık insidanslarında düşüş (Yangjun, 2006), portakal ağaçları üzerinde yapılan başka bir çalışmada meyve veriminde artış ve hastalık insidanslarında düşüş gözlenmiştir (Shenggang, 2005). Atık mantar kompostunun gübre uygulamalarının yanı sıra bitki gelişimlerini teşvik edici hormonlarda üretilmiştir. Soya fasulyeleri üzerinde yapılan çalışmada, bu hormonlar soya fasulyelerine püskürtülerek uygulanmış sap ve yapraklarının daha güçlü olduğu ve hastalık insidanslarının düştüğü raporlanmıştır (Zhengfeng, 1997; Linyong, 2006).

Atık mantar kompostlarının gübre uygulamalarında bazı sorunlarla karşılaşmıştır. Bu sorunlardan bir tanesi, Atık mantar kompostunun eklendiği toprakta makro mantarların gelişmesidir. Bu sorun, merkezi bir kompostlama tesisinde atık mantar kompostundan misellerin arındırılması ile çözülmüştür (Maher ve ark., 1993). Bir diğeri ise atık mantar kompostundaki yüksek potasyum seviyesinin bitkilerde stres durumuna sebep olmasıdır. Bu sorunun giderilmesi için atık mantar kompostlarında yüksek potasyum oranını azaltabilmek adına zeolit gibi malzemeler kullanılmıştır (Cock ve Taylor, 1965).

Biyoremediasyon; bakteri, mantar ve yeşil bitkiler gibi canlı organizmaların hava, toprak ve suda istenmeyen kirleticileri uzaklaştırmak veya etkisiz hale getirmek için kullanılmasıdır. Çevresel kirleticilerin yok edilmesi ve etkilerinin azaltılması üzerine atık mantar kompostları ile çalışmalar yapılmıştır (Gerrits, 1987).

*Pleurotus* atık mantar kompostunun atık suda ki bakır ve nikeli uzaklaştırdığı, zeytinyağı üretim tesisi atıklarında fenolik bileşiklerin toksiditesini azalttığı (Martirani ve ark., 1996), meyve suyu endüstrisinde ortaya çıkan atık sudan pestisitleri uzaklaştırdığı (Karas ve ark., 2015) raporlanmıştır.

*Lentinula edodes* atık mantar kompostu atık sulardaki kadmiyumun giderilmesinde (Chi ve ark., 2009), *Ganoderma lucidium* atık kompostu çeşitli organik toksinlerin uzaklaştırılmasında (Liao ve ark., 2012) ve içme sularından florin giderilmesinde (Chen ve ark., 2015), *Agaricus bisporus* atık mantar kompostu topraktan çinko, kadmiyum ve kurşun toksiditesinin giderilmesinde (Shuman, 1998), bir çok tehlikeli atık maddenin degradasyonu, nitrifikasyonu, uzaklaştırılması, iyileştirilmesi için kullanılmıştır (Bazin ve ark., 1991; Chiu ve ark., 2009; Li ve ark., 2010).

Atık mantar kompostları hayvan yemlerine eklenerek selüloz, hemiselüloz ve lignin içeriklerini ekstrasellüler enzimleri ile ayrıştırdıkları için yemlerin kalitesini arttırmaktadır. Ayrıca protein içerikleri yüksek olduğu için birçok hayvan yeminde kullanılmaktadır (Zeng ve ark., 2007). Atık mantar kompostlarının, demir, kalsiyum, çinko, magnezyum, protein, esansiyel amino asit gibi zengin içeriğinden dolayı tahıl ve kepek gibi ham yemlerin yerinin alabileceği ucuz ve besleyici bir hayvan yemi olabileceği düşünülmektedir (Hui ve ark., 2007).

*Pleurotus ostreatus* atık mantar kompostu üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda sığır, tavşan, domuz gibi hayvanların yemlerinde kullanıldığında verimli sonuçlar elde edildiği raporlanmıştır. Domuzlarda yapılan bir çalışmada atık mantar kompostları yem olarak kullanılmış ve hayvanlar üzerinde ki etkileri çalışılmıştır. Gebe domuzların atık mantar kompostu ile beslenmesi sağlanmış ve ardından normal yem yiyen gebe domuzlar ile karşılaştırılmıştır. Atık mantar kompostu ile beslenen domuzların yavrularının daha sağlıklı, kilolu, ishal ve ölüm oranlarının düşük olduğu tespit edilmiştir (Hao-Bo ve ark., 2007). Bir diğer çalışmada ise yine *Pleurotus ostreatus* türünün atık mantar kompostları sığır yemlerine eklenmiştir. Atık mantar kompostu eklenen yem ile beslenen sığırların beslenmeyenlere göre üreme, süt verimi ve tedavi yanıtlarında %6'ya kadar artış olduğu ayrıca büyükbaş hayvanların rumenlerindeki mikroorganizma florasının iyi yönde etkilendiği tespit edilmiştir (Liang ve ark., 2001).

Atık mantar kompostları biyoyakıt ve alternatif yakıt kaynağı olarak kullanılabilir. *Pleurotus ostreatus* ve *Lentinula edodes* türlerinin atık mantar kompostları alternatif yakıt ve biyogaz kaynağı olarak incelenmiştir (Kapu ve ark., 2012; Tumwasorn ve ark., 1980). Farklı türlerle ait atık mantar kompostları içerisinde metan gazı üreten bakterilerin uzun süre yaşayabileceği ve yayılabileceği en ideal malzemeleri barındırmaktadır. Biyogaz üretimi için uygun ortam sağlayan *Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes* ve *Auricularia auricula* gibi atık mantar kompostları üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalara göre

### Atık Mantar Kompostunun Geleneksel ve Yeni Kullanım Alanları

5 kg atık mantar kompostunun 3-5 kişilik bir ailenin günlük biyogaz ihtiyacını karşılayabileceği saptanmıştır (Songlin, 2002; Najafi ve ark., 2019).

Atık mantar kompostları aktif karbonun kömürleşmesi (Ma ve ark., 2014), ısıya dayanıklı formüller (Donnell ve Busta, 1980), lignoselülozik enzim kaynağı (Ball ve Jackson, 1995; Phan ve Sabaratnam, 2012), biyo-aşılama hazırlanması için taşıyıcı malzeme (Bahl ve Jahri, 1986; Bahl ve ark., 1989), tuğlalar için yalıtım malzemesi ve hayvanlar için yatacak yer (Durrell ve ark., 1997; Beattie ve ark., 2001; Tajbakhsh ve ark., 2008; Velasco ve ark., 2014), beton takviye malzemesi (Russell ve ark., 2005), vermikültür (Edwards ve ark., 1985; Tajbakhsh ve ark., 2008) için kullanılmıştır. *Pleurotus* türleri atık mantar kompostları hücre dışı enzim üretimi (Tan ve Wahab, 1997; Phan ve Sabaratnam, 2012), nanoparçacık üretimi (Vigneshwaran ve ark., 2007), peynir ve ayran üretiminde kullanılan *Lactococcus lactis* bakterisinin üretimi (Wu ve ark., 2014) ve süper emici reçinelerin üretilmesi için (Ding ve Gong, 2013) için kullanılmıştır. *Flammulina* türlerinin atık mantar kompostları biyolojik pestisit olan *Bacillus thuringiensis*'in çoğaltılması için araştırılmıştır (Wu ve ark., 2013, Wu ve ark., 2014).

#### Ekstrasellüler Enzim Kaynağı Olarak Atık Mantar Kompostu

Yüksek biyolojik aktiviteye sahip atık ürünlerin enzim kaynağı olarak değerlendirilmesi hem bu atıkların giderilmesinde hem de birim değeri yüksek ürün üretilmesinde çevreci bir yaklaşım sunmaktadır. Şapkalı mantarlar kültüre edilirken besin maddesi olarak kompost içindeki kompleks bileşikler kullanabilmek için bol miktarda ekstrasellüler enzim üretmektedir. Üretim süreci sonunda atık mantar kompostu içerisinde bu enzimlerin bir kısmı kalmaktadır ve bu nedenle atık mantar kompostu enzim üretimi için değerlendirilebilecek biyolojik ajan grupları içerisinde yer almaktadır. Atık mantar kompostlarından elde edilebilen endüstriyel öneme sahip enzimler bulunmaktadır.

Atık mantar kompostunun ekstrasellüler enzim kaynağı olarak değerlendirilmesine yönelik çalışmalar son yıllarda artmaktadır. Bu çalışmalarda kültürü yapılan mantar türünün atık mantar kompostunun içeriğindeki enzim çeşitliliğini, canlı fungal ve bakteriyel biyomas miktarını ve çeşitliliğini ve lignoselülozik bileşik miktarını etkilediği belirlenmiştir (Yamaç ve Pekşen, 2016).

Atık mantar kompostlarından elde edilebilecek olan enzimlerden olan lakkaz enzimi, benzen halkalarını, azo boyaları, fenolik bileşikler, aromatik olmayan lignin içerikli bileşikler oksitlemektedir. Endüstriyel üretimler sonucunda ortaya çıkan atıklardaki kirleticilerinin etkilerinin

azaltılmasında ve uzaklaştırılmasında, meyve suyu, bira, şarap endüstrisinde stabilizasyonda, renk ve bulanıklığın giderilmesinde, fırın endüstrisinde hamur kalitesinin ve hacminin artırılmasında, kağıt endüstrisinde kağıt hamurunun ağartılmasında, gıda maddelerinde aroma artırıcı olarak kullanılmaktadır (Christopher ve ark., 2014; Singh ve ark., 2014; Chandra ve Chowdhary, 2015; Sondhi ve ark., 2015; Mathews ve ark., 2016; Saxena ve Chauhan, 2016; Wang ve Zhao, 2016; Chauhan ve ark., 2017; Bilal ve ark., 2019; Singh ve Gupta, 2020).

Lignin peroksidaz (LiP), birçok ksenobiyotiğin degradasyonunda rol oynamaktadır. Bu enzim toprak detoksifikasyonunda, atık sulardaki kirleticilerin degradasyonunda, etanol üretiminde, kozmetik ürünlerinde, gıdaların raf ömürlerinin uzatılmasında kullanılmaktadır (Osma ve ark., 2010; Draelos, 2015; Singh, 2015; Falade ve ark., 2017).

Manganez peroksidaz (MnP) enzimi, ksenobiyotiklerin degradasyonunu sağlamaktadır. Bu enzimler, meyve suyu, şarap, bira endüstrisinde berraklaştırıcı olarak, gıdalarda renk iyileştirici ve aroma artırıcı olarak kullanılmaktadır (Maciel ve ark., 2010; Vrsanska ve ark., 2015; Velioglu ve Ozturk, 2015; Chowdhary ve ark., 2019).

Ksilanaz enzimi, uzun zincirli polisakkarit iskeletlerin parçalamasının yanı sıra lignin degradasyonunu sağlamaktadır. Meyve suyu, şarap ve bira endüstrisinde berraklaştırma ve stabilizasyonda, kağıt hamurunun ağartılmasında, gıda raf ömürlerinin uzatılmasında kullanılmaktadır (Michelin ve ark., 2014; Mandal, 2015; Moreira ve Filho, 2016; Raveendran ve ark., 2018).

Proteaz enzimi, proteinlerin daha küçük peptidlere hidrolize olmasını, protein-protein etkileşimlerinin modüle olmasını sağlamaktadır. Proteazlar, deterjan endüstrisinde leke çıkarıcı, tekstil endüstrisinde liflerin gam giderilmesinde, hayvan yemlerinin kalitesinin artırılmasında, fırın endüstrisinde hamur kalitesini arttırmak için, ilaç endüstrisinde terapötik ajanlar olarak kullanılmaktadır (Kirk ve ark., 2002; Jerica ve Janko, 2012; Cobos ve Diaz, 2015; Salinas ve ark., 2015; Zarei ve ark., 2015; Hussain ve ark., 2017; Liu ve Kokare, 2017; Palomba ve ark., 2017; Santini ve ark., 2017).

Amilaz enzimi, nişastanın primer gruplara hidrolize olmasını sağlamaktadır. Amilaz enzimleri deterjan endüstrisinde leke çıkarıcı olarak, etanol üretiminde, fırın endüstrisinde hamur kalitesinin artırılmasında, hayvan yemlerinin kalitesinin artırılmasında, Kağıt endüstrisinde mukavemet artırılmasında kullanılmaktadır (Kirk ve ark., 2002; Mitidieri ve ark., 2006; Ahlawat ve ark., 2009; Chi ve ark., 2009; Ghorai ve ark., 2009; Hmidet ve

## Atık Mantar Kompostunun Geleneksel ve Yeni Kullanım Alanları

ark., 2009; Mukherjee ve ark., 2010; Prakash ve Jaiswal, 2010; Silva, 2014; Sundarram ve Murty, 2014; Pundir, 2015; Saini ve ark., 2017; Park ve ark., 2018; Satya ve Swasti, 2019).

Selülozlar, selülozik bileşiklerin parçalanmasında kompleks enzim grubu olarak katalizleme yapmaktadır. Kristalin selülozun değredasyonunda endoglukanaz, ekzoglukanaz ve  $\beta$ -glukosidaz olmak üzere farklı selülozlar kompleks şekilde çalışmaktadırlar. Selülozlar bitki patojenlerinin ve bitki hastalıklarının kontrolünde, hayvan yemi kalitesini artırılmasında, meyve suyu, bira, şarap endüstrisinde aroma arttırıcı, renk iyileştirici, fırın endüstrisinde hamur kalitesini arttırıcı olarak ve deterjan endüstrisinde kullanılmaktadır (Liming ve Xueliang, 2004; Kuhad ve ark., 2011; Karmakar ve Ray, 2011; Urbaniec ve Bakker 2015; Kuhad ve ark., 2016; Shah ve ark., 2017; Soccol ve ark., 2017; Raveendran ve ark., 2018).

### Antimikrobiyal Madde Kaynağı Olarak Atık Mantar Kompostu

Mantarlar kendi doğal ortamlarında aynı alanı ve kaynakları paylaştıkları, hızlı şekilde üreyen bakterilere karşı rekabet güçlerinin artmasını sağlayan antimikrobiyal etki gösteren bileşenler üretmektedir. Mantarların ürettikleri bu antimikrobiyal maddeler ekstrasellüler bileşiklerdir ve bu bileşikler insan sağlığı için hastalıkların

tedavisinde büyük önem taşımaktadır. Farklı doğal kaynaklardan elde edilen antimikrobiyaller sadece hastalıklardan korunma ya da iyileşme amacı ile değil, gıdaların raf ömürlerinin uzatılması veya gıda kaynaklı hastalıkların önlenmesi için de kullanılmaktadır (Tajkarimi ve ark., 2010).

Mikroorganizmaların mevcut antimikrobiyallere olan dirençlerinin artması sonucu, hali hazırda bulunan antimikrobiyallerden başka çeşitli kaynaklardan elde edilebilecek olan antimikrobiyallerin arayışına sebep olmaktadır (Levy ve Marshall, 2004). Doğal antimikrobiyallerin önemi penisilin keşfi ile ortaya konulmuştur (Spiteller, 2008).

Mantarlar üzerinde yapılan çalışmalarda antimikrobiyal etkileri raporlanmıştır. Basidiomycetes makro funguslarından grifolin (Hirata ve Nakanishi, 1950), skorodonin, strobilurin C (Anke ve ark., 1980), ganomisin (Mothana ve ark., 2000), mikaseol (Zahid ve ark., 2006), plöromutilin (Kavanagh ve ark., 1951) gibi antimikrobiyal maddeler izole edilmiştir. Farklı mantar türlerinden ve atık mantar kompostlarından elde edilen ekstraktlar çok sayıda gram pozitif ve gram negatif bakterilere ve mayaya uygulanmıştır (Tablo 2). Ekstraktların bu mikroorganizmalar üzerinde inhibe edici etkiye sahip olduğu gözlenmiştir (Wolff ve ark., 2008; Alves ve ark., 2013; Glamoclija ve ark., 2018). Atık mantar kompostlarının antimikrobiyal etkisi ile ilgili pek fazla çalışmaya rastlanmamıştır.

**Tablo 2.** Bazı mantarların antimikrobiyal aktivitesi (Glamoclija ve ark., 2018)

Mantar	Ekstrakt tipi	Antimikrobiyal aktivite
<i>Agaricus bisporus</i>	Metanol	Antibakteriyal İnhibisyon zonu 4-23 mm
		Antifungal İnhibisyon zonu 8-21 mm
	Aseton	Antibakteriyal İnhibisyon zonu 10-17,77 mm
<i>Agaricus blazei</i>	Metanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,1-2,3 mg/ml
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,1-1,25 mg/ml
	Etanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,04-1,15 mg/ml
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,15-3,125 mg/ml
<i>Agaricus campestris</i>	Metanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,58-2,34 $\mu$ g/ml
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,39-6,25 $\mu$ g/ml
	Etanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,03-2,34 $\mu$ g/ml
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,1-3,12 $\mu$ g/ml

## Atık Mantar Kompostunun Geleneksel ve Yeni Kullanım Alanları

<i>Agaricus macroporus</i>	Metanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,4-1,15 µg/ml
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,4-3 µg/ml
	Etanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,35-1,7 µg/ml
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,5-2,34 µg/ml
<i>Agaricus bitorquis</i>	Metanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,29-2,34 µg/ml
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,78-3,12 µg/ml
	Etanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,23-1,17 µg/ml
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,39-3,12 µg/ml
<i>Coprinus comatus</i>	Metanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,75-3 mg/ml
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,75-3 mg/ml
	Su	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 13-52 mg/ml
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 13-52 mg/ml
<i>Grifola frondosa</i>	Sıcak Alkali	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,02-2,5 mg/ml
<i>Laetiporus sulphureus</i>	Metanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,9-3,6 mg/ml <sup>-1</sup>
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 1,25-4,5 mg/ml <sup>-1</sup>
	Polisakkarit	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,4-3,1 mg/ml <sup>-1</sup>
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,5-4 mg/ml <sup>-1</sup>
<i>Lentinula edodes</i>	Su	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 5->50 mg/ml İnhibisyon Zonu: 15-21,2mm
	Etil asetat	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,1-2 mg/ml
	Kloroform	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,01->1,5 mg/ml
<i>Morchella esculenta</i>	Metanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,02->10 mg/ml İnhibisyon Zonu: 6,16-8,34mm
	Etanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,8-50 mg/ml
<i>Morchella conica</i>	Metanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,7-7,5 mg/ml
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,78-12,5 mg/ml
	Etanol	Antibakteriyal İnhibisyon Zonu: 4-29mm
<i>Meripilus giganteus</i>	Metanol	Antibakteriyal

## Atık Mantar Kompostunun Geleneksel ve Yeni Kullanım Alanları

		Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,012-2,5 mg/ml İnhibisyon Zonu:8,5-17,5mm
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,025-0,3 mg/ml
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Sulu	Antibakteriyal İnhibisyon zonu 1-30,66mm
		Antifungal İnhibisyon zonu 20,66-33,33mm
	Metanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 5-8 mg/ml İnhibisyon Zonu:5-10,5mm
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 4 mg/ml İnhibisyon Zonu: 8-15,5 mm
	Etanol	Antibakteriyal İnhibisyon zonu 6,75-21,83 mm
	Etil asetat	Antibakteriyal İnhibisyon zonu 7,1-13,43mm
	Hekzan	Antibakteriyal İnhibisyon zonu 11,09-24,56mm
Kloroform	Antibakteriyal İnhibisyon zonu 10-17mm	
<i>Polyporus squamosus</i>	Metanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,2-20,4 mg/ml
		Antifungal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 0,4-3,13 mg/ml
	Etanol	Antibakteriyal Minimum inhibisyon konsantrasyonu 6,3-50 mg/ml

## SONUÇLAR

Ülkemizde ve dünya genelinde her geçen yıl artan miktarlarda şapkalı mantar üretimi yapılmaktadır. Ziraî atıkların değerlendirilmesi ve maddî değeri yüksek ürüne dönüştürülmesi ve böylelikle üretime kazandırılması çok önemlidir. Yaptığımız çalışma üretim sonrasında kalan kompost materyalinin farklı alanlarda kullanım potansiyeli olup olmadığı hakkında fikir vermesi yönünden önemlidir.

Gıda olarak tat, aroma ve besin değeri yönünden mantarlar tercih edilmektedir. Kompost ekstraktlarının antimikrobiyal özellikte olması sağlık sektörü ile güvenilir ve fonksiyonel gıda üretimini akla getirirse de ayırma ve saflaştırma işlemleri yönünden ekonomik olup olmadığı değerlendirilmelidir.

Enzimatik karakterizasyonunun tam olarak yapılması ile ekstraktların kullanımı daha olası görülmektedir. Bu ekstraktlar;

- ✓ Renk gideriminde
- ✓ Hemiselülozik ve lignin içeren atıklardan biyoyakıt üretiminde

- ✓ Meyve sularında bulanıklık gideriminde
- ✓ Çiftlik hayvanlarının yemlerinin sindirilebilirliğinin artırılmasında
- ✓ Kağıt endüstrisinde
- ✓ Tekstil endüstrisinde kumaş kalitesinin artırılmasında
- ✓ Atık arıtımında ve diğer sektörlerde değerlendirilebilir.

Sonuç olarak; özellikle büyük çapta üretimin yapıldığı tesislerde ortaya çıkan kompostun sadece gübre olarak değil, bu kompostlardan elde edilecek ekstraktların farklı alanlarda kullanım yolları araştırılmalı ve değerlendirilmelidir.

## TEŞEKKÜR

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne (0564-YL-19) teşekkür ederiz.

## Atık Mantar Kompostunun Geleneksel ve Yeni Kullanım Alanları

## KAYNAKLAR

- Ahlatwat, S., Dhiman, S.S., Battan, B., Mandhan, R.P., Sharma, J. (2009). Pectinase Production by *Bacillus subtilis* and Its Potential Application in Biopreparation of Cotton and Micropoly Fabrica. *Process Biochemistry* 44: 521-526.
- Alves, M.J., Ferreira, I.C.F.R., Dias, J., Teixeira, V., Martins, A. (2013). A Review on Antifungal Activity of Mushroom Extracts and Isolated Compounds. *Current Topics in Medicinal Chemistry* 13(21): 2648-2659.
- Anke, T., Kupka, J., Schramm, G., Steglich, W. (1980). Antibiotics from Basidiomycetes. X. Scorodinin, A New Antibacterial and Antifungal Metabolite From *Marasmius scorodinus*. *The Journal of Antibiotics* 33: 463-467.
- Bahl, N., Gupta, M., Jauhri, K.S., (1989). The Development of High-quality Inoculants From Spent Compost. *Mushroom Science* 12(1): 427-431.
- Bahl, N., Jauhri, K.S. (1986). Spent Compost as A Carrier for Bacterial Inoculant Production. In: P.J. Wuest, D.J. Royse, R.B. Beelman (Eds). *Proceedings of International Symposium on Scientific and Technical Aspects of Cultivating Edible Fungi*. The Pennsylvania State University, 63-68.
- Ball, A.S., Jackson, A.M., (1995). The Recovery of Lignocellulose-degrading Enzymes From Spent Mushroom Substrate. *Bioresource Technology* 54(3): 311-314.
- Barron, G.L., Thorn, R.G. (1987). Destruction of Nematodes by Species of *Pleurotus*, *Canadian Journal Botany* 64: 774-778.
- Barros, L., Cruz, T., Baptista, P., Estevinho, L.M., Ferreira, I.C.F.R. (2008). Wild and Commercial Mushrooms As Source of Nutrients and Nutraceuticals. *Food Chemistry Toxicology* 46: 2742-2747.
- Beattie, V.E., Sneddon, I.A., Walker, N., Weatherup, R.N. (2001). Environmental Enrichment of Intensive Pig Housing Using Spent Mushroom Compost. *Animal Science* 72: 35-42.
- Bilal, M., Adeel, M., Rasheed, T., Zhao, Y., Iqbal, H.M., (2019). Emerging Contaminants of High Concern and Their Enzyme-assisted Biodegradation A Review. *Environment International* 124: 336-353.
- Chandra, R., Chowdhary, P. (2015). Properties of Bacterial Laccases and Their Application in Bioremediation of Industrial Wastes. *Environmental Science Processes and Impacts* 17: 326-342.
- Chang, S.T., Miles, P.G. (2004). *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. CRC Press, 2. Baskı.
- Chauhan, P.S., Goradia, B., Saxena, A. (2017). Bacterial Laccase: Recent Update on Production, Properties and Industrial Applications. *Biotechnology* 7: 323.
- Chen, G.J., Peng, C.Y., Fang, J.Y., Dong, Y.Y., Zhu, X.H., Cai, H.M. (2015). Biosorption of Fluoride from Drinking Water Using Spent Mushroom Compost Biochar Coated with Aluminum Hydroxide. *Desalination and Water Treatment* 1-11.
- Chi, M., Chen, Y., Wu, T., Lo, H., Lin, L. (2009). Engineering of a Truncated  $\alpha$ -amylase of *Bacillus* sp. Strain TS-23 for the Simultaneous Improvement of Thermal and Oxidative Stabilities. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 109(6): 531-8.
- Chi, Z., Chi, Z., Liu, G., Wang, F., Ju, L., Zhang, T. (2009). *Saccharomycopsis fibuligera* and its Applications in Biotechnology. *Biotechnology Advances* 27: 423-431.
- Chiu, S.W., Gao, T., Chan, C.S.S., Ho, C.K.M. (2009). Removal of Spilled Petroleum in Industrial Soils by Spent Compost of Mushroom *Pleurotus pulmonarius*. *Chemosphere* 75: 837-842.
- Chowdhary, P., More, A., Yadav, A., Bharagava, R.N. (2019). Lignolytic Enzymes: An Introduction and Applications in the Food Industry. *Enzymes in Food Biotechnology* 181-195.
- Christopher, L.P., Yao, B., Ji, Y. (2014). Lignin Biodegradation with Laccase-mediator Systems. *Frontiers in Energy Research* 2: 1-13.
- Cobos, Á., Díaz, O. (2015). Chemical Composition of Meat and Meat Products. In: Cheung, P.C.K., Mehta, B.M. (Eds.), *Handbook of Food Chemistry*. Springer, Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 471-510.
- Cock, L. J., Taylor R. E. (1965). The Effect of TBA Residues in Compost on the Growth of Mushrooms and Subsequently on Tomatoes and Cucumbers. *Plant Pathology* 14: 105-108.
- Çatal, S., Pekşen A. (2020). Physical, Chemical and Biological Properties of Spent Mushroom Substrates of Different Mushroom Species. *Acta Horticulturae* 59(1): 353-360.
- Ding, R., Gong, K. (2013). Super-absorbent Resin Preparation Utilizing Spent Mushroom substrates. *Journal of Applied Polymer Science* 130(2): 1098-1103.
- Donnell, L.S., Busta, F.F. (1980). Heat Resistance of *Desulfo-tomaculum nigrificans* Spores in Soy Protein Infant Formula Preparations. *Applied and Environmental Microbiology* 40(4): 721-725.
- Draelos, Z.D. (2015). A Split-face Evaluation of A Novel Pigment-lightening Agent Compared With No Treatment and Hydroquinone. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 72: 105- 107.
- Durrell, J., Sneddon, I.A., Beattie, V.E. (1997). Effects of Enrichment and Floor Type on Behaviour of Cubicle Loose-housed Dry Sows. *Animal Welfare* 6(4): 297- 308.
- Edwards, C.A., Burrows, I., Fletcher, K.E., Jones, B.A. (1985). The Use of Earthworms for Composting Farm Wastes. In: JKR Gasser (Ed.), *Composting of Agricultural and Other Wastes*. Elsevier Applied Science Publishers: London, 229-242.
- Gerrits, J.P.G. (1987). Compost for Mushroom Production and Its Subsequent Use for Soil Improvement. In M. de Bertoldi, M. P. Ferranti, P. L'Hermite and F. Zucchini (eds) *Compost: Production, Quality and Use*. Elsevier Applied Science, London, 431-439.
- Ghorai, S., Banik, S.P., Verma, D., Chowdhury, S., Mukherjee, S., Khowala, S. (2009). Fungal Biotechnology in Food and Feed Processing. *Food Research International* 42: 577-587.
- Glamoclija, J., Kosticc, M., Sokovicc, M. (2018). Antimicrobial and Hepatoprotective Activities of Edible Mushrooms. *Biology of Macrofungi*, 81-113.
- Hao-bo, L., Yun-ying, G.A.O., Jin-min, L.E.J., Xin-nian, H.E., Xiao-ping, W.A.N.G., Lin-feng H. (2007). Influence of Short-Term Fattening Effects of Feeding with Waste Material from *Lentinus Edodes*(WMLE) on Qinshan Crossbred Steers, *Journal of Henan Agricultural University*, 04.



## Atık Mantar Kompostunun Geleneksel ve Yeni Kullanım Alanları

- Hirata, Y., Nakanishi, K. (1950). Grifolin, An Antibiotic from A Basidiomycete. *Journal Biological Chemistry* 184: 135–144.
- Hmidet, N., El-Hadj Ali, N., Haddar, A., Kanoun, S., Alya, S., Nasri, M. (2009). Alkaline Proteases and Thermostable  $\alpha$ -amylase Co-produced by *Bacillus licheniformis* NH1: Characterization and Potential Application as Detergent Additive. *Biochemical Engineering Journal* 47: 71-79.
- Hui, Z., Jianhua, L., Jianqing, D., Meiyuan, C., Yi, C. (2007). The Alternative Uses of Spent Mushroom Compost, Book Chapter; Conference Paper: Mushroom Biology and Mushroom Products. *Proceedings of the Sixth International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*, Bonn, Germany, 48: 231-245.
- Hussain, F., Kamal, S., Rehman, S., Azeem, M., Bibi, I., Ahmed, T., Iqbal, H.M.N. (2017). Alkaline Protease Production Using Response Surface Methodology, Characterization and Industrial Exploitation of Alkaline Protease of *Bacillus subtilis* sp. *Catalysis Letters* 147(5): 1204-1213.
- Jerica, S., Janko, K. (2012). Microbial and Fungal Protease Inhibitors Current and Potential Applications. *Microbial Biotechnology* 93(4): 1351–1375.
- Kalac, P. (2012). Chemical Composition and Nutritional Value of European Species of Wild Growing Mushrooms, In: *Mushrooms: Types, Properties and Nutrition*, (S. Andres and N. Baumann Ed.), Nova Science Publishers.
- Kapu, N.U.S., Manning, M., Hurley, T.B., Voigt, J., Cosgrove, D.J., Romaine, C.P. (2012). Surfactant-assisted Pretreatment and Enzymatic Hydrolysis of Spent Mushroom Compost for the Production of Sugars. *Bioresource Technology* 114: 399–405.
- Karas, P., Metsoviti, A., Zisis, V., Ehalotis, C., Omirou, M., Papadopoulou, E.S. (2015). Dissipation, Metabolism and Sorption of Pesticides Used in Fruit-packaging Plants: Towards An Optimized Depuration of Their Pesticide-contaminated Agro-industrial Effluents. *Science of the Total Environment*, 530–531, 129–139.
- Karmakar, M., Ray, R.R. (2011). Current Trends in Research and Application of Microbial Cellulases. *Research Journal Microbiology* 6: 41–53.
- Kavanagh, F., Herve, A., Robbins, W.J. (1951). Antibiotic Substances from Basidiomycetes.8. *Pleurotus multilus* (Fr.) Sacc. and *Pleurotus passeckerianus* Pilat. *Proceedings of the National Academy Sciences of the United States of America* 37: 570–574.
- Kirk, O., Borchert, T.V., Fuglsang, C.C. (2002). Industrial Enzyme applications. Current Opinion in *Biotechnology*, 13(4): 345-351.
- Kuhad, R.C., Deswa, D., Sharma, S., Bhattacharya, A., Jain, K.K., Kaur, A., Karp, M. (2016). Revisiting Cellulase Production and Redefining Current Strategies Based on Major challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 55: 249–272.
- Kuhad, R.C., Gupta, R., Singh, A. (2011). Microbial Cellulases and Their Industrial Applications. *Enzyme Research* 1–10.
- Levy, S.B., Marshall, B. (2004). Antibacterial Resistance Worldwide: Causes, Challenges and Responses. *Nature Medicine* 10: 122-129.
- Li, X., Lin, X., Zhang, J., Wu, Y., Yin, R., Feng, Y., Wang, Y. (2010). Degradation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Crude Extracts From Spent Mushroom Substrate and Its Possible Mechanisms. *Current Microbiology* 60: 336–342.
- Liang, X.W., Yao L., Liu Q. Hua, B.R.H. (2001). Ruminant Degradability of Organic Material and Cell Wall Constituent of Waste Material From Fungal Culture by Different Treatments in Nylon Bags for Cattle. *Journal of Fujian Agricultural University*, (Natural Science) 04.
- Liao, C.S., Yuan, S.Y., Hung, B.H., Chang, B.V. (2012). Removal of Organic Toxic Chemicals Using the Spent Mushroom Compost of *Ganoderma lucidum*. *Journal of Environmental Monitoring* 14: 1983-1988.
- Liming X., Xueliang S. (2004). High-yield Cellulase Production by *Trichoderma reesei* ZU-02 On Corn Cob Residue. *Bioresource Technology* 91: 259-262.
- Linyong Z. (2006). Utilization of Spent Mushroom Substrate. *Acta Edulis Fungi* 13(1): 76-77.
- Liu, X., Kokare, C. (2017). Microbial Enzymes of Use in Industry, Biotechnology of Microbial Enzymes Production. *Biocatalysis and Industrial Applications* 267-298.
- Maciel, M.J.M., Silva, A.C., Ribeiro, H.C.T. (2010). Industrial and Biotechnological Applications of Lignolytic Enzymes of the Basidiomycota: A Review. *Electronic Journal Biotechnology* 13 (6).
- Maher M.J., Lenehan J.J., Staunton W.P. (1993). Spent Mushroom Compost Options for Use, *Teagasc Agriculture and Food Development Authority*, Kinsealy Research Centre.
- Maher, M.J. (1988). Spent Mushroom Compost as An Organic Manure and Potting Compost Component. In W. Bidlingmaier and P. L' Hermite (eds.) *Compost processes in waste management*, 71-82.
- Mandal A. (2015). Review on Microbial Xylanases and Their Applications. *International Journal Life Science* 4: 178–87.
- Martirani, L., Giardina, P., Marzullo, L., Sannia, G. (1996). Reduction of Phenol Content and Toxicity in Olive Oil Mill Waste Waters with the Lignolytic Fungus *Pleurotus ostreatus*. *Water Research*, 30(8):1914–1918.
- Mathews, S.L., Smithson, C.E. (2016). Grunden A.M. Purification and Characterization of a Recombinant Laccase Like Multi-copper Oxidase from *Paenibacillus gluconolyticus* SLM1. *Journal Application of Microbiology* 121: 1335–1345.
- Michelin, M., Maria de Lourdes T.M., Polizeli Denise, S., Ruzeze Daniel, P., Silva José, A.T. (2014). Application of Lignocelulosic Residues in the Production of Cellulase and Hemicellulases from Fungi. *Fungal Enzymes*, Taylor and Francis Group, LLC, 31-64.
- Mitidieri, S., Souza Martinelli, A.H., Schrank, A., Vainstein, M.H. (2006). Enzymatic Detergent Formulation Containing Amylase from *Aspergillus niger*: A Comparative Study with Commercial Detergent Formulations. *Bioresource Technology* 97: 1217-1224.
- Moreira, L.R.S., Filho, E.X.F. (2016). Insights into the Mechanism of Enzymatic Hydrolysis of Xylan. *Applied Microbiology and Biotechnology* 100: 5205–5214.
- Mothana, R.A.A., Jansen, R., Julich, W.D., Lindequist, U. (2000). Ganomycins A and B, New Antimicrobial Farnesyl Hydroquinones from the Basidiomycete *Ganoderma pfeiferi*. *Journal National Product* 63: 416–418.

## Atık Mantar Kompostunun Geleneksel ve Yeni Kullanım Alanları

- Mukherjee, A.K., Kumar, T.S, Rai, S.K., Roy, J.K. (2010). Statistical Optimization of Bacillus alcalophilus  $\alpha$ -amylase Immobilization on Iron-oxide Magnetic Nanoparticles. *Biotechnology of Bioprocess Engineering* 15: 984-992.
- Najafi, B., Ardabili, S. F., Shamshirband, S., Chau, K.W. (2019). Spent Mushroom Compost (SMC) as a Source for Biogas Production in Iran. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics* 13(1): 967-982.
- Osma, J.F., Toca-Herrera, J.L., Rodriguez-Couto, S. (2010). Uses of Laccases in the Food Industry. *Enzyme Research*, 918761, 1-8.
- Palomba, R., Formisano, G., Arrichiello, A., Auriemma, G., Sarubbi, F. (2017). Development of a Laboratory Technique for the Evaluation of Protease Enzymes Activity in Goat and Sheep Milk. *Food Chemistry* 221: 1637–1641.
- Park, S.H., Na, Y., Kim, J., Kang, S.D., Park, K.H. (2018). Properties and Applications of Starch Modifying Enzymes for Use in the Baking Industry. *Food Science and Biotechnology* 27: 299–312.
- Phan, C.W., Sabaratnam, V. (2012). Potential Uses of Spent Mushroom Substrate and Its Associated Lignocellulosic Enzymes. *Applied Microbiology and Biotechnology* 96(4): 863–873.
- Pouliot, A. (2018). The Allure of Fungi. *CSIRO Publishing*, Clayton South, VIC, Australia
- Prakash, O., Jaiswal, N. (2010).  $\alpha$ -Amylase: An Ideal Representative of Thermostable Enzymes. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 160: 2401–2414.
- Pundir, C.S. (2015). Enzyme Nanoparticles Preparation, Characterisation, Properties and Applications, *Micro-Nano Technologies Series*, ELSEVIER.
- Raveendran S., Parameswaran, B., Ummalyma, S.B, Abraham, A., Mathew, A.K., Madhavan, A., Pandey, S.R.A. (2018). Applications of Microbial Enzymes in Food Industry. *Food Technology and Biotechnology* 56(1): 16-36.
- Rinker, D. L. (2017). Spent Mushroom Substrate Uses, Edible and Medicinal Mushrooms. *Technology and Applications*, First Edition, Edited by Diego Cunha Zied and Arturo Pardo-Giménez, 427-453.
- Russell, M., Basheer, P.A.M., Rao, J.R. (2005). Potential Use of Spent Mushroom Compost Ash as An Activator for Pulverised Fuel Ash. *Construction and Building Materials* 19: 698–702.
- Saini, R., Saini, H. S., Dahiya, A. (2017). Amylases: Characteristics and Industrial Applications. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 6(4): 1865-1871.
- Salinas, V.A., De La Rosa M.J., Sena S.S.O., Chuck H.C. (2015). Yield and Textural Character Istics of Panela Cheeses Hroduced with Dairy- Vegetable Trotein (Soybean or Peanut) Blends Supplemented with Transglutaminase. *Journal of Food Science* 80 (12): 2950–2956.
- Santini, A., Tenore, G.C., Novellino, E. (2017). Nutraceuticals: A Paradigm of Proactive Medicine. *European Journal of Pharmaceutical Sciences* 96: 53–61.
- Satya, J.E., Swasti, D. (2019). Evolutionary Trends in Industrial Production of  $\alpha$ -amylase. *Recent Patents on Biotechnology* 13(1): 4-18(15).
- Saxena, A., Chauhan, P.S. (2016). Role of Various Enzymes in einking of Paper: A Review. *Critical Reviews Biotechnology* 15: 1–15.
- Shah, A., Patel, H., Narra, M. (2017). Bioproduction of Fungal Cellulases and Hemicellulases Through Solid State Fermentation. *Fungal Metabolites* 349– 393.
- Shenggang, X. (2005). Test of Soil Amendment of Orange Garden with Spent Mushroom Substrate. *Edible Fungi* 6:48.
- Shuman, L.M. (1998). Effect of Organic Waste Amendments on Cadmium and Lead in Soil Fractions of Two Soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 29(19–20): 2939–2952.
- Silva, T.M. (2014). Fungal Amylases, *Applications and Functional Properties*, CRC Press Group ISBN:9780429074202
- Singh, D., Gupta N. (2020). Microbial Laccase: A Robust Enzyme and Its Industrial Applications. *Biologia* 75: 1183–1193.
- Singh, D., Sharma, K.K., Jacob, S., Gakhar, S.K. (2014). Molecular Docking of Laccase Trotein from Bacillus safensis DSKK5 Isolated from Earthworm Gut: A Novel Method to Study Dye Decolorization Potential. *Water Air Soil Pollution* 225: 2175, 1-12.
- Socol, C.R., Scopel, E., Alberto, L., Letti, J., Karp, S.G., Woiciechowski, A.L., Vandenberghe, D.S. (2017). Recent Devel Opments and Innovations in Solid State Fermentation. *Biotechnology Research Innovation* 1: 52–71.
- Sondhi, S., Sharma, P., George, N., Chauhan, P.S., Puri, N., Gupta, N. (2015). An Extracellular Thermo-Alkali-Stable Laccase from Bacillus tequilensis SN4, with a Potential to Biobleach Softwood Pul.. 3 *Biotechnology* 5: 175–185.
- Songlin, Z. (2002). Production of Biogas with SMC. *Edible Fungi* 01:6
- Spiteller, P. (2008). Chemical Defense Strategies of Higher Fungi. *Chemistry Europe Journal* 14: 9100-9110.
- Sulistiany, H., Sudirman, L.I., Dharmaputra, O.S. (2016). Production of Fruiting Body and Antioxidant Activity of Wild *Pleurotus*. *Journal of Bioscience* 23: 191-195.
- Sundarram, A., Murthy T. P. K. (2014).  $\alpha$ -Amylase Production and Applications: A Review. *Journal of Applied and Environmental Microbiology* 2(4): 166-175.
- Synytsya, A., Mickova, K., Synytsya, A., Jablonsky, I., Spevacek, J., Erban, V., Kovarikova, E., Copikova, J. (2009). Glucans from Fruit Bodies of Cultivates Mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii* Structure and Potential Prebiotic Activity. *Carbohydrate Polymers* 76: 548-556.
- Tajbakhsh, J., Abdoli, M.A., Mohammadi, G.E., Alahdadi, I., Malakouti, M.J. (2008). Recycling of Spent Mushroom Compost Using Earthworms Eisenia foetida and Eisenia andrei. *Environmentalist* 28: 476–482.
- Tajkarimi, M., Ibrahim, S., Cliver, D. (2010). Antimicrobial Herb and Spice Compounds in Food. *Food Control* 21(9): 1199-1218.
- Tan, Y.H., Wahab, M.N. (1997). Extracellular Enzyme Production During Anamorphic Growth in the Edible Mushroom *Pleurotus sajor-caju*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 13: 613–617.
- Tumwasorn, S., Chinoros, C., Easpiakdumrong, P., Pattanasettakul, W. (1980). Effects of Different Rice Straws and Dilution Rates of Manures on Biogas Production. *Mushroom Newsletter for the Tropics* 1(2): 6–10.

## Atık Mantar Kompostunun Geleneksel ve Yeni Kullanım Alanları

- Urbaniec, K., Bakker, R.R. (2015). Biomass Residues as Raw Material for Dark Hydrogen Fermentation A Review. *International Journal of Hydrogen Energy* 40: 3648–3658.
- Velioglu, Z., Ozturk, U.R. (2015). Biosurfactant Production by *Pleurotus ostreatus* in Submerged and Solid-state Fermentation Systems. *Turkish Journal Biology* 39: 160–166.
- Vigneshwaran, N., Kathe, A.A., Varadarajan, P.V., Nachane, R.P., Balasubramanya, R.H., (2007). Silver-protein (core-shell) Nanoparticle Production Using Spent Mushroom Substrate. *Langmuir* 23: 7113–7117.
- Vrsanska, M., Buresova, A., Damborsky, P., Adam, V. (2015). Influence of Different Inducers on Lignolytic Enzyme Activities. *Journal of Metallomics and Nanotechnologies* 3: 64-70.
- Wang, T.N., Zhao, M. (2016). A Simple strategy for Extracellular Production of CotA Laccase in *Escherichia coli* and Decolorization of Simulated Textile Effluent by Recombinant Laccase. *Applied Microbiology and Biotechnology* 101(2): 685-696.
- Wolff, E.R.S., Wisbeck, E., Silveira, M.L.L., Gern, R.M.M., Pinho, M.S.L., Furlan, S.A. (2008). Antimicrobial and Antineoplastic Activity of *Pleurotus ostreatus*. *Applied Biochemistry Biotechnology*, 151: 402–412.
- Wu, S., Lan, Y., Huang, D., Peng, Y., Huang, Z., Xu, L. (2014). Use of Spent Mushroom Substrate for Production of *Bacillus thuringiensis* by Solid State Fermentation. *Journal of Economic Entomology* 107(1): 137–143.
- Wu, S., Lan, Y., Wu, Z., Peng, Y., Chen, S., Huang, Z. (2013). Pretreatment of Spent Mushroom Substrate for Enhancing the Conversion of Fermentable Sugar. *Bioresource Technology* 148: 596–600.
- Wuest, P. J., Fahy, H.K. (1991). Spent Mushroom Compost, Traits and Uses. *Mushroom News*, 39(12): 9-15.
- Yamaç, M., Pekşen, A. (2016). Atık Mantar Kompostu/Substratının Kullanım Alanları-2: Lignoselülozik Enzim Ekstraksiyonu (Using Areas of Spent Mushroom Compost/Substrate-2: Extraction of Lignocellulosic Enzymes). *Mantar Dergisi*, 7(1): 66-77.
- Zahid, S., Udenigwe, C.C., Ata, A., Eze, M.O., Segstro, E.P., Holloway, P. (2006). New Bioactive Natural Products from *Coprinus micaceus*. *Natural Product Research*, 20: 1283–1289.
- Zarei, M., Forghani, B., Ebrahimpour, A., Abdul-Hamid, A., Anwar, F., Saari, N. (2015). In Vitro and in Vivo Antihypertensive Activity of Palm Kernel Cake Protein Hydrolysates: Sequencing and Characterization of Potent Bioactive Peptides. *Industrial Crops and Products* 76: 112–120.
- Zhengfeng, L. (1997). Edible Fungus Residue Can be Used to Produce Plant Hormones. *Edible Fungi of China* 16(4): 19.