

Bazı *Pleurotus* Türlerinin Farklı Besi Ortamlarındaki Misel Gelişim Performanslarının Belirlenmesi

Duygu SOLAKOĞLU SÖNMEZ¹, Erkan EREN², Ruhsar YANMAZ¹

¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara/Türkiye

²Ege Üniversitesi, Bergama Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, İzmir/Türkiye

Alınış tarihi: 24 Haziran 2022, Kabul tarihi: 29 Ağustos 2022

Sorumlu yazar: Duygu SOLAKOĞLU SÖNMEZ, e-posta: dsolakoglu@gmail.com

Öz

Amaç: Araştırma, ülkemizin doğal florasında bulunan 3 *Pleurotus* (*Pleurotus ostreatus* (POA), *P. djamor* (PDJ), *P. citrinopileatus* (PCA)) türüne ait saf kültürler vasıtası ile yapılacak tohumluk misel üretiminin optimizasyon koşullarını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem: Bu amaçla üç türe ait saf kültürlerden elde edilen tohumluk miseller yanında *P. ostreatus* (POS) ve *P. citrinopileatus* (PCS) türlerine ait ticari tohumluk miseller de kontrol olarak kullanılmıştır. Misel gelişimi her bir tür için 4 farklı besiyer ortamında (buğday özü agarı, darı özü agarı, yulaf unu agarı ve çavdar özü agarı) incelenmiştir. Patates dekstroz agarı (PDA) kontrol ortamı olarak kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları: Araştırma sonunda misel gelişim hızı ve misel yoğunluğu bakımından en iyi gelişme PDA ve yulaf unu agarı ortamlarında meydana gelmiştir. PDA ve yulaf unu agarı ortamına aşıl原因an türler 8 ve 10. günün sonunda petriyi sararken, darı özü agarı ortamına aşıl原因an PCS (6.40cm), PCA (5.38cm), PDJ (6.65cm) ve çavdar özü agarı ortamına aşıl原因an PCA (6.55cm) ve PDJ (6.73cm) örneklerinin çap ortalamalarında istenen düzeye ulaşamamıştır. Buğday özü agarı ortamına aşıl原因an örnekler petriyi tamamen sarmasına rağmen, misel yoğunluğu 1-5 skalasına göre PDA (4.5 skala değeri) ve yulaf (4.4 skala değeri) ortamlarındaki kadar yoğun olmamıştır. PDA ortamında misel gelişim hızı yönünden en iyi tür 5.28 mm/gün ile PDJ olmuş, 5.13 mm/gün ile PCS ve 4.69 mm/gün ile POS takip etmiştir. Yulaf unu agar ortamında POS 5.21 mm/gün ile en iyi gelişim hızına ulaşırken POA 4.92 mm/gün ve PCS 4.65 mm/gün ile takip etmiştir.

Sonuç: PDA ortamına aşıl原因an POS, PCA ve PDJ türleri ile yulaf unu agarı ortamına aşıl原因an POS, PCS ve POA türleri 8 günde petriyi sararak en iyi besiyer ortam-mantar eşleşmesini sağlamışlardır. Sonuçlarından da görüldüğü gibi, misel gelişimi ve kalitesi mantar türü kültür ortamına göre değişim göstermektedir ve türlere özgü ülkelerin ürün desenine uygun farklı ortam denemeleri yapılmalıdır.

Anahtar kelimeler: *Pleurotus ostreatus*, *P. djamor*, *P. citrinopileatus*, misel

Determination of Mycelial Growth Performances of *Pleurotus* ssp. in Different Nutrient Media

Abstract

Objective: The research was carried out to determine the optimization conditions for seed mycelium production with mycelia obtained from 3 *Pleurotus* (*Pleurotus ostreatus* (POA), *P. djamor* (PDJ), *P. citrinopileatus* (PCA)) species found in the natural flora of our country.

Materials and Methods: For this purpose, commercial mycelia of *P. ostreatus* (POS) and *P. citrinopileatus* (PCS) were used as control, as well as seed mycelia obtained from pure cultures of three species. Mycelial growth was investigated on 4 different agar mediums (wheat extract agar, millet extract agar, oat extract agar and rye extract agar) for each species potato dextrose agar (PDA) was taken as a control.

Results: At the end of the research, the best growth in terms of mycelial growth rate and mycelial density occurred in PDA and oat media. Species inoculated on PDA and oat medium wrap the petri dish at the end of

the 8th and 10th days, while PCS (6.40cm), PCA (5.38cm), PDJ (6.65cm) inoculated in millet medium and PCA (6.55cm) and PDJ (6.73cm) inoculated in rye medium. The diameter averages of the samples could not reach the desired level. Although the samples inoculated on the wheat medium completely covered the petri dish, the mycelium density was not as dense as in PDA (4.5 scale value) and oat (4.4 scale value) mediums.

Conclusion: POS, PCA and PDJ species inoculated on PDA medium and POS, PCS and POA species inoculated into oat flour agar medium wrapped the petri dish in 8 days and provided the best medium fungal match. As can be seen from the results, mycelial growth and quality vary according to the mushroom culture medium, and different medium trials should be carried out in accordance with the product pattern of the species-specific countries.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, *P. djamor*, *P. citrinopileatus*, mycelium

Giriş

Mantarlar besin değerleri ve lezzetlerinin yanı sıra önemli farmakolojik etkileri nedeniyle günümüzde nutrasötik ve diyet desteği olarak kullanılmaktadır. İnsan beslenmesinde toplumsal bilincin artmasıyla mantarlara karşı ilginin giderek artmasına neden olmuştur (Eren ve Pekşen 2016). İstiridye mantarı (*Pleurotus ostreatus*) beyaz şapkali mantardan (*Agaricus bisporus*) sonra Dünya'da en çok üretilen kültür mantarı türüdür. Yetiştirme ortamı için fermente olmamış materyal kullanılması, yetiştirildiği ortamın iklim koşullarından sınırlı düzeyde etkilenmesi, hastalık ve zararlılara karşı kabul edilebilir düzeyde dayanıklı olması *P. ostreatus* türünün üretimini diğer mantar türleri ile karşılaştırıldığında daha cazip hale getirmektedir (Sanchez 2010). Ayrıca *Pleurotus* türü mantarlar, farklı tarımsal ve endüstriyel atıklar üzerinde yetiştirilebildikleri ve yetiştiricilikleri beyaz şapkali mantara göre daha kolay olduğu için üreticiler tarafından tercih edilmektedir. *P. ostreatus* (istiridye mantarı), *Pleurotus eryngii* (kral istiridye mantarı), *Pleurotus djamor* (pembe istiridye mantarı), *Pleurotus citrinopileatus* (sarı istiridye mantarı), *Pleurotus ostreatus* var. *florida* (beyaz istiridye mantarı) ve *Pleurotus pulmonarius* (Hint, Phoenix İstiridye mantarı) en fazla bilinen ve üretilen türlerdir (Siwulski ve ark. 2017).

Dünya'daki mantar üretimi 2022 FAO istatistiklerine göre 42.792.893 tondur. *A. bisporus* Dünyada en fazla üretimi yapılan kültür mantarıdır ve üretimdeki payı yaklaşık %30'dur. Bunu %27 ile *Pleurotus* cinsi, %17 ile de *Lentinula* cinsi izlemektedir. Ülkemizde de mantar üretimi son on yılda ciddi bir artış göstermiştir. Yıllık mantar üretimimiz 2008 yılında 25 bin ton seviyelerindeyken, 2021 yılında 61.460 tona ulaşmıştır (TÜİK 2022). Ancak bu üretimin büyük çoğunluğu *A. bisporus* türüne aittir. Son yıllarda *Pleurotus* türlerine olan ilginin arttığı, *A. bisporus* dışındaki besin değeri, aroması ve tıbbi özellikleri nedeni ile dünyada üretimleri giderek yaygınlaşan diğer mantar türlerinin üretimine de yönelindiği görülmektedir. Bu türlerde de üreme organı olan spor ve bu sporların çimlenmesi ile elde edilen misel üretimi önemlidir. Sporlardan misel verimi ve kalitesinde tür, sporların ekiminin yapıldığı besin ortamı, ortam pH'sı, ortam sıcaklığı önemlidir.

Dünyada tohumluk mantar miseli üretimi yönünden uzun yıllardır yapılan araştırmalar sonucunda her bir mantar türü için verim ve kalite özellikleri yüksek mantar izolatları geliştirilmiş ve ticari üretime kazandırılmıştır. Ülkemizde yapılan mantar üretiminde kullanılan misel kaynağının %90'ı yurt dışından temin edilmekte, %10'u ise yerli misel firmaları tarafından karşılanmaktadır. Ülkemizde misel üreten yerli firmalar varsa da kapasite bakımından yeterli değildir (Eren ve Pekşen 2016). Türkiye'de üretilen mantarlar ülkemiz iç piyasasında tüketildiğinden ihracata gönderilen mantarların çoğunluğunu doğadan toplanan mantarlar oluşturmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığının son yıllarda verdiği destekler kapsamında özellikle küçük ölçekli işletmelerin koşulları değerlendirildiğinde en uygun koşullarda üretimi yapılabilen mantarın istiridye mantarı olması, bu türlere olan talebin artmasına neden olduğundan ülkemiz mantar üretiminde *Pleurotus* türlerinin yetiştiriciliğinin önümüzdeki yıllarda daha da artacağı öngörülmektedir. Bu da mantar misel ithalatının ileriki yıllarda daha da artacağını ve dışa bağımlılığın devam edeceğini göstermektedir.

Dış ülkelerde ıslah çalışmaları devam ederken, ülkemizde kültür mantarları üzerinde 1960'lı yıllardan beri çalışılmasına rağmen, araştırmalar çoğunlukla şapka verim ve kalitesi üzerine odaklanmıştır. Misel geliştirilmesi ve ticarileştirilmesi konusundaki çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Nitekim bugün beyaz şapkali kültür mantarında olduğu gibi istiridye mantarı

yetiştiriciliğinde de tohumluk misel üretimine yönelik olarak ülkemizde ve dünyada araştırmalar devam etmektedir.

Bu araştırmada ülkemizin doğal florasında bulunan 3 *Pleurotus* türünün 4 farklı besin ortamında misel gelişimine etkisi belirlenerek 3 *Pleurotus* türü için en uygun misel geliştirme ortam koşullarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Kasım 2020- Ocak 2021 tarihleri arasında Hacettepe Üniversitesi İlaç ve Kozmetik Ar-Ge ve Kalite Kontrol Laboratuvarında (HÜNİKAL) yürütülmüştür. Çalışmada *P. ostreatus* (POA), *P. djamor* (PDJ), *P. citrinopileatus* (PCA) türlerine ait Agroma firmasından temin edilen saf kültürlerden elde edilen tohumluk miseller ve Sylvan Tarım Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.'den temin edilen *P. ostreatus* (POS) ve *P. citrinopileatus* (PCS) türlerine ait cin darı tohumlarına sardırılmış ticari miseller kullanılmıştır.

Tohumluk Ana Kültürlerin Geliştirilmesi

Üç farklı *Pleurotus* türüne ait (*P. ostreatus*, *P. djamor*, *P. citrinopileatus*) saf kültürlerden elde edilen tohumluk miseller ile ticari olarak kullanılan darı tohumlarına sardırılmış *P. ostreatus* ve *P. citrinopileatus* türüne ait miseller standart PDA

ortamı konulmuş tek kullanımlık 90 mm çapındaki steril petrilere ekilmiştir. Ortamlara her bir tür için 5'er tekrarlı olarak misel ekimi yapılmış ve ağızları hava almayacak şekilde parafilm ile kapatılarak 25°C'de inkübatöre konulmuştur. Misel gelişimini belirlemek için ekim sonrası 14 gün boyunca 2 gün aralıklarla misel çapları ölçülmüştür. Misellerin petriyi tamamen sardığı örnekler 4 farklı besin ortamına aşılacak üzere +4°C'de buzdolabında muhafazaya alınmıştır (Ahmad ve ark. 2015, Kumar ve ark. 2018).

Tohumluk Misellerin Besi Ortamlarına Aşılması

Tohumluk misellerin üretimi için Çizelge 1'de belirtilen besin ortamları kullanılmıştır. Hazırlanan ortamların pH'sı 6.5-7.0'ye ayarlanmış ve 121°C'de 15 dakika süreyle otoklavda sterilize edilmiştir (Ahmad ve ark. 2015). Ortamlardan her petriye 20 ml konularak soğumaya bırakılmıştır. Katılaştıran ortamlara PDA ortamında geliştirilen misellerden mantar delici aparatın 0.5 cm çapındaki ucuyla alınan misel parçası petrilere ortasına yerleştirilerek aşılama yapılmıştır. Aşılama sonrası kültürler karanlıkta 25 °C'de 8-14 gün süre ile inkübe edilmiştir (Hoa ve Wang 2015, Oluklu ve Kibar 2016).

Çizelge 1. Kullanılan besin ortamları ve içerikleri

Besi Ortamı	İçeriği
Buğday Özü Agarı	12.5 g buğday tohumu, 8 g agar, 400cc distile su
Darı Özü Agarı	11.5 g darı tohumu, 8 g agar, 400cc distile su
Çavdar Özü Agarı	11 g çavdar tohumu, 8 g agar, 400cc distile su
Yulaf Unu Agarı	10 g yulaf unu, 8 g agar, 400cc distile su

Misel gelişimini belirlemek amacıyla miseller tüm petriyi kaplayana kadar aşağıda belirtilen ölçümler yapılmıştır (Kibar 2016).

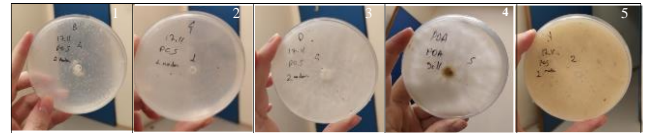
Misel gelişim hızı (mm gün⁻¹): Misel halkalarının çapı 14 gün boyunca 2 günde bir kumpas yardımıyla ölçülerek kaydedilmiştir. Petrideki dairesel misel gelişim yüzeyinin iki farklı noktasından yapılan ölçümlerle petrideki kolonizasyonun tamamlandığı gün sayısına bölünerek belirlenmiştir.

Misel gelişim süresi (gün): Aşılama misellerin petri ortamını tamamen sarıncaya kadar geçen süre kaydedilmiştir.

Misel gelişim (koloni) alanı (mm²): Misel ekiminden 8 gün sonra koloni çapının kumpas ile ölçülüp misel kolonisinin kapladığı toplam alan, daire

alan formülü (πr^2) ile hesaplanmıştır. (Hesaplamlarda π değeri 3.14 alınmıştır.)

Misel yoğunluğu: Misel yoğunluğu çok zayıftan çok yoğunu değişen 1-5 skalası kullanılarak belirlenmiştir (1. Çok zayıf, 2. Zayıf, 3. Normal, 4. Yoğun, 5. Çok yoğun. (Şekil 1).



Şekil 1. Misel yoğunluğunun skala değeri 1, 2, 3, 4 ve 5 olan misel örnekleri

İstatistiksel Analizler

Araştırma mantar türü (5), ortam (5) ve gün (2, 4, 6, 8) faktörünü kapsayan tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre kurulmuş ve yürütülmüştür. Faktörler arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Koloni yoğunluğu bakımından elde edilen veriler Kruskal-Wallis Testi ile değerlendirilmiştir. Farklı grupların değerlendirilmesinde Dunn testi kullanılmıştır. İstatistik analizler IBM SPSS Statistics 20 paket programında yapılmıştır (Kibar 2016).

Bulgular

Türlere göre misel gelişim performansı

Yapılan varyans analizi sonucunda mantar türü x gün interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (Çizelge 2). Ekimden 2 gün sonra türler arasında misel gelişimi yönünden farklılık istatistik anlamda önemli değilken, 4., 6. ve 8. günde önemli çıkmıştır. 8. gün ölçüm sonuçlarına göre en hızlı misel gelişimi PCS (7.88 cm), POS (7.43 cm) ve POA'da (6.72 cm) olmuştur. Günlere göre misel gelişiminin incelenmesinde de PCS'nin diğer mantar türlerine göre daha hızlı mantar miseli oluşturduğu görülmektedir. Buna karşılık en düşük misel gelişim hızı 8. günde 2.80 cm ile PCA ve 3.17 cm ile de PDJ'de görülmüştür. Mantar türlerinde miseller günlere göre belli bir hızda artış gösterirken PCA'da 4. ve 6. günlere göre önemli bir gelişme görülmemiştir.

Çizelge 2. Mantar türlerinde PDA ortamında misel çapının günlere göre değişimi

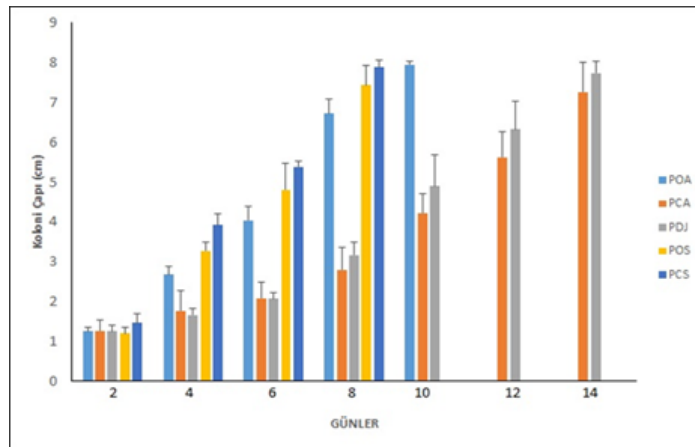
Mantar türü/Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
PCA	1.27 ± 0.112 Ac	1.77 ± 0.206 Db	2.08 ± 0.168 Db	2.80 ± 0.232 Ca
PCS	1.46 ± 0.103 Ad	3.92 ± 0.132 Ac	5.38 ± 0.066 Ab	7.88 ± 0.074 Aa
PDJ	1.25 ± 0.062 Ad	1.67 ± 0.072 Dc	2.07 ± 0.062 Db	3.17 ± 0.131 Ca
POA	1.25 ± 0.050 Ad	2.68 ± 0.086 Cc	4.04 ± 0.154 Cb	6.72 ± 0.162 Ba
POS	1.20 ± 0.082 Ad	3.28 ± 0.103 Bc	4.80 ± 0.337 Bb	7.43 ± 0.250 Aa

Mantar türlerinin 2., 4., 6. ve 8. gündeki gelişimlerinin birbirleri ile karşılaştırılmasında büyük harfler kullanılmıştır (dikey).

Her bir mantar türünün günlere göre misel gelişiminin karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır (yatay) ($p < 0.01$).

Şekil 2'de görüldüğü gibi Sylvan Tarımdan temin edilen *P. ostreatus* (POS) ve *P. citrinopileatus* (PCS) türlerine ait miseller gelişimlerini en kısa sürede (8 gün) tamamlamışlardır. Buna karşılık Agroma firmasından temin edilen *P. ostreatus* (POA) türüne ait miseller petriyi 10 günde sararken, *P. citrinopileatus* (PCA) ve *P. djamor* (PDJ) türlerine ait miseller 14 günde misel sarma işlemini tamamlamışlardır. 8. günde yapılan misel gelişim alanı bakımından mantar türleri arasındaki farklar

istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). 8. gün ölçümlerinde misel gelişim alanı en fazla PCS'de 4876 mm² ve ardından 4342 mm² ile POS türü olup bunları 3553 mm² ile POA takip etmiştir. (Çizelge 3). Misel gelişim hızı bakımından mantar türleri arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). 8. gün misel gelişim alanı ölçümleri ile uyumlu olarak türler arasında misel gelişim hızı en yüksek olan PCS (4.93 mm/gün) ve POS (4.64 mm/gün) türü olmuş, bunları POA (3.97. mm/gün) takip etmiştir (Çizelge 3).



Şekil 2. Geliştirilen mantar türlerinin ortalama misel çapı (cm) ve gelişim süresi (gün)

Çizelge 3. Mantar türlerine göre misel gelişim alanı (8. gün) ve misel gelişim hızı

Mantar türü	Misel gelişim alanı (mm ²)	Misel Gelişim Hızı (mm/gün)
PCA	637 ± 103.0 c	2.59 ± 0.111 C
PCS	4876 ± 91.2 a	4.93 ± 0.046 A
PDJ	794 ± 62.1 c	2.76 ± 0.043 C
POA	3553 ± 171.0 b	3.97 ± 0.020 B
POS	4342 ± 290.0 a	4.64 ± 0.156 A

Misel gelişim alanı bakımından karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır (p<0.01)

Misel gelişim hızı bakımından karşılaştırılmasında büyük harfler kullanılmıştır (p<0.01)

Mantar türlerinin farklı besi ortamlarındaki misel geliştirme performansı

Tohumluk misellerin 4 farklı besi ortamındaki gelişme düzeylerini belirlemek amacıyla yapılan denemenin sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda mantar türü x ortam x gün interaksiyonu p<0.01 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Buna göre 8 gün sonunda misel gelişimi, ortam, mantar türü ve misel ekiminden sonraki günlere bağlı olarak değişmiştir. Çizelge 4'e

göre en fazla misel koloni gelişimi 8. gün sonunda PCA türü için yulaf özü agarı (7.40cm) ve buğday özü agarı (6.95 cm), PCS türü için PDA (8.20 cm), PDJ türü için PDA (8.45 cm) ortamında belirlenmiştir. POA türü ise tüm ortamlarda iyi gelişme göstermiş, ancak en yüksek değere yulaf ortamında (7.88 cm) ulaşmıştır. Tüm mantar türleri içinde en iyi gelişme POS türünde (8.33 cm) yulaf özü agarı ortamında elde edilmiştir.

Çizelge 4. Mantar türlerinin besi ortamlarında misel koloni çapının (cm) günlere göre değişimi

Gün	Mantar Türü/ Besi ortamı	Buğday özü agarı	Çavdar özü agarı	Darı özü agarı	Yulaf unu agarı	PDA Ortamı
2	PCA	1.80 ± 0.041 A a D	1.73 ± 0.75 A a D	1.10 ± 0.058 B bD	1.43 ± 0.033 A ab D	1.13 ± 0.048 B bD
	PCS	1.90 ± 0.071 A a D	2.00 ± 0.00 A a D	1.63 ± 0.63 AB aD	1.70 ± 0.058 A a D	2.00 ± 0.041 A a D
	PDJ	1.88 ± 0.063 A a D	1.88 ± 0.063 A a D	1.40 ± 0.100 AB aD	1.40 ± 0.000 A a D	1.40 ± 0.100 AB a D
	POA	2.13 ± 0.111 A a D	1.80 ± 0.108 A ab D	2.00 ± 0.071 A a D	1.70 ± 0.058 A ab D	1.40 ± 0.129 AB bD
	POS	1.93 ± 0.111 A a D	1.75 ± 0.063 A ab D	1.25 ± 0.063 B bD	1.63 ± 0.088 A ab D	1.78 ± 0.149 AB abD
4	PCA	3.83 ± 0.149 A a C	3.45 ± 0.065 A a C	2.68 ± 0.131 B bc C	2.80 ± 0.153 C b C	2.18 ± 0.075 C c C
	PCS	4.03 ± 0.086 A ab C	3.78 ± 0.086 A b C	3.58 ± 0.270 A b C	3.80 ± 0.058 AB b C	4.45 ± 0.096 A a C
	PDJ	4.25 ± 0.0119 A a C	3.90 ± 0.158 A ab C	3.25 ± 0.050 AB b C	3.30 ± 0.100 BC b C	4.05 ± 0.250 A a C
	POA	3.78 ± 0.202 A a C	3.38 ± 0.103 A a C	3.48 ± 0.085 A a C	3.40 ± 0.100 BC a C	3.28 ± 0.193 B a C
	POS	4.03 ± 0.118 A a C	3.85 ± 0.119 A a C	3.63 ± 0.131 A a C	4.10 ± 0.058 A a C	3.80 ± 0.129 AB a C
6	PCA	5.80 ± 0.158 a B	5.08 ± 0.085 A b B	4.10 ± 0.135 B c B	4.57 ± 0.176 C bc B	3.75 ± 0.065 D d B
	PCS	5.58 ± 0.131 B b B	5.35 ± 0.087 A b B	5.33 ± 0.417 A b B	5.67 ± 0.088 B b B	6.93 ± 0.111 A a B
	PDJ	6.40 ± 0.108 A a B	5.63 ± 0.111 A bc B	5.25 ± 0.05 A c B	5.30 ± 0.115 B c B	6.25 ± 0.050 B ab B
	POA	5.45 ± 0.202 B ab B	5.18 ± 0.184 A ab B	5.03 ± 0.131 A c B	5.70 ± 0.306 B a B	5.20 ± 0.200 C ab B
	POS	6.00 ± 0.071 AB b B	5.65 ± 0.126 A b B	5.53 ± 0.095 A b B	6.60 ± 0.100 A a B	5.90 ± 0.168 B b B
8	PCA	6.95 ± 0.155 B ab A	6.55 ± 0.029 B b A	5.38 ± 0.131 C c A	7.40 ± 0.058 BC b A	5.80 ± 0.108 C c A
	PCS	6.88 ± 0.156 B c A	6.83 ± 0.103 AB c A	6.40 ± 0.778 B c A	7.43 ± 0.120 BC b A	8.20 ± 0.091 A a A
	PDJ	7.53 ± 0.025 AB b A	6.73 ± 0.144 AB b A	6.65 ± 0.050 AB b A	6.97 ± 0.067 C bc A	8.45 ± 0.050 A a A
	POA	7.18 ± 0.144 AB b A	7.00 ± 0.187 AB b A	6.75 ± 0.218 AB b A	7.88 ± 0.145 AB a A	7.33 ± 0.118 B ab A
	POS	7.63 ± 0.048 A b A	7.23 ± 0.063 A b A	7.30 ± 0.082 A b A	8.33 ± 0.033 a a A	7.50 ± 0.173 B b A

Gün x ortam alt gruplarında mantar türlerinin karşılaştırılmasında büyük harfler kullanılmıştır.

Gün x mantar türü alt gruplarında ortamların karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.

Mantar türü x ortam alt gruplarında günlerin karşılaştırılmasında kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.01).

Misel kolonisi gelişimi yönünden ortamlar arasındaki günlere göre ortaya çıkan farklılık buğday ve çavdar özü agarı ortamlarında birbirine yakın iken, darı ortamında 6. günden sonra fark gözlenmeye başlamış ve POS (7.30cm), POA (6.75cm), PDJ (6.65cm) ve PCS (6.40cm) türleri PCA (5.38cm)' ya göre daha iyi gelişmişlerdir. PDA'da ise 4. gün itibariyle PDJ

(8.45cm) ve PCS (8.20cm) diğerlerini geride bırakarak en iyi gelişen türler olmuştur. Buna karşılık yulaf unu agarı ortamında 4. gün den itibaren POS türü öne çıkmış ve 6. günde diğer türlerden daha iyi gelişme göstererek 8. günün sonunda 8.33 cm çapa ulaşmıştır. Hem misel gelişim hızı hem misel gelişim alanı farklı ortamlarda mantar türüne göre değişim göstermiştir (Çizelge 5 ve 6).

Çizelge 5 Mantar türlerinin ortamlara göre misel gelişim hızı (mm/gün)

Mantar türü/Ortam	Buğday özü agarı	Çavdar özü agarı	Darı özü agarı	Yulaf unu agarı	PDA
PCA	4.06 ± 0.043 A ab	3.93 ± 0.025 A b	3.41 ± 0.043 C c	4.25 ± 0.029 C a	4.00 ± 0.035 C ab
PCS	4.14 ± 0.032 A c	3.93 ± 0.320 A c	3.63 ± 0.250 BC d	4.65 ± 0.080 B b	5.13 ± 0.060 A a
PDJ	4.11 ± 0.024 A bc	3.83 ± 0.048 A c	3.85 ± 0.050 AB c	4.25 ± 0.000 C b	5.28 ± 0.030 A a
POA	4.01 ± 0.024 A b	4.05 ± 0.035 A b	3.98 ± 0.030 A b	4.92 ± 0.090 AB a	4.19 ± 0.010 C b
POS	4.13 ± 0.032 A c	4.09 ± 0.038 A c	4.10 ± 0.050 B b	5.21 ± 0.210 A a	4.69 ± 0.108 B b

Ortamlarda gelişen mantar türlerinin birbirleriyle karşılaştırılmasında büyük harfler kullanılmıştır (dikey).

Her bir mantar türünün ortamlara göre misel gelişim hızlarının karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır (yatay).

Ortamlara göre mantar türlerinin misel gelişme hızı kıyaslandığında buğday ve çavdar özü agarı ortamlarında türler arasında belirgin bir fark gözlenmemiş, PCA (3.41 mm/gün) darı özü agarı ortamında diğer türlere göre en yavaş gelişme gösteren tür olmuştur. En hızlı gelişme PDA'da, PDJ (5.28 mm/gün) ve PCS (5.13 mm/gün) türlerinde ölçülmüştür. Yulaf unu agarı ortamında ise POS (5.21 mm/gün), POA (4.92 mm/gün) ve PCS (4.65 mm/gün) diğer türlere göre daha hızlı gelişmiştir. Türlerin en iyi geliştiği ortamlar incelendiğinde PCA türü darı özü agarı hariç diğer ortamlarda hızlı gelişmiştir (Çizelge 5).

Besi ortamlarına aşılana mantar türlerinin misel gelişim alanı bakımından mantar türleri için çavdar özü agarı ortamında belirgin bir fark gözlenmemiştir. Buğday özü agarı için ise PCS türünde POS türüne göre daha az misel gelişim alanı elde edilmiştir. Darı özü agarı ve PDA ortamları için ise diğer türlerden farklı olarak en az misel gelişim alanı PCA türünde görülmüştür. En fazla misel koloni alanı PDJ türünde PDA ortamında (5605 mm²) ve POS türünde yulaf özü

agarı ortamında (5452 mm²) elde edilmiştir (Çizelge 6).

Mantar türlerinde koloni yoğunluğu bakımından ortamlar arasındaki farklar önemli bulunmuştur (p<0.01). Dunn testi sonuçlarına göre PCA, PCS ve PDJ türleri için PDA ve yulaf özü agarı ortamı istatistiki olarak da farklı bulunan en iyi ortamlar olarak belirlenmiştir. POS türü için yulaf özü agarı da diğer ortamlardan istatistiki olarak farklı bulunmuş ama PDA, buğday ve çavdar özü agarı ortamlarından farklı fakat darı özü agarından farklı bulunmamıştır. Benzer şekilde POA için de PDA ortamı, çavdar ve buğday özü agarı ortamlarından farklı ama darıdan farklı bulunmamış, yulaf özü agarı ortamı ise buğday özü agarı ortamından farklı ama çavdar ve darı özü agarı ortamların dan farklı bulunmamıştır (Çizelge 7). Farklı mantar türlerinin PDA, yulaf, buğday, çavdar ve darı özü agarı ortamlarında 1-5 skalasına göre misel yoğunlukları dikkate alındığında PDA ve Yulaf özü agarı ortamında diğer ortamlara oranla misellerin çok daha hacimli ve yoğun bir gelişim gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 3 ve Şekil 4).

Çizelge 6 Ortamlara aşılana mantar türlerinin 8. günde misel gelişim alanı (mm²)

Mantar türü/Ortam	Buğday özü agarı	Çavdar özü agarı	Darı özü agarı	Yulaf unu agarı	PDA
PCA	3797 ± 170.0 AB ab	3368 ± 29.7 A bc	2272 ± 109.0 C d	4299 ± 67.1 BC a	2644 ± 97.3 C cd
PCS	3716 ± 169.0 B bc	3659 ± 110.0 A bc	3358 ± 695.0 B c	4340 ± 139.0 BC b	5280 ± 118.0 A a
PDJ	4445 ± 29.6 AB b	3555 ± 153.0 A c	3471 ± 52.2 AB c	3811 ± 73.3 C bc	5605 ± 66.3 A a
POA	4046 ± 160.0 AB b	3855 ± 204.0 A b	3558 ± 238.0 AB b	4861 ± 179.0 AB a	4215 ± 135.0 B ab
POS	4565 ± 57.2 A b	4099 ± 71.71 A b	4185 ± 93.6 A b	5452 ± 43.7 A a	4423 ± 200.0 B b

Ortamlara göre mantar türlerinin birbirleri ile karşılaştırılmasında büyük harfler kullanılmıştır (dikey).

Mantar türlerinin ortamlara göre karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır (yatay)

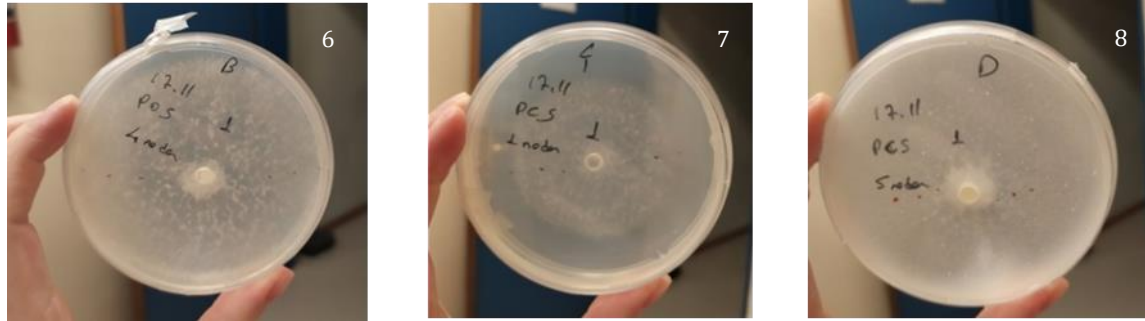
Darı ortamına aşıl原因 PCS, PCA, PDJ ve çavdar özü agarı ortamına aşıl原因 PCA ve PDJ örnekleri diğer örneklerin aksine 10. gün itibariyle istenen düzeye ulaşmamıştır. Bunların yanında petriyi tamamen saran ve 8 cm seviyesine ulaşan buğday özü agarı ortamlarına ekilen örnekler de çavdar ve darı özü agarı ortamlarına benzer olarak petrideki misel yoğunluğu PDA ve yulaf özü agarı ortamlarındaki gibi yoğun

olmadığı gözlemlenmiş (Şekil 3) bu sebepten ortam-tantar türü eşleşmelerinde hem misel gelişim hızı hem de misel yoğunluğunu birlikte ele aldığımızda tüm türler için PDA ve yulaf özü agarı en iyi misel gelişiminin gerçekleştiği ortamlar olarak belirlenmiştir.

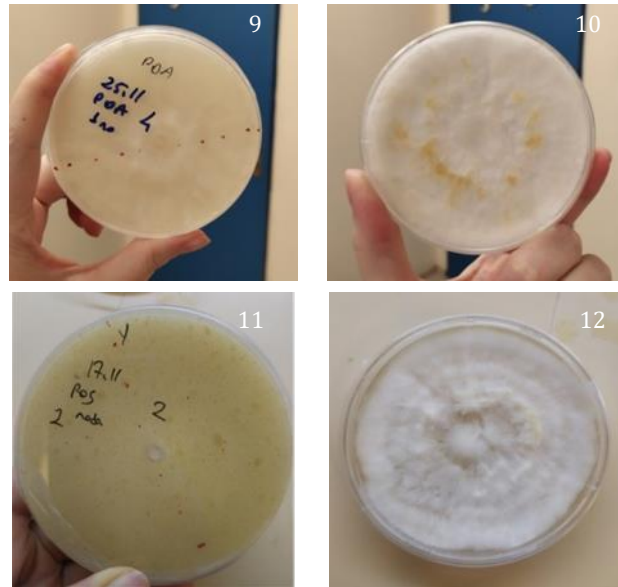
Çizelge 7 Mantar türlerinin farklı besi ortamlarında ortalama misel yoğunluğu (1-5)

Mantar türü/ Ortam	PDA	Yulaf unu agarı	Buğday özü agarı	Çavdar özü agarı	Darı özü agarı
POS	4.5AB	5 A	1.5 C	2.25 C	3.125 B
PCS	4 A	4.33 A	2.25 B	2.25 B	2 B
POA	5 AB	4.67 BC	1.5 D	2.625 DC	3 BC
PDJ	4.5 A	3.67 A	2.125 B	2.25 B	2.25 B
PCA	4.5 A	4.33 A	2.375 B	2.5 B	2.25 B

Mantar türlerinde ortamların karşılaştırılmasındaki farklılıklar büyük harf ile gösterilmiştir (yatay).



Şekil 3. Buğday (skala değeri 2), çavdar (skala değeri 2) ve darı (skala değeri 1) özü agarı ortamlarına aşıl原因 misel yoğunluğu az olan örnekler (sırasıyla 6,7 ve 8 numaralı şekil)



Şekil 4. PDA (9-10 nolu şekil) ve yulaf özü agarı (11-12 nolu şekil) ortamına aşıl原因 misel yoğunluğu istenen seviyede (skala değeri 5) olan misel örnekleri

Tartışma ve Sonuç

Araştırma bulguları misel gelişimi, mantar türü ve kullanılan besi ortamına göre değişiklikler göstermiş ve bu değişiklikler istatistiki olarak da anlamlı bulunmuştur. *Pleurotus* türlerinde tohumluk misel üretimine yönelik olarak ülkemizde ve dünyada araştırmalar devam etmektedir. Nitekim misel geliştirilmesi ve ticarileştirilmesi konusundaki çalışmaların sayısı verim ve kalite çalışmalarına kıyasla sınırlıdır.

Pleurotus türlerinde misel geliştirme için patates dekstroz agar (PDA), patates dekstroz maya agarı (PDYA), buğday özü agarı (WEA), yulaf unu maya agarı (OMYA), maya malt agarı (YMA), malt özü agarı, malt özü maya agarı (MEYA), maya ekstrat glikoz pepton agarı (YGPA), mısır unu maya agarı (CMYA), hint yer elması dekstroz agarı (YDA), tatlı patates dekstroz agarı gibi pek çok ortam denenmiştir. Yapılan araştırmalarda en iyi misel geliştirme ortamı olarak PDA, maya malt agarı (YMA), malt özü agarı ve yulaf unu maya agarı (OMYA) ortamları etkili bulunmuştur (Elhami ve Ansari 2010, Ahmad ve ark. 2015, Sardar ve ark. 2015, Munsur ve ark. 2012, Nguyen ve Ranamukhaarachchi 2020). Gerçekleştirilen çalışmada da ana kültürlerin geliştirilmesinde *P. ostreatus* (POS) ve *P. citrinopileatus* (PCS)'ün ticari misellerinde PDA ortamının daha etkili olduğu, aynı türlere ait saf kültürlerden elde edilen tohumluk miseller olan POS ve PCA'da ise yulaf unu agarı ortamı misel yoğunluğu açısından en iyi ortamlar olup misel gelişim hızı açısından PCS için en iyi ortam PDA olup diğer türler için (PCA, POA, POS) yulaf unu agarı en iyi sonuçları vermiştir. *P. djamor* (PDJ) türü için ise hem misel gelişim hızı hem de misel yoğunluğu açısından PDA'nın en iyi ortam olduğu ortaya konulmuştur. Bulunan sonuçlar Elhami ve Ansari (2010), Ahmad ve ark. (2015), Sardar ve ark. (2015) ile ve PDA, maya malt agarı (YMA) ve malt özü agarından en iyi sonucun PDA'dan alındığını belirten Munsur ve ark. (2012) ile uyumludur. Hoa ve Wang (2015) PDA'ya ek olarak hint yer elması (yam) dekstroz agarı (YDA)'ın da iyi sonuç verdiğini bildirmiştir.

Okwulehie ve Okwujiako (2008) araştırmalarında *P. ostreatus* var. *florida* miselinin en iyi yulaf unu maya agarı (OMYA) ve mısır unu maya agarı (CMYA) ortamlarında gelişim gösterdiği bu ortamları patates dekstroz maya agarı (PDYA) ortamının izlediğini tespit etmiştir. Nguyen ve Ranamukhaarachchi (2020) PDA'yı *P. eryngii* türünün misel gelişimi için en uygun bulurken *P. ostreatus*'ta maya malt agarı (YMA)

ve malt özü agarın PDA'dan daha iyi bir ortam olduğunu tespit etmişlerdir. Maya ve malt özü agarın yulaf ve PDA ile birlikte ileriki çalışmalarda karşılaştırılmak üzere incelenmesi yeni çalışmalar için faydalı olacaktır.

Yukarıda belirtilen ve son yıllarda yürütülen araştırmaların sonuçlarından da görüldüğü gibi, misel gelişimi ve kalitesi mantar türü kültür ortamına göre değişim göstermekte ve misel gelişiminde besin maddesi olarak şeker, pepton ve diğer organik maddelerin kullanıldığı bilindiğinden hazır olarak alınan ve maliyeti yüksek olan PDA ortamına alternatif daha düşük maliyetli ortamların da misel üretiminde başarı sağladığı ve ülkelerin ürün desenine uygun başka ortamların da misel üretiminde denenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Mantar yetiştiriciliğinin en önemli girdisi olan tohumluk miseller ülkemiz mantar yetiştiricilerine ciddi bir ekonomik yük getirmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarının ülkemizde yeni başlayan ıslah çalışmaları ile yerli tohumluk misel hatlarımızın geliştirilmesi için katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Yerli hatlarımızın geliştirilmesi ve ticarileştirilmesiyle misel ithalatının azaltılması ülke ekonomisine de katkı sağlayabilecektir.

Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazarların katkı beyanı

DSS: Araştırmanın planlanması, yürütülmesi, materyal temini, makalenin yayına hazırlanması

RY: Araştırmanın planlanması, yürütülmesi, materyal temini, makalenin yayına hazırlanması

EE: Araştırmanın planlanması, yürütülmesi, materyal temini, makalenin yayına hazırlanması

Kaynaklar

Ahmad I., Fuad I., Khan Z. K. (2015). Mycelia growth of pink oyster (*Pleurotus djmour*) mushroom in different culture media & environmental factors: *Agriculture and Food Sciences Research, Asian Online Journal Publishing Group*, 2(1), 6-11. <https://www.asianonlinejournals.com/index.php/AESR/article/view/169>

Elhami B. & Ansari N. A. (2010). Effect of substrates of spawn production on mycelium growth of oyster

- mushroom species: *Agric. Biol. J. N. Am.*, 1(5): 817-820
<https://scialert.net/fulltext/?doi=jbs.2008.474.477>
- Eren E. & Pekşen A. (2016). Türkiye'de kültür mantarı sektörünün durumu ve geleceğine bakış: *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3): 189-196.
https://www.researchgate.net/publication/299488237_Turkiye'de_Kultur_Mantari_Sektorunun_Durumu_ve_Gelecegine_Bakis_Status_and_Future_Outlook_of_Cultivated_Mushroom_Sector_in_Turkey
- Hoa H.T. & Wang C. (2015). The effects of temperature and nutritional conditions on mycelium growth of two oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*): *Mycobiology*, 43:1, 14-23.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4397375/>
- Kibar B. (2016). Farklı Yetiştirme ortamlarının *Pleurotus eryngii* mantarının gelişimi ve verimi üzerine etkileri: *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, 2(1): 1 – 9 *International Journal of Agriculture and Wildlife Science (IJAWS)*
- Kumar S., Kumar A., Chand G., Akhtar N., Kumar T. (2018) Optimization of mycelia growth parameters for *Pleurotus florida* and *Pleurotus sajor-caju*: *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci Special Issue-7*: 4818-4823.
<https://www.ijcmas.com/special/7/Santosh%20Kumar,%20et%20al.pdf>
- Munsur M. A., Miah A, Rahman M. H, Rahman M. M, Yahia A. S. (2012) Effect of varieties and media on mycelial growth and substrate on spawn production of oyster mushroom: *Bangladesh Res Pub J*;7:361-6.
Erişim adresi:
https://www.researchgate.net/publication/343820918_EFFECT_OF_VARIETIES_AND_MEDIA_ON_MYCELIAL_GROWTH_AND_SUBSTRATE_ON_SPAWN_PRODUCTION_OF_OYSTER_MUSHROOM
- Nguyen T. M. & Ranamukhaarachchi S. L. (2020) Effect of different culture media, grain sources and alternate substrates on the mycelial growth of *Pleurotus eryngii* and *Pleurotus ostreatus*: *Pakistan Journal of Biological Sciences : PJBS*, 23(3):223-230.
<https://scialert.net/abstract/?doi=pjbs.2020.223.230>
- Okwulehie, I.C. & Okwujiako I.A. (2008). The effects of some physical and nutritional factors on the vegetative growth of *Pleurotus ostreatus* var. *florida* eger under tropical conditions: *Department of Biological Sciences Michael Okpara University of Agriculture Umudike*. P.M.B 7267.
<https://www.semanticscholar.org/paper/The-Effects-of-Some-Physical-and-Nutritional-on-the-Okwulehie-Okwujiako/8f3f2e23eba1c0db69e0d9e4888944e451df23da>
- Oluklu Ş. & Kibar B. (2016). *Pleurotus eryngii* mantarının optimum misel gelişim koşullarının belirlenmesi: *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*: 6 (2) 17-25.
<https://app.trdizin.gov.tr/makale/TWpRMk9UYzNOdz09>
- Özkan C., Yamaç M., Yıldız Z. (2013). *Pleurotus ostreatus* makrofungusu ile derin kültür koşullarında biyoprotein üretiminin optimizasyonu: *AKU J. Sci. Eng.* 13, 011005 (3543).
<https://www.semanticscholar.org/paper/Pleurotus-ostreatus-Makrofungusu-ile-Derin-K>
- Sanchez C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms: *Applied Microbiology and Biotechnology* 85, 1321-1337.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19956947/>
- Sardar H., Ali M. A., Ayyub C. M., Ahmed R. (2015) Effects of different culture media, temperature and pH levels on the growth of wild and exotic *Pleurotus* species: *Pakistan Journal of Phytopathology* 2305-0284.
<https://www.semanticscholar.org/paper/EFFECTS-OF-DIFFERENT-CULTURE-MEDIA%2C-TEMPERATURE-ANDSardarAli/a66769bfc21f65f37005f31ea815eca0bf8cccfb>
- Siwulski, M., Mleczek M., Rzymiski P., Budka A., Jasińska A., Niedzielski P. ve Miko P. (2017). Screening the multi-element content of *Pleurotus* mushroom species using inductively coupled plasma optical emission spectrometer: *Food Analytical Methods* 10(2): 487-496.
<https://doi.org/10.1007/s12161-016-0608-1>
(2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations (Gıda ve Tarım Örgütü).
<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

TÜİK (2022). Türkiye İstatistik Kurumu.
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249>.