



**YENİLEBİLİR MANTAR *Pleurotus eryngii*'nin
MİSEL GELİŞİM KOŞULLARININ
OPTİMİZASYONU VE TOHUMLUK MİSEL
ÜRETİMİ**

Şeyda OLGUN

Yüksek Lisans Tezi

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

1. Danışman: Yrd. Doç. Dr. Beyhan KİBAR

2. Danışman: Prof. Dr. Atilla DURSUN

2016

Her hakkı saklıdır

**İĞDIR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YENİLEBİLİR MANTAR *Pleurotus eryngii*'nin MİSEL GELİŞİM
KOŞULLARININ OPTİMİZASYONU VE TOHUMLUK MİSEL
ÜRETİMİ**

Şeyda OLGUN

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI


İĞDIR

2016

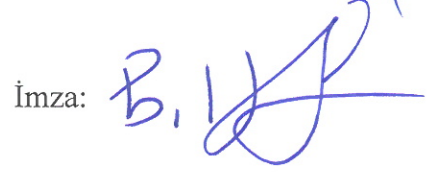
Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Beyhan KİBAR ve Prof. Dr. Atilla DURSUN danışmanlığında Şeyda OLGUN tarafından hazırlanan bu çalışma 21.10.2016 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Atilla DURSUN

İmza: 

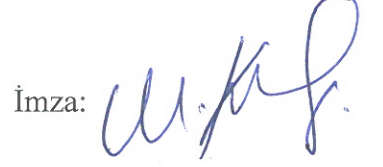
Üye: Yrd. Doç. Dr. Beyhan KİBAR

İmza: 

Üye: Doç. Dr. Melek EKİNCİ

İmza: 

Üye: Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kenan GEÇER

İmza: 

Üye: Yrd. Doç. Dr. Sadiye Peral EYDURAN

İmza: 

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun / /2016 tarih ve 2016/ sayılı kararı ile onaylanmıştır.

(İmza)

.....

Yrd. Doç. Dr. Bahri GÜR

Enstitü Müdür V.

ÖZET

YENİLEBİLİR MANTAR *Pleurotus eryngii*'nin MİSEL GELİŞİM KOŞULLARININ OPTİMİZASYONU VE TOHURLUK MİSEL ÜRETİMİ

OLGUN, Şeyda

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

1. Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Beyhan KİBAR

2. Tez Danışmanı: Prof. Dr. Atilla DURSUN

Ekim 2016, 93 sayfa

Bu çalışma, Doğu Anadolu Bölgesi makromantar florasında yer alan, halk tarafından doğadan toplanarak sevilerek tüketilen ve ekonomik önemi olan *Pleurotus 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, Malt Ekstrakt Pepton Agar (MEPA) ve Malt Maya Pepton Agar (MYPA) besin ortamlarının misel gelişimi için en iyi ortamlar oldukları tespit edilmiştir. Sabouraud's Agar (SB) ve Maya Ekstrakt Glikoz Pepton Agar (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, kültür koşulları, tohumluk misel

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF THE MYCELIAL GROWTH CONDITIONS AND SPAWN PRODUCTION OF *Pleurotus eryngii*, AN EDIBLE MUSHROOM

OLGUN, Şeyda

Master Thesis, Department of Horticulture

1 st Thesis Adviser: Assist. Prof. Dr. Beyhan KİBAR

2 nd Thesis Adviser: Prof. Dr. Atilla DURSUN

October 2016, 93 pages

This study was conducted to determine the optimum mycelial growth conditions (nutrient medium, 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 *Pleurotus eryngii* be found in the macrofungi flora of Eastern Anatolia Region, fondly consumed collecting from nature by the public and has economic importance in the region. As a result, it was determined that Malt Extract Peptone Agar (MEPA) and Malt Yeast Peptone Agar (MYPA) media were the best for mycelial growth of *P. eryngii*. Sabouraud's Agar (SB) and Yeast Extract Glucose Peptone Agar (YGPA) media were not found 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 in nutrient medium 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.

Key words: *Pleurotus eryngii*, mycelial growth, culture conditions, spawn

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Pleurotus eryngii'nin dünyada gittikçe artan bir pazara sahip olması ve birçok ülkede diğer kültürü yapılan türlerden daha fazla tercih edilmesi nedeniyle yetiştiriciliği konusunda önemle durulmaktadır. Ülkemizin daha çok Doğu Anadolu Bölgesi'nde doğal olarak yetişen *P. eryngii* bölgede ekonomik öneme sahip olup, halkın tanıdığı, besin olarak tükettiği ve aranılan bir mantar türüdür. Bununla birlikte, ülkemizde bu mantar türünün misel üretimi ve yetiştiriciliği konusunda yapılan çalışmalar yetersizdir. Gerek besin değeri, gerekse taşıdığı tıbbi özellikler bakımından çok önemli olan bu mantar türünün kültüre alınması ve yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması konusunda birçok çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmada, *P. eryngii* mantar türünün misel gelişimi için en uygun besin ortamı, pH, sıcaklık, C ve N kaynakları ile tohumluk misel üretimi için en uygun sardırma materyalleri belirlenmiştir. Bu lezzetli mantar türünün yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması ile halkın beslenmesinde önemli bir kaynak oluşturulmuş olacak ve ülkemiz mantarcılık sektörünün gelişmesine katkıda bulunulacaktır.

Araştırma konunun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve tezin yazımı sırasında yakın ilgisi, yönlendirici katkıları ve yardımları için tez danışmanı hocalarım Yrd. Doç. Dr. Beyhan KİBAR ve Prof. Dr. Atilla DURSUN'a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Çalışmamın yürütülmesi esnasında desteklerini gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Süleyman TEMEL, Yrd. Doç. Dr. Mesude Figen DÖNMEZ, Yrd. Doç. Dr. Tuba GENÇ KESİMCİ, Yrd. Doç. Dr. Hakan KİBAR, Arş. Gör. Badel UYSAL ve Yüksek Lisans Öğrencisi Zekiye ALTUNTEKİN'e teşekkürlerimi sunarım. Tezimin yürütülmesi için laboratuvar çalışmalarında deneme ortamını sağlayan Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne teşekkür ederim. Eşim Olcay OLGUN'a gösterdiği sabırlı desteği, yardımı ve anlayışlarından dolayı çok teşekkür ederim. Tüm aileme, dostlarıma, tezimin yürütülmesi ve yazılması sırasında emeği geçen herkese şükranlarımı sunarım.

Şeyda OLGUN

Ekim, 2016

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
2.1. <i>P. eryngii</i> 'nin Yayılışı, Besinsel ve Tıbbi Özellikleri	7
2.2. <i>P. eryngii</i> 'nin Misel Gelişimi ve Tohumluk Misel Üretimi ile İlgili Yapılan Çalışmalar	10
2.3. <i>P. eryngii</i> 'nin Yetiştiriciliği ile İlgili Yapılan Çalışmalar	24
3. MATERYAL ve METOT	39
3.1. Materyal	39
3.1.1. Çalışmada Ele Alınan <i>P. eryngii</i> 'nin Sistematikteki Yeri ve Tanıtımı..	39
3.2. Metot	40
3.2.1. Mantar Örneklerinin Toplanması	40
3.2.2. Saf Kültürlerin Elde Edilmesi	40
3.2.3. Misel Gelişimi İçin En Uygun Besin Ortamı, pH, Sıcaklık, Karbon (C) ve Azot (N) Kaynaklarının Belirlenmesi	41
3.2.4. Tohumluk Misel Üretimi	43
3.2.5. Denemeler Sırasında Yapılan Ölçümler	44
3.2.5.1. Misel Geliştirme Çalışmalarında Yapılan Ölçümler	44
3.2.5.2. Tohumluk Misel Üretim Çalışmalarında Yapılan Ölçümler	44
3.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi	44
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	45
4.1. Mantar Örneklerinin Toplanması.....	45
4.2. Saf Kültürlerin Elde Edilmesi	46
4.3. En Uygun Misel Gelişim Koşullarının Belirlenmesi	47

4.3.1. Misel Gelişimi İçin Uygun Besin Ortamlarının Belirlenmesi	47
4.3.2. Misel Gelişimi İçin Uygun Sıcaklık ve pH Değerlerinin Belirlenmesi..	52
4.3.3. Misel Gelişimi İçin Uygun C ve N Kaynaklarının Belirlenmesi	57
4.4. Tohumluk Misel Üretimi	66
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	70
KAYNAKLAR	72
ÖZGEÇMİŞ	93



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simge/Kısaltma	Açıklaması
C	Karbon
C/N	Karbon/Azot Oranı
Ca(NO ₃) ₂	Kalsiyum Nitrat
CzA	Czapek's Agar
cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekare
MEA	Malt Ekstrakt Agar
MEPA	Malt Ekstrakt Pepton Agar
mm	Milimetre
MYPA	Malt Maya Pepton Agar
N	Azot
NH ₄ NO ₃	Amonyum Nitrat
(NH ₄) ₂ HPO ₄	Amonyum Fosfat
PDA	Patates Dekstroz Agar
PDYA	Patates Dekstroz Maya Agar
PGA	Patates Glikoz Agar
SB	Sabouraud's Agar
YGPA	Maya Ekstrakt Glikoz Pepton Agar
%	Yüzde
°C	Santigrat Derece

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. <i>P. eryngii</i> türünün genel görünümü	40
Şekil 3.2. Saf kültürlerin elde edilmesi ve misel geliştirme çalışmalarında kullanılan steril kabin ve inkübatör	41
Şekil 3.3. Tohumluk misel üretimi için kullanılan ortamlar ve şişelere doldurulması	43
Şekil 4.1. Araziden toplanan mantar örneklerinin görünümü	45
Şekil 4.2. <i>P. eryngii</i> 'nin a) spor izi ve b) sporlarının mikroskopta görünümü (40X)	46
Şekil 4.3. Saf kültürü elde edilen Iğdır izolatının misel gelişimi ve misel yapısının mikroskopta görünümü (40X)	47
Şekil 4.4. Farklı besin ortamlarının misel gelişim hızı üzerine etkisi	49
Şekil 4.5. Farklı besin ortamlarının misel gelişim süresi üzerine etkisi	50
Şekil 4.6. Farklı besin ortamlarının misel gelişim alanı üzerine etkisi	50
Şekil 4.7. <i>P. eryngii</i> türünün farklı besin ortamlarındaki misel gelişimi	51
Şekil 4.8. Farklı pH ve sıcaklıkların misel gelişim hızı üzerine etkisi	55
Şekil 4.9. Farklı pH ve sıcaklıkların misel gelişim süresi üzerine etkisi	55
Şekil 4.10. Farklı pH ve sıcaklıkların misel gelişim alanı üzerine etkisi	55
Şekil 4.11. <i>P. eryngii</i> türünün farklı pH'lardaki misel gelişimi	56
Şekil 4.12. <i>P. eryngii</i> türünün farklı sıcaklıklardaki misel gelişimi	57
Şekil 4.13. Farklı C kaynaklarının misel gelişim hızı üzerine etkisi	59
Şekil 4.14. Farklı C kaynaklarının misel gelişim süresi üzerine etkisi	60
Şekil 4.15. Farklı C kaynaklarının misel gelişim alanı üzerine etkisi	60
Şekil 4.16. <i>P. eryngii</i> türünün farklı C kaynaklarındaki misel gelişimi	61
Şekil 4.17. Farklı N kaynaklarının misel gelişim hızı üzerine etkisi	63
Şekil 4.18. Farklı N kaynaklarının misel gelişim süresi üzerine etkisi	63
Şekil 4.19. Farklı N kaynaklarının misel gelişim alanı üzerine etkisi	63
Şekil 4.20. <i>P. eryngii</i> türünün farklı N kaynaklarındaki misel gelişimi	64
Şekil 4.21. Farklı hububat ortamlarının misel gelişim hızı üzerine etkisi	68
Şekil 4.22. Farklı hububat ortamlarının misel gelişim süresi üzerine etkisi	68
Şekil 4.23. <i>P. eryngii</i> türünün farklı hububat ortamlarında misel gelişimi	69

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. <i>P. eryngii</i> 'nin misel gelişimi için kullanılan besin ortamları ve içerikleri	42
Çizelge 4.1. Misel gelişimi için kullanılan besin ortamlarının pH değerleri	47
Çizelge 4.2. Farklı besin ortamlarında <i>P. eryngii</i> türünün misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı	49
Çizelge 4.3. Farklı pH ve sıcaklıklarda <i>P. eryngii</i> türünün misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanlarına ait ortalamalar ile pH x sıcaklık interaksiyon ortalamaları	54
Çizelge 4.4. Farklı C ve N kaynaklarından hazırlanan PDYA besin ortamının pH değerleri	58
Çizelge 4.5. Farklı C kaynaklarından hazırlanan besin ortamında <i>P. eryngii</i> türünün misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı	59
Çizelge 4.6. Farklı N kaynaklarından hazırlanan besin ortamında <i>P. eryngii</i> türünün misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı	62
Çizelge 4.7. Tohumluk misel üretimi için kullanılan ortamların pH ve nem değerleri	66
Çizelge 4.8. Farklı hububat ortamlarında <i>P. eryngii</i> türünün misel gelişim hızı ve misel gelişim süresi	67

1. GİRİŞ

Ekosistemin önemli bir parçası olan mantarlar; saprofit, parazit veya simbiyotik olarak yaşayan ve gelişmeleri için hazır organik maddelere ihtiyaç gösteren heterotrofik organizmalardır. Mantarlar; bitkilerde bulunan lignin, selüloz ve hemiselüloz içeren yapıları kolaylıkla sindirip (Zadrazil, 1987), bitkisel artıkları besin olarak kullanabilmeleri ve biyolojik olarak parçalayabilmelerinden dolayı ekosistemin doğal yapısının korunmasında çok önemli rol oynarlar (Kurtzman, 1981; Tshinyangu, 1996; Turkekul *et. al.*, 2004).

Yenilebilir mantarlar çok eski zamanlardan beri besinsel içerikleri, tıbbi özellikleri ve lezzetlerinden dolayı tüketilmekte ve günümüzde sağlığa yararlı bir gıda olarak kabul edilmektedir. Dünyada yaklaşık olarak 5000 yenilebilir mantar türü bulunmakta, bunlardan 35 türün değişik ülkelerde ticari ve endüstriyel olarak üretimleri yapılmaktadır (Chang, 1999; Manzi *et al.*, 2001; Sanchez, 2004). Dünyada en fazla kültürü yapılan mantar türlerinin ise *Agaricus* spp., *Pleurotus* spp., *Lentinus edodes*, *Volvariella volvacea*, *Auricularia auricula*, *Ganoderma* spp. ve *Flammulina velutipes* olduğu belirtilmektedir (Diez and Alvarez, 2001). Yenilebilir mantarların yağ ve kalori değerleri düşük; buna karşılık protein, mineral madde ve diyet lifler bakımından ise oldukça zengindirler (Manzi *et al.*, 1999). Ayrıca mantarların lezzeti ve aroma içerikleri yüksek olup (Mattila *et al.*, 2001; Oei, 2003), sahip oldukları tıbbi özellikler nedeniyle günümüze kadar farklı hastalıkları tedavi etmek amacıyla kullanılmışlardır (Gunde-Cimerman, 1999; Sanmee *et al.*, 2003).

Mantarın insan beslenmesi ve sağlığı açısından değerinin daha da iyi anlaşılması ve ekonomik özellikleri nedeniyle kültür mantarı yetiştiriciliğine olan merak ve ilginin son yıllarda hızlı bir şekilde arttığı bilinmektedir (Sanchez, 2004). Kültürü yapılan mantarlar arasında *Pleurotus* türleri, günümüzde dünya mantar üretiminde büyük bir üretim hacmine sahiptirler. Bu türler geniş adaptasyon yeteneği, yüksek verim değerleri, zengin besinsel içerikleri ve önemli tıbbi özelliklerinden dolayı ekonomik anlamda çok önemli türler olarak kabul edilmekte olup (Chang, 1996; Hassan *et al.*, 2010) dünyada en fazla kültürü yapılan mantar türleri içerisinde *Agaricus bisporus*'tan sonra ikinci sırada yer almaktadırlar (Royse, 2014). Dünyada çoğunlukla az gelişmiş ve gelişmekte olan

ülkelerde bulunan gıda ve özellikle de protein açığının kapatılmasında *Pleurotus* türlerinin yetiştiriciliği ve tüketiminin oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. *Pleurotus* mantarları, dünyada çoğunlukla “Oyster Mushroom” olarak adlandırılmaktadır. *Pleurotus* türleri dünyanın hemen hemen bütün ılıman iklim bölgelerinde; kavak, kayın, meşe, karaağaç, akçaağaç, ıhlamur, söğüt, ceviz ve kestane gibi birçok ağaç türünün çürümüş ya da devrilmiş gövdeleri üzerinde doğal olarak yetişmektedir (Zadrazil, 1978; Ağaoğlu ve Güler, 1991). Bu türler ülkemizde de geniş bir coğrafyada yayılış göstermekte ve halk arasında “kayın, kavak, dil, yaprak, kulak, melek ve istridye mantarı” gibi yöresel isimlerle anılmaktadırlar (Pekşen, 2013).

Pleurotus mantar türleri dünyada en fazla kültürü yapılan *Agaricus bisporus*'a göre yetiştiriciliğinin daha kolay, daha düşük maliyetle ve düşük teknolojiyle yapılabilmesi, geniş adaptasyon yeteneğine sahip olması, iklim istekleri yönünden daha az seçici olması, çevre şartlarına ve hastalıklara dayanımının daha fazla olması ve yetiştirme sürelerinin daha kısa olması gibi önemli avantajlara sahiptirler (Jwanny *et al.*, 1995; Patrabans and Madan, 1997; Kong, 2004; Hassan *et al.*, 2010). Ayrıca *Pleurotus* türleri lignin, selüloz ve hemiselülozları parçalayabilen geniş enzim sistemleri sayesinde odun talaşı, ahşap yongası, buğday sapı, pamuk artığı, çeltik sapı, mercimek artığı, şeker kamışı artığı, soya sapı, darı sapı, ayçiçeği tohum kabuğu, çay artığı, fındık zurufu, fındık kabuğu, sebze artıkları, mısır koçanı ve sapı gibi ikinci bir kullanım alanı bulunmayan çok sayıda lignoselülozik artık üzerinde başarılı bir şekilde yetiştirilebilmektedir (Manju *et al.*, 1996; Yıldız *et al.*, 1998; Yıldız ve Demir, 1998; Yıldız, 1999; Philippoussis *et al.*, 2000; 2001; Zervakis *et al.*, 2001a; Doğan ve Pekşen, 2003; Rangunathan and Swaminathan, 2003; Yıldız and Karakaplan, 2003; Pekşen and Küçüközümlü, 2004; Kurt, 2008; Akyüz ve Kırbağ, 2009; Fanadzo *et al.*, 2010; Moonmoon *et al.*, 2010).

Günümüze kadar yaklaşık olarak 70 *Pleurotus* türü belirlenmiştir (Zervakis and Balis, 1996; Kong, 2004). Bununla birlikte ticari olarak dünyada en fazla yetiştiriciliği yapılan *Pleurotus* türleri; *P. ostreatus*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii*, *P. florida*, *P. citrinopileatus*, *P. flabellatus*, *P. pulmonarius*, *P. cornucopiae* ve *P. djamor*'dur.

Pleurotus türleri içerisinde son yıllarda yetiştiriciliği üzerinde en çok durulan türlerden biri *Pleurotus eryngii*'dir. Dünyada “Kral İstiridye Mantarı (King Oyster

Mushroom)'' olarak adlandırılan *P. eryngii*, en lezzetli *Pleurotus* türü olarak nitelendirilmektedir (Rodriguez Estrada, 2008). *P. eryngii*; kültürü yapılan diğer *Pleurotus* türlerine göre daha uzun raf ömrüne sahip olması, geniş şapka şekli, etli dokusu, sap ve şapkasının daha yoğun, sert ve dolgun olması, daha lezzetli olması, yemeklik kalitesinin daha yüksek olması, farklı aromatik yapısı, yüksek besin içeriği, önemli tıbbi özellikleri, ekonomik önemi ve aşçılık ile ilgili diğer özelliklerinden dolayı son zamanlarda özellikle Japonya, Çin, ABD, Tayvan, Güney Kore, Avustralya ve Avrupa ülkelerinde ticari olarak yetiştiriciliği hızla artan bir mantar türü olup, popüleritesi oldukça yüksektir (Gunde-Cimerman, 1999; Peng *et al.*, 2000; 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 (Zadrazil, 1978; Mau *et al.*, 1998; Kong, 2004; Akyüz and Yıldız 2007; 2008). *P. eryngii*'nin çoğu ülkede fiyatının diğer *Pleurotus* türlerine göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Ohga and Royse, 2004). Ayrıca bu mantar türünün besin değerinin oldukça yüksek olduğu (Alan ve Padem, 1991; Akyüz, 2008), polisakkaritler, polifenoller ve flavanoidler gibi antioksidan özelliğe sahip çok sayıda bileşen içerdiği ve önemli tıbbi özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Kang *et al.*, 2001; Dubost *et al.*, 2007; Mishra *et al.*, 2013; Lin *et al.*, 2014).

P. eryngii mantar türü yaygın olarak Güney Avrupa, Orta ve Batı Asya, Ukrayna, Rusya, İran, Kuzey Afrika ve Akdeniz ülkelerinde yayılış göstermektedir (Zervakis and Balis, 1996; Mau *et al.*, 1998; Baeza *et al.*, 2000; Obatake *et al.*, 2003). Bu mantar türü dünyada çoğunlukla ılıman ve subtropikal bölgelerde, bozkırlardan kuru meralara kadar olan dağlık alanlarda doğal olarak yetişmektedir (Ro *et al.*, 2007). *P. eryngii* diğer *Pleurotus* türlerinden farklı olup, doğada *Umbelliferae* (*Eryngium campestre*, *E. maritimum*, *E. alpinum*, *E. moroccanum*, *E. planum*, *Ferula communis*, *F. tinginata*, *F. sinkiangensis*, *Laserpitium latifolium*, *L. siler*, *Elaeoselinum asclepium*, *Thapsia garganica*, *Cachrys ferulaceae*) ve *Compositae* familyasının bazı bitkilerinin kök kalıntıları üzerinde fakültatif biotrof olarak yetişmektedir (Zervakis and Balis, 1996; Zervakis *et al.*, 2001a,b; Lewinsohn *et al.*, 2000; 2002; De Gioia *et al.*, 2005; Rodriguez Estrada, 2008). *P. eryngii*, türün kendi içindeki anlaşılmaz yapısı ve geniş bir coğrafi

dağılımını nedeniyle kompleks bir tür olarak kabul edilmektedir. Bu türün *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 varyeteleri ve taksonlarının bulunduğu belirtilmiştir (Zervakis and Balis, 1996; Venturella, 2000; Zervakis *et al.*, 2001b; Lewinsohn *et al.*, 2002; Kong, 2004; De Gioia *et al.*, 2005; Rodriguez Estrada, 2008). *P. eryngii*'nin misel gelişiminin yavaş olması, diğer mikroorganizmalara karşı rekabet etme yeteneğinin az olması, ekolojik faktörlere karşı daha hassas olması ve basidiokarplarının daha uzun sürede oluşması nedeniyle kültürünün diğer *Pleurotus* türlerine göre zor olduğu bildirilmiştir (Rambelli, 1983; Baeza *et al.*, 2000). Ayrıca, bu türün kültürde basidiokarp oluşumu için örtü toprağına gereksinim duyduğu ifade edilmiştir (Rambelli, 1983; Wayne, 1999).

P. eryngii mantar türünün ticari üretimi 1950'lerin sonlarında İtalya'da başlamış ve diğer ülkelere yayılmıştır (Ohga and Royse, 2004). Günümüzde *P. eryngii*'nin ticari yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı ülkeler Çin, Japonya ve Tayvan'dır (Peng, 1998; Eguchi *et al.*, 1999; Royse, 1999; Tan *et al.*, 2005; Yamanaka, 2005). Yapılan çalışmalarda değişik araştırmacılar *P. eryngii* mantarının talaş, buğday samanı, çeltik samanı, pamuk artığı, yer fıstığı kabukları, şeker kamışı artığı, darı sapı, soya sapı, mısır sapı, soya küspesi, buğday ve çeltik kepeği gibi çoğu tarımsal artık üzerinde yetiştirilebildiğini bildirmişlerdir (Cangy and Peerally, 1995; Jiskani, 1999, Torng *et al.*, 2000; Philippoussis *et al.*, 2001; Zervakis *et al.*, 2001a; Ohga and Royse, 2004; Bernardo and Edgardo, 2007; Okano *et al.*, 2007; Kırbağ and Akyüz, 2008ab). *P. eryngii* kültüründe, örtü toprağı kullanımının yararlı olduğu ve verimi artırdığı saptanmıştır (Urban *et al.*, 2005; Gyorfı and Hajdu, 2007; Mishra *et al.*, 2013).

P. eryngii'nin ülkemizin daha çok Doğu Anadolu Bölgesi'nde *Ferula* sp. bitkilerinin kök kalıntıları üzerinde doğal olarak yetiştiği, bölgede ekonomik öneme sahip olduğu, bölge halkı tarafından sevilerek tüketilen ve aranılan bir mantar türü olduğu bildirilmiştir (Öder; 1980; Gücin, 1983; Akyüz ve Kırbağ, 2007). Yetiştığı çevrelerde (Erzurum, Kars, Elazığ, Erzincan, Iğdır, Adıyaman, Ağrı, Muş, Batman, Tunceli, Bingöl, Hakkari, Van vb.) yöre halkı tarafından "çaşır, çakşır, çaşur, çarçur, çarşur, heliz, kırkor, göbek, göbelek ve mendik mantarı" gibi değişik isimlerle tanınmaktadır (Öder, 1980;

Kaya, 2001; Akyüz, 2008). Bu mantar türü bölgede ilkbahar aylarından yaz ortasına kadar olan dönemde yüksek yerlerde, dağlık alanlarda, dağların eteklerindeki düzlüklerde, kurak sahalarda, küçük çayırıklarda, kayalık ve taşlık olan pek bitki yetişmeyen yerler ile yol kenarlarında yetişmektedir (Gücin, 1983). Çoğunlukla Mayıs ve Haziran aylarında doğadan toplanarak yol kenarlarında ve yöre pazarlarında satılmaktadır. Önceki yıllarda sıklıkla elde edilmesine rağmen, son yıllarda *Ferula* sp. bitkilerinin yakacak ve hayvan yemi olarak kullanılması ile iklimsel değişiklikler sonucu yağış düzeninin değişmesi gibi etkenlerin, bu bitkiyi azalttığı ve buna bağlı olarak türün kök kalıntıları üzerinde yetişen bu mantarın da azaldığı tespit edilmiştir. Buna ek olarak, mantarın tam olgunlaşmadan bilinçsizce toplanmasıyla, sporlarının doğal çevreye yayılmasının engellendiği gözlenmiştir (Akyüz ve Kırbağ, 2009).

Dünyada ticareti yapılan önemli mantar türlerinden biri olan *P. eryngii*'nin ülkemizde ticari anlamda yetiştiriciliği yok denecek kadar az miktarda yapılmaktadır. Bunun en önemli nedenleri, diğer *Pleurotus* türleriyle karşılaştırıldığında bu türün kültürünün zor olması, yetiştirme teknikleri hakkında yeterli bilgiye sahip olunmaması ve ülkemizde yeterince tanınmamasıdır. Ülkemizdeki birçok araştırmacının bu türün sadece yayılışı ile ilgili olarak çalışma yaptıkları görülmektedir (Alan, 1977; Öder, 1980; Gücin, 1983; Işıloğlu, 1987; Öder, 1988; Ertan, 1992; Demirel, 1996; Kaya, 2001; Demirel *et. al.*, 2002; 2003; Kaşık ve ark., 2003; Ersel and Solak, 2004; Kaya, 2005). Bununla birlikte, bu türün yetiştiriciliği (Akyüz, 2005; 2008; Akyüz and Yıldız, 2007; 2008; Dadaylı, 2014; Şanlı, 2014) ve misel gelişim koşulları (Kalmış ve ark., 2008; Yamaç ve ark., 2008; Kalyoncu ve ark., 2009; Özkan ve Yamaç, 2012) ile ilgili olarak ise ülkemizde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Gerek besin değeri, gerekse taşıdığı tıbbi özellikler bakımından insan sağlığı açısından ve ticari olarak çok önemli olan bu mantar türünün floramızda mevcut varyetelerinin kültüre alınması ve yetiştiriciliği konusunda birçok çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır. Ayrıca, son yıllarda doğadan toplanan miktarlarında azalmalar olması nedeniyle ülkemizin önemli biyolojik varyetelerinden olan *P. eryngii*'nin kültüre alma çalışmalarına önem verilmesi ve muhafazasının sağlanması büyük önem taşımaktadır.

Bu mantar türünün kültürünün yapılabilmesi için öncelikle doğal ortamından toplanan mantarın besin ortamlarında sporlarının çimlendirilmesi veya doku kültürü ile saf misel kültürlerinin elde edilmesi, elde edilen bu misellerin optimum gelişimlerinin sağlandığı besinsel ve çevresel faktörlerin belirlenmesi, tohumluk misellerin üretilmesi için en iyi sardırma materyalinin tespiti ve en uygun yetiştirme ortamlarının belirlenmesi gerekmektedir.

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 (arpa, buğday, çavdar, darı, mısır, pirinç ve yulaf) belirlenmesidir. Bu mantar türünün misel gelişimi için en uygun besinsel ve çevresel koşulların belirlenmesi ülkemizde ticari anlamda yetiştiriciliği konusunda yapılacak çalışmalar için faydalı olacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. *P. eryngii*'nin Yayılışı, Besinsel ve Tıbbi Özellikleri

P. eryngii'nin; Türkiye (Gücin, 1983; Öder, 1988; Ertan, 1992; Afyon, 1996a, b; Demirel, 1996; Kaya, 2001; Demirel *et al.*, 2002; 2003; Kaşık ve ark., 2003; Ersel and Solak, 2004; Kaya, 2005), Çin, Japonya, Kore, Tayvan (Alam *et al.*, 2009), İsrail, Ukrayna, Slovakya (Lewinsohn *et al.*, 2000), Yunanistan, İtalya, Çek Cumhuriyeti, Fransa (Zervakis *et al.*, 2001b), Macaristan (Szarvas *et al.*, 2011; 2014), Bangladeş (Moonmoon *et al.*, 2010), Rusya (Urbanelli *et al.*, 2002) ve İspanya (Baeza *et al.*, 2000) gibi bir çok ülkede yayılış gösterdiği belirtilmiştir.

Ülkemizde, *P. eryngii* taksonlarının Erzurum, Erzincan, Kars, Ağrı, Elazığ, Bingöl, Bitlis, Van, Batman, Adıyaman, Tunceli, Sivas, Konya, Malatya, Isparta, İzmir, Kayseri, Manisa, Denizli, Karabük ve Gümüşhane'de doğal olarak yetiştiği bildirilmiştir. (Öder, 1980; Gücin, 1983, Işıloğlu, 1987; Öder, 1988; Afyon, 1996a, b; Demirel, 1996; Öztürk ve ark., 2000; Kaya, 2001; Demirel *et al.*, 2002; 2003; Solak ve Yılmaz, 2002; Kaşık ve ark., 2003; Ersel and Solak, 2004; Kaya, 2005; Yağız *et al.*, 2005; Uzun *et al.*, 2006; Demir ve ark., 2007; Türkoğlu *et al.*, 2007; Akyüz and Yıldız, 2008; Akyüz ve Kırbağ, 2009).

Doğu Anadolu Bölgesi'nin dağlık kesiminde yaşayan halkımızın, doğada yetişen yenen mantar türlerinden besin olarak yararlandığı, özellikle çarşır mantarı olarak *P. eryngii*'nin şekil, renk ve lamellerin yapısı bakımından bölge halkı tarafından zehirli mantarlara benzemediği izleniminden yola çıkarak korkusuzca tüketildiği bildirilmiştir (Alan, 1977).

Ülkemizin daha çok Doğu Anadolu Bölgesi'nin yüksek dağlık alanlarında doğal olarak *Ferula* sp. üzerinde yetişen mantarların tümü *P. eryngii* olarak adlandırılmakla birlikte (Gücin, 1983), *P. eryngii*'nin doğada *Eryngium campestre* kalıntıları üzerinde, *P. eryngii* var. *ferulae*'nin ise *Ferula* sp. üzerinde doğal olarak yetiştiği bildirilmiştir (Urbanelli *et al.*, 2003).

Öder (1988), *P. eryngii* mantar türünün *Ferula* sp.'nin bir önceki yıldan kalmış ölü kök kalıntıları üzerinde yetiştiğini bildirmiştir. Bu mantar türünü özellikle Doğu

Anadolu Bölgesi'nde halkın tanıdığı ve besin olarak tükettiği tek mantar türü olarak ifade etmiş, yetiştirme döneminin Mayıs ayı sonları ile Haziran ayı başlarında olduğunu ve gelişimini 10-15 gün gibi kısa bir sürede tamamlandığını gözlemlemiştir.

Kaya (2001), *P. eryngii*'nin Bitlis'te tüketildiğini, yöre halkı tarafından "Heliz mantarı", "Çarçur mantarı" ve "Çaşır mantarı" olarak adlandırıldığını belirtmiştir. Bu türün ekonomik önemliliğe en fazla sahip olan mantarlardan biri olduğunu ve dağ köylüleri için çok özel bir yeri olduğunu ifade etmiştir. Bu mantarın bahar ayı boyunca toplayıcılar tarafından şehir merkezlerinde ya da köylüler tarafından yol boyunca satıldığını saptamıştır.

P. eryngii var. *ferulae*'nin ülkemizin çoğunlukla Doğu Anadolu Bölgesinin 1000-2500 metrelerindeki, pek bitki yetişmeyen yüksek dağlık alanlarında, Nisan-Haziran ayları içerisinde *Ferula* sp. bitkilerinin kök kalıntıları üzerinde yetiştiği, 10-30 cm çapında, ağırlığı bir kiloyu aşabilen, sütbeyaz renkli, çok lezzetli bir mantar türü olduğu ve yöresel olarak "çarşur, kırkor, çakşır ve heliz mantarı" olarak bilindiği belirtilmektedir. Önceki yıllarda sıklıkla elde edildiği, son yıllarda ise *Ferula* sp. bitkilerinin yakacak ve hayvan besini olarak kullanılması ile iklimsel değişiklikler sonucu yağış düzeninin değişmesi gibi etkenlerin, bu bitkiyi azalttığı ve türün kök kalıntıları üzerinde yetişen bu mantarın da azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca; mantarın tam olgunlaşmadan, bilinçsizce toplanmasıyla, sporlarının doğal çevreye yayılmasının engellendiği gözlenmiştir. Özellikle "diken mantarı" olarak bilinen *P. eryngii* var. *eryngii*'nin ise; *Eryngium* spp. üzerinde yetiştiği ve *P. eryngii* var. *ferulae* gibi çok sayıda varyeteleriyle karıştırıldığı bildirilmiştir (Akyüz, 2008).

P. eryngii'nin besin değeri bakımından oldukça önemli bir tür olduğu belirlenmiştir. *P. eryngii*'nin; %86.01 su, %13.99 kuru madde, %3.00 protein, %0.57 yağ, %1.12 kül, 9.90 mg/100 g C vitamini, 0.48 g/100 g N, 73.1 mg/100 g P, 141.4 mg/100 g K, 0.3 mg/100 g Fe, 79.6 mg/100 g Ca, 22.3 mg/100 g Na ve 0.18 mg/100 g Mn içerdiği bildirilmiştir (Alan ve Padem, 1991).

Mau et al. (1998), *P. eryngii* var. *eryngii*'nin %87.4-88.0 su, %11.92-12.54 kuru madde, %9.12-22.15 ham protein, %61.12-77.33 karbonhidrat, %0.81-1.81 ham yağ ve %5.15-7.21 kül içerdiğini bildirmişlerdir.

P. eryngii var. *ferulae*'de 69 µg/g Ca, 33 µg/g Fe, 78 µg/g Zn ve 0.04 µg/g Se tespit edilmiştir (Gong *et al.*, 2003).

Başka bir çalışmada *P. eryngii* var. *ferulae*'nin; %91.11 su, %8.89 kuru madde, %30.3 ham protein, %47.8 karbonhidrat, %5.71 ham yağ, %4.96 kül, 0.23 mg/g Ca, 0.85 mg/g Mg, 4.99 mg/g P, 16.2 mg/g K, 0.07 mg/g Fe ve 0.08 mg/g Zn içerdiği tespit edilmiştir (Guo *et al.*, 2007).

Akyüz (2008) tarafından yapılan çalışmada *P. eryngii* var. *eryngii* nin %91.1-92.8 kuru madde, %7.2-8.9 nem, %13.6-29.9 ham protein, %0.3-2.9 ham yağ, %4.8-6.7 ham kül, %85.1-87.4 organik madde, 11.0-18.9 mg/g K, 0.35-1.03 mg/g Ca, 160.7-880.1 mg/kg Na, 602.4-1524.5 mg/kg Fe, 44.7-102.7 mg/kg Zn, 17.7-37.5 mg/kg Mn, 12.6-36.0 mg/kg Cu, 0.014-0.064 mg/kg A vitamini, 0.869-3.565 mg/kg E vitamini ve 55.980-473.405 mg/kg C vitamini içerdiği saptanmıştır. Ayrıca *P. eryngii* var. *ferulae*'nin %91.7-92.7 kuru madde, %7.3-8.3 nem, %8.5-19.7 ham protein, %2.5-4.1 ham yağ, %5.4-6.1 ham kül, %85.8-86.9 organik madde, 14.3-22.6 mg/g K, 0.12-0.70 mg/g Ca, 100.0-307.5 mg/kg Na, 519.5-1142.3 mg/kg Fe, 33.5-102.5 mg/kg Zn, 41.6-64.6 mg/kg Mn, 25.8-48.5 mg/kg Cu, 0.0-2.3 mg/kg Cr, 0.015-0.079 mg/kg A vitamini, 0.668-2.270 mg/kg E vitamini, 102.385-333.193 mg/kg C vitamini içerdiği tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca azotça zengin pirinç kepeği gibi substratların kullanılmasıyla elde edilen ürünün; protein miktarı, vitamin değeri ve mineral element gibi besleyici içeriklerin zenginleştirilebileceği ortaya konmuştur.

P. eryngii besin değeri yanında önemli tıbbi özelliklere de sahiptir. *P. eryngii*'nin antihipertansif, antioksidan, kolesterol düşürücü, bağışıklık sistemini düzenleyici, antitümör, antibakteriyel, antiviral, antifungal, antiinflamatuvar ve anti-osteoporotik etkileri olduğu gösterilmiştir (Ngai and Ng, 2006). Ayrıca *P. eryngii*'nin yaşlanmayı geciktirici (Guillen *et al.*, 2000) ve kan şekerini düşürücü özelliklere sahip olduğu (Kang *et al.*, 2001) ve kolon kanseri hücrelerinin çoğalmasını engellediği (Hawang *et al.*, 2003) bildirilmiştir.

Mishra *et al.* (2013) yaptıkları çalışmada incelenen farklı *Pleurotus* türleri arasında (*P. citrinopileatus*, *P. djamor*, *P. eryngii*, *P. flabellatus*, *P. ostreatus*, *P. sajor-caju* ve *P. florida*) *P. eryngii*'nin en yüksek fenolik içeriğine (21.67 mg TAE/g misel) ve

DPPH serbest radikali üzerinde RSA (radikal temizleyici aktivitesi) bakımından (%69.67) en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirlemiştir.

P. eryngii'nin de içinde bulunduğu *Pleurotus* türlerinden elde edilebilen “polisakkarit, beta-glukan, proteoglukan, pleuran, lektin, lovastatin, eryngeolysin, glikopeptit, ribonükleaz” gibi birçok biyoaktif bileşenin antibakteriyal, antiviral, antifungal, antibiyotik, antitümör, antiinflamator, antikolesterol, antigenotoksik, antihipertansif, antiproliferatif, antioksidan, antihiperglisemik ve antihiperlipideamik aktiviteye sahip olduğu, bağışıklık sistemini desteklediği, tümör gelişimini ve imflamasyonu engellediği, kan lipit düzeyinin ve yüksek kan basıncının azaltılmasına yardımcı olduğu, kardiovasküler hastalıklara karşı koruma sağladığı, bildirilmiştir (Francia *et al.*, 1999; Gunde-Cimerman, 1999; Jose and Janardhanan, 2000; Wang *et al.*, 2000; Gunde-Cimerman and Plemenitas, 2001; Ngai and Ng, 2004; Zhang *et al.*, 2004; Periasamy, 2005; Carbonero *et al.*, 2006; Ngai and Ng, 2006; Elmastas *et al.*, 2007; Synytsya *et al.*, 2009; Lin *et al.*, 2014).

2.2. *P. eryngii*'nin Misel Gelişimi ve Tohumluk Misel Üretimi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

P. eryngii'nin misel gelişimi için en uygun sıcaklığın 25 °C olduğu tespit edilmiştir. Bu türün misellerinin yavaş geliştiği ve mikroorganizmalara karşı rekabet etme gücünün ise diğer *Pleurotus* türlerinden daha az olduğu belirtilmiştir (Rambelli, 1983).

Finlay *et al.* (1992), nitrat formunda azot içeren ortamda mantarların misel gelişiminin genellikle daha yavaş olduğunu belirlemiştir.

Zervakis and Balis (1992), *P. eryngii*'nin misel gelişimi için en uygun sıcaklığın 27°C ve besin ortamının PDA olduğunu bildirmişlerdir.

Buswell *et al.* (1993), azotun fungal gelişim ve özellikle protein ve enzim sentezi gibi metabolik aktiviteler için çok önemli ve gerekli bir element olduğunu bildirmişlerdir.

Griffin (1994), mannitol ve fruktozun glikozdan sonra mantarlar tarafından en yaygın kullanılan karbon kaynakları olduğunu ve nitratın bazı Basidiomisetlerin misel gelişimi üzerinde engelleyici etkiye sahip olduğunu bildirmiştir.

Kim *et al.* (1997), *P. eryngii*'nin optimum misel gelişim koşullarını araştırmışlardır. Çalışmada farklı besin ortamları (Czapek, Hoppkins, Lilly, Tochinal ve Beadle), inkübasyon sıcaklıkları (10, 15, 20, 25, 30 ve 35 °C), başlangıç pH değerleri (4.0, 5.0, 6.0, 7.0 ve 8.0), karbon kaynakları (glikoz, fruktoz, mannoz, galaktoz, ksiloz, arabinoz, riboz, maltoz, sukroz, laktoz, inulin, dekstrin, rafinoz ve mannitol) ve azot kaynakları (NH₄Cl, (NH₄)₂SO₄, (NH₄)₂HPO₄, (NH₄)₂C₂O₄, (NH₄)₂C₄H₄O₆, NH₄H₂PO₄, NH₄NO₃, Ca(NO₃)₂, KNO₃, NaNO₃, NaNO₂, üre, casamino asit, D-alanin, L-asparajin, L-glutamik asit ve DL-serin) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda misel gelişimi için en iyi besin ortamı Lilly, sıcaklık 25-30 °C, pH 6.0, karbon kaynağı glikoz ve dekstrin, azot kaynağı casamino asit olarak bulunmuştur.

Miles (1999), mantarların heterotrofik organizmalar olmaları nedeniyle misel gelişimi için karbon kaynağı ile desteklenmesi gerektiğini, karbon kaynakları kullanılırken genellikle glikozun tercih edilmesinin yerinde olacağını belirtmiştir. Aynı zamanda araştırmacı azotun mantar gelişimi için kullanılan ortamda istenen element olduğunu ve mantar proteinleri, purinleri, primidlerinin sentezi için esas olup, kitinin üretimi için gerektiğini de bildirmiştir. Ayrıca mantarlar tarafından yaygın olarak kullanılan azot kaynaklarının, nitrat ve amonyum tuzları ile organik azot bileşikleri olduğunu belirtmiştir.

P. eryngii var. *ferulae*'nin farklı coğrafik bölgelerden (İsrail, Ukrayna, Slovakya) toplanan 10 popülasyonuna ait toplam 60 genotipin misel gelişimine besin ortamı ve sıcaklığın etkisi araştırılmıştır. Çalışmada Patates Dekstroz Agar (PDA), Malt Ekstrakt Agar (MEA), Patates Glikoz Agar (PGA) ve Czapek's Agar (CzA) besin ortamları ile 5 farklı sıcaklık değeri (4, 19, 27, 30 ve 37 °C) kullanılmıştır. MEA ve PDA besin ortamları incelenen tüm sıcaklıklarda tüm genotiplerin misel gelişimi için en uygun ortamlar olarak bulunmuştur. PDA ortamındaki misel gelişimi 27 ve 30 °C'de MEA ortamına göre daha yüksek bulunmuştur. Diğer taraftan PGA ve CzA besin ortamlarında misel gelişimi zayıf bulunmuştur. Tüm genotiplerde maksimum misel gelişimi 27 °C'de elde edilmiştir. Diğer taraftan, 4 ve 37 °C'de misel gelişimi büyük ölçüde azalmıştır. İsrail izolatları hem 27 °C hem de 30 °C'de iyi bir misel gelişimi göstermiştir. Farklı coğrafik bölgelerden elde edilen genotiplerin misel gelişim hızları arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Ukrayna ve Slovakya genotiplerinin misel gelişim hızı 27 °C'de İsrail genotiplerinden daha yüksek

bulunmasına rağmen, İsrail genotipleri 37 °C'yi Ukrayna ve Slovakya genotiplerine göre daha fazla tolere edebilmişlerdir (Lewinsohn *et al.*, 2000).

P. eryngii'nin misel gelişimi farklı ağaç türlerinin (*Quercus serrata*, *Q. acutissima*, *Q. mongolica* var. *grosserrata*, *Acer mono*, *Betula platyphylla* var. *japonica*, *Cryptomeria japonica*, *Larix kaempferi*, *Abies sachalinensis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Shorea* spp.) talaşından hazırlanan ortamlarda araştırılmıştır. Çalışmada 85 mm çapındaki petri kaplarına 100 gr karışım (talaş:buğday kepeği, 5:1, v/v, nem içeriği %65) konulmuş ve otoklavda 120 °C'de 30 dakika boyunca steril edilmiştir. Daha sonra soğuduğunda 5 mm miselli agar parçası ile aşılınmış ve 10 gün boyunca 22 °C'de karanlıkta inkübe edilmiştir. *P. eryngii*'nin misel gelişimi için en uygun tür *C. japonica* olarak tespit edilmiştir. En kötü misel gelişimi *L. kaempferi* talaşından hazırlanan ortamda belirlenmiştir. *P. rnenziesii* ve *Shorea* spp. talaşından hazırlanan ortamlarda sınırlı misel gelişimi gözlenmiştir. Çalışmada ayrıca, *P. eryngii*'nin tohumluk misel üretimi için Japon kayını (*Fagus crenata*) talaşı ve buğday kepeği karışımı (3:1, v/v) kullanılmıştır (Ohga, 2000).

Sıvı kültürde *P. eryngii*'nin Pe9701 no'lu irkının misel gelişimi üzerine farklı karbon ve azot kaynaklarının etkisi araştırılmıştır. Misel gelişimi için en iyi karbon kaynakları fruktoz ve maltoz, en kötü karbon kaynağı ise mannitol olarak belirlenmiştir. Organik azot kaynakları, inorganik azot kaynaklarından daha iyi bulunmuştur. Pepton en iyi organik azot kaynağı, amonyum nitrat ise en iyi inorganik azot kaynağı olarak tespit edilmiştir (Song *et al.*, 2001).

Zervakis *et al.* (2001a), *Pleurotus ostreatus*, *P. eryngii*, *P. pulmonarius*, *Agrocybe aegerita*, *Lentinula edodes*, *Volvariella volvacea* ve *Auricularia auricula-judae*'nin misel gelişimi üzerine çevresel parametrelerin etkilerini araştırmışlardır. Farklı sıcaklıklarda (15, 20, 25, 30, 35 ve 40 °C) optimum misel gelişimini belirlemek için patates dekstroz agar ve selüloz besin ortamları kullanılmıştır. Çalışmada *P. eryngii*'nin en iyi misel gelişimi 25 °C'de gözlenmiş olup 35 ve 40 °C'de hiç misel gelişimi olmamıştır. Ayrıca 15 °C'de *P. eryngii*'nin misel gelişim hızı yavaş bulunmuştur. En yüksek misel gelişim hızı (4.5 mm/gün) selüloz besin ortamında 25 °C'de tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise misel gelişim hızları buğday kepeği ve kalsiyum karbonat ilave edilen 7

farklı mantar yetiştiricilik substratında (buğday samanı, pamuk artığı, yer fıstığı kabukları, kavak talaşı, meşe talaşı, mısır koçanı ve zeytin küspesi) değerlendirilmiştir. Yetiştirme ortamları 15 cm uzunluğunda ve 2 cm çapında cam tüplere 100 ml olacak şekilde doldurulmuştur. *P. eryngii* için en yüksek misel gelişim hızı (5 mm/gün) kavak talaşında belirlenirken, yer fıstığı kabukları, mısır koçanı ve pamuk artığı yetiştirme ortamlarında da yeterli ve iyi bir misel gelişimi elde edilmiştir. Bununla birlikte, zeytin küspesi ortamında hiç misel gelişimi olmamıştır.

Gong *et al.* (2002), *P. eryngii*'nin misel gelişimi üzerine besin ortamı ve çevresel faktörlerin etkisini incelemişlerdir. Misel gelişimi için en iyi karbon kaynağı glikoz, azot kaynağı soya unu, C/N oranı 60:1, sıcaklık 25 °C ve pH 5.4 olarak belirlenmiştir.

P. eryngii 1 izolatının misel gelişimi üzerine karbon ve azot kaynaklarının etkileri araştırılmıştır. Çalışmada 6 farklı karbon kaynağı (sukroz, laktoz, fruktoz, çözünebilir nişasta, maltoz ve glikoz) ve 8 farklı azot kaynağı (maya ekstrakt, pepton, üre, NH₄Cl, NH₄NO₃, (NH₄)₂S₀₄, KNO₃ ve CH₃COONH₄) değerlendirilmiştir. Misel gelişimi için en uygun karbon kaynağı çözünebilir nişasta, en uygun azot kaynakları ise maya ekstrakt ve pepton olarak belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca besin ortamında en uygun C/N oranının 20:1 ve en uygun %N oranının %0.12~0.16 olduğu tespit edilmiştir (Han, 2003).

Pleurotus eryngii, *P. sajor-caju*, *P. ostreatus* ve *P. florida*'nın tohumluk misel (spawn) üretiminde buğday, arpa ve darı taneleri kullanılmıştır. En kısa misel gelişimi 8 gün ile *P. florida*'da arpa taneleri üzerinde ve en uzun misel gelişimi 15 gün ile buğday taneleri üzerinde gözlenmiştir (Yakut, 2003).

Kong (2004), *P. eryngii* türünün *Pleurotus*'un diğer türlerinden daha yavaş gelişme gösterdiğini ve en iyi misel gelişiminin 25 °C'de meydana geldiğini bildirmiştir.

Farklı pH değerlerinde meydana gelen farklı misel morfolojisinin biyomas üretimi ve metabolit oluşumu için önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir. Ortam pH'sı hücre morfolojisini, yapısını, değişik besin maddelerinin alımını ve biyosentez üretimini etkileyebilmektedir (Shu and Lung, 2004).

Alavi *et al.* (2005), farklı *P. eryngii* izolatlarının (65 ve 80 nolu izolatlar) misel gelişimi üzerine farklı karbon ve azot kaynaklarının etkilerini incelemişlerdir. En iyi

karbon kaynağı olarak *P. eryngii*'nin 80 nolu izolatu için maltoz, 65 nolu izolatu için galaktoz bulunmuştur. En iyi azot kaynağı *P. eryngii*'nin 80 nolu izolatu için glutamik asit ve pepton, 65 nolu izolatu için ise asparagin ve pepton olarak belirlenmiştir. Maksimum misel gelişimi 80 nolu izolat için 22 g/l maltoz ve 3 g/l asparagin kullanıldığında, 65 nolu izolat için ise 20 g/l maltoz ve 3 g/l asparagin kullanıldığında elde edilmiştir.

P. eryngii'nin 3 farklı irkının (687, 688 ve 689) miselleri MEA (malt ekstrakt, maya ekstrakt, yulaf unu ve agar), MTA (malt ekstrakt, maya ekstrakt, buğday samanı tozu ve agar), MEUA (malt ekstrakt, maya ekstrakt, okaliptüs tozu ve agar) ve MEMA (malt ekstrakt ve agar) besin ortamlarında geliştirilmiştir. En iyi misel gelişim hızı MEA ve MTA ortamlarında gözlenmiştir (Gaitan-Hernandez, 2005).

P. eryngii'nin sıvı kültürde misel gelişimi için en iyi kültür ortamı kompozisyonu %6 soya unu, %3 dekstroz, %0.2 pepton, %0.05 KH₂PO₄, %0.05 MgSO₄ ve 10 mg/L B₁ vitamini olarak belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca optimum sıvı kültür koşulları tespit edilmiştir. Sıvı kültür için ortam hacmi 100 ml, sıcaklık 30 °C, çalkalama hızı 210 rpm, inokulum miktarı %15 ve kültür süresi 4 gün olarak bulunmuştur (Ma, 2005).

P. eryngii'nin misel gelişiminde en iyi karbon kaynağının mısır nişastası, en iyi azot kaynağının pepton, optimum sıcaklığın 25 °C ve pH'nın 5.5-6.5 olduğu belirlenmiştir. Optimum besin ortamı kompozisyonu ise %2 mısır nişastası, %1 pepton, %0.3 KH₂PO₄ ve %0.05 MgSO₄ olarak tespit edilmiştir (Guo *et al.*, 2006).

P. eryngii'nin misel gelişimi kalsiyum tuzları (kalsiyum klorür, kalsiyum sülfat, kalsiyum karbonat ve kalsiyum fosfat) ilave edilen PDA ve talaş ortamında incelenmiştir. Çalışmanın birinci aşamasında PDA besin ortamına %0.5, 1 ve 2 oranında kalsiyum tuzları ilave edilmiş ve 121 °C'de 15 dakika steril edilmiştir. Ortam soğuduktan sonra *P. eryngii* miseli ile aşılansmış ve 25 °C'de 5 gün boyunca inkübe edilmiştir. İkinci aşamada ise talaş ve çeltik kepeği karışımına (4:1, w/w) %0.5, 1 ve 2 oranında kalsiyum tuzları ilave edilmiş, musluk suyu ile karışımın nem içeriği %65 seviyesine getirilmiştir. Daha sonra 30 g ortam petri kabına konulmuş ve otoklavda 121 °C'de 50 dakika boyunca steril edilmiştir. Ortam soğuduktan sonra misel aşılması yapılmış ve 25 °C'de inkübe edilmiştir. PDA besin ortamında kalsiyum karbonat ilavesi misel gelişimini önemli oranda engellemiş olup %2 oranında kalsiyum karbonatın ilave edildiği ortamda hiçbir

misel gelişimi olmamıştır. Benzer şekilde %2 oranında kalsiyum klorür ilave edilen ortamda misel gelişimi önemli oranda düşmüştür. Kalsiyum tuzları içerisinde misel gelişimi üzerinde en az olumsuz etki kalsiyum fosfatta gözlenmiş olup kalsiyum fosfatın %0.5 oranında kullanıldığı uygulamanın misel gelişimi kontrole yakın bulunmuştur. Talaş ortamında ise kalsiyum fosfat ve kalsiyum karbonat ilavesi misel gelişimini engellememiştir. Üstelik, %0.5, 1 ve 2 oranında kalsiyum fosfat ilave edilen ortamda misel gelişim oranı kontrolden daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, kalsiyum klorür ilavesi şiddetli derecede misel gelişimini baskılamış olup, %2 oranında kalsiyum klorür ilave edilen ortamda hiçbir misel gelişimi gözlenmemiştir. Benzer şekilde kalsiyum sülfat ilave edilen ortamda misel gelişimi gözle görülür bir şekilde düşmüştür (Lee *et al.*, 2006).

Okano *et al.* (2007) yaptıkları çalışmada *P. eryngii* türünde tohumluk misel üretiminde talaş ve çeltik kepeği karışımını (9:1) kullanmışlardır. Aşılama yapıldıktan sonra kültürler 20 °C’de inkübe etmişlerdir.

P. eryngii’nin tohumluk misel üretimi için çavdar tohumu (91 g), kırmızı meşe talaşı (13 g), CaSO₄ (3 g) ve musluk suyu (120 ml) karışımı 500 ml’lik şişelere doldurulmuş ve 121 °C’de 45 dakika boyunca otoklavda steril edilmiştir. Soğuduktan sonra her bir şişe PDYA (Patates Dekstroz Maya Agar) ortamında geliştirilen 5 mm çapında 5 adet miselli agar parçası ile aşılansın ve 14 gün boyunca inkübe edilmiştir (Rodriguez Estrada and Royse, 2007).

Malt ekstrakt agar besin ortamını *P. sajor-caju*, *P. eryngii* var. *eryngii*, *P. ostreatus* ve *P. florida* misellerinin sırasıyla 6, 12, 10 ve 8 günde sardıkları ifade edilmiştir. Aynı türlerin misellerinin, tohumluk misel üretimi için buğday tanelerini ortalama 13-15 günde sardığı, en kısa sürede sırasıyla *P. sajor-caju*, *P. florida* ve *P. ostreatus*’un sardığı fakat *P. eryngii* var. *eryngii*’nin ise daha uzun sürede sardığı saptanmıştır (Akyüz ve Kırbağ, 2008).

P. eryngii var. *eryngii* miselinin malt ekstrakt agar ortamını 10 günde, *P. eryngii* var. *ferulae* miselinin 23 günde ve her iki türün de arpa tanelerini 15 günde sardığı belirtilmiştir (Akyüz and Yıldız, 2008).

Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan 4 yabancı *P. eryngii* şapkasından elde edilen sporlar çimlendirilmiş ve elde edilen tek spor izolatları birbirleriyle çaprazlanarak yeni melez bireyler elde edilmiştir. Elde edilen melez bireylerin misel gelişim hızları patates dekstroz agar ortamında belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 9 melez bireyin aktif misel büyüme hızına sahip olduğu ve bunların ticari tohumluk misel üretiminde kullanılabileceği saptanmıştır (Kalmış ve ark., 2008).

Pleurotus ostreatus, *P. sajor-caju*, *P. citrinopileatus* ve *P. florida* türlerinde tohumluk misel üretimi için mısır danesi, mısır koçanı, kabak tohumu, fasulye tohumu kullanılmıştır. Mısır danesi, kabak tohumu ve mısır koçanının su içeriği sırasıyla %35-39, %41-47 ve %64'e getirilmiştir. Ayrıca tohumluk misel üretiminde bütün buğday tohumu ve öğütülmüş buğdayın kullanımı değerlendirilmiştir. *Pleurotus* türlerinin optimum tohumluk misel üretimi için ucuz ve alternatif bir ortam olarak bütün buğday tohumu:distile su (1:3-1:5, (w/v)) ve öğütülmüş buğday:distile su (1:3-1:15, (w/v)) karışımları uygun bulunmuştur (Kashangura, 2008).

P. eryngii'nin misel gelişimi üzerine bakteriyel kültür ırkı *Pseudomonas* sp. P7014'ün etkisi araştırılmıştır. Petri kaplarında bulunun PDA besin ortamına *P. eryngii*'nin miseli ve *Pseudomonas* sp. P7014'ün kültürü birlikte aşılanmıştır. Aşılamadan sonra kültürler 10 gün boyunca inkübasyona tabi tutulmuştur. Bakteri aşılama sonrası yapıldığı kültürde 10 günün sonunda *P. eryngii* miselinin koloni çapı 9 cm iken, bakteri aşılama yapılmadığı kontrol uygulamasında *P. eryngii* miselinin koloni çapı 5 cm olarak bulunmuştur. Ayrıca bakteri aşılama yapıldığı uygulamada misel gelişim hızının da kontrol uygulamasının 3 katından daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Kim *et al.*, 2008).

Yamaç ve ark., (2008) *P. eryngii*'nin M102 nolu izolatının misel gelişiminin en iyi olduğu besin ortamını belirlemek amacıyla 15 farklı besin ortamını (buğday agar, arpa agar, pirinç agar, mısır agar, fasulye agar, nohut agar, malt ekstrakt agar, patates dekstroz agar, Yang ortamı, glukoz malt maya agar, yulaf unu agar, mısır unu maya glukoz agar, malt ekstrakt maya agar, GPPA ve DFA) karşılaştırmışlardır. Misel gelişim hızı ve misel koloni çapı bakımından nohut agar ortamı, misel koloni ağırlığı bakımından ise yulaf unu agar ortamı en iyi sonuçları vermiştir.

P. eryngii'nin farklı ekolojik bölgelerden (Çin, Japonya, Kore ve Tayvan) toplanan 14 ırkında misel gelişimi için en uygun koşullar araştırılmıştır. Çalışmada 10 farklı besin ortamının (Czapek dox, Glikoz pepton, Glikoz tryptone, Hamada, Hennerberg, Hoppkins, Lilly, Complete agar, Patates dekstroz agar ve Maya malt ekstrakt) *P. eryngii*'nin misel gelişimine etkisi araştırılmış ve glikoz pepton, maya malt ekstrakt ile complete agar ortamlarının misel gelişimi için en uygun besin ortamları oldukları belirlenmiştir. Bununla birlikte, Hennerberg ve Hoppkins besin ortamları bu mantarın misel gelişimi için uygun bulunmamıştır. Çalışmada 6 farklı sıcaklık (10, 15, 20, 25, 30 ve 35 °C) ve 6 farklı pH değeri (4, 5, 6, 7, 8 ve 9) incelenmiştir. Maksimum misel gelişimi 25 ve 30 °C'de ve minimum misel gelişimi 10 °C'de sağlanmıştır. 20 ve 35 °C'de benzer bir misel gelişimi gözlenmiştir. Bu mantar türü 5-9 arasındaki çok geniş bir pH aralığını tolere etmiştir. En yüksek misel gelişimi pH 6'da belirlenmesine rağmen, 5-9 arasındaki pH aralığında misel gelişimi bakımından önemli bir varyasyon gözlenmemiştir. Çalışmada ayrıca *P. eryngii*'nin misel gelişimi için 10 farklı karbon kaynağı (dekstrin, fruktoz, galaktoz, glikoz, laktoz, maltoz, mannoz, sorbitol, sukroz ve ksiloz) içerisinde dekstrin en iyi karbon kaynağı olarak bulunmuş, bunu fruktoz, mannoz ve maltoz izlemiştir. Diğer taraftan ksiloz ve galaktoz en kötü karbon kaynağı olarak belirlenmiştir. İncelenen 10 farklı azot kaynağı (alanin, amonyum asetat, amonyum fosfat, arginin, kalsiyum nitrat, glisin, histidin, metionin, potasyum nitrat ve üre) arasında amonyum asetat en iyi azot kaynağı olarak bulunmuş, onu arginin ve üre izlemiştir. Çalışmada azot kaynağı olarak alaninin kullanıldığı ortamda misel gelişimi olmamış, histidin ve metioninin kullanıldığı ortamda ise en az misel gelişimi gözlenmiştir. Ayrıca *P. eryngii*'nin misel gelişimi için organik azot kaynaklarının inorganik azot kaynaklarından daha etkili olduğu bildirilmiştir (Alam *et al.*, 2009).

P. eryngii'nin 3 ve 528 nolu ırklarında misel gelişimine sıcaklık ve pH'nın etkileri araştırılmıştır. Çalışmada 20-30 °C'deki sıcaklıklarda uygun misel gelişimi gerçekleşmiştir. Misel gelişimi için optimum sıcaklık 25°C olarak belirlenmiştir. Her iki ırkın misel gelişimi 4.5-8.5 pH aralığında sağlanabilmesine rağmen, optimum misel gelişimi 5.5-6.0 pH'da belirlenmiştir. Bu türün çok geniş bir pH aralığında misel gelişimi olmasına rağmen asidik koşullarda daha iyi geliştiği sonucuna varılmıştır (Cai *et al.*, 2009).

Kalsine edilmiş (kireç haline getirilmiş) deniz yıldızı tozu ilavesinin *P. eryngii* mantarının misel gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Talaş ve çeltik kepeği karışımına (4:1, w/w) %0, 1, 3, 5 ve 10 oranında deniz yıldızı tozu ilave edilmiştir. Nem içeriği %65 olacak şekilde nemlendirildikten sonra petri kaplarına 30 g ortam konulmuş ve 121 °C'de 50 dakika boyunca steril edilmiştir. Soğuduktan sonra *P. eryngii* miseli ile aşılansmış ve 25 °C'de 5 gün boyunca inkübe edilmiştir. Talaş ortamına %1 ve 3 oranında deniz yıldızı tozu ilavesi misel gelişimini baskılamamıştır. Ortama %3 oranında deniz yıldızı tozu ilavesinde misel gelişiminde çok hafif bir azalış olmakla birlikte kontrole göre istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte %5'ten daha fazla deniz yıldızı tozu ilavesi misel gelişim hızında önemli oranda azalmaya neden olmuştur (Choi *et al.*, 2009).

P. eryngii (DC.) Gillet mantarında farklı hibrid bireylerin spawn sarma sürelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada doğadan toplanan farklı *P. eryngii* şapkalarından elde edilen tek sporların çimlenmesi ile oluşan homokaryon misellerin hibridizasyonu sonucu ortaya çıkan dokuz farklı heterokaryon bireyin spawn sarma süreleri tespit edilmiştir. Spawn hazırlanmasında taşıyıcı materyal olarak buğday taneleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan farklı ırklar torbayı 12-16 gün içinde sarmıştır. Çalışma sonucunda B2, D2 ve C1 hibridlerinin spawn materyalini ticari *P. eryngii* ırkından (M 2600) daha hızlı sardığı belirlenmiştir (Kalyoncu ve ark., 2009).

P. eryngii var. *eryngii*'nin tohumluk miselini hazırlamak için çavdar tohumu (91 g), kırmızı meşe talaşı (13 g) ve CaSO₄ (3 g) karışımı 120 ml musluk suyu ile ıslatılmış, daha sonra 500 ml'lik şişelere doldurulmuş ve otoklav edilmiştir. Soğuduktan sonra 5 mm çapında 5 adet miselli agar parçası ile aşılansmış ve oda sıcaklığında 1 hafta boyunca inkübe edilmiştir. Karışımda misel gelişimini yaymak için şişeler çalkalanmış ve 1 hafta daha inkübe edilmiştir. Daha sonra şişeler tekrar çalkalanmış ve kullanılıncaya kadar 4°C'de buzdolabında saklanmıştır (Rodriguez Estrada *et al.*, 2009).

P. eryngii'nin misel gelişimi üzerine sıcaklık, pH ve ortamın su içeriğinin etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda optimum sıcaklık 25 °C, optimum pH 5.8 ve optimum su içeriği %75 olarak belirlenmiştir (Chen *et al.*, 2010).

P. eryngii'nin misel gelişimi üzerine değişik karbon ve azot kaynakları, mineral elementler, vitaminler ve fitohormonların etkileri incelenmiştir. Fruktoz, glikoz ve

mannoz misel gelişimi için en iyi üç karbon kaynağı olarak belirlenmiştir. Araştırılan organik ve inorganik azot kaynakları içerisinde pepton en iyi azot kaynağı olarak bulunmuş, onu malt unu ve maya ekstrakt izlemiştir. İncelenen fitohormonlar arasında en iyi misel gelişimi 8 mg/L IAA ve KT kullanıldığında elde edilmiştir. Çalışmada ayrıca 1.0 g/L magnezyum sülfat ve monopotasyum fosfat ile 6 mg/L B2 vitamini ve nikotinik asit misel gelişimini teşvik etmiştir. *P. eryngii*'nin misel gelişiminin karbon ve azot kaynakları, mineral elementler, vitaminler ve fitohormonlardan önemli ölçüde etkilendiği sonucuna varılmıştır (Ma *et al.*, 2010).

P. eryngii'nin Pe-1, Pe-2 ve Pe-3 suşlarının tohumluk misel üretimi için talaş+buğday kepeği (2:1) ortamına %0.2 kalsiyum karbonat ilave edilmiştir. Karışımın nem seviyesi %65'e ayarlanmıştır. Polipropilen torbalar (25 x 17 cm) 250 g karışım ile doldurulmuş ve 121°C'de 1 saat boyunca otoklavda steril edilmiştir. Soğuduktan sonra steril şartlarda inokule edilmiştir. Karanlık koşullarda 25°C'de inokulasyondan 15-20 gün sonra misel gelişimi tamamlanmış ve tohumluk misel üretimi sağlanmıştır (Moonmoon *et al.*, 2010).

Wang (2010) tarafından yapılan çalışmada *P. eryngii*'nin "Xing le" ırkının misel gelişimi için optimum sıcaklık 25 °C, pH 5.0, nem %65 ve C/N oranı 60:1 olarak belirlenmiştir.

Zharare *et al.* (2010), 8 *Pleurotus* ırkının (*P. eryngii*, *P. cornicopae* var. *citrinopilae*, *P. sajor-caju* ırk 1 ve 2, *P. ostreatus* ırk 1, 2 ve 3, *P. salmoneo stramineus*) PDA besin ortamında misel gelişimi üzerine sıcaklık ve hidrojen peroksitin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada ilk önce farklı *Pleurotus* ırkları agar ortamında 25, 30 ve 35 °C'de kültüre alınmıştır. Daha sonra 27 °C'de 6 farklı hidrojen peroksit konsantrasyonunun (%0, 0.001, 0.0032, 0.01, 0.0316, 0.1, v/v) *Pleurotus* ırklarının misel gelişimine etkisi belirlenmiştir. Maksimum misel gelişimi 25-30 °C'de gözlenmiştir. Bununla birlikte, 35 °C bir ırk hariç diğer tüm ırklarda misel gelişimi üzerinde zararlı etkiye sahip bulunmuştur. Çalışmadaki tüm ırkların ortalaması olarak en yüksek misel gelişim hızı (0.44 cm/gün) 25 °C'de elde edilmiş, onu 30 °C izlemiş (0.41 cm/gün) ve sıcaklığın 35 °C'ye (0.16 cm/gün) artmasıyla birlikte misel gelişim hızı büyük oranda azalmıştır. 35 °C'de nispi misel gelişim oranı %6-91 arasında değişmiş olup bu durum

Pleurotus ırklarının yüksek sıcaklığa toleransında büyük farklılıklar olduğunu göstermiştir. En yüksek misel gelişim hızına sahip ırk *P. sajor caju* 1 ırkı (0.71 cm/gün) iken, en düşük misel gelişim hızı *P. eryngii*'de (0.21 cm/gün) belirlenmiştir. *Pleurotus* ırklarının misel gelişim hızı hidrojen peroksit konsantrasyonundan önemli oranda etkilenmiştir. Hidrojen peroksit konsantrasyonunun %0'dan %0.001'e artmasıyla misel gelişim hızı tüm ırklarda artmıştır. Fakat hidrojen peroksit konsantrasyonu %0.001'den daha fazla arttığında misel gelişim hızı tüm ırklarda azalmıştır. İrkların hidrojen peroksit duyarlılığında belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Mantar ırkları arasında 6 farklı hidrojen peroksit konsantrasyonunda en yüksek misel gelişim hızı *P. sajor caju* 1 ırkında (0.58 cm/gün), en düşük misel gelişim hızı ise *P. eryngii*'de (0.20 cm/gün) bulunmuştur. Test edilen en yüksek hidrojen peroksit konsantrasyonunda (%0.1) *P. eryngii* ve *P. salmoneo stramineus*'un misel gelişimi tamamen engellenmiştir. Tüm ırklarda hidrojen peroksit konsantrasyonu ve misel gelişim hızı arasında oldukça önemli korelasyonlar ($r^2 > 0.96$) elde edilmiştir. *P. sajor-caju*'nun 1 nolu ırkı hem yüksek sıcaklığa hem de yüksek hidrojen peroksit konsantrasyonuna en dayanıklı ırk olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda kimyasal bir steril edici madde olarak hidrojen peroksitin kullanımının onun toksisitesine dayanıklı ırkların seçilmesi durumunda hem mantar yetiştiriciliği hem de tohumluk misel üretimi için oldukça ucuz bir metot olduğu bildirilmiştir.

Andrino *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada 2 farklı *P. eryngii* ırkının (PLERPER ve PLERSE) katı ve sıvı ortam kültüründe optimum misel gelişim parametreleri belirlenmiştir. Katı besin ortamı olarak PDA, MEA ve CYM kullanılmış ve pH 7'ye ayarlanmıştır. Misel aşılması yapılan kültürler 18, 21, 25 ve 28 °C'de inkübe edilmiştir. Katı ortam kültüründe besin ortamı ve sıcaklığa bağlı olarak her iki ırkta da misel gelişim hızı ve misel kuru ağırlığında önemli farklılıklar gözlenmiştir. PLERPER ırkında üç besin ortamında da en yüksek misel gelişim hızı 21 °C'de, en yüksek misel kuru ağırlığı ise 25 °C'de elde edilmiştir. Aynı şekilde PLERSE ırkında üç besin ortamında en yüksek misel gelişim hızı 21 °C'de, en yüksek misel kuru ağırlığı PDA ve MEA ortamlarında 18 °C'de ve CYM ortamında 25 °C'de belirlenmiştir. En yüksek misel gelişim hızı PLERPER ırkında PDA besin ortamında, en düşük misel gelişim hızı ise PLERSE ırkında PDA besin ortamında belirlenmiştir. Sıvı kültür için ise *P. eryngii*'nin PLERSE ırkı ile CYM ve PDB besin ortamları kullanılmıştır. Ortamların pH'sı 7'ye

ayarlanmıştır. Kùltürler 25 °C ve 100 rpm'de 7 gün boyunca biyoreaktörde inkübe edilmiştir. Misel kuru ağırlığı bakımından en yüksek değerler her iki ırktada CYM ortamından elde edilmiştir. Toplam biyokùtle yař ağırlığı CYM besin ortamında 61.8 g iken PDB besin ortamında 6.1 g olarak bulunmuştur. Benzer şekilde toplam biyokùtle kuru ağırlığı CYM besin ortamında 14.9 g ve PDB besin ortamında 1.1 g olarak belirlenmiştir.

Choi *et al.* (2011), kalsine edilmiş (kireç haline getirilmiş) istiridye kabuğu tozu ilavesinin *P. eryngii* mantarının misel gelişimi úzerine etkisini araştırmışlardır. Talaş ve çeltik kepeği karışımına (4:1, w/w) %0, 1, 2, 3, 4 ve 5 oranında istiridye kabuğu tozu ilave edilmiştir. Petri kaplarına 30 g ortam konulmuş ve 121 °C'de 50 dakika boyunca steril edilmiştir. Daha sonra *P. eryngii* miseli ile aşılanmış ve 25 °C'de 5 gün boyunca inkübe edilmiştir. Talaş ortamına %1 oranında istiridye kabuğu tozu ilavesi misel gelişim hızında herhangi bir azalışa neden olmaksızın etkisi kontrolle aynı bulunmuştur. Fakat %2, 3, 4 ve 5 oranında istiridye kabuğu tozu ilavesi misel gelişim hızında bir düşüşe neden olmuştur ve en fazla düşüş %4 ve 5 oranında istiridye kabuğu tozu ilavesinde gözlenmiştir. %2 ve 3 oranında istiridye kabuğu tozu ilavesinde misel gelişimindeki azalış kontrole göre istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Çalışma sonucunda talaş ortamına %4'ten daha fazla istiridye kabuğu tozu ilavesinin *P. eryngii*'nin misel gelişimini önemli oranda baskıladığı bildirilmiştir.

Gao *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada *P. eryngii*'nin misel gelişimi için farklı besin ortamları (patates, pamuk tohum kabukları, buğday kepeği, odun tozu, soya fasulyesi and Mung fasulyesi) karışılaştırılmıştır. En iyi misel gelişimi buğday kepeği ortamında elde edilmiş, onu patates ve pamuk tohum kabukları ortamları takip etmiştir.

P. eryngii'nin 15 farklı suşunun farklı sıcaklıklarda (5, 10, 15, 20, 25, 30 ve 35 °C) ve farklı pH değerlerinde (4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8, 8.5 ve 9) misel gelişimi malt agar besin ortamında araştırılmıştır. *P. eryngii* suşlarının büyük bir çoğunluğu için optimum sıcaklık 25-30 °C olarak bulunmuştur. Bu türün misel gelişimi için 35 °C uygun bulunmamış olup, 5 °C'de misel gelişiminin oldukça yavaş olduğu tespit edilmiştir. Suşların ortalama günlük misel gelişim hızı 6.6-8 mm olarak belirlenmiştir. PEC ve PEF suşları en yüksek misel gelişim hızına sahip bulunmuştur. En uzun misel gelişim süresi

5°C’de (41 gün), en kısa misel gelişim süresi 25°C’de (11.5 gün) belirlenmiştir. Misel gelişim hızı pH 4’te daha düşük olup diğer pH değerlerinde genellikle birbirine yakın bulunmuştur. Bununla birlikte bazı suşlar nispeten yüksek pH değerlerinde (pH 8-9) daha hızlı misel gelişimi göstermiştir. En uzun misel gelişim süresi pH 4’de (14.5 gün), en kısa misel gelişim süresi pH 7.5’da (11.9 gün) belirlenmiştir. Çalışmada optimum asidik pH 4.5, optimum alkali pH 7.5-8.5 olarak tespit edilmiştir. Tohumluk misel üretimi için çavdar kullanılmıştır. 500 ml’lik şişeler 200 g çavdar ile doldurulmuş ve 121 °C’de 2 saat steril edilmiştir. Soğuduktan sonra şişeler 2 cm çapındaki agar diski ile aşılansmıştır. 25 °C’de 10 gün sonra miseller çavdar ortamını sarmıştır (Szarvas *et al.*, 2011).

Özkan ve Yamaç (2012) *P. eryngii*’nin biyoprotein üretimi üzerine farklı sıcaklık ve başlangıç pH değerlerinin etkisini araştırmışlardır. Çalışmada *P. eryngii*’nin M102 nolu izolatının 6 farklı sıcaklıkta (20, 25, 30, 35, 40 ve 45 °C) ve 9 farklı başlangıç pH değerinde (4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 7.5 ve 8) 10 gün inkübe edilmesi ile biyoprotein üretimini artıran inkübasyon sıcaklığı ve besiyeri başlangıç pH’sı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda *P. eryngii* izolatının en yüksek biyoprotein değerleri 20 ve 25 °C sıcaklık (3.06 g/L) ile pH 5’te (4 g/L) tespit edilmiştir.

P. eryngii (DC.) Quel. Fr.’nin spawn materyali olarak farklı tahılların (arpa, buğday, çavdar, mısır, pirinç ve yulaf) kullanım imkânları araştırılmıştır. *P. eryngii*’nin en iyi pirinç üzerinde ve en zayıf mısır üzerinde gelişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu tür için misel gelişim sırası mısır<çavdar<arpa<buğday<yulaf<pirinç şeklinde olmuştur (Şeker ve ark., 2012).

Farklı ortam sıcaklığı (14, 15, 16, 17 ve 18 °C) ve nem değerlerinin (%89, 91, 93, 95, 97) mantar üretim odasında *P. eryngii*’nin misel gelişimine etkisi incelenmiştir. Misel gelişimi bakımından en iyi sıcaklık değeri 17 °C olarak bulunmuş, onu 18 °C takip etmiştir. En düşük misel gelişimi 14 °C’de gözlenmiştir. Nem değerleri arasında ise en iyi misel gelişimi %95 nemde tespit edilmiş, onu %93 nem değeri izlemiştir. Çalışma sonucunda mantar üretim odasında *P. eryngii*’nin misel gelişimi için en iyi sıcaklık-nem kombinasyonu 17 °C sıcaklık için %95 veya %97 nem, 18 °C sıcaklık için %93 veya %95 nem olarak belirlenmiştir (Yang *et al.*, 2012).

Shi (2013), *P. eryngii* var. *tuoliensis*'in misel gelişiminde mineral elementlerin rolünü araştırmıştır. En yüksek misel gelişim hızı %0.1 KCl ve %0.3 CaCl₂ konsantrasyonunda sağlanmıştır. Buna karşılık %0.4 K⁺ ve %2.4 Ca²⁺ konsantrasyonlarında misel gelişimi baskılanmıştır. %0.02-0.15 NaH₂PO₄ ve %0.3-1.2 NaCl konsantrasyonlarında misel gelişimi yavaşlamıştır. %0.005-0.04 MgCl₂ konsantrasyonu misel gelişimi üzerinde çok az etkiye sahip bulunmuştur.

P. eryngii'nin sıvı kültüründe kolza samanı yedek karbon kaynağı olarak kullanılmış ve çalışmada farklı azot kaynaklarının (pepton, fasulye posası, amonyum nitrat, amonyum sülfat, tartarik asit), metal iyonlarının (FeSO₄, KCl, CaSO₄, CuSO₄, MnSO₄, ZnSO₄), organik asitlerin (oksalat ve glikolik asit) ve farklı konsantrasyonlarda Tween 80'in misel kuru ağırlığı üzerine etkileri araştırılmıştır. En yüksek misel kuru ağırlığı azot kaynakları arasında fasulye posasından (0.53 g/100 ml) elde edilmiştir. Çalışmada ayrıca fasulye posasının farklı konsantrasyonları denenmiş, en yüksek misel kuru ağırlığı (1.50 g/100 ml) fasulye posasının %2 oranında ilave edildiği ortamdan sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan 6 farklı metal iyonları arasında 0.5 mM MnSO₄ (1.47 g/100 ml), CuSO₄ (1.45 g/100 ml) ve ZnSO₄ (1.30 g/100 ml) kontrole göre misel kuru ağırlığını önemli derecede artırmıştır. Benzer şekilde 1 mM glikolik asit (1.48 g/100 ml) ve oksalat (1.43 g/100 ml) kontrole göre misel kuru ağırlığını önemli miktarda artırmıştır. Tween 80'in farklı konsantrasyonları arasında %0.1 oranında Tween 80 ilavesi (1.40 g/100 ml) misel kuru ağırlığını kontrole göre büyük ölçüde artırmıştır. Çalışma sonucunda *P. eryngii*'nin misel üretimi için optimum ortamın %3 kolza samanı, %2 fasulye posası, 0.25 mM CuSO₄, 0.25 mM MnSO₄, 0.5 mM oksalat ve 0.5mM glikolik asitten oluştuğu sonucuna varılmıştır. Optimum ortamda *P. eryngii*'nin misel kuru ağırlığı 1.66 g/100 ml ve kolza samanı karbon kaynağı olarak glikozun yerine kullanıldığında misel kuru ağırlığı 2.03 g/100 ml olarak belirlenmiştir. Bu yüzden *P. eryngii*'nin sıvı kültüründe kolza samanının yedek karbon kaynağı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Song, 2013).

P. eryngii'nin misel gelişimi üzerine yetiştiricilik materyalinin C/N oranının etkileri araştırılmıştır. Ana yetiştiricilik materyali olarak pamuk tohum kabukları kullanılmış ve ona farklı oranlarda mısır koçanı, buğday kepeği, kuru saman, mısır unu ve soya unu ilave edilmiştir. Yetiştiricilik ortamlarının C/N oranı 25:1-35:1 arasında

değişmiştir. Misel gelişimi özellikle 30:1-35:1 C/N oranında daha iyi bulunmuştur (Dai *et al.*, 2014).

Owaid *et al.* (2014), *P. eryngii*'nin misel gelişimi üzerine değişik kültür ortamlarının etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada buğday samanı, talaş ve hurma lifinin farklı oranlarda kullanıldığı S1EA (%100 buğday samanı), S2EA (%70 buğday samanı, %20 talaş ve %10 hurma lifi), S3EA (%50 buğday samanı, %30 talaş ve %20 hurma lifi), S4EA (%100 talaş) ve S5EA (%100 hurma lifi) olmak üzere 5 değişik besin ortamı kullanılmıştır. *P. eryngii*'nin misel gelişimi için en iyi ortamın S5EA olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık S4EA ortamında misel gelişimi düşük bulunmuştur. En yüksek misel gelişim hızı S5EA ortamında (9.4 mm/gün), en düşük misel gelişim hızı ise S4EA ortamında (6.3 mm/gün) tespit edilmiştir. En kısa misel gelişim süresi S5EA ortamında (10 gün), en uzun misel gelişim süresi ise S4EA ortamında (14 gün) belirlenmiştir. Çalışmada *P. eryngii*'nin misel gelişimi için hurma lifinin başarılı bir şekilde kullanılabilirdiği sonucuna varılmıştır.

2.3. *P. eryngii*'nin Yetiştiriciliği ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Upadhyay and Vijay (1991), *P. eryngii*'nin yetiştiriciliği için organik katkı maddesi olarak çeltik kepeği, buğday kepeği, tavuk gübresi, bira posası ve pamuk tohumu küspesini kullanmışlardır. En yüksek biyolojik etkinlik (%73) bira posasından elde edilirken, katkı maddesinin kullanılmadığı buğday samanı ortamı mantar üretimi için başarısız olmuştur.

Baeza *et al.* (2000), *P. eryngii*'nin kültür ortamı olarak 60 g kuru buğday tanesi, 30 g buğday sapı, 10 g kuru buğday unu ve 20 g kalkerli toprak içeren yetiştirme ortamını kullanmışlardır. Çalışmada 20-30 günlük inkübasyon süresi sonunda misel gelişimi tamamlanmış ve yetiştirme ortamının üzerine 15 mm kalınlığında örtü toprağı serilmiştir. Yetiştirme ortamının örtü toprağı ile örtülmesinden ilk primordium oluşumuna kadar geçen sürenin 10 gün, ilk primordium oluşumundan hasada kadar geçen sürenin 10-15 gün ve toplam hasat süresinin ise 75 gün olduğu bildirilmiştir.

Farklı ağaç türlerine (*Quercus serrata*, *Q. acutissima*, *Q. mongolica* var. *grosserrata*, *Acer mono*, *Betula platyphylla* var. *japonica*, *Cryptomeria japonica*, *Larix kaempferi*, *Abies sachalinensis*, *Pseudotsuga menziesii* ve *Shorea* spp.) ait çeşitli talaş

ortamları üzerinde *P. eryngii*'nin misel gelişimi ve mantar verimi araştırılmıştır. Misel gelişimi 30 günde tamamlanmıştır. Misel gelişiminden 15-20 gün sonra ilk mantarlar oluşmaya başlamıştır. En iyi misel gelişimi ve verim *C. japonica* talaşını içeren yetiştirme ortamından elde edilmiştir. Ayrıca *A. mono* ve *A. sachalinensis* talaşını içeren yetiştirme ortamlarında da mantar oluşumu bakımından iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bununla birlikte *L. kaempferi* talaşını içeren yetiştirme ortamı bu mantar türünün yetiştiriciliği için uygun bulunmamıştır (Ohga, 2000).

Farklı oranlarda pirinç kepeği içeren talaş ortamının 2 farklı *P. eryngii* ırkında (ATCC 360-47 ve Holland 150) verim ve biyolojik etkinliğe etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *P. eryngii*'nin ATCC 36047 ve Holland 150 ırklarında en yüksek verim ve biyolojik etkinlik sırasıyla %48 ve %38 kepek içeren ortamlarda belirlenmiştir (Peng *et al.*, 2000).

Philippoussis *et al.* (2000), buğday sapı, pamuk artığı, yer fıstığı kabukları ve kavak talaşının farklı *Pleurotus* türlerinin (*P. ostreatus*, *P. eryngii* ve *P. pulmonarius*) yetiştiriciliğinde kullanımını değerlendirmişlerdir. Buğday sapı ve pamuk artığında bütün türler yüksek bir kolonizasyon hızı göstermiş ve *Pleurotus* türleri için en uygun substratlar olarak belirlenmişlerdir. Buğday sapı biyolojik etkinlik ve mantar büyüklüğü bakımından en uygun yetiştirme ortamı olarak bulunurken, pamuk artığı erkencilik ve yetiştirme döngüsünün uzunluğu bakımından daha avantajlı bulunmuştur.

Tornøge *et al.* (2000), *P. eryngii* yetiştiriciliğinde ortalama verim ve biyolojik etkinliğin yetiştirme ortamına katkı maddesi ilave edilmesiyle (%0.0-47.95) arttığını bildirmişlerdir. Çalışmada en yüksek verim ve biyolojik etkinliğin yetiştirme ortamına %38.08 çeltik kepeği ilavesiyle elde edildiğini, fakat %47.95 çeltik kepeği ilave edildiğinde verim ve biyolojik etkinliğin düştüğünü bildirmişlerdir.

Philippoussis *et al.* (2001), *P. ostreatus*, *P. eryngii*, *P. pulmonarius*'un seçilen yabani ve ticari 10 ırkını buğday sapı, pamuk sapı ve yer fıstığı artıkları üzerinde yetiştirmişlerdir. *P. eryngii* buğday sapı üzerinde daha hızlı misel gelişimi göstermiştir. En yüksek mantar verimleri *P. eryngii* türünde buğday sapı üzerinde elde edilmiştir. *P. eryngii*'nin verimi ile yetiştirme ortamının C:N oranı arasında pozitif bir korelasyonun

olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca substratın lignin ve düşük azot içeriğinin biyolojik etkinlik ile negatif bir korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir.

P. eryngii yetiştiriciliğinde Japon kadife çamı (*Cryptomeria japonica*) talaşı, mısır koçanı, buğday kepeği ve pirinç kepeğinin 3:1:1:1 oranındaki karışımı kullanılmıştır. Mantarlar 800 ml'lik polipropilen şişelerde yetiştirilmiştir. Çalışmada misel gelişiminin 30-40 günde tamamlandığı, toplam hasat periyodunun 56-60 gün sürdüğü ve ürün miktarının 131-135 g olduğu bulunmuştur (Obatake *et al.*, 2003).

Bao *et al.* (2004), *P. eryngii*'nin yetiştiriciliğinde kayın ağacı (*Fagus crenata*) talaşı ve pirinç kepeği karışımını (3:1) kullanmışlardır. Misellerin 300 ml'lik polipropilen şişelerdeki 200 g yetiştirme ortamını, 20-25 günde sardığını saptamışlardır. Ayrıca misel gelişiminden bir ay sonra mantarların hasat olgunluğuna geldiğini belirtmişlerdir.

P. eryngii yetiştiriciliğinde değişik katkı maddelerinin verim ve kaliteye etkileri araştırılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak kullanılan talaşa buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve soya küspesi gibi üç değişik organik katkı maddesinin ilave edilmesiyle farklı azot düzeylerinin (%0.7, 0.9, 1.1 ve 1.3) etkileri araştırılmıştır. En yüksek biyolojik etkinlik oranı (%58.79) soya küspesiyle %1.1 azot düzeyindeki yetiştirme ortamından elde edilmiş, artan veya azalan azot düzeylerinde verimin düştüğü tespit edilmiştir (İlbay, 2004).

P. eryngii yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak Japon şemsiyesi (*Cyperus alternifolius*) ve Japon kadife çamı (*Cryptomeria japonica*) talaşı buğday kepeği ile karıştırılarak (talaş:buğday kepeği, 5:1) kullanılmıştır. Çalışmada 800 ml'lik şişeler 500 g yetiştirme ortamı ile doldurulmuştur. Misel gelişimi 15 günde tamamlanmış, misel gelişiminden 15-20 gün sonra ilk hasat, 35-40 gün sonra ise ikinci hasat yapılmıştır. Misel gelişimi ve mantar verimi bakımından Japon şemsiyesi talaşı ortamı, Japon kadife çamı talaşı ortamına göre daha iyi bulunmuştur (Ohga and Royse, 2004).

Akyüz (2005), selülozik artıkların *P. eryngii*'nin kültüründe değerlendirilebilme olanaklarını araştırmıştır. Buğday sapı, soya sapı ve buğday sapı ile soya sapının 1:1 oranındaki karışımına %5 ve %10 oranında pirinç kepeği eklenmiştir. En kısa misel gelişim süresi 8 günle soya sapında, en uzun misel gelişim süresi ise 17 günle buğday sapı + % 10 pirinç kepeğinde elde edilmiştir. Ayrıca *P. eryngii* var. *ferulae*'nin ise misel

gelişimi için en kısa süre 12 gün olarak buğday sapı ile buğday sapı + %10.0 pirinç kepeğinde, en uzun süre ise 18 gün olarak buğday sapı-soya sapı (1:1) + %5.0 pirinç kepeğinde saptanmıştır. *P. eryngii*'nin primordium oluşumunda en kısa süre ortalama olarak 36 günle soya sapı + %10.0 pirinç kepeğinde, en uzun süre ise 95 günle buğday sapı + %5.0 pirinç kepeğinde elde edilmiştir. *P. eryngii* var. *ferulae*'nin ise misel kompost ortamını sardıktan 108 gün sonra bile hiçbir deneme grubunda primordium oluşumu gözlenmemiştir. *P. eryngii* de ilk hasat en erken soya sapı + %10.0 pirinç kepeğinde 48 günde, toplam hasat süresi ise buğday sapı + %5.0 pirinç kepeği ve buğday sapı + 10.0 pirinç kepeğinde ortalama 108 günde elde edilmiştir. En düşük verim ve biyolojik etkinlik buğday sapı + %10.0 pirinç kepeğinden (sırasıyla 2.0 g ve %7), en yüksek verim ve biyolojik etkinlik ise buğday sapı-soya sapı (1:1)+ %5.0 pirinç kepeğinden (sırasıyla 28.0 g ve %93) elde edilmiştir.

Tan *et al.* (2005), Çin'in farklı bölgelerinde *P. eryngii* yetiştiriciliği için yaygın olarak kullanılan birkaç yetiştirme ortamının formülasyonunu vermişlerdir. Bunlar; (I) %36 talaş, %36 pamuk tohumu kabuğu, %20 kepek, %6 toz haline getirilmiş soya sapı, %1 alçı, %1 kalsiyum süper fosfat. (II) %30 talaş, %25 pamuk tohumu kabuğu, %15 kepek, %5 toz haline getirilmiş soya sapı, %1 alçı, %1 kalsiyum süper fosfat, %18 mısır koçanı, %5 mısır tozu. (III) %22 talaş, %22 pamuk tohumu kabuğu, %20 kepek, %29 toz haline getirilmiş soya sapı, %1 alçı, %1 kalsiyum süper fosfat, %5 mısır tozu. (IV) %73 talaş, %25 kepek, %1 alçı, %1 kalsiyum süper fosfat'tır.

Talaş yetiştirme ortamına %0.1, 0.5, 1, 2 ve 5 oranında kalsiyum fosfat ilave edilerek ısıya dayanıklı polipropilen şişelerde (850 ml) *P. eryngii* yetiştiriciliği yapılmıştır. Çalışmada %0.1, 0.5 ve 1 oranında kalsiyum fosfat ilavesi yapılan ortamlarda misel gelişim süresi ve primordium oluşum süresi kontrolle aynı bulunmuştur. Bununla birlikte, %2'den daha yüksek kalsiyum fosfat ilavesinde hem misel gelişim süresi hem de primordium oluşum süresi uzamış ve mantar verimi önemli oranda azalmıştır. Kalsiyum fosfat ilavesi mantarın kalsiyum içeriğini 4.5-6.5 kat artırmıştır. Çalışma sonucunda hem kalsiyum içeriği hem de mantar verimi açısından %0.5-1 oranında kalsiyum fosfat ilavesi en uygun bulunmuştur (Lee *et al.*, 2006).

Akyüz and Yıldız (2007), %15 oranında çeltik kepeği ilave edilen buğday samanı, darı samanı, buğday samanı-pamuk samanı karışımında *P. eryngii* yetiştiriciliğini araştırmışlardır. Çalışmada mantar verimi 15-22 g/100g ortam ve biyolojik etkinlik %50-73 arasında değişmiştir. En yüksek verim ve biyolojik etkinlik buğday ve pamuk samanı karışımından elde edilmiştir.

P. eryngii yetiştiriciliği için yetiştirme ortamı olarak şeker kamışı küspesi ve çeltik kepeği (9:1) karışımı kullanılmıştır. Kültür şişeleri 300 g yetiştirme ortamı ile doldurulmuş, steril edilmiş ve 6 g *P. eryngii* tohumluk miseli ile aşılanmıştır. Aşılamadan 52 gün sonra ilk mantar hasadı yapılmıştır. Ortalama verim ilk flaşta 74.3 g/şişe ve ikinci flaşta 5.2 g/şişe olarak belirlenmiştir (Okano *et al.*, 2007).

P. eryngii'nin iki ticari ırkının verim ve mantar büyüklüğü pamuk tohum kabuğu+meşe talaşı ortamına Mn, Cu ve soya unu ekleyerek araştırılmıştır. Pamuk tohum kabuğu (%62), meşe talaşı (%27), soya unu (%6), mısır artığı (%4) ve kalsiyum sülfat (%1) karışımından oluşan yetiştirme ortamına 50, 150 ve 250 µg/g Mn ve Cu ile %4, 8 ve 12 soya unu ilave edilmiştir. Mantar verimi, biyolojik etkinliği, mantar sayısı ve mantar büyüklüğü 50 µg/g Mn ile %8 ve %12 soya unu eklenen ortamlarda, kontrole göre önemli oranda daha yüksek bulunmuştur. Yetiştirme ortamına ilave edilen soya unu miktarı arttıkça mantar veriminin de arttığı tespit edilmiştir. Yetiştirme ortamına 250 µg/g Cu ilavesi verimde azalışa neden olmuştur. Çalışmada ayrıca yetiştirme ortamına Mn ve soya unu ilavesinin mantarların mineral içeriklerini önemli oranda etkilediği belirlenmiştir (Rodriguez Estrada and Royse, 2007).

Wang (2007), *P. eryngii*'nin endüstriyel yetiştiriciliği için sıcaklık, nispi nem, ışık, CO₂ konsantrasyonu ve diğer çevresel koşulların etkisini araştırmıştır. Çalışmada 13 farklı *P. eryngii* ırkı kullanılmış olup, 5 nolu ırk misel gelişim hızı (0.59 cm/gün), verim (145.36 g/şişe), yetiştiricilik süresi (52 gün) ve mantar kalitesi bakımından endüstriyel yetiştiricilik için en uygun ırk olarak belirlenmiştir. *P. eryngii*'nin endüstriyel yetiştiriciliği için en uygun kompost formülü %35 talaş, %35 mısır koçanı, %15 buğday kepeği, %5 mısır unu ve %10 çeltik kepeği olarak tespit edilmiştir. Bu ortamda misel gelişimi en hızlı olmuş ve verim 137.38 g/şişe olarak bulunmuştur. Kompostun nem içeriği %65 ve pH'sı 6.5-7.0 olduğunda misel gelişim hızı ve verim (700-710 g/şişe) en

yüksek seviyeye ulaşmıştır. Misel gelişimi sırasında en uygun sıcaklık 25 °C olarak bulunmuştur. Mantar yetiştiriciliği sırasında yetiştirme odasının optimum çevresel koşulları 4 farklı gelişim safhasında belirlenmiştir. İlk safha olan misel gelişim safhasında optimum hava sıcaklığı 18 °C, nispi nem %97, CO₂ konsantrasyonu 2000 mg/kg, ikinci safha yani primordium oluşum safhasında hava sıcaklığı 16 °C, nispi nem %95, CO₂ konsantrasyonu 1800 mg/kg, üçüncü safha olan mantar yetiştirme safhasında hava sıcaklığı 16 °C, nispi nem %85, CO₂ konsantrasyonu 1800 mg/kg ve dördüncü safha yani hasat safhasında hava sıcaklığı 16 °C, nispi nem %90, CO₂ konsantrasyonu 1500 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

P. eryngii var. *ferulae* mantar türünde buğday samanı (WS), pamuk samanı (CS), mercimek samanı (LS) ve pirinç kepeği (RB) materyallerinden hazırlanan sekiz farklı ortamın (WS, WS+%10RB, WS+%20RB, WS+%10LS, WS+%20LS, WS-CS (1:1), WS-CS (1:1)+%10RB, WS-CS (1:1)+%20RB) misel gelişimi, verim ve biyolojik etkinlik üzerine etkileri araştırılmıştır. En kısa misel sarma süresi (9.2 gün) WS-CS+%20RB ortamından ve en uzun misel sarma süresi (13 gün) WS+20RB ortamından elde edilmiştir. En kısa primordium oluşum süresi 97.4 gün ile WS-CS (1:1) ortamında ve en uzun ise 110.4 gün ile WS+%20RB ortamında tespit edilmiştir. En yüksek verim ve biyolojik etkinlik (sırasıyla 23.2 g/100 g ortam ve %77.2) WS-CS (1:1)+%20RB ortamından, en düşük verim ve biyolojik etkinlik ise (sırasıyla 14.6 g/100 g ortam ve %48.6) WS-CS (1:1) ortamından elde edilmiştir (Kırbağ and Akyüz, 2008a).

Kırbağ and Akyüz (2008b) tarafından yapılan çalışmada *P. eryngii*'nin gelişim periyotları, verim ve biyolojik etkinliği üzerine değişik tarımsal artıkların etkisi araştırılmıştır. Yetiştiricilik için buğday samanı (W), soya samanı (S), mısır sapı (C), fasulye sapı (B), darı samanı (M), pamuk sapı (P) ve pirinç kepeği (RB) kullanılarak 6 farklı yetiştirme ortamı hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan W, W-S (1:1), W-C (1:1), W-B (1:1), W-M (1:1) ve W-P (1:1) yetiştirme ortamlarına %10 ve %20 oranlarında pirinç kepeği ilave edilmiştir. En kısa misel gelişim süresi (8 gün) W-B (1:1) + %10.0 RB ortamında ve en uzun misel gelişim süresi (12.6 gün) W-P (1:1) + %10.0 RB ortamında belirlenmiştir. En kısa primordium oluşum süresi 26.2 gün ile W ortamında ve en uzun ise 44.2 gün ile W-C (1:1) + %20.0 RB ortamında tespit edilmiştir. En yüksek verim ve biyolojik etkinlik (sırasıyla 25.6 g/100 g ortam ve %85.2) W-M (1:1) + %10.0 RB

ortamından, en düşük verim ve biyolojik etkinlik ise (sırasıyla 14.4 g/100 g ortam ve %48.0) W ortamından elde edilmiştir.

Kim *et al.* (2008) yaptıkları çalışmada şişe kültüründe ticari olarak *P. eryngii* yetiştiriciliğinde bakteriyel kültür ırkı *Pseudomonas* sp. P7014'ün etkisini araştırmışlardır. Yetiştirme ortamına *Pseudomonas* sp. P7014'ün ilave edilmesi durumunda misel gelişim hızı bakteri aşılmasının yapılmadığı kontrol uygulamasına göre 1.6 kat artmıştır. Ayrıca kontrolle karşılaştırıldığında primordiyum oluşumunda 1 gün ve ilk hasat süresinde 5 gün erkencilik sağlanmıştır. Araştırmacılar, *P. eryngii* yetiştiriciliğinde kültür süresi boyunca, kompost ortamında *Pseudomonas* sp. P7014'ün varlığının *P. eryngii*'nin gelişimi ile şapka oluşumu için erkencilığe sebep olduğu ve bu mantar türünün ticari üretiminde yararlı olabileceğini birdirmişlerdir.

P. eryngii yetiştiriciliğinde genellikle yetiştirme ortamı olarak talaş, buğday samanı, mısır koçanı, pamuk tohumu kabuğu, çeltik samanı, soya küspesi, buğday ve pirinç kepeği kullanılmaktadır. Torba kültürü *P. eryngii* için en fazla kullanılan yetiştiricilik sistemidir. Genellikle polipropilen veya polietilen torbalar (0.5-3 kg substrat/torba) kullanılmaktadır. Bu sistemde primordium oluşumundan sonra mantar oluşumunu başlatmak için torbalar açılmaktadır. Şişede yetiştiricilik ise Japonya, Güney Kore, Çin, ABD ve Kanada'da bulunan çoğu üretici tarafından kullanılmaktadır. Substrat 850-1000 ml'lik polipropilen şişelere doldurulmaktadır. Bu sistem elle yapılan hasat işleminin dışında, son derece mekanize edilmiş bir sistemdir. Substrat miselle kolonize olduktan sonra şişelerin kapağı açılmakta ve üniform mantar oluşumunu sağlamak için kolonize olmuş substrat yüzeyinin üst tabakası kazınmaktadır (Rodriguez Estrada and Royse, 2008).

Pamuk ve buğday sapı ile pirinç kepeği (PK) karışımlarından hazırlanan ortamlarda *P. eryngii*'nin üç farklı suşunda misel gelişim, primordium ve hasat süreleri belirlenmiştir. En kısa misel gelişim süresi (20.36 gün) saf buğday sapında ve *P. eryngii* (H) suşunda, en uzun misel gelişim süresi ise buğday sapı+%10 PK'da (38.00 gün) ve *P. eryngii* var. *ferulae* (E) suşunda bulunmuştur. Primordium oluşum süresi en kısa saf buğday sapı ortamında (67.63 gün) ve *P. eryngii* (H) suşunda, en uzun primordium oluşum süresi buğday sapı+%10 PK'da (125.44 gün) ve *P. eryngii* (T) suşunda tespit

edilmiştir. En kısa hasat süresi ise saf buğday sapı ortamında (105.34 gün) ve *P. eryngii* (H) suşunda saptanmıştır (Yıldırım, 2008).

Bazı tarımsal ve endüstriyel artıkların farklı *Pleurotus* türlerinin (*P. eryngii*, *P. ostreatus*, *P. sajor-caju* ve *P. eryngii* var. *ferulae*) üretiminde yetiştirme ortamı olarak değerlendirilmesi araştırılmıştır. Yetiştiricilik için substrat olarak buğday sapı (BS), pamuk sapı (PS), mısır sapı (MS), pirinç kepeği (PK), mercimek artığı (MA), fasulye sapı (FS), soya sapı (SS) ve deri artığı (DA) kullanılmıştır. Misel gelişimi bakımından en kısa süre ortalama 10 gün ile *P. eryngii*'de BS-FS (1:1)+%5 PK ortamında, en uzun süre 15 günle *P. eryngii* var. *ferulae*'de BS-PS (1:1)+%5 PK ortamında elde edilmiştir. Primordium oluşumunda; en uzun süre 103 gün ile *P. eryngii* var. *ferulae*'de BS-PS (1:1)+%5 PK ortamında saptanmıştır. Hasat süresi 116 gün ile en uzun olarak *P. eryngii* var. *ferulae*'de BS-PS (1:1)+%5 PK ortamında gözlenmiştir. En düşük verim 15 g/100 g kompost olarak *P. eryngii*'de BS+%5 DA ortamında, en yüksek verim ise 22 g/100 g kompost ile *P. eryngii*'de BS-FS (1:1)+%5 PK ortamında elde edilmiştir (Akyüz ve Kırbağ, 2009).

Choi *et al.* (2009), kalsine edilmiş (kireç haline getirilmiş) deniz yıldızı tozu ilavesinin *P. eryngii* mantarında misel gelişimi, primordiyum oluşumu ve verim üzerindeki etkisini incelemiştir. Talaş yetiştirme ortamına %0, 0.5, 1, 2, 3 ve 5 oranında deniz yıldızı tozu ilave edilmiştir. Yetiştirme ortamına %2'den daha fazla deniz yıldızı tozu ilavesi hem misel gelişim süresini, hem de primordiyum oluşum süresini geciktirmiştir. Kültür ortamına %3'ten daha fazla deniz yıldızı tozu ilavesi verimde önemli miktarda azalmaya neden olmuştur. Çalışma sonucunda talaş ortamına %1 oranında deniz yıldızı tozu ilavesi misel gelişim süresi ve primordiyum oluşum süresinde herhangi bir gecikmeye ve verimde bir azalmaya neden olmaksızın mantarın kalsiyum içeriğini artırmıştır.

Çin'de tüm yıl boyunca torbalarda *P. eryngii* yetiştiriciliği için optimum koşullar araştırılmıştır. Optimum substrat formülasyonu %10.5 pamuk tohum kabuğu, %30.7 mısır koçanı, %22.8 talaş ve %29 buğday kepeği olarak bulunmuştur. Substrattaki buğday kepeği miktarının uygun miktarlarda artışı ile verimin arttığı belirlenmiştir. Substratın optimum nem içeriği %66 olarak tespit edilmiş olup, %68 nem içeriğine kadar yüksek

biyolojik etkinlik elde edilmiştir. Substratın optimum pH değeri 6.5, optimum torba büyüklüğü 1100-1200 g olarak bulunmuştur. Bu koşullarda biyolojik etkinlik oranı %69, verim 290-300 g/torba, inkübasyon periyodu 38-43 gün ve üretim döngüsü 58 gün olmuştur (Li, 2009).

Yetiştirme ortamına katkı maddeleri ilavesi ve örtü toprağı kullanımının *P. eryngii* var. *eryngii*'nin verimine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada yetiştirme ortamı olarak pamuk tohum kabukları (%56), mısır damıtma artığı (%4), kalsiyum sülfat (%1), öğütülmüş soya (%12) ve kırmızı meşe talaşı (%27) karışımı kullanılmıştır. Karışım 2.5 kg olacak şekilde polipropilen torbalara doldurulmuş, otoklavda steril edilmiş ve 30 g tohumluk misel ile aşılanmıştır. Örtü toprağı olarak torf ve kalsiyum karbonat karışımı (2:1) kullanılmıştır. Tohumluk misel aşılmasından 37 gün sonra ilk mantar hasadı yapılmıştır. Ticari bir besin takviyesi ilavesi ve örtü toprağı kullanımı ile *P. eryngii* var. *eryngii*'nin verimi ve biyolojik etkinliği artmıştır. İlk flaşta en yüksek verim (678.2 g) ve biyolojik etkinlik (%67) örtü toprağının kullanıldığı ve parçalama işlemi sırasında ticari besin takviyesinin ilave edildiği uygulamadan elde edilmiştir. Buna karşılık en düşük verim (367.6 g) ve biyolojik etkinlik (%35.9) örtü toprağının kullanılmadığı ve tohumluk misel aşılmasında ticari besin takviyesinin ilave edildiği uygulamada belirlenmiştir. Örtü toprağının kullanımı örtü toprağının kullanılmadığı uygulamaya göre verimi %141 oranında artırmıştır. Hem örtü toprağı hem de yetiştirme ortamına ticari besin takviyesi ilavesi birlikte kullanıldığında örtü toprağı ve besin takviyesinin kullanılmadığı uygulamaya göre verim %179 oranında artmıştır. Çalışmada ayrıca örtü topraksız (standart), misel gelişimi tamamlandıktan sonra örtü toprağı serme ve ilk flaştan sonra örtü toprağı serme olmak üzere 3 uygulama karşılaştırılmıştır. Misel gelişimi tamamlandıktan sonra örtü toprağı serildiğinde en yüksek verim ve biyolojik etkinlik elde edilmiştir (Rodriguez Estrada *et al.*, 2009).

P. eryngii'nin yetiştiriciliğinde farklı yetiştirme ortamlarına ilave edilecek en uygun buğday kepeğı miktarı araştırılmıştır. Çalışmada yetiştirme ortamı olarak talaş, soya samanı, şeker kamışı küspesi ve çeltik samanı kullanılmış ve bu ortamlara farklı dozlarda (%5, 10, 15, 20, 25, 30 ve 35) buğday kepeğı ilavesi yapılmıştır. Talaş, soya samanı ve çeltik samanı yetiştirme ortamları için en uygun buğday kepeğı ilavesi %25 olarak belirlenmiştir. Bu ortamlarda sırasıyla maksimum misel gelişim hızı 8.9, 8.4 ve

7.6 mm/gün olarak belirlenmiştir. Şeker kamışı küspesinde ise maksimum misel gelişim hızı (6.7 mm/gün) %30 oranında buğday kepeği ilavesi ile elde edilmiştir. %5 oranında buğday kepeği ilavesinde hiç bir yetiştirme ortamında misel gelişimi olmamıştır. Farklı yetiştirme ortamlarında inkübasyon periyodu 30-41 gün arasında değişmiş olup, en kısa inkübasyon periyodu talaş ortamında, en uzun inkübasyon periyodu ise şeker kamışı küspesinde saptanmıştır. En yüksek verim (201 g/kg ortam) ve biyolojik etkinlik (%65.22) talaş ortamından, en düşük verim (139 g/kg ortam) ve biyolojik etkinlik (%45.71) ise şeker kamışı küspesinden elde edilmiştir. Çeltik samanı ve soya samanında yetişen mantarların protein ve kül içeriği talaş ve şeker kamışı küspesinde yetişen mantarlara göre daha yüksek bulunmuştur (Hassan *et al.*, 2010).

P. eryngii'nin endüstriyel yetiştiriciliği için kullanılan talaş, mısır koçanı, pamuk tohum kabuğu, buğday kepeği, çeltik kepeği, mısır unu ve soya fasulyesi gibi ham materyallerin fiziksel ve kimyasal özellikleri araştırılmıştır. Bu materyaller arasında en yüksek su tutma kapasitesi buğday kepeğinde bulunmuş, onu mısır koçanı izlemiş ve mısır unu en düşük su tutma kapasitesine sahip bulunmuştur. Soya fasulyesi ise maksimum şişme kapasitesine sahip bulunmuştur. Mısır koçanının partikül büyüklüğü azaldığında misel gelişim hızı ve mantar verimi azalmış, partikül büyüklüğü arttığında ise misel gelişim hızı ve mantar verimi artmıştır. Substrattaki buğday kepeği miktarı %30 olduğunda ortamın azot içeriği %0.79, çeltik kepeği miktarı %40 olduğunda ortamın azot içeriği %0.81, mısır unu miktarı %50 olduğunda ortamın azot içeriği %0.80 olmuş ve maksimum verime ulaşılmıştır. Maksimum verim için optimum substrat formülasyonu %29 talaş, %29 mısır koçanı, %16 buğday kepeği, % 25 mısır unu ve %1 kireç olarak belirlenmiştir (Li, 2010).

P. eryngii'nin misel gelişimi üzerine yetiştiricilik materyalinin hacmi ve inokulum miktarının etkileri araştırılmıştır. Ayrıca optimum sıcaklık ve yetiştiricilik materyalinin optimum nem içeriği belirlenmiştir. *P. eryngii*'nin misel gelişimi için optimum sıcaklık 23 °C, yetiştiricilik materyalinin optimum nem içeriği %64.33, inokulum miktarı %14.3 ve yetiştiricilik materyalinin hacmi 1000 g/torba olarak bulunmuştur. Bu koşullarda substratın miselle kolonizasyonu 7 gün sürmüştür. Regresyon eşitlikleri kullanılarak maksimum biyolojik etkinliğin (%81.31) %21.63 buğday kepeği, %6.27 talaş ve %72.10 pamuk tohum kabuğu substrat formülasyonunda elde edilebileceği tespit edilmiştir.

Çalışmada ayrıca %46.68 artık *P. eryngii* substratı, %12.83 buğday kepeği, %5.29 talaş ve %35.20 pamuk tohum kabuğu substratında maksimum biyolojik etkinliğin %88.16 olduğu belirlenmiştir (Ma, 2010).

P. eryngii'nin Pe-1, Pe-2 ve Pe-3 suşlarının talaş ve çeltik samanı yetiştirme ortamlarında büyüme ve verim parametreleri incelenmiştir. Pe-1 suşunun misel gelişim hızı ve mantar sayısı diğer suşlardan daha yüksek bulunmuştur. En yüksek misel gelişim hızı hem talaş ortamında (0.57 cm/gün), hem de çeltik samanı ortamında (0.50 cm/gün) Pe-1 suşundan elde edilmiştir. İlk hasada kadar geçen gün sayısı talaş ortamında çeltik samanı ortamına göre daha kısa bulunmuştur. En yüksek verim ve biyolojik etkinlik (%73.5) talaş ortamında Pe-1 suşundan, en düşük verim ve biyolojik etkinlik (%46.75) ise talaş ortamında Pe-3 suşundan elde edilmiştir. Talaş ortamında mantar sayısı, verim ve biyolojik etkinlik çeltik samanına göre daha yüksek bulunmuş, ancak çeltik samanı yetiştirme ortamında mantar büyüklüğünün talaş ortamına göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Suşların mantar kaliteleri talaş ve çeltik samanı yetiştirme ortamlarında birbirine yakın bulunmuştur (Moonmoon *et al.*, 2010).

P. eryngii'nin 3 farklı ırkının (PLERPER, PLERCOM ve PLERSE) farklı tarımsal artıklar (çeltik kavuzu, buğday samanı, talaş ve bira üretim artıkları) üzerindeki verimliliği değerlendirilmiştir. Farklı yetiştirme ortamları arasında yalnızca bira üretim artıklarının kullanıldığı ortam *P. eryngii* miselleri ile kolonize olmuştur. Dolayısıyla yalnızca bu ortamdan mantar elde edilmiştir. Bira üretim artıklarının kullanıldığı ortamda farklı ırkların misel gelişim süresi 50-60 gün ve ilk hasat süresi 56-67 gün arasında değişmiştir. En yüksek biyolojik etkinlik PLERPER ırkında (%87.35), en düşük biyolojik etkinlik ise PLERSE ırkında (%41.02) tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda bira üretim artıkları en etkili yetiştirme ortamı olarak belirlenmiştir (Andrino *et al.*, 2011).

Kalsine edilmiş (kireç haline getirilmiş) ıstiridye kabuğu tozu ilavesinin *P. eryngii* mantarında misel gelişimi, primordiyum oluşumu ve verim üzerine etkisi incelenmiştir. %0, 1, 2, 3, 4 ve 5 oranında ıstiridye kabuğu tozu ilave edilen talaş ortamında *P. eryngii* yetiştiriciliği yapılmıştır. Talaş ortamına %2'ye kadar ıstiridye kabuğu tozu ilavesi misel gelişim süresi ve primordiyum oluşum süresini önemli oranda etkilememiştir fakat %2'den daha fazla ıstiridye kabuğu tozu ilavesi *P. eryngii* gelişimini baskılamıştır. Kültür

ortamina ilave edilen kalsiyum kaynağının artmasıyla mantarların kalsiyum içeriğinin artmasına rağmen, ortama %3'ten daha fazla istiridye kabuğu tozu ilavesi verimde önemli miktarda azalmaya neden olmuştur. Yetiştirme ortamına kalsiyum kaynağı olarak %1 oranında istiridye kabuğu tozu ilavesinin primordiyum oluşumu, verim ve misel gelişimi üzerinde herhangi bir değişikliğe sebep olmaksızın mantarın kalsiyum içeriğini artırdığı tespit edilmiştir (Choi *et al.*, 2011).

Wang (2011) tarafından yapılan çalışmada 13 farklı *P. eryngii* ırkı karşılaştırılmıştır. Ortalama biyolojik etkinlik oranı bakımından en üstün ırk PE-01 olarak (%76.9) bulunmuş olup, PE-06 ve PE-07 ırkları da iyi olarak tespit edilmiştir. *P. eryngii* yetiştiriciliğinde en iyi substrat formülasyonunu belirlemek için yapılan matematiksel model sonucunda en iyi ortam %21.09 talaş, %15.79 buğday kepeği, %11.62 soya kuspesi, %4.64 mısır unu, %46.86 pamuk tohum kabuğu olmuştur. *P. eryngii* yetiştiriciliği için substratın optimum nem içeriğinin %63 olduğu belirlenmiştir. Bu nem içeriğinde ortalama taze mantar ağırlığı 263.5 g, mantar uzunluğu 19.2 cm ve mantar üretim döngüsü 42.5 gün olarak bulunmuştur.

P. eryngii'nin misel gelişimi ve mantar oluşumu üzerine sıcaklık, ışık yoğunluğu, karbondioksit konsantrasyonu, nem içeriği, ortamın başlangıç pH'sı gibi çevresel faktörlerin etkileri matematiksel modeller kullanılarak araştırılmıştır. Yetiştirme ortamının optimum nem içeriği %64.7 olarak bulunmuş, bu nem içeriğinde mantar ağırlığı 273.2 g/torba, mantar uzunluğu 19 cm ve üretim döngüsü 48.8 gün olarak belirlenmiştir. *P. eryngii*'nin misel gelişimi ışısız ortamda en hızlı olmuş ve 33 gün sürmüştür. Mantar oluşumu safhasında optimum ışık yoğunluğu 99.5 lux olarak belirlenmiş ve bu ışık yoğunluğunda mantar ağırlığı 249.4 g/torba ve mantar uzunluğu 18.7 cm olarak belirlenmiştir. Misel gelişimi için optimum sıcaklık 25.1 °C olarak belirlenmiş ve bu sıcaklıkta maksimum misel gelişim hızı 4.1 mm/gün olmuştur. Mantar oluşumu aşamasında optimum sıcaklık 16.0 °C olmuş, bu sıcaklıkta mantar ağırlığı 41.29 g/şişe olarak tespit edilmiş ve sıcaklık arttıkça mantar kalitesi düşmüştür. Misel gelişimi safhasında en iyi karbondioksit konsantrasyonu %0.34 olarak bulunmuş, bu durumda maksimum misel gelişim hızı 3.5 mm/gün olmuştur. Mantar oluşumu sırasında optimum karbondioksit konsantrasyonu %0.12 olarak bulunmuş ve bu konsantrasyonda mantar ağırlığı 166.9 g/torba olarak belirlenmiştir. Karbondioksit konsantrasyonu arttıkça mantar

uzunluğu ve sap çapı azalmıştır. Mantar yetiştirme ortamının optimum başlangıç pH'sı 7.8 olmuş ve bu pH'da mantar ağırlığı 277.9 g/torba, mantar uzunluğu 25.2 cm ve üretim döngüsü 42.7 gün olarak belirlenmiştir (Fan, 2012).

P. eryngii var. *tuoliensis*'in 15 farklı ırkında primordium oluşumu üzerine çevresel faktörlerin etkileri araştırılmıştır. *P. eryngii* var. *tuoliensis*'in primordium oluşumunu teşvik etmek için optimum metot şu şekilde tarif edilmiştir: ilk önce ırklar 5 gün boyunca 25 °C'de yetiştirilmiş, daha sonra onlar 3 gün boyunca 4 °C'de bekletildikten sonra primordium oluşumunu teşvik etmek için günde 12 saat ışık 12 saat karanlık olacak şekilde 15 °C'de yetiştirilmiştir (Ma, 2012).

P. eryngii ve *P. nebrodensis*'in yetiştiriciliğinde ana materyal olarak kuşkonmaz bitki sapları kullanılmıştır. Çalışmada %78 kuşkonmaz bitki sapı, %10 buğday kepeği, %10 mısır, %1 alçı ve %1 sukrozdan oluşan yetiştirme ortamı ele alınmıştır. Bu ortamda *P. eryngii*'nin misel gelişim süresi 61 gün, mantar oluşum süresi 156 gün, biyolojik etkinliği %8.34 olarak belirlenmiştir. *P. eryngii*'nin kuşkonmaz bitki saplarından yararlanma durumu *P. nebrodensis*'e göre daha güçlü bulunmuştur (Shen, 2012).

P. eryngii var. *tuoliensis*'in verim ve biyolojik etkinliği üzerinde mineral elementlerin etkileri incelenmiştir. Çalışmada %0.3-0.6 Ca²⁺ konsantrasyonu mantar oluşumunu teşvik etmiş ve %1.2'den daha yüksek Ca²⁺ konsantrasyonunda mantar oluşumu gözlenmemiştir. %0.005-0.02 Mg²⁺ konsantrasyonu mantar oluşumunu kolaylaştırmış, buna karşılık %0.03'ten daha yüksek Mg²⁺ konsantrasyonunda mantar oluşumu baskılanmıştır. %0.02-0.15 PO₄³⁻ konsantrasyonu mantar oluşumunu teşvik etmiş fakat %0.08'den daha yüksek PO₄³⁻ konsantrasyonu mantar üretim döngüsünü uzatmıştır. %0.05-0.2 K⁺ konsantrasyonu mantar oluşumunu teşvik etmesine rağmen, %0.2'den daha yüksek K⁺ konsantrasyonu mantar oluşumunu baskılamıştır. Düşük Mg²⁺ konsantrasyonu (≤%0.02) mantar oluşum periyodunu kısaltmıştır. Çalışmada ayrıca düşük kalsiyum (%0.3-0.6) ve düşük fosfor (%0.02-0.08) konsantrasyonunun mantarın protein içeriğini artırdığı belirlenmiştir (Shi, 2013).

Zhao (2013), *P. eryngii*'nin verimi, biyolojik etkinliği ve kalitesi üzerine mısır koçanı ve farklı yardımcı materyallerin etkilerini araştırmıştır. Çalışmada *P. eryngii*'nin 5 farklı ırkı (nongxing, cixing, taixing, xuerong ve xing-5) kullanılmıştır. Mısır koçanı

%60 oranında kullanıldığında en iyi yardımcı materyallerin pamuk tohum kabukları ve kepek olduğu belirlenmiştir. Bu koşullarda *P. eryngii*'nin misel gelişim hızı 4.8 mm/gün, verimi 75.6 g/şişe ve biyolojik etkinliği %60.5 olmuştur. Yetiştirme ortamındaki optimum mısır koçanı miktarını belirlemek için pamuk tohum kabukları ve kepek yardımcı materyaller olarak kullanılmış ve mısır koçanının %50, %60, %70 ve %80'lik dozları değerlendirilmiştir. *P. eryngii*'nin en iyi misel gelişim hızı (4.8 mm/gün), verimi (77.1 g/şişe) ve biyolojik etkinliği (%61.7) mısır koçanının %70 oranında kullanıldığı ortamdan elde edilmiştir. Sonuç olarak *P. eryngii*'nin yetiştiriciliği için optimum kültür koşulları %70 mısır koçanı, %14 pamuk tohum kabukları, %9 kepek, %3 mısır unu, %1 şeker, %1 kireç, %1 alçı ve %1 mono potasyum fosfat olarak belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca nongxing ve cixing ırklarının verim ve biyolojik etkinlikleri diğer ırklardan daha yüksek bulunmuştur.

Çay artığı ile hazırlanan ortamlarda parçalama ve örtü toprağı serme işleminin *P. eryngii* mantarının biyolojik etkinlik ve verimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın birinci aşamasında farklı oranlarda buğday samanı (BS), çay artığı (ÇA) ve pirinç kepeği (PK) karışımından hazırlanan 10 yetiştirme ortamının *P. eryngii* türünün misel gelişimi üzerine etkisi belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca örtü topraksız (standart) (S), örtü topraklı (ÖT) ve örtü topraksız yetiştiriciliği takiben birinci hasattan sonra parçalama işlemi ve örtü toprağı serme (S+P+ÖT) olmak üzere 3 uygulamanın *P. eryngii* mantarlarının verim ve biyolojik etkinlik (BE) üzerine etkisi tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek verim ve BE aralarında istatistiksel fark bulunmayan 90BS+10PK, 100BS ve 75BS+15ÇA+10PK ortamları ile ÖT ve S+P+ÖT uygulamasından elde edilmiştir (Dadaylı, 2014).

P. eryngii'nin 16 farklı suşunun yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak kayın talaşı (%65), buğday kepeği (%17), kayın yongası (%9), alçı (%3.5) ve soya unu (%5.5) karışımı kullanılmıştır. Ortamın su içeriği %60'a ayarlanmış ve yetiştiricilikte örtü toprağı kullanılmıştır. İncelenen suşların ortalama verimi 27.53 kg/100 kg substrat, ortalama mantar ağırlığı 19.95 g, ortalama mantar sayısı 1488/100 kg substrat, ortalama biyolojik etkinliği %98.41, ortalama verimliliği %44.36 olarak bulunmuştur. En yüksek verim ve biyolojik etkinlik Ple-4V (sırasıyla, 41.5 kg/100 kg substrat ve %156.18) ve Ple-5V (sırasıyla, 39.5 kg/100 kg substrat ve %140.03) suşlarında belirlenmiştir. Buna

karşılık, en düşük verim ve biyolojik etkinlik ise PEL (9 kg/100 kg substrat, %28.52) ve PEG (11 kg/100 kg substrat, %37.82) suşlarında tespit edilmiştir (Szarvas *et al.*, 2014).

Gül işleme artığı (GA) ve sarımsak artığının (SA) *P. eryngii* yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak kullanılabilme olanakları ile bu yetiştirme ortamlarının *P. eryngii* mantarının verim, biyolojik etkinliği (BE) ve kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada kavak talaşına (KT) %5, 10, 15, 20 ve 25 oranlarında GA ve SA ilave edilerek hazırlanan ortamlar kendi arasında olacak şekilde 100KT ortamı (kontrol) ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda kontrol ve GA ilave edilerek hazırlanan yetiştirme ortamlarının verimleri arasında (152.60-217.80 g/torba) istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. 95KT+5GA ortamının BE ve üretim oranı, diğer ortamların BE ve üretim oranı değerlerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde düşük bulunmuştur. Sarımsak artıklarından hazırlanan ortamlarda ise en yüksek verim, BE ve üretim oranı (sırasıyla, 314.60 g/torba, %84.94 ve 0.74) 75KT+25SA ortamından elde edilmiş, bunu arasında istatistiksel fark bulunmayan 80KT+20SA ortamı (sırasıyla, 251.20 g/torba, %84.78 ve 0.71) izlemiştir. Çalışmada gül işleme ve sarımsak artıklarının *P. eryngii* yetiştiriciliğinde kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır (Şanlı, 2014).

P. eryngii'nin yetiştiricilik koşulları optimize edilmeye çalışılmıştır. Yetiştirme ortamının optimum nem içeriğinin %64 olduğu ve yetiştirme ortamına kireç ilavesi için en uygun dozun %1 olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca optimum torba ağırlığı 1250 g ve optimum torba çapı 17.5 cm olarak tespit edilmiştir. *P. eryngii*'nin yetiştiriciliği için optimum yetiştirme ortamı formülasyonunun %9.7 talaş, %41.4 mısır koçanı, %27.6 buğday kepeği, %12.88 küspe, %0.92 soya küspesi, %5 mısır unu, %1.5 kalsiyum karbonat ve %1 kireç olduğu bulunmuştur (Zhang, 2014).

3. MATERYAL ve METOT

Araştırma, Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait laboratuarda 2013 (Mayıs) - 2014 (Kasım) yılları arasında yürütülmüştür. Çalışmanın ilk aşamasında *P. eryngii* türüne ait mantar örnekleri toplanmış, saf kültürler elde edilmiş ve misel gelişimi için en uygun besin ortamı, pH, sıcaklık, karbon (C) ve azot (N) kaynakları belirlenmiştir. İkinci aşamada ise bu mantar türünün tohumluk misel üretimi için sardırma materyali olarak en uygun hububat ortamları tespit edilmiştir.

3.1. Materyal

Araştırmada Doğu Anadolu Bölgesi'nde doğal olarak yetişen ve besin olarak tüketilen *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. mantar türünün Iğdır ili'nden toplanan mantar örnekleri kullanılmıştır. Misel gelişimi için gerekli besin ortamlarının hazırlanmasında kullanılan kimyasal maddeler ile tohumluk misel üretimi için kullanılan hububatlar piyasadan temin edilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan petri kapları ve şişeler de piyasadan temin edilmiştir.

3.1.1. Çalışmada Ele Alınan *P. eryngii*'nin Sistematikteki Yeri ve Tanıtımı

P. eryngii'nin bilimsel sınıflandırması aşağıdaki gibidir.

Alem: Fungi

Şube: Basidiomycota

Sınıf: Basidiomycetes

Takım: Agaricales

Familiya: Pleurotaceae

Cins: *Pleurotus*

Tür: *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel.

P. eryngii'nin şapka yapısı dolgun, şapka 4-15 cm çapında, konveks ya da düz ve gri-beyaz renktedir. Şapka kenarları lamellere doğru kıvrıktır. Etili kısmın tadı ve kokusu güzeldir. Sap 3-10 cm uzunluğunda ve 1-3 cm kalınlığındadır. Sap aynı şapka gibi etli bir yapıya sahip, şapkaya biraz yandan veya bazen de merkezden bağlı olup beyazımsı renktedir. Lameller krem-sarı renkte ve etli yapısı beyaz renktedir. Sporlar silindirik, beyazımsı ve 10-14x5-6 µm büyüklüğünde olup, spor izi beyazdır (Rambelli, 1983). *P. eryngii*'nin genel görünümü Şekil 3.1'de verilmektedir.

P. eryngii ülkemizin daha çok Doğu Anadolu Bölgesi'nde *Ferula* sp. bitkilerinin kök kalıntıları üzerinde doğal olarak yetişmektedir. Bölgede ekonomik önemliliğe sahip olup, bölge halkı tarafından sevilerek tüketilen ve aranılan lezzetli bir mantar türüdür. Yöre halkı tarafından çoğunlukla “çaşır mantarı” olarak tanınmaktadır. Bölgede genellikle Mayıs ve Haziran aylarında doğadan toplanarak yol kenarlarında ve yöre pazarlarında satılmaktadır (Akyüz, 2008).



Şekil 3.1. *P. eryngii* türünün genel görünümü

3.2. Metot

3.2.1. Mantar Örneklerinin Toplanması

Çalışmada ele alınan *P. eryngii* türüne ait mantar örnekleri ilkbahar döneminde Iğdır ili'nden toplanmıştır. Mantarların habitat, makroskopik ve mikroskopik özellikleri saptanmış ve fotoğrafları çekilmiştir. Teşhisleri Phillips (1994)'e göre yapılmıştır.

3.2.2. Saf Kültürlerin Elde Edilmesi

Saf misel kültürlerinin elde edilmesinde doku kültürü yöntemi kullanılmıştır (Jonathan and Fasidi, 2003). Mantar örnekleri laboratuvara getirildikten sonra öncelikle alkol ile steril hale getirilmiştir. Daha sonra steril kabinde steril uçlu bir bıçak yardımıyla doğrudan taze mantar örneklerinden alınan doku parçaları (0.5 cm²'lik parçalar) steril bir transfer iğnesi ile petri kaplarında bulunan PDA (Patates Dekstroz Agar) besin ortamına aşılanmıştır. Daha sonra petrilerin kapağı kapatılıp kenarları parafillenerek cam yazar kalemiyle isim ve aşılama tarihleri yazılmıştır. Aşılamadan sonra kültürler karanlıkta 25

°C’de inkübe edilmiştir. Misel tüm petriyi sardıktan sonra elde edilen saf kültürler kullanılmaya kadar buzdolabında (+4 °C) saklanmıştır.

Saf kültürlerin elde edilmesi ve misel geliştirme çalışmalarında kullanılan steril kabin ve inkübatör Şekil 3.2’de gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Saf kültürlerin elde edilmesi ve misel geliştirme çalışmalarında kullanılan steril kabin ve inkübatör

3.2.3. Misel Gelişimi İçin En Uygun Besin Ortamı, pH, Sıcaklık, Karbon (C) ve Azot (N) Kaynaklarının 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 3.1’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 (Halkman, 1995). Steril kabinde, farklı besin ortamlarını içeren petrilerin merkez kısmına 1 adet 0.5 cm çapında saf kültürden kesilen miselli agar parçası aktarılmıştır. Aşılardan sonra kültürler karanlıkta 25 °C’de inkübe edilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Misel gelişim durumlarının belirlenmesi amacıyla misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı belirlenmiştir.

P. eryngii türünün misel gelişimi için en uygun sıcaklık ve pH'nın belirlenmesi amacıyla tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekrarlamalı olarak deneme kurulmuştur. Bu 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 ortamı steril edilmeden önce pH değeri NaOH veya HCl kullanılarak ayarlanmıştır. Daha sonra otoklavda 121 °C'de 15 dakika steril edilmiş ve steril kabinde misel aşılması yapılmıştır. Aşılardan sonra kültürler 4 farklı inkübasyon sıcaklığında (15, 20, 25 ve 30 °C) ve karanlıkta inkübe edilmiştir. Misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı belirlenmiştir.

Farklı karbon ve azot kaynaklarının *P. eryngii*'nin misel gelişimine etkisini belirlemek amacıyla kurulan denemede besin ortamı olarak hem karbon hem de azot kaynağı içermesi nedeniyle PDYA ortamı kullanılmıştır. Denemede C kaynağı olarak ksiloz, laktoz, sukroz, maltoz, mannitol, glikoz ve dekstroz; N kaynağı olarak ise malt ekstrakt, maya ekstrakt, pepton, (NH₄)₂HPO₄ (amonyum fosfat), NH₄NO₃ (amonyum nitrat) ve Ca(NO₃)₂ (kalsiyum nitrat) ele alınmıştır. Denemede PDYA besin ortamına farklı C kaynakları (20 g/l) ile N kaynakları (2 g/l) ilave edilmiştir. Hiçbir karbon kaynağının kullanılmadığı ortam kontrol (C) ve hiçbir azot kaynağının kullanılmadığı ortam kontrol (N) olarak kabul edilmiştir. Ortamlar hazırlandıktan sonra otoklavda 121 °C'de 15 dakika steril edilmiş ve steril kabinde misel aşılması yapılmıştır. Aşılardan sonra kültürler karanlıkta 25 °C'de inkübe edilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Bu denemede de misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. *P. eryngii*'nin misel gelişimi için kullanılan besin ortamları ve içerikleri

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

3.2.4. Tohumluk Misel Üretimi

P. eryngii mantarının tohumluk misel üretim çalışmalarında en uygun sardırma materyalinin tespiti amacıyla arpa, buğday, çavdar, darı, mısır, pirinç ve yulaf kullanılmıştır. Hububat taneleri kaynatıldıktan sonra elekten süzülerek yüzeysel nemleri giderilmiştir. Danelerin birbirine yapışmalarını engellemek ve pH değerlerini ayarlamak amacıyla 4:1 oranında alçı:kireç ilave edilmiştir. Isıya dayanıklı 200 ml'lik şişelere 180 ml olacak şekilde doldurulup 121 °C'de 30 dakika süreyle otoklavda steril edilmiştir (Şekil 3.3). Sterilizasyon sonrası şişeler steril kabin içerisine alınarak soğumaya bırakılmıştır. Aşılama için uygun sıcaklığa ulaşıldığında steril şartlarda her bir şişe 2 adet 10 mm çapında miselli agar parçası ile aşılansmıştır. Aşılama sonrası şişeler misel gelişimi için karanlıkta 25 °C'de inkübe edilmiştir. Bu deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Farklı hububat ortamlarında % nem ile sterilizasyon öncesi pH'lar tespit edilmiştir. Bu ortamlarda da misel gelişim hızı ve misel gelişim süresi belirlenmiştir.



Şekil 3.3. Tohumluk misel üretimi için kullanılan ortamlar ve şişelere doldurulması

3.2.5. Denemeler Sırasında Yapılan Ölçümler

3.2.5.1. Misel Geliştirme Çalışmalarında Yapılan Ölçümler

Misel Gelişim Hızı (mm/gün): Aşılamadan sonra günlük olarak petride 4 farklı doğrultuda misel gelişiminin dijital kumpasla ölçülmesi ile belirlenmiştir (Kibar, 2009).

Misel Gelişim Süresi (gün): Aşılamadan sonra miselin petriyi tamamen sarmasına kadar geçen gün sayısı olarak tespit edilmiştir (Kibar, 2009).

Misel Gelişim (Koloni) Alanı (cm²): Aşılamadan sonra en iyi gelişen uygulama esas alınarak, petrielerde misellerin kapladığı alan çizilip planimetre ile ölçülerek belirlenmiştir (Kibar, 2009).

pH: Misel geliştirme çalışmalarında kullanılan besin ortamlarının pH'ları Uzun (1996)'ya göre belirlenmiştir.

3.2.5.2. Tohumluk Misel Üretim Çalışmalarında Yapılan Ölçümler

Misel Gelişim Hızı (cm/gün): Aşılamadan sonra günlük olarak şişede 2 farklı doğrultuda misel gelişiminin dijital kumpasla ölçülmesi ile belirlenmiştir (Kibar, 2009).

Misel Gelişim Süresi (gün): Aşılamadan sonra miselin şişeyi tamamen sarmasına kadar geçen gün sayısı olarak tespit edilmiştir (Kibar, 2009).

pH: Tohumluk misel üretimi çalışmalarında kullanılan hububat ortamlarının pH'ları Uzun (1996)'ya göre belirlenmiştir.

Nem (%): Tohumluk misel üretimi çalışmalarında kullanılan hububat ortamlarının % nemi Uzun (1996)'ya göre belirlenmiştir.

3.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma sonucunda elde edilen veriler SPSS 10.0 istatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. İncelenen özellikler bakımından istatistiki olarak önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile tespit edilmiştir.

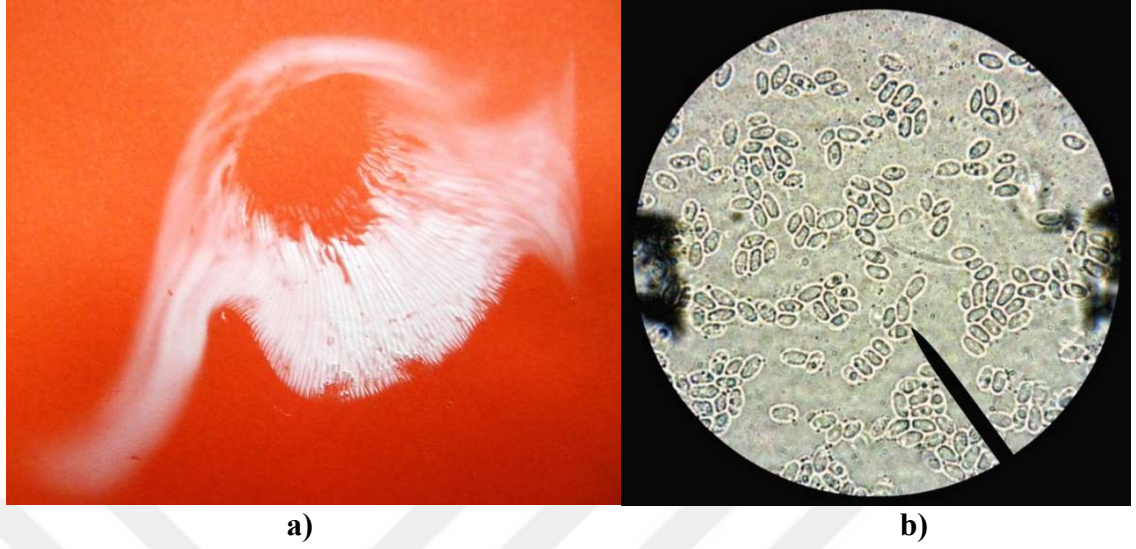
4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Mantar Örneklerinin Toplanması

P. eryngii türüne ait mantar örnekleri ilkbahar döneminde Iğdır ili'nden toplanmıştır. Mantarların makroskopik özellikleri ile ilgili bilgiler kaydedilerek fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 4.1). Laboratuvara getirilen mantar örneklerinin spor izleri alınmış ve mikroskopik olarak görüntülenmiştir (Şekil 4.2). Elde edilen ekolojik, makroskopik ve mikroskopik veriler değerlendirilerek teşhisleri Phillips (1994)'e göre yapılmıştır.



Şekil 4.1. Araziden toplanan mantar örneklerinin görünümü

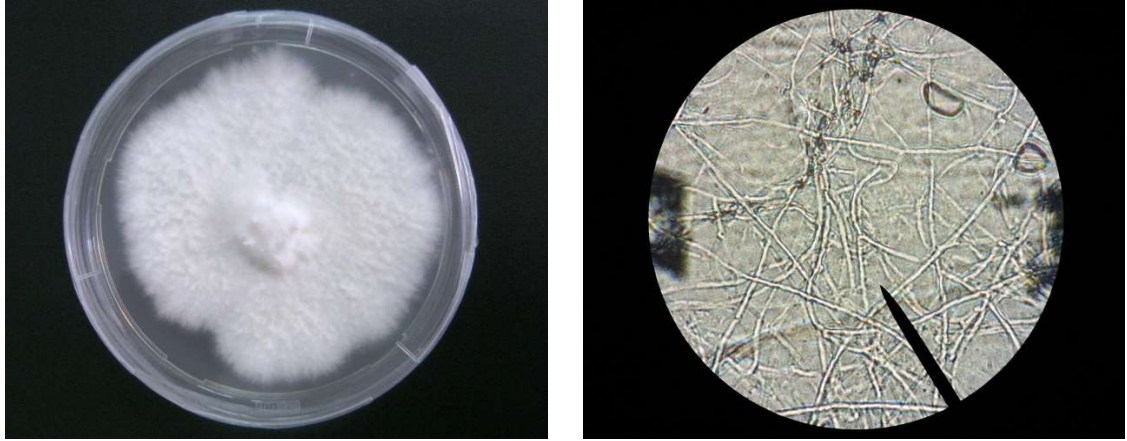


Şekil 4.2. *P. eryngii*'nin a) spor izi ve b) sporlarının mikroskopta görünümü (40X)

4.2. Saf Kültürlerin Elde Edilmesi

Saf kültür elde etme çalışmaları sonucunda PDA besin ortamında Iğdır ili'nden toplanan *P. eryngii* türüne ait izolat (Iğdır izolatu) elde edilmiştir. Elde edilen izolatu saf kültürüne ait misel gelişimi ile misel yapısının mikroskopta görünümü Şekil 4.3'te verilmiştir.

Yenilebilir mantarların yetiştiriciliğinde başlangıç noktası saf kültürlerinin elde edilmesi ve misellerin çoğaltılmasıdır (Alam *et al.*, 2009). Bazı mantar türleri kolayca izole edilip kültürde iyi bir gelişme gösterirken, bazıları ise çok yavaş gelişmektedir (Isaac, 1992). Yapılan çalışmalarda *P. eryngii* türünün saf kültürlerinin elde edilmesi amacıyla MEA (Lewinsohn *et al.*, 2000; Akyüz, 2005; 2008; Moonmoon *et al.*, 2010; Yıldırım ve Yıldız, 2010), PDA (Gao *et al.*, 2011) ve PDYA (Rodriguez Estrada and Royse, 2007; Hassan *et al.*, 2010) ortamları kullanılmıştır.



Şekil 4.3. Saf kültürü elde edilen Iğdır izolatının misel gelişimi ve misel yapısının mikroskopta görünümü (40X)

4.3. En Uygun Misel Gelişim Koşullarının Belirlenmesi

4.3.1. Misel Gelişimi İçin Uygun Besin Ortamlarının Belirlenmesi

P. eryngii türünün misel gelişimi için en uygun besin ortamlarının belirlenmesine yönelik çalışmada kullanılan farklı besin ortamlarının başlangıç pH değerleri 5.56-6.73 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.1). *P. eryngii*'nin misel gelişiminin asidik koşullarda daha iyi olduğu bildirilmiştir (Cai *et al.*, 2009). Saf kültür ve misel gelişimi için optimum pH değeri mantar türüne göre büyük değişiklik göstermekte olup, çalışmada kullanılan besin ortamlarına ait pH değerleri *Pleurotus* türlerinin gelişimi için literatürde belirtilen sınırlar arasında bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Misel gelişimi için kullanılan besin ortamlarının pH değerleri

Besin ortamları	Başlangıç pH değerleri
MEA	5.56
MEPA	5.58
MYP A	6.22
PDA	5.68
PDYA	5.82
SB	6.38
YGPA	6.73

P. eryngii türünün farklı besin ortamlarında misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı Çizelge 4.2'de, farklı besin ortamlarının misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı üzerine etkisini gösteren grafikler Şekil 4.4, 4.5 ve

4.6'da, farklı besin ortamlarında misel gelişimlerine ait fotoğraflar ise Şekil 4.7'de verilmiştir.

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. En yüksek misel gelişim hızı MEPA (4.37 mm/gün) ve MYPA (4.00 mm/gün) ortamlarında tespit edilmiştir. En düşük misel gelişim hızı ise SB (1.59 mm/gün) ve YGPA (1.63 mm/gün) 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 (sırasıyla 24.5 ve 23.5 gün) sürmüştür. Misel gelişim alanı incelendiğinde MEPA (56.70 cm²) ortamı yine ilk sırada yer almış, onu aralarında istatistiksel fark bulunmayan MYPA (51.93 cm²) ortamı izlemiştir. Diğer taraftan, en düşük misel gelişim alanı SB (18.78 cm²) ve YGPA (19.17 cm²) besin ortamlarında belirlenmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.4, 4.5 ve 4.6).

Kültür ortamında mantar misellerinin gelişimini etkileyen temel faktörlerden biri kullanılan besin ortamıdır (Yamanaka, 2003; Akinyele and Adetuyi, 2005). Rajoriya and Gupta (2015) kültür ortamının misel gelişimi üzerine etkisinin mantar türüne göre farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Yapılan çalışmalarda *P. eryngii*'nin optimum misel gelişimi için farklı besin ortamları ön plana çıkmıştır. Zervakis and Balis (1992) *P. eryngii*'nin misel gelişimi için en uygun besin ortamının PDA olduğunu bildirmişlerdir. Kim *et al.* (1997) *P. eryngii*'nin misel gelişimi için en iyi besin ortamının Lilly ortamı olduğunu belirlemişlerdir. Lewinsohn *et al.* (2000) MEA ve PDA ortamlarının *P. eryngii*'nin misel gelişimi için en iyi ortamlar olduğunu bildirmişlerdir. Guo *et al.* (2006) *P. eryngii*'nin misel gelişiminde optimum besin ortamı kompozisyonunu %2 mısır nişastası, %1 pepton, %0.3 KH₂PO₄ ve %0.05 MgSO₄ olarak tespit etmişlerdir. Yamaç ve ark. (2008) *P. eryngii*'nin nohut agar ve yulaf unu agar ortamlarında oldukça iyi geliştiklerini belirlemişlerdir. Alam *et al.* (2009) malt maya ekstrakt, glikoz pepton ile complete agar ortamlarının *P. eryngii*'nin misel gelişimi için en uygun ortamlar olduğu, Hennerberg ortamının ise misel gelişimi için uygun olmadığı sonucuna varmışlardır. Gao *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada *P. eryngii*'nin en iyi misel gelişimi buğday kepeği ortamında elde edilmiş, onu patates ve pamuk tohum kabukları ortamları takip

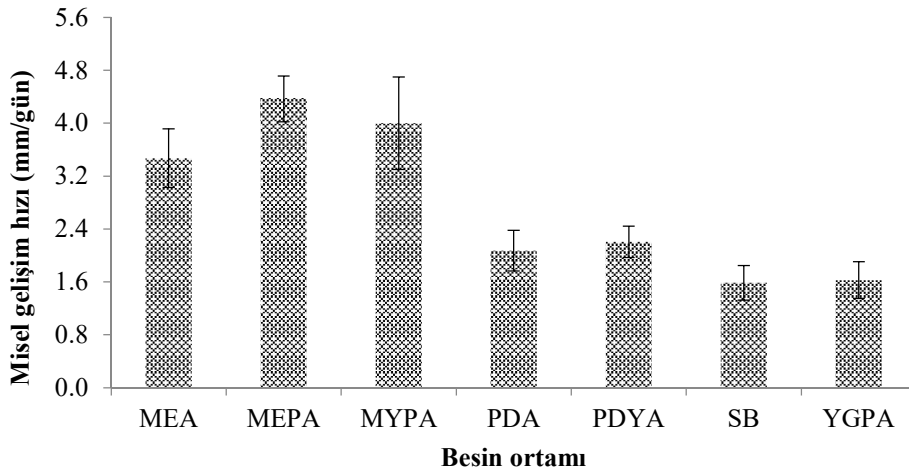
etmiştir. Yapılan çalışmalarda *P. eryngii*'nin misel gelişim hızı ve süresi besin ortamına göre değişiklik göstermiştir. Buğday samanı, talaş ve hurma lifinin farklı oranlarda kullanıldığı değişik besin ortamlarında *P. eryngii*'nin misel gelişim hızı 6.3-9.4 mm/gün, misel gelişim süresi ise 10-14 gün arasında bulunmuştur. PDA besin ortamında ise misel gelişim hızı 5.6 mm/gün olarak bulunmuştur (Owaid *et al.*, 2014). Başka bir çalışmada, *P. eryngii* var. *eryngii* miselinin malt ekstrakt agar ortamını 10 günde, *P. eryngii* var. *ferulae* miselinin aynı ortamı 23 günde sardığı belirtilmiştir (Akyüz and Yıldız, 2008). Akyüz (2008) tarafından yapılan çalışmada ise *P. eryngii* var. *eryngii*'nin malt ekstrakt agar ortamını 12 günde, *P. eryngii* var. *ferulae*'nin ise 25 günde sardığı ifade edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen araştırma bulgularının bu araştırmacıların sonuçları ile benzer olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2. Farklı besin ortamlarında *P. eryngii* türünün misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı

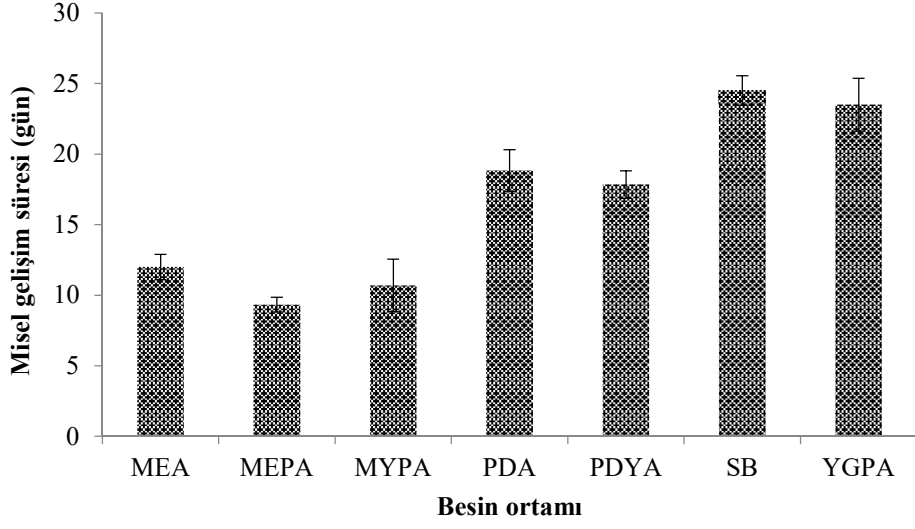
Besin ortamı	Misel gelişim hızı (mm/gün)	Misel gelişim süresi (gün)	Misel gelişim alanı (cm ²) ¹
MEA	3.47b**	12.0c**	48.37b**
MEPA	4.37a	9.3d	56.70a
MYPA	4.00a	10.7cd	51.93ab
PDA	2.07cd	18.8b	24.65cd
PDYA	2.21c	17.8b	29.97c
SB	1.59d	24.5a	18.78d
YGPA	1.63d	23.5a	19.17d

** : P<0.01 düzeyinde çok önemli

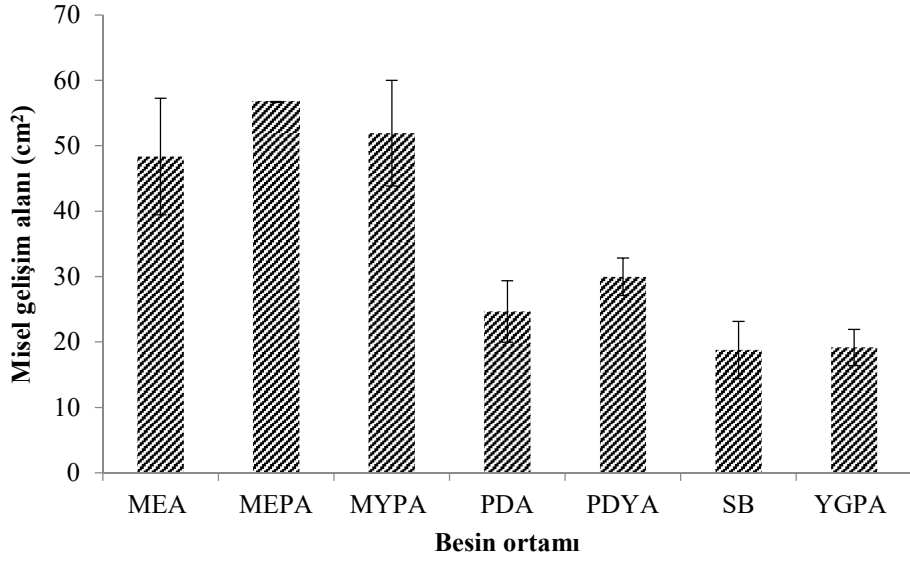
¹Misel gelişim alanları misel aşılmasından sonra 9. günde ölçülmüştür. En iyi gelişim gösteren ortamlarda miselin petriyi tamamen kapladığı dönem ölçüm zamanı olarak alınmıştır.



Şekil 4.4. Farklı besin ortamlarının misel gelişim hızı üzerine etkisi



Şekil 4.5. Farklı besin ortamlarının misel gelişim süresi üzerine etkisi



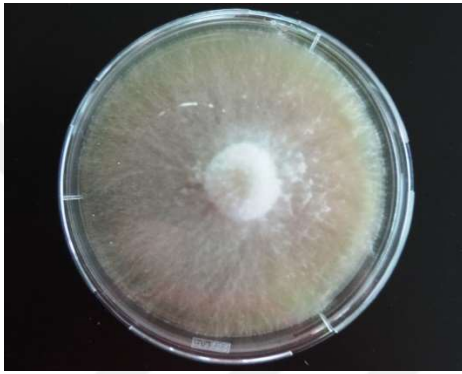
Şekil 4.6. Farklı besin ortamlarının misel gelişim alanı üzerine etkisi



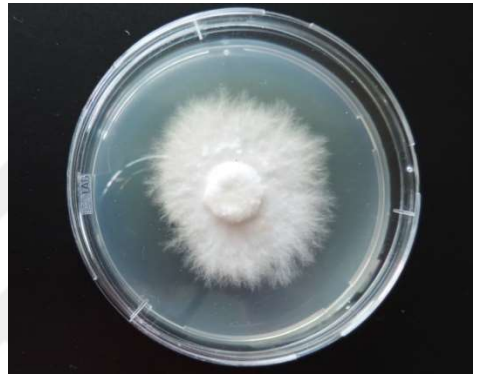
MEA



MEPA



MYPA



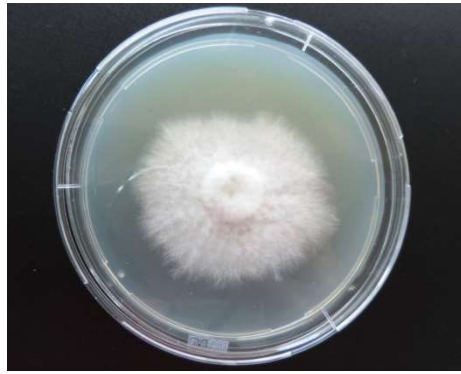
PDA



PDYA



SB



YGPA

Şekil 4.7. *P. eryngii* türünün farklı besin ortamlarındaki misel gelişimi

4.3.2. Misel Gelişimi İçin Uygun Sıcaklık ve pH Değerlerinin Belirlenmesi

P. eryngii türünün farklı pH ve sıcaklıklarda misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı Çizelge 4.3'te, farklı pH ve sıcaklıkların misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı üzerine etkisini gösteren grafikler Şekil 4.8, 4.9 ve 4.10'da, farklı sıcaklık derecelerinde misel gelişimlerine ait fotoğraflar Şekil 4.11'de ve farklı pH değerlerinde misel gelişimlerine ait fotoğraflar ise Şekil 4.12'de verilmiştir.

Sıcaklıklar arasında misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı bakımından istatistiksel olarak çok önemli ($P<0.01$) fark bulunmuştur. En yüksek misel gelişim hızı ve alanı (sırasıyla 4.01 mm/gün ve 48.71 cm²) 25 °C'de elde edilmiş, bunu 20 ve 30 °C izlemiştir. En düşük misel gelişim hızı ve alanı ise (sırasıyla 2.99 mm/gün ve 35.33 cm²) 15 °C'de tespit edilmiştir. En kısa misel gelişim süresi (10.84 gün) 25 °C'de belirlenirken, en uzun misel gelişim süresi (14.36 gün) 15 °C'de tespit edilmiştir. Misel gelişim hızı, süresi ve alanı bakımından pH seviyeleri arasındaki farklılıklar da çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. En yüksek misel gelişim hızı 5.5 pH seviyesinde (4.14 mm/gün), en düşük misel gelişim hızı ise aralarında istatistiksel fark olmayan pH 4.0 ve 4.5'ta (sırasıyla 3.05 ve 3.09 mm/gün) belirlenmiştir. Buna paralel olarak, pH 5.5'ta misel gelişim süresi en kısa (10.35 gün), 4.0 ve 4.5 pH seviyelerinde ise en uzun (sırasıyla 14.15 ve 14.0 gün) bulunmuştur. Misel gelişim alanları incelendiğinde de misel gelişim hızına benzer sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek misel gelişim alanı 5.5 pH seviyesinde (50.04 cm²), en düşük misel gelişim alanı ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan pH 4.0 ve 4.5'ta (sırasıyla 36.86 ve 37.29 cm²) belirlenmiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.8, 4.9 ve 4.10).

Misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı bakımından pH x sıcaklık interaksyonu da istatistiksel olarak çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. pH x sıcaklık interaksyon ortalamaları misel gelişim hızı bakımından 2.46-4.74 mm/gün, misel gelişim süresi bakımından 9.0-17.0 gün ve misel gelişim alanı bakımından 29.02-56.16 cm² arasında değişmiştir. En yüksek misel gelişim hızı ve misel gelişim alanı 25 °C sıcaklıkta ve pH 5.5'ta elde edilmiş, en düşük misel gelişim hızı ve misel gelişim alanı ise 15 °C sıcaklıkta ve pH 4.0 ve 4.5'ta bulunmuştur. En kısa misel gelişim süresi 25 °C sıcaklıkta ve pH 5.5'ta elde edilmiş, en uzun misel gelişim süresi ise 15 °C sıcaklıkta ve pH 4.0 ve 4.5 değerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Sıcaklık ve pH gibi çevresel faktörler mantar türlerinin misel gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Zervakis *et al.*, 2001a). Misel gelişimi için gerekli olan optimum sıcaklık ve pH değerleri mantar türlerine ve ırklarına göre değişmektedir (Thongklang *et al.*, 2010). Zadrazil (1978), 25 ve 30 °C arasındaki sıcaklıkların çoğu *Pleurotus* türü tarafından iyi tolere edilebildiğini belirtmiştir. Kim *et al.* (1997), *P. eryngii*'nin misel gelişimi için optimum sıcaklığın 25-30°C ve pH'nın 6.0 olduğunu tespit etmişlerdir. Lewinsohn *et al.* (2000) ile Zervakis and Balis (1992) *P. eryngii*'nin en iyi misel gelişiminin 27 °C'de elde edildiğini bildirmişlerdir. Zervakis *et al.* (2001a) tarafından yapılan çalışmada farklı sıcaklıklarda *P. eryngii*'nin en yüksek misel gelişim hızı (4.2 mm/gün) 25 °C'de, en düşük misel gelişim hızı (2.7 mm/gün) 15 °C'de belirlenmiş olup, 35 ve 40 °C'de hiç misel gelişimi olmamıştır. Gong *et al.* (2002) *P. eryngii*'nin misel gelişimi için en uygun sıcaklığın 25 °C ve pH'nın 5.4 olduğunu belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada ise *P. eryngii*'nin misel gelişiminde optimum sıcaklığın 25 °C ve pH'nın 5.5-6.5 olduğu bildirilmiştir (Guo *et al.*, 2006). Alam *et al.* (2009)'nın yaptığı çalışmada *P. eryngii*'nin optimum misel gelişimi 30 °C'de ve minimum misel gelişimi 10 °C'de sağlanmıştır. *P. eryngii* 5-9 arasındaki çok geniş bir pH aralığını tolere etmiş ve en iyi misel gelişimi pH 6'da belirlenmiştir. Cai *et al.*, (2009) yaptıkları çalışmada *P. eryngii*'nin misel gelişimi için optimum sıcaklık 25 °C ve optimum pH'nın 5.5-6.0 olduğu ve bu türün asidik koşullarda daha iyi geliştiği sonucuna varmışlardır. *P. eryngii*'nin misel gelişimi ile ilgili yapılan başka bir çalışmada 25 °C'de misel gelişim hızı 2.6 mm/gün, 30 °C'de ise 2.7 mm/gün olarak belirlenmiş ve en iyi misel gelişimi 25-30 °C'de sağlanmıştır. Sıcaklığın 35 °C'ye artmasıyla birlikte misel gelişim hızı büyük oranda azalmıştır (Zharare *et al.*, 2010). *P. eryngii*'nin misel gelişimi için optimum sıcaklık 25 °C ve optimum pH 5.8 olarak belirlenmiştir (Chen *et al.*, 2010). Wang (2010) *P. eryngii*'nin misel gelişimi için optimum sıcaklığın 25 °C ve pH'nın 5.0 olduğunu bildirmiştir. Szarvas *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada *P. eryngii*'nin 15 farklı suşunun misel gelişimi için optimum sıcaklık 25-30 °C olarak bulunmuştur. Bu türün misel gelişiminde 35 °C uygun bulunmamış ve 5°C'de misel gelişiminin oldukça yavaş olduğu tespit edilmiştir. Misel gelişim hızı pH 4'te daha düşük olup diğer pH değerlerinde genellikle birbirine yakın bulunmuştur. Çalışmada optimum asidik pH 4.5, optimum alkali pH 7.5-8.5 olarak tespit edilmiştir. Özkan ve Yamaç (2012) *P. eryngii*'nin 20 ve 25 °C ile pH 5'te biyoprotein üretimi bakımından en yüksek verime sahip olduğunu

belirlemişlerdir. *P. eryngii*'nin misel gelişimi için bu çalışmada bulunan optimum sıcaklık ve pH değeri ile ilgili sonuçlar diğer araştırmacıların bulgularıyla uyum içerisindedir.

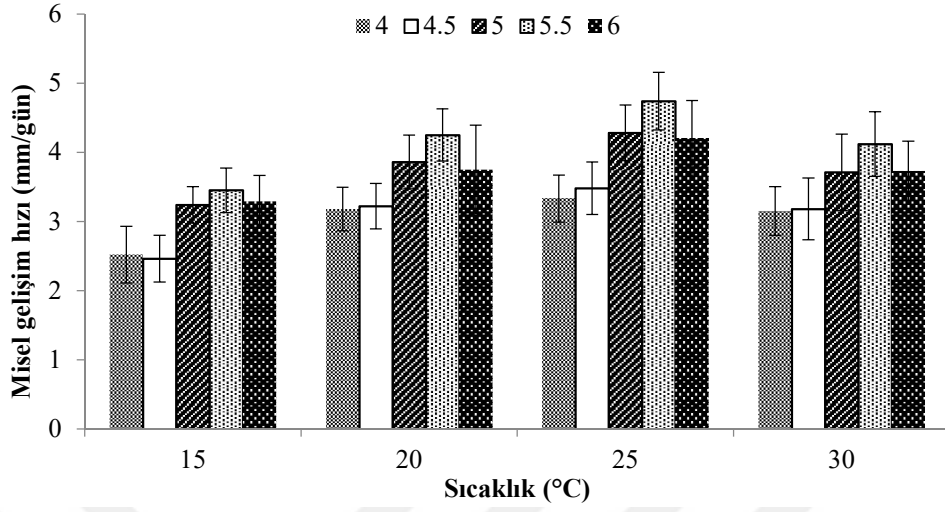
Mantar verimi ve biyolojik etkinlik oranının misel gelişim hızları ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Philippoussis *et al.*, 2001). Mantar yetiştiriciliğinde misel gelişim hızının yüksek olması substratın mantar miselleri tarafından kolonizasyon hızını artırır, üretim döngüsünün kısılmasına sebep olur ve diğer mikroorganizmalar tarafından substratın kontaminasyonunu önler (Zadrazil, 1976). Bu nedenle yetiştiricilikte misel gelişim hızının yüksek olması ve misel gelişim süresinin düşük olması önemli bir avantajdır. Ayrıca, ülkemizde farklı iklim koşullarına sahip bölgeler için farklı sıcaklıklara uygun *P. eryngii* ırklarının seçimi çok önemlidir.

Çizelge 4.3. Farklı pH ve sıcaklıklarda *P. eryngii* türünün misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanlarına ait ortalamalar ile pH x sıcaklık interaksiyon ortalamaları

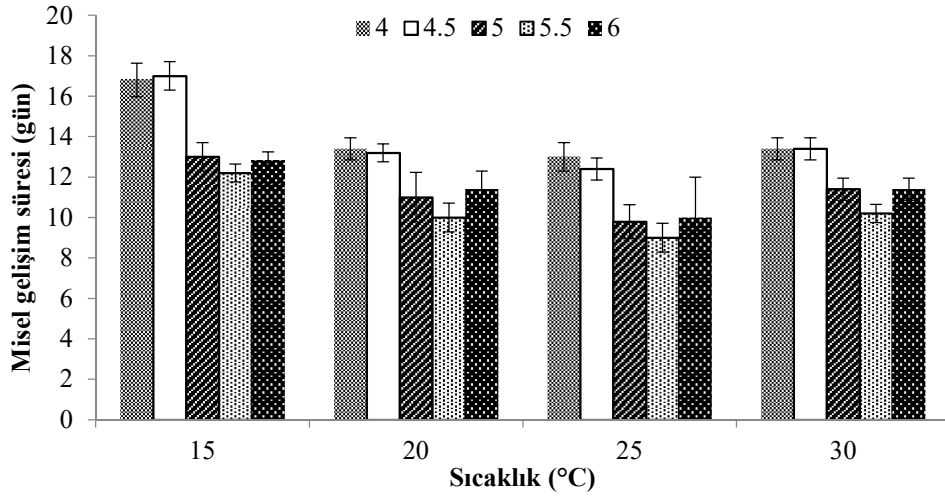
Özellikler	pH	Sıcaklık (°C)				Ortalama
		15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	
Misel gelişim hızı (mm/gün)	4.0	2.52f**	3.18de	3.33de	3.15e	3.05c**
	4.5	2.46f	3.22de	3.48cde	3.18de	3.09c
	5.0	3.24de	3.86bcd	4.28ab	3.71b-e	3.77b
	5.5	3.45cde	4.25ab	4.74a	4.12abc	4.14a
	6.0	3.29de	3.75b-e	4.20ab	3.73b-e	3.74b
	Ortalama	2.99c**	3.65b	4.01a	3.58b	
Misel gelişim süresi (gün)	4.0	16.8a**	13.4b	13.0bc	13.4b	14.15a**
	4.5	17.0a	13.2bc	12.4bcd	13.4b	14.00a
	5.0	13.0bc	11.0ef	9.8gh	11.4de	11.30b
	5.5	12.2cd	10.0fgh	9.0h	10.2fg	10.35c
	6.0	12.8bc	11.4de	10.0fgh	11.4de	11.40b
	Ortalama	14.36a**	11.80b	10.84c	11.96b	
Misel gelişim alanı (cm ²) ¹	4.0	29.44h**	39.06fg	41.94efg	36.98g	36.86c**
	4.5	29.02h	40.20fg	42.70efg	37.22g	37.29c
	5.0	38.52fg	49.02bcd	51.84abc	43.80def	45.80b
	5.5	40.92fg	54.04ab	56.16a	49.04bcd	50.04a
	6.0	38.74fg	47.32cde	50.92abc	44.02def	45.25b
	Ortalama	35.33d**	45.93b	48.71a	42.21c	

** : P<0.01 düzeyinde çok önemli

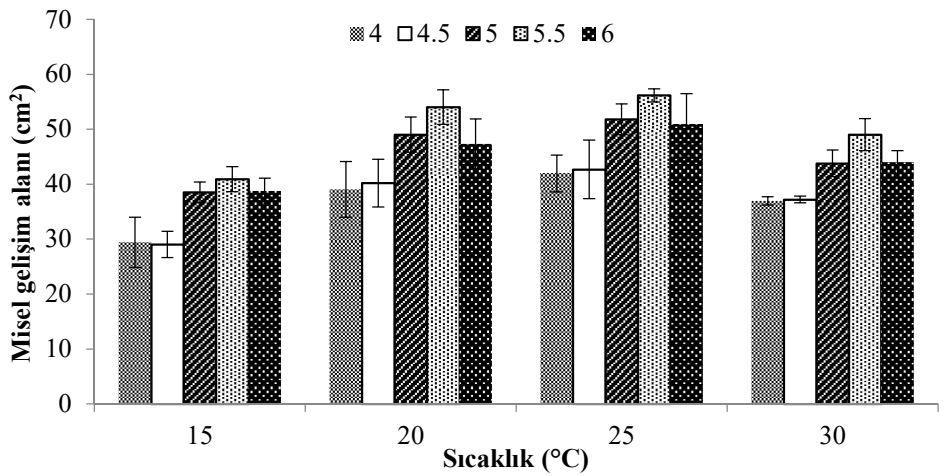
¹Misel gelişim alanları misel aşılmasından sonra 9. günde ölçülmüştür. En iyi gelişim gösteren ortamlarda miselin petriyi tamamen kapladığı dönem ölçüm zamanı olarak alınmıştır.



Şekil 4.8. Farklı pH ve sıcaklıkların misel gelişim hızı üzerine etkisi



Şekil 4.9. Farklı pH ve sıcaklıkların misel gelişim süresi üzerine etkisi



Şekil 4.10. Farklı pH ve sıcaklıkların misel gelişim alanı üzerine etkisi



pH 4.0



pH 4.5



pH 5.0

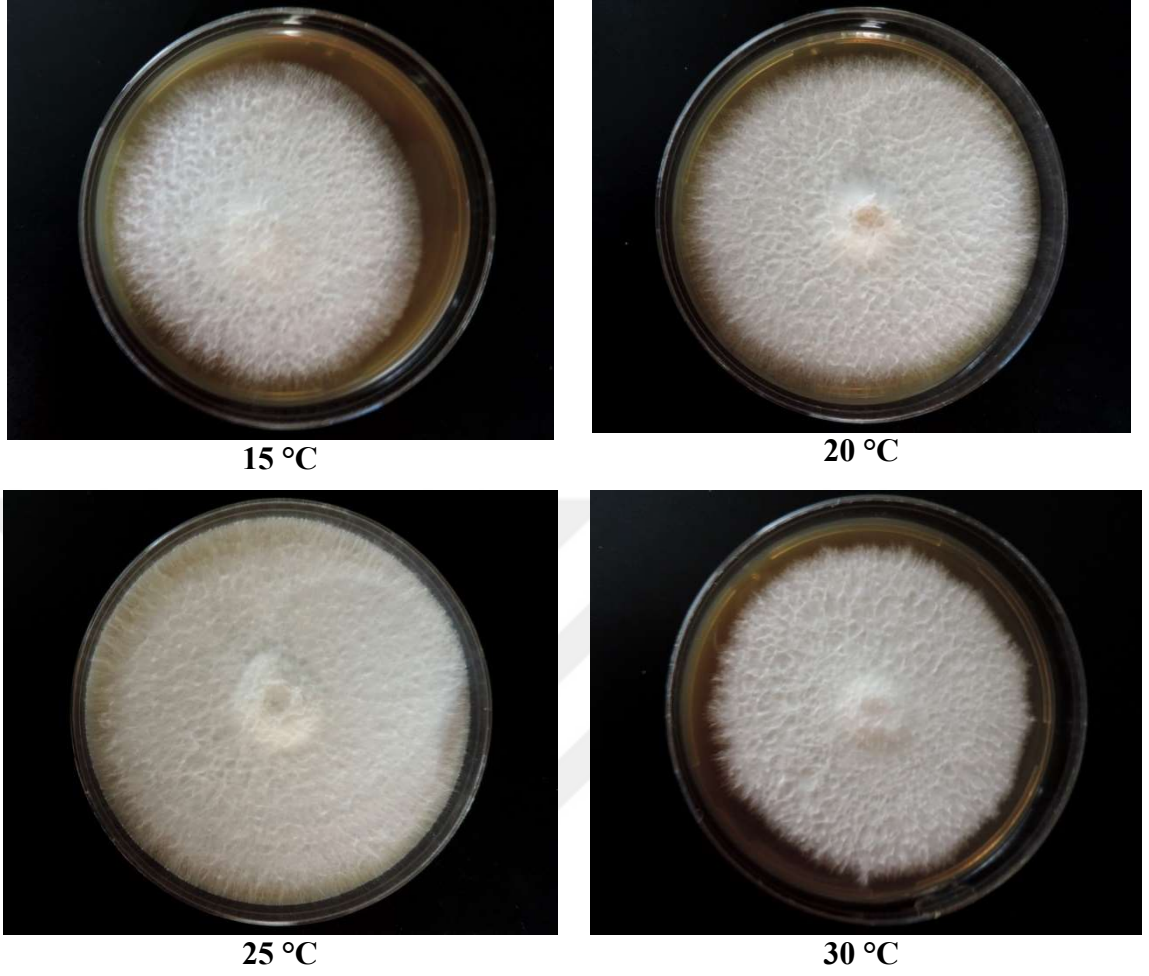


pH 5.5



pH 6.0

Şekil 4.11. *P. eryngii* türünün farklı pH'lardaki misel gelişimi



Şekil 4.12. *P. eryngii* türünün farklı sıcaklıklardaki misel gelişimi

4.3.3. Misel Gelişimi İçin Uygun C ve N Kaynaklarının Belirlenmesi

Farklı C ve N kaynaklarından hazırlanan PDYA besin ortamının başlangıç pH değerleri 6.07-7.51 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.4). Ortam pH'sı hücre morfolojisini, yapısını, değişik besin maddelerinin alımını ve biyosentez üretimini etkileyebilmektedir (Shu and Lung, 2004). Çalışmada kullanılan farklı C ve N kaynaklarından hazırlanan besin ortamına ait pH değerleri *P. eryngii* türünün misel gelişimi için literatürde belirtilen sınırlar arasında bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Farklı C ve N kaynaklarından hazırlanan PDYA besin ortamının pH değerleri

C ve N Kaynakları	Başlangıç pH değerleri	
C Kaynakları	Dekstroz	6.50
	Glikoz	6.56
	Ksiloz	6.55
	Laktoz	6.55
	Maltoz	6.56
	Mannitol	6.57
	Sukroz	6.62
	Kontrol (C)	6.58
N Kaynakları	Amonyum fosfat ((NH ₄) ₂ HPO ₄)	7.51
	Amonyum nitrat (NH ₄ NO ₃)	6.44
	Kalsiyum nitrat (Ca(NO ₃) ₂)	6.07
	Malt Ekstrat	6.49
	Maya Ekstrat	6.57
	Pepton	6.47
	Kontrol (N)	6.56

P. eryngii türünde misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı bakımından C 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 mm/gün) elde edilmiş, bunu aralarında istatistiksel fark olmayan dekstroz, maltoz ve sukroz (sırasıyla 2.47, 2.25 ve 2.18 mm/gün) izlemiştir. Ele aldığımız C kaynakları arasında en düşük misel gelişim hızı 1.40 mm/gün ile laktozdan elde edilmiştir. Misel gelişim hızı ile paralel olarak en yüksek misel gelişim alanı mannitolde (48.06 cm²), en düşük misel gelişim alanı ise laktozda (22.98 cm²) tespit edilmiştir. Misel gelişim süresi 14.2 gün ile en kısa mannitolde, en uzun ise 29.0 gün ile laktozda bulunmuştur. Misel gelişim hızı ve misel gelişim alanı yönünden glikoz ve laktozdan hiçbir C kaynağının kullanılmadığı kontrol uygulamasına göre daha düşük değerler elde edilmiş olup, glikoz ve laktozda misel gelişim süresi de kontrolden daha uzun bulunmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 4.13, 4.14 ve 4.15).

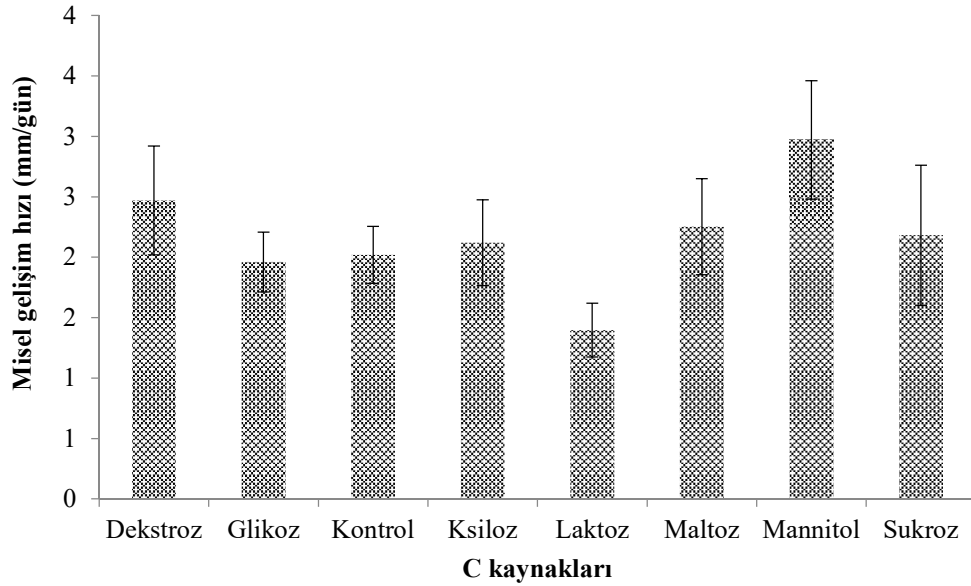
P. eryngii türünün farklı C kaynaklarındaki misel gelişimlerine ait görüntüler Şekil 4.16'da verilmiştir. Laktoz'da misel gelişimi diğer C kaynaklarına göre daha yavaş olmakla birlikte, misel yapıları tüm C kaynaklarında birbirine benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.5. Farklı C kaynaklarından hazırlanan besin ortamında *P. eryngii* türünün misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı

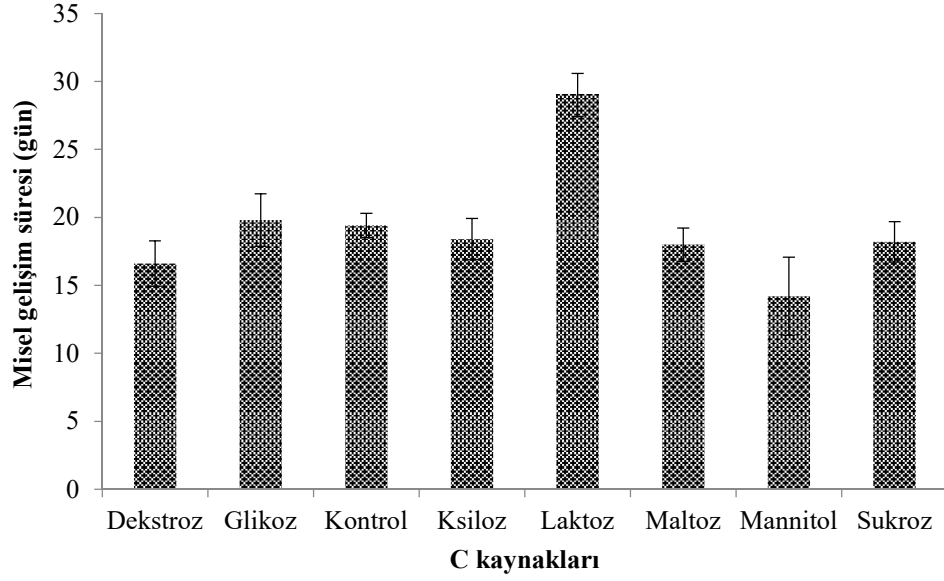
C Kaynakları	Misel gelişim hızı (mm/gün)	Misel gelişim süresi (gün)	Misel gelişim alanı (cm ²) ¹
Dekstroz	2.47ab*	16.6c**	41.06ab**
Glikoz	1.96bc	19.8b	33.04b
Kontrol C	2.02bc	19.4b	33.84b
Ksiloz	2.12bc	18.4bc	35.31b
Laktoz	1.40c	29.0a	22.98c
Maltoz	2.25ab	18.0bc	37.16b
Mannitol	2.97a	14.2d	48.06a
Sukroz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

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

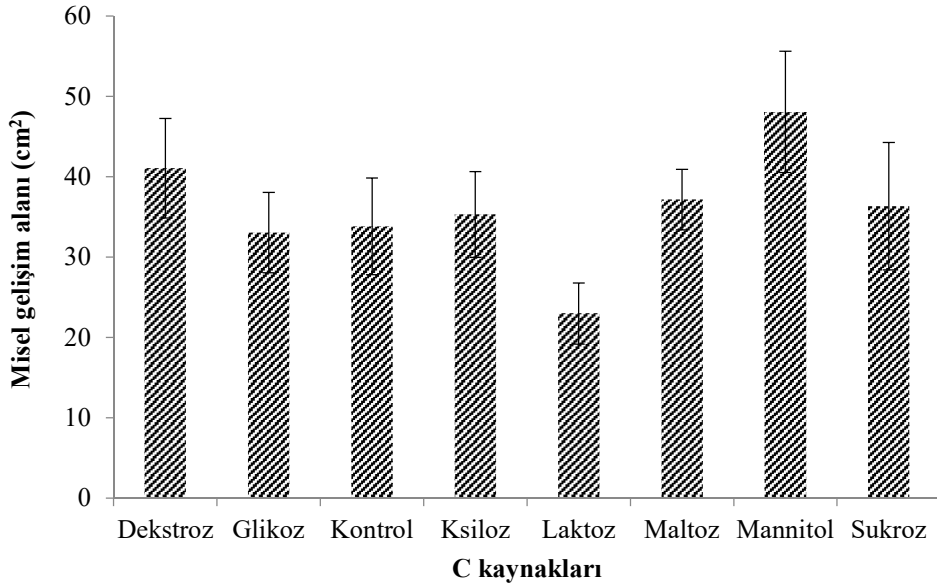
¹Misel gelişim alanları misel aşılmasından sonra 13. günde ölçülmüştür. En iyi gelişim gösteren ortamlarda miselin petriyi tamamen kapladığı dönem ölçüm zamanı olarak alınmıştır.



Şekil 4.13. Farklı C kaynaklarının misel gelişim hızı üzerine etkisi



Şekil 4.14. Farklı C kaynaklarının misel gelişim süresi üzerine etkisi



Şekil 4.15. Farklı C kaynaklarının misel gelişim alanı üzerine etkisi



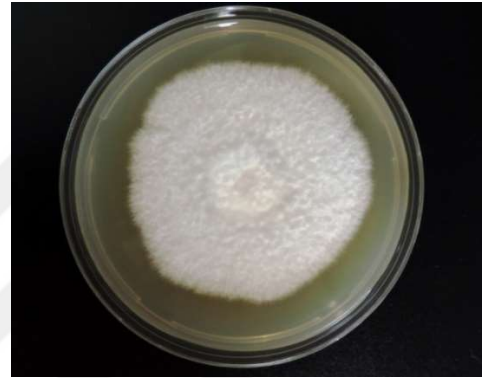
Dekstroz



Glikoz



Kontrol C



Ksiloz



Laktoz



Maltoz



Mannitol



Sukroz

Şekil 4.16. *P. eryngii* türünün farklı C kaynaklarındaki misel gelişimi

Misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı bakımından N kaynakları arasındaki farklılık istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. En yüksek misel gelişim hızı ve misel gelişim alanı (sırasıyla 2.80 mm/gün ve 49.14 cm²) kalsiyum nitratın elde edilmiştir. En düşük misel gelişim hızı ve misel gelişim alanı ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan amonyum nitrat (sırasıyla 1.48 mm/gün ve 25.06 cm²) ve amonyum fosfatta (sırasıyla 1.52 mm/gün ve 26.40 cm²) saptanmıştır. Misel gelişim süresi en kısa kalsiyum nitrat (14.0 gün), en uzun ise amonyum nitrat (27.2 gün) ve amonyum fosfatta (25.8 gün) bulunmuştur. Misel gelişim hızı ve misel gelişim alanı yönünden amonyum nitrat ve amonyum fosfattan hiçbir N kaynağının kullanılmadığı kontrol uygulamasına göre daha düşük değerler elde edilmiş olup, amonyum nitrat ve amonyum fosfatta misel gelişim süresi de kontrolden daha uzun bulunmuştur (Çizelge 4.6, Şekil 4.17, 4.18 ve 4.19).

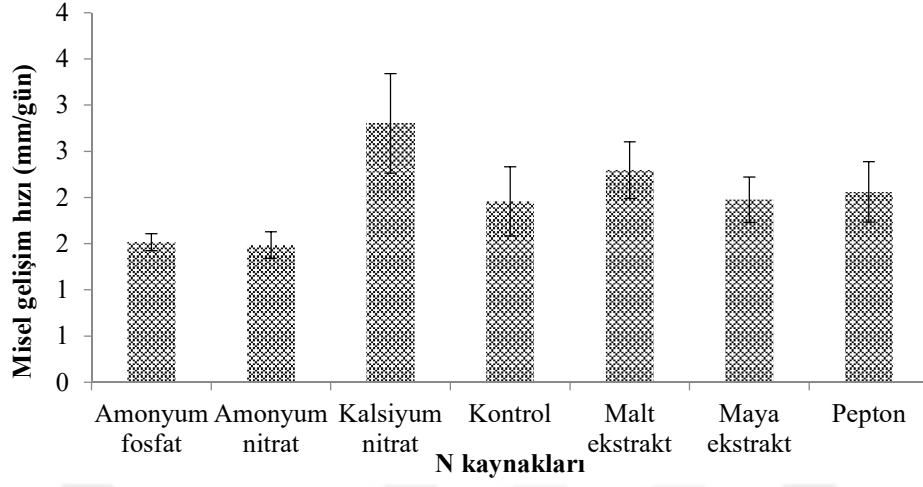
Farklı N kaynaklarındaki misel gelişimlerine ait görüntüler Şekil 4.20'de verilmiştir. C kaynaklarında olduğu gibi tüm N kaynaklarında misel yapıları birbirine benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.6. Farklı N kaynaklarından hazırlanan besin ortamında *P. eryngii* türünün misel gelişim hızı, misel gelişim süresi ve misel gelişim alanı

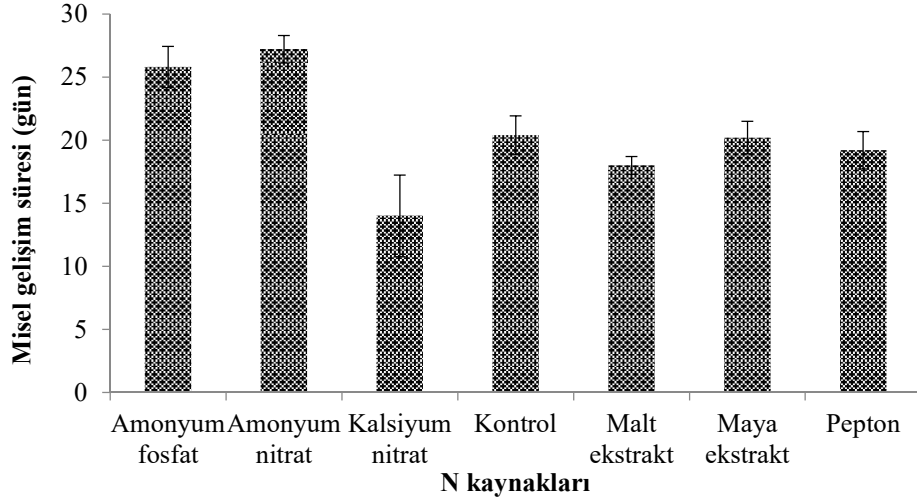
N Kaynakları	Misel gelişim hızı (mm/gün)	Misel gelişim süresi (gün)	Misel gelişim alanı (cm ²) ¹
Amonyum fosfat	1.52c**	25.8a**	26.40c**
Amonyum nitrat	1.48c	27.2a	25.06c
Kalsiyum nitrat	2.80a	14.0c	49.14a
Kontrol N	1.96bc	20.4b	33.06b
Malt ekstrakt	2.30ab	18.0b	38.86b
Maya ekstrakt	1.98bc	20.2b	33.56b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

** : $P < 0.01$ düzeyinde çok önemli

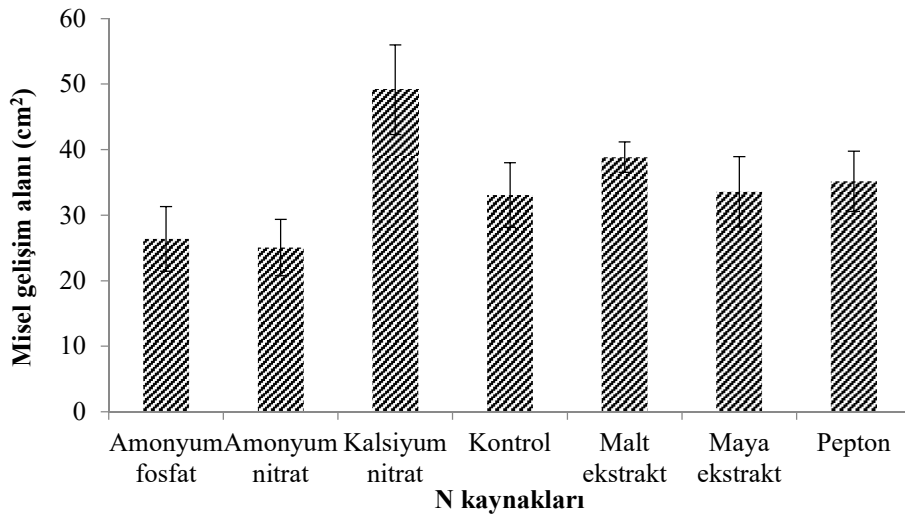
¹Misel gelişim alanları misel aşılmasından sonra 13. günde ölçülmüştür. En iyi gelişim gösteren ortamlarda miselin petriyi tamamen kapladığı dönem ölçüm zamanı olarak alınmıştır.



Şekil 4.17. Farklı N kaynaklarının misel gelişim hızı üzerine etkisi



Şekil 4.18. Farklı N kaynaklarının misel gelişim süresi üzerine etkisi



Şekil 4.19. Farklı N kaynaklarının misel gelişim alanı üzerine etkisi



Amonyum fosfat



Amonyum nitrat



Kalsiyum nitrat



Kontrol (N)



Malt ekstrakt



Maya ekstrakt



Pepton

Şekil 4.20. *P. eryngii* türünün farklı N kaynaklarındaki misel gelişimi

Karbon mantarlar tarafından kültür ortamında ihtiyaç duyulan, misel gelişimini ve enzim üretimini etkileyen önemli bir besin maddesidir (Stajic *et al.*, 2006; Thongklang *et al.*, 2010). Benzer şekilde, azot fungal gelişimde, metabolit üretiminde ve enzimlerin sentezinde önemli rol oynamaktadır (Buswell *et al.*, 1993; Kim *et al.*, 2005). Miles (1999) mantarların heterotrofik organizmalar olmaları nedeniyle misel gelişimi için C kaynağı ile desteklenmesi gerektiğini, C kaynakları kullanılırken genellikle glikozun tercih edilmesinin yerinde olacağını belirtmiştir. Araştırmacı azotun da mantar gelişimi için kullanılan ortamda istenen element olduğunu ve kitinin üretimi için gerektiğini bildirmiştir. Ayrıca mantar ortamındaki yaygın kullanılan N kaynaklarının, nitrat ve amonyum tuzları ile organik N bileşimleri olduğunu belirtmiştir. Grifin (1994) mannitol, fruktoz ve glikozun mantarlar tarafından en yaygın kullanılan C kaynakları olduğunu ve nitratın bazı Basidiomisetlerin gelişimi üzerinde engelleyici etkiye sahip olduğunu bildirmiştir. Finlay *et al.* (1992) nitrat formunda azot içeren ortamda mantarların misel gelişiminin genellikle daha yavaş olduğunu belirtmişlerdir. C ve N kaynaklarının misel gelişimi üzerindeki etkilerinin kültür ortamına, gelişme koşullarına, mantar türüne ve ırkına bağlı olarak değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Kim *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2005; Lin and Yang, 2006). Kim *et al.* (1997), *P. eryngii*'nin optimum misel gelişimi için en iyi karbon kaynaklarının glikoz ve dekstrin, azot kaynağının ise casamino asit olduğunu tespit etmişlerdir. Gong *et al.* (2002) *P. eryngii*'nin misel gelişimi için en iyi karbon kaynağının glikoz ve azot kaynağının soya unu olduğunu belirlemişlerdir. Han (2003) *P. eryngii*'nin misel gelişimi için en uygun karbon kaynağını çözünebilir nişasta, en uygun azot kaynaklarını ise maya ekstrakt ve pepton olarak belirlemiştir. 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 dekstrin en iyi karbon kaynağı olarak bulunmuş, bunu fruktoz, mannoz ve maltoz izlemiştir. Diğer taraftan ksiloz ve galaktoz en kötü karbon kaynağı olarak belirlenmiştir. Amonyum asetat en iyi azot kaynağı olarak bulunmuş, onu arginin ve üre takip etmiştir. Çalışmada azot kaynağı olarak alaninin kullanıldığı ortamda misel gelişimi olmamış, histidin ve metioninin kullanıldığı ortamda ise en az misel gelişimi gözlenmiştir. Ayrıca *P. eryngii*'nin misel gelişimi için organik azot kaynaklarının inorganik azot kaynaklarından daha etkili olduğu bildirilmiştir. Ma *et al.* (2010) fruktoz, glikoz ve mannoz'un *P. eryngii*'nin misel gelişimi

için en iyi üç karbon kaynağı olduğunu belirlemişlerdir. Azot kaynakları içerisinde ise pepton en iyi azot kaynağı olarak bulunmuş, onu malt unu ve maya ekstrakt izlemiştir. Alavi *et al.* (2005), farklı *P. eryngii* izolatlarının misel gelişimi için en iyi karbon kaynaklarının maltoz ve galaktoz olduğunu, en iyi azot kaynaklarının ise glutamik asit, pepton ve asparagin olduğunu belirlemişlerdir. *P. eryngii* türü için yürütülen bu çalışmada elde edilen bulgular, Kibar and Pekşen (2011a, b)'in bulgularına benzer olarak amonyumun kullanıldığı ortamlarda (amonyum fosfat ve amonyum nitrat) misel gelişiminin iyi olmadığını göstermiştir. Buna karşılık, Daza *et al.* (2006) amonyumun çoğu mantar tarafından en yaygın kullanılan azot kaynağı olduğunu bildirmişlerdir.

4.4. Tohumluk Misel Üretimi

Tohumluk misel üretimi için en uygun sardırma materyalinin tespiti amacıyla kullanılan arpa, buğday, çavdar, darı, mısır, pirinç ve yulaf ortamlarında % nem ile sterilizasyon öncesi pH'lar belirlenmiştir. Ortamların nem değerleri %40.7-62.4 arasında değişiklik göstermiştir. En düşük nem içeriği darıda, en yüksek nem içeriği ise çavdarda tespit edilmiştir. Ortamların sterilizasyon öncesi pH değerleri 5.70-6.52 arasında bulunmuştur. En düşük pH değeri mısırdaki belirlenirken, yulaf ise en yüksek pH değerine sahip bulunmuştur (Çizelge 4.7). Bu pH değerleri daha önce yapılan misel çalışma sonuçlarındaki pH aralığında bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Tohumluk misel üretimi için kullanılan ortamların pH ve nem değerleri

Ortam	Nem (%)	Sterilizasyon öncesi pH
Arpa	56.1	6.16
Buğday	56.9	6.00
Çavdar	62.4	6.05
Darı	40.7	5.97
Mısır	55.3	5.70
Pirinç	60.6	6.17
Yulaf	58.2	6.52

P. eryngii mantar türünün farklı hububat ortamlarındaki misel gelişim hızı ve misel gelişim süreleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Misel gelişim hızı ve misel gelişim süresi bakımından 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) saptanırken, en düşük misel

gelişim hızı ise aynı grupta yer alan mısır, arpa, buğday ve yulaf (sırasıyla 0.67, 0.69, 0.71 ve 0.73 cm/gün) 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 mısırdaki tespit edilmiş olup arpa, buğday ve yulaf da istatistiksel olarak mısırla aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.8, Şekil 4.21 ve 4.22). Pirinç, misel gelişimi bakımından bu türün tohumluk misel üretiminde sardırma materyali olarak uygun olmakla birlikte, istatistiki olarak aynı grupta yer alan darı ve çavdara göre fiyatı daha yüksek olduğu için büyük çaptaki tohumluk misel üretimlerinde darı ve çavdarın kullanılmasının daha uygun olduğu düşünülmektedir.

Farklı hububat ortamlarının kullanıldığı şişelerde misel gelişimlerine ait görüntüler Şekil 4.23'te verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı hububat ortamlarında *P. eryngii* türünün misel gelişim hızı ve misel gelişim süresi

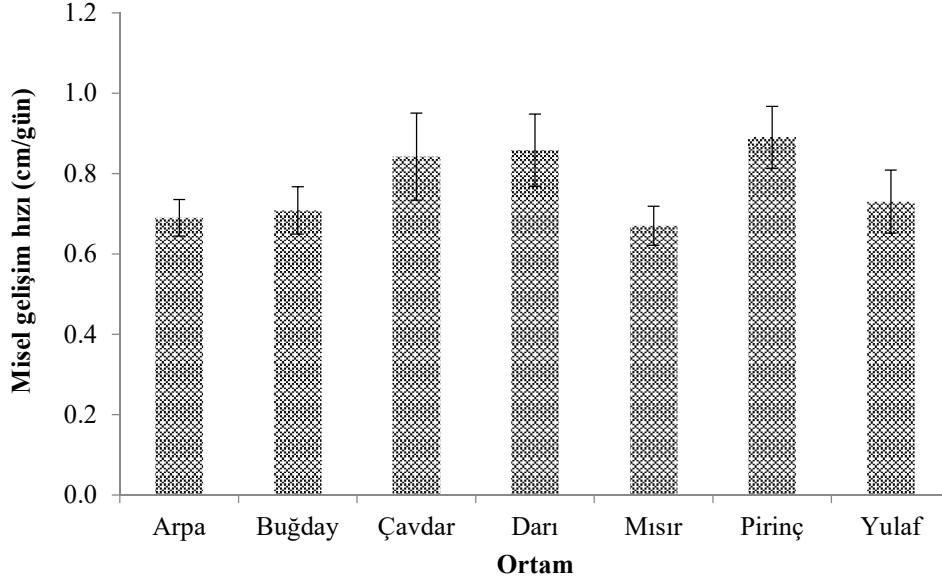
Ortam	Misel gelişim hızı (cm/gün)	Misel gelişim süresi (gün)
Arpa	0.69b**	16.8a**
Buğday	0.71b	16.4a
Çavdar	0.84a	14.0b
Darı	0.86a	13.6b
Mısır	0.67b	17.0a
Pirinç	0.89a	13.2b
Yulaf	0.73b	16.0a

** : P<0.01 düzeyinde çok önemli

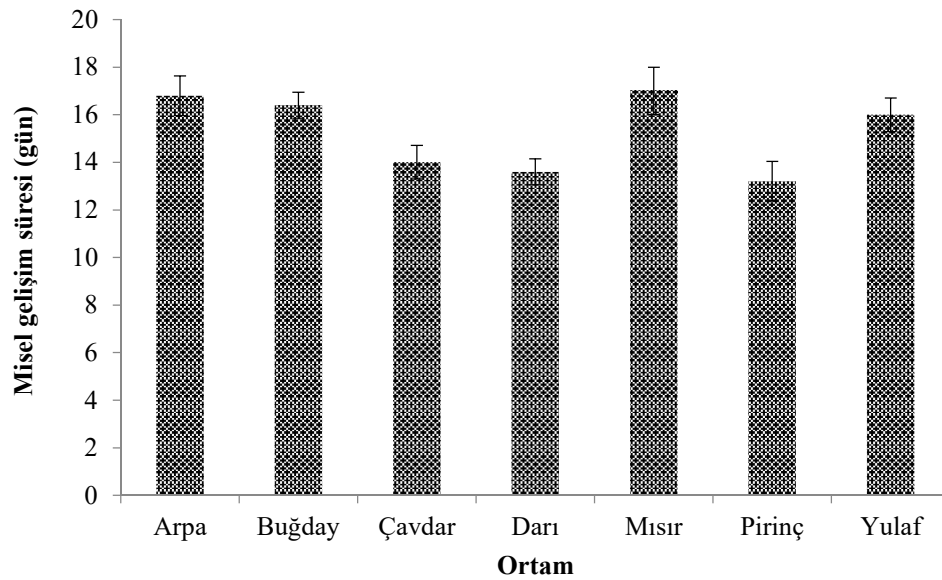
Kültürü yapılan çoğu mantar türünün tohumluk misel üretimi için yaygın olarak buğday, arpa, darı, mısır, çeltik, çavdar ve sorgum gibi hububatların taneleri ile talaş kullanılmaktadır (Ohta and Fujiwara, 2003; Barreto *et al.*, 2008; Elhami and Ansari, 2008). Büyük ölçekli tohumluk misel üretimi için kullanılan bu materyallerin en önemli avantajları ucuz olmaları ve kullanımlarının kolay olmasıdır (Brundrett *et al.*, 1996).

Akyüz and Yıldız (2008) tarafından yapılan çalışmada *P. eryngii* var. *eryngii* ve *P. eryngii* var. *ferulae* misellerinin arpa tanelerini 15 günde sardığı belirtilmiştir. Diğer bir çalışmada ise *P. eryngii* var. *eryngii* ve *P. eryngii* var. *ferulae*'nin misellerinin buğday tanelerini ortalama 15 günde sardığı bildirilmiştir (Akyüz, 2008). Kalyoncu ve ark. (2009) *P. eryngii*'nin farklı ırklarının taşıyıcı materyal olarak kullanılan buğday ortamından oluşan torbayı 12-16 gün içinde sardığını belirlemişlerdir. Baeza *et al.* (2000) *P. eryngii*

misellerinin buğday tanelerini 20 günde sardığını bildirmişlerdir. Şeker ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada ise spawn materyali olarak kullanılan farklı tahıllar arasında *P. eryngii*'nin misel gelişiminin en iyi pirinçte, en zayıf mısırdaki olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular diğer araştırmacıların sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir.



Şekil 4.21. Farklı hububat ortamlarının misel gelişim hızı üzerine etkisi



Şekil 4.22. Farklı hububat ortamlarının misel gelişim süresi üzerine etkisi



Arpa



Buğday



Çavdar



Darı



Mısır



Pirinç



Yulaf

Şekil 4.23. *P. eryngii* türünün farklı hububat ortamlarında misel gelişimi

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Dünyada gittikçe artan popülerite ve geniş bir pazar payına sahip olan yenilebilir mantar *P. eryngii*'nin ülkemizde üretiminin yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır. Dünya mantar sektöründe gittikçe önem kazanan bu lezzetli türün misel gelişim koşulları ve yetiştiriciliği konusundaki çalışmalar ülkemizde oldukça sınırlı seviyededir. Ayrıca, son yıllarda doğadan toplanan miktarlarında azalmalar olması nedeniyle ülkemizin önemli biyolojik varyetelerinden olan *P. eryngii*'nin koruma altına alınarak yabancı ırkların gen kaynaklarının muhafaza edilmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışmada Doğu Anadolu Bölgesi makromantar florasında yer alan, halk tarafından doğadan toplanarak sevilerek tüketilen ve ekonomik önemi olan *P. eryngii* mantar türünün misel gelişim koşulları ve besin gereksinimleri ile ilgili temel bilgiler ortaya konulmuştur. Çalışmanın ilk aşamasında *P. eryngii* türüne ait mantar örnekleri toplanmış, saf kültürler elde edilmiş ve misel gelişimi için en uygun besin ortamı, pH, sıcaklık, C ve N kaynakları belirlenmiştir. İkinci aşamada ise tohumluk misel üretimi için en uygun hububatlar tespit edilmiştir.

Çalışmanın sonucunda *P. eryngii* mantar türünün optimum misel gelişimi için MEPA ve MYPA besin ortamlarının uygun olduğu bulunmuştur. SB ve YGPA ortamları ise bu türün misel gelişimi için elverişli bulunmamıştır. Bu mantar türünün misel gelişimi için en uygun sıcaklık değerinin 25 °C olduğu, ortam pH değerinin ise 5.5 olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, 15 °C sıcaklık uygulaması ve 4 ve 4.5 pH değeri bu türün misel gelişimi için uygun bulunmamıştır. Optimum misel gelişimi, besin ortamında C kaynağı olarak mannitol, N kaynağı olarak ise kalsiyum nitrat kullanıldığında sağlanmıştır. Bununla birlikte, C kaynağı olarak laktoz, N kaynağı olarak amonyum nitrat ve amonyum fosfat kullanıldığında yeterli ve hızlı misel gelişimi elde edilememiştir. Çalışmada ayrıca *P. eryngii*'nin tohumluk misel üretimi için sardırma materyali olarak pirinç, darı ve çavdarın en elverişli hububatlar oldukları tespit edilmiştir. Fakat pirincin fiyatı darı ve çavdara göre daha yüksek olduğu için büyük çapta tohumluk misel üretimlerinde darı ve çavdarın kullanılmasının daha uygun olduğu düşünülmektedir. Mısır, arpa, buğday ve yulafta ise misel gelişimi daha yavaş olup, daha uzun sürede tamamlanmıştır.

Bu çalışma ülkemizde gelecekte bu mantar türünün ticari anlamda yetiştiriciliği konusunda yapılacak çalışmalar için yol gösterici olacaktır. Bundan sonra, ülkemizde *P. eryngii* türü için mantar verimi yüksek en uygun yetiştirme ortamları ve yöntemlerinin belirlenmesine yönelik daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu mantar türünün ticari anlamda ülkemizde yetiştiriciliğinin yaygınlaşması hem mantarcılık sektörüne, hem de ülkemiz ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Afyon A, 1996a. Konya (Meram-Selçuklu) Civarında Belirlenen Makroskobik Mantarlar. *Turkish Journal of Botany*, 20, 259-262.
- Afyon A, 1996b. Isparta Yöresinde Belirlenen Bazı Makroskobik Mantarlar, *Turkish Journal of Botany*, 20, 161-164.
- Ağaoğlu YS, Güler M, 1991. *Doğal ve Kültüre Alınabilir Mantar Türleri-II. Kayın Mantarı (Pleurotus spp.) Yetiştiriciliği*. T.C. Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 46 s, Ankara.
- Akyüz M, 2005. *Sellülozik Atıkların Pleurotus eryngii (DC. ex Fr.) Quel'in Kültüründe Değerlendirilebilme Olanaklarının Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Akyüz M, 2008. *Pleurotus eryngii (DC. ex Fr.) Quel. var. eryngii ve Pleurotus eryngii (DC. ex Fr.) Quel. var. ferulae Lanzi'nin Besinsel İçeriklerinin ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi*. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- 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, Kırbağ S, 2008. Küçük Ölçekli İşletmeler İçin Kültür Mantarı (*Pleurotus* spp.) Üretimi. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 6(2), 165-168.
- Akyüz M, Kırbağ S, 2009. Bazı Tarımsal ve Endüstriyel Atıkların *Pleurotus* spp. Üretiminde Kompost Olarak Değerlendirilmesi. *Ekoloji*, 18(70), 27-31.
- 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, 1977. Yenilen ve Zehirli Şapkalı Mantarların Tanınması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(2-3), 109-120.
- Alan R, Padem H, 1991. Çadır Mantarı (*Pleurotus eryngii*)'nın Besin Değeri Üzerinde Bir Araştırma. *DOĞA Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 15, 275-280.
- Alavi A, Mohammadi GE, Arzani K, Pourjam E, 2005. Effect of Different Carbon and Nitrogen Sources on Vegetative Growth of the King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*). *Iranian Journal of Soil and Waters Sciences*, 19(2), 175-181.
- Akinyele BJ, Adetuyi FC, 2005. Effect of Agrowastes, pH and Temperature Variation on the Growth of *Volvariella volvacea*. *African Journal of Biotechnology*, 4(12), 1390-1395.
- Andrino A, Morte A, Honrubia M, 2011. Characterization and Culture of Three *Pleurotus eryngii* (Fries) Quélet Strains on Food and Agriculture Wastes. *Anales de Biología, Botánica*, 33, 53-66.
- 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.
- Bao D, Kinugasa S, Kitamoto Y, 2004. The Biological Species of Oyster Mushrooms (*Pleurotus* spp.) from Asia Based on Mating Compatibility Tests. *Journal of Wood Science*, 50, 162-168.
- Barreto SM, López MV, Levin L, 2008. Effect of Culture Parameters on the Production of the Edible Mushroom *Grifola frondosa* (maitake) in Tropical Weathers. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24, 1361-1366.

- Bernardo EL, Edgardo A, 2007. Optimal Conditions for the Fruit Body Production of Natural Occurring Strains of *Lentinus tigrinus*. *Bioresource Technology*, 98(9), 1866-1869.
- Brundrett M, Bougher N, Dell B, Grove T, Malajczuk N, 1996. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Australian Centre for International Agricultural Research, 374 pp, Canberra.
- Buswell JA, Cai YJ, Chang SJ, 1993. Fungal and Substrate-Associated Factors Affecting the Ability of Individual Mushroom Species to Utilize Different Lignocellulolytic Growth Substrates. In *Mushroom Biology and Mushroom Products* Eds. Chang, S.T., Buswell, J.A., & Chiu, S.W. pp: 141-150, Chinese University Press, Hong Kong.
- 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, 1670-1673.
- Cangy C, Peerally A, 1995. Studies of *Pleurotus* Production on Sugarcane Bagasse. *African Journal of Mycology and Biotechnology*, 3(2), 67-79.
- Carbonero ER, Gracher AHP, Smiderle FR, Rosado FR, Sasaki GL, Gorin PAJ, Lacomini M, 2006. A β -glucan from the Fruit Bodies of Edible Mushrooms *Pleurotus eryngii* and *Pleurotus ostreatoroseus*. *Carbohydrate Polymers*, 66(2), 252-257.
- Chang R, 1996. Functional Properties of Edible Mushrooms. *Nutrition Reviews*, 54(11), 91-93.
- Chang ST, 1999. World Production of Cultivated and Medicinal Mushrooms in 1997 with Emphasis on *Lentinus edodes* (Berk) Sing, in China. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1 (4), 291-300.
- Chen X, Wu D, Zhou M, Guo X, 2010. Effects of Different External Environment on the Mycelium Growth of *Pleurotus eryngii*. *Journal of Anhui Agricultural University*. 37(1), 150-153.

- Choi UK, Bajpai VK, Lee NH, 2009. Influence of Calcinated Starfish Powder on Growth, Yield, Spawn Run and Primordial Germination of King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*). **Food and Chemical Toxicology**, 47, 2830-2833.
- Choi UK, Lee OH, Kim YC, 2011. Effect of Calcinated Oyster Shell Powder on Growth, Yield, Spawn Run and Primordial Formation of King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*). **Molecules**, 16, 2313-2322.
- Dadaylı G, 2014. **Çay Artığı ile Hazırlanan Ortamlarda Parçalama ve Örtü Toprağı Serme İşleminin *Pleurotus eryngii* Mantarının Biyolojik Etkinlik ve Verimi Üzerine Etkileri**. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Dai YJ, Wang LM, Jiang ZF, Liu WZ, Cheng C, Nan XH, Liu XP, 2014. The Effect of Cultivation Material C/N Ratio on the Growth and Biological Conversion Rate of *Pleurotus eryngii* Mycelium. In: **Biotechnology, Agriculture, Environment and Energy**. F. Zheng, (Eds), Taylor & Francis Group London, UK, pp: 73-76.
- 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.
- Demir S, Demirel K, Uzun Y, 2007. Batman Yöresinin Makrofungusları. **Ekoloji**, 16(64), 37-42.
- Demirel K, 1996. Van Yöresi Makrofungusları. **Turkish Journal of Botany**, 20, 165-169.
- 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.

- Diez VA, Alvarez A, 2001. Compositional and Nutritional Studies on Two Wild Edible Mushrooms from Northwest Spain. *Food Chemistry*, 75, 417-422.
- Doğan H, Pekşen A, 2003. ay Atıklarından Hazırlanan Yetiştirme Ortamları ve Dezenfeksiyon Yöntemlerinin *Pleurotus sajor-caju* 'nun Verim ve Kalitesine Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 39-48.
- Dubost NJ, Ou BX, Beelman RB, 2007. Quantification of Polyphenols and Ergothioneine in Cultivated Mushrooms and Correlation to Total Antioxidant Capacity. *Food Chemistry*, 105, 727-735.
- Eguchi F, Watanabe Y, Sudo K, Higaki M, 1999. Pharmacological Effects of *Pleurotus eryngii* on the Hyperlipemia. *Proceedings of 3rd International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*, pp: 333-339, University of Western Sydney, Hawkesbury.
- Elhami B, Ansari NA, 2008. Effect of Substrates of Spawn Production on Mycelium Growth of Oyster Mushroom Species. *Journal of Biological Sciences*, 8(2), 474-477.
- Elmastas M, Isildak O, Turkecul I, Temur N, 2007. Determination of Antioxidant Activity and Antioxidant Compounds in Wild Edible Mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 337-345.
- Ersel FY, Solak MH, 2004. Contributions to the Macrofungi of İzmir Province. *Turkish Journal of Botany*, 28, 487-490.
- Ertan ÖS, 1992. Eğirdir Civarında Tespit Edilen Bazı Şapkalı Mantarlar. *XI. Ulusal Biyoloji Kongresi*, 24-27 Haziran, Elazığ.
- Fan YP, 2012. *Study on Control of the Environment Parameters of Pleurotus eryngii Factory Produce*. Master's Thesis. Northwest University of Science and Technology, South Africa.
- Fanadzo M, Zireva DT, Dube E, Mashingaidze AB, 2010. Evaluation of Various Substrates and Supplements for Biological Efficiency of *Pleurotus sajor-caju* and *Pleurotus ostreatus*. *African Journal of Biotechnology*, 9(19), 2756-2761.

- Finlay RD, Frostegard A, Sonnerfeldt AM, 1992. Utilization of Organic and Inorganic Nitrogen Sources by Ectomycorrhizal Fungi in Pure Culture and in Symbiosis with *Pinus contorta* Dougl. ex Loud. ***New Phytologist***, 120(1), 105-115.
- Francia C, Rapior S, Courtecuisse R, Siroux Y, 1999. Current Research Findings on the Effects of Selected Mushrooms on Cardiovascular Diseases. ***International Journal of Medicinal Mushrooms***, 1, 169-172.
- Gaitan-Hernandez R, 2005. *In Vitro* Evaluation of the Edible Mushroom *Pleurotus eryngii*: Effect of Different Organic Supplements on the Mycelial Growth and Fruit Bodies Production. ***Revista Mexicana de Micologia***, 21, 77-84.
- Gao XP, He XL, Ren GM, Gou HY, Liu KW, 2011. Isolation of Best Tissue from *Pleurotus eryngii* and Screening of Optimal Medium for Mother Mycelium Culture. ***Journal of Southern Agriculture***, 42(7), 705-707.
- 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.
- Gong ZY, Yu SF, Qu L, 2003. Nutrient Analysis of *Pleurotus eryngii* and *Pleurotus ferulae* Cultivated with Cotton Seed Hull Compost. ***Acta Edulis Fungi***, 10(1), 21-24.
- Griffin DH, 1994. ***Fungal Physiology***, Second Edition. Wiley-Liss, New York, 485 pp.
- Guillen F, Munoz C, Gomez-Toribio V, Martinez MJ, 2000. Oxygen Activation During Oxidation of Methoxy Hydroquinones by Lacase from *Pleurotus eryngii*. ***Applied and Environmental Microbiology***, 66, 170-175.
- Gunde-Cimerman N, 1999. Medicinal Value of the Genus *Pleurotus* (Fr.) P. Karst. (Agaricales S.I., Basidiomycetes). ***International Journal of Medicinal Mushrooms***, 1, 69-80.
- Gunde-Cimerman N, Plemenitas A, 2001. Hypocholesterolemic Activity of the Genus *Pleurotus* (Jacq.:Fr.) P. Kumm. (Agaricales s.l., Basidiomycetes). ***International Journal of Medicinal Mushrooms***, 3(4), 395-397.

- Guo S, Wei J, Li H, 2006. Study on Mycelium Growth Conditions of *Pleurotus eryngii*. Journal of Liaoning University (Natural Sciences Edition), 2, 118-120.
- Guo LQ, Lin JY, Lin JF, 2007. Non-volatile Components of Several Novel Species of Edible Fungi in China. *Food Chemistry*, 100, 643-649.
- Gücin F, 1983. *Elazığ İli Sınırları İçinde Yetişen Bazı Makrofunguslar Üzerinde Taksonomik Bir Araştırma*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Gyorfi J, Hajdu CS, 2007. Casing Material Experiments with *P. eryngii*. *International Journal of Horticultural Science*, 13(2), 33-36.
- Halkman AK, 1995. *Mikrobiyolojide Kullanılan Besiyerleri*. Orkim Ltd. Şti. Yayını. Armoni Matbaacılık, Ankara, 72 s.
- Han CH, 2003. *Studies on Carbon and Nitrogen Nutrient Physiology of Pleurotus eryngii*. Master's Thesis. Agricultural University of Hebei. China.
- Hassan FR, Medany GM, Hussein SD, 2010. Cultivation of the King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*) in Egypt. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(1), 99-105.
- Hawang YJ, Nam HK, Kim SH, 2003. Effect of *Lentinus edodes* and *Pleurotus eryngii* Extracts on Proliferation and Apoptosis in Human Colon Cancer Cell Lines. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 21, 217-222.
- Isaac S, 1992. *Fungal Plant Interactions*. Chapman and Hall, London, UK, 418 pp.
- Işiloğlu M, 1987. *Malatya İli ve Çevresinde Yetişen Yenen ve Zehirli Mantarlar Üzerine Taksonomik Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- İlbay ME, 2004. *Pleurotus eryngii* (De Candolle: Fries) Quetlet Yetiştiriciliğinde Değişik Katkı Maddelerinin Verim ve Kaliteye Etkileri Üzerine Araştırmalar. *Türkiye VII. Yemeklik Mantar Kongresi*, 22-24 Eylül, Antalya.

- Jiskani MM, 1999. *A Brief Outline "The Fungi" (Cultivation of Mushrooms)*. Izhar Pub. Tandojam, Pakistan, 94 pp.
- 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.
- Jose N, Janardhanan KK, 2000. Antioxidant and Antitumour Activity of *Pleurotus florida*. *Current Science*, 79, 941-943.
- Jwanny EW, Rashad MM, Abdu HM, 1995. Solid State Fermentation of Agricultural wastes into Food through *Pleurotus* Cultivation. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 50, 71-78.
- Kalmış E, Atmaca AM, Kalyoncu F, 2008. *Pleurotus eryngii* Şapkalı Mantarından Tek Spor İzolatlarının Eldesi, Melezlenmesi ve Yeni Melezlerin Misel Büyüme Hızları. *Türkiye VIII. Yemeklik 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. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1), 39-44.
- Kang TS, Kang MS, Sung JM, Kang AS, Shon HR, Lee SY, 2001. Effect of *Pleurotus eryngii* on the Blood Glucose and Cholesterol in Diabetic Rats. *The Korean Journal of Mycology*, 29, 86-90.
- Kashangura C, 2008. *Optimisation of the Growth Conditions and Genetic Characterisation of Pleurotus Species*. PhD Thesis. University of Zimbabwe, Zimbabwe.
- Kaşık G, Öztürk C, Türkoğlu A, Doğan HH, 2003. Macrofungi of Yahyalı (Kayseri) Province. *Turkish Journal of Botany*, 27, 453-462.
- 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.

- Kırbağ S, Akyüz M, 2008 a. Evaluation of Agricultural Wastes for the Cultivation of *Pleurotus eryngii* (DC.ex Fr.) Quel. var. *ferulae* Lanzi. ***African Journal of Biotechnology***, 7(20), 3660-3664.
- Kırbağ S, Akyüz M, 2008 b. Effect of Various Agro-Residues on Growing Periods, Yield and Biological Efficiency of *Pleurotus eryngii*. ***Journal of Food, Agriculture and Environment***, 6(3/4), 402-405.
- Kıbar B, 2009. ***Bazı Yenilebilir Ektomikorizal Mantar Türlerinin Kültüre Alınması Üzerine Araştırmalar***. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kıbar B, Pekşen A, 2011a. Nutritional and Environmental Requirements for Vegetative Growth of Edible Ectomycorrhizal Mushroom *Tricholoma terreum*. ***Žemdirbystė=Agriculture***, 98(4), 409-414.
- Kıbar B, Pekşen A, 2011b. Mycelial Growth Requirements of *Lactarius pyrogalus* and *Lactarius controversus*. ***African Journal of Microbiology Research***, 5(28), 5107-5114.
- Kim HK, Cheong JC, Chang HY, Kim GP, Cha DY, Moon BJ, 1997. The Artificial Cultivation of *Pleurotus eryngii* (I)-Investigation of Mycelial Growth Conditions. ***The Korean Journal of Mycology***, 25(4), 305-310.
- Kim HO, Lim JM, Joo JH, Kim SW, Hwang HJ, Choi JW, Yun JW, 2005. Optimization of Submerged Culture Condition for the Production of Mycelial Biomass and Exopolysaccharides by *Agrocybe cylindracea*. ***Bioresource Technology***, 96, 1175-1182.
- Kim MK, Math RK, Cho KM, Shin KJ, Kim JO, Ryu JS, Lee YH, Yun HD, 2008. Effect of *Pseudomonas* sp. P7014 on the Growth of Edible Mushroom *Pleurotus eryngii* in Bottle Culture for Commercial Production. ***Bioresource Technology***, 99, 3306- 3308.
- 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.

- Kurt Ş, 2008. ***Değişik Tarımsal Artıkların Kayın Mantarı (Pleurotus ostreatus, Pleurotus sajor-caju) Yetiştiriciliğinde Kullanım Olanakları.*** Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kurtzman RHJ, 1981. Mushrooms; Single Cell Protein Cellulose, ***Annual Reports on Fermentation Processes***, 3, 305-399.
- Lee NH, Im MH, Choi UK, 2006. Calcium Absorption by the Fruit Body of Saesongi (*Pleurotus eryngii*) Mushroom. ***Food Science and Biotechnology***, 15(2), 308-311.
- 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.
- Li SW, 2009. ***Optimization of Technological Parameters for Year-Round Cultivation of Pleurotus eryngii in a Factory Farm.*** Master's Thesis. Fujian Agriculture and Forestry University, China.
- Li ZP, 2010. ***Study on Physico-Chemical Properties of Substrate to the Industrial Cultivation of Pleurotus eryngii.*** Master's Thesis. Shanghai Ocean University, China.
- Lin JH, Yang SS, 2006. Mycelium and polysaccharide production of *Agaricus blazei* Murrill by submerged fermentation. ***Journal of Microbiology, Immunology and Infection***, 39(2), 98-108.
- 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.

- Ma LZ, 2005. *Studies on the Technique of Cultivation and Preservation for Liquid Strain of Pleurotus eryngii*. Master's Thesis, China Agricultural University. MaChina.
- Ma Z, 2010. *Studies on Key Factors of Industrialized Production for Pleurotus eryngii*. Master's Thesis. Northwest University of Science and Technology, South Africa.
- Ma YP, 2012. *Studies of the Environmental Factors Effect on Primordium Formation for Pleurotus eryngii var. tuoliensis*. Master's Thesis. Chinese Academy of Agricultural Sciences, China.
- Ma L, Du S, Jin L, Jing L, Li H, Zhu Y, Wang C, Jiang W, 2010. Studies on the Nutritional Physiology of *Pleurotus eryngii*. *Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition)*, 38(9), 129-134.
- Manju B, Vadher S, Soni GL, Khanna PK, 1996. Nutritional Evaluation of *Pleurotus florida*. *Mushroom Research*, 5, 101-104.
- Manzi P, Gambelli L, Marconi S, Vivanti V, Pizzoferrato L, 1999. Nutrients in Edible Mushrooms: An Inter-Species Comparative Study. *Food Chemistry*, 65, 477-482.
- Manzi P, Aguzzi A, Pizzoferrato L, 2001. Nutritional Value of Mushrooms Widely Consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73, 321-325.
- Mattila P, Konko K, Eurola M, Pihlava JM, Astola J, Vahteristo L, Hietaniemi V, Kumpulainen J, Valtonen M, Piironen V, 2001. Contents of Vitamins, Mineral Elements and Some Phenolic Compounds in Cultivated Mushrooms. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49, 2343-2348.
- Mau JL, Lin YP, Chen PT, Wu YH, Peng JT, 1998. Flavor Compounds in King Oyster Mushrooms *Pleurotus eryngii*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 46, 4587-4591.

- Miles PG, 1999. Biological Background for Mushroom Breeding, In: ***Genetics and Breeding of Edible Mushrooms***. In: Chang S.T., J.A. Buswell, P.G. Miles (Eds.), Gordon and Breach Science Publishers, pp: 37-64.
- 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.
- Ngai PHK, Ng TB, 2004. A Ribonüklease with Antimicrobial, Antimitojenic and Antiproliferative Activities from the Edible Mushroom *Pleurotus sajor-caju*. ***Peptides***, 25, 11-17.
- Ngai PHK, Ng TB, 2006. A Hemolysin from the Mushroom *Pleurotus eryngii*. ***Applied Microbiology and Biotechnology***, 72, 1185-1191.
- Obatake Y, Murakami S, Matsumoto T, Nakai YF, 2003. Isolation and Characterization of a Sporeless Mutant in *Pleurotus eryngii*. ***Mycoscience***, 44, 33-40.
- Oei P, 2003. ***Mushroom Cultivation, Appropriate Technology for Mushroom Growers***. Backhugs Publishers, Leiden, The Netherlands. 429 pp.
- Ohga S, 2000. Influence of Wood Species on the Sawdust-Based Cultivation of *Pleurotus abalonus* and *Pleurotus eryngii*. ***Journal of Wood Science***, 46, 175-179.
- Ohga S, Royse DJ, 2004. Cultivation of *Pleurotus eryngii* on Umbrella Plant (*Cyperus alternifolius*) Substrate. ***Journal of Wood Science***, 50, 466-469.
- Ohta A, Fujiwara N, 2003. Fruit-Body Production of an Ectomycorrhizal Fungus in Genus *Boletus* in Pure Culture. ***Mycoscience***, 44, 295-300.
- Okano K, Fukui S, Kitao R, Usagawa T, 2007. Effects of Culture Length of *Pleurotus eryngii* Grown on Sugarcane Bagasse on *In Vitro* Digestibility and Chemical Composition. ***Animal Feed Science and Technology***, 136(3/4), 240-247.

- Owaid MN, Al-Assaffii IAA, Al-Saeedi ASS, 2014. Assessment Datepalm Fibers Extract Agar with Other Lignocellulose Residues on Mycelial Growth of *Pleurotus eryngii*. **Review of Industrial Microbiology Sanitary and Environnemental**, 8(2), 172-186.
- Öder N, 1980. Halkın Faydalandığı Bazı Önemli Yenen Mantarlar. **VII. Bilim Kongresi**, 6-10 Ekim, Aydın.
- Öder N, 1988. Konya Merkez ve Bazı İlçelerinde Yetişen Önemli Yenen-Zehirli Mantarlar Üzerinde Taksonomik Bir Araştırma. **Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi**, 8, 237-257.
- Özkan C, Yamaç M, 2012. *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Suillus collinitus* Makrofunguslarının Biyoprotein Üretimi Üzerine Çevresel Faktörlerin Etkisi. **IX. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi**, 18-20 Ekim, Denizli.
- Öztürk C, Kaşık G, Doğan HH, 2000. Beyreli (Hadim-Konya) Yöresinde Bazı Makrofunguslar. **Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi**, 1, 37-41.
- Patrabans S, Madan M, 1997. Studies on Cultivation, Biological Efficiency and Chemical Analysis of *Pleurotus sajor-caju* (FR.) Singer on Different Bio-Wastes. **Acta Biotechnology**, 17, 107-122.
- Pekşen A, 2013. Kayın Mantarı (*Pleurotus ostreatus*): Kütük Yetiştiriciliği. **Samtim**, 41, 18-20.
- Pekşen A, 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.
- Peng JT, 1998. Research on the Automatic Production of King Oyster Mushroom. **Proceedings of 1998 Agricultural Science and Technology Exhibition**. Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC, pp: 44-46.

- Peng JT, Lee CM, Tsai YF, 2000. Effect of Rice Bran on the Production of Different King Oyster Mushroom Strains During Bottle Cultivation. *Journal of Agricultural Research China*, 49(3), 60-67.
- Periasamy K, 2005. Novel Antibacterial Compounds Obtained from Some Edible Mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 7, 443-444.
- Philippoussis A, Diamentapoulou P, Zervakis G, Ioannidou S, 2000. Potential for the Cultivation of Exotic Mushroom Species by Exploitation of Mediterranean Agricultural Wastes. *Proceedings of the 15 th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi*, pp: 523-530, Netherlands.
- Philippoussis A, Zervakis G, Diamentapoulou P, 2001. Bioconversion of Agricultural Lignocellulosic Wastes through the Cultivation of the Edible Mushrooms *Agrocybe aegerita*, *Volvariella volvacea* and *Pleurotus* spp. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 17, 191-200.
- Phillips R, 1994. *Mushrooms and Other Fungi of Great Britain & Europe*. New Interlitho S. P. A., Milan, 288 pp.
- Ragunathan R, Swaminathan K, 2003. Nutritional Status of *Pleurotus* spp. Grow on Various Agro-wastes. *Food Chemistry*, 80, 371-375.
- Rajoriya A, Gupta N, 2015. Impact of Media, pH and Incubation Temperature on Growth of Edible Mushroom Fungi of Odisha. *Advance in Agriculture and Biology*, 4(2), 54-57.
- Rambelli A, 1983. Manual on Mushroom Cultivation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 65 pp.
- Ro HS, Kim SS, Ryu JS, Jeon CO, Lee TS, Lee HS, 2007. Comparative Studies on the Diversity of the Edible Mushroom *Pleurotus eryngii*: ITS Sequence Analysis, RAPD Fingerprinting, and Physiological Characteristics. *Mycological Research*, 111, 710-715.

- Rodriguez Estrada AE, 2008. *Molecular Phylogeny and Increases of Yield the Antioxidants Selenium and Ergothioneine in Basidiomata of Pleurotus eryngii*. PhD Thesis, Pennsylvania State University, United States of America.
- 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, Royse DJ, 2008. *Pleurotus eryngii* and *P. nebrodensis*: From the Wild to Commercial Production (Specialty mushrooms). *Mushroom News*, 56, 4-11.
- Rodriguez Estrada AE, Jimenez-Gasco MM, Royse DJ, 2009. Improvement of Yield of *Pleurotus eryngii* var. *eryngii* by Substrate Supplementation and Use of a Casing Overlay. *Bioresource Technology*, 100, 5270-5276.
- Royse DJ, 1999. Yield Stimulation of King Oyster Mushroom, *Pleurotus eryngii*, by Brewer's Grain and Spawn Mate IISE Supplementation of Cottonseed Hull and Wood Chip Substrates. *Mushroom News*, 47, 4-8.
- Royse DJ, 2014. A Global Perspective on the High Five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* & *Flammulina*. *Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*, p: 1-6, New Delhi, India.
- Sanchez C, 2004. Modern Aspects of Mushroom Culture Technology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 64, 756-762.
- Sanmee R, Dell B, Lumyong P, Izumori K, Lumyong S, 2003. Nutritive Value of Popular Wild Edible Mushrooms from Northern Thailand. *Food Chemistry*, 82, 527-532.
- Shen TT, 2012. *Study on the Decomposition and Utilization of Asparagus Old Stem by Pleurotus eryngii and Pleurotus nebrodensis*. Master's Thesis. Shanxi University, China.

- Shi YH, 2013. *The Role of Mineral Elements (K, Ca, P, Mg) in Growth, Development and Physiological Effects of Pleurotus eryngii var. tuoliensis*. Master's Thesis. Central South University of Forestry Science and Technology, China.
- Shu CH, Lung MY, 2004. Effect of pH on the Production and Molecular Weight Distribution of Exopolysaccharide by *Antrodia camphorata* in Batch Cultures. *Process Biochemistry*, 39(8), 931-937.
- Solak MH, Yılmaz F, 2002. Manisa Yöresi Makrofungus Florasına Katkıları. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 10(43), 30-32.
- Song Y, 2013. *The Application of Rape Straw in the Submerged Culture of Pleurotus eryngii*. Master's Thesis. Anhui Normal University, China.
- Song A, Tian X, Feng G, Zhang Y, 2001. A Study of the Utilization of *Pleurotus eryngii* with Different Carbon Sources and Nitrogen Sources. *Acta Edulis Fungi*, 8(4), 10-14.
- Stajic M, Persky L, Friesem D, Hadar Y, Wasser SP, Nevo E, Vukojevic J, 2006. Effect of Different Carbon and Nitrogen Sources on Laccase and Peroxidases Production by Selected *Pleurotus* Species. *Enzyme and Microbial Technology*, 38, 65-73.
- Synytsya A, Mickova K, Synytsya A, Jablonsky I, Spevacek J, Erban V, Kovarikova E, Copikova J, 2009. Glucans from Fruit Bodies of Cultivated Mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and Potential Prebiotic Activity. *Carbohydrate Polymers*, 76, 548-556.
- Szarvas J, Pal K, Geösel A, Györfi J, 2011. Comparative Studies on the Cultivation and Phylogenetics of King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii* (DC.: Fr.) Quel.) strains. *Acta Universitatis Sapientiae Agriculture and Environment*, 3, 18-34.
- Szarvas J, Geösel A, Szabo A, 2014. Comparative Cultivation Experiments of *Pleurotus eryngii* Isolates. *Proceedings of 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8)*, pp: 337-344, New Delhi, India.

- Şanlı SK, 2014. *Farklı Tarımsal Artıkların Pleurotus eryngii Mantar Üretiminde Kullanım Olanakları*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Şeker D, Kalyoncu F, Kalmış E, 2012. Spawn Materyali Olarak Farklı Tahılların Kullanım İmkanlarının Araştırılması. *IX. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi*, 18-20 Ekim, Denizli.
- Tan Q, Wang Z, Cheng J, Guo Q, Guo L, 2005. Cultivation of *Pleurotus* spp. in China. *Proceedings of the Fifth International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*, pp: 338-349, Shanghai-China.
- Thongklang N, Hyde KD, Bussaban B, Lumyong S, 2010. Culture Condition, Inoculum Production and Host Response of a Wild Mushroom, *Phlebopus portentosus* Strain CMUHH121-005. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 5(3), 413-425.
- Torng PJ, Ming LC, Fung TY, 2000. Effect of Rice Bran on the Production of Different King Oyster Mushroom Strains During Bottle Cultivation. *Journal of Agricultural Research of China*, 49(3), 60-67.
- Tshinyangu KK, 1996. Effect of Grass Hay Substrate on Nutritional Value of *Pleurotus ostreatus* var. *colombinus*. *Nahrung*, 40, 79-83.
- Turkecul I, Elmastas M, Tüzen M, 2004. Determination of Iron, Copper Manganese, Zine, Lead and Cadmium in Mushroom Samples from Tokat, Turkey. *Food Chemistry*, 84(3), 389-392.
- Türkoğlu A, Kanlık A, Gezer K, 2007. Macrofungi of Çameli District (Denizli-Turkey), *Turkish Journal of Botany*, 31, 551-557.
- Upadhyay RC, Vijay B, 1991. Cultivation of *Pleurotus* Species During Winter in India. *Proceedings of the 13th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi*, pp: 533-536, Dublin, Irish Republic.
- Urban PL, Bazata MA, Asztemborska M, Manjon JL, Kowalska J, Piotrowska GB, Pianka D, Steborowski R, Kuthan RT, 2005. Preliminary Study of Platinum

- Accumulation in the Fruitbodies of a Model Fungal Species: King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*). *Nukleonika*, 50, 63-67.
- Urbanelli S, Fanelli C, Fabbri AA, Della Rosa V, Maddau L, Marras F, Reverberi M, 2002. Molecular Genetic Analysis of Two Taxa of the *Pleurotus eryngii* Complex: *P. eryngii* (DC.Fr.) Quel. var. *eryngii* and *P. eryngii* (DC.Fr.) Quel. var. *ferulae*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 75, 125-136.
- Urbanelli S, Rosa VD, Fanelli C, Fabbri AA, Reverberi M, 2003. Genetic Diversity and Population Structure of the Italian fungi Belonging to the Taxa *Pleurotus eryngii* (DC. Fr.) Quel. and *P. ferulae* (DC. Fr.) Quel. *Heredity*, 90, 253-259.
- Uzun A, 1996. *Karadeniz Bölgesinde Kültür Mantarı (A. bisporus (Lange) Sing.) Üretiminde Kullanılabilecek Organik Materyallerin Tespiti ile Bunların Mantarın Verim ve Kalitesine Etkisi Üzerine Bir Araştırma*. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri, Samsun.
- Uzun Y, Keleş A, Demirel K, 2006. Contributions to the Macrofungi Flora of Gümüşhane Province. *Turkish Journal of Botany*, 30, 39-46.
- Venturella G, 2000. Typification of *Pleurotus nebrodensis*, *Mycotaxon*, 75, 229-231.
- Wang RJ, 2007. *Studies on the Parameters and Physiological Properties of Pleurotus eryngii Industrial Cultivation*. Master's Thesis. Southwestern University, United States of America.
- Wang AX, 2010. *Studies on the Screening and Cultivation Techniques of Pleurotus eryngii*. Master's Thesis, Fujian Agriculture and Forestry University, China.
- Wang CD, 2011. *Studies of Several Key Issues of Industrialized Production of Pleurotus eryngii*. Master's Thesis. Northwest University of Science and Technology, South Africa.
- Wang H, Gao J, Ng TB, 2000. A New Lectin with Highly Potent Anti-Hepatoma and Antisarcoma Activities from the Oyster Mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Biochemical Biophysical Research Communication*, 275, 810-816.

- Wang JC, Hu SH, Liang ZC, Yeh CJ, 2005. Optimization for the Production of Water Soluble Polysaccharide from *Pleurotus citrinopileatus* in Submerged Culture and its Antitumor Effect. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 67, 759-766.
- Wayne RR, 1999. *Growing Mushrooms the Easy Way: Home Mushroom Cultivation with Hydrogen Peroxide*. Volume I, Rush Wayne Enterprises, Oregon, 33 pp.
- Yağız D, Afyon A, Konuk M, 2005. The macrofungi of Karabük Province. *Turkish Journal of Botany*, 29, 345-353.
- Yakut B, 2003. *Bazı Pleurotus Türlerinin Çeşitli Evrelerdeki Gelişimi ve Verimi Üzerine Farklı Bitkisel Materyallerin Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Yamaç M, Özbulut N, Koban A, 2008. Farklı Besi Ortamlarının Yenebilir Makrofungus İzolatlarının Misel Gelişimi Üzerine Etkileri. *Türkiye VIII. Yemelik Mantar Kongresi*, 15-17 Ekim, Kocaeli.
- Yamanaka T, 2003. The Effect of pH on the Growth of Saprotrophic and Ectomycorrhizal Ammonia Fungi *In Vitro*. *Mycologia*, 95, 584-589.
- Yamanaka K, 2005. Cultivation of New Mushroom Species in East Asia. *Proceedings of the Fifth International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Product*, pp: 343-349, Shanghai-China.
- Yang J, Zhao JY, Yu H, Tang LH, Wang RJ, 2012. Mathematical Study of the Effects of Temperature and Humidity on the Mycelium Growth of *Pleurotus eryngii*. *First International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics)*. Shanghai, China.
- Yıldırım N, 2008. *Tarımsal Artıkların Hayvan Yemi Olarak Kullanımında Pleurotus eryngii'nin Etkinliğinin Araştırılması*. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Yıldırım N, Yıldız A, 2010. *Pleurotus eryngii* Suşlarının Lignoselülozik Soya Saplarını Biyodönüştürme Etkinlikleri. *Ekoloji*, 19(76), 88-94.

- Yıldız A, 1999. Bazı Bitkisel Materyallerin *Pleurotus florida* Favose'nin Gelişmesi ve Ürün Verimi Üzerine Etkileri. *Turkish Journal of Biology*, 23, 67-72.
- Yıldız A, Demir R, 1998. Bazı Bitkisel Materyallerin *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fr.) Kum. var. *salignus* (Pers. ex. Fr.) Konr. et Maubl.'un Gelişmesi ve Ürün Verimi Üzerine Etkileri. *Turkish Journal of Biology*, 22, 67-73.
- Yıldız A, Karakaplan M, 2003. Evaluation of Some Agricultural Wastes for the Cultivation of Edible Mushrooms, *Pleurotus ostreatus* var. *salignus*. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 40(3), 290-292.
- Yıldız A, Karakaplan M, Aydın F, 1998. Studies on *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kum var. *salignus* (Pers. ex Fr.) Konr. Et Maubl.: Cultivation, Proximate Composition, Organic and Mineral Composition of Carpophores. *Food Chemistry*, 61(1-2), 127-130.
- Zadrazil F, 1976. The Ecology and Industrial Production of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus cornucopiae* and *Pleurotus eryngii*. *Mushroom Science*, 9, 621-652.
- Zadrazil F, 1978. Cultivation of *Pleurotus*. In: Chang, S.T., Hayes, W.A. (Eds.), *The Biology and Cultivation of Edible Mushroom*. Academic Press, New York, pp: 512-558.
- Zadrazil F, 1987. White rot moulds and mushrooms grown on cereal straw; aim of the process final products, scope for the future. In: *Degradation of Lignocellulose in Ruminants and Industrial Process* (ed. J. M. van der Meer, B. A. Rijkans and M. P. Ferrati), Elsevier Applied Science, London, pp: 55-62.
- Zervakis G, Balis C, 1992. Comparative Study on the Cultural Characters of *Pleurotus* Species under the Influence of Different Substrates and Fruiting Temperatures. *Micologia Neotropical Aplicada*, 5, 39-47.
- 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 G, Philippoussis A, Ioannidou S, Diamantopoulou P, 2001a. Mycelium Growth Kinetics and Optimal Temperature Conditions for the Cultivation of Edible Mushroom Species on Lignocellulosic Substrates. *Folia Microbiologica*, 46(3), 231-234.
- Zervakis GI, Venturella G, Papadopoulou K, 2001b. Genetic Polymorphism and Taxonomic Infrastructure of the *Pleurotus eryngii* Species-Complex as Determined by RAPD Analyses, Isozyme Profiles and Ecomorphological Characters. *Microbiology*, 147, 3183-3194.
- Zhang ZH, 2014. *Research on the Key Technologies of Pleurotus eryngii Industrialized Efficient Cultivation*. Master's Thesis. Fujian Agriculture and Forestry University, China.
- Zhang M, Zhang L, Cheung PC, Ooi VE, 2004. Molecular Weight and Anti-Tumor Activity of the Water-Soluble Polysaccharides Isolated by Hot Water and Ultrasonic Treatment from the Sclerotia and Mycelia of *Pleurotus tuber-regium*. *Carbohydrate Polymers*, 56, 123-128.
- Zhao DG, 2013. *The Waste of the Corn' Influence on the Quantity and Quality of Pleurotus eryngii*. Master's Thesis. Anhui Agricultural University, China.
- Zharare GE, Kabanda SM, Poku JZ, 2010. Effects of Temperature and Hydrogen Peroxide on Mycelial Growth of Eight *Pleurotus* Strains. *Scientia Horticulturae*, 125(2), 95-102.

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Kars'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kars'ta tamamladı. 2008 yılında Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde lisans eğitimine başladı ve 2012 yılında mezun oldu. Aynı yıl Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

