



Kocaeli yöresi ormanlarında bazı makro mantar türlerinin ağır metal içerikleri

Serdar Akburak^{1*}, Ender Makineci¹, Ayhan Karakaya²

¹ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji ABD, 34473 Bahçeköy/Sarıyer/İstanbul

² Orman Genel Müdürlüğü, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, 41140 Başiskele / Kocaeli

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 20/12/2023

Kabul Tarihi: 30/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1407249>

* Sorumlu yazar:

sakburak@iuc.edu.tr

ÖZ

Çalışmanın amacı Kocaeli yöresi ormanlarında yaygın olarak bulunan bazı makro mantar türlerinde ve topraklarında ağır metal birikiminin belirlenmesidir. Farklı noktalarda 2015–2016 yılları arasında toplam 552 adet makro mantar örneği toplanmıştır. Mantar örneklerinin alındığı noktalardan üst toprak örnekleri de alınmıştır. Yenen, yenmeyen, zehirli, saprofit ve parazit olarak sınıflandırılan makro mantarlarda ve toprak örneklerinde ağır metallerden kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), çinko (Zn), bakır (Cu), demir (Fe) ve mangan (Mn) miktarları belirlenmiştir. Ayrıca toprak örneklerinde toprak asitliği (pH), elektrik iletkenliği (EC), kireç, kum, kil ve toz oranları (toprak türleri), toplam karbon (C) ve azot (N) analizleri yapılmıştır. Ascomycota'dan 9 ve Basidiomycota'dan 128 olmak üzere, toplam 137 tür tespit edilmiştir. Mantar türlerinin ortalama Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ve Fe içerikleri sırasıyla 0,795 mg/kg, 0,263 mg/kg, 10,90 mg/kg, 1,469 mg/kg, 31,38 mg/kg ve 138,5 mg/kg olarak bulunmuştur. Mantar türleri içerikleri ağır metal içeriği bakımından kümeleme analizi sonucunda dört gruba ayrılmıştır. Birinci grup tüm elementler bakımından benzerlik gösterirken, İkinci grup Pb ve Cu içeriği, üçüncü grup Cd, Mn ve Fe içeriği ve dördüncü grup Zn içeriği bakımından ayrılmıştır. Toprak özellikleri bakımından mantar türleri altı grupta toplanmıştır. Mantar türlerinin biyokonsantrasyon birikim katsayısına (BCF) göre Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ve Fe içerikleri sırasıyla ortalama 0,209, 0,197, 2,625, 0,719, 0,43 ve 0,204 olarak tespit edilmiştir. Mantarlardaki ağır metal içerikleri ile topraktaki ağır metal içerikleri arasında doğrusal ilişkiler belirlenmiştir. Sonuç olarak, mantarlardaki ağır metallerin bulunuş miktarları çok geniş bir aralıkta yer almaktadır. Ayrıca ortalama biyobirikim katsayısı bakımından Cd değerinin mantar türlerinde yüksek olduğu ve bu bakımdan bölgedeki ormanların kirlilik seviyelerinin izlenmesi önem kazanmaktadır.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Karbon, azot, biyokonsantrasyon birikim katsayısı (BCF), kirletici elementler

Heavy metal contents of some macro fungus species in on Kocaeli region

ABSTRACT

The aim of the study is to determine the accumulation of heavy metals in macro fungi species and soils commonly found in the of Kocaeli province. A total of 552 macro fungi samples were collected at different points and on different dates between 2015 and 2016. taken where the fungi samples were taken. In addition, the amounts of heavy metals lead (Pb), cadmium (Cd), zinc (Zn), copper (Cu), iron (Fe) and manganese (Mn) were determined in edible, inedible, poisonous, saprophytic and parasitic macrofungi and soil samples. Soil acidity (pH), electrical conductivity (EC), carbonate, sand, clay and silt ratios (soil texture types), total carbon and nitrogen were analyzed in soil samples. A total of 137 species were identified, 9 from Ascomycota and 128 from Basidiomycota. The average Pb, Cd, Zn, Cu, Mn and Fe contents of fungi species have been found as 0.610 mg/kg, 0.277 mg/kg, 10.11 mg/kg, 1.434 mg/kg, 29.23 mg/kg and 148.1 mg/kg, respectively. Fungi species were divided into four groups as a result of cluster analysis in terms of their heavy metal content. While the first group is similar in terms of all elements, the second group is separated in terms of Pb and Cu content, the third group is separated in terms of Cd, Mn and Fe content, and the fourth group is separated in terms of Zn content. Fungi species are grouped into six groups in terms of soil characteristics. According to the bioconcentration accumulation coefficient (BCF) of the fungal species, the average Pb, Cd, Zn, Cu, Mn and Fe contents were determined as 0.209, 0.197, 2.625, 0.719, 0.43 and 0.204, respectively. Linear relationships between the heavy metal contents in fungi and the heavy metal contents in the soil were determined. As a result, the amounts of heavy metals in fungi lie in a very wide range. In addition, the Cd value in terms of average bioaccumulation coefficient is high in macrofungi species, and in this regard, it becomes important to monitor the pollution levels of the forests in the region.

Key Words: Carbon, nitrogen, bioaccumulation coefficient (BCF), contaminant elements

Bu makaleye atf:

Akburak, S., Makineci, E., Karakaya, A., 2023. Kocaeli yöresi ormanlarında bazı makro mantar türlerinin ağır metal içerikleri. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 157-169.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Hızla artan dünya nüfusu için makromantarlar önemli bir farmakolojik madde ve besin kaynağı olabilmektedir. Fakat makromantarlardaki ağır metal konsantrasyonlarının meyveler, sebzeler ve diğer tarımsal bitkilerden daha yüksek olabileceği ifade edilmektedir (Manzi et. al., 2001). Buna bağlı olarak teknolojinin gelişmesiyle birlikte artan çevre kirliliği ve dolayısıyla eser elementlerin her yönüyle daha fazla araştırılması zorunluluk haline gelmiştir (Kartal 2004). Ağır metaller fauna ve florada mevcut olup çeşitli ekosistemlere nüfuz etmektedir; su ve kara biyotopları kirlenerek zamanla eser elementler besin zincirlerine geçmektedir (Huang et. al., 2017). Ağır metallerin oluşturduğu tehdit doğrudan trofik zincirdeki göçlerinden kaynaklanmaktadır: toprak - bitki - hayvan - insan ve bunların besin zincirinde son halka olan insan vücudunda birikme olasılığıdır (Zhang et. al., 2014).

Ormanlık alanlardaki ağır metal yükünün değerlendirmesi biyolojik yöntemlerin uygulanması ve biyoakümülyasyon özelliklerini gösteren biyoindikatör canlıların kullanımıyla mümkün olmaktadır. Orman alanlarında kirliliği iz element formunda biriktiren organizmalar, çeşitli parametrelerin değerlendirilmesinde kullanılan çok sayıda biyoindikatör grubundan biridir. Doğada yetişen mantarlar farklı türlerde farklı tat ve aromaları sebebiyle Doğu ve Orta Avrupa ülkeleri ile Türkiye’de oldukça fazla tüketilmektedir. Binlerce türü bulunan mantar tüm dünyada besin değeri yüksek bir besindir, gurme tatların yemekleri için olduğu kadar Çin, Japonya, Nijerya, Tibet gibi ülkelerde ise geleneksel ilaç yapımında da kullanılmaktadır (Altıntaş ve ark. 2017). Mantarların yüksek tansiyon, hiperkolesterolemi ve kanser gibi hastalıkların önlenmesi açısından da faydalı olduğu rapor edilmiştir. İçinde A, B, D, P ve K vitaminlerini de içerirler. Kalsiyum, potasyum, fosfor ve bakır minerallerini içermekle beraber, mantarlar gelmiş geçmiş en iyi bitkisel protein kaynağı olarak bilinmektedir. Mantarın %88-94’ü sudur, geriye kalan %6-12’nin bölümünü ise %15-42’si protein, %2-6’sı ham yağ, %42-71 karbonhidrat ve %6-13 kül oluşturur (Altıntaş ve ark. 2017).

Mantar türlerinde eser elementlerin konsantrasyonları ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Çayır ve ark. 2010). Bu çalışmalarda mantarlar biyoindikatör olarak ta kullanılmıştır. Kadmiyum, kurşun, civa, arsenik ve radyonüklidler gibi toksik element seviyeleri araştırılmaktadır (Çayır ve ark. 2010). Mantarlar besinleri ve mineralleri doğrudan emebilir ve tutabilir (Çayır ve ark. 2010). Mantarların yüksek konsantrasyonlarda ağır metaller, toksik metalik elementler ve metaloidler biriktirebileceği bilinmektedir (Kalač 2001; Vetter 2004; Campos and Tejera, 2011). Birçok mantar türünün metalik elementlerin içeriği (Kalač, 2010) meyve ve sebzelere göre (Türkdoğan ve ark., 2003) oldukça yüksektir. Ancak adsorpsiyonun mekanizması hala bilinmemektedir (Campos and Tereja, 2011; Širić et. al., 2016).

Yapılan birçok çalışmada mantarların içerdikleri bazı metabolitlerin ve hatta toksik maddelerin antagonistik ve uyarıcı etkileri de belirlenmiştir (Ying et. al., 1987; Conchran, 1978; Baytop, 1984; Hassen and Schadler, 1982; Broadbent, 1966; Espanshade and Griffith, 1966). Doğal makromantarlardaki eser element içeriklerini kapsayan çalışmaların 1970’li yıllardan beri yapıldığı bildirilmiştir (Kalac and Svoboda, 2000). Makromantarların bileşikleri ve çevreden gelen besinleri

biriktirebildiği (Alonso et. al., 2004) epitelinde metalleri biriktirdiği, hatta bazı bölgelerinde metal veriminin çok yüksek olduğu ve bazı durumlarda makromantarların yetişme ortamında daha yüksek konsantrasyonlara ulaştığı gözlemlenmiştir (Campos et. al., 2009). Makromantarların, metalleri yüksek düzeyde akümüle edebilme yeteneği sayesinde çevresel kirliliğin belirlenmesinde biyoindikatör olarak kullanıldığı, ancak hiçbir makromantar türünün tam olarak ağır metallerle kirlenmiş bölgelerin biyoindikatörü olamayacağı da belirtilmiştir (Kalac and Svoboda, 2000).

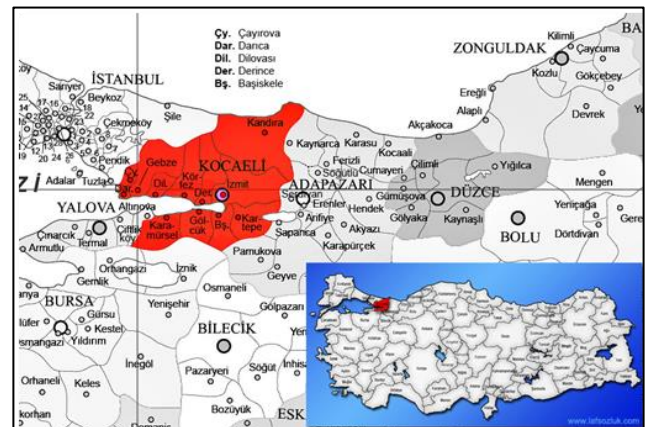
Mantarlar (Fungi) yaklaşık 14.000 makro mantar türünü içerir (Kirk et. al., 2008); ve en az 2000 türü yenilebilirdir (Chang 1999). Şu anda 150.000’den fazla mantar türünün bulunduğu ve bunların %10’undan azının tanımlandığı tahmin edilmektedir (Świsłowski and Rajfur 2018). Mantarlar diğer canlı organizmalarla karşılaştırıldığında çevresel değişimlerin göstergeleri olarak çok az bilinir ve nadiren kullanılmaktadır. Oysa mantarlar birçok alanda yaygın olduğu kadar önemli yapısal ve işlevsel unsurları oluşturmaktadır. Ekosistemlerde özellikle orman ekosistemlerinde, toprak organik madde üretimine (humus üretiminde %90’a kadar paya sahiptir) ve mineralizasyona katılan en önemli halkadır (Marzuki and Ying 2017). Bu özellikleri dikkate alınarak çevresel değişimlere tepki veren iyi bir biyolojik indikatör olarak ayırt edilebilirler (Koroleva et. al., 2015).

Mantarlar alansal izlemede hava ve toprak kirliliğinin göstergesi olarak özellikle ormanlık alanlar ve diğer ekosistemlerde, ağır metallerle çevre kirliliğinin biyoindikatörleri olarak kullanılırlar (Altıntaş ve ark. 2017; Niemiec et. al., 2017). Dolayısıyla bu çalışma ile Kocaeli yöresi orman alanlarında makro mantarların ağır metal içeriklerinin belirlenmesi ve toprak özellikleri ile olan etkileşimlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1 Çalışma alanı

Çalışmanın gerçekleştirildiği Kocaeli ili, Marmara Bölgesi’nin 29°22’-30°21’ doğu boylamları ile 40° 31’- 41°13’ kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Doğu ve güneydoğuda Sakarya, güneyde Bursa illeri, batıda Yalova ili, İzmit Körfezi, Marmara Denizi ve İstanbul ili, kuzeyde de Karadeniz’le çevrilidir (Şekil 1).



Şekil 1: Kocaeli’nin Türkiye’deki konumu (Lafsözlük, 2009).

Yöre iklimi, Marmara ve Batı Karadeniz iklim tiplerinin etkisinde olmakla beraber, mikro iklim olarak çeşitli varyasyonları göstermektedir. Kocaeli gözlem evinde ölçülmüş olan 89 yıllık (1928-2017) iklim verilerine göre, en yüksek hava sıcaklığı 44,1 °C (13 Temmuz 2000), en düşük hava sıcaklığı -18,0 °C (09 Şubat 1929), yıllık ortalama sıcaklık ise 14,9°C'dir. Aylık toplam yağış miktarı ortalaması 813 mm'dir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2019).

2.2 Mantar örneklerinin alınması

Kocaeli yöresi ve ormanlarında yaygın olarak farklı noktalarda ve farklı tarihlerde sporoforların bütün yıl içindeki durumunu belirlemek için 2015-2016 yılları arasında değişik zamanlarda toplam 552 adet makro mantar örneği toplanmıştır. Dikili canlı, devrik veya ölü ağaç gövdeleri, tomruk, kütük, ölü dal, sürgün, ölü örtü, odun parçaları dikkatle incelenmiş ve mevcut bulunan üreme organları ya toplanmış veya yerinde teşhis edilmişse kaydedilmiştir. Bulunan örnekler önce makroskopik olarak incelenmiş, özelliklerinin tespiti yapılmıştır. Her örneğin bulunduğu mevkiinin adı, yükseltisi, meşcere tipi, tespit tarihi ve substratum tipi kaydedilmiştir (detaylı bilgi Karakaya ve ark. (2019)).

Yoğun olarak karşılaşılan mantar türlerinin hepsi toplanmamış, kayıtları yapılmış, türün bir örneği alınmıştır. Elde edilen örnekler streçli naylon poşetlere veya kâğıtlarla sarılmış, ezilmemesine dikkat edilerek uygun karton kutulara yerleştirilmiş ve vakit geçirilmeden günü içerisinde laboratuvara götürülmüştür.

2.3 Mantarların teşhisi

Laboratuvarda ilk olarak örnekler sıcak hava üfleyen bir klima cihazı ile kurutulmuş (Gilbertson 1974), daha sonra küflenmeye neden olacak organizmaları öldürmek amacıyla 60 °C deki kurutma dolabında yaklaşık 2-3 saat tutulmuştur. Sporların renginin belirlenmesi için üreme organları beyaz bir kâğıt üzerinde en az bir saat bırakılmıştır. Sporların mikroskopik incelenmesinde saf su ve %5'lik KOH çözeltisi (Dennis 1968; Pegler and Young, 1971) ile hazırlanan numunelerde ışık mikroskobu kullanılmıştır.

Teşhisler sırasında ülkemizde yapılan çalışmaların yanında Avrupa'da yapılan çalışmalardan da yararlanılmıştır (Marchand, 1971; 1973; 1974; 1976; 1977; 1980; 1982), (Cetto, 1983), (Breitenbach and Kränzlin, 1984; 1986; 1991; 1995; 2000; 2005), (Jordan, 1995), (Laessøe, un del Conte, 2003), ve (Gerhardt, 2006). Bununla birlikte, tespit edilen türlerin sıralanışı için www.mycobank.org internet sitesinden faydalanılmıştır.

2.4 Toprak örneklerinin alınması ve analizler

Toprak örnekleri mantar örneklerinin alındığı noktaların hemen altından 100 cm³'lük silindirler ile alınmıştır. Araziden getirilen toprak örnekleri tel raflara serilerek hava kurusu hale gelene kadar kurutulmuştur ve 2 mm'lik elekten elenmiştir. Toprak asitliğini (pH) belirlemek için 10 g hava kurusu toprak örneği 1 / 2,5 oranında saf su ile muamele edildikten sonra 24 saat bekletilerek cam elektrotlu pH metre yardımıyla, elektriksel iletkenlik (EC) ölçümü ise 10 g hava kurusu toprak örneği 1 / 5

oranında saf su ile muamele edildikten sonra 24 saat bekletilerek EC metre yardımıyla gerçekleştirilmiştir (Karaöz, 1989). Kireç miktarı 1 g toprağı %10'luk HCl ile muamele edilerek, toprakta bulunan CaCO₃'ün HCl ile tepkimeye girmesi sonucu açığa çıkan CO₂ gazı hacminin Scheibler kalsimetresi yardımıyla ölçülmesi ile belirlenmiştir. Toprak örneklerinin kum, kil ve toz oranları (toprak türleri) Bouyocous hidrometre metodu ve uluslararası toprak üçgeni kullanılarak hesaplanmıştır (Karaöz, 1989). Karbon ve azot analizleri, 0,5 mm'lik elekten geçirilerek elde edilen topraklarda kuru yakma metodu ile CN analiz cihazında (Leco Truspec CN 2000) belirlenmiştir.

Ayrıca araziden toplanan yenen, yenmeyen, zehirli, saprofit ve parazit makro mantarlarda ve toprak örneklerinde ağır metallerin (kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), çinko (Zn), bakır (Cu), demir (Fe) ve mangan (Mn)) miktarları belirlenmiştir. Bunun için yaş yakma yöntemi kullanılmıştır. Kurutulup öğütülmüş 5 g örnek HNO₃ (Nitrik asit), H₂SO₄ (Sülfürik asit) ve HClO₄ (Per klorik asit) karışımı ile muamele edilmiş ve saf su ile 100 ml tamamlanarak atomik absorpsiyon cihazında ağır metal içerikleri belirlenmiştir (Kaçar 1972).

2.5 İstatistik değerlendirme

Mantarların ağır metal içerikleri ve toprak özellikleri ile olan ilişkisi korelasyon analizi ile test edilmiştir. Mantarların ağır metal içeriklerine ve toprak özelliklerine göre dağılımı test etmek için kümeleme (cluster) analizi kullanılmıştır. Toprakta canlı gövdelerine metal birikiminin bir indeksi olarak biyokonsantrasyon-birikim faktörü (BCF) ya da fitobirikim faktörü (PF), mantar ortalama element konsantrasyonu (mg/kg) topraktaki ortalama element konsantrasyonu (mg/kg) oranı olarak hesaplanmıştır (Borovitčka and Řanda 2007; Borovitčka et. al., 2007). Tüm istatistik değerlendirmeler R studio programında gerçekleştirilmiş olup, metan, FactoMiner ve ggplot2 paketleri kullanılmıştır.

3. Bulgular

Araziden alınan toplam 552 makro mantar örneği laboratuvar çalışmaları ile değerlendirilmiş ve sonuçta; Ascomycota'dan 9 ve Basidiomycota'dan 128 olmak üzere, toplam 137 tür tespit edilmiştir. Bu türler 49 tür yenilebildiği, 70 türün yenmediği, 15 türün zehirli ve 3 türün durumunun tespit edilememiştir.

Mantar türlerinin ağır metal içeriklerine ait tanımlayıcı istatistikleri tablo 1'de verilmiştir. Buna göre ortalama Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ve Fe içerikleri sırasıyla 0,795 mg/kg, 0,263 mg/kg, 10,90 mg/kg, 1,469 mg/kg, 31,38 mg/kg ve 138,5 mg/kg'dır (Çizelge 1). Pb değeri en düşük *Hygrocybe unguinosa* (0,0 mg/kg) türünde, en yüksek *Fomes fomentarius* (34,5 mg/kg) türünde tespit edilmiştir. Cd değeri en düşük *Cantharellus cibarius*, *Fistulina hepatica*, *Russula delica*, *Cantharellus cibarius*, *Sowerbyella unicolor*, *Russula pseudointegra*, *Russula turci*, *Armillaria mellea*, *Macrolepiota procera* (0,0 mg/kg) türlerinde, en yüksek *Galerina cinctula* (1,96 mg/kg) türünde, Zn içeriği en düşük *Stereum hirsutum* (0,04mg/kg) türünde en yüksek *Armillaria mellea* (183,6 mg/kg) türünde, Cu içeriği en düşük *Russula rosea*, *Hypholoma lateritium* (0,01 mg/kg) türlerinde en yüksek *Clavulina coralloides* ve *Macrolepiota procera* (52,9 mg/kg) türünde, Mn içeriği en düşük *Russula*

vinosa, *Armillaria tabescens* (0,0 mg/kg) türünde en yüksek *Sarcoscypha austriaca* (900,6 mg/kg) türünde, Fe içeriği bakımından en düşük *Fomes fomentarius* (0,04 mg/kg) türünde en yüksek içerik ise *Psathyrella ammophila* ve *Coprinellus micaceus* (1369,8 mg/kg) türünde tespit edilmiştir. Bununla birlikte yenilebilir mantar türlerinde kurşun içeriği bakımından en yüksek 9,07 mg/kg ile *Macrolepiota procera*, Cd içeriği en yüksek 1,34 mg/kg ile *Russula delica*, Zn içeriği en yüksek 183,59 mg/kg ile *Armillaria mellea*, Cu içeriği en yüksek 52,90 mg/kg ile *Macrolepiota procera*, Mn içeriği en yüksek 900,56 mg/kg ile *Sarcoscypha austriaca*, Fe içeriği en yüksek 1037,86 mg/kg ile *Lycoperdon pyriforme* türünde belirlenmiştir (Detaylı bilgi Karakaya ve ark. (2019)).

Çizelge 1. Mantarların ağır metal içeriklerine ait tanımlayıcı istatistikleri

	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Fe
N	137	137	137	137	137	137
Min	0,000	0,000	0,040	0,010	0,000	0,040
Max	34,48	1,96	183,59	52,90	900,56	1369,82
Ort	0,795	0,263	10,899	1,469	31,38	138,52
SE	0,080	0,029	1,726	0,194	4,912	14,343
SS	0,933	0,333	20,052	2,250	57,072	166,653

Min: minimum, max: maksimum, ort: ortalama, SE: ortalama standart hata, SS: standart sapma, Pb: kurşun, Cd: kadmiyum, Zn: çinko, Cu: bakır, Mn: mangan, Fe: demir. Değerler mg/kg'dır.

Mantar türleri içerdikleri ağır metal içeriği bakımından kümeleme analizi sonucunda dört gruba ayrılmıştır (Şekil 2). Birinci grup 90, ikinci grup 13, üçüncü grup 27 ve dördüncü grupta 7 adet tür bulunmaktadır (Şekil 2). Birinci grup tüm elementler bakımından benzerlik gösterirken, İkinci grup Pb ve Cu içeriği, üçüncü grup Cd, Mn ve Fe içeriği ve dördüncü grup

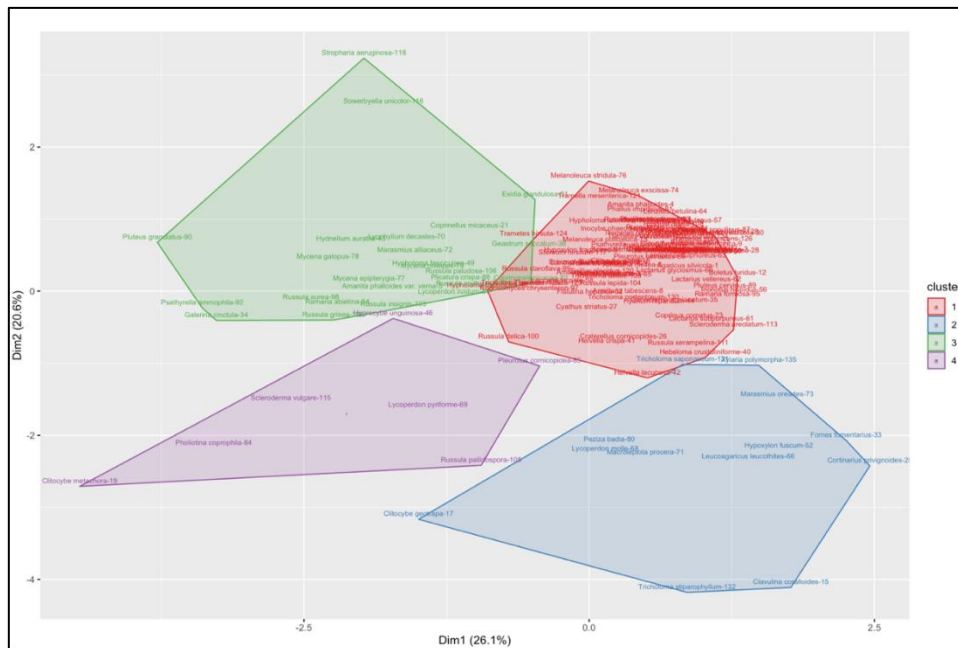
Zn içeriği bakımından diğer gruplardan ayrılmıştır (Şekil 2, Ek 1).

Tespit edilen mantar türlerinin bir bölümü dal, kütük, gövde gibi yapılar üzerinde tespit edildiğinden dolayı 82 adet mantar türü toprak özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Mantar türlerinin alındığı topraklara ait özellikler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik

	N	Min	Max	Ort	SE	SS
TPb (mg/kg)	82	1,19	17,62	4,63	0,31	2,77
TCd (mg/kg)	82	0,02	8,64	2,05	0,18	1,66
TZn (mg/kg)	82	0,07	248,48	65,63	5,99	53,92
TCu (mg/kg)	82	0,3	126,6	21,69	2,61	23,47
TMn (mg/kg)	82	0,59	421,57	108,04	8,17	73,5
TFe (mg/kg)	82	366,53	6800,21	850,59	76,69	690,18
TN (%)	82	0,12	0,45	0,25	0,01	0,07
TC (%)	82	0,12	34,35	10,52	0,91	8,18
pH	82	3,99	7,53	5,7	0,09	0,83
EC	82	15,8	2190	155,52	26,86	241,76
Kum (%)	82	12,8	86,1	59,83	1,34	12,06
Toz (%)	82	8,7	40,7	22,24	0,76	6,85
Kil (%)	82	5,2	60,4	17,93	0,96	8,67
CaCO ₃ (%)	82	0,1	9,5	0,83	0,23	2,1

Min: minimum, max: maksimum, ort: ortalama, SE: ortalama standart hata, SS: standart sapma, TPb: toprak kurşun içeriği, TCd: toprak kadmiyum içeriği, TZn: toprak çinko içeriği, TCu: toprak bakır içeriği, TMn: toprak mangan içeriği, TFe: toprak demir içeriği, TN: toprak azot içeriği, TC: toprak karbon içeriği, pH: toprak asitliği, EC: elektriksel iletkenlik CaCO₃: toprak kireç içeriği.



Şekil 2. Mantar türlerinin ağır metal içerikleri bakımından kümeleme analizine göre dağılımı

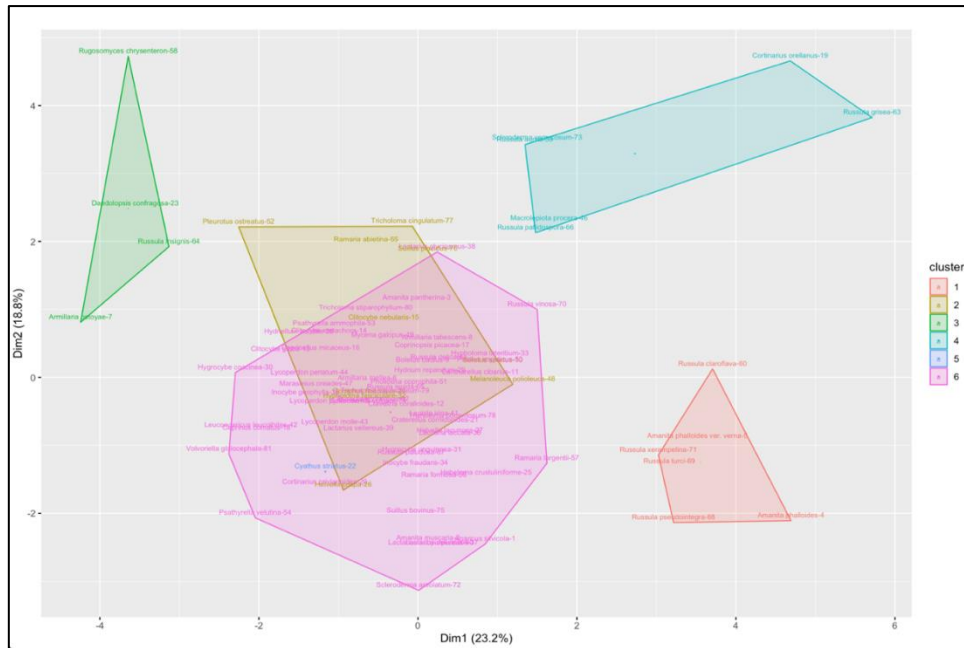
Mantar türlerinin biyokonsantrasyon birikim katsayısına (BCF) ait tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 3'te verilmiştir. Buna göre Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ve Fe içerikleri sırasıyla ortalama 0,209, 0,197, 2,625, 0,719, 0,43 ve 0,204'tür (Çizelge 3). Pb değeri en düşük (0,00) *Hygrocybe unguinosa*, *Amanita phalloides* var. *Verna*, *Russula aurea*, *Hypholoma lateritium*, *Russula grisea*, *Scleroderma vulgare*, *Suillus palicidus*, *Lycoperdon perlatum*, *Ramaria abietina*, *Amanita phalloides* türlerinde, en yüksek *Cortinarius privignoides* (3,44) türünde, Cd değeri en düşük (0,00) *Russula turci*, *Russula pseudointegra*, *Cortinarius orellanus*, *Rugosomyces chrysenteron*, *Russula grisea*, *Scleroderma verrucosum*, *Russula pallidospora* türlerinde en yüksek ise *Tricholoma stiparophyllum* (1,36) türünde, Zn içeriği bakımından en düşük (0,00) *Cyathus striatus* ve *Hypholoma lateritium* türlerinde en yüksek *Inocybe fraudans* (104,14) türünde, Cu içeriği en düşük (0,00) *Hypholoma lateritium*, *Tricholoma cingulatum*, *Hygrocybe coccinea*, *Gomphus floccosus*, *Inocybe geophylla*, *Russula vinosa*, *Melanoleuca polioleuca* türlerinde en yüksek *Hebeloma crustuliniforme* (19,47) türünde belirlenmiştir. Mn bakımından en düşük (0,00) *Russula vinosa*, *Lactarius glyciosmus*, *Russula pallidospora*, *Cortinarius orellanus*, *Rugosomyces chrysenteron*, *Amanita pantherina*, *Tricholoma portentosum*, *Hypholoma lateritium*, *Suillus palicidus* ve *Russula xerampelina* türlerinde en yüksek *Suillus bovinus* (10,92) türünde, Fe bakımından ise en düşük *Tricholoma cingulatum* (0,00) türünde en yüksek *Psathyrella ammophila* (1,63) türünde belirlenmiştir (Ek 2).

Çizelge 3. Mantar türlerine ait Biyokonsantrasyon birikim katsayısına (BCF) ait tanımlayıcı istatistik

	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Fe
N	82	82	82	82	82	82
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	3,44	1,36	104,14	19,47	10,92	1,63
Ort	0,209	0,197	2,625	0,719	0,43	0,204
SE	0,048	0,028	1,343	0,290	0,145	0,028
SS	0,433	0,253	12,090	2,606	1,300	0,248

Min: minimum, max: maksimum, ort: ortalama, SE: ortalama standart hata, SS: standart sapma, Pb: kurşun, Cd: kadmiyum, Zn: çinko, Cu: bakır, Mn: mangan, Fe: demir.

Kümeleme analizine göre toprak özellikleri bakımından mantar türleri altı grupta toplanmıştır (Şekil 3). Birinci grup 6, ikinci grup 10, üçüncü grup 4 ve dördüncü grup 6, beşinci grup 1 ve altıncı grupta 55 adet tür bulunmaktadır (Şekil 3). Birinci grup toprağın karbon (C), azot (N), elektriki iletkenlik (EC), kum içeriği bakımından, ikinci grup toprağın Cu içeriği ve toprak asitliği (pH) bakımından, üçüncü grup toz ve kil içeriği, dördüncü grup toprağın Pb, Cd, Zn ve Mn içeriği bakımından, beşinci grup toprağın Fe içeriği bakımından ayrılmıştır (Şekil 3, Ek 3).



Şekil 3. Mantar türlerinin toprak özelliklerine bakımından kümeleme analizine göre dağılımı

Mantar türleri bakımından yapılan korelasyon analizi sonucu, mantarların Pb içeriği toprak pH'sı ve EC ile pozitif ilişki iken mantarların Fe içeriği ile negatif ilişkilidir. Mantarların Cd içeriği TPb, mantar Mn ve Zn içeriği ile pozitif ilişki, TN içeriği ile negatif ilişki göstermektedir. Mantarların Zn içeriği TCd, TPb içeriği ve mantarların Fe, Cu içeriği ile

pozitif ilişkilidir. Mantar Cu içeriği EC, TFe, TCd içeriği ile pozitif ilişki gösterirken TCu içeriği ile negatif ilişki göstermiştir. Mantar Mn içeriği sadece mantar Fe içeriği ile pozitif ilişkilidir. Mantarların Fe içeriği TFe, TPb, TCd, TCu ve TZn içeriği ile pozitif ilişki göstermiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Toprak özellikleri ile mantarın ağır metal içerikleri arasındaki korelasyon sonuçları.

	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Fe	TPb	TCd	TZn	TCu	TMn	TFe	TN	TC	pH	EC	Kum	Toz	Kil
Cd	-0,09																		
Zn	0,04	0,33 **																	
Cu	0,11	0,20	0,30 *																
Mn	-0,11	0,26 *	0,16	0,02															
Fe	-0,26 *	0,20	0,44 ***	0,17	0,35 **														
TPb	-0,15	0,33 **	0,31 **	0,12	0,10	0,42 ***													
TCd	-0,13	0,20	0,30 **	0,27 *	0,12	0,24 *	0,40 ***												
TZn	-0,11	-0,11	0,09	-0,12	-0,09	0,38 ***	0,44 ***	-0,02											
TCu	-0,14	0,08	0,09	-0,25 *	0,05	0,27 *	0,40 ***	0,05	0,60 ***										
TMn	0,04	-0,17	0,15	-0,02	0,08	0,13	0,23 *	0,20	0,45 ***	0,26 *									
TFe	-0,10	-0,04	0,10	0,27 *	0,00	0,38 ***	-0,03	0,41 ***	0,10	0,05									
TN	-0,09	-0,26 *	-0,01	0,06	0,12	-0,11	0,00	0,24 *	0,04	-0,23 *	0,34 **	-0,04							
TC	-0,02	-0,15	-0,02	-0,12	0,15	-0,13	0,10	0,02	0,21	0,09	0,49 ***	-0,18	0,71 ***						
pH	0,28 *	-0,16	0,03	0,01	-0,16	-0,14	-0,26 *	-0,35 **	0,02	0,03	-0,24 *	0,18	-0,29 **	-0,22					
EC	0,40 **	-0,12	0,10	0,22 *	0,04	-0,18	-0,06	-0,06	-0,13	-0,23 *	0,20	-0,12	0,17	0,28 *	0,19				
Kum	-0,17	-0,04	-0,06	-0,04	-0,09	-0,12	-0,21	-0,02	-0,21	-0,30 **	0,05	-0,18	0,33 **	0,28 *	-0,30 **	0,06			
Toz	0,20	0,09	0,04	0,03	0,06	0,01	0,27 *	0,01	0,25 *	0,28 *	0,14	0,03	-0,13	-0,08	0,10	0,08	-0,76 ***		
Kil	0,11	0,01	0,11	0,06	0,08	0,20	0,06	0,01	0,10	0,16	-0,18	0,26 *	-0,42 **	-0,36 **	0,35 **	-0,12	-0,74 ***	0,21	
Kirec	0,08	-0,17	-0,03	-0,05	0,01	-0,03	-0,18	-0,24 *	0,20	0,20	-0,09	0,17	-0,05	-0,01	0,44 ***	0,12	-0,11	0,09	0,13

(Pb: kurşun, Cd: kadmiyum, Zn: çinko, Cu: bakır, Mn: mangan, Fe: demir, TPb: toprak kurşun içeriği, TCd: toprak kadmiyum içeriği, TZn: toprak çinko içeriği, TCu: toprak bakır içeriği, TMn: toprak mangan içeriği, TFe: toprak demir içeriği, TN: toprak azot içeriği, TC: toprak karbon içeriği, pH: toprak asitliği, EC: elektriksel iletkenlik.). Anlamlı değerler koyu ve eğik yazılmıştır. *: p<0,05, **: p<0,01, ***: p<0,001 göstermektedir.

Toprak özellikleri bakımından değerlendirildiğinde, TPb içeriği toz, TMn, TCu, TZn ve TCd içeriği ile pozitif ilişki, pH ile negatif ilişki belirlenmiştir. TCd içeriği TN ile pozitif ilişki gösterirken kireç içeriği ve pH ile negatif ilişki göstermiştir. TZn içeriği toz, TFe, TMn ve TCu içeriği ile pozitif ilişki, TCu içeriği toz ve TMn içeriği ile pozitif ilişki gösterirken kum, EC ve TN ile negatif ilişki göstermiştir. TMn içeriği bakımından TC ve TN ile pozitif ilişkili iken pH ile negatif ilişkilidir. TFe içeriği TZn ve kil ile pozitif ilişki göstermiştir (Tablo 4).

4. Tartışma

Günümüzde artan nüfus, endüstriyel faaliyetler ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte çevre kirliliğinde görülen artış ağır metallerin her yönüyle daha fazla araştırılmasını zorunluluk haline gelmiştir. Yapılan bu çalışma ile makro mantarlardaki Fe, Zn, Cu, Mn ve Pb içerikleri ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Demir, çinko, bakır ve mangan gibi iz elementler biyolojik sistemlerde önemli rol oynadıkları için temel elementler olarak kabul edilmektedirler. Ancak kurşun temel element değildir ve hatta eser miktarlarda dahi toksik etki gösterir. Ayrıca gerekli metaller alımı aşırı derecede yüksek olduğunda da toksik olabilir. Mantarların çevreden ağır metal birikimine karşı çok etkili bir mekanizması vardır. Bu nedenle mantarlar çevre kirliliği düzeyini tanımlamak için kullanılabilir. Diğer taraftan ağır metal içeren mantarların tüketilmesinin insan sağlığı üzerine etkisini değerlendirmek için birçok çalışma

(Kalac et al. 2004; Campos et al. 2009) yapıldığı ifade edilmektedir (Altıntuğ ve ark. 2017). Çalışmanın gerçekleştirildiği bölgede mantarlarda ağır metal içeriklerinin belirlendiği çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Hişir (2016) tarafından Sakarya bölgesinde yapılan çalışmada mantarlarda Pb (7,41-34,3 mg/kg), Cd (0,37-11,63 mg/kg), Zn (22,86-126,84 mg/kg) Cu (17,38-132,75 mg/kg), Fe (26,3-225,4 mg/kg) ve Mn (0,0-22,3 mg/kg) içeriklerini belirlemiştir. Çalışmamızla kıyaslandığında ortalama değerler bakımından Pb (0,795 mg/kg), Cd (0,263 mg/kg), Zn (10,90 mg/kg), Cu (1,469 mg/kg), değerlerinin daha düşük seviyede olduğu Fe (138,5 mg/kg) içeriğinin belirtilen değerler arasında ve Mn içeriğinin (31,38 mg/kg) ise daha yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Türkiye’de bazı benzer çalışmalarda da mantarlarda ağır metal birikimi belirlenmiştir (Çayır ve ark. 2010; Demirbas, 2001a; 2001b; Isıldak ve ark. 2004a; 2004b; 2007; Mendil ve ark. 2005; Sesli ve Tüzen 1999; Soylak ve ark. 2005; Turkekul ve ark. 2004; Tüzen 2003; Tüzen ve ark. 1998; Yamaç ve ark. 2007; Yağız ve ark. 2008; Yeşil ve ark. 2004). Bu çalışmalar farklı türlerde farklı ağır metal birikimlerine dikkati çekmektedir. Nitekim çalışmamızda elde edilen bulgular dikkate alındığında farklı mantar türleri arasında ağır metal konsantrasyonlarının çok geniş bir aralıkta değiştiği görülmektedir. Çalışmamızdaki sonuçların değişkenliğini destekleyen bir çalışmada, yoğun nüfuslu bir bölgede (Atina-Yunanistan civarı) toplanan altı yabancı yenilebilir mantar türünde (*Agaricus bisporus*, *A. bitorquis*, *A. gennadii*, *Coprinus comatus*, *Psathyrella*

candolleana ve *Volvopluteus gloiocephalus*) Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonları değerlendirilmiş ve mantarlarda nispeten yuğsek Pb ve Ni içerikleri lulrken, Cu, Zn, Fe ve Mn konsantrasyonlarının çok değişken olduğu belirlenmiştir (Kokkoris et. al., 2019).

Çalışmamızda yenilebilir mantar türlerinde Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ve Fe içeriği bakımından en yuğsek değerler sırasıyla *Macrolepiota procera* (9,07 mg/kg), *Russula delica* (1,34 mg/kg), *Armillaria mellea* (183,59 mg/kg), *Macrolepiota procera* (52,90 mg/kg), *Sarcoscypha austriaca* (900,56 mg/kg), *Lycoperdon pyriforme* (1037,86 mg/kg) türünde belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada, ayır ve ark. (2010), Çanakale'de ağır metallerin (Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn) konsantrasyonlarını yenilebilir  mantar türünde (*Lactarius deliciosus*, *Russula delica* ve *Rhizopogon roseolus*) en yuğsek Cd konsantrasyonunun yenilerek tüketim açısından kısıtlayıcı bir faktör olduğunu belirtmektedir. Diğer elementlerin konsantrasyonlarının optimum düzeyde tüketildiğinde sağlık riski olmadığı da belirtilmiştir. Çalışmamızda benzer olarak Cd değerinin tüketim açısından kısıtlayıcı faktör olmasına rağmen diğer elementlerin de kısıtlayıcı faktör olduğunu söylemek mümkündür. Çünkü elde ettiğimiz sonuçların IPCS (International Programme on Chemical Safety: Uluslararası Kimyasal Güvenlik Programı, Cd: 0,05 mg/kg, Mn: 9,81 mg/kg, Fe: 100 mg/kg) (Anonim, 2004; Durkan, 2006) kriterleri göz önüne alındığında kadmiyum ve demir konsantrasyonlarının, FAO (Food and Agriculture Organization: Gıda ve Tarım rgt) ve WHO (World Health Organization: Dünya Sağlık rgt) (Cd: 0,05 mg/kg, Cu: 0,1-5,0 mg/kg, Fe: 1,5-15 mg/kg, Pb: 0,1-2,0 mg/kg, Zn: 5,0 mg/kg) (Algan 2002) kriterleri göz önüne alındığında kadmiyum, demir ve inkonun, Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği (2011) göz önüne (Cd:0,2 mg/kg, Pb: 0,30 mg/kg) alındığında ise kurşun konsantrasyonlarının sınır değerlerinin üzerinde olduğu görülmektedir.

Çalışmamız sonucunda ağır metal içerikleri bakımından mantar türlerinin dört farklı grupta toplandığı tespit edilmiştir. şiri et. al., (2016), Hırvatistan'da Medvednica Tabiat Parkı'ndaki yenilebilir 10 mantarın Fe, Zn ve Cu konsantrasyonunu belirlemiştir. Çalışılan türler arasındaki benzerlik, kümeleme analizi ile belirlenmiş ve en yuğsek Fe konsantrasyonu (153,96 mg kg⁻¹) *Tricholoma portentosum*'da, en yuğsek Zn konsantrasyonu (90,60 mg kg⁻¹) *Tricholoma terreum*'da ve en yuğsek Cu (78,18 mg kg⁻¹) *Macrolepiota procera*'da belirlenmiştir. Tüm mantar türlerinde mantar şapkasındaki elementlerin konsantrasyonu sapa göre daha yuğsek bulunmuştur. Benzer olarak, çalışmamızda elde ettiğimiz kümeleme analizi sonucu Fe, Cu ve Zn içeriklerinin türlerin ayrılmasında etkili olduğu görülmektedir. Nitekim mantarlardaki ağır metal konsantrasyonlarını mantar türleri, farklı yetişme ortamı faktörleri ve toprak özellikleri (pH, organik madde, redoks potansiyeli, materyal türü, materyal jeokimyası, kirlilik kaynağından uzaklık vb.) etkileyebilir (Kalaç, 2010; şiri et. al., 2016). Hişir (2006) mantarların toprak yapısı, ekolojik faktörler (bitki örtüsü, habitat vb.) ile antropojenik etkilere bağlı olarak bünyesinde toksik etki yaratacak nitelikte ağır metallere barındırdığını ifade etmiştir. Çalışmamızda kümeleme analizine göre toprak özellikleri bakımından mantar türleri altı grupta toplanmıştır. Birinci grup 6, ikinci grup 10, nc grup 4 ve dördüncü grup 6, beşinci grup 1 ve altıncı grupta 55 adet tür bulunmaktadır. Bu durum

yetişme ortamındaki farklılıkların mantar türlerinin dağılımını etkilediğini ve buna bağlı olarak türlerdeki ağır metal konsantrasyonlarının geniş aralıktaki bulunmasında etkili olduğu söylenebilir. Yukarıda da ifade edildiği gibi birçok faktör etkili olmasına rağmen, ağır metallerin ortamdaki bolluğu ve alınması arasındaki ilişki çok karmaşıktır ve hala bilinmemektedir (Kalaç, 2010; şiri et. al., 2016). Çalışmamızda mantar türleri ve toprak özellikleri bakımından yapılan değerlendirmede mantarların özellikle Pb içeriğinin toprak pH'sı ve EC'si ile pozitif ilişkili olduğu, Cd içeriğinin TPb, Zn içeriğinin TCd ve TPb içeri ile keza Cu içeriği EC, TFe, TCd içeriği ile pozitif ilişki gösterirken mantarların Fe içeriği TFe, TPb, TCd, TCu ve TZn içeriği ile pozitif ilişki göstermiştir. Bu durum ortamdaki ağır metal içerikleri ile mantarın ağır metal içeriği arasında değişkenliğin olduğunu göstermektedir.

Mantarların vre kirliliğinin biyoidikatrleri olarak kullanımının uygunluğunu belirlemek mümkündür (Falandysz et. al., 2007; şiri et. al., 2016). Nitekim araştırmalar orman altında mantarlarda ağır metal birikimine dikkat çekmiştir. Örneğin Nharingo et. al., (2015) benzer olarak Zimbabve'de farklı kirlilik derecelerine sahip üç farklı orman alanında *Amanita losii* ve *Cantharellus floridulus* yenilebilir mantarın Al, Pb ve Zn içeriği belirlenmiştir. Alanlar arasında önemli farklılıkların olduğunu ve alanların vrelerindeki kirlilik kaynağına bağlı olarak mantarlarda ağır metal birikiminin yuğsek olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada şwişowski and Rajfur (2018) Polonya 'da iki farklı orman alanında *Boletus edulis*, *Macrolepiota procera* ve *Suillus luteus* yenilebilir mantarlarda ağır metal konsantrasyonları belirlemiştir. Elde edilen verilere dayanarak, orman alanlarının ağır metallere önemli lde kirlendiği de tespit edilmiştir. Bu, ağır metal akümülatörleri olan orman alanlarının pasif biyolojik izlemesinde mantarların biyomonitör olarak kullanılma olasılığı ile doğrulandığını belirtmişlerdir. Bu değerlendirmeleri yaparken özellikle PF (phytoaccumulating factor) faktörünün kullanılarak değerlendirilmesini önerdikleri çalışmada $PF \leq 0,01$ – birikim yok, $PF \leq 0,10$ – az birikim, $PF \leq 1,00$ – orta derecede birikim, $PF > 1,00$ – yuğsek derecede birikim şeklinde sınıflandırmışlardır. Yazarlar mantar gövdelerinin iyi bir akümülatör olduğunu tekrarlayarak özellikle PF katsayılarının da kullanımıyla Cd, Cu ve Zn bakımından yoğun bir birikimin olduğunu belirtmişlerdir. Bu sınıflandırma bakımından çalışmamızda elde edilen mantar türlerinin biyokonsantrasyon birikim katsayılarına (BCF) göre Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ve Fe içerikleri sırasıyla ortalama 0,209, 0,197, 2,625, 0,719, 0,43 ve 0,204'tür. Cd değerleri bakımından yuğsek derecede birikim, diğer elementlerin ise orta derecede birikimde olduğu görülmektedir. Bu durum orman alanlarındaki kirlilik seviyelerinin izlenmesi gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, ağır metallerin neden olduğu vre kirliliği, su, hava ve doğrudan toprak kirliliğine neden olan madencilik çalışmaları, gübre ve pestisitler, sanayi atıkları ve hidrokarbon yanma ürünleri ile toprağa ulaşabilmektedir. vreyi kirleten bütün unsurlar bitkilerde strese neden olur ve bu durum bitkilerin fizyolojisini etkiler, onların genetik potansiyelini değiştirir, verimini kısıtlayarak ölümlerine yol açar ve yyk oranlarda ürün kayıpları meydana gelir. Bunun yanısıra yuğsek konsantrasyonlardaki ağır metallere, tüm canlı sistemlerini etkilediği gibi insan sağlığını da olumsuz olarak etkilemektedir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular göstermektedir ki

mantar türleri arasında ağır metal konsantrasyonları çok geniş bir aralıkta değişim göstermekte olup, özellikle topraktaki ağır metallerin bulunuş miktarlarının bu değişimde etkili bir faktör olduğu söylenebilir. Ayrıca ortalama biyobirikim katsayısı bakımından Cd değeri nin mantar türlerinde yüksek olduğu ve bölgedeki ormanların kirlilik seviyelerinin diğer gösterge faktörler ile izlenmesi gerektiğini göstermektedir. Özellikle yoğun nüfus ve sanayi faaliyetlerinin ormanlar üzerindeki kirlilik etkisini değerlendirmek adına mantarlar ile ilgili çalışmaların arttırılması günümüz koşullarında elzem bir durum olmakla birlikte bu bölgelerde insan sağlığı açısından kritik eşik çalışmaları önem kazanmaktadır. Ek olarak insan sağlığı için bünyesinde ağır metalleri biriktirebilen, akut zehirlenme ve hatta ölümlü sonuçlanabilecek doğal makro mantarların tüketimi konusunda halkımızı bilinçlendirmek son derece önemlidir.

Teşekkür

Bu çalışma Orman Genel Müdürlüğü, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından İZT-390 (3827)/ 2014-2017-2019 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

Algan, G., 2002. Konya Yöresi Sütlerinde Bazı Ağır Metallerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Alonso, J., Garcia, M., A., Perez-Lopez, M., Melgar, M., J., 2004. Macrofungi as Potential Bioremediation Agent in Compost Material Contaminated with Heavy Metals, *Revista de Toxicologia* 21, 11-15.

Altıntığ, E., Hişir, M. E., Altundağ, H. 2017. Determination of Cr, Cu, Fe, Ni, Pb and Zn by ICP-OES in mushroom samples from Sakarya, Turkey. *Sakarya University Journal of Science*, 21(3), 496-504.

Anonim, 2004 "IPCS, Chemical Safety and The Commission of The European Comities, CEC.

Baytop, T., 1984. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3255, İstanbul.

Borovička, J., Řanda, Z. 2007. Distribution of iron, cobalt, zinc and selenium in macrofungi. *Mycological Progress* 6 (4), 249-259.

Borovička, J., Řanda, Z., Jelínek, E., Kotrba, P., Dunn, C.E., 2007. Hyperaccumulation of silver by *Amanita strobiliformis* and related species of the section *Lepidella*. *Mycological Research* 111, 1339-1344.

Breitenbach, J. and Kränzlin, F., 1991. "Fungi of Switzerland" Volume 3, (First part), Boletes and Agarics, *Strobilomycetaceae* and *Boletaceae*, *Paxillaceae*, *Gomphidiaceae*, *Hygrophoraceae*, *Tricholomataceae*, *Polyporaceae*, ISBN 3-85604-230-X, Mycological Society of Lucerne, Verlag Mykologia, 361 pages, Luzern, Switzerland.

Breitenbach, J. and Kränzlin, F., 1986. "Fungi of Switzerland" Volume 2, Non Gilled Fungi, *Heterobasidiomycetes*, *Aphylopholares*, *Gastromycetes*, ISBN 3-85604-220-2, Mycological Society of Lucerne, Verlag Mykologia, 412 pages, Luzern, Switzerland.

Breitenbach, J. and Kränzlin, F., 1995. "Fungi of Switzerland" Volume 4, (Second part), Agarics, *Entolomataceae*, *Pluteaceae*, *Amanitaceae*, *Agaricaceae*, *Coprinaceae*, *Bolbitiaceae*, *Strophariaceae*, ISBN 3-85604-240-7, Mycological Society of Lucerne, Verlag Mykologia, 369 pages, Luzern, Switzerland.

Breitenbach, J. and Kränzlin, F., 2000. "Fungi of Switzerland" Volume 5, (3rd part), Agarics, *Cortinariaceae*, ISBN 3-85604-250-4, Mycological Society of Lucerne, Verlag Mykologia, 369 pages, Luzern, Switzerland.

Breitenbach, J., and Kränzlin, F., 1984. "Fungi of Switzerland" Volume 1, *Ascomycetes*, ISBN 3-85604-210-5, Mycological Society of Lucerne, Verlag Mykologia, 390 pages, Luzern, Switzerland.

Broadbent, D., 1966. Antibiotics Produced by Fungi, *The Botanical Review*, 32(3), 219-242.

Campos, J. A., Tejera, N. A., Sanchez, C. J., 2009. Substrate Role in the Accumulation of Heavy Metals in Sporocorps of Wild Fungi. *Biometals*, 22, 835-841.

Campos, J.A., Tereja, N.A., 2011. Elements bioaccumulation in Sporocarps of fungi collected from quartzite acidic soils. *Biological Trace Element Research*, 143, 540-554.

Çayır, A., Coşkun, M., Coşkun, M., 2010. The heavy metal content of wild edible mushroom samples collected in Canakkale Province, Turkey. *Biological Trace Element Research*, 134, 212-219.

Cetto, B., 1983. "I Funghi Dal Vero" Vol:1, Saturnia, ISBN 88-85013-01-5, 690 pag. Trento.

Chang, S.T., 1999. Global impact of edible and medicinal mushrooms on human welfare in the 21 century, non-green revolution. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1, 1-7.

Conchran, K.W., 1978. Medicinal Effects, in: *The Biology and Cultivation of Edible Musrooms* (Ed. Chung, S.T. and Hayes, W.A.) Academic Press, New York.

Demirbas, A., 2001a. Heavy metal bioaccumulation by mushrooms from artificially fortified soils. *Food Chemistry*, 74, 293-301.

Demirbas, A., 2001b. Concentration of 21 metals in 18 species of mushroom growing in the East Black Sea Region. *Food Chemistry*, 75(4), 453-457.

Dennis, R.W.G., 1968. "British Ascomycetes" 3301 Lehre Verlag von J. Cramer, 455 p.

Dołhańczuk-Śródka, A., Ziembik, Z., Waclawek, M., Hyşplerová, L., 2011. Transfer of cesium-137 from forest soil to moss *Pleurozium schreberi*. *The Journal of Society of Ecological Chemistry and Engineering*, 18(4), 509-516.

Durkan, N., 2006. Yukarı Büyük Menderes Nehri Havzasındaki Makrofunguslarda Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Espanshade, M.A. Ve Griffith, E.W., 1966. Tumor-inhibiting Basidiomycetes Isolation and Cultivation in The Laboratory, *Mycologia*, 58, 511-517.

Falandysz, J., Gucia, M., Mazur, A., 2007. Content and biconcentration factors of mercury by Parasol Mushrooms *Macrolepiota procera*. *Journal of Environmental Science and Health B*, 42, 735-740.

Falandysz, J., Gucia, M., Mazur, A., 2007. Content and biconcentration factors of mercury by Parasol Mushrooms

- Macrolepiota procera. Journal of Environmental Science and Health B, 42, 735-740.
- Gerhardt, E., 2006. "Pilze" BLV Handbuch, ISBN-10: 3-8354-0053-3, ISBN-13: 978-3-8354-0053-5, 639 P., Germany.
- Gilbertson, R., L., 1974. "Fungi That Decay Ponderosa Pine, University of Arizona Press: Tuscon, AZ, 197 p.
- Hassen, H.P. and Schadler, M., 1982. Pilze als Volksheilmittel in Chinensischen Medizin" Deutschen Apotheker Zeitung, 122(37), 1844-1848.
- Hişir, M., 2016. Bazı Yenilebilir Mantarların Eser Metal İçeriğinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Huang, X., Hu, J., Qin, F., Quan, W., Cao, R., Fan, M., Wu, X., 2017. Heavy metal pollution and ecological assessment around the Jinsha Coal-Fired Power Plant (China). International Journal of Environmental Research and Public Health, 14, 1589-1600.
- İsildak, O., Turkecul, I., Elmastas, M., Aboul-Enein, H.Y., 2007. Bioaccumulation of heavy metals in some wild-grown edible mushrooms, Analytical Letters, 40, 1099- 1116.
- İsildak, O., Turkecul, I., Elmastas, M., Tuzen, M., 2004a. Analysis of heavy metals in some wild-grown edible mushrooms from the Middle Black Sea region, Turkey", Food Chemistry, 86, 547- 552.
- İsildak, O., Turkecul, I., Elmastas, M., Elmastas, M., 2004b. Analysis of heavy metals in some wild grown edible mushrooms from the middle black sea region, Turkey. Food Chemistry, 86, 547-552.
- İPCS/Features/Cadmium, 2019 "[Online] <http://www.who.int/ipcs/features/cadmium.pdf?ua=1> [Erişim Tarihi: 22.07.2019].
- Jordan, M., 1995. "The Encyclopedia of Fungi of Britain and Europa" David & Charles, ISBN 0 7153 0129 2, 384 pages, United Kingdom.
- Kaçar, B., 1972. "Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri" Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Kalac, P., Svoboda, L., 2000 "A Review of Trace Element Concentrations in Edible Musrooms, Food Chemistry, No: 69, pp: 273-281.
- Kalač, P., 2001. A review of edible mushroom radioactivity. Food Chemistry, 75, 29-35.
- Kalač, P., 2010. Trace element contents in European species of wild growing edible mushrooms: A review for the period 2000-2009. Food Chemistry, 122, 2-15.
- Kalac, P., Svoboda, L., Havlickova, B., 2004. Content of cadmium and mercury in edible mushroom, Journal of Applied Biomedicine, 2, 15-20.
- Karakaya, A., Tuğrul, D., Özbay, S., Demirsu, N., Makineci, E., Akburak, S., Eşen, D., Yılmaz, S., Ekşi, A., Selek, F., Zengin, M. 2019. Kocaeli yöresinde bulunan bazı makromantarların ağır metal düzeylerinin belirlenmesi (Pb, Cd, Zn, Cu, Fe, Mn), Orman Genel Müdürlüğü, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kocaeli, Sonuç Raporu, Proje No: İZT-390 (3827)/ 2014-2017-2019.
- Karaöz, M., Ö., 1989. Toprakların Bazı Kimyasal Özelliklerinin (ph, Karbonat, Tuzluluk, Organik Madde, Total Azot, Yararlanabilir Fosfor) Analiz Yöntemleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, Cilt: 39, Sayı:3, 64-82, İstanbul.
- Kartal A. A., 2004. Amberlite XAD 2000 Reçenesi ile Dolgulu Kolonda Eser Düzeydeki Demir ve Kromun Zenginleştirilmesi. PhD Thesis. Pamukkale Üniversitesi.
- Kurşun, Demir ve Kromun Zenginleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C., Stalpers, J.A., 2008. Ainsworth & Brisby's Dictionary of the Fungi. 10th edn. Wallingford: CAB International; ISBN: 9780851998268.
- Kokkoris, V., Massas, I., Polemis, E., Koutrotsios, G., Zervakis, G. I., 2019. Accumulation of heavy metals by wild edible mushrooms with respect to soil substrates in the Athens metropolitan area (Greece). Science of The Total Environment, 685, 280-296.
- Koroleva, Y., Vakhranyova, O., Okhrimenko, M., 2015. Accumulation of trace elements by wild mushrooms in West part of Russia (South-Eastern Baltic). Pollution Atmospherique. 226, 1-10.
- Kränzlin, F., 2005. "Fungi of Switzerland" Volume 6, *Russulaceae, Lactarius, Russula*, ISBN 3-85604-260-1, Verlag Mykologia, 317 pages, Luzern, Switzerland.
- Laessøe, T., und Del Conte, T., 2003. "Der Neu BLV PilzAtlas" ISBN 3-405-16269-6, BLV Verlagsgesellschaft mbH, 255 seit. München.
- LafSözlük, 2009 "[Online] Laf Sözlük: Gebze 2009" <https://www.lafsozluk.com/2009/04/gebze-nerededir-nereye-baglidir-gebze.html> [Erişim Tarihi: 24.01.2019].
- Manzi, P., Aguzzi, A., Pizzoferrato, L., 2001. Nutritional Valueof Mushrooms Widely Consumed in Italy, Food Chemistry, 73: 321-325.
- Marchand, A., 1971. "Champignons Du Nord Et Du Midi" Tome 1; *Les meilleurs et les principaux vénéux*, ISBN 84-399 2121 7, 282 pages, Perpignan. France.
- Marchand, A., 1973. "Champignons Du Nord Et Du Midi" Tome 2; *Les meilleurs comestibles (fin)*, ISBN84-399-5721-1, 273 pages, Perpignan. France.
- Marchand, A., 1974. "Champignons Du Nord Et Du Midi" Tome 3; *Bolétales Et Aphyllophorales*, ISBN 84-399-3605-2, 275 pages, Perpignan. France.
- Marchand, A., 1976. "Champignons Du Nord Et Du Midi" Tome 4; *Aphyllophorales (fin), Hydnaceae, Gasteromycetes, Ascomycetes*, ISBN 84-399-4768-2, 261 pages, Perpignan. France.
- Marchand, A., 1977. "Champignons Du Nord Et Du Midi" Tome 5; *Les Russules*, ISBN 84-399-6870-1, 303 pages, Perpignan. France.
- Marchand, A., 1980. "Champignons Du Nord Et Du Midi" Tome 6; *Lactaires Et Pholiotés*, ISBN 84-499-0953-8, 291 pages, Perpignan France.
- Marchand, A., 1982. "Champignons Du Nord Et Du Midi" Tome 7; *Les Cortinaires*, ISBN 2-903940-00-2, 275 pages, Perpignan France.
- Marzuki, A., Ying, S.Y., 2017. Environmental monitoring and controlling system for mushroom farm with online interface. International Journal of Computer Science and Information Technology. 9(4),17-28.
- Mendil, D., Uluözlü, OD., Tüzen, M., Hasdemir, E., Sarı, H., 2005. Trace metals levels in mushroom samples from Ordu, Turkey. Food Chemistry, 91, 463-467.

- Meteoroloji Genel M¼d¼rl¼g¼, 2019 “[Online] Meteoroloji Genel M¼d¼rl¼g¼” <https://www.mgm.gov.tr> [Erişim Tarihi: 11.02.2019].
- Nharingo, T., Ndumo, T., Moyo, M., 2015. Human health risks due to heavy metals through consumption of wild mushrooms from Macheke forest, Rail Block forest and Muganyi communal lands in Zimbabwe. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187, 1-11.
- Niemiec, M., Chowaniak, M., Paluch, Ł., 2017. Accumulation of chromium, aluminum, barium and arsenic in selected elements of a forest ecosystem in the Przedbabiogórskie Mountain Range in the Western Carpathians. *Journal of Elementology*, 22(3), 1107-1116.
- Pegler, D. N. and Young, T.W.K., 1971. “Basidiospore morphology in the Agaricales” *Beih. Nova. Hedwigia* 35, 1-210.
- Sesli, E., T¼zen, M., 1999. Levels of trace elements in fruiting bodies of macrofungi growing in the East Black Sea region of Turkey. *Food Chemistry*, 65(4), 453-460.
- řirić, I., Kasap, A., Kos, I., Markota, T., Tomić, D., Poljak, M., 2016. Heavy metal contents and bioaccumulation potential of some wild edible mushrooms. *řumarski List*, 140(1-2), 29-37.
- Soylak, M., Saraçoğlu, S., T¼zen, M., Mendil, D., 2005. Determination of trace metals in mushroom samples from Kayseri, Turkey. *Food Chemistry*, 92, 649-652.
- řwisłowski, P., and Rajfur, M., 2018. Mushrooms as biomonitors of heavy metals contamination in forest areas. *Ecological Chemistry and Engineering S*, 25(4), 557-568.
- Turkekul, I., Elmastas, M., T¼zen, M., Mendil, D., 2004. Determination of iron, copper, manganese, zinc, lead, and cadmium in mushroom samples from Tokat, Turkey. *Food Chemistry*, 84, 389-392.
- T¼rkdođan, K.M., Kilicel, F., Kara, K., Tuncer, I., Uygan, I., 2003. Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 13, 175-179.
- T¼zen, M., 2003. Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorptions spectrometry. *Microchemical Journal*, 74, 289-297.
- T¼zen, M., Ozdemir, M., Demirbas, A., 1998. Study of heavy metals in some cultivated and uncultivated mushrooms of Turkish origin. *Food Chemistry*, 63(2), 247-251.
- Vetter, J., 2004. Arsenic content of some edible mushroom species. *European Food Research and Technology*, 219, 71-74.
- Vetter, J. (2004). Arsenic content of some edible mushroom species. *European Food Research and Technology*, 219, 71-74.
- Yağız, D., Konuk, M., Afyon, A., Kok, K.S., 2008. Minor element and heavy metal content of edible wild mushrooms native to Bolu, NorthWest Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17, 249-252.
- Yamaç, M., Yıldız, D., Sarık¼rk¼c¼, C., Celikkolu, M., Solak, M.H., 2007. Heavy metals in some edible mushrooms from the Central Anatolia, Turkey. *Food Chemistry*, 103, 263-267.
- Yeşil, O.F., Yıldız, A., Yavuz, O., 2004. Level of heavy metals in some edible and poisonous macro fungi of Diyarbakır region in Turkey. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 73, 853-861.
- Ying, I., Xiaolan, M., Yichen, Z. Ve Huaan, W., 1987. *Icones of Medicinal Fungi from China* Koeltz Scientific Books, Koenigstein, Western Germany.
- Zhang, Q., Ye, J., Chen, J., Xu, H., Wang, C., Zhao, M., 2014. Risk assessment of polychlorinated biphenyls and heavy metals in soils of an abandoned e-waste site in China. *Environmental Pollution*. 185, 258-265.

Ek 1. Mantar türlerinin ağır metal içeriğine göre grup listesi

1 grup	2 Grup	3 Grup	4 Grup
<i>Agaricus silvicola</i>	<i>Inonotus hispidus</i>	<i>Trametes hirsuta</i>	<i>Clavulina coralloides</i>
<i>Amanita muscaria</i>	<i>Inonotus nodulosus</i>	<i>Trametes ochracea</i>	<i>Clitocybe geotropa</i>
<i>Amanita pantherina</i>	<i>Laccaria laccata</i>	<i>Trametes pubescens</i>	<i>Cortinarius privignoides</i>
<i>Amanita phalloides</i>	<i>Lactarius deliciosus</i>	<i>Trametes versicolor</i>	<i>Fomes fomentarius</i>
<i>Armillaria mellea</i>	<i>Lactarius glyciosmus</i>	<i>Tricholoma cingulatum</i>	<i>Hypoxylon fuscum</i>
<i>Armillaria ostoyae</i>	<i>Lactarius subpurpureus</i>	<i>Tricholoma lascivum</i>	<i>Leucoagaricus leucothites</i>
<i>Armillaria tabescens</i>	<i>Lactarius vellereus</i>	<i>Tricholoma portentosum</i>	<i>Lycoperdon molle</i>
<i>Auricularia mesenterica</i>	<i>Laetiporus sulphureus</i>	<i>Tricholoma ustale</i>	<i>Macrolepiota procera</i>
<i>Boletus badius</i>	<i>Lenzites betulina</i>	<i>Volvariella gloiocephala</i>	<i>Marasmius oreades</i>
<i>Boletus edulis</i>	<i>Lepista irina</i>		<i>Peziza badia</i>
<i>Boletus luridus</i>	<i>Melanoleuca excissa</i>		<i>Tricholoma saponaceum</i>
<i>Boletus spretus</i>	<i>Melanoleuca polioleuca</i>		<i>Tricholoma stiparophyllum</i>
<i>Cantharellus cibarius</i>	<i>Melanoleuca stridula</i>		<i>Xylaria polymorpha</i>
<i>Climacocystis borealis</i>	<i>Phallus impidicus</i>		<i>Mycena galopus</i>
<i>Clitocybe gibba</i>	<i>Phellinus pomaceus</i>		<i>Mycena niveipes</i>
<i>Clitocybe nebularis</i>	<i>Phellinus torulosus</i>		<i>Plicatura crispa</i>
<i>Coprinus comatus</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>		<i>Pluteus granulatus</i>
<i>Cortinarius orellanus</i>	<i>Pleurotus populinus</i>		<i>Psathyrella ammophila</i>
<i>Craterellus cornicoides</i>	<i>Pluteus cervinus</i>		<i>Pluteus ephebeus</i>
<i>Cyathus striatus</i>	<i>Polyporus tuberaster</i>		<i>Ramaria abietina</i>
<i>Daedolopsis confragosa</i>	<i>Psathyrella velutina</i>		<i>Russula aurea</i>
<i>Daldinia concentrica</i>	<i>Ramaria formosa</i>		<i>Russula erythropus</i>
<i>Dermocybe cinnamomeolutea</i>	<i>Ramaria lagentii</i>		<i>Russula grisea</i>
<i>Fistulina hepatica</i>	<i>Rugosomyces chrysenteron</i>		<i>Russula insignis</i>
<i>Ganoderma applanatum</i>	<i>Russula claroflava</i>		<i>Russula paludosa</i>
<i>Ganoderma lucidum</i>	<i>Russula delica</i>		<i>Sarcoscypha austriaca</i>
<i>Ganoderma tsugae</i>	<i>Russula lepida</i>		<i>Sowerbyella unicolor</i>
<i>Gomphus floccosus</i>	<i>Russula pseudointegra</i>		<i>Stropharia aeruginosa</i>
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	<i>Russula rosea</i>		
<i>Helvella crispa</i>	<i>Russula turci</i>		
<i>Helvella lacunosa</i>	<i>Russula vinosa</i>		
<i>Hydnum repandum</i>	<i>Russula xerampelina</i>		
<i>Hygrocybe coccinea</i>	<i>Schizophyllum commune</i>		
<i>Hypholoma fasciculare</i>	<i>Scleroderma areolatum</i>		
<i>Hypholoma capnoides</i>	<i>Scleroderma verrucosum</i>		
<i>Hypholoma lateritium</i>	<i>Stereum hirsutum</i>		
<i>Hypoxylon fragiforme</i>	<i>Suillus bovinus</i>		
<i>Inocybe fraudans</i>	<i>Suillus placidus</i>		
<i>Inocybe geophylla</i>	<i>Tramella mesenterica</i>		
<i>Inocybe phaeodisca</i>	<i>Trametes gibbosa</i>		
	<i>Trametes hirsuta</i>		

Ek 2. Mantar Türlerine ait Biyobirikim Katsayıları (BCF)

Türler	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Fe
<i>Agaricus silvicola</i>	0,07	0,09	0,17	0,57	0,12	0,04
<i>Amanita muscaria</i>	0,01	0,45	0,36	0,1	3,21	0,03
<i>Amanita pantherina</i>	0,1	0,03	0,06	0,08	0	0,39
<i>Amanita phalloides</i>	0	0,01	0,05	0,06	0,38	0,12
<i>Amanita phalloides var. verna</i>	0	0,34	0,47	0,11	0,63	0,25
<i>Armillaria mellea</i>	0,12	0,09	0,22	0,06	0,4	0,13
<i>Armillaria ostoyae</i>	0,29	0,02	0,04	0,01	0,07	0,05
<i>Armillaria tabescens</i>	0,27	0,06	0,18	0,03	0,12	0,19
<i>Boletus badius</i>	0,03	0,02	0,05	0,04	0,04	0,06
<i>Boletus spretus</i>	0,17	0,07	0,02	0,01	0,11	0,03
<i>Cantharellus cibarius</i>	0,07	0,05	0,08	0,16	0,24	0,3
<i>Clavulina coralloides</i>	0,48	0,02	21,97	7,29	0,01	0,02
<i>Clitocybe gibba</i>	0,15	0,45	0,04	0,01	0,2	0,09
<i>Clitocybe metachora</i>	0,12	0,29	3,47	0,04	0,87	0,23
<i>Clitocybe nebularis</i>	0,05	0,07	0,05	0,03	0,13	0,04
<i>Coprinellus micaceus</i>	0,12	0,13	0,05	0,07	1,12	0,38
<i>Coprinopsis picacea</i>	0,34	0,11	0,09	0,03	0,82	0,4
<i>Coprinus comatus</i>	0,01	0,09	0,04	0,81	0,04	0,04
<i>Cortinarius orellanus</i>	0,03	0	0,02	0,01	0	0,18
<i>Cortinarius privignoides</i>	3,44	0,03	12	8,86	0,04	0,01
<i>Craterellus cornicoides</i>	0,43	0,21	0,2	0,21	0,17	0,12
<i>Cyathus striatus</i>	0,2	0,64	0	0,3	0,21	0,01
<i>Daedolopsis confragosa</i>	0,23	0,01	0,02	0,01	0,42	0,01
<i>Gomphus floccosus</i>	0,15	0,14	0,06	0	0,02	0,02
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	0,14	0,01	9,95	19,47	0,02	0,03
<i>Helvella crispa</i>	0,5	0,05	0,54	0,25	0,06	0,13
<i>Helvella lacunosa</i>	0,57	0,06	1,23	0,19	0,02	0,1
<i>Hydrellium auratile</i>	0,01	0,28	0,27	0,09	2,09	0,39
<i>Hydnum repandum</i>	0,09	0,1	0,06	0,27	0,06	0,06
<i>Hygrocybe coccinea</i>	0,03	0,16	0,08	0	0,06	0,04
<i>Hygrocybe unguinosa</i>	0	0,2	1,61	0,11	1,3	0,33
<i>Hypholoma fasciculare</i>	0,05	0,08	0,1	0,09	0,41	0,31
<i>Hypholoma lateritium</i>	0	0,03	0	0	0	0,33
<i>Inocybe fraudans</i>	0,04	0,01	104,14	0,09	0,26	0,08
<i>Inocybe geophylla</i>	0,06	0,05	0,08	0	0,03	0,11
<i>Laccaria laccata</i>	0,04	0,26	0,47	0,07	0,2	0,16
<i>Lactarius deliciosus</i>	0,56	0,03	11,66	0,04	0,03	0,05
<i>Lactarius glyciosmus</i>	0,03	0,01	0,07	0,04	0	0,08
<i>Lactarius vellereus</i>	0,35	0,02	17,89	1,05	0,04	0,02
<i>Lactarius subpurpureus</i>	0,03	0,06	0,01	1,28	0,11	0,02

Türler	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Fe
<i>Lepista irina</i>	0,14	0,06	0,26	0,11	0,1	0,16
<i>Leucoagaricus leucothites</i>	1,17	0,02	14,09	2,35	0,16	0,38
<i>Lycoperdon molle</i>	1,04	0,71	0,3	0,08	0,29	0,67
<i>Lycoperdon perlatum</i>	0	0,32	0,32	0,14	2,53	0,54
<i>Lycoperdon pyriforme</i>	0,31	0,23	1,06	0,1	0,77	0,33
<i>Macrolepiota procera</i>	0,1	0,17	0,06	0,73	0,39	0,17
<i>Marasmius oreades</i>	0,94	0,31	0,12	0,06	0,07	0,02
<i>Melanoleuca polioleuca</i>	0,09	0,5	0,03	0	0,03	0,28
<i>Mycena galopus</i>	0,02	0,22	1,01	0,03	1,37	0,48
<i>Phallus impudicus</i>	0,07	0,01	0,04	0,05	0,58	0,07
<i>Pholiotina coprophila</i>	0,02	0,36	1,3	0,04	0,01	0,27
<i>Pleurotus ostreatus</i>	0,04	0,03	0,1	0,01	0,02	0,08
<i>Psathyrella ammophila</i>	0,02	0,49	0,19	0,05	0,17	1,63
<i>Psathyrella velutina</i>	0,15	0,02	0,17	0,06	0,22	0,33
<i>Ramaria abietina</i>	0	0,56	0,07	0,01	0,17	0,39
<i>Ramaria formosa</i>	0,23	0,01	1,17	7,67	0,02	0,01
<i>Ramaria largentii</i>	0,09	0,04	0,07	0,03	0,13	0,05
<i>Rugosomyces chrysenteron</i>	0,03	0	0,02	0,12	0	0,63
<i>Russula aurea</i>	0	0,23	0,07	0,01	0,33	0,42
<i>Russula claroflava</i>	0,02	0,28	0,03	0,02	0,08	0,09
<i>Russula delica</i>	0,1	0,21	0,49	0,13	0,09	0,15
<i>Russula erythropus</i>	0,01	0,46	0,07	0,11	0,18	0,22
<i>Russula grisea</i>	0	0	0,05	0,22	0,28	1,11
<i>Russula insignis</i>	0,05	0,42	0,04	0,15	0,49	0,44
<i>Russula lepida</i>	0,12	0,29	0,08	0,06	0,08	0,08
<i>Russula pallidospora</i>	0,04	0	0,69	0,19	0	0,17
<i>Russula paludosa</i>	0,01	0,91	0,07	0,04	0,16	0,38
<i>Russula pseudointegra</i>	0,09	0	0,2	0,04	0,52	0,18
<i>Russula turci</i>	0,07	0	0,06	0,08	0,25	0,24
<i>Russula vinosa</i>	0,45	0,03	0,03	0	0	0,21
<i>Russula xerampelina</i>	0,33	0,8	0,07	0,19	0	0,01
<i>Scleroderma areolatum</i>	0,71	0,09	0,05	1,74	0,06	0,02
<i>Scleroderma verrucosum</i>	0,08	0	0,03	0,02	0,06	0,23
<i>Scleroderma vulgare</i>	0	0,22	1,62	0,05	0,01	0,13
<i>Suillus bovinus</i>	0,02	0,29	0,17	0,1	10,92	0,01
<i>Suillus placidus</i>	0	0,02	0,03	0,03	0	0,28
<i>Tricholoma cingulatum</i>	0,07	0,02	0,02	0	0,06	0
<i>Tricholoma portentosum</i>	0,16	0,84	0,13	0,01	0	0,05
<i>Tricholoma saponaceum</i>	0,43	0,51	0,07	0,04	0,04	0,09
<i>Tricholoma stiparophyllum</i>	0,22	1,36	0,27	1,36	0,02	0,04
<i>Volvariella gloiocephala</i>	0,11	0,1	0,05	0,03	0,11	0,09

Ek 3. Mantar türlerinin toprak özelliklerine göre grup listesi

1 Grup	2 Grup	3 Grup	4 Grup	5 Grup	6 Grup	
<i>Amanita phalloides</i> <i>var. verna</i>	<i>Boletus</i> <i>spretus</i>	<i>Armillaria</i> <i>ostoyae</i>	<i>Cortinarius</i> <i>orellanus</i>	<i>Cyathus</i> <i>striatus</i>	<i>Agaricus</i> <i>silvicola</i>	<i>Lactarius</i> <i>subpurpureus</i>
<i>Amanita</i> <i>phalloides</i>	<i>Clitocybe</i> <i>nebularis</i>	<i>Daedolopsis</i> <i>confragosa</i>	<i>Macrolepiota</i> <i>procera</i>		<i>Amanita</i> <i>muscaria</i>	<i>Lactarius</i> <i>vellereus</i>
<i>Russula</i> <i>claroflava</i>	<i>Gomphus</i> <i>floccosus</i>	<i>Rugosomyces</i> <i>chryseron</i>	<i>Russula</i> <i>aurea</i>		<i>Amanita</i> <i>pantherina</i>	<i>Lepista</i> <i>irina</i>
<i>Russula</i> <i>pseudointegra</i>	<i>Helvella</i> <i>crispa</i>	<i>Russula</i> <i>insignis</i>	<i>Russula</i> <i>grisea</i>		<i>Armillaria</i> <i>mellea</i>	<i>Leucoagaricus</i> <i>leucothites</i>
<i>Russula</i> <i>turci</i>	<i>Hypholoma</i> <i>fasciculare</i>		<i>Russula</i> <i>pallidospora</i>		<i>Armillaria</i> <i>tabescens</i>	<i>Lycoperdon</i> <i>molle</i>
<i>Russula</i> <i>xerampelina</i>	<i>Melanoleuca</i> <i>polioleuca</i>		<i>Scleroderma</i> <i>verrucosum</i>		<i>Boletus</i> <i>badius</i>	<i>Lycoperdon</i> <i>perlatum</i>
	<i>Pleurotus</i> <i>ostreatus</i>				<i>Cantharellus</i> <i>cibarius</i>	<i>Lycoperdon</i> <i>pyriforme</i>
	<i>Ramaria</i> <i>abietina</i>				<i>Clavulina</i> <i>coralloides</i>	<i>Marasmius</i> <i>oreades</i>
	<i>Suillus</i> <i>placidus</i>				<i>Clitocybe</i> <i>gibba</i>	<i>Mycena</i> <i>galopus</i>
	<i>Tricholoma</i> <i>cingulatum</i>				<i>Clitocybe</i> <i>metachora</i>	<i>Phallus</i> <i>impidicus</i>
					<i>Coprinellus</i> <i>micaceus</i>	<i>Pholiotina</i> <i>coprophila</i>
					<i>Coprinopsis</i> <i>picacea</i>	<i>Psathyrella</i> <i>ammophila</i>
					<i>Coprinus</i> <i>comatus</i>	<i>Psathyrella</i> <i>velutina</i>
					<i>Cortinarius</i> <i>privignoides</i>	<i>Ramaria</i> <i>formosa</i>
					<i>Craterellus</i> <i>cornicoides</i>	<i>Ramaria</i> <i>lagentii</i>
					<i>Hebeloma</i> <i>crustuliniforme</i>	<i>Russula</i> <i>delica</i>
					<i>Helvella</i> <i>lacunosa</i>	<i>Russula</i> <i>erythropus</i>
					<i>Hydnellum</i> <i>auratile</i>	<i>Russula</i> <i>lepida</i>
					<i>Hydnum</i> <i>repandum</i>	<i>Russula</i> <i>paludosa</i>
					<i>Hygrocybe</i> <i>coccinea</i>	<i>Russula</i> <i>vinosa</i>
					<i>Hygrocybe</i> <i>unguinosa</i>	<i>Scleroderma</i> <i>areolatum</i>
					<i>Hypholoma</i> <i>lateritium</i>	<i>Scleroderma</i> <i>vulgare</i>
					<i>Inocybe</i> <i>fraudans</i>	<i>Suillus</i> <i>bovinus</i>
					<i>Inocybe</i> <i>geophylla</i>	<i>Tricholoma</i> <i>portentosum</i>
					<i>Laccaria</i> <i>laccata</i>	<i>Tricholoma</i> <i>saponaceum</i>
					<i>Lactarius</i> <i>deliciosus</i>	<i>Tricholoma</i> <i>stiparophyllum</i>
					<i>Lactarius</i> <i>glyciosmus</i>	<i>Volvariella</i> <i>gloiocephala</i>