

Yuvacık Barajı Havzası'nda (Kocaeli, Türkiye) *Schizophyllum commune* Fr. (Agaricales: Schizophyllaceae)'nin çevresel ilişkilerinin analizi

Analysis of the environmental relationships of *Schizophyllum commune* Fr. (Agaricales: Schizophyllaceae) in Yuvacık Dam Watershed (Kocaeli, Türkiye)

Ersel YILMAZ¹, Sabiha ACER^{1*}, Muhittin İNAN¹, Ayhan KARAKAYA²

¹İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Sarıyer, İstanbul

²TC Orman Genel Müdürlüğü, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Başiskele, Kocaeli

Eser Bilgisi / Article Info

Araştırma makalesi / Research article

DOI: 10.17474/artvinofd.1496447

Sorumlu yaz ar / Corresponding author

Sabiha ACER

e-mail: sacer@iuc.edu.tr

Geliş tarihi / Received

06.06.2024

Düzeltilme tarihi / Received in revised form

09.08.2024

Kabul tarihi / Accepted

16.08.2024

Elektronik erişim / Online available

15.10.2024

Anahtar kelimeler:

Schizophyllaceae

Bazidiokarp

CBS

Faktör analizi

Keywords:

Schizophyllaceae

Basidiocarp

GIS

Factor analysis

Özet

Beyaz çürüklük etmeni olarak da bilinen *Schizophyllum commune* Fr., odunun kimyasal bileşenlerinden lignin de dahil olmak üzere bitki biyokütlesinin ayrışmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu tür en yaygın makroskopik mantar türlerinden biri olup Antarktika hariç her kıtada bulunur. Bu çalışmada, Yuvacık Havzası ormanlarının 1 km²lik sayısal parsellerinden rastgele seçilmiş 30'unda *S. commune*'nin var/yok verileri ile alandan elde edilen çevresel veriler ki-kare ve t-testleri ile faktör analizi kullanılarak analiz edilmiştir. *S. commune* yayılışının çevresel faktörlerle ilişkisini analiz etmek ve görselleştirmek için Sayısal Arazi Modelinden (SAM) türetilen coğrafi katmanlar kullanılmıştır. *S. commune*'nin bazidiokarpları iki parsel hariç tüm parsellerde geniş yapraklı ağaçların dallarında tespit edilmiştir. Bu tür 20 °C ve üzeri sıcaklıklarda, %60-70 bağıl nemde iyi gelişmektedir. Ayrıca, 800 metre ve daha yüksek rakımları ve %20 ve daha fazla eğimleri tercih etmektedir. Faktör analizi ve ki-kare testleri iklim faktörleri, habitat faktörleri ve topografik faktörler olmak üzere üç ana kategoriye ortaya koymaktadır. Bu türün araştırma alanındaki yayılışında en etkili faktörün iklimsel faktörlerden olan sıcaklık olduğu tespit edilmiştir.

Abstract

The white rot causative agent, *Schizophyllum commune* Fr., is a crucial decomposer of plant biomass, including lignin a chemical component of wood. This species is one of the most widespread macroscopic fungus and is found all continents, with the exception of Antarctica. In this study, presence/absence data of *S. commune* in 30 randomly selected 1 km² digital plots of Yuvacık Watershed forests and environmental data were analysed using chi-square and t-tests and factor analysis. The relationship between the distribution of *S. commune* and environmental factors was analysed and visualized using geographic layers derived from the Digital Elevation Model (DEM). Basidiocarps of *S. commune* were detected on the tree branches of broad-leaved trees in all plots, except two plots. This species well grows at temperatures of 20 °C and above and humidity of 60-70%. In addition, it prefers elevations of 800 metres or higher and slopes of 20% or more. Factor analysis and chi-square tests suggest three main categories—climatic factors, habitat factors, and topographic factors—environmental conditions affecting its distribution in the research area. It was determined that the most effective factor in the distribution of this species in the study area is temperature, which is one of the climatic factors.

GİRİŞ

Schizophyllum commune Fr. substrat olarak kullandığı odunsu bitkilerin yayılış gösterdiği her kıtada bulunan kozmopolit bir mantar türüdür. Bu mantarın 150'den fazla farklı bitki cinsinin ölü odunlarında kaydı mevcuttur. Beyaz çürüklük yapan *S. commune* hem insanlarda hem de ağaçlarda patojenik etkilerde bulunabilen bir tür olarak rapor edilmektedir (Schmidt ve Liese 1980, Raper 1988). Özellikle meyve ağaçları, süs bitkileri ve orman ağaçları gibi geniş yapraklı odunsu bitkilere arız olduğu

bilinen bu tür (Selik 1962, Snieškienė ve Juronis 2001, 2007, Vulinović ve ark. 2018) daha az sıklıkta da olsa çamlar gibi iğne yapraklı ağaç türlerinde de rapor edilmiştir (Selik 1962, Sümer 1982, Gibertoni ve ark. 2007, Lupala ve ark. 2019). Genellikle zayıf bir diri odun çürüklüğü etmeni olarak dikkate alınan *S. commune* (Schmidt ve Liese 1980, Schmidt 2006), Visarathanonh (1990)'a göre aynı zamanda öz odun çürüklüğü etmenidir. *S. commune*'nin özellikle tomruk depolarındaki geniş yapraklı ağaç odunlarında ardaklanmalara sebep olduğu da bilinmektedir (Berkel ve ark. 1968). Belgrad

Ormanı'nda (İstanbul, Türkiye) yapılan bir çalışmada ağaçlar kesildikten sonra ardaklanmanın ikinci evresinde özellikle kayın ve kızılgağaç tomruklarına gelen bir mantar olarak belirlenmiştir (Sümer 1976). Bazı araştırmacılar (Selik 1962, Schmidt 2006) *S. commune*'nin yara paraziti olduğunu belirtirken bazıları (Snieskiene ve Juronis 2007, Takemoto ve ark. 2010, Matavulj ve ark. 2013, Úrbez-Torres ve ark. 2013, Lahbib ve ark. 2016, Vulinović ve ark. 2018) ise canlı ağaçlarda, özellikle insan-çevre ilişkisinin yoğun olduğu park-bahçe alanlarında beyaz çürüklüğe sebep olan bir bitki patojeni olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu patojen Endonezya'da canlı *Shorea smithiana* Symington (meranti) ağaçlarında kanserleşmiş dokudan da izole edilmiştir (Takemoto ve ark. 2010).

Günümüze kadar *S. commune*'nin etmen olarak tanımlandığı Alerjik Bronko-pulmoner Mikoz (ABPM) olarak isimlendirilen ve birincil hedefi solunum yolu olan hastalıklar özellikle Japonya başta olmak üzere İran ve Kuzey Amerika ile az sayıda vaka bulunan 12 ülkeden rapor edilmiştir. Hastalığın Japonya'daki yaygınlığı, herhangi bir coğrafi ya da iklimsel faktör ile ilişkilendirilmemekte, sadece *S. commune*'nin diğer ülkelere göre daha fazla bronko-pulmoner vakadan izole edilmiş olmasına bağlı olduğu bildirilmektedir. *S. commune*'nin neden olduğu hastalığın yükünün günümüzde hafife alındığı ve bunun yaygınlığını belirlemek için kapsamlı ve ileriye dönük çalışmalara ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir (Chowdhary ve ark. 2013).

Schizophyllum commune bitki ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olmasına rağmen dünyanın bazı yerlerinde yenebilir bir mantardır. Hindistan, Meksika, Malezya ve Endonezya gibi bazı ülkelerde gıda ve ilaç olarak tüketilmektedir (Dawadi ve ark. 2023). *S. commune*'nin çok iyi bir protein, vitamin, lipit ve mineral element kaynağı olduğu bilinmektedir (Adejoye ve ark. 2007). P, Mg, K ve Se elementleri açısından zengindir ve net ağırlığının %50'sinden fazla diyet lifi içeriğine sahiptir (Ghorai ve ark. 2011).

Bu mantar türünün misellerinin ya da bazı uçucu bileşenlerinin fungal ve bakteriyel bitki patojenleri ile biyolojik mücadelede kullanılması çeşitli kaynaklarda

önerilmektedir (Cox ve Scherm 2006, Wirth ve ark. 2021). Amerika'da *Armillaria tabescens* ve *A. mellea*'nın şeftali bahçelerinde neden olduğu *Armillaria* kök çürüklüğü ile mücadelede, ağacın kök bölgesi *S. commune* tarafından kolonize edildiğinde *S. commune*'nin patojenleri sınırladığı ortaya konmuştur (Cox ve Scherm 2006). Odun dokusunda yaşayan *S. commune*'nin mikosferinde yaşayan diğer organizmaları çekici veya uzaklaştırıcı olarak salgıladığı uçucu maddelerden seskiterpenlerin *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. ve *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. gibi çeşitli odun çürüklük mantarlarına ve Actinobacteria ve Proteobacteria'dan çeşitli odun çürüklüğü bakterilerine karşı aktif olduğu gösterilmiştir (Wirth ve ark. 2021). Ayrıca *S. commune*'den elde edilen metanol, etil asetat, diklormetan ve su ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi, yaygın olarak tanımlanan patojenik bakteri ve mantarlar üzerinde denenmiş ve bu ekstraktların antimikrobiyal etmen olarak kullanılabilecekleri ortaya konmuştur (Mirfat ve ark. 2014).

Schizophyllum commune'nin fermentasyonu ile elde edilen ve iyonik olmayan, suda çözünen bir homopolisakkarid olan şizofillan ürünü immünomodülatör, antineoplastik ve antiviral aktivitelerinin diğer glukanlardan daha yüksek olması nedeniyle son yıllarda ilaç endüstrisinde büyük ilgi görmektedir (Kumari ve ark. 2008). Şizofillan gıda, kozmetik ve gelişmiş mineral yağ geri kazanımındaki diğer endüstriyel uygulamalarda emülsifiye edici, stabilizatör, bağlayıcı, jelleştirici, yağlayıcı ve koyulaştırıcı madde olarak da kullanılmaktadır (Bolla ve ark. 2008). Şizofillan üretimi *S. commune*'nin kültür ortamında elde edilen izolatlarından gerçekleştirilmekte ve Japonya'da ticari olarak üretilmektedir (Leathers ve ark. 2006).

Doğal koşullar altında farklı türlere ait çürüyen ağaçlar üzerinde yetişen ve kültüre alındığı durumlarda protein, yağ ve lif açısından bir değişikliğe uğramadığı tespit edilmiş olan *S. commune*'nin yakın zamana kadar ticari olarak yetiştirildiğine dair herhangi bir kayıt bulunmadığı bildirilse de (Herawati ve ark. 2016, Dasanayaka ve Wijeyaratne 2017), Singh ve ark. (2021) bu çalışmaların Hindistan'da henüz başladığını belirtmektedirler.

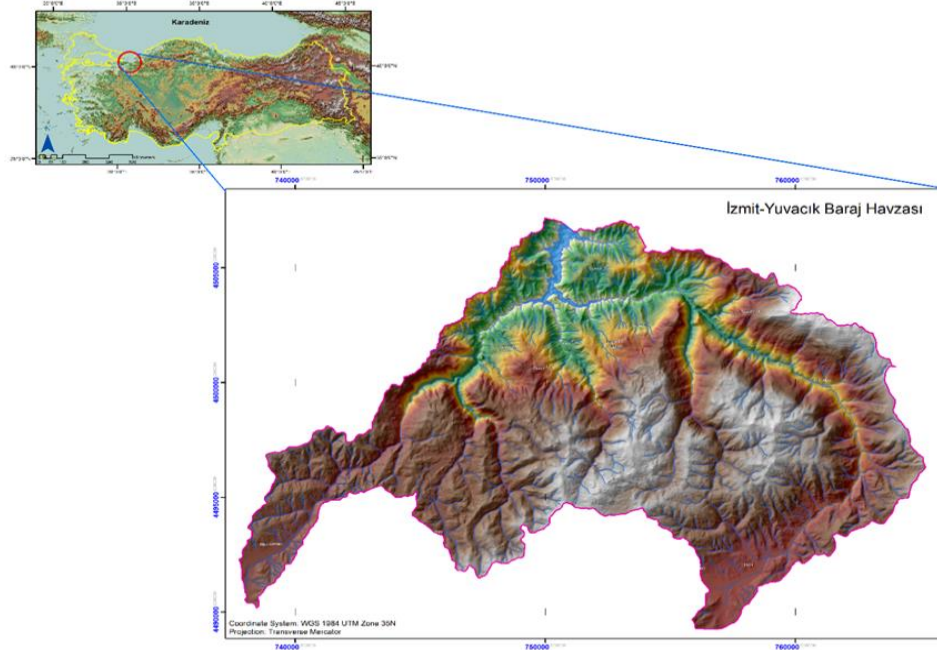
Schizophyllum commune doğadan kolayca toplanabilen, çoğu patojenin aksine yaşam döngüsünün tüm aşamalarında belirli besiyeri ortamlarında yetiştirilebilen, haploid ve heterotallik bir tür olarak klasik ve moleküler genetik analizlere yatkın, yaşam döngüsünü 10-14 gün gibi kısa bir süre içinde tamamlayabilen bir türdür (Raper 1988, Herawati ve ark. 2016, Bernabé-González ve ark. 2022). *S. commune*'nin Yuvacık Barajı Havzası'nda bulunma durumu bu çalışmanın odağında yer almaktadır. Türler ve fiziksel çevreleri arasındaki ilişkileri incelemek, türlerin dağılımını çalışmak ideal olarak özel sörveyler yoluyla toplanan var/yok verilerine dayanmaktadır (Kent ve Carmel 2011). Bu tür veriler çok yaygın bir ekolojik veri biçimi olup en basit çalışma türüdür (Yee ve Dirnböck 2009). Bu verilerle yapılan analizlerle çevresel faktörlerin tür dağılımı üzerindeki ana etkileri belirlenebilmektedir. Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojilerinin gelişmesi sayesinde, bireysel ağaçları tanımlamak veya orman varlığını tespit etmek için yüksek çözünürlüklü görüntüler, lidar nokta bulutu veya bu verilerin birleşimi kullanılabilmektedir. Ayrıca CBS, çevre uygulayıcılarının farklı değişkenler arasındaki ilişkileri konumsal olarak değerlendirmelerine ve analizler gerçekleştirmelerine olanak tanıyan güçlü bir araç haline gelmiştir. CBS tabanlı konumsal analizler, farklı tipte vejetasyonun haritalanmasında ve bunu etkileyen

ekolojik faktörlerin belirlenmesinde etkilidir (ESRI 2011). Bu çalışmada yersel gözlemlerle belirlenen *S. commune*'nin Yuvacık Barajı Havzası'ndaki konumsal dağılımı, CBS ortamında oluşturulan sayısal parsel ağına var/yok verisi olarak kaydedilmiştir. Belirlenen çevresel faktörler ile *S. commune*'nin konumsal dağılımı arasındaki ilişkiler, hem istatistiksel hem de CBS analizleri ile incelenmiştir. Bu süreçte, çevresel değişkenlerin işlevselliği dikkate alınarak *S. commune*'nin alandaki varlığının hangi koşullarla ilişkili olduğu sorusuna yanıt aranmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Flora alanı bakımından Yuvacık Barajı Havzası Marmara bölgesinin kuzeydoğusunda ve Kocaeli ve Sakarya illerinin sınırları içerisinde almaktadır. Yuvacık Barajı Havzası 40°32' Kuzey ve 29°58' Doğu koordinatlarındadır ve 25.759 hektarlık bir alanı kaplar (Şekil 1). Üç ana dere, çok sayıda çay ve sulama amaçlı kullanılan Hüseyinli Göleti'nden beslenmektedir. Alanın ortalama yüksekliği 150–1610 m arasında değişmektedir (İnan 2004, Beşkardeş 2012, Efe ve ark. 2013).



Şekil 1. Yuvacık Barajı Havzası'nın topografik yapısı (İnan 2004'ten değiştirilerek alınmıştır)

Çalışma alanı Avrupa-Sibiryaya flora alanının Öksin alt flora alanının Orta Karadeniz sektörü, Akdeniz flora alanı'nın Ege Bölgesi alt flora alanı ve İran-Turan flora alanının İç Anadolu Bölümü ile geçiş bölgesi oluşturmaktadır. Havzada baskın orman ağacı türü *Fagus orientalis* Lipsky, *Quercus* türleri, *Carpinus betulus* L., *Pinus nigra* Aiton, *P. sylvestris* L. ve *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen) olup ayrıca *Castanea sativa* Mill., *Corylus avellana* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Populus tremula* L. ve *Juglans regia* L. gibi başka türler de bulunmaktadır. Ormanlar bu türlerin saf ve karışık meşcerelerinden oluşmaktadır (Beşkardeş 2012, Efe ve ark. 2013). Thornthwaite metodolojisine göre yıllık ortalama yağış ve sıcaklık sırasıyla; 1038.7 mm ve 9.5 °C'dir. Çalışma alanı bağıl nem, ılıman sıcaklık ve su sıkıntısının olmaması gibi benzer okyanus parametrelerini yansıtan bir iklim modeline sahiptir (Zengin ve ark. 2005). FAO sistemine göre baskın toprak türü ötrik cambisol ve ortik luvisoldür (FAO 2022).

Geniş bir coğrafi alana yayılan Yuvacık Barajı Havzası'nda küme örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışma alanı 1 km²'lik sayısal parsellere (gridler) bölünmüş ve 251 parsel elde edilmiş, bu parsellerden çalışma alanının yaklaşık %12'sine karşılık gelen 30'u basit rastgele örnekleme yoluyla seçilmiştir.

Örnekleme Yöntemi

Arazi çalışmaları vejetasyon mevsimi boyunca sistematik olarak yapılmış, *S. commune* bazidiokarpları arazide seçilen 1 km²'lik 30 sayısal parselde taranmıştır. Bir alanda bazidiokarplar bulunduğunda her morfoloji tipini temsil eden genlerden en az bir adet olacak şekilde toplanmış, öncesinde yaşam alanlarında fotoğraflanmışlardır. Arazi çalışmaları sırasında örneklenen parsellerin meşcere türü, yaş sınıfı, ağaç türü, taç kapallığı, bakı, rakım, sıcaklık ve bağıl nem gibi çevresel değişkenler not edilmiş ve istatistik analizlerde bu veriler kullanılmıştır (Çizelge 1). Bazidiokarp örneklerinin mikroskobik özellikleri Bresser ışık mikroskobu kullanılarak incelenmiş ve her örnekten en az 25 sporun ölçümü yapılmıştır. Tanımlamalar ilgili literatürden doğrulanmış olup (Breitenbach ve Kränzlin 1991), toplanan örnekler fungaryum örneklerine dönüştürülerek Kocaeli Kavak ve Hızlı Gelişen Orman

Ağaçları Araştırma Enstitüsü'nde İZT-391 (3828) numarasıyla dolaplarda muhafaza edilmektedir.

CBS Analizleri

Bu çalışmada, öncelikle *S. commune*'nin Yuvacık Barajı Havzası'ndaki konumları, yapılan arazi çalışmaları ile tespit edilerek coğrafi koordinatları GPS yardımıyla kayıt altına alınmıştır. Bu konumsal veriler, nokta verisi olarak CBS sistemine girilmiş ve arazi ölçümlerinde kayıt altına alınan diğer veriler (anlık sıcaklık vb.) veri tabanına öz nitelik olarak eklenmiştir. Bu nokta verileri, CBS ortamında arazi çalışmasına uygun olarak oluşturulan 1 km²'lik sayısal parsel ağına var-yok verisi olarak işlenmiştir. Daha sonra, Yuvacık Barajı Havzası'na ait 10 m yersel çözünürlüğe sahip sayısal arazi modelinden CBS ortamında üretilen yükseklik, eğim, bakı ve topografik ıslaklık indeksi gibi çevresel değişkenler türetilmiştir (İnan 2004). Bu değişkenler *S. commune*'nin konumsal dağılımına ait var-yok verisiyle karşılaştırılmıştır (overlay analizi). Böylece var verisine sahip her hücre sınıfında belirtilen konumlar için tüm çevresel faktörlerle ilişkisi çıkarılmıştır. *S. commune* konumsal dağılımında tercih ettiği yetiştirme ortamı koşullarını belirlemek için veri tabanında toplanarak istatistiksel ilişkileri varlığı ve şiddetini belirlemek üzere değerlendirmeye alınmıştır.

İstatistik Analizler

Arazi çalışmasının rastgele seçilen parsellerde olup olmadığını kontrol etmek amacıyla Diziler Testi yapılmıştır. *S. commune*'nin görüldüğü parsellerde çevresel değişkenler arasında ilişki olup olmadığını belirlemek için frekansları açısından ki-kare analizi kullanılmıştır. Ayrıca rakım, eğim, topografik ıslaklık indeksi, sıcaklık, bağıl nem gibi değişkenlerin *S. commune* varlığında etkili olup olmadığını belirlemek amacıyla görülen alanlar ile görülmeyen alanlara ait değerler bağımsız örneklerin t-testi ile değerlendirilmiştir. Analizi yapılan değişkenleri birkaç başlık altında toplanma tekniği olan faktör analizinde amaç veri setini küçülterek kolay anlaşılır hale getirmektir (Akgül 2003). Böylece değişken sayısında azalma sağlanabileceği gibi aralarındaki ilişkiler ortaya çıkarılabilmekte ve değişkenler sınıflandırılabilir (Kalaycı 2010). Bu çalışmada 10 değişken yer aldığından bu değişkenleri daha uygun

birkaç faktör altında toplamak için faktör analizi uygulanmıştır.

Çizelge 1. Çalışmanın yapıldığı parseller ve kullanılan çevresel değişkenler.

Parsel No	Var/Yok (1/0)	Koordinatlar	Rakım (m)	Eğim (°)	Sıcaklık (°C)	Topografik ıslaklık indeksi	Bağıl nem (%)	Baki*	Konukçu**	Kolonizasyon bölgesi	Gelişim çağı***	Kapalılık****
2	1	35T/4506124-752381	239	29	18	3.60	55	G	M	Dal	BC	2
4	1	35T/4505430-749520	388	40	25	3.88	65	K	Gn	Dal	BC	2
15	1	35T/4504884-753761	598	20	9	6.01	85				BC	2
19	0	36T/4504887-757240	764	22	11	7.12	79				BC	2
26	0	35T/4503724-752748	234	31	5	6.30	68				BC	2
34	0	35T/4502160-746680	445	7	26	13.43	66	D	Kn	Dal	BC	2
47	1	36T/4502520-759082	1004	29	18	6.43	54	GB	Kn	Dal	BC	2
51	1	35T/4501148-747772	437	12	12	4.94	77	GB	Kn	Dal	BC	2
55	1	36T/4501924-751604	596	20	8	5.24	74				BC	2
63	0	36T/4501672-759596	844	29	6	5.96	78				BC	2
84	0	36T/4500561-762359	924	30	16	5.90	59	B	Gn	Dal	BC	2
96	1	36T/4499148-754823	1094	11	11	5.99	77				CD	3
103	0	36T/4499116-761927	612	19	8	4.45	79	KB	M	Dal	BC	2
111	0	35T/4498488-748296	931	25	15	5.03	86	G	Gn	Dal	BC	2
115	0	35T/4498827-752720	867	27	17	3.65	83				CD	3
117	1	36T/4498552-754656	1127	4	18	4.92	87	GD	Kn	Dal	CD	3
122	0	36T/4498638-759442	1294	20	16	5.37	77				BC	2
124	1	36T/4498568-761544	744	30	11	6.10	77	K	Gn	Dal	BC	3
135	1	35T/4497312-749656	1017	37	16	5.35	82				CD	3
151	1	35T/4496392-739216	1037	28	20	5.00	72				CD	3
160	0	35T/4496556-748184	797	7	10	6.70	60	B	Gn	Dal	CD	3
177	1	35T/4495642-739516	880	10	17	5.17	78				CD	3
179	1	35T/4495080-741356	812	15	15	5.99	67	B	Çz	Dal	BC	2
182	1	35T/4495750-744400	923	13	18	6.24	38				CD	2
191	1	35T/4495760-753920	1156	5	14	10.56	55				CD	3
198	0	36T/4495380-760160	914	20	18	4.44	56	KD	M	Dal	BC	2
199	1	36T/4495280-761940	768	20	20	5.63	57	D	M	Dal	BC	2
225	0	35T/4493594-746608	970	12	25	7.08	35	B	M	Dal	BC	2
228	1	36T/4493920-755240	971	26	25	6.05	64	KD	Çk	Dal	BC	2
231	0	36T/4493237-758243	812	11	28	6.36	31	G	M	Dal	BC	2

Topografik analizler sayısal arazi modelinden üretilmiştir, diğer tüm veriler ise örnekleme sırasında alınan anlık verilerdir. *K: Kuzey, G: Güney, B: Batı, D: Doğu, KB: Kuzeybatı, KD: Kuzeydoğu, GB: Güneybatı, GD: Güneydoğu, **M: Meşe, Gn: Gürgen, Ks: Kestane, Çz: Kızılçam, Çk: Karaçam, ***a (0-8 cm), b (9-20 cm), c (21-36 cm), d (36-52 cm) Göğüs yüksekliği çapı (Gelişim çağı), ****1 (%11-4), 2 (%41-70), 3 (%71-100) Kapalılık

BULGULAR

Schizophyllum commune'nin 1.0-3.5 cm boyutlarında ölçülen üreme organları yelpaze şeklinde deri gibi hafifçe sert bir yapıdadır. Üreme organlarının üzerinde yoğun olarak bulunan ve açık gri ile beyaza çalan tüycükler bulunmaktadır. Üstten bakıldığında şapka kenarları

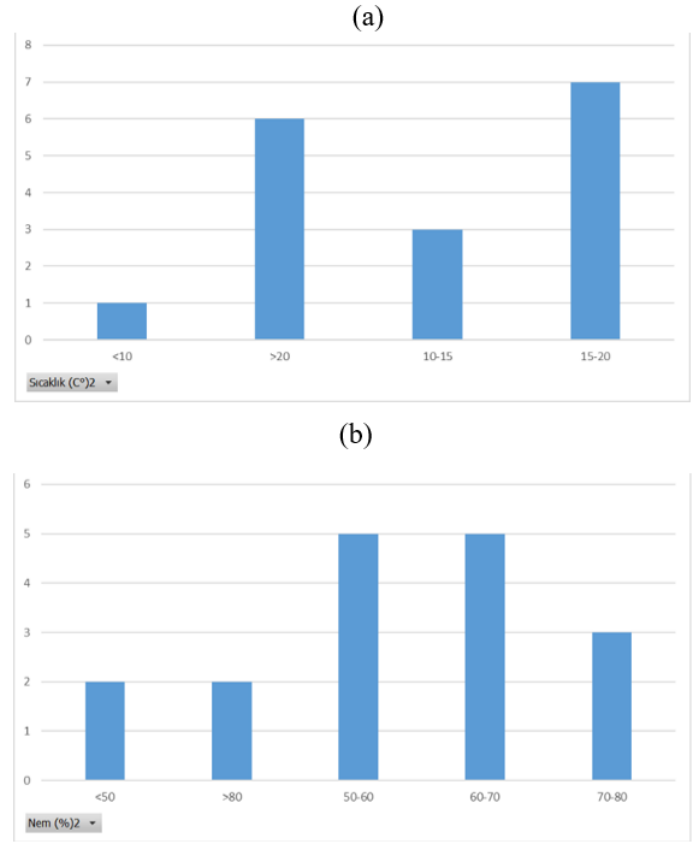
parçalanmış görünümündedir. Sap yok denecek kadar küçüktür. Konukçu bitkiye tutunma noktasından ışınsal çıkan lamelleri, beyazımsı gri, sütlü kahve veya açık menekşe rengindedir. Bu makro mantarın adı yarık yapraklı anlamına gelmekte olup, uç kısımlar kurak havalarda içeriye doğru kıvrılır ve rutubetli havalarda yeniden açılırlar. Ayrıca, 6.5-7.0 µm x 2.3-2.5 µm ebatlarında ölçülen sporları renksiz, hafifçe kıvrık ve silindirik formdadır. Spor izi beyazdır (Şekil 1).



Şekil 2. (a) *Schizophyllum commune* bazidiokarpları ve (b) sporları (bar: 10 µm)(Foto: Ayhan Karakaya)

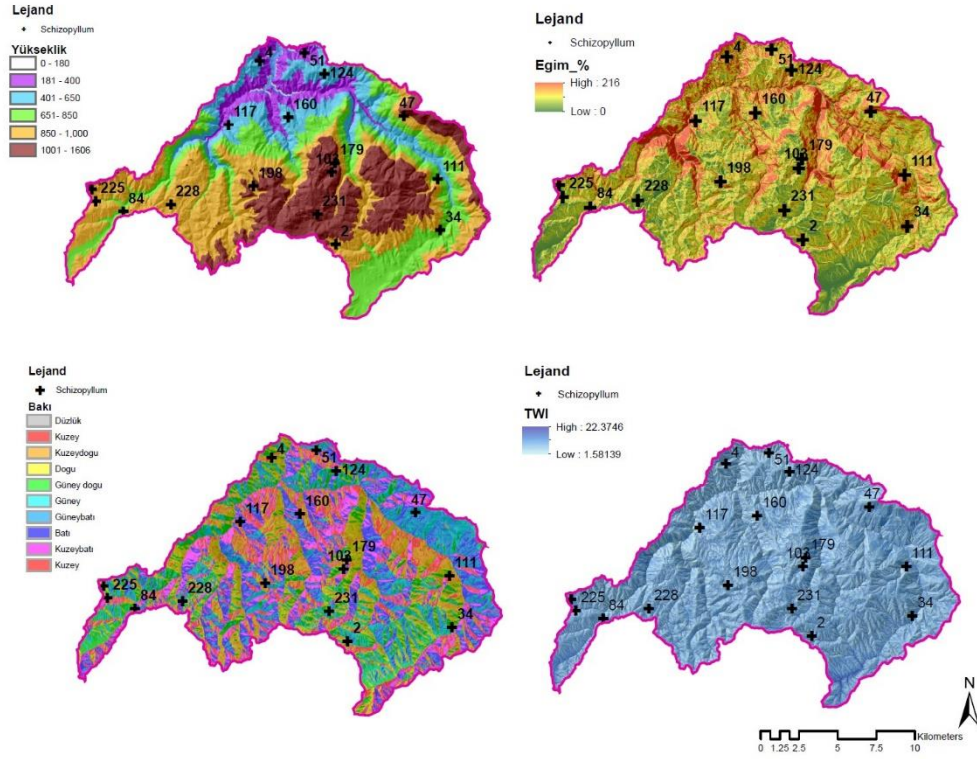
Arazi çalışmaları *S. commune*'nin bazidiokarplarının rastgele seçilen parsellerde bulunup bulunmadığını kontrol etmek amacıyla uygulanan Diziler Testi sonucuna göre anlamlılık değeri (Asymp. Sig.) $p = 0.772 > 0.05$ olduğu için örnek alanların alınması ile *S. commune*'nin görülmesi arasında bir eğilim olmadığı söylenebilir. *S. commune* arazi çalışmamızda 30 parselin 17'sinde tespit edilmiştir. Bu rakam çalışma alanının %56'sını temsil etmektedir.

Çalışma alanında bu türün bazidiokarplarının tamamı ağaçların ölü dal parçaları üzerinde, sıklıkla geniş yapraklı ağaçlarda (meşe, gürgen, kayın ve kestane) ve birer adet olmak üzere kızılçam ve karaçamda bulunmuştur. *S. commune* %76.5'i > 600 m rakımda bulunmakta ve daha çok 800-1000 m rakımı tercih etmektedir. Eğimin %30 ve üzeri olduğu alanlarda nadiren de olsa 400 m'nin altında da görülmüştür. *S. commune*'nin %64.7'sinin %15 ve üzeri eğimin olduğu alanları ve çoğunlukla %20 ve üzeri eğimi tercih ettiği belirlenmiştir. Bu mantar türünün tespit edildiği parsellerin çoğunlukla batı yönünde, "bc" yaş sınıfında ve "2" kapalılıkta alanlar olduğu belirlenmiştir. *S. commune*'nin %76.5 oranla 15-20 °C ve üzerini ve daha çok 20 °C'nin üzerindeki alanları tercih ettiği belirlenmiştir. Ayrıca %41 oranla %50-60 ve aşağısında bağıl nemi tercih ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 2, Şekil 3 ve 4).



Şekil 3. Yuvacık Barajı Havzası'nda *Schizophyllum commune* bazidiokarplarının bulunduğu örnekleme parsellerinde (a) Sıcaklık (b) bağıl nem faktörleri ile ilişkileri

Yuvacık Barajı Havzası ormanlarında *S. commune*'nin çevresel faktörlerle ilişkisi ile ilgili olarak yapılan ki-kare analizi ile gelişim çağı ve kolonizasyon bölgesi dışında diğer değişkenlerde anlamlı bir fark görülmemiştir. T-testi ile sıcaklığın ($P < 0.05$) parsellerde *S. commune* bazidiokarplarının oluşmasında etkili olduğu saptanırken diğer çevresel değişkenlerin etkili olmadıkları görülmüştür (Çizelge 3).



Şekil 4. Yuvacık Barajı Havzası'nda *Schizophyllum commune* bazidiokarplarının bazı çevresel değişkenler ile (yükseklik – eğim – bakı – topografik ıslaklık indeksi) ilişkileri kapsamında bulunduğu örnekleme parselleri) (CBS ortamında M. İnan tarafından oluşturulmuştur)

Çizelge 2. *Schizophyllum commune* varlığının çevresel değişkenlere göre ki-kare analizi

Çevre değişkenleri	sd	χ^2	p-değeri	Cramer V	Etki büyüklüğü
Eğim (°)	5	3.539	0.617>0.05 NS	0.343	Orta
Rakım (m)	4	3.481	0.481>0.05 NS	0.341	Orta
Sıcaklık (°C)	3	5.265	0.153>0.05 NS	0.419	Nispeten güçlü
Bağıl nem (%)	4	7.059	0.133>0.05 NS	0.485	Nispeten güçlü
Bakı	7	6.196	0.517>0.05 NS	0.454	Nispeten güçlü
Gelişim çağı	1	6.212	0.013<0.05 *	0.455	Nispeten güçlü
Kapalılık	1	2.851	0.09>0.05 NS	0.308	Orta
Konukçu	5	8.814	0.117<0.05 *	0.542	Nispeten güçlü
Kolonizasyon bölgesi	2	19.615	0.000<0.000 ***	0.809	Çok güçlü

sd: serbestlik derecesi, NS: Anlamsız, *ilişki 0.05 güven düzeyinde anlamlı, Cramer V: İstatistiksel olarak anlamlı herhangi bir ilişkinin etki büyüklüğü

Çizelge 3. *Schizophyllum commune* varlığı ile çevresel değişkenlerin t-testine göre ilişkisi

Çevresel değişkenler	t-değeri	sd	p-değeri
Yükseklik	-1.146	28	0.261
Eğim	-0.341	28	0.735
Sıcaklık	2.525	28	0.017
Topografik ıslaklık indeksi	-0.083	28	0.934
Bağıl nem	-1.788	28	0.085
Bakı	-0.922	28	0.364

Faktör analizinin ilk aşamasına tüm değişkenlerin varlığında başlanmış ve KMO (KaiserMeyer-Olkin) değeri

0.649 > 0.50 olduğu için veri setimizin faktör analizine uygun olduğu anlaşılmıştır. Değişkenler arasında yüksek ilişki olup olmadığını anlamak için ise Bartlett testi uygulanmış ve anlamlılık değeri $P < 0.001$ olduğu için

testin anlamlı olduğu veri setimizin faktör analizine uygun olduğu anlaşılmıştır. Faktör sayısını belirlemede özdeğer istatistiği 1'den büyük olan faktörler anlamlı olarak değerlendirilmiş ve 3 faktör belirlenmiştir. Birinci faktör

toplam varyansın yaklaşık %32'sini ve üç faktör de birlikte toplam varyansın yaklaşık %69.7'sini açıklamaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. *Schizophyllum commune* bazidiokarplarının alanda bulunuşunu etkileyen çevresel koşulların özdeğer istatistiğine bağlı oluşturduğu faktör sayısı

Çevresel değişkenler	Başlangıç özdeğerleri			Yüklenen faktörlerin karelerinin dağılımı			Yüklenen faktörlerin karelerinin dağılımı		
Gelişim çağı	2.953	32.816	32.816	2.953	32.816	32.816	2.878	31.977	31.977
Kapalılık	1.998	22.203	55.019	1.998	22.203	55.019	1.744	19.379	51.357
Konukçu	1.319	14.661	69.680	1.319	14.661	69.680	1.649	18.323	69.680
4	0.736	8.176	77.855						
5	0.598	6.640	84.495						
6	0.543	6.037	90.533						
7	0.407	4.519	95.051						
8	0.328	3.640	98.691						
9	0.118	1.309	100.000						

Gelişim çağı (0.919), kapalılık (0.863), konukçu (-0.743) ve rakım (0.666) değişkenlerinin tamamı habitat ile ilgili olduğu için *Habitat faktörü* olarak isimlendirilebilir. Eğim ikinci (0.798), topografik ıslaklık indeksi (-0.764) ve bakı (0.648) değişkenleri *Topografya faktörü* olarak değerlendirilebilir. Sıcaklık (0.873) ve bağıl nem (-0.801) değişkenleri de *İklim faktörü* olarak isimlendirilebilir (Çizelge 5).

Çizelge 5. *Schizophyllum commune* bazidiokarplarının alanda bulunuşunu etkileyen çevresel koşullara göre faktörlerin oluşturduğu bileşenler

	Habitat faktörü	Topografya faktörü	İklim faktörü
Gelişim çağı	0.919	-0.102	-0.067
Kapalılık	0.863	-0.070	-0.238
Konukçu	-0.743	-0.221	0.192
Rakım	0.666	-0.015	0.287
Eğim	-0.299	0.798	-0.113
Topografik ıslaklık indeksi	-0.027	-0.764	0.194
Bakı	0.417	0.648	0.117
Sıcaklık	0.016	-0.015	0.873
Bağıl nem	0.167	0.203	-0.801

TARTIŞMA VE SONUÇ

Geniş yapraklı ağaç türlerinin baskın olduğu Yuvacık Barajı Havzası ormanlarında *S. commune* genellikle geniş yapraklı ağaç türleri üzerinde tespit edilmiş olup bir parselde karaçam ve bir parselde ise kızılçam üzerinde belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda bu mantar türünün

sıklıkla geniş yapraklı ağaçlarla (meşe, gürgen, kayın ve kestane) ilişkilendirildiği (Selik 1962, Snieškienė ve Juronis 2001, 2007, Vulinović ve ark. 2018) bununla beraber nadiren de olsa kızılçam ve karaçamda bulunduğu bildirilmiştir (Selik 1962, Sümer 1982, Gibertoni ve ark. 2007, Lupala ve ark. 2019). Araştırma konusu bu mantar türünün bazidiokarplarının tamamı ağaçların ölü dal parçaları üzerinde bulunmuştur. Bu durum alanda *S. commune*'nin saprofit durumunu koruduğunu göstermektedir. Bazı çalışmalar (Takemoto ve ark. 2010, Matavulj ve ark. 2013, Vulinović ve ark. 2018) aşırı sıcaklık değişimlerine (-30-40 °C gibi) eşlik eden kirli hava koşullarının bu türü oldukça agresif ve başarılı bir patojen haline dönüştürüp canlı ağaçlarda gövde çürüklüğü ve ölümlere sebep olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmada yapılan faktör analizi ve ki-kare analizi sonuçlarına göre *S. commune*'nin Yuvacık Barajı Havzası'nda yayılışını etkileyen en belirleyici – nispeten güçlü – ekolojik faktör iklim faktörü, özelinde 20 °C ve üzeri sıcaklıktır. Ayrıca %50-60 ve altındaki bağıl nemi tercih ettiği de belirlenmiştir. Yapılan bazı çalışmalar (Williams ve ark. 1976, Garbeles 2023) *S. commune*'nin kültür ortamında büyüme ve gelişme için 20-32 °C arası sıcaklıkları tercih ettiğini bildirmişlerdir. Schmidt (2006), *S. commune*'yi kuraklığa toleranslı olarak tanımlamış, büyümesi ve hayatta kalması için gerekli optimal sıcaklığın 28-36 °C olduğunu ve kuraklık sonrası nemli havalarda

spor üretimini sağlayabildiğini belirtmiştir. Adeniye ve ark. (2018) Nijerya'nın tropik ormanlarında yabancı mantarlarının ekolojisini, çeşitliliğini ve mevsimsel dağılımını çalıştıkları araştırmalarında *S. commune*'nin kurak sezonu tercih ettiğini ve hatta daha bol bazidiokarp oluşturduğunu belirtmişlerdir. Vulinović ve ark. (2018), Sırbistan'ın yıllık ortalama sıcaklığının aşırı olduğu (-30- 40 °C) Novi Sad şehrinin sokak ve parklarında ağaçlarda odun çürüklük etmeni olan mantarlar üzerinde yaptıkları çalışmalarında *S. commune*'nin en agresif mantar türü olduğunu dahası başarılı bir istilacı olduğunu ortaya koymuşlardır. *S. commune*'nin kültürel üretimi ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda sıcaklık 21-26 °C ve bağıl nem ise %75-85 arasında tutulmuştur (Herawati ve ark. 2016, Bernabé-González ve ark. 2022). Kültürel yetiştirme ortamında ihtiyaç duyduğu sıcaklık aralığının benzerlik gösterdiği görülebilir ise de gelişmek için doğal ortamından daha fazla neme ihtiyaç duyduğu söylenebilir.

Schizophyllum commune'nin Yuvacık Barajı Havzasında çoğunlukla 800-1000 m rakımı ve %20 ve üzeri eğimi tercih ettiği belirlenmiştir. Bu türün yükselti ya da eğim gibi topografik özelliklere göre dağılımı ile ilgili bilgiler yetersiz olmakla birlikte 2500 m yüksekliğe kadar bulunabildiği bildirilmiştir (Schmidt ve Liese 1980).

Bu çalışmada *S. commune*'nin var/yok verilerine dayanarak küçük bir alanda yayılışında hangi çevresel isteklerin öne çıktığı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu tür özellikle meyve ağaçları, süs bitkileri ve orman ağaçları gibi geniş yapraklı odunsu bitkilerde diri oduna arız olan bir beyaz çürüklük mantarı olarak bilinmesinin yanı sıra kanser dokularından da izole edilmiştir. Saprofitlikten parazitliğe ve hatta özellikle insan-çevre ilişkisinin yoğun olduğu park-bahçe alanlarında patojenliğe kadar giden bir yaşam biçimi bulunmaktadır (Schmidt ve Liese 1980, Snieškienė ve Juronis 2001, Takemoto ve ark. 2010). Alanda özellikle yüksek sıcaklık olduğu dönemde saprofit durumunu koruduğu görülmektedir. Yuvacık Barajı Havzası'nda son 80 yılın hava durumu ölçümlerine göre en düşük sıcaklığın şubat ayında ortalama -18 °C ve en yüksek sıcaklığın temmuz ayında ortalama 44.1 °C olduğu bilinmektedir (MGM 2024). Türkiye sanayiinin kalbi olan Kocaeli ilinin bir parçası olarak hava kirliliğinden önemli ölçüde etkilendiği ve insan baskısının her geçen gün arttığı

Yuvacık Barajı Havzası'nda *S. commune*'nin patojen olarak takibinin dikkate değer olduğunu söyleyebiliriz. Bu türün insanlarda Alerjik Bronko-pulmoner Mikoz (ABPM) hastalıkları oluşturabileceği göz önünde tutularak basidiokarplarına rastlanan rekreasyon alanlarında uygun tedbirlerin alınması önem taşımaktadır (Chowdhary ve ark. 2013).

Schizophyllum commune yenilebilir bir mantar olup Asya'da gıda ve ilaç olarak tüketildiği de bilinmektedir. *S. commune*'nin fermantasyonu ile elde edilen şizofillan, immünomodülatör, antineoplastik ve antiviral aktivitelerinin diğer glukanlardan daha yüksek olması nedeniyle son yıllarda ilaç endüstrisinde büyük bir ilgi görmektedir ve Japonya'da şizofillan ticari olarak üretilmektedir. Ayrıca bu türden elde edilen metanol ve etil asetat gibi maddelerin antimikrobiyal aktivite gösterdikleri belirlenmiş ve yaygın olarak tanımlanan patojenik bakteri ve mantarlar üzerinde kullanılabilecekleri de ortaya konmuştur. Bu açıdan türün zararlılarla mücadele kapsamında değerlendirilme potansiyeli dikkat çekicidir. Ekonomik önemi olan bu türün hem ecza sektöründe hem de bitki patojeni türlerle biyolojik mücadelede kullanım olanaklarına ilişkin araştırmaların desteklenmesi önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR /BİLGİLENDİRME

Bu çalışmada T.C. OGM Kavak ve Hızlı Gelişen Egzotik Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü İZT-391(3828)/2015-2018 nolu proje ve ayrıca İÜ BAP Yürütücü Sekreterliği T-1185/011120001 nolu proje verilerinden yararlanılmıştır.

KAYNAKLAR

- Adejoye OD, Adebayo-Tayo BC, Ogumjobi AA, Afolabi OO (2007) Phytochemical studies on *Schizophyllum commune* (Fries) a Nigerian fungus. World ApplSci J. 2(1): 73–76.
- Adeniye M, Odeyemi Y, Odeyemi O (2018) Ecology, diversity and seasonal distribution of wild mushrooms in a nigerian tropical forest reserve. Biodiversitas, 19(1): 285–295.
- Akgül A (2003) Tıbbi araştırmalarda istatistiksel analiz teknikleri "SPSS uygulamaları". Emek Ofset ISBN: 975-96359-2-5.
- Berkel A, Bozkurt Y, Göker Y (1968) Kayın tomruklarında ardaklanma ve çatlamanın önlenmesine ait bir deneme. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Derg. 2(A-XV): 55–74.

- Bernabé-González T, Cayetano-Catarino M, Martínez-Carrera D (2022) Cultivation of *Schizophyllum commune* Fries (CP-433) on corn stubble (*Zea mays* L.) and peanut shell (*Arachis hypogaea* L.) in Mexico. J Appl Nat Sci., 14(1): 203–207.
- Beşkardeş V (2012) Lepidoptera fauna of Yuvacık dam watershed in Kocaeli, Turkey. African J Agric Res., 7(11): 1749-1754.
- Bolla K, Shaheen SZ, Vasu K, Charya Ma S (2008) Effect of oils on the production of exopolysaccharides and mycelial biomass in submerged culture of *Schizophyllum commune*. African J Microbiol Res., 2(2): 349–352.
- Breitenbach J, Kränzlin F (1991) Fungi of Switzerland. Volume 3, (First part). Boletes and Agarics, Strobilomycetaceae and Boletaceae, Paxillaceae, Gomphidiaceae, Hygrophoraceae, Tricholomataceae, Polyporaceae. Mycological Society of Lucerne, Verlag Mykologia, Edition Mykologia Lucerne, P.O. Box 165, CH-6000, Lucerne 9, Switzerland. 361 s.
- Chowdhary A, Randhawa HS, Gaur SN, Agarwal K, Kathuria S, Roy P, Klaassen CH, Meis JF (2013) *Schizophyllum commune* as an emerging fungal pathogen: a review and report of two cases. Mycoses., 56(1): 1–10.
- Cox KD, Scherm H (2006) Interaction dynamics between saprobic lignicolous fungi and *Armillaria* in controlled environments: exploring the potential for competitive exclusion of *Armillaria* on peach. Biol Control., 37(3): 291–300.
- Dasanayaka PN, Wijeyaratne SC (2017) Cultivation of *Schizophyllum commune* mushroom on different wood substrates. J Trop For Environ., 7(1): 65–73.
- Dawadi P, Shyaula M, Khadka C, Raut JK, Bhatt LR (2023) Phytochemical analysis of *Schizophyllum commune* Fr. and *Microporus xanthopus* (Fr.) Kuntze from Phulchowki, central Nepal. Sci World, 16(16): 100–105.
- Efe A, Aksoy N, Oral D, Aslan S (2013) Yuvacık Barajı Havzası'nın (Kocaeli-Sakarya) Florası. Orman Derg., 9(2): 56–92.
- ESRI (2011) Environmental Systems Research Institute. <https://www.esri.com/en-us/home>, Erişim Tarihi: 20.01.2024.
- FAO (2022) The Soil of Europe. FAO Soils Portal. https://storage.googleapis.com/fao-maps-catalog-data/geonetwork/fao_unesco_soil_map/Europe_V_sheet2.pdf, ErişimTarihi: 20.01.2024.
- Garbeles DA (2023) Influence of different environmental conditions on *Schizophyllum commune* spawn cultivation. Multidiscip Int J Res Dev., (2): 73–78.
- Ghorai S, Banik SP, Verma D, Chowdhury S, Mukherjee S, Khowala S (2011) Fungal biotechnology in food and feed processing. Food Res. Int., 42(5-6): 577-587.
- Gibertoni TB, Santos PJP, Cavalcanti MAQ (2007) Ecological aspects of Aphyllophorales in the Atlantic rain forest in northeast Brazil. Fungal Divers., 25: 49–67.
- Herawati E, Arung ET, Amirta R (2016) Domestication and nutrient analysis of *Schizophyllum commune*, alternative natural food sources in East Kalimantan. Agric Agric Sci Procedia., 9: 291–296.
- İnan M (2004) Orman varlığının saptanmasında uzaktan algılama verileri. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kalaycı Ş (2010) Faktör Analizi. In: Kalaycı Ş (ed.) SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Tek. 5. Baskı, Asil Yayın Dağıtım LTD ŞTİ, Ankara, 321-331.
- Kent R, Carmel Y (2011) Presence-only versus presence-absence data in species composition determinant analyses. Divers Distrib., 17(3): 474–479.
- Kumari M, Survase SA, Singhal RS (2008) Production of schizophyllan using *Schizophyllum commune* NRCM. Bioresour Technol., 99(5): 1036–1043.
- Lahbib A, Chattaoui M, Aydi N, Zaghouani H, Beldi O, Daami-Remadi M, Nasraoui B (2016) First report of *Schizophyllum commune* associated with apple wood rot in Tunisia. New Dis Reports., 34(1): 26–26.
- Leathers TD, Nunnally MS, Price NP (2006) Co-production of schizophyllan and arabinoxylan from corn fiber. Biotechnol Lett., 28(9): 623–626.
- Lupala AS, Oh SY, Park MS, Kim T, Yoo JS, Seelan JSS, Lim YW (2019) Co-occurrence patterns of wood-decaying fungi and ants in dead pines of South Korea. J Asia Pac Entomol., 22(4): 1154–1160.
- Matavulj M, Lolic S, Vujcic S, Milovac S, Novakovic M, Karaman M (2013) *Schizophyllum commune*: The main cause of dying trees of the Banja Luka arbored walks and parks. Zb Matice Srp za Prir Nauk., 28(124): 367–377.
- MGM (2024) Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr>, Erişim Tarihi: 20.01.2024.
- Mirfat AHS, Vikineswary S, Ahmad M, Salahuddin H, Abdullah N, Sabaratnam V (2014) Antimicrobial activities of split gill mushroom *Schizophyllum commune*. Fr. Am J Res Commun., 2(7): 113.
- Raper CA (1988) *Schizophyllum commune*, a model for genetic studies of the Basidiomycotina. Academic Press Limited. Adv Plant Pathol.
- Schmidt O (2006) Wood and Tree Fungi Biology, Damage, Protection, and Use. Springer ISBN: 9785984520973.
- Schmidt O, Liese W (1980) Variability of wood degrading enzymes of *Schizophyllum commune*. Holzforschung, 34(2): 67–72.
- Selik M (1962) Güneybatı Anadolu'da odun tahrip eden bazı mantarlar ve bilhassa *Schizophyllum commune*. Fr. İÜ Orman Fakültesi Derg., A (10)(2): 120–122.
- Singh S, Raj C, Singh HK, Avasthe RK, Said P, Balusamy A, Sharma SK, Lepcha SC, Kerketta V (2021) Characterization and development of cultivation technology of wild split gill *Schizophyllum commune* mushroom in India. Sci Hortic (Amsterdam). 289(July): 110399.
- Snieskiene V, Juronis V (2007) Distribution of fungus *Schizophyllum commune* on green plantings in lithuanian cities and forests. Bot Lith., 13(4): 251–256.
- Snieskiene V, Juronis V (2001) Distribution of the fungus *Schizophyllum commune* Fr. in plantings of trees in the Kaunas city. Biologija, 3: 45–47.
- Sümer S (1976) Belgrad ormanında kesilmiş oduna arız olan önemli odun tahripçisi mantarlar üzerine araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Doktora Tezi, İstanbul.
- Sümer S (1982) Batı Karadeniz Bölgesi özellikle Bolu çevresinde bulunan odun tahripçisi mantarlar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul Yayın No: 2907/312, 194s.
- Takemoto S, Nakamura H, Imamura Y, Shimane T (2010) *Schizophyllum commune* as a ubiquitous plant parasite. Japan Agric Res Q., 44(4): 357–364.
- Úrbez-Torres JR, Peduto F, Vossen PM, Krueger WH, Gubler WD (2013) Olive twig and branch dieback: etiology, incidence, and distribution in California. Plant Dis., 97(2): 231–244.
- Visarathanonth N (1990) A survey of some temperate fruit diseases of Thailand. Acta Hortic., 279: 609–618.
- Vulinović JN, Lolić SB, Vujčić SB, Matavulj MN (2018) *Schizophyllum commune* – the dominant cause of trees decay in alleys and parks in the city of Novi Sad (Serbia). Biol Serbica.
- Williams S, Verma MM, Jinks JL, Brasier CM (1976) Variation in a natural population of *Schizophyllum commune*. Herdity, 37(3): 365–375.
- Wirth S, Krause K, Kunert M, Broska S, Paetz C, Boland W, Kothe E (2021) Function of sesquiterpenes from *Schizophyllum commune* in interspecific interactions. PLoS One, 16: 1–14.
- Yee TW, Dirnböck T (2009) Models for analysing species' presence/absence data at two time points. J Theor Biol. 259(4): 684–694.
- Zengin M, Hızal A, Karakaş A, Serengil Y, Tuğrul D, Ercan M (2005) İzmit Yuvacık Barajı su toplama havzasının yenilenebilir doğal kaynaklarının su üretimi (kalite, miktar ve rejim) amacıyla planlanması. T.C. OGM, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları AE, Teknik Bülten, No: 197 (233/244) İzmit. 102s.