



Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):541-555
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1072006>

Ayperi DAĞTEKİN¹

Atilla Levent TUNA^{1*}

Hakan ALLI¹

¹ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 48000, Menteşe, Muğla, Türkiye

* Corresponding author (Sorumlu yazar):

tuna@mu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Besin elementi, demir, hiperakümülatör, *Morchella*, toprak

Keywords: Nutrient, iron, hyperaccumulator, *Morchella*, soil

Farklı bölgelerden toplanan *Morchella* sp. cinsi mantarların askokarplarında ve toprakta besin elementi kapsamı*

Nutrient contents of soils and ascocarps of *Morchella* sp. mushrooms collected from different regions

* Bu makale, M.S.K.Ü.-B.A.P. Koordinasyon Birimi tarafından 17/250 numaralı proje ile desteklenmiş ve birinci sıradaki yazarın Yüksek Lisans Tezinden kısmi olarak derlenmiştir.

Received (Alınış): 17.02.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 04.06.2022

ÖZ

Amaç: Bu çalışma, *Morchellaceae* familyasından, yenilebilir ve ekonomik öneme sahip bir mantar türü olan *Morchella* cinsi türlerinin ve doğal yayılım gösterdikleri toprakların besin element kapsamını belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem: *Morchella* cinsine ait 26 adet örnek toplanmış ve 9 tür tespit edilmiştir. Klasik sistematik yöntemlerle teşhis edilen türler: *M. angusticeps*, *M. conifericola*, *M. dunensis* ve *M. esculenta* olup, moleküler yöntemlerle teşhis edilen türler ise: *M. dunalii*, *M. frustrata* *M. impotuna*, *M. tridentina* ve *M. fekeensis*'dir.

Araştırma Bulguları: Toprak örneklerinin analizlerinde (min-max): N; 0.02-1.11%, P; 2-101, K; 40-462, Ca; 1288-13558, Fe; 11-276 ve Zn; 0.6-8.59 ppm olarak belirlenmiştir. *Morchella* mantarlarının askokarpında ise (min-max): N; (%) 3.18-8.76, P; 0.72-1.97, K; 1.99-5.02, Ca; 0.02-1.11, Mg; 0.10-0.62, Fe; 119-2811, Cu; 11-50, Mn; 17-195 ve Zn; 87-276 ppm olarak belirlenmiştir.

Sonuç: Elde edilen sonuçlara göre, 4 *Morchella* örneğinde Fe miktarları 1084-2811 ppm aralığında saptanmış ve bazı *Morchella* türlerinin "olası Fe-hiperakümülatör" özellikte olduğu sonucuna varılmıştır.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to investigate the nutrient content of *Morchella* genus species and the soils in which they naturally spread, which is an edible and economically important mushroom species from the *Morchellaceae* family.

Material and Methods: A total of 26 samples of *Morchella* genus were collected and 9 species were identified. Species identified by classical systematic methods were *M. angusticeps*, *M. conifericola*, *M. dunensis* and *M. esculenta* and the species identified by molecular methods were *M. dunalii*, *M. frustrata* *M. impotuna*, *M. tridentina*, *M. fekeensis*.

Results: In the analysis of soil samples, (as min-max): N; 0.02-1.11%, P; 2-101, K; 40-462, Ca; 1288-13558, Fe; 11-276 and Zn; 0.6-8.59 ppm as were determined. In the ascocarp of the *Morchella* mushroom samples (min-max): N; (%) 3.18-8.76, P; 0.72-1.97, K; 1.99-5.02, Ca; 0.02-1.11, Mg; 0.10-0.62, Fe; 119-2811, Cu; 11-50, Mn; 17-195 and Zn; 87-276 ppm as were determined.

Conclusion: According to the results obtained, Fe contents in the 4 *Morchella* samples were determined in the range between 1084 and 2811 ppm and it was concluded that some *Morchella* species had "probable Fe-hyperaccumulator" characteristics.

GİRİŞ

Ülkemizde ve dünyada en fazla tüketilen mantarlardan biri olan kuzu göbeği mantarı, hem besin maddesi olarak, hem de tıbbi olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır. *Morchella* cinsi mantarlar, Ascomycetes sınıfının, *Pezizales* takımının, *Morchellaceae* familyasına dahil olup, ülkemizde göbelek ve kuzu göbeği olarak bilinmektedir (Gücin, 1993). *Morchella* cinsinin tüm türleri sünger görünümünde bir askokarp yapısına sahiptir. Askokarp şekilleri konikten, yuvarlağa kadar değişkendir. Askokarp yüzeyini saran girintili çıkıntılı yapılar petek benzeri bir görünümündedir. Mantar ortadan ikiye bölündüğünde içinin boş olduğu görülür. Hoş bir kokuya sahip olan *Morchella* mantarları oldukça lezzetlidir. Askokarptaki girintili çıkıntılı olan bu yapılara alveol denir. Askokarp rengi türden türe, siyahtan sarıya, değişkenlik göstermenin yanında gelişim evrelerinde de morfolojik olarak oldukça farklı görülmektedir (Tüzel & Boztok, 1987).

Ülkemizde *Morchella* cinsi mantar türlerinin yaygın olarak yetiştiği yerler çok çeşitlidir. Genellikle çam ormanlarında *Pinus nigra* (karaçam), *Pinus brutia* (kızılçam), *Pinus pinea* (fıstık çamı) yayılım göstermekte ve ilkbahar aylarında toplanmaktadır. Bunların dışında, diğer orman ağaçlarıyla beraber, nehir vadileri, dere boyları ve yanmış orman alanlarında da rastlanmaktadır (Gücin, 1993; O'Donnell et al., 2011).

Morchella mantarları hem tadı, hem besin değeri, ve hem de tıbbi önemi bakımından ülkemizde ve dünyada en fazla tüketilen mantar türleri arasındadır (Pilz et al., 2007). *Morchella* cinsinin en büyük ihracatçıları Hindistan, Pakistan, Türkiye, Nepal, ABD, Kanada ve Çin'dir (Iqbal, 1993). TÜİK verilerine göre son yıllarda kuzu göbeği mantarı ihracatı 5 milyon doları bulmaktadır. Çin, Hindistan, Pakistan, Türkiye ve Kuzey Amerika kuzu göbeğinin ana ihracatçılarıdır (Pilz et al., 2007). Türkiye'den 2017 yılında yaklaşık 50 ton taze-soğutulmuş kuzu göbeği mantarı ihraç edilmiş ve yaklaşık 2 milyon \$ gelir elde edilmiştir (TÜİK, 2017). Mantarların en fazla temin edildiği bölgeler: Marmara, Ege ve Akdeniz bölgeleridir. Ayrıca kuzu göbeği mantarı taze, kurutulmuş, salamura ya da dondurulmuş olarak da kullanılmaktadır (Ak vd., 2016).

Morchella esculenta'nın % 29.7 protein, % 3.6 yağ ve % 51.3 karbonhidrat içeriğine sahip olduğu rapor edilmiştir (Bayük vd., 2016). Mantarlarda protein, karbonhidrat, mineral ve vitamin miktarlarının yetiştiği bölgeye ve toprak yapısına göre değiştiği bilinmektedir (Szefer, 2007). *Morchella esculenta*'nın antioksidan aktivite gösterdiği de tespit edilmiş ve bu konuda birçok çalışma yapılmış olup, cinsin antioksidan aktivitesi açıklanmaya çalışılmıştır (Elmastas vd., 2006).

Morchella conica'dan elde edilen ekstraktların, Gr (+) ve Gr (-) bakterileri üzerinde antibakteriyal bir özellik gösterdiği, fakat maya kültürlerine karşı bir etki göstermediği tespit edilmiştir (Çoban et al., 2000). Son yıllarda *Morchella esculenta*'nın anti enflamatuar, antioksidan, antimikrobiyal ve antitümör aktivite göstermesine neden olan farklı polisakaritler tespit edilmiştir (Kalyoncu vd., 2010; Yang, 2014). *Morchella esculenta* misellerinin kronik hepatotoksisteye karşı hepato-protektif (karaciğer koruyucu) bir etki gösterdiği tespit edilmiş olup, hepato-protektif ajan olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Nitha et al., 2013).

Mantarlar, ökaryotik hücre yapısında ve heterotrof canlılardır. Besinleri monomer yapıda doğrudan alırlarken, polimer ise depomeraz denilen ekstraselüller enzimlerle hücre dışında sindirdikten sonra absorpsiyonla hücre içine alırlar. Mantarlar saprofit, mikorizal ya da parazit olarak beslenirler. Parazit mantarlar besinleri direk olarak canlılardan absorpsiyonla alırlar ve bazıları hastalık yapıcıdır. *Morchella* cinsi mantarlar, saprofit ya da mikorizal olarak beslenmektedir. Ekosistem için podsollaşmış olan topraklarda yetişen saprofit mantarların önemi büyüktür. Çünkü bu topraklarda organik maddelerin ayrışması oldukça zordur. Saprofit mantarlar topraklara organik madde kazandırır (Scherzinger, 1996).

Mikorizal birlik içerisinde olan bir bitki, mantar hifi aracılığıyla kendisinden 11 cm uzaklıktaki fosfordan faydalanırken, normal koşullardaki bir bitki ise sadece 1 cm uzağındaki fosfordan yararlanabilir (Li et al., 1991). Mantarlar beslenmeleri esnasında N, P, K, S, Fe, Ca, Mg, ve Zn gibi elementlerin serbest bırakılmasını sağlayarak, toprağın bitki beslenmesi ve gelişimi için daha uygun hale gelmesini

sağlamaktadır (Tamer vd., 2006). *Morchella* cinsi mantar türleri ağaçlarla mikorizal ilişki içerisinde de yaşamaktadır (Pilz et al., 2007). *Morchella* cinsi makrofungus türleri hem saprofit hem de mikorizal olarak adlandırılmaktadır (Taşkın et al., 2012).

Yalçın et al. (2014)'a göre "Bitkisel Arıtım" olarak bilinen fitoremediasyon, toprakta veya suda ağır metal birikimi gibi çevre kirliliklerinde hiperakümülatör canlıların kullanıldığı bir yöntemdir. Bu yöntemde kirliliğin kontrol altına alınması için hiperakümülatör bitkiler ya da algler kullanılmaktadır (Salt et al., 1998). Uygulanan yöntemde önemli olan hangi bitkilerin hangi metalleri akümüle ettiğini tespit edebilmektir.

Mantarlarda metal taşıma proteinleri tarafından hücre içine alınan fazla metaller sitosolden vakuole geçer (Hall, 2002). Cd hiperakümülatörü *Paxillus involutus* mantarının bünyesine aldığı Cd'un % 20-30'unu vakuollerinde biriktirdiği görülmüştür (Blaudez et al., 2000). *Pisolithus arhizus* mantar türünde metiyonin benzeri, düşük molekül ağırlıklı ve metal bakımından zengin protein yapıları gözlenmiştir. Bu protein yapılarının fazla alınan metalleri bir alanda muhafaza ederek, mantarı toksik etkilerden koruduğu savunulmaktadır. Şu anda mevcut olan deneysel kanıtlar, bu proteinlerin çoklu biyolojik işlemlerde rol oynayabileceğini göstermektedir (Morselt et al., 1986). Yapılan moleküler çalışmalar bu yapıların farklı mantar türlerinde benzer yapıda olduğunu göstermektedir (Bellion et al., 2006). Makro mantarlarda iz elementlerin ya da metallerin biyolojik birikimini etkileyen faktörler tam olarak anlaşılammıştır. Son yapılan çalışmalara bakılarak, birikimi etkileyen faktörler; 1:) Doğal faktörler (anakaya jeokimyası), toprağın köken aldığı anakaya türü, 2:) pH, 3:) Organik madde içeriği ve 4:) Diğer elementlerin topraktaki formunun etkili olduğu tespit edilmiştir (Kabata & Pendias, 2000). Mantarlarda alınan fazla metalin metabolik toksitesini kısıtlayan bazı mekanizmalar olduğu bilinmektedir. Bunlar; hücre dışı selasyon yoluyla veya hücre duvarı bileşenlerine bağlanarak sitozole alımını azaltan mekanizmalar yada sitozolde metallerin şelasyonunu sağlayan ligantlar ve sitozoldeki bölmeler olduğu düşünülmektedir (Bellion et al., 2006).

Morchella cinsi mantarların değerli bir besin kaynağı olmaları ve tıbbi etkilerinden dolayı rağbet görmeleri nedeniyle, kapsadığı makro ve mikro besin içeriklerinin bilinmesinin gerekli olduğu fikriyle yola çıkılan bu araştırmada, *Morchella*'nın besin kapsamının yanı sıra bazı *Morchella* örneklerinde belirlenen yüksek Fe konsantrasyonları, bu örneklerin birer "olası Fe hiperakümülatörü" olabileceği düşüncesini doğurmuştur. Elde edilen bulgu, ek ilave araştırma gerektirmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü-Kriptogam Araştırma Laboratuvarı ile üniversitemizin Araştırma Laboratuvarı Merkezinde gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada, 2016-2018 ilkbaharında Muğla ilinde: (Akyaka, Yılanlı, Esençay, Menteşe, Köyceğiz, Arıcılar, Karabörtlen, Fethiye, Kızılbil), Balıkesir ilinde: (Narlı), İzmir ilinde: (Bergama Kozak Yaylası), Çanakkale ilinde: (Tavaklı, Ezine) ve Denizli ilinde ise (Recep Yazıcıoğlu Parkı)'nda arazi çalışmaları yapılmış ve toplam 26 adet *Morchella* örneği toplanmıştır. Her bir mantar örneğinin yayılım gösterdiği yaklaşık 100 m² çapındaki bölgeden ayrı ayrı toprak örnekleri alınmıştır. Mantar örneğinin 20-40 cm uzağından belirlenen 4 noktadan, ilk önce toprak üzerindeki ölü bitki parçaları temizlenmiş ve 10-20 cm derinliğe kadar bel küreği ile 'V' şeklinde çukurlar açılarak toprak örnekleri toplanmıştır. Her mantar örneğinin görüldüğü lokasyonda farklı mesafelerden alınan toprak örnekleri homojen olarak karıştırılıp tek örnek olarak arazide numaralandırılmıştır. Örnekler laboratuvarında yayılıp karıştırılarak hava kurusu hale getirilmiş ve kuruyan toprak örnekleri 2 mm'lik elekten geçirilip, tartılarak analize hazır hale getirilmiştir.

Mantar örnekleri fotoğrafları çekildikten sonra arazi defterine habitatları ve morfolojik özellikleri kaydedilmiş, daha sonra uygun yöntemlerle toplandıktan sonra numaralandırılarak, kese kağıdı ya da alüminyum folyo içerisine koyularak laboratuvara getirilmiştir. Topraklarından saf suyla yıkanarak iyice temizlenen mantar örnekleri 65°C de son iki tartım sabit kalana kadar 72 saat süreyle kurutulmuştur. Kuruyan örnekler numaralandırılıp polietilen torbalara koyularak saklanmış ve analize hazır hale getirilmiştir.

Mantar örneklerinin askuslarından preparat hazırlanarak; spor, parafiz ve askusları ölçülmüş, fotoğrafları çekilmiş ve gözlenen tüm detaylar not edilmiştir. Hem makroskobik hem de mikroskobik veriler ele alınarak, teşhisleri yapılan *Morchella* örnekleri Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Kriptogam Araştırma Laboratuvarı fungaryum materyali olarak saklanmaktadır.

Toprak örneklerinde K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu ve Mn analizi hizmet alım yoluyla üniversitemizin Araştırma Laboratuvarları Merkezinde ICP cihazında yaptırılmıştır. Toprak örneklerinin toplam N belirlemesi Kjeldahl yöntemine göre, yarıyıllı fosfor belirlemesi ise kolorimetrik olarak yapılmıştır. Yine toprak örneklerinde tuz, pH, kireç ve organik madde kapsamı da aynı merkezde belirlenmiştir (Kacar, 2009). Mantar askokarplarında, toplam azot tayini (Kacar & Katkat, 2008)'a göre belirlenmiştir. Askokarpların P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu, Mn ve B analizleri ise, öğütülmüş ve kurutulmuş 0.5 g mantar örneği 2 ml H₂O₂ ve 5 ml HNO₃ ultra pür asitle ekstrakte edilmiş, mikrodalgada yaş yakma uygulanmış ve ultra saf su ile 50 ml'ye tamamlanarak Araştırma Laboratuvarları Merkezinde ICP cihazında yaptırılmıştır (Kacar & Katkat, 2008).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çalışmada farklı bölgelerden kirlenmemiş alanlardan 26 adet *Morchella* örneği toplanmıştır. 4 örnek klasik sistematik yöntemlerle diğer örnekler ise moleküler yöntemlerle belirlenmiştir. Yapılan sistematik ve moleküler çalışmalar sonucunda, toplanan örneklerden 9 adedinin tür tespiti gerçekleştirilmiştir. Bunlar: *Morchella importuna*, *Morchella angusticeps*, *Morchella frustrata*, *Morchella tridentina*, *Morchella esculenta*, *Morchella dunalii*, *Morchella conifericola*, *Morchella dunensis* ve *Morchella fekeensis* türleridir.

Mantar türleri, basit fiziksel özellikleri, genel yayılış alanları ve toplandığı yerlere ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

Morchella importuna

Çalışmada toplanan 26 adet mantar örneğinin 6 tanesinin *Morchella importuna* türüne ait olduğu belirlenmiştir. Askokarpı 3-15 cm yüksekliğinde, 2-9 cm genişliğinde, gençken gri ya da koyu gri, olgunlaştığında ise rengi siyaha yaklaşır. Şekli çoğunlukla konik nadiren yumurtamsıdır. Tüy yapısı yoktur ya da çok incedir. Alveolleri merdiven görünümüne sahiptir. Yüzeyi krem, beyaz ve bejdir. Türün yayılış alanları genellikle *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Quercus coccifera*, *Abies cilicica* ormanlarıdır (Taşkın vd., 2012). Yanmış alanlara spesifik tür olarak tanımlanmıştır (Du et al., 2012). Bu tür, Akyaka Mezarlığı-Ula/Muğla, Narlı Mahallesi-Balıkesir, Akyaka Orman Kampı-Ula/Muğla, Kızılbil Mahallesi-Fethiye/Muğla ve Kadyanda Antik Kenti-Fethiye/Muğla bölgelerinde *Pinus brutia* ve yaprak dökken ağaçların yayılım gösterdiği karışık ormanlık alanlardan toplanmıştır.

Morchella angusticeps

Bu türe ait sadece 1 adet örnek bulunmuştur. Askokarp 18 cm uzunluğunda, 5 cm genişliğinde, şekli genellikle koniktir. Bazen uca doğru sivrilebilir. Askokarp rengi gençken kahverengi olgunlaşma sonrası siyaha dönebilir. Alveoller dört köşelidir. Sap rengi gençken krem, olgunlaştığında ise koyu sarı renge döner. Sap geniş ve silindirik. Hoş bir kokusu vardır. Boyuna kesildiğinde içi tüylü bir yapıya sahiptir. Yayılış alanı genellikle iğne yapraklı ormanlar, çayır-meralar ya da orman yollarıdır. Toplandığı yer, Recep Yazıcıoğlu Parkı-Denizli, *P. brutia* ve yaprak dökken ağaçlar ormanı bölgesidir.

Morchella frustrata

Çalışmada toplanan örneklerin 3'ü *Morchella frustrata* olarak belirlenmiştir. Bu türde askokarp 60-90 mm yüksekliğinde, 44-60 mm genişliğinde, genellikle konik, gençken beyazımsı soluk sarı renkte, olgunlaştığında soluk ten rengini alır. Sap 2-4 cm yüksekliğinde, silindir şeklinde ve rengi beyazımsı, içi boş, granüllüdür. Yayılış alanı *Arbutus unedo* (kocayemiş), *Quercus* sp. (meşe) ve kozalaklı ağaçlık

alanlarda rastlanır. Çalışmada toplandığı yerler ise: Kadyanda Antik Kenti-Fethiye/Muğla ve Karabörtlen Mahallesi-Ula/Muğla, *Pinus brutia* ve karışık yaprak döken ağaçlardan oluşan ormanlardır.

Morchella tridentina

Çalışmada toplam 3 örnek *Morchella tridentina* olarak teşhis edilmiştir. Bu türde askokarp 5-10 cm yüksekliğinde, 2.5-3.5 cm genişliğinde, genellikle geniş konik, silindirik ya da nadiren oval, gri- bej rengi olup, olgunlaştığında kahverengileşir. Beyaz renkli, hoş kokulu, silindirik ya da tepe kısmına doğru geniş, yüzeyi granüllüdür. Yayılış alanı *Abies* sp., *Quercus* sp. ve *Pinus* sp. ormanlarında bulunur. Çalışmada toplandığı yerler: Yılanlı Dağı-Muğla, Kozak Yaylası-Bergama/İzmir ve Yayla Mahallesi-Köyceğiz/Muğla, *Pinus brutia* ve yaprak döken ağaçlardan oluşan ormanlardır.

Morchella esculenta

Çalışmada toplanan 5 adet örnek *Morchella esculenta* türünü temsil etmektedir. Bu türde askokarp 6-15 cm yüksekliğinde, 3-5 cm genişliğinde, konik ya da yumurta şeklinde olabilir. Dikey kaburgalar düzenli, yatay kaburgalar ise rastgele dizilmiştir. Sap 1-5 cm çapında, 4-11 cm yüksekliğindedir. Rengi sarı ya da sarı-kremdir. Yayılış alanı bahçe kenarları, çitlerin altları veya bozuk topraklarda, parklarda, bahçelerde, kozalaklı ağaçların yakınında bulunur. Çalışmada toplandığı yerler: Fethiye/Muğla, Tavaklı Mahallesi-Ezine/Çanakale, Esençay Mahallesi-Menteşe/Muğla ve Yayla Mahallesi-Köyceğiz/Muğla bölgelerinde, *Pinus brutia* ile *Quercus* sp. yakınlarında ve yaprak döken ağaçlar ormanı civarlarındadır.

Morchella dunalii

Çalışmada toplanan 5 adet örneğin *Morchella dunalii* türüne ait olduğu belirlenmiştir. Türe ait özelliklere bakıldığında, askokarpı 3-8 cm yüksekliğinde, eni ise 3-6 cm çapında, konik şeklinde ya da yuvarlağa yakındır. Düzensiz dizilmiş alveoller beyin şekline benzetilir. Gençken beyaza yakın, olgunlaştığında ise griden siyaha kadar değişebilir. Elastik yapıda olan askokarpın kokusu oldukça güzeldir. İçi boş, granüllü yapıda ve krem rengidir. Yayılış alanı genellikle *P. brutia*, *P. nigra*, *P. sylvestris*, *Q. coccifera* ormanlarıdır. Çalışmada toplandığı yerler: Arıcılar Mahallesi-Köyceğiz/Muğla, Esençay Mahallesi-Menteşe/Muğla ve Yayla Mahallesi-Köyceğiz/Muğla, *Pinus brutia* ve yaprak döken ağaçlar ormanı bölgeleridir.

Morchella conifericola

Çalışmada toplanan örneklerin sadece 1 adedi *Morchella conifericola* olarak teşhis edilmiştir. Bu türde askokarp 30-60 mm yüksekliğinde, 15-25 mm genişliğinde, eliptik ya da konik şekilde iken, olgunlaşmayla birlikte keskin konik şekline dönmektedir. Sap olgunlaştığında kahverengine döner ve granüller gözlenebilir. Yayılış alanı genellikle *Pinus nigra*, *Cedrus libani* ve *Abies cilicica* ormanlarıdır. Çalışmada, Esençay Mahallesi-Menteşe/Muğla, *Pinus brutia* ormanı çevresinde bulunmuştur.

Morchella dunensis

Çalışmada sadece 1 örnek *Morchella dunensis* olarak belirlenmiştir. Bu türde askokarp yüksekliği 3-8 cm, eni 2.5-5 cm, düzensiz şekle sahip, gençken turuncu-sarı olgunlaştığında rengi soluklaşır, kahverengine dönebilir, pas lekelerine benzer lekeler gözlenir, sap 2.5-6 cm yüksekliğinde ve 2-3.5 genişliğinde olup, taban kısmı daha geniştir. Genel yayılış alanı kumul alanlar ile *Castanea sativa* ağaçlarının yakınlarında rapor edilmiştir. Toplandığı yer Esençay Mahallesi-Menteşe/Muğla, orman açıklığı bölgeleridir.

Morchella fekeensis

Çalışmada 1 adet örnek *Morchella fekeensis* olarak belirlenmiştir. Bu türde askokarp 10-30 mm yüksekliğinde, şekli silindirik açık konik ya da oval olup, düzensiz vertikal çukurlar, sarı-turuncudan, sarı-kahveye kadar değişebilmektedir. Olgunlaştığında rengi koyulaşır ve yüzeyi granüllüdür. Sap silindirik, yanlardan basık ve tabana doğru konik, gençken beyaz, olgunlaştığında, yüzeyinde granüller görülebilir.

Yayıllık alanı karışık çam ormanları olup, çalışmada toplandığı yer, Yayla Mahallesi-Köyceğiz/Muğla, *P. brutia* ve yaprak döken ağaçlar ormanıdır.

***Morchella* türlerinin geliştikleri toprakların bazı özellikleri ile makro/mikro element kapsamları**

Çalışmada toplam 9 *Morchella* türüne ait örneklerinin yayılış gösterdikleri ve toplandıkları yerlere ait toprak örneklerinin EC, pH, kireç ve organik madde kapsamlarına ait analiz bulguları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelgeye bütünüyle bakıldığında, *Morchella* türlerinin birbirlerinden farklı bölgelerden toplanmalarına rağmen, toprakta çözünebilir toplam tuz konsantrasyonunu ifade eden EC bakımından oldukça düşük tuzluluğa sahip topraklarda yayılış gösterdikleri görülmektedir. Bu bağlamda genel EC aralığı 0.31-1.18 dS/m arasında bulunmuştur. Diğer yandan pH değeri 5.4-7.7 arasında bulunmuştur ve bu durum, *Morchella* türlerinin hafif ila orta asitten hafif alkali reaksiyona sahip topraklarda yayılım gösterebildiğini ifade etmektedir. Kireç kapsamları bakımından değerlendirildiğinde ise, türlerin oldukça geniş bir aralıkta yayılım gösterebildikleri anlaşılmaktadır. Toprakların % kireç kapsamları 0.13-47.00 arasında değişim göstermektedir. Bu duruma göre, türlerin kireç kapsamı çok düşük ila çok yüksek aralığındaki topraklarda rahatlıkla gelişebildiğinin ve kireç toleranslarının yüksek olduğunun bir ifadesi olarak yorumlanabilir. Organik madde kapsamı da kireçle benzerlik göstermekte olup, türlerin yayılım aralığı 0.42-22.00 arasında tespit edilmiştir. Ancak % 3 organik madde kapsamı altında sadece 8 örnek varken, diğer 18 örnek yüksek organik madde kapsamına sahip topraklarda yayılım göstermiştir. Bu durum, türlerin organik maddece zengin topraklarda geliştiğinin bir ifadesi olarak yorumlanabilir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Toprak örneklerinin bazı fiziksel özelliklerine ilişkin veriler

Table 1. Data on some physical properties of soil samples

Örnek*	EC (dS/m)	pH	Kireç (%)	Organik madde (%)
<i>M. importuna</i>	0.71	6.8	16.00	4.43
	0.88	7.0	3.41	7.33
	0.49	6.5	0.20	4.84
	0.57	7.4	2.42	2.49
	0.41	7.7	0.24	3.87
	0.98	6.4	0.29	4.70
<i>M. angusticeps</i>	0.39	7.7	26.00	0.42
<i>M. frustrata</i>	1.18**	6.9	0.13	9.13
	0.47	6.4	0.33	2.49
	0.57	6.6	0.26	16.00
<i>M. tridentina</i>	1.03	7.2	11.00	8.30
	0.83	5.4	0.17	9.55
	0.55	5.4	0.13	22.00
<i>M. esculenta</i>	0.87	6.8	5.08	4.70
	0.92	6.1	0.25	6.78
	0.59	7.7	37.00	1.94
	0.65	7.5	21.00	1.52
	0.55	5.4	0.13	22.00
<i>M. dunalii</i>	0.99	7.0	0.49	6.86
	0.31	7.0	0.19	0.55
	0.68	7.6	30.00	4.70
	0.64	7.7	36.00	2.63
	0.55	5.4	0.13	22.00
<i>M. conifericola</i>	0.60	7.7	47.00	2.77
<i>M. dunensis</i>	0.64	7.2	28.00	3.04
<i>M. fekeensis</i>	0.49	5.9	0.28	8.85

*İlgili *Morchella* türlerinin yayılış gösterdiği ve toplandığı yerlere ait toprak örneklerini temsil etmektedir

** Koyu yazılmış rakamlar min. ve max. değerleri ifade etmektedir.

Morchella türlerinin yayıldıkları toprakların özellikle düşük tuz kapsamına sahip oldukları yapılmış diğer bazı çalışmalarla da teyit edilmiştir. Taşkın vd. (2015)'nin yapmış olduğu çalışmada, *Morchella galilaea* türünde EC: 0.6 dS/m olarak belirlemiş olup, yapılan bu çalışma ile örtüşmektedir. Kalyoncu vd.

(2009) tarafından yapılan çalışmada, misel büyümesi için uygun tuzluluk; *M. esculenta*, *M. costata*, *M. elata*, *M. hortensis*, *M. intermedia* ve *M. rotunda* için ortalama 0.5 dS/m olarak belirlenmiştir. Duran vd. (2011) tarafından Adana-Feke'de sedir ormanından toplanan *Tricholoma anatolicum* mantar türlerinin yayıldıkları topraklarda düşük tuz kapsamı rapor etmişlerdir.

Yapılan farklı araştırmalarda, *Morchella* türlerinin orta asitten-orta/yüksek alkali seviyelerine kadar pH'lara uyum sağlayabildikleri anlaşılmaktadır. Kalyoncu vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada 6 *Morchella* türünün, farklı toprak parametrelerindeki gelişimleri izlenmiş ve 5.5-8.5 pH aralığında misellerin en iyi gelişim gösterdiği görülmüştür. Taşkın vd. (2015), *M. galilaea* türünün optimum pH isteğini 7.6 olarak belirlemiştir. Kalyoncu vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada ise, *M. costata*, *M. elata*, *M. esculenta*, *M. hortensis*, *M. intermedia* ve *M. rotunda* için belirlenen en uygun pH aralığı 6-7'dir. Winder (2006) tarafından yapılan çalışmada ise *M. elata* türünün en iyi gelişebildiği pH aralığı 7.0-7.5 olarak rapor edilmiştir. Kireç kapsamı da pH'ya benzer olarak geniş aralıklarda bulunmaktadır. Taşkın vd. (2015), *M. galilaea* türünün yayıldığı toprakların kireç kapsamını % 19 civarında rapor ederken, Duran et al. (2011), Adana/Feke'deki sedir ormanından toplanan *Tricholoma anatolicum* mantar türlerinin topraklarının çok az kireçli olduğunu belirlemiştir. *Morchella* türleri genellikle organik maddece zengin toprakları sevmekte olup, yapılan çalışmalar da bu durumu doğrular niteliktedir. *M. galilaea* türünde yapılan çalışmada Taşkın vd. (2015) organik madde kapsamını % 2.6 bulmuşken, Duran vd. (2011), Adana sedir ormanından toplanan *Tricholoma anatolicum* mantar türlerinin yayılım gösterdiği toprakların, organik madde yönünden oldukça zengin olduğunu belirlemiştir. Rapor edilen literatür bulguları, bu çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Morchella mantarının yayılım gösterdiği yerlerden alınan toprak örneklerinin makro besin elementi kapsamı Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışmanın analiz sonuçlarına göre, toprak örneklerinde azot besin elementi için en yüksek değer % 1.11, en düşük değer ise % 0.08 olarak belirlenmiş olup, Duran vd. (2011) tarafından Adana/Feke sedir ormanlarından toplanan *Tricholoma anatolicum* mantar türünün ekolojik isteklerini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmanın verileriyle (% N: 0.23-0.45) örtüşmektedir.

Çizelge 2. Toprak örneklerinin makro besin elementi kapsamı

Table 2. Macro nutrient content of soil samples

Örnek	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
<i>M. importuna</i>	0.20	18	131	6727	159
	0.37	101	424	6795	323
	0.24	7	148	3910	262
	0.12	6	125	5396	359
	0.19	7	104	3535	669
	0.24	100	231	4812	255
<i>M. angusticeps</i>	0.20	8	109	6033	233
<i>M. frustrata</i>	0.46	68	210	8489	1149
	0.12	7	159	4967	485
	0.80	32	300	5983	323
<i>M. tridentina</i>	0.42	25	461	13558	191
	0.48	48	241	4626	429
	1.11	39	360	5214	673
<i>M. esculenta</i>	0.24	68	462	5708	497
	0.34	29	343	5224	483
	0.10	5	216	6934	129
	0.08	17	183	5992	275
<i>M. dunalii</i>	1.11	39	360	5214	673
	0.34	39	285	7562	326
	0.30	2	40	1288	353
	0.24	13	276	8508	135
	0.13	5	290	7672	124
	1.11	39	360	5214	673
<i>M. conifericola</i>	0.14	5	282	7579	127
<i>M. dunensis</i>	0.15	85	311	6686	297
<i>M. fekeensis</i>	0.44	7	219	4672	488

Çalışmada (ppm olarak) fosfor besin elementi, 2-101, potasyum, 40-462, kalsiyum 1288-13558 ve magnezyum 124-1149 ppm aralıklarında belirlenmiştir. Azot dahil tüm makro besin elementlerinin oldukça geniş aralıklarda değişim gösterdikleri görülmektedir. Bu durum, *Morchella* türlerinin besin elementi toleranslarının da oldukça geniş aralıklarda değiştiğini ve bitkilerde olduğu gibi noksanlık düzeylerinden çok da etkilenmediklerini düşündürmektedir. Taşkın vd. (2015), ülkemizde yeni kayıt olarak bulunan *Morchella galilaea* türünde fosfor kapsamını 19.2 ppm, potasyumu 167 ppm, kalsiyumu 2300 ppm ve magnezyumu ise 759 ppm seviyesinde rapor etmiştir. Bu bulgular elde edilen verilerle örtüşmektedir.

Morchella mantarının geliştiği yerlerden alınan toprak örneklerinin mikro besin elementi kapsamı Çizelge 3'de verilmiştir. Bu çalışmada, toprak örneklerinin analizlerinde (ppm olarak), Na: 20-124, Fe: 11-276, Cu: 0.41-23, Mn: 6-382 ve Zn ise 0.31-40 ppm aralıklarında değişim göstermiştir. *Morchella* türlerinin geliştiği toprakların mikro element kapsamının literatürle uyum gösterdiği anlaşılmaktadır. Mantarların geliştiği toprakların mikro element kapsamı değerlendirildiğinde, makro elementlerdeki gibi geniş bir aralıkta değişim göstermiştir. Aynı zamanda bazı elementlerce oldukça düşük mikro elemente sahip toprak yapısında geliştiği de göz önünde bulundurulduğunda *Morchella* türlerinin mikro element yönünden de besin elementi toleranslarının yüksek olduğunu düşündüren bir bulgudur. Sevindik (2015), Gaziantep ilinde çam ormanlarından *Morchella esculenta*'nın geliştiği topraklarda yaptıkları analizlerde Fe: 465, Zn: 20.5, Mn: 104 ve Cu: 7.6 ppm değerlerini rapor etmişlerdir. Tüzen (2003) ise *Morchella esculenta* toprağında Fe, Zn, Cu ve Mn'ı sırasıyla 146, 45, 43 ve 25 ppm olarak rapor etmiştir. Öte yandan Taşkın vd. (2015), yapmış oldukları çalışmada *Morchella galilaea* toprağında 1.6 ppm Cu, 4.8 ppm Mn, 2.8 ppm Zn ve 6.6 ppm Fe bulunduğunu bildirmişlerdir. Literatür bildirişleri, bu çalışma bulgularıyla uyumludur.

Çizelge 3. Toprak örneklerinin Na ve mikro besin elementi kapsamı (ppm)

Table 3. Na and micro nutrient content of soil samples (ppm)

Örnek	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
<i>M. importuna</i>	35	28	0.89	70	1.77
	124	57	23.0	56	2.95
	29	27	0.91	97	2.03
	20	16	0.61	17	0.38
	24	26	0.41	25	0.49
<i>M. angusticeps</i>	58	48	14.0	63	40
	29	11	0.85	6	0.22
<i>M. frustrata</i>	31	84	4.26	65	2.91
	42	38	2.16	86	0.97
<i>M. tridentina</i>	36	66	1.46	131	2.91
	97	41	1.64	127	2.44
	48	51	2.23	134	7.77
<i>M. esculenta</i>	57	276	0.78	79	6.56
	62	36	2.12	80	4.65
	76	153	0.68	69	3.60
	29	28	0.51	22	0.31
<i>M. dunalii</i>	28	18	1.16	382	4.43
	57	276	0.78	79	6.56
	32	42	2.79	140	3.33
	-	39	0.75	16	0.33
	55	66	1.01	63	0.95
<i>M. conifericola</i>	39	34	1.04	35	0.38
	57	276	0.78	79	6.56
	29	23	0.51	35	0.68
	46	24	6.25	25	8.59
<i>M. fekeensis</i>	79	139	1.18	173	5.4

Morchella türlerinin makro ve mikro besin elementi kapsamı

Morchella örneklerinin askokarplarının makro besin kapsamına (%) ilişkin veriler Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelgeden görülebileceği üzere, N: 3.18-8.76, P: 0.72-1.97, K: 1.99-5.02, Ca: 0.02-1.11 ve Mg ise 0.10-0.62 aralığında belirlenmiştir. Azot besin elementi kapsamı en yüksek *M. esculenta* türünde,

fosfor, *M. conifericola*'da, potasyum, *M. tridentina*'da, kalsiyum ve magnezyum ise en yüksek *M. importuna*'da belirlenmiştir. Dikkat çeken husus, bitkilerle kıyaslandığında *Morchella* türlerinde makro besin elementi kapsamından N, P ve K yaklaşık benzer referans sınırları arasında değişirken, Ca ve Mg kapsamı bakımından bitkilere göre oldukça düşük düzeylerde bulunmuştur.

Çizelge 4. *Morchella* örneklerinin makro besin elementi kapsamı (%)

Table 4. Macro nutrient content of *Morchella* samples (%)

Örnek	N	P	K	Ca	Mg
<i>M. importuna</i>	6.21	0.77	2.92	0.81	0.12
	6.18	1.24	3.46	0.34	0.17
	3.95	1.73	4.86	0.61	0.25
	5.38	1.23	3.48	0.19	0.14
	3.18	0.99	3.85	1.11	0.62
	6.47	1.26	3.28	0.23	0.17
	5.61	1.19	2.90	0.11	0.15
<i>M. angusticeps</i>	4.21	1.34	4.93	0.53	0.29
<i>M. frustrata</i>	4.43	1.09	2.88	0.11	0.13
	6.76	1.54	3.20	0.04	0.14
	6.46	1.23	2.60	0.08	0.17
<i>M. tridentina</i>	4.53	1.23	3.50	0.37	0.15
	6.94	1.97	5.02	0.16	0.21
	5.06	0.89	3.68	0.06	0.23
<i>M. esculenta</i>	4.31	0.97	2.75	0.08	0.12
	8.76	1.11	2.71	0.05	0.12
	6.78	1.35	2.48	0.24	0.10
	6.19	1.57	2.88	0.20	0.10
	4.71	0.72	2.05	0.06	0.12
<i>M. dunalii</i>	7.47	1.41	3.77	0.03	0.11
	6.95	1.18	3.06	0.02	0.15
	5.25	1.23	1.99	0.17	0.15
	5.85	1.40	2.92	0.49	0.20
	5.28	1.54	3.76	0.10	0.16
<i>M. conifericola</i>	6.65	1.95	4.29	0.64	0.16
<i>M. dunensis</i>	5.29	1.70	3.11	0.51	0.17
<i>M. fekeensis</i>	7.25	1.09	3.17	0.07	0.19

Öztürk vd. (2010), "Akdeniz Bölgesinde doğal yetişen yenilebilir *Morchella conica*'nın biyoaktivitesi ve mineral içeriği" adlı çalışmalarında P kapsamı (% olarak) 1.32, K: 2.04, Ca: 0.087 ve Mg ise: 0.16 olarak rapor edilmiştir. Rossbach et al. (2017) ise, Almanya'nın farklı bölgelerinden toplanan mantar örneklerinde yapmış olduğu çalışmada *Morchella esculenta*'da % 4.6 azot tespit etmişlerdir. Yıldız vd. (2005)'in yapmış olduğu çalışmada Batman ilinden toplanan *Morchella esculenta*'da N kapsamını % 4.29, Diyarbakır Dicle Üniversitesi kampüsünden toplanan *Morchella conica*'da ise % 3.38 olarak belirlenmiştir. Gençcelep vd. (2009), Erzurum bölgesinde yürüttükleri bir çalışmada, aralarında *Morchella vulgaris* ve *Morchella esculenta* türlerinin de bulunduğu toplam 30 adet yenilebilir mantar türünün makro ve mikro element kapsamını belirlemişlerdir. Mg, Ca, K, Na ve P kapsamını (kuru maddede mg/g olarak) sırasıyla, *Morchella vulgaris* için: 1.92, 0.87, 20.4, 0.08 ve 2.92, *Morchella esculenta* için ise: 1.81, 0.85, 23.5, 0.18 ve 3.49 olarak rapor etmişlerdir. Rossbach et al. (2017), Almanya'nın farklı bölgelerinden toplanan *M. esculenta* örneklerinde P kapsamını % 1.38, K: % 3.51, Ca: % 0.2 ve Mg ise: % 0.11 olarak bildirmiştir. Bu veriler özellikle Ca ve Mg açısından, bu çalışmanın bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Keleş vd. (2017), Erzincan bölgesi elma bahçesinden toplanan *M. esculenta* türünde K kapsamını % 0.45, Mg: % 0.051 ve Ca: % 0.0073 olarak rapor edilmiştir. Michelot et al. (1998), *Morchella esculenta* türünde Ca: % 0.574 olarak bildirmiş olup, bu değer literatüre göre hafif yüksektir. Sarıkürkcü vd. (2012), Isparta, Muğla ve Osmaniye illerinde *Morchella angusticeps*, *Morchella esculenta*, *Morchella excissa* ve *Morchella eximia* mantarlarında K kapsamını (% olarak) sırasıyla 0.074, 0.042, 0.092 ve 0.082 olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada Mg kapsamı sırasıyla 0.144, 0.147, 0.194 ve 0.185 olarak, Ca

kapsamları ise yine sırasıyla 0.25, 0.11, 0.11 ve 0.47 olarak belirlenmiştir. Kalac (2009), 9 yıllık Avrupa çalışmasında yabancı yayılım gösteren yenebilir mantarların majör element kapsamlarını (% olarak) Na (0.01-0.04), K (2-4), Ca (0.01-0.05), Mg (0.08-0.18) ve P için (0.5-1) aralığında rapor etmiştir. Bu veriler ile çalışma bulguları arasında kısmi benzerlik bulunmaktadır.

Morchella örneklerinin askokarplarının mikro besin kapsamları (ppm) Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelgeden anlaşılacağı gibi, Fe: 119-2811, Cu: 11-50, Mn: 17-195, Zn: 87-276 ve B ise: 0.01-32 ppm aralığında belirlenmiştir. *Morchella* örneklerinin Fe kapsamları açısından değerlendirildiğinde, bazı türlerin oldukça yüksek Fe kapsamlarına sahip oldukları anlaşılmıştır. Kacar & Katkat (2007), çeşitli bitkilerde yeterli Fe kapsamlarının yaklaşık 50-300 ppm sınırında olduğunu rapor etmişlerdir. Toplam 4 adet *Morchella* örneğinin (*M. importuna*, *M. feekensis*, *M. tridentina* ve *M. dunalii*) Fe kapsamları 1084-2811 ppm aralığında belirlenmiş olup, bu değerler özellikle kültür bitkilerine göre oldukça yüksektir. Fe açısından dikkat çeken örnekler için veriler Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Bazı *Morchella* örneklerinin Fe elementi kapsamları (ppm)

Table 5. Fe nutrient content of some *Morchella* samples (ppm)

<i>Morchella</i> türü	Fe kapsamı (ppm)
<i>M. importuna</i>	1340
	1376
<i>M. feekensis</i>	1165
<i>M. tridentina</i>	1770
	2811 (max.)
<i>M. dunalii</i>	1084 (min.)

Çizelge 6. *Morchella* örneklerinin mikro besin elementi kapsamları (ppm)

Table 6. Micro nutrient content of *Morchella* samples (ppm)

Örnek	Fe	Cu	Mn	Zn	B
<i>M. importuna</i>	135	18	31	141	0.01
	293	27	32	276	4.12
	1340	32	57	227	11
	1376	31	56	188	0.04
	489	37	44	113	0.01
	119	21	37	152	0.01
	568	45	39	170	0.01
<i>M. angusticeps</i>	214	33	48	236	32
<i>M. frustrata</i>	121	30	17	87	0.01
	887	41	31	155	0.01
	2446	41	73	88	1.87
<i>M. tridentina</i>	903	33	52	155	0.01
	2811	28	195	228	1.43
	1770	41	69	172	0.01
<i>M. esculenta</i>	403	11	26	147	0.01
	216	37	27	143	0.01
	186	28	24	134	0.01
	372	40	24	177	0.01
	448	26	25	94	0.01
<i>M. dunalii</i>	182	37	34	233	0.01
	384	28	29	128	0.01
	188	37	33	172	0.01
	187	22	41	150	0.01
	1084	24	48	190	0.01
<i>M. conifericola</i>	169	29	33	137	0.01
<i>M. dunensis</i>	575	50	28	251	0.01
<i>M. fekeensis</i>	1165	15	58	136	0.01

Gürsoy vd. (2009), Fe kapsamını (ppm) *M. rotunda*'da 254, *M. crassipes*'de 476 ve *M. angusticeps*'de ise 594 ppm olarak, ayrıca Zn kapsamını ise *M. rotunda*'da 75 ppm olarak bildirmiştir. Yine Sevindik vd. (2015), *M. esculenta* için 379 ppm Fe, 31 ppm Mn, 90 ppm Zn ve 14 ppm Cu kapsamı rapor etmiştir. Aynı yazarlar, literatürde yer alan min. ve max. değerleri de araştırmışlar ve Fe (146-835 ppm), Zn (29-158 ppm), Cu (71-95 ppm) ve Mn (18-103 ppm) değerlerini rapor etmişlerdir.

Diğer bir yayında ise Michelot (1998), *M. esculenta*'da 208 ppm Zn bildirmiştir. Tüzen (2003) ise Tokat bölgesindeki çalışmasında, *M. esculenta* askokarpında, 25.4 ppm Mn, 42.9 ppm Cu, 45 ppm Zn ve 146 ppm Fe rapor etmiştir. Sarıkürkçü vd. (2012), *Morcella angusticeps*, *Morchella esculenta*, *Morcella excissa* ve *Morcella eximia* mantarlarında Fe kapsamını (ppm olarak) sırasıyla 324, 148, 139 ve 460 olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada Zn kapsamı sırasıyla 94, 84, 83 ve 115 olarak, Cu kapsamı, 16.3, 16.4, 45.0 ve 14.1 ve son olarak Mn kapsamı ise 22, 27, 53 ve 41 ppm olarak belirlenmiştir. Bor kapsamına bakıldığında; Rossbach et al. (2017) *M. esculenta*'da 3.02 ppm, Durkan vd. (2011) ise *M. conica*'da 0.34 ppm B içeriği bildirmişlerdir.

Yine Güney Ege'den toplanan 7 adet *Morchella* türünde yapılan element analizlerinde (kuru maddede ppm olarak): Cu (11-45), Mn (13-45), Zn (75-153) ve Fe (72-594) olarak belirlenmiştir (Gürsoy vd., 2009). Genel olarak bakıldığında, *Morchella* örneklerinin mikro element kapsamı Cu, Mn ve Zn açısından literatürle örtüşmekte, ancak Fe açısından ayrılmaktadır.

Bu çalışmada belirlenen toplam 4 adet *Morchella* örneğindeki Fe kapsamı gibi yüksek Fe değerlerinin (1084-2811 ppm) bildirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır (Çizelge 5). Bu çalışma, kirlenmemiş alanlarda *Morchella* türünde "olası Fe hiperakümlasyonu" özelliğinin bildirilmesi açısından önem taşımaktadır. Diğer yandan, yüksek Fe kapsamına sahip *Morchella* örneklerinin toplandığı bölgelerden alınan toprak örneklerinin Fe kapsamı değerlendirildiğinde, mantar örneklerinin geliştiği ve yayılım gösterdiği yerlerden alınan toprak örneklerinin Fe kapsamının genellikle literatürde bildirilen düzeylerde (11-276 ppm) olduğu ve özellik göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 3).

Avrupa genelinde yabancı olarak yetişen yenebilir nitelikteki mantar türlerinin eser element içerikleri 2000-2009 yılları arasında geniş kapsamlı bir projeye araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, kirlenmemiş alanlarda yetişen mantar türlerinin birçoğu için olağan rapor edilen element kapsamı mantarın kuru maddesinde ppm olarak 20-100 (Cu), 50-300 (Fe), 10-60 (Mn) ve 25-200 (Zn) şeklindedir. Kirlenmiş bölgelerden toplanan mantarlarda bu değerler önemli ölçüde artabilir. Ayrıca, bazı türlerin çeşitli elementler için birikim ve hatta aşırı birikim yeteneği vardır (Kalac, 2010). Literatür verileri, bu çalışmada elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Ayrıca, Lalotra et al. (2016), 3 yabancı mantar türünde (*Macrolepiota procera*, *Amanita augusta* ve *Boletus subvelutipes*) yaptıkları ağır metal analizleri sonucunda (ppm olarak) Zn kapsamını 87-299, Cu kapsamını 83-290, Mn kapsamını 25-118 ve Fe kapsamını ise 118-1411 olarak rapor etmişlerdir.

Mantarların birçok ağır metali biriktirdiği uzun zamandır bilinmektedir. Wondratschek & Roder (1993), hiperakümümlasyonun tespit edildiği ilk çalışmalardan birinde, yenilebilir *Suillus variegatus* mantar türünde çarpıcı derecede yüksek Fe konsantrasyonlarına rastlamış olup, Friese (1929), bundan tam 46 yıl sonra aynı mantar türünde tekrar yüksek oranda demir bulunduğu rapor etmiştir (Drbal et al., 1975). Yine diğer bir çalışmada ise, Fe hiperakümümlatörü olduğu tespit edilen yenebilirliği şüpheli *Hygrophoropsis aurantiaca*'nın Fe miktarları, 2762-4757 ppm, *Suillus variegatus*'un ise 1833-2075 ppm olduğu ve bu mantarların *Morchella* mantarlarından daha fazla demir biriktirebildiği rapor edilmiştir. İncelenen yaklaşık 130 mantar örneğinin Fe kapsamı, yüksek Fe saptanan 2 mantar türü hariç median değer olarak 76.3-107 ppm aralığında belirlenmiştir (Borovička & Řanda, 2007).

Yüksek miktarda demir bulduran *Morchella* örneklerindeki Fe kapsamıyla, toprak Fe kapsamı arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır. Bunun nedeni mantar misellerinin çeşitli mineral ve metalleri mobilize ve absorbe etme yeteneği olabilir. Ayrıca ektomikorizal mantarların, minerallerdeki

besinleri kullanma yeteneklerindeki farklılıklar da bilinmektedir (Landeweert et al., 2001; Fomina et al., 2005). *Morchella* cinsinin yaşam döngüsündeki skleratium yapısından gelişen bir birey için, geliştiği topraktaki besin element miktarlarına bakmak yeterli olmayabilir. Mantarlar, misellerinde bulunan hücre dışı enzimler sayesinde mikro-gözenekli toprağın oldukça derininden organik madde alabilmekte, kompleks bileşikler çözülebilir hale getirebilmekte ve böylece toprağın karmaşık yapısını daha verimli hale getirebilmektedir. Olay oldukça komplekstir ve bu nedenle, toprak ve mantarın askokarbında bulunan demir miktarları arasında anlamlı bir korelasyon bulunamayabilir (Falandysz & Borovička, 2013). Hiperakümülatör bitkilerde, metal bakımından toprağın da zengin olmasına rağmen, mantarlarda metal miktarı topraktan bağımsızdır (Kabata & Pendias, 2000; Borovička et al., 2006). Aynı substrat üzerinde yetişen mantar türünün farklı bireylerinde bile besin elementi miktarının birbirinden farklılık gösterdiği yapılan literatür çalışmalarıyla desteklenmektedir (Lavola et al., 2011). Hem saprofit hem de mikorizal olarak beslenmekte olduğu bilinen *Morchella* cinsi mantar türleri mobilizasyon yetenekleri sayesinde bitkiler için alınmaz olan bazı metalleri alınabilir hale dönüştürebilirler (Taşkın vd., 2012). Ayrıca konukçu bitkiye aktararak, bitkinin normal koşullarda alamayacağı besin maddesini ona sağlamış olur. Demiri bünyesinde bu kadar fazla bulunduran mantar çürüyüp toprağa karıştığında da, alınabilir forma dönüştürdüğü demiri toprakta yeniden kullanılabilir duruma getirir. Tüm bu tespitlere rağmen, makro mantarlarda iz elementlerin ya da metallerin biyolojik birikimini etkileyen faktörler tam olarak anlaşılamamıştır.

Fitoremediasyon, toprakta veya suda ağır metal birikimi gibi çevre kirliliklerinde hiperakümülatör canlıların kullanıldığı bir yöntemdir. Bu yöntemde kirliliğin kontrol altına alınması için hiperakümülatör bitkiler ya da alglerin kullanıldığı bilinmektedir (Salt et al., 1998). Önemli olan hangi bitkilerin hangi metalleri akümüle ettiğini tespit edebilmektir. Fitoremediasyon tekniklerinden biri olan bitkisel ekstraksiyon (fitoekstraksiyon), metal biriktirebilen bitkilerin kullanılarak, kirli topraklardan toksik olan metallerin uzaklaştırılmasıdır. Bu yöntemde kullanılan bitkiler, "hiperakümülatör" bitkilerdir (Yurdakul, 2015).

Morchella cinsi mantar türleri doğal koşullarda fitoekstraksiyon yapabilmektedir. Ancak kolay yetişebilen bitkilerin bile, temizlenmesi planlanan kirli bölgelere adaptasyonları zor olmaktadır. Bu anlamda *Morchella* cinsi mantar türlerinin hem oldukça cazip ve değerli bir yenebilir mantar olması ve hem de yayılım kısıtlılığından dolayı, fito-remediasyon açısından kullanımı radikal değildir. Dahası bu çalışmada ortaya konulan "olası Fe hiperakümülasyonu" açısından değerlendirildiğinde, topraklarda Fe kirlenmesi diye bir olgunun ekstrem koşullar haricinde gerçekçi olmamasından dolayı, *Morchella* mantarlarının bu amaçla kullanımı da söz konusu olmayacaktır.

SONUÇ

Bu çalışmada, *Morchella* cinsine ait 26 örnek toplanmış ve 9 tür tespit edilmiştir. Bu türlerin ve yayılım gösterdikleri toprakların makro ve mikro besin elementi kapsamı belirlenmiş, yenebilir ve değerli bir mantar olan *Morchella*'nın besin kapsamı ortaya konulmuş ve ayrıca 4 *Morchella* türünde bilimsel olarak değerli bir veri olma potansiyeline sahip "olası Fe-hiperakümülatör *Morchella*" olgusu tespit edilmiştir. En yüksek Fe kapsamı *Morchella tridentina*'da 2811 ppm olarak belirlenmiştir. Ancak bu veriler bir ön tespit niteliğinde olup, mantarlarda Fe hiperakümülasyonu bakımından net bilimsel kriterlerin bulunmayışının yanı sıra, literatürde rastlanmayan bu özelliğin, daha ayrıntılı çalışmalar ile bilimsel olarak desteklenmesi ve doğrulanması gereklidir.

KAYNAKLAR

- Ak, E.E., Y. Tüzel, E. Eren & F. Atilla, 2016. Evaluation of Turkey mushroom export. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 4 (3): 239-243. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i3.239-243.606>
- Bayuk, B.G., K. Gezer & O. Kaygusuz, 2016. Mushrooms exported from Denizli province and nutrient content. International Journal of Secondary Metabolite, 3 (1): 27-38.

- Bellion, M., M. Courbot, C. Jacob, D. Blaudez & M. Chalot, 2006. Extracellular and cellular mechanisms sustaining metal tolerance in ectomycorrhizal fungi. *FEMS Microbiology Letters*, 254 (2): 173-181. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2005.00044.x>
- Blaudez, D., C. Jacob, K. Turnau, J.V. Colpaert, U.A. Jonnarth, R. Finlay, B. Botton & M. Chalot, 2000. Differential responses of ectomycorrhizal fungi to heavy metals in vitro. *Mycological Research*, 104 (11): 1366-1371. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0953756200003166>
- Borovička, J., Z. Řanda & E. Jelínek, 2006. Antimony content of macrofungi from clean and polluted areas. *Chemosphere*, 64 (11): 1837-1844. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.01.060>
- Borovička, J. & Z. Řanda, 2007. Distribution of Fe, Co, Zn and Se in macrofungi. *Mycological Progress*, 6 (4): 249. <https://doi.org/10.1007/s11557-007-0544-y>
- Çoban-Yıldız, Y., G. Chiavari, D. Fabbri, A.F. Gaines, G. Galletti & S.Tuğrul, 2000. The chemical composition of Black Sea suspended particulate organic matter: pyrolysis-GC/MS as a complementary tool to traditional oceanographic analyses. *Marine Chemistry*, 69 (1-2): 55-67. [https://doi.org/10.1016/S0304-4203\(99\)00093-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4203(99)00093-6)
- Drbal, K., P. Kalač, A. Šeflová & J. Šefl, 1975. Iron and manganese content in some edible macrofungi. *Czech Mycology*, 29: 110-114.
- Du, X.H., Q. Zhao, Z.L. Yang, K. Hansen, H. Taşkın, S. Büyükalaca & D. Dewsbury, 2012. How well do ITS rDNA sequences differentiate species of true morels (*Morchella*)? *Mycologia*, 104 (6): 1351-1368. <https://doi.org/10.3852/12-056>
- Duran, C., H. Taşkın & S. Büyükalaca, 2011. Adana ili Feke ilçesinde bulunan Sedir Mantarı (*Tricholoma anatolicum*)'nin ekolojik isteklerinin belirlenmesi. *Alatarım*, 10 (1): 42-49.
- Durkan, N., I. Ugulu, M.C. Unver, Y. Dogan & S. Baslar, 2011. Concentrations of trace elements aluminum, boron, cobalt and tin in various wild edible mushroom species from Buyuk Menderes River Basin of Turkey by ICPOES. *Trace Elements and Electrolytes*, 28 (4): 242. DOI: 10.5414/TEX01198
- Elmastas, M., I. Turkecul, L. Ozturk, I. Gulcin, O. Isildak & H.Y. Aboul-Enein, 2006. Antioxidant activity of two wild edible mushrooms (*Morchella vulgaris* and *Morchella esculanta*) from North Turkey. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, 9 (6): 443-448. <https://doi.org/10.2174/138620706777698544>
- Falandysz, J. & J. Borovička, 2013. Macro and trace mineral constituents and radionuclides in mushrooms: health benefits and risks. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97 (2): 477-501. <https://doi.org/10.1007/s00253-012-4552-8>
- Fomina, M.A., I.J. Alexander, J.V. Colpaert & G.M. Gadd, 2005. Solubilization of toxic metal minerals and metal tolerance of mycorrhizal fungi. *Soil Biology and Biochemistry*, 37 (5): 851-866. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2004.10.013>
- Friese, W., 1929. Über die mineralbestandteile von Pilzen. *Zeitschrift für Untersuchung der L.mittel.*, 57 (6): 604-613.
- Genççelep, H., Y. Uzun, Y. Tunçtürk & K. Demirel, 2009. Determination of mineral contents of wild-grown edible mushrooms. *Food Chemistry*, 113 (4): 1033-1036. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.058>
- Gücin, F., 1993. Kozak yaylasında (Bergama-İzmir) yetişen ve ihraç potansiyeli olan kuzu göbeği (*Morchella*) Mantarları, *Ekoloji Dergisi*, 6: 22-27.
- Gürsoy, N., C. Sarikurkcu, M. Cengiz & M.H. Solak, 2009. Antioxidant activities, metal contents, total phenolics and flavonoids of seven *Morchella* species. *Food and Chemical Toxicology*, 47 (9): 2381-2388. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.06.032>
- Hall, J.L., 2002. Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 53 (366): 1-11. <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.366.1>
- Iqbal, M., 1993. International trade in non-wood forest products: An overview. *Written Paper*. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 111 pp.
- Kabata-Pendias, A. & H. Pendias, 2000. *Trace Elements in Soils and Plants*. 3rd Ed., CRC Press, Boca Raton, 432 pp.
- Kacar, B. & V.Katkat, 2007. *Bitki Besleme*. Nobel Yayın No: 849, 3. Basım, 659 s.
- Kacar, B. & V.Katkat, 2008. *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın No: 1241, 1. Basım, 892 s.
- Kacar, B., 2009. *Toprak Analizleri*. Nobel Yayın No: 1387, Genişletilmiş 2. Basım, 467 s.

- Kalac, P., 2009. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 113 (1): 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.077>
- Kalac, 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. DOI : 10.1016/j.foodchem.2010.02.045
- Kalyoncu, F., M. Oskay & M. Kalyoncu, 2009. The effects of some environmental parameters on mycelial growth of six *Morchella* species. *Journal Pure Applied Microbiology* 3 (2): 467-472.
- Kalyoncu, F., M. Oskay & H. Kayalar, 2010. Antioxidant activity of the mycelium of 21 wild mushroom species. *Mycology*, 1 (3): 195-199. <https://doi.org/10.1080/21501203.2010.511292>
- Keleş, A., H. Genççelep & K. Demirel, 2017. Elemental composition of naturally growing wild edible mushroom. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, 7: 37-44.
- Lalotra, P., D. Gupta, R. Yangdol, Y.P. Sharma & S.K. Gupta, 2016. Bioaccumulation of heavy metals in the sporocarps of some wild mushrooms. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, 6 (3): 159-165. Doi 10.5943/cream/6/3/2
- Landeweert, R., E. Hoffland, R.D. Finlay, T.W. Kuyper & N. van Breemen, 2001. Linking plants to rocks: ectomycorrhizal fungi mobilize nutrients from minerals (Review). *Trends in Ecology & Evolution*, 16 (5): 248-254. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(01\)02122-X](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02122-X)
- Lavola, A., P.J. Aphalo & T. Lehto, 2011. Boron and other elements in sporophores of ectomycorrhizal and saprotrophic fungi. *Mycorrhiza*, 21 (3): 155-165. <https://doi.org/10.1007/s00572-010-0321-7>
- Li, X.L., H. Marschner & E. George, 1991. Acquisition of phosphorus and copper by VA-mycorrhizal hyphae and root to shoot transport in white clover, *Plant and Soil*, 136: 49-57. <https://doi.org/10.1007/BF02465219>
- Michelot, D., E. Siobud, J.C. Dore, C. Viel & F. Poirier, 1998. Update of metal content profiles in mushrooms: toxicological implications and tentative approach to the mechanisms of bioaccumulation. *Toxicol*, 36 (12): 1997-2012. [https://doi.org/10.1016/S0041-0101\(98\)00131-7](https://doi.org/10.1016/S0041-0101(98)00131-7)
- Morselt, A.F., W.T. Smits & T. Limonard, 1986. Histochemical demonstration of heavy metal tolerance in ectomycorrhizal fungi. *Plant and Soil*, 96 (3): 417-420.
- Nitha, B., P.V. Fijesh & K.K. Janardhanan, 2013. Hepato protective activity of cultured mycelium of Morel mushroom, *Morchella esculenta*. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 65 (1-2): 105-112. <https://doi.org/10.1016/j.etp.2011.06.007>
- O'Donnell, K., A.P. Rooney & G.L. Mills, 2011. Phylogeny and historical biogeography of true morels (*Morchella*) reveals an early Cretaceous origin and high continental endemism and provincialism in the Holarctic. *Fungal Genetics and Biology*, 48 (3): 252–265. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2010.09.006>
- Öztürk, İ., S.S. Sahan, U. Sahin, L. Ekici & O. Sagdic, 2010. Bioactivity and mineral contents of wild-grown edible *M. conica* in the Mediterranean Region. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 5: 453–457. <https://doi.org/10.1007/s00003-010-0625-8>
- Pilz, D., R. McLain, S. Alexander & J.E. Smith, 2007. Ecology and management of morels harvested from the forests of western North America. Portland, Oregon, USDA General Technical Report PNW-GTR-710.
- Rosbach, M., E. Kümmerle, S. Schmidt, M. Gohmert, C. Stieghorst, Z. Revay & N. Wiehl, 2017. Elemental analysis of *Morchella esculenta* from Germany. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 313 (1): 273-278. <https://doi.org/10.1007/s10967-017-5298-7>
- Salt, D.E., R.D. Smith & I. Raskin, 1998. Phytoremediation. *Annual Review of Plant Biology*, 49 (1): 643-668. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.49.1.643>
- Sarıkurkçu, C., B. Tepe, M.H. Solak & S. Cetinkaya, 2012. Metal concentrations of wild edible mushrooms from Turkey. *Ecology of Food and Nutrition*, 51 (4): 346-363. <https://doi.org/10.1080/03670244.2012.674448>
- Scherzinger, W., 1996. *Naturschutz im Wald*. Ulmer Verlag. Stuttgart, 447 pp.
- Sevindik, M., C.E. Eraslan & H. Akgül, 2015. Bazı makrofungus türlerinin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi. *Ormanlık Dergisi*, 11 (2): 48-53.
- Szefer, P., 2007. Chemometric tech. in analytical evaluation of food quality. *Mineral Components in Foods*, 69-122.
- Tamer, A.Ü., F. Gücin & M.H. Solak, 2006. Mikolojiye Giriş. Celal Bayar Üniversitesi, 9-10.

- Taşkın, H., S. Büyükalaca, K. Hansen & K. O'Donnell, 2012. Multilocus phylogenetic analysis of true morels (*Morchella*) reveals high levels of endemics in Turkey relative to other regions of Europe. *Mycologia*, 104 (2): 446-461. <https://doi.org/10.3852/11-180>
- Taşkın, H., H.H. Doğan & S. Büyükalaca, 2015. *Morchella galilaea*, an autumn species from Turkey. *Mycotaxon*, 130 (1): 215-221. DOI: 10.5248/130.215
- TÜİK, 2017. Konularına göre istatistikler: Tarım istatistikleri, Bitkisel üretim istatistikleri, Başka yerde sınıflandırılmamış diğer sebzeler, Türkiye İstatistik Kurumu, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111>, 02/2022.
- Tüzel, Y. & K. Boztok, 1987. *Morchella* türlerinin tanımı ve başlıca özellikleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (2): 223-231.
- Tüzen, M., 2003. Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry. *Microchemical Journal*, 74 (3): 289-297. [https://doi.org/10.1016/S0026-265X\(03\)00035-3](https://doi.org/10.1016/S0026-265X(03)00035-3)
- Winder, R.S., 2006. Cultural studies of *Morchella elata*. *Mycological Research*, 110 (5): 612-623. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2006.02.003>
- Wondratschek, I. & U. Röder, 1993. Monitoring of heavy metals in soils by higher fungi. *Plants as Biomonitors*, 365-378.
- Yalçın, I., F. Barthas & M. Barrot, 2014. Emotional consequences of neuropathic pain: insight from preclinical studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 47: 154-164. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.08.002>
- Yang, D.K., 2014. *Fundamentals of Liquid Crystal Devices*. John Wiley & Sons. U.S.A. 592 pp.
- Yıldız, A., Ö.F. Yeşil, Ö. Yavuz & M. Karakaplan, 2005. Organic elements and protein in some macrofungi of South East Anatolia in Turkey. *Food Chemistry*, 89 (4): 605-609. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.015>
- Yurdakul, İ., 2015. Kirlenmiş topraklarda ve sularda bitkisel iyileştirme teknikleri ve önemi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2 (1): 55-62.