

## *Pleurotus eryngii* Mantarının Optimum Misel Gelişim Koşullarının Belirlenmesi

Şeyda OLUKLU<sup>1</sup>, Beyhan KİBAR<sup>2</sup>

**ÖZET:** Bu çalışma, Doğu Anadolu Bölgesi makromantar florasında yer alan, halk tarafından doğadan toplanarak sevilerek tüketilen ve ekonomik önemi olan *P. eryngii* mantar türünün optimum misel gelişim koşullarının (besin ortamı, pH, sıcaklık, karbon ve azot kaynakları) ve tohumluk misel üretimi için en uygun sardırma materyalinin (arpa, buğday, çavdar, darı, mısır, pirinç ve yulaf) belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmanın sonucunda, MEPA ve MYPA besin ortamlarının misel gelişimi için en iyi ortamlar oldukları tespit edilmiştir. SB ve YGPA besin ortamları ise bu tür için uygun bulunmamıştır. Bu mantar türü için optimum misel gelişim sıcaklığının 25 °C ve ortam pH değerinin ise 5.5 olduğu belirlenmiştir. En düşük misel gelişimi 4 ve 4.5 pH değerlerine sahip ortamlarda ve 15 °C sıcaklık koşullarında tespit edilmiştir. Misel gelişimi için besin ortamında karbon kaynağı olarak mannitolün, azot kaynağı olarak ise kalsiyum nitratın kullanılması en iyi sonucu vermiştir. Diğer taraftan karbon kaynağı olarak laktoz, azot kaynağı olarak amonyum nitrat ve amonyum fosfat kullanıldığında yeterli ve hızlı misel gelişimi sağlanamamıştır. Çalışmada ayrıca *P. eryngii*'nin tohumluk misel üretimi için pirinç, darı ve çavdarın en uygun hububatlar oldukları tespit edilmiştir. Bu mantar türünün misel gelişimi için en uygun besinsel ve çevresel koşulların belirlenmesi ülkemizde ticari anlamda yetiştiriciliği konusunda yapılacak çalışmalar için faydalı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** *Pleurotus eryngii*, misel gelişimi, tohumluk misel, kültür koşulları



## Determination of Optimum Mycelial Growth Conditions of *Pleurotus eryngii* Mushroom

**ABSTRACT:** This study was conducted to determine the optimum mycelial growth conditions (nutrient media, pH, temperature, carbon and nitrogen sources) and to detect the most suitable grains (barley, wheat, rye, millet, corn, rice and oat) for spawn production of *P. eryngii* be found in the macrofungi flora of Eastern Anatolia Region, collected from nature and fondly consumed by the public. As a result, it was determined that MEPA and MYPA media were the best for mycelial growth of *P. eryngii*. SB and YGPA media were not favorable for mycelial growth of this mushroom. The optimum temperature and pH value for mycelial growth of *P. eryngii* were found to be 25 °C and 5.5, respectively. The lowest mycelial growth was recorded at 15 °C and pH 4 and 4.5. The use of mannitol as carbon source and calcium nitrate as nitrogen source gave the best results for mycelial growth. On the other hand, an adequate and rapid mycelial growth could not be achieved when lactose, ammonium nitrate and ammonium phosphate were used as the carbon and nitrogen source. In addition to, rice, sorghum and rye were found to be the most suitable grains for spawn production of *P. eryngii*. The determination of optimum nutritional and environmental conditions for mycelial growth of this mushroom species will be useful for studies about its commercially cultivation in our country.

**Keywords:** *Pleurotus eryngii*, mycelial growth, spawn, culture conditions

<sup>1</sup> İğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Bölümü İğdır, Türkiye

<sup>2</sup> Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bolu, Türkiye  
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Beyhan KİBAR, beyhan.kibar@ibu.edu.tr

## GİRİŞ

Günümüzde *Pleurotus* türleri, dünya mantar üretiminde büyük bir üretim hacmine sahiptirler. *Pleurotus* türleri içerisinde dünyada yetiştiriciliği yapılan en önemli türlerden biri *Pleurotus eryngii*'dir. *P. eryngii* en lezzetli *Pleurotus* türü olarak nitelendirilmektedir (Rodriguez Estrada, 2008). Dünyada “Kral İstiridye Mantarı (King Oyster Mushroom)” olarak adlandırılan *P. eryngii*; *Pleurotus*'un diğer türleriyle karşılaştırıldığında benzersiz lezzeti, farklı aromatik yapısı, yüksek besin içeriği, önemli tıbbi özellikleri, ekonomik önemi, daha uzun raf ömrüne sahip olması, etli yapısı ve aşçılık ile ilgili diğer özelliklerinden dolayı son zamanlarda özellikle Japonya, Çin, Amerika ve Avrupa ülkelerinde yetiştiriciliği hızla artan bir mantar türü olup, popüleritesi oldukça yüksektir (Rodriguez Estrada and Royse, 2007; Moonmoon et al., 2010). Dünyada gittikçe artan pazara sahip olması ve birçok ülkede diğer kültürü yapılan türlerden daha fazla tercih edilmesi nedeniyle aranılan bir mantar türü haline gelen *P. eryngii*'nin yetiştiriciliği konusunda önemle durulmaktadır (Kong, 2004; Akyüz ve Yıldız 2007; 2008). Birçok ülkede fiyatının diğer *Pleurotus* türlerine göre daha yüksek olduğu belirtilen (Ohga and Royse, 2004) *P. eryngii*'nin polisakkaritler, polifenoller gibi antioksidan özelliğe sahip çok sayıda bileşen içerdiği ve önemli tıbbi özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Mishra et al., 2013; Lin et al., 2014).

*P. eryngii*; Güney Avrupa, Orta ve Batı Asya, Kuzey Afrika ve Akdeniz ülkelerinde doğal olarak yetişmektedir (Zervakis and Balis, 1996). Bu türün doğada *Ammiaceae* türleri, *Eryngium campestre*, *Laserpitium lotifolium* ve özellikle de *Ferula* sp. bitkilerinin kök kalıntıları üzerinde fakültatif biyotrof olarak yetiştiği bildirilmiştir (De Gioia et al., 2005). *P. eryngii*'nin; *P. eryngii* var. *eryngii*, *P. eryngii* var. *ferulae*, *P. eryngii* var. *nebrodensis*, *P. eryngii* var. *elaeoselini*, *P. eryngii* var. *tuoliensis*, *P. eryngii* var. *hadamardii*, *P. eryngii* var. *fossulatus*, *P. eryngii* var. *tingitanus* gibi çok sayıda varyetesinin ve taksonunun bulunduğu belirtilmiştir (Zervakis et al., 2001; Lewinsohn et al., 2002; De Gioia et al., 2005; Rodriguez Estrada, 2008).

Ülkemizin Doğu Anadolu Bölgesi'nde doğal olarak yetişen *P. eryngii*'nin bölgede ekonomik öneme sahip olduğu, halkın tanıdığı, besin olarak tükettiği ve aranan bir mantar türü olduğu Öder (1980) ve Akyüz ve Kırbağ (2007) tarafından bildirilmiştir.

Yetiştigi çevrelerde (Erzurum, Kars, Elazığ, Erzincan, Adıyaman, Ağrı, Muş, Batman, Iğdır, Tunceli, Bingöl, Hakkari, Van vb.) yöre halkı tarafından “çaşır, çakşır, çaşur, çarçur, çarşur, heliz, kırkor, göbek, göbelek ve mendik mantarı” gibi değişik isimlerle tanınan (Öder, 1980; Kaya, 2001; Akyüz, 2008) *P. eryngii*, Mayıs ve Haziran aylarında doğadan toplanarak yol kenarlarında ve yöre pazarlarında satılmaktadır. Bu mantar türü daha çok yüksek yerlerde, dağlık alanlarda ve onların eteklerindeki düzlüklerde, kurak sahalarda, küçük çayırıklarda, kayalık ve taşlık olan, pek bitki yetişmeyen yerler ile yol kenarlarında yetişmektedir (Gücin, 1983).

Dünyada ticareti yapılan önemli mantar türlerinden biri olan *P. eryngii*'nin ülkemizde ticari anlamda yetiştiriciliği yok denecek kadar az miktarda yapılmaktadır. Bunun temel nedeni, diğer kültür mantarlarıyla karşılaştırıldığında bu türün misel gelişiminin daha yavaş olması, patojenlere karşı daha hassas olması, basidiokarplarının daha uzun sürede oluşması, kültürünün zor olması, ekolojik faktörlere (besin istekleri, sıcaklık, ışık, pH, nem, CO<sub>2</sub>, kültüre alma metodu vb.) karşı daha hassas olması (Baeza et al., 2000) ve ülkemizde yeterince tanınmamasından kaynaklanmaktadır.

Gerek besin değeri (Alan ve Padem, 1991; Akyüz, 2008), gerekse taşıdığı tıbbi özellikler (Akyüz, 2008) bakımından insan sağlığı açısından ve ticari olarak çok önemli olan bu mantar türünün kültüre alınması ve yetiştiriciliği konusunda birçok çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır. Bu mantar türünün kültürünün yapılabilmesi için öncelikle doğal ortamından toplanan mantarın besin ortamlarında saf kültürlerinin elde edilmesi, elde edilen bu misellerin aktif gelişimlerinin sağlandığı optimum koşulların (kullanılacak besin ortamının içeriği, pH değeri, inkübasyon sıcaklığı, karbon ve azot kaynakları) belirlenmesi ve tohumluk misellerin üretilmesi için en iyi sardırma materyalinin tespiti gerekmektedir. Ülkemizdeki bir çok araştırmacının bu türün sadece yayılışı ile ilgili olarak çalışma yaptıkları görülmektedir (Gücin, 1983; Kaya, 2001; 2005; Demirel ve ark., 2002; 2003). Bununla birlikte, bu türün kültürü (Akyüz, 2005; 2008; Dadaylı, 2014; Şanlı, 2014) ve misel gelişim koşulları (Kalmış ve ark., 2008; Kalyoncu ve ark., 2009) ile ilgili olarak ise ülkemizde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Doğu Anadolu Bölgesi makromantar florasında yer alan, halk tarafından doğadan toplanarak sevilerek tüketilen ve ekonomik önemi olan *P. eryngii* mantar türünün optimum misel gelişim koşullarının (besin ortamı, pH, sıcaklık, karbon ve azot kaynakları) ve tohumluk misel üretimi için en uygun sardırma materyalinin belirlenmesidir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Mantar Örneklerinin Toplanması ve Saf Kültürlerin Elde Edilmesi

Araştırmada Iğdır ilinden toplanan *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. mantar örnekleri materyal olarak kullanılmıştır. Mantar örnekleri ilkbahar döneminde toplanmış ve makroskopik özellikleri ile ilgili bilgiler kaydedilmiştir. Laboratuvara getirildikten sonra spor izleri alınmış ve mikroskopik olarak görüntülenmiştir. Elde edilen ekolojik, makroskopik ve mikroskopik veriler değerlendirilerek teşhisleri (Phillips, 1994) yapılmıştır. Saf misel kültürlerinin elde edilmesinde doku kültürü yöntemi kullanılmıştır (Jonathan and Fasidi, 2003). Doğrudan taze mantar örneklerinden alınan doku parçaları (0.5 cm<sup>2</sup>'lik

parçalar) petri kaplarında bulunan PDA (Patates Dekstroz Agar) besin ortamına aşılanmış ve karanlıkta 25 °C'de inkübe edilmiştir. Misel tüm petriyi sardıktan sonra elde edilen saf kültürler kullanılıncaya kadar buzdolabında (+4 °C) saklanmıştır.

### En Uygun Misel Gelişim Koşullarının Belirlenmesi

*P. eryngii*'nin misel gelişimi için en uygun besin ortamının belirlenmesi amacıyla Patates Dekstroz Agar (PDA), Malt Ekstrakt Agar (MEA), Malt Ekstrakt Pepton Agar (MEPA), Sabouraud's Agar (SB), Patates Dekstroz Maya Agar (PDYA), Malt Maya Pepton Agar (MYPA) ve Maya Ekstrakt Glikoz Pepton Agar (YGPA) besin ortamları kullanılmıştır. Besin ortamlarının içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Besin ortamları hazırlandıktan sonra otoklavda 121°C'de 15 dakika steril edilmiştir. Sterilizasyon sonrası besin ortamları uygun sıcaklığa ulaştığında steril kabin içerisinde steril petrilere dökülmüştür. Farklı besin ortamları içeren petrilere merkez kısmına 1 adet 0.5 cm çapında saf kültürden kesilen miselli agar parçası aktarılmıştır. Aşılardan sonra kültürler karanlıkta 25 °C'de inkübe edilmiştir.

Çizelge 1. *P. eryngii*'nin misel gelişimi için kullanılan besin ortamları ve içerikleri

Besin ortamı	İçeriği
MEA	20 g malt ekstrakt, 20 g agar, 1 l destile su
MEPA	30 g malt ekstrakt, 3 g pepton, 15 g agar, 1 l destile su
MYPA	20 g malt ekstrakt, 1 g pepton, 2 g maya ekstrakt, 20 g agar, 1 l destile su
PDA	200 g patates, 20 g dekstroz, 20 g agar, 1 l destile su
PDYA	200 g patates, 20 g dekstroz, 2 g maya ekstrakt, 20 g agar, 1 l destile su
SB	40 g glikoz, 10 g pepton, 15 g agar, 1 l destile su
YGPA	5 g maya ekstrakt, 10 g glikoz, 5 g pepton, 15 g agar, 1 l destile su

En uygun sıcaklık ve pH'nın belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada, besin ortamı olarak önceki çalışmada belirlenen *P. eryngii*'nin en iyi misel gelişiminin sağlandığı MEPA besin ortamı kullanılmıştır. Denemede 5 farklı pH seviyesi (4.0, 4.5, 5.0, 5.5 ve 6.0) ve 4 farklı inkübasyon sıcaklığı (15, 20, 25 ve 30 °C) ele alınmıştır. Hazırlanan besin ortamlarının pH değeri steril edilmeden önce NaOH veya HCl kullanılarak ayarlanmıştır. Ortamların sterilizasyonu ve misel aşılması yukarıda belirtildiği gibi yapılmıştır. Aşılardan sonra kültürler 4 farklı

inkübasyon sıcaklığında (15, 20, 25 ve 30 °C) ve karanlıkta inkübe edilmiştir.

Farklı karbon ve azot kaynaklarının *P. eryngii*'nin misel gelişimine etkisini belirlemek amacıyla besin ortamı olarak hem karbon hem de azot kaynağı içermesi nedeniyle PDYA ortamı kullanılmıştır. Denemede karbon kaynağı olarak ksiloz, laktoz, sukroz, maltoz, mannitol, glikoz ve dekstroz; azot kaynağı olarak ise malt ekstrakt, maya ekstrakt, pepton, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (amonyum fosfat), NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (amonyum nitrat) ve

Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (kalsiyum nitrat) ele alınmıştır. Hiç bir karbon kaynağının kullanılmadığı ortam kontrol (C) ve hiçbir azot kaynağının kullanılmadığı ortam kontrol (N) olarak kabul edilmiştir. Ortamların sterilizasyonu ve misel aşılması yukarıda belirtildiği gibi yapılmıştır. Aşılardan sonra kültürler karanlıkta 25°C’de inkübe edilmiştir.

Çalışmada misel gelişim hızı (mm gün<sup>-1</sup>), misel gelişim süresi (gün), misel gelişim (koloni) alanı (cm<sup>2</sup>) Kibar and Pekşen (2011a, b)’e göre belirlenmiştir.

### Tohumluk Misel Üretimi

Tohumluk misel üretimi için en uygun sardırma materyalinin tespiti amacıyla arpa, buğday, çavdar, darı, mısır, pirinç ve yulaf kullanılmıştır. Hububat taneleri kaynatıldıktan sonra 4:1 oranında alçı:kireç ilave edilmiştir. Isıya dayanıklı 200 ml’lik şişelere 180 ml olacak şekilde doldurularak 121 °C’de 30 dakika süreyle otoklavda steril edilmiştir. Aşılama için steril şartlarda her bir şişe 2 adet 10 mm çapında miselli agar parçası ile aşılacaktır. Aşılardan sonra şişeler karanlıkta 25 °C’de inkübe edilmiştir.

Çalışmada misel gelişim hızı (cm gün<sup>-1</sup>) ve misel gelişim süresi (gün) Kibar and Pekşen (2011a, b)’e göre belirlenmiştir.

### İstatistiksel Değerlendirme

Tüm denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Araştırma sonucunda elde edilen veriler SPSS 10.0 istatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. İncelenen özellikler bakımından istatistiksel olarak önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile tespit edilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### En Uygun Misel Gelişim Koşullarının Belirlenmesi

*P. eryngii* türünün misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı bakımından besin ortamları arasındaki farklılık istatistiksel olarak çok önemli (P<0.01) bulunmuştur (Çizelge 2). En yüksek misel gelişim hızı MEPA (4.37 mm gün<sup>-1</sup>) ve MYPA (4.00 mm gün<sup>-1</sup>) ortamlarında tespit edilmiştir. En düşük misel gelişim hızı ise SB (1.59 mm gün<sup>-1</sup>) ve YGPA (1.63 mm gün<sup>-1</sup>) besin ortamlarında bulunmuştur. En kısa misel gelişim süresi 9.3 gün ile misel gelişim hızının en yüksek olduğu MEPA ortamında belirlenmiştir. SB ve YGPA besin ortamlarında ise gelişim daha yavaş olup, misel gelişimi de diğer ele alınan besin ortamlarına göre daha uzun sürmüştür. Misel gelişim alanı incelendiğinde MEPA (56.70 cm<sup>2</sup>) ortamı yine ilk sırada yer almış, onu aralarında istatistiksel fark bulunmayan MYPA (51.93 cm<sup>2</sup>) ortamı izlemiştir. Diğer taraftan en düşük misel gelişim alanı SB ve YGPA besin ortamlarında belirlenmiştir (Çizelge 2).

Yapılan çalışmalarda *P. eryngii*’nin misel gelişimi için farklı besin ortamları ön plana çıkmıştır. Lewinsohn et al. (2000) MEA ve PDA ortamlarının *P. eryngii*’nin misel gelişimi için en iyi ortamlar olduğunu bildirmişlerdir. Alam et al. (2009) malt maya ekstrakt, glikoz pepton ve complete agar ortamlarının *P. eryngii*’nin misel gelişimi için en uygun ortamlar olduğu sonucuna varmışlardır. Başka bir çalışmada *P. eryngii* var. *eryngii*’nin malt ekstrakt agar ortamını 12 günde, *P. eryngii* var. *ferulae*’nin ise 25 günde sardığı ifade edilmiştir (Akyüz, 2008). Çalışmada elde edilen araştırma bulgularının bu araştırmacıların sonuçları ile benzer olduğu görülmektedir.

**Çizelge 2.** Farklı besin ortamlarında misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı

Besin ortamı	Misel gelişim hızı (mm gün <sup>-1</sup> )	Misel gelişim süresi (gün)	Misel gelişim alanı (cm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>
MEA	3.47b**	12.0c**	48.37b**
MEPA	4.37a	9.3d	56.70a
MYPA	4.00a	10.7cd	51.93ab
PDA	2.07cd	18.8b	24.65cd
PDYA	2.21c	17.8b	29.97c
SB	1.59d	24.5a	18.78d
YGPA	1.63d	23.5a	19.17d

\*\* : P<0.01 düzeyinde çok önemli

<sup>1</sup> Misel gelişim alanları misel aşılmasından sonra 10. günde ölçülmüştür. En iyi gelişim gösteren ortamlarda miselin petriyi tamamen kapladığı dönem ölçüm zamanı olarak alınmıştır.

*P. eryngii* türünün farklı sıcaklık ve pH derecelerindeki misel gelişim süresi, misel gelişim hızı ve misel gelişim alanı Çizelge 3'te verilmiştir. Sıcaklıklar arasında misel gelişim hızı, gelişim süresi ve gelişim alanı bakımından istatistiksel olarak çok önemli fark bulunmuştur. En yüksek misel gelişim hızı ve alanı (sırasıyla 4.01 mm gün<sup>-1</sup> ve 48.71 cm<sup>2</sup>) 25 °C'de elde edilmiş, bunu 20 ve 30 °C izlemiştir. En düşük misel gelişim hızı ve alanı ise (sırasıyla 2.99 mm gün<sup>-1</sup> ve 35.33 cm<sup>2</sup>) 15 °C'de tespit edilmiştir. En kısa misel gelişim süresi 25 °C'de belirlenirken (10.84 gün), en uzun misel gelişim süresi 15 °C'de (14.36 gün) tespit edilmiştir. Misel gelişim hızı, süresi ve alanı bakımından pH seviyeleri arasındaki farklılıklar da çok önemli bulunmuştur. En yüksek misel gelişim hızı 5.5 pH seviyesinde (4.14 mm gün<sup>-1</sup>), en düşük misel gelişim hızı ise aralarında istatistiksel fark olmayan pH 4 ve 4.5'ta (sırasıyla

3.05 ve 3.09 mm gün<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Buna paralel olarak pH 5.5'ta misel gelişim süresi en kısa, 4.0 ve 4.5 pH seviyelerinde ise en uzun bulunmuştur. Misel gelişim alanları incelendiğinde de misel gelişim hızına benzer sonuçlar elde edilmiştir. Misel gelişim süresi bakımından pH x sıcaklık etkileşimi istatistiksel olarak önemli iken, misel gelişim hızı ve alanı bakımından etkileşim önemsiz bulunmuştur. En kısa misel gelişim süresi (9 gün) 25 °C sıcaklıkta ve pH 5.5'ta elde edilmiş, en uzun misel gelişim süresi (17 gün) ise 15 °C sıcaklıkta ve 4.5 pH değerinde belirlenmiştir (Çizelge 3).

*P. eryngii*'nin misel gelişimi için bu çalışmada bulunan optimum sıcaklık ve pH değeri ile ilgili sonuçlar diğer araştırmacıların (Lewinsohn et al., 2000; Gong et al., 2002; Guo et al., 2006; Alam et al., 2009; Cai et al., 2009; Özkan ve Yamaç, 2012) bulgularıyla uyum içerisinde.

**Çizelge 3.** Farklı sıcaklık ve pH derecelerindeki misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanlarına ait ortalamalar ile pH x sıcaklık etkileşim ortalamaları

Özellikler	pH	Sıcaklık (°C)				Ortalama
		15	20	25	30	
Misel gelişim hızı (mm gün <sup>-1</sup> )	4.0	2.52	3.18	3.33	3.15	3.05c**
	4.5	2.46	3.22	3.48	3.18	3.09c
	5.0	3.24	3.86	4.28	3.71	3.77b
	5.5	3.45	4.25	4.74	4.12	4.14a
	6.0	3.29	3.75	4.20	3.73	3.74b
	Ortalama	2.99c**	3.65b	4.01a	3.58b	
Misel gelişim süresi (gün)	4.0	16.8*	13.4	13.0	13.4	14.15a**
	4.5	17.0	13.2	12.4	13.4	14.00a
	5.0	13.0	11.0	9.8	11.4	11.30b
	5.5	12.2	10.0	9.0	10.2	10.35c
	6.0	12.8	11.4	10.0	11.4	11.40b
	Ortalama	14.36a**	11.80b	10.84c	11.96b	
Misel gelişim alanı (cm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	4.0	29.44	39.06	41.94	36.98	36.86c**
	4.5	29.02	40.2	42.7	37.22	37.29c
	5.0	38.52	49.02	51.84	43.8	45.80b
	5.5	40.92	54.04	56.16	49.04	50.04a
	6.0	38.74	47.32	50.92	44.02	45.25b
	Ortalama	35.33d**	45.93b	48.71a	42.21c	

\*: P<0.05 düzeyinde önemli, \*\*: P<0.01 düzeyinde çok önemli

<sup>1</sup> Misel gelişim alanları misel aşılmasından sonra 9. günde ölçülmüştür. En iyi gelişim gösteren ortamlarda miselin petriyi tamamen kapladığı dönem ölçüm zamanı olarak alınmıştır.

*P. eryngii* türünde misel gelişim süresi ve gelişim alanı bakımından karbon kaynakları arasındaki farklılık istatistiksel olarak çok önemli ( $P<0.01$ ), misel gelişim hızı bakımından ise önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur. En yüksek misel gelişim hızı mannitolden ( $2.97 \text{ mm gün}^{-1}$ ) elde edilmiş, bunu aralarında istatistiksel fark olmayan dekstroza, maltoz ve sukroz (sırasıyla 2.47, 2.25 ve  $2.18 \text{ mm gün}^{-1}$ ) izlemiştir. Ele aldığımız karbon kaynakları arasında en düşük misel gelişim hızı  $1.40 \text{ mm/gün}$  ile laktozdan elde edilmiştir. Misel

gelişim hızı ile paralel olarak en yüksek misel gelişim alanı mannitolda ( $48.06 \text{ cm}^2$ ), en düşük misel gelişim alanı ise laktozda ( $22.98 \text{ cm}^2$ ) tespit edilmiştir. Misel gelişim süresi 14.2 gün ile en kısa mannitolda, en uzun ise 29.0 gün ile laktozda bulunmuştur. Misel gelişim hızı ve misel gelişim alanı yönünden glikoz ve laktozdan hiçbir karbon kaynağının kullanılmadığı kontrol uygulamasına göre daha düşük değerler elde edilmiş olup, misel gelişim süresi de kontrolden daha uzun bulunmuştur (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** *P. eryngii* türünde karbon kaynaklarının misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı üzerine etkileri

Karbon kaynakları	Misel gelişim hızı ( $\text{mm gün}^{-1}$ )	Misel gelişim süresi (gün)	Misel gelişim alanı ( $\text{cm}^2$ ) <sup>1</sup>
Dekstroz	2.47ab*	16.6c**	41.06ab**
Glikoz	1.96bc	19.8b	33.04b
Ksiloz	2.12bc	18.4bc	35.31b
Laktoz	1.40c	29.0a	22.98c
Maltoz	2.25ab	18.0bc	37.16b
Mannitol	2.97a	14.2d	48.06a
Sukroz	2.18abc	18.2bc	36.35b
Kontrol (C)	2.02bc	19.4b	33.84b

\*:  $P<0.05$  düzeyinde önemli, \*\*:  $P<0.01$  düzeyinde çok önemli

<sup>1</sup> Misel gelişim alanları misel aşılmasından sonra 13. günde ölçülmüştür. En iyi gelişim gösteren ortamlarda miselin petriyi tamamen kapladığı dönem ölçüm zamanı olarak alınmıştır.

Misel gelişim hızı, süresi ve alanı bakımından azot kaynakları arasındaki farklılık istatistiksel olarak çok önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur. En yüksek misel gelişim hızı ve gelişim alanı (sırasıyla  $2.80 \text{ mm gün}^{-1}$  ve  $49.14 \text{ cm}^2$ ) kalsiyum nitrattan elde edilmiştir. En düşük misel gelişim hızı ve misel gelişim alanı ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan amonyum nitrat (sırasıyla  $1.48 \text{ mm gün}^{-1}$  ve  $25.06 \text{ cm}^2$ ) ve amonyum fosfatta (sırasıyla  $1.52 \text{ mm gün}^{-1}$  ve  $26.40 \text{ cm}^2$ ) saptanmıştır. Misel gelişim süresi en kısa kalsiyum nitratta (14.0 gün), en uzun ise amonyum nitrat (27.2 gün) ve amonyum fosfatta (25.8 gün) bulunmuştur (Çizelge 5).

Gong et al. (2002) *P. eryngii*'nin misel gelişimi için en iyi karbon kaynağının glikoz ve azot kaynağının

soya unu olduğunu belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada *P. eryngii*'nin misel gelişiminde en iyi karbon kaynağının mısır nişastası, en iyi azot kaynağının pepton olduğu belirlenmiştir (Guo et al., 2006). Alam et al. (2009) tarafından yapılan çalışmada ise *P. eryngii*'nin misel gelişimi için en iyi karbon kaynağı olarak dekstrin ve en iyi azot kaynağı olarak amonyum asetat bulunmuştur. *P. eryngii* türü için yürüttüğümüz çalışmada elde ettiğimiz bulgular, Kibar and Pekşen (2011a, b)'in bulgularına benzer olarak amonyumun kullanıldığı ortamlarda (amonyum fosfat ve amonyum nitrat) misel gelişiminin iyi olmadığını göstermektedir. Buna karşılık, amonyumun çoğu mantar tarafından en yaygın kullanılan azot kaynağı olduğu bildirilmiştir (Daza et al., 2006).

**Çizelge 5.** *P. eryngii* türünde N kaynaklarının misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı üzerine etkileri

Azot Kaynakları	Misel gelişim hızı (mm gün <sup>-1</sup> )	Misel gelişim süresi (gün)	Misel gelişim alanı (cm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>
Amonyum fosfat	1.52c**	25.8a**	26.40c**
Amonyum nitrat	1.48c	27.2a	25.06c
Kalsiyum nitrat	2.80a	14.0c	49.14a
Malt ekstrakt	2.30ab	18.0b	38.86b
Maya ekstrakt	1.98bc	20.2b	33.56b
Pepton	2.06bc	19.2b	35.16b
Kontrol (N)	1.96bc	20.4b	33.06b

\*\* : P<0.01 düzeyinde çok önemli

<sup>1</sup> Misel gelişim alanları misel aşılmasından sonra 13. günde ölçülmüştür. En iyi gelişim gösteren ortamlarda miselin petriyi tamamen kapladığı dönem ölçüm zamanı olarak alınmıştır.

### Tohumluk Misel Üretimi

Misel gelişim hızı ve gelişim süresi bakımından farklı hububat ortamları arasındaki farklılık istatistiksel olarak çok önemli (P<0.01) bulunmuştur. En yüksek misel gelişim hızı aralarında istatistiksel fark olmayan pirinç, darı ve çavdarda (sırasıyla 0.89, 0.86 ve 0.84 cm gün<sup>-1</sup>) saptanırken, en düşük misel gelişim hızı ise aynı grupta yer alan mısır, arpa, buğday ve yulafta belirlenmiştir. Misel gelişim hızı ile doğru orantılı olarak en kısa misel gelişim süresi pirinç, darı ve çavdarda (sırasıyla 13.2, 13.6 ve 14.0 gün) belirlenmiştir. En uzun misel gelişim süresi 17.0 gün ile mısırdadır.

tespit edilmiş olup arpa, buğday ve yulaf istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 6). Pirinç, misel gelişimi bakımından bu türün tohumluk misel üretiminde sardırma materyali olarak uygun olmakla birlikte, istatistiksel olarak aynı grupta yer alan darı ve çavdara göre fiyatı daha yüksek olduğu için büyük çaptaki üretimler için darı ve çavdarın kullanılmasının daha uygun olduğu düşünülmektedir.

Elde ettiğimiz bulgular diğer araştırmacıların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir (Akyüz ve Yıldız, 2007; 2008; Kalyoncu ve ark., 2009; Şeker ve ark., 2012).

**Çizelge 6.** *P. eryngii* mantar türünde farklı hububat ortamlarında misel gelişim hızı ve misel gelişim süresi

Ortam	Misel gelişim hızı (cm gün <sup>-1</sup> )	Misel gelişim süresi (gün)
Arpa	0.69b**	16.8a**
Buğday	0.71b	16.4a
Çavdar	0.84a	14.0b
Darı	0.86a	13.6b
Mısır	0.67b	17.0a
Pirinç	0.89a	13.2b
Yulaf	0.73b	16.0a

### SONUÇ

Dünyada gittikçe artan popülerite ve geniş bir pazar payına sahip olan *P. eryngii*'nin misel gelişim koşulları ve yetiştiriciliği konusundaki çalışmalar ülkemizde ancak sınırlı seviyededir. Dünya mantar sektöründe gittikçe önem kazanan bu türün ülkemizde

yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada *P. eryngii* türü için misel gelişim koşulları ve besin gereksinimleri ile ilgili temel bilgiler ortaya konulmuştur. Çalışmanın sonucunda *P. eryngii* mantar türünün optimum misel gelişimi için MEPA ve MYP A besin ortamlarının, 25 °C sıcaklığın, 5.5 pH değerinin,

C kaynağı olarak mannitolün, N kaynağı olarak ise kalsiyum nitratin kullanılmasının uygun olduğu bulunmuştur. Çalışmada ayrıca *P. eryngii*'nin tohumluk misel üretimi için sardırma materyali olarak piriç, darı ve çavdarın en elverişli hububatlar oldukları tespit edilmiştir. Bundan sonra, ülkemizde *P. eryngii* türü için mantar verimi yüksek en uygun yetiştirme ortamları ve yöntemlerinin belirlenmesine yönelik daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (2013-FBE-B08) tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Akyüz M, 2005. Sellülozik atıkların *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel'in kültüründe değerlendirilebilir olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 48 s.
- Akyüz M, 2008. *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. var. *eryngii* ve *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. var. *ferulae* Lanzi'nin besinsel içeriklerinin ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 102 s.
- Akyüz M, Kırbağ S, 2007. Ülkemizde sebze ve meyvelerin yanı sıra alternatif besin kaynağı: Yabani mantar (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*). Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 8(1): 26-36.
- Akyüz M, Yıldız A, 2007, Cultivation of *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. on agricultural wastes. The Philippine Agricultural Scientist, 90(4): 346-350.
- Akyüz, M., Yıldız, A., 2008. Evaluation of cellulosic wastes for the cultivation of *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. African Journal of Biotechnology, 7(10): 1494-1499.
- Alam N, Shim MJ, Lee MW, Shin PG, Yoo YB, Lee TS, 2009. Vegetative growth and phylogenetic relationship of commercially cultivated strains of *Pleurotus eryngii* based on ITS sequence and RAPD. Mycobiology, 37(4): 258-266.
- Alan R, Padem H, 1991. Çadır mantarı (*Pleurotus eryngii*)'nin besin değeri üzerinde bir araştırma. DOĞA Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi, 15: 275-280.
- Baeza A, Guillen J, Paniagua JM, Hernandez S, Martin JL, Diez J, Manjon JL, Moreno G, 2000. Radiocaesium and radiostrontium uptake by fruit bodies of *Pleurotus eryngii* via mycelium, soil and aerial absorption. Applied Radiation and Isotopes, 53: 455-462.
- Cai A, Xiao JG, Zheng Q, Ke Y, Fang B, Luo Z, Yang X, 2009. Effects of temperature and pH on mycelial growth of *Pleurotus eryngii* strain 3 and 528. Hubei Agricultural Sciences, 7 (48).
- Dadaylı G, 2014. Çay artığı ile hazırlanan ortamlarda parçalama ve örtü toprağı serme işleminin *Pleurotus eryngii* mantarının biyolojik etkinlik ve verimi üzerine etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 83 s.
- Daza A, Manjon JL, Camacho M, Romero de la Osa L, Aguilar A, Santamaria C, 2006. Effect of carbon and nitrogen sources, pH and temperature on *in vitro* culture of several isolates of *Amanita caesarea* (Scop.:Fr.) Pers. Mycorrhiza, 16(2): 133-136.
- De Gioia T, Sisto D, Rana GL, Figliuolo G, 2005. Genetic structure of the *Pleurotus eryngii* species-complex. The British Mycological Society, 109(1): 71-80.
- Demirel K, Uzun Y, Kaya A, 2002. Macrofungi of Ağrı province. Turkish Journal of Botany, 26: 291-295.
- Demirel K, Kaya A, Uzun Y, 2003. Makrofungi of Erzurum province. Turkish Journal of Botany, 27: 29-36.
- Gong Z, Yu, S, Qu L, 2002. Effect of nutrients and environmental factors on the mycelium growth of *Pleurotus eryngii*. Acta Edulis Fungi, 9(3): 13-17.
- Guo S, Wei J, Li H, 2006. Study on mycelium growth conditions of *Pleurotus eryngii*. Journal of Liaoning University (Natural Sciences Edition), 2 (7).
- Gücin F, 1983. Elazığ ili sınırları içinde yetişen bazı makrofunguslar üzerinde taksonomik bir araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Bornova, İzmir.
- Jonathan SG, Fasidi IO, 2003. Requirements for vegetative growth of *Tricholoma lobayensis* (Heim), a Nigerian edible fungus. Advances in Food Sciences, 25(3): 91-95.
- Kalmış E, Atmaca MA, Kalyoncu F, 2008. *Pleurotus eryngii* sapkalı mantarından tek spor izolatlarının eldesi, melezlenmesi ve yeni melezlerin misel büyüme hızları. Türkiye VIII. Yemelik Mantar Kongresi, 15-17 Ekim, Kocaeli.
- Kalyoncu F, Kalmış E, Atmaca AM, 2009. *Pleurotus eryngii* (DC.) Gillet makrofungusunda farklı hibrid bireylerin spawn sarma sürelerinin belirlenmesi. C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 5(1): 39-44.
- Kaya A, 2001. Contributions to the makrofungi flora of Bitlis province. Turkish Journal of Botany, 25: 379-383.
- Kaya A, 2005. Macrofungi determined in Gölbaşı (Adıyaman) district. Turkish Journal of Botany, 29: 45-50.
- Kibar B, Pekşen A, 2011a. Nutritional and environmental requirements for vegetative growth of edible ectomycorrhizal mushroom *Tricholoma terreum*. Zemdirbystê=Agriculture, 98(4): 409-414.
- Kibar B, Pekşen A, 2011b. Mycelial growth requirements of *Lactarius pyrogalus* and *Lactarius controversus*. African Journal of Microbiology Research, 5(28): 5107-5114.
- Kong WS, 2004. Descriptions of commercially important *Pleurotus* species. Mushrooms Growers Handbook I. Part II. Oyster Mushrooms. Chapter 4. Rural Development Administration, Korea, 54-61 pp.
- Lewinsohn D, Nevo E, Hadar Y, Wasser SP, Beharav A, 2000. Ecogeographical variation in the *Pleurotus eryngii* complex in Israel. Mycological Research, 104(10): 1184-1190.
- Lewinsohn D, Wasser SP, Reshetnikov SV, Hadar Y, Nevo E, 2002. The *Pleurotus eryngii* species-complex in Israel: distribution and morphological description of a new taxon. Mycotaxon, 81: 51-67.
- Lin JT, Liu CW, Chen YC, Hu CC, Juang LD, Shiesh CC, Yang DJ, 2014. Chemical composition, antioxidant and anti-inflammatory properties for ethanolic extracts from *Pleurotus eryngii* fruiting bodies harvested at different time. LWT-Food Science and Technology, 55(1): 374-382.



- Mishra KK, Pal RS, ArunKumar R, Chandrashekara C, Jain SK, Bhatt JC, 2013. Antioxidant properties of different edible mushroom species and increased bioconversion efficiency of *Pleurotus eryngii* using locally available casing materials. Food Chemistry, 138: 1557-1563.
- Moonmoon M, Uddin NM, Ahmed S, Shelly N, 2010. Cultivation of different strains of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) on sawdust and rice straw in Bangladesh. Saudi Journal of Biological Sciences, 17(4): 341-345.
- Ohga S, Royse DJ, 2004. Cultivation of *Pleurotus eryngii* on umbrella plant (*Cyperus alternifolius*) substrate. Journal of Wood Science, 50: 466-469.
- Öder N, 1980. Halkın faydalandığı bazı önemli yenen mantarlar. VII. Bilim Kongresi, TÜBİTAK Matematik, Fiziki ve Biyolojik Bilimler Araştırma Grubu Tebliğleri, Biyoloji Seksiyonu, Kuşadası, Aydın.
- Özkan C, Yamaç M, 2012. Bazı yenebilir makrofungus izolatlarının biyoprotein üretimi üzerine sıcaklığın etkisi. IX. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi, 18-20 Ekim, Denizli.
- Phillips R, 1994. Mushrooms and Other Fungi of Great Britain & Europe. New Interlitho S. P. A., Milan, 288 p.
- Rodriguez Estrada AE, Royse DJ, 2007. Yield, size and bacterial blotch resistance of *Pleurotus eryngii* grown on cottonseed hulls/oak sawdust supplemented with manganese, copper and whole ground soybean. Bioresource Technology, 98: 1898-1906.
- Rodriguez Estrada AE, 2008. Molecular phylogeny and increases of yield and the antioxidants selenium and ergothioneine in Basidiomata of *Pleurotus eryngii*, PhD Thesis, Pennsylvania State University, Department of Plant Pathology. 237 p.
- Şanlı SK, 2014. Farklı tarımsal artıkların *Pleurotus eryngii* mantar üretiminde kullanım olanakları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 79 s.
- Şeker D, Kalyoncu F, Kalmış E, 2012. Spawn materyali olarak farklı tahılların kullanım imkanlarının araştırılması. IX. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi, 18-20 Ekim, Denizli.
- Zervakis G, Balis C, 1996. A pluralistic approach in the study of *Pleurotus* species with emphasis on compatibility and physiology of the European morphotaxa. Mycological Research, 100: 717-731.
- Zervakis GI, Venturella, G, Papadopoulou, K, 2001. Genetic polymorphism and taxonomic infrastructure of the *Pleurotus eryngii* species-complex as determined by RAPD analysis, isozyme profiles and ecomorphological characters. Microbiology, 147: 3183-3194.

