



Geliş(Received) :29/01/2019
Kabul(Accepted) :14/03/2019

Araştırma Makalesi/Research Article
Doi:10.30708mantar.519223

Çorum İli'nden Toplanan *Agaricaceae* Familyasına Ait Bazı Mantarlarda Ağır Metal Birikiminin Belirlenmesi

İlker AKIN¹ Sinan ALKAN^{2*} Gıyasettin KAŞIK³

*Sorumlu yazar:sinanalkan42@gmail.com

¹Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoteknoloji Bölümü,
Meram/Konya/TÜRKİYE

Orcid ID: 0000-0002-8683-0210/ ilker0997@gmail.com

^{2,3}Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Selçuklu/Konya/TÜRKİYE

²Orcid ID: 0000-0001-7725-1957/ sinanalkan42@gmail.com

Orcid ID: 0000-0001-8304-6554 / giyasettinkasik@hotmail.com

Öz: Mantarlar canlılar alemi içerisinde hem tür sayısı bakımından hem de besin değerleri açısından önemli bir yere sahiptir. Besin değerlerinin yanı sıra mantarların insan sağlığı için de önemi büyüktür. Ancak mantarların akümülatif özelliklerinden dolayı toprakta ve havadaki ağır metal iyonlarını bünyelerine toplayarak insan sağlığı için zararlı olabiliyorlar. Ayrıca mantarlar bu özellikleri sayesinde iyi bir çevre monitörüdürler. Bu çalışmada Çorum İl sınırları içerisinde toplanan bazı agarikoit mantar örneklerinin ağır metal (Al, As, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Se ve Zn) iyon içerikleri ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) spektrometresi kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışmada Çorum İl sınırları içerisinde farklı coğrafik bölgelerde yetişen *Agaricaceae* familyasına ait mantar örneklerindeki ağır metal element seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak yapılan çalışmada kullanılan mantar örnekleri için minimum ve maksimum ağır metal iyon konsantrasyonları tespit edilmiştir. İncelenen mantarların hepsinde arsenik ve nikel hariç, tüm mineraller tespit edilmiştir. Araştırmada mantarların içeriklerindeki ağır metaller bakımından en yüksek iyonlar Al, Fe ve Mg olarak, en düşük iyonlar ise Co, Pb ve Se olarak tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yenilen mantarlar, Ağır metaller, ICP-OES, Çorum

Determination of Heavy Metal Accumulation in Some Mushrooms of *Agaricaceae* Family Collected from Çorum Province

Abstract: Fungi have an important place in The World of Living in terms of both numbers of species and nutritional values. Besides nutritional values, fungi are important for human health. However, due to the accumulative properties of fungi, they can collect heavy metal ions harmful to human health in the soil and air. In addition, fungi thanks to these features are a good environmental monitor. In this study, It was determined using ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) spectrometry that the heavy metal (Al, As, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Se, and Zn) ion contents of some agaricoit mushroom samples, which were collected within the borders of Çorum province. In this study, it was aimed to determine the heavy metal element levels in the fungus samples belonging to the *Agaricaceae* family growing in different geographically regions within the boundaries of Çorum. In conclusion, minimum and maximum heavy metal ion concentrations were determined for the mushroom samples used in the study. In all mushrooms examined, all minerals except arsenic and nickel were determined. In the study, the highest ions in terms of heavy metals in the contents of fungi were Al, Fe and Mg, while the lowest ions were Co, Pb and Se.

Key words: Edible mushrooms, Heavy metals, ICP-OES, Çorum



Giriş

Mantarlar doğadan direk olarak besin değerleri açısından toplanıp tüketilmektedir. Yüksek protein ve vitamin içerikleri nedeni ile son yıllarda doğadaki mantarların yanı sıra kültür mantarlarının da tüketimi önem kazanmaktadır. Ülkemiz sahip olduğu zengin biyoçeşitlilik ile gerek besinsel açıdan gerekse tıbbi açıdan birçok makromantar türünü bünyesinde barındırmaktadır (Sevindik ve ark., 2016).

Çalışma alanı olan Çorum İli, Türkiye'nin kuzey kesiminde Orta Karadeniz bölümünde yer almaktadır. İç Anadolu'nun karasal iklimi ile Karadeniz bölgesinin bol yağışlı iklimi arasında geçiş bölgesinde yer aldığı için il yağışlı ve karasal bir iklim özelliği göstermektedir. Bu nedenle özellikle bahar aylarında nem ve sıcaklık mantarların gelişmesi için ideal seviyelerde olmaktadır. Bu uygun koşulların neticesinde ilin ormanlık alanlarında yöre halkının toplayıp besin veya ticari olarak kullanabildiği mantar türlerini bolca bulmak mümkündür.

Mantarlar da diğer canlılar gibi metal iyonlarını kendileri üretmez. Doğada başlıca yenilebilir mantar türlerinin ağırlıklı olarak kadmiyum, cıva ve kurşun başta olmak üzere yüksek oranlarda ağır metalleri akümüle ettikleri bilinmektedir (Kalac ve Svaboda, 2000). Mantarlar yetiştikleri ortamlardaki besin maddelerini ve metal iyonlarını absorpsiyon özellikleri vasıtasıyla doğrudan veya dolaylı yolla hücre içerisine alırlar ve yüksek konsantrasyonlarda depo edebilirler. Bu nedenle özellikle insan sağlığı için zararlı etkiye sahip metal iyonlarının doğrudan besin olarak alınan mantarlarda olup olmadığını tespit etmek önemlidir. Bu sayede çalışma alanında ağır metal kirliliğinin olup olmadığı tespit edilebilmektedir.

Canlı organizmalar, demir, kobalt, bakır, manganez, krom ve çinkoyu da içine alan eser miktarda bazı ağır metallere gereksinim duyarlar. Bununla birlikte, bu metallerin aşırı seviyeleri, canlı organizmalara zarar verebilir. Kadmiyum ve kurşun gibi diğer ağır metallerin organizmalar üzerinde bilinen yararlı bir etkisi yoktur (Sarıkürkçü ve ark., 2011; Falusi ve Olanipekun, 2007; Ouzouni ve ark., 2009).

Doğal mantarların ağır metal içerikleri konusunda ülkemizde ve dünyada çok sayıda çalışmalar yapılmıştır (Sesli ve Tüzen, 1999; Demirbaş, 2001; Işıldak ve ark., 2004; Türkekul ve ark., 2004; Doğan ve ark., 2006; Yamaç ve ark., 2007; Chen ve ark., 2009; Genççelep ve ark., 2009; Kaya ve Bağ, 2010; Radulescu ve ark., 2010; Uzun ve ark., 2011; Akgül ve ark., 2016; Karapınar ve ark., 2017). Bu konuda daha önceki yapılan çalışmalarda özellikle, otoyollar, metal eritme yerleri

veya madencilik alanları yakınında toplanan mantarların bazı elementlerin nispeten diğer bölgelere oranla daha yüksek seviyelerine sahip (Şen, 2012) olduklarını göstermiştir.

Bu çalışma ile Çorum İl'inden farklı lokalitelerden tespit edilen *Agaricaceae* familyasına ait türlerin ağır metal iyon içeriklerinin tespiti, ülkemizde daha önce yapılmış benzer çalışmalarla karşılaştırılması ve çevresel kirlenmelerin biyoindikatörleri olarak mantarların değerlendirilme olasılığını belirlemek amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Mantar örnekleri 2011-2012 yılları arasında yapılan arazi çalışmaları sırasında Çorum İl'inden farklı lokalitelerden toplanmıştır (Tablo 1). Örnekler toplanırken önce sırasıyla fotoğrafları çekilmiştir. Daha sonra uygun bir alet yardımı ile subsrattan veya topraktan morfolojik yapısına zarar vermeden çıkarılmıştır. Aynı zamanda toplanan örneğin özel morfolojik bilgileri, habitat, rakım ve bakı, GPS koordinatları ve çekilen fotoğraf numaraları not edilmiştir. Bu bilgilerin olduğu küçük bir not ile birlikte çıkarılan mantar örneği uygun büyüklükteki kese kağıtlarına sarılmış ve zarar vermeden fungaryum laboratuvarına getirilmiştir. Mantar örnekleri bozulmadan kurutma dolaplarında 40-45°C sıcaklıkta nemi kaybettirilerek kurutulmuştur. Kuruyan örnekler mikroskop (DM 1000 görüntüleme sistemi) altında incelenirken uygun literatür yardımı ile teşhisleri yapılmıştır (Breitenbach & Kränzlin, 1991, 1995; Buczacki, 1992; Jordan, 1995; Pegler et al., 1995;). Tablo 1'de sırasıyla çalışmada kullanılan mantarlara verilen kod, mantarın latince ismi, GPS koordinatları, habitatları ve toplandığı ilçe verilmiştir.

Kuruyan ve teşhisleri yapılan mantar örneklerinde ağır metal tayini için mantarların kurutulmuş örnekleri ultra saf su ile yıkandı, 10 saat 80° C'de kurutuldu ve toz haline getirildi. Mikroalganın teflon hücreleri içerisine 1'er gr toz numune alınarak üzerine 18 mL HNO₃ ve 2 mL H₂O₂ ilave edilmiştir ve gaz çıkışının tamamen bitmesi için çeker ocak içerisinde 5 dk bekletildikten sonra teflon hücreler kapatılarak, 1800 watt 200° C'de 15 dk mikrodalgada çözümleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Teflon hücreler soğutulduktan sonra toplam hacim 25 ml'ye saf su ilave tamamlanmıştır. Mantar örnekleri için minimum ve maksimum ağır metal içeriklerinin belirlenmesi ICP-OES'de ölçümler alınarak gerçekleştirildi. Bu ölçümler sayesinde toplamda 13 ağır metal iyonunun (Al, As, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Se, Zn, Cd) mantarlardaki miktarları tespit edilmiştir.



Tablo 1: Mantar isimleri ve lokaliteleri

Mantarın kodu	Mantarın ismi	GPS koordinatı	Habitat	Toplandığı yer
M1	<i>Agaricus bitorquis</i> (Quél.) Sacc.	40°47'02 Kuzey 034°16'03 Doğu	Çam, Köknar karışık orman	İskilip
M2	<i>Agaricus campestris</i> L.	40°45'04 Kuzey 034°16'01 Doğu	Çam, Köknar karışık orman	Bayat
M3	<i>Agaricus campestris</i> L.	40°47'02 Kuzey 034°16'03 Doğu	Çam, Köknar karışık orman	İskilip
M4	<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Pers.	41°13'05 Kuzey 034°37'38 Doğu	Çam, Köknar, Kayın karışık orman	Kargı
M5	<i>Cystoderma amianthinum</i> (Scop.) Fayod	41°14'36 Kuzey 034°28'21 Doğu	Çam ormanı	Kargı
M6	<i>Cystoderma amianthinum</i> (Scop.) Fayod	40°23'13 Kuzey 034°27'47 Doğu	Çam ormanı	Uğurludağ
M7	<i>Cystoderma carcharias</i> (Pers.) Fayod	40°23'13 Kuzey 034°27'47 Doğu	Çam ormanı	Uğurludağ
M8	<i>Cystodermella granulosa</i> (Batsch) Harmaja	40°17'14 Kuzey 035°13'06 Doğu	Çam, Meşe karışık orman	Ortaköy
M9	<i>Lycoperdon molle</i> Pers.	41°13'43 Kuzey 034°30'09 Doğu	Çam, Kayın karışık orman	Kargı
M10	<i>Macrolepiota permixta</i> (Barla) Pacioni	41°14'49 Kuzey 034°41'21 Doğu	Çam, Köknar, Kayın karışık orman	Kargı

Bulgular

Bu çalışmada kullanılan mantarlarda tespit edilen ortalama ağır metal konsantrasyonları mg/kg⁻¹ (mantarın kuru ağırlığı hesaba katılarak) olarak Tablo 2'de

verilmiştir. Mantarlardaki ağır metal konsantrasyonunun miktarı mantarın türü, örneklerini toplanma alanı, mantar miselinin veya mantarın olgunluğu ve örneğin kirlenmiş alanlara olan mesafesi ile ilişkilidir (Kalac ve ark., 1991).

Tablo 2: Mantarların Metal İçerikleri

Mantar Kodları	Ağır Metaller(mg/kg)											
	Al	As	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	Pb	Se	Zn
M1	246,9	n.d.	0,188	0,861	9,049	244,2	1432	22,87	n.d.	0,288	0,405	51,39
M2	348,3	4,109	0,453	1,79	46,14	374,9	1783	35,54	n.d.	1,671	2,368	221,7
M3	3564	0,83	2,294	16,55	51,19	4340	2124	176,7	2,77	1,588	1,296	88,69
M4	334,9	0,442	0,334	2,0	39,12	377,1	2107	28,83	n.d.	0,674	1,865	152,2
M5	2140	4,012	3,296	31,41	97,43	5044	5534	139,5	18,2	2,611	0,699	139,0
M6	145,1	n.d.	0,219	1,205	33,17	173,1	633,7	43,68	n.d.	0,746	1,161	45,66
M7	536	n.d.	0,852	1,327	23,41	536	1031	17,62	n.d.	0,754	1,352	55,32
M8	315,3	n.d.	0,356	1,479	19,08	369,3	912,7	17,71	n.d.	0,841	1,035	45,57
M9	568,9	n.d.	0,337	3,124	16,85	611,8	1179	48,02	n.d.	1,657	1,56	65,65
M10	1654	0,803	1,575	10,15	73,65	1599	2363	53,89	n.d.	2,52	1,255	201,9

n.d.: tespit edilememiş

Çalışmamızda kullanılan mantarlardaki metal konsantrasyonu sırasıyla Al (145,1-3564 mg/kg), As (0,803-4,109 mg/kg), Co (0,188-3,296 mg/kg), Cr (0,861-31,41 mg/kg), Cu (9,049-97,43 mg/kg), Fe (173,1-1599 mg/kg), Mg (912,7-5534 mg/kg), Mn (17,62-176,7 mg/kg), Ni (2,77-18,2 mg/kg), Pb (0,288-2,611 mg/kg),

Se (0,405-2,368 mg/kg), Zn (45,57-221,7 mg/kg) olarak tespit edilmiştir.

Ayrıca tüm mantar numunelerinde kadmilyum metal ölçümü gerçekleştirilmiştir, ancak hiçbir numunede Cd tespit edilmemiştir.



Tartışma

Bu çalışmada kullanılan yenilebilir mantarlar arasında en düşük ve en yüksek Al iyon konsantrasyonu *Cystoderma amianthinum* (Uğurludağ) 145,1 mg/kg ve *Agaricus campestris* (İskilip) 3564 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Şekil 1). Benzer şekilde As iyon konsantrasyonu için en düşük *Macrolepiota permixta* (Kargı) 0,803 mg/kg, en yüksek *Agaricus campestris* (Bayat) 4,109 mg/kg tespit edilmiştir (Şekil 2).

Co, Cr, Cu iyonlarının konsantrasyonu açısından bakılırsa en düşük *Agaricus bitorquis* (İskilip) 0,188 mg/kg -0,861 mg/kg – 9,049 mg/kg ve *Cystoderma amianthinum* (Kargı) 3,296 mg/kg -31,41 mg/kg -97,43 mg/kg türlerinde sırasıyla bulunmuştur (Şekil 3, 4, 5). Benzer çalışmalara bakıldığında örneklerde bu iyonlar için tespit edilen aralıklar benzerlik göstermektedir (Sarıkürkçü ve ark., 2011; Sevindik ve ark., 2015).

Mantar türlerinin Fe konsantrasyonu ise 173,1 ile 5044 mg/kg arasında değişmektedir (Şekil 6). Fe konsantrasyonu en düşük *Cystoderma amianthinum* (Uğurludağ), en yüksek ise *Cystoderma amianthinum* (Kargı) ilçelerinden toplanan mantar örneklerinden hesaplanmıştır. Benzer çalışmalarda ise Fe konsantrasyonu değerleri 4,15 – 51,42 mg/kg (Sarıkürkçü ve ark., 2011), 211 – 628 mg/kg (Mendil ve ark., 2005), 319,2 – 379,1 mg/kg (Sevindik ve ark., 2015), 102 – 1580 mg/kg (Soylak ve ark., 2005) olarak hesaplanmıştır.

En düşük Mg iyon konsantrasyonu *Cystoderma granulosa* (Ortaköy) 912,7 mg/kg, en yüksek konsantrasyon ise *Cystoderma amianthinum* (Kargı) 5534 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 7).

Mantarlar arasında en düşük ve en yüksek Mn iyon konsantrasyonu sırasıyla *Cystoderma carcharias*

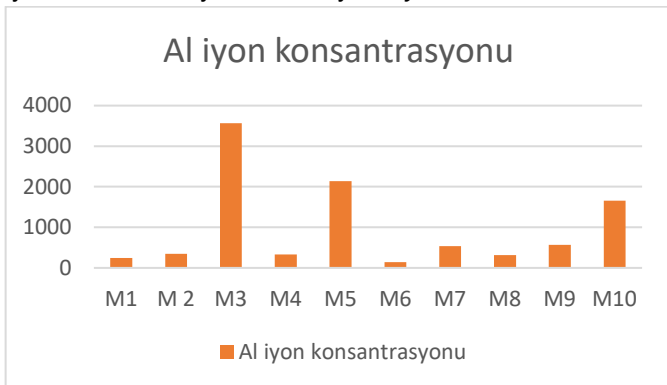
(Uğurludağ) 17,62 mg/kg, *Agaricus campestris* (İskilip) 176,7 mg/kg türlerinde hesaplanmıştır (Şekil 8). Ülkemizde ve dünyada yapılan benzer çalışmalarda ise Mn iyon konsantrasyonları 12,9-93,3 mg/kg (Kalac ve Svaboda, 2000), 5,5-135 mg/kg (Gençcelep ve ark., 2009), 18,1-103 mg/kg (Mendil ve ark., 2005) aralıklarında bulunmuştur.

Yapılan çalışmada Ni iyon konsantrasyonu bakımından pek çok örnekte bu metalin varlığına rastlanmamıştır. Sadece iki örnekte tespit edilmiştir. Bunlar *Agaricus campestris* (İskilip) 2,77 mg/kg ve *Cystoderma amianthinum* (Kargı) 18,2 mg/kg türleridir (Şekil 9).

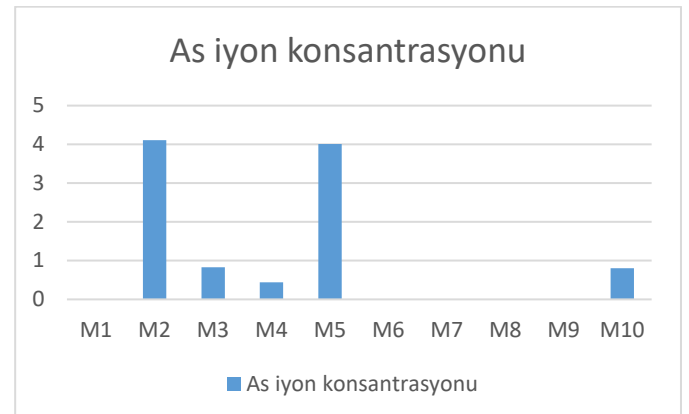
Pb konsantrasyonu minimum ve maksimum 0,288 – 2,611 mg/kg aralıklarında hesaplanmıştır. En düşük ve en yüksek Pb oranları sırasıyla *Agaricus bitorquis* (İskilip) ve *Cystoderma amianthinum* (Kargı) türlerinde tespit edilmiştir (Şekil 10).

En düşük *Agaricus bitorquis* (İskilip) 0,405 mg/kg, en yüksek *Agaricus campestris* (Bayat) 2,368 mg/kg türlerinde Se iyon konsantrasyonu tespit edilmiştir (Şekil 11).

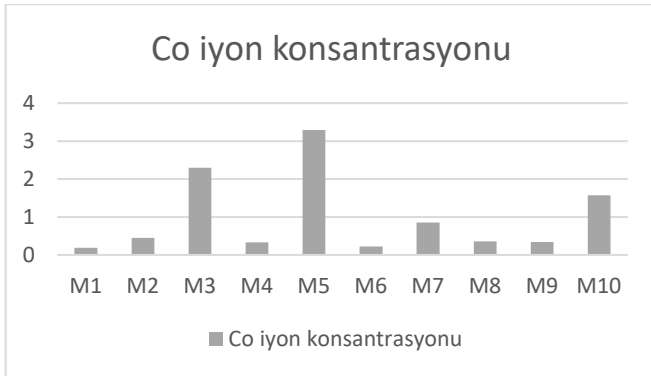
Mantar türlerinin Zn konsantrasyonu ise *Cystoderma granulosa* (Ortaköy) 45,57 mg/kg en düşük, *Agaricus campestris* (Bayat) 221,7 mg/kg en yüksek miktar olarak hesaplanmıştır (Şekil 12). Benzer şekilde mantarlardaki ağır metaller için yapılan çalışmalarda Zn iyon konsantrasyonu için en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla 51,5-118 mg/kg (Mendil ve ark., 2005), 43,3-90,2 mg/kg (Sevindik ve ark., 2015), 45,9-134,9 mg/kg (Sevindik ve ark., 2016) olarak tespit edilmiştir.



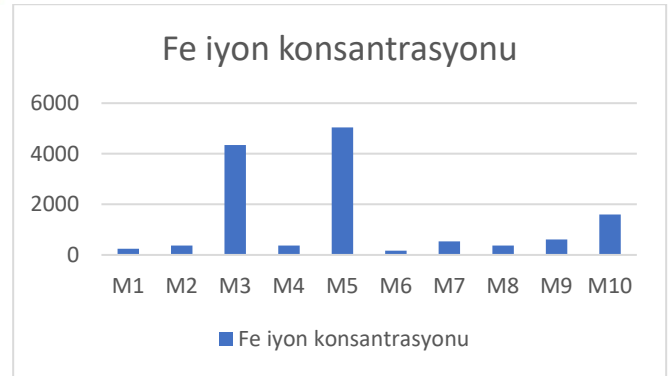
Şekil 1. Mantarlardaki Al iyon konsantrasyonu: *A. bitorquis* M1, *A. campestris* M2, *A. campestris* M3, *C. comatus* M4, *C. amianthinum* M5, *C. amianthinum* M6, *C. carcharias* M7, *C. granulosa* M8, *L. molle* M9, *M. permixta* M10.



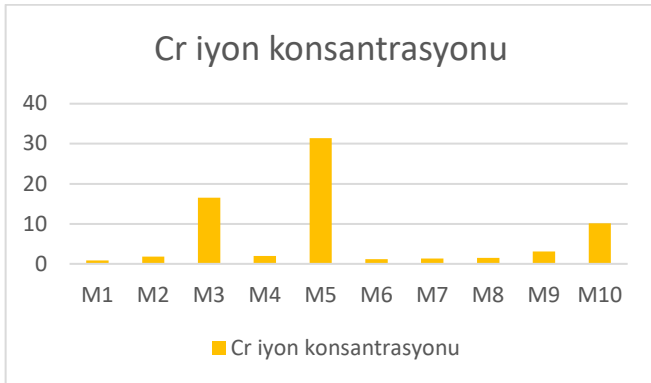
Şekil 2. Mantarlardaki As iyon konsantrasyonu: *A. bitorquis* M1, *A. campestris* M2, *A. campestris* M3, *C. comatus* M4, *C. amianthinum* M5, *C. amianthinum* M6, *C. carcharias* M7, *C. granulosa* M8, *L. molle* M9, *M. permixta* M10.



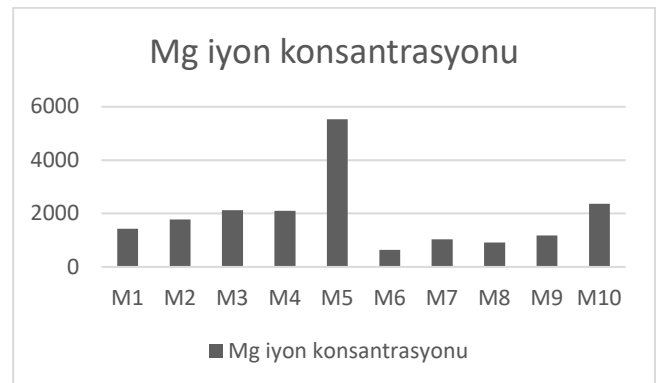
Şekil 3. Mantarlardaki Co iyon konsantrasyonu: *A. bitorquis* M1, *A. campestris* M2, *A. campestris* M3, *C. comatus* M4, *C. amianthinum* M5, *C. amianthinum* M6, *C. carcharias* M7, *C. granulosa* M8, *L. molle* M9, *M. permixta* M10.



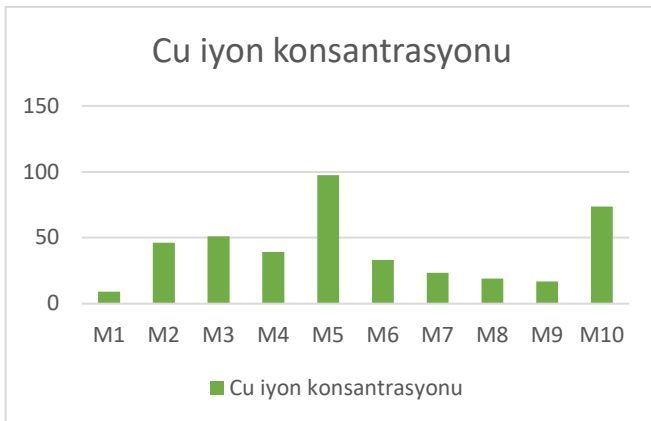
Şekil 6. Mantarlardaki Fe iyon konsantrasyonu: *A. bitorquis* M1, *A. campestris* M2, *A. campestris* M3, *C. comatus* M4, *C. amianthinum* M5, *C. amianthinum* M6, *C. carcharias* M7, *C. granulosa* M8, *L. molle* M9, *M. permixta* M10.



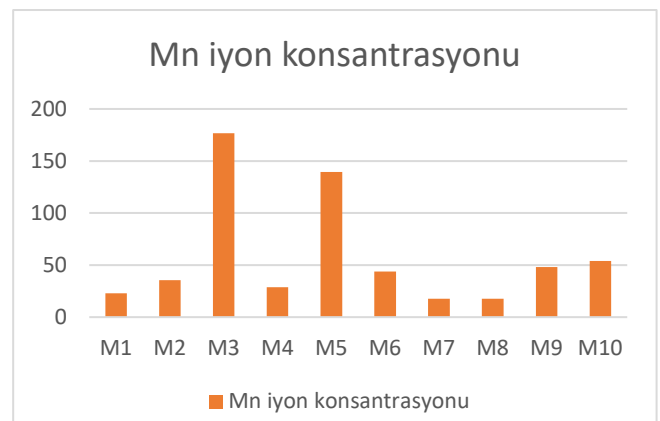
Şekil 4. Mantarlardaki Cr iyon konsantrasyonu: *A. bitorquis* M1, *A. campestris* M2, *A. campestris* M3, *C. comatus* M4, *C. amianthinum* M5, *C. amianthinum* M6, *C. carcharias* M7, *C. granulosa* M8, *L. molle* M9, *M. permixta* M10.



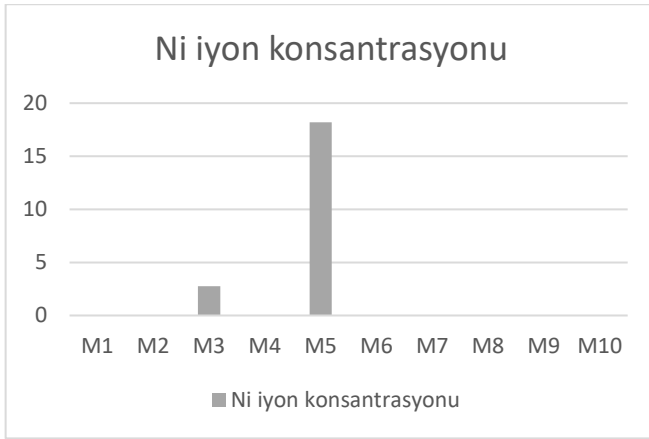
Şekil 7. Mantarlardaki Mg iyon konsantrasyonu: *A. bitorquis* M1, *A. campestris* M2, *A. campestris* M3, *C. comatus* M4, *C. amianthinum* M5, *C. amianthinum* M6, *C. carcharias* M7, *C. granulosa* M8, *L. molle* M9, *M. permixta* M10.



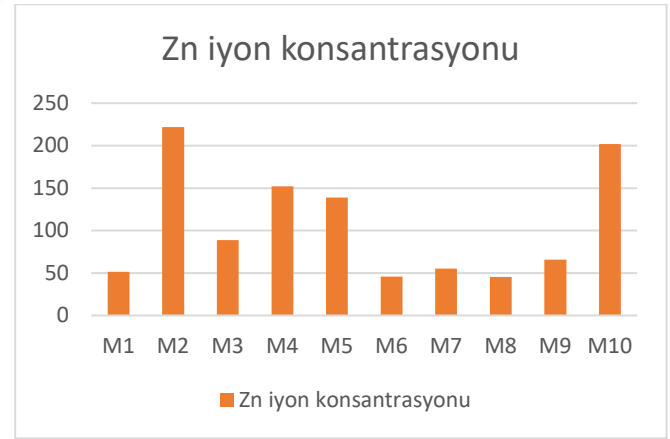
Şekil 5. Mantarlardaki Cu iyon konsantrasyonu: *A. bitorquis* M1, *A. campestris* M2, *A. campestris* M3, *C. comatus* M4, *C. amianthinum* M5, *C. amianthinum* M6, *C. carcharias* M7, *C. granulosa* M8, *L. molle* M9, *M. permixta* M10.



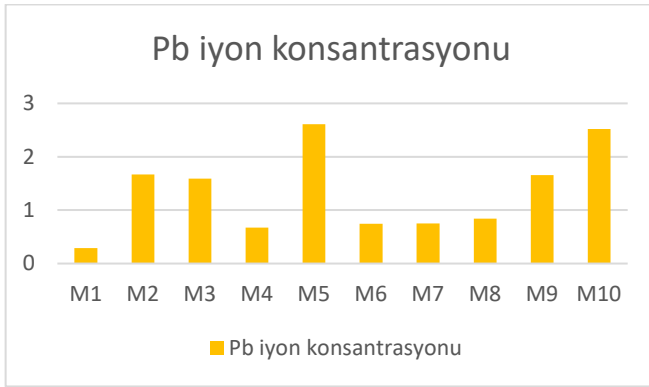
Şekil 8. Mantarlardaki Mn iyon konsantrasyonu: *A. bitorquis* M1, *A. campestris* M2, *A. campestris* M3, *C. comatus* M4, *C. amianthinum* M5, *C. amianthinum* M6, *C. carcharias* M7, *C. granulosa* M8, *L. molle* M9, *M. permixta* M10.



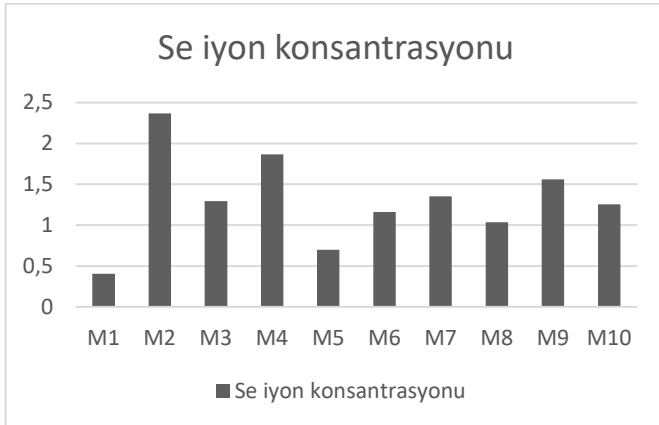
Şekil 9. Mantarlardaki Ni iyon konsantrasyonu: *A. bitorquis* M1, *A. campestris* M2, *A. campestris* M3, *C. comatus* M4, *C. amianthinum* M5, *C. amianthinum* M6, *C. carcharias* M7, *C. granulosa* M8, *L. molle* M9, *M. permixta* M10.



Şekil 12. Mantarlardaki Se iyon konsantrasyonu: *A. bitorquis* M1, *A. campestris* M2, *A. campestris* M3, *C. comatus* M4, *C. amianthinum* M5, *C. amianthinum* M6, *C. carcharias* M7, *C. granulosa* M8, *L. molle* M9, *M. permixta* M10.



Şekil 10. Mantarlardaki Pb iyon konsantrasyonu: *A. bitorquis* M1, *A. campestris* M2, *A. campestris* M3, *C. comatus* M4, *C. amianthinum* M5, *C. amianthinum* M6, *C. carcharias* M7, *C. granulosa* M8, *L. molle* M9, *M. permixta* M10.



Şekil 11. Mantarlardaki Se iyon konsantrasyonu: *A. bitorquis* M1, *A. campestris* M2, *A. campestris* M3, *C. comatus* M4, *C. amianthinum* M5, *C. amianthinum* M6, *C. carcharias* M7, *C. granulosa* M8, *L. molle* M9, *M. permixta* M10.

Bunların dışında çalışma alanında toplanan tüm mantar örneklerinde yapılan ölçümlerde As ve Ni iyonlarının bazı türlerde çok az bulunmasının yanı sıra mantar örneklerinde ayrıca Cd iyon araştırması da yapılmıştır. Ancak örneklerin hiç birinde Cd iyon konsantrasyonuna rastlanmamıştır.

Arsenik ve nikel haricinde, incelenen mantarlarda tüm mineraller tespit edilmiştir. *Agaricus campestris* (Bayat-İskilip), *Coprinus comatus* (Kargı), *Cystoderma amianthinum* (Kargı), *Macrolepiota permixta* (Kargı)'de arsenik saptanmıştır. *Cystoderma amianthinum* türünde Kargı bölgesinde arsenik gözlemlenirken Uğurludağ bölgesinde arsenik tespit edilememiştir. *Agaricus campestris* türünde Bayat bölgesinde arsenik miktarı 4.1 mg/kg olarak tespit edilirken İskilip bölgesinde aynı türde 0.8 mg/kg olarak tespit edilmiştir. *Agaricus campestris* (İskilip) ve *Cystoderma amianthinum* (Kargı) 'da nikel tespit edilmiştir. Belirtilen mantar türleri ve bölgeleri dışında çalışılan diğer türlerde arsenik ve nikel görülmemiştir. Çalışılan mantarların hiçbirinde kadmiyum saptanamamıştır. *Cystoderma amianthinum* türünde Kargı bölgesindeki demir miktarı aynı türün Uğurludağ bölgesinden toplanan mantarların yaklaşık 30 kat daha fazladır.

A. campestris türünün Bayat ve İskilip örneklerinin iyon konsantrasyonuna bakılacak olursa Al, Fe, Mg ve Cu metal yoğunlukları oldukça farklılık göstermektedir. Özellikle İskilip ilçesinden toplanan örnekte bu ağır metal iyonlarının konsantrasyonu oldukça yüksek çıkmaktadır. Diğer iyonlar için çok fazla göze çarpan bir farklılık belirlenememiştir (Şekil 13-14).

Benzer şekilde *C. amianthinum* Kargı ve Uğurludağ örneklerinin iyonlarına bakılacak olursa Al, Fe, Mg ve Cu metal konsantrasyonları oldukça farklılık

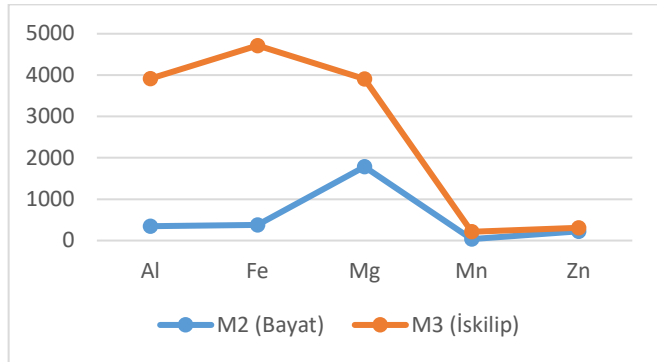


göstermektedir. Özellikle Kargı ilçesinden toplanan örnekte bu ağır metal iyonlarının konsantrasyonu oldukça yüksek çıkmaktadır. Diğer iyonlar için çok fazla göze çarpan bir farklılık belirlenememiştir (Şekil 15-16).

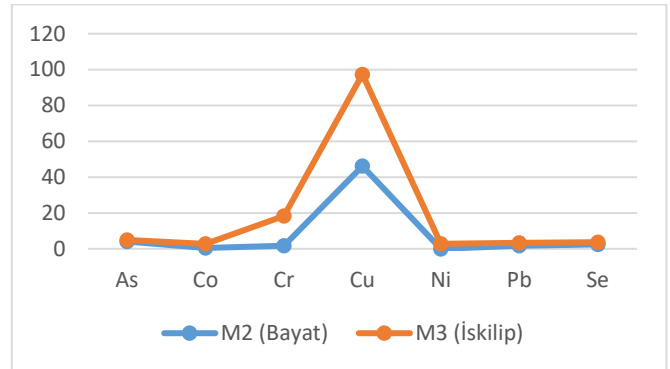
Aynı tür mantarlardan farklı lokalitelerden toplanan örnekler karşılaştırıldığı zaman her bir ağır metal iyonu için bariz bir farklılık grafiklerde de görülmektedir. Bunun sebebi elbette ki mantarların yetiştiği ortamlardaki ağır metal iyon konsantrasyonundan kaynaklanmaktadır. Bu sonuçlar bize göstermiştir ki mantarlar yetiştiği ortamdaki iyonları bünyesine alma konusunda çok iyi birer akümülatör ve

çevredeki ağır metal yoğunluğunu göstermek için de çok iyi birer indikatörlerdir (Şekil 13-14 ve Şekil 15-16).

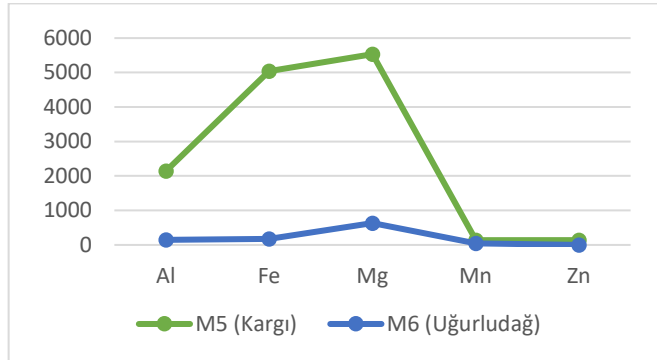
Sonuç olarak yapılan bu çalışma ile Türkiye'nin Orta Karadeniz bölgesinde yer alan Çorum İl'inden toplanan mantar örneklerinin ağır metal içerikleri tespit edilmiş, özellikle ülkemizde daha önceden yapılmış benzer çalışmalarda sonuçlar karşılaştırılmış ve farklı lokalitelerdeki aynı mantar örneklerindeki ağır metal iyon farklılığı mantarların topraktan veya üzerinde yetiştiği substrattan metal iyonlarını doğal olarak akümüle ettiği bu sayede de iyi birer çevre kirliliği indikatörü oldukları tespit edilmiştir.



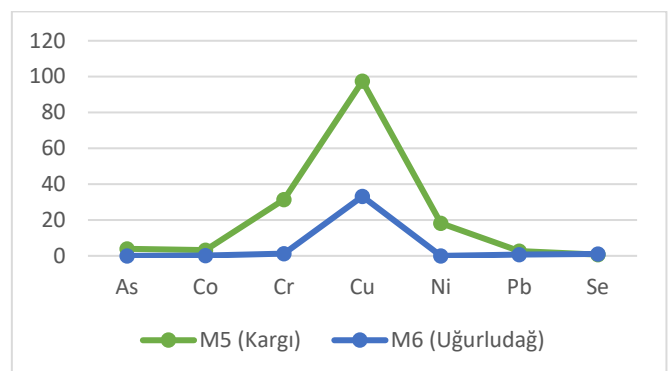
Şekil 13. *A. campestris* Bayat ve İskilip örneklerinin iyon konsantrasyonu karşılaştırılması



Şekil 14. *A. campestris* Bayat ve İskilip örneklerinin iyon konsantrasyonu karşılaştırılması



Şekil 15. *C. amianthinum* Kargı ve Uğurludağ örneklerinin iyon konsantrasyonu karşılaştırılması



Şekil 16. *C. amianthinum* Kargı ve Uğurludağ örneklerinin iyon konsantrasyonu karşılaştırılması

Kaynaklar

Akgül, H., Sevindik, M., Akata, I., Altuntaş, D., Bal, C. ve Doğan, M. (2016). *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer. Mantarının Ağır Metal İçeriklerinin ve Oksidatif Stres Durumunun Belirlenmesi *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt 20, Sayı 3, 504-508.*

Breitenbach, J. ve Kränzlin, F. (1991). *Fungi of Switzerland, Vol: 3.* Switzerland: Verlag Mykologia Luzern.

Breitenbach, J. ve Kränzlin, F. (1995). *Fungi of Switzerland, Vol: 4.* Switzerland: Verlag Mykologia Luzern.

Buczacki, S. (1992). *Mushrooms and Todstools of Britain and Europe.* Glasgow: Harper Collins Publishers.

Chen, X. H., Zhou, H. B. ve Qiu, G. Z. (2009). Analysis of several heavy metals in wild edible mushrooms from region of China. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 83: 280-285.



- Demirbaş, A. (2001). Concentrations of 21 metals in 18 species of mushrooms growing in the East Black Sea region. *Food Chemistry* 75: 453-457.
- Doğan, H. H., Şanda, M. A., Uyanöz, R., Öztürk, C. ve Çetin, Ü. (2006). Contents of Metals in Some Wild Mushrooms Its Impact in Human Health. *Biological Trace Element Research Vol. 110*, 79-94.
- Falusi, B. A. ve Olanipekun, E. O. (2007). Bioconcentration factors of heavy metals in tropical crab (*Carcinus* sp.) from River Aponwe, Ado-Ekiti, Nigeria. *Journal of Applied Sciences & Environmental Management*, 11, 51-54.
- Gençcelep, H., Uzun, Y., Tunçtürk, Y. ve Demirel, K. (2009). Determination of mineral contents of wild-grown edible mushrooms. *Food Chemistry* 113: 1033-1036.
- Işıldak, Ö., Türkekel, İ., Elmastaş, M. ve Tüzen, M. (2004). Analysis of heavy metals in some wild-grown edible mushrooms from the middle black sea region, Turkey. *Food Chemistry* 86: 547-552.
- Jordan, M. (1995). *The Encyclopedia of Fungi of Britain and Europe*, David & Charles Book Co. Devon. UK: John Taylor Book Ventures Ltd.
- Kalac, P. ve Staskova, I. (1991). Heavy metals in fruiting bodies of wild growing mushrooms of the genus *Agaricus*. *Potravinarske Vedy*, 12: 185-195.
- Kalac, P. ve Svaboda, L. (2000). A review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chemistry* 69: 273-281.
- Karapınar, H. S., Uzun, Y. ve Kılıçel, F. (2017). Mineral Contents of Two Wild Morels. *Anatolian Journal of Botany* 1(2): 32-36.
- Kaya, A. ve Bağ H. (2010). Trace element contents of edible macrofungi growing in Adiyaman, Turkey. *Asian Journal of Chemistry* 22: 1515-1521.
- Mendil, D., Uluözlü, Ö. D., Tüzen, M., Hasdemir, E. ve Sarı, H. (2005). Trace metal levels in mushroom samples from Ordu, Turkey. *Food Chemistry* 91: 463-467.
- Ouzouni, P. K., Petridis, D., Koller, W. D., Kyriakos, A. ve Riganakos, K. A. (2009). Nutritional value and metal content of wild edible mushrooms collected from West Macedonia and Epirus, Greece. *Food Chemistry*, 115, 1575-1580.
- Pegler, D. N., Læssøe, T. ve Spooner, B. M. (1995). *British Puffballs, Earthstars and Stinkhorns, Royal Botanic Gardens*. Kew: Whitstable Litho.
- Radulescu, C., Stihl, C., Busuioc, G., Gheboianu, A. ve Popescu, I. V. (2010). Studies concerning heavy metals bioaccumulation of wild edible mushrooms from industrial area by using spectrometric techniques. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 84: 641-646.
- Sarıkürkçü, C., Çopur, M., Yıldız, D. ve Akata, I. (2011). Metal concentration of wild edible mushrooms in Soguksu National Park in Turkey. *Food Chemistry* 128 (3): 731-734.
- Sesli, E. ve Tüzen, M. (1999). Levels of trace elements in the fruiting bodies of macrofungi growing in the East Black Sea region of Turkey. *Food Chemistry* 65: 453-460.
- Sevindik, M., Akgül, H., Günel, S. ve Doğan, M. (2016). *Pleurotus ostreatus'un* Doğal ve Kültür Formlarının Antimikrobiyal Aktiviteleri ve Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 1: 153-156.
- Sevindik, M., Eraslan, E. C. ve Akgül, H. (2015). Bazı Makrofungus Türlerinin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi. *Ormanlık Dergisi* 11(2): 48-53.
- Soylak, M., Saraçoğlu, S., Tüzen, M. ve Mendil, D. (2005). Determination of trace metals in mushroom samples from Kayseri, Turkey. *Food Chemistry* 92: 649-652.
- Şen, İ., Allı, H., Çöl, B., Çelikkollu, M. ve Balcı, A. (2012). Trace metal contents of some wild-growing mushrooms in Bigadiç (Balıkesir), Turkey. *Turk J Bot*, 36, 519-528.
- Türkekel, İ., Elmastaş, M. ve Tüzen, M. (2004). Determination of iron, copper, manganese, zinc, lead, and cadmium in mushroom samples from Tokat, Turkey. *Food Chemistry* 84: 389-392.
- Uzun, Y., Gençcelep, H., Kaya, A. ve Akçay, M. E. (2011). The Mineral Contents of Some Wild Edible Mushrooms. *Ekoloji* 20, 80, 6-12.
- Yamaç, M., Yıldız, D., Sarıkürkçü, C., Çelikkollu, M. ve Solak, M. H. (2007). Heavy metals in some edible mushrooms from the Central Anatolia, Turkey. *Food Chemistry* 103: 263-267.