



Araştırma Makalesi (Research Article)

Cilt 3 - Sayı 2: 128-134 / Nisan 2020  
(Volume 3 - Issue 2: 128-134 / April 2020)

# ADİYAMAN, KAHRAMANMARAŞ VE HATAY SULAK ALANI TOPRAKLARINDA BAZI AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ahu Alev ABACI BAYAR<sup>1\*</sup>, Kadir YILMAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 40100, Kırşehir, Türkiye

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 46100, Kahramanmaraş, Türkiye

**Gönderi:** 31 Aralık 2019; **Kabul:** 06 Şubat 2020; **Yayınlanma:** 01 Nisan 2020

**(Received:** December 31, 2019; **Accepted:** February 06, 2020; **Published:** April 01, 2020)

## Özet

Bu çalışmada, Adıyaman ilinde bulunan Gölbaşı Gölü, Kahramanmaraş ilinde bulunan Gavur Gölü ve Hatay ilinde bulunan Amik Gölü sulak alan topraklarındaki bazı ağır metal düzeyleri araştırılmıştır. Sulak alan çevresinde meydana gelen ve göl alanına taşınmış materyaller üzerinde oluşmuş topraklarda olmak üzere göl aynasından enine kesit alınarak 24 adet bozulmuş toprak örneği alınmış ve 2 tekrarlı olarak 48 toprak örneğinde çalışılmıştır. Toprak örneklerinde kirlilik gösterge parametreleri listesinde bulunan nikel (Ni), krom (Cr), bakır (Cu) ve çinko (Zn) ağır metallerin toplam içerikleri belirlenmiştir. Bunun için topraklara üç asit emilim yöntemi uygulanmış ve induktif eşleşmiş plazma (ICP-OES) cihazı kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre toplam Ni, Cr, Cu ve Zn konsantrasyonları sırasıyla 49,04-1954,094 mg kg<sup>-1</sup>, 36,65-1630,609 mg kg<sup>-1</sup>, 7,02-48,776 mg kg<sup>-1</sup> ve 7,607-34,788 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Ayrıca, ölçülen parametrelerin ana materyalle ilişkili Ni ve Cr haricinde Cu ve Zn ağır metallerinin kirlilik sınır değerlerini geçmediği tespit edilmiştir. Araştırma alanı topraklarında Cr ve Ni ağır metallerin kirliliğinin bulunduğu (Gavur Gölü>Amik Gölü>Gölbaşı Gölü), Cu ve Zn ağır metallerin olmadığı saptanmıştır. Özellikle toprakların oluştuğu kayaların kireçtaşı, bazalt ve serpantin kayaç olması Cr ve Ni ağır metallerinin fazla olmasında etkisinin olabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Sulak alan, Toprak, Toprak kirliliği, Ağır metaller

## Assessment of Some Heavy Metal Pollution in the Wetland Soils of Adıyaman, Kahramanmaraş and Hatay


**Abstract:** In this study, some heavy metal levels in the wetlands of Gölbaşı Lake in Adıyaman, Gavur Lake in Kahramanmaraş and Amik Lake in Hatay province were investigated. 24 soil samples were taken by taking a cross-section from the lake mirror, on the soils formed on the materials formed around the wetland and moved to the lake area. The total contents of heavy metals nickel (Ni), chromium (Cr), copper (Cu) and zinc (Zn) in soil pollution parameters were determined. For this purpose, the tri-acid digestion method was applied to the soil and an inductively


coupled plasma device was used. According to the data obtained, the total concentrations of Ni, Cr, Cu and Zn were changed between 49.04-1954.094 mg kg<sup>-1</sup>, 36.65-1630.609 mg kg<sup>-1</sup>, 7.02-48.776 mg kg<sup>-1</sup> and 7.607-34.788 mg kg<sup>-1</sup> respectively. In addition, it has been determined that the measured parameters do not exceed the pollution limit values of Cu and Zn heavy metals except Ni and Cr associated with the main material. Cr and Ni in the research field soil where the heavy metal pollutions (Gavur Lake>Amik Lake>Gölbaşı Lake), Cu and Zn were free of heavy metals. It has been concluded that especially the rocks where the soils are formed are limestone, basalt and serpentine rocks, which may have an effect on the excess of Cr and Ni heavy metals.

**Keywords:** Wetland, Soil, Soil pollution, Heavy metals

**\*Corresponding author:** Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 40100, Kırşehir, Türkiye

**E mail:** ahu.abaci@ahievran.edu.tr (A.A. ABACI BAYAR)

Ahu Alev ABACI BAYAR  <https://orcid.org/0000-0002-4467-7676>

Kadir YILMAZ  <https://orcid.org/0000-0002-1539-4534>

**Cite as:** Abacı Bayar AA, Yılmaz K. 2020. Assessment of some heavy metal pollution in the wetland soils of Adıyaman, Kahramanmaraş and Hatay. *BSJ Agri*, 3(2): 128-134.

## 1. Giriş

Ağır metal kirlenmesi özellikle endüstri, madencilik, gübreleme, kentsel atıklar gibi aktivitelerin artması sonucunda büyük bir sorun teşkil etmektedir. Ağır metallerin insan sağlığına, ekosisteme, bitkiye ve toprağa önemli etkileri olduğu üzerinde durulmaktadır.

Ağır metaller ekolojik dengenin bozulmasına, canlıların gelişimine ve çevre kirliliğine neden olan etmenlerin ilk sırasında bulunmaktadır. Ağır metal içeriği yüksek olan akarsuların tarımsal sulama amacı ile kullanılması, yapay gübreler ve pestisitlerden oluşan kalıntılar toprak üzerinde ağır metal konsantrasyonunun artmasına neden olmaktadır (Long ve ark., 2002). Ağır metaller, çoğunlukla buldukları ortamda biyodegradasyona uğramadıklarından dolayı konsantrasyonları artmakta ve kompleks yapılar oluşturarak toksik etkilerini arttırabilmektedir. Topraklarda ağır metal miktarı en fazla yüzeyde veya yüzeye yakın derinliklerde bulunmakta ve derinlikle birlikte miktarı azalmaktadır. Çünkü ağır metallerin tamamı toprakta kil mineralleri üzerinde adsorbe olmakta veya topraktaki organik bileşiklerle organo-mineral bileşikler oluşturarak kararlı forma dönüşmektedir (Sümer ve ark., 2013; Tok, 1997; Adiloglu ve ark., 2011).

Krom, nikel, bakır ve çinko elementleri sıklıkla karşılaşılabilen ağır metallere aittir. Atmosfere farklı kaynaklardan bırakılan ağır metaller, kuru ve yaş birikim ile toprağa, yüzeysel sulara ve ardından yeraltı sularına karışarak ekolojik dengeye zarar verebilmektedir (Seven ve ark., 2018). Gala Gölü sulak alan topraklarında bakır miktarının 31,4 mg kg<sup>-1</sup>, çinko miktarının 167,55 mg kg<sup>-1</sup>, krom miktarının 95,6 mg kg<sup>-1</sup>, nikel miktarının 84,25 mg kg<sup>-1</sup> bulunduğu ve alanda nikel birikiminin olduğu belirtilmiştir (Dökmeci, 2005). İznik Gölü çevresindeki tarım arazilerinin %55'inde izin verilen sınır değerlerin üzerinde nikel konsantrasyonlarına rastlanmıştır. Havza topraklarının, gerek göl ve akarsulardan alınan sulama sularıyla, gerekse tarımsal ilaçlar ve gübre kullanımıyla giderek kirliliğin arttığı rapor edilmiştir (Meşeli, 2010). Denizli-Gökgöl yöresinin üst ve alt horizon topraklarının ağır metal içerikleri (Cr, Cu, Ni ve Zn) belirlenerek karşılaştırılmıştır. Üst horizon toprağının ağır metal içeriklerinin alt horizon toprağının ağır metal içeriğinden

fazla oranda bulunmuştur. Referans alınan sınır değerlere göre sulak alan toprağında kirlilik olmadığı rapor edilmiştir (Altun Gül, 2010). Toprakta ağır metal kirliliği üzerinde yapılan çalışmalarda söz konusu kirliliğin toprak derinliği ile ters orantılı olarak azaldığı ve bu duruma sebep olarak toprağın koloidal materyalinin toprak yüzeyinde daha fazla bulunması gösterilmiştir (Tok, 1997).

Pearl nehri ve çevresi topraklarında toplam krom, bakır ve çinko ağır metal miktarları araştırılmış, ıslah edilerek kurutulmuş alan toprağında Cr ve Cu içeriği fazla bulunurken, geri kazanılmış sulak alan toprağında Zn içeriğinin düşük olduğu belirtilmiştir (Bai ve ark., 2011). Yarı kurak iklime sahip olan Tunus'un kireçli topraklarında eser metallerin birikimi ve parçalanması ile çiftlik gübresi ve belediye atık kompostu üzerine bir çalışma yapılmış, 7 yıllık olan belediye katı atık kompostunun, üst topraktaki toplam bakır ve çinko içeriğini önemli ölçüde arttırdığı belirtilmiştir (Achiba ve ark., 2010).

Bu çalışmada, Gölbaşı Gölleri, Gavur, Amik Gölü sulak alanının kurutulmuş tarım alanı olarak kullanıma açılmasından dolayı alandaki toprakların ağır metal durumları araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Çalışma Alanları

Türkiye'nin Adıyaman ilinde bulunan, Akdeniz Bölgesi ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi arasındaki önemli sulak alanları oluşturan Gölbaşı Gölü, Doğu Anadolu Fay Zonu içerisindeki Gölbaşı Depresyonunda yer almaktadır (Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, 2004). Gölbaşı Gölleri oluşum bakımından karstik tektonik kökenli olup kuzeydoğu-güneybatı istikametinde 863 m'lik bir çöküntü hendeği içinde bulunmaktadır. Gölbaşı depresyonu ve çevresinde ofiolitik formasyonlar, Permo-Karbonifer'e ait eski temel arazi üzerinde yer almaktadır. Çoğunlukla vadiye hakim ana marn, şist, kalker, kırmızı ve kahverengi konglomeralardan meydana gelmiştir (Akdemir, 2004). Amik Gölü, Antakya-Kahramanmaraş grabeninin en güneyini oluşturan Amik Ovası'nın tabanında bulunmaktadır. Amik Gölü'nün yer aldığı ve Amik Ovası adı verilen depresyon, Doğu Anadolu Fayı etkisi ile

tektonizmaya uğramış, tektonik olarak yükselmiş dağlar ve bunların arasındaki graben alanlarını oluşturan ovalar şeklindedir (Zor, 2000). Amik Ovası'nın tabanı kum ve kilden oluşan ve kalınlığı yer yer 150 m'yi bulan alüvyon katmanı ile kaplıdır. Amik Gölü'nün bulunduğu sahada alüvyal dolgu, kil, kilitaşı ve kumtaşıdan oluşan Pliosen yaşlı formasyon üzerinde bulunmaktadır (Varnacı, 2008). Gavur Gölü, Antakya-Kahramanmaraş grabeninde ve güneyindeki Sağlık Ovası'nın en çukur alanında bulunmaktadır. Pre Alpin, Alpin ve Post Alpin formasyon şeklinde gruplandırılan Gavur Gölü havzanın temeli metamorfik ve metamorfik olmayan çeşitli kuvarsit, kumtaşı, siltaşı ve şeyller oluşturmakta ve alanda serpanitler ile birlikte diğer ultrabazik kayalar yaygın olarak bulunmaktadır (Gürbüz ve ark., 2003).

### 2.1.1. Çalışma alanlarının bazı toprak özellikleri

Gölbaşı Gölü araştırma alanı toprağının hafif alkali (pH 7,78, pH>6), tuzsuz (% 0,12), fazla kireçli (% 19,81) ve organik maddesinin yüksek (%5,44) olduğu, Amik Gölü topraklarının orta alkali (pH 8,24, pH>6), orta tuzlu (% 0,56), çok kireçli (% 27,52) ve organik maddesinin az (% 1,23) olduğu, Gavur Gölü topraklarının hafif alkali (pH 7,81, pH>6), orta tuzlu (% 0,36), fazla kireçli (% 19,71) ve organik maddesinin yüksek (% 11,42) olduğu rapor edilmiştir (Abacı Bayan, 2016). Toprakların ağır metal konsantrasyonları için izin verilebilir sınır değerler 'Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği' çerçevesinde değerlendirilmiştir. Buna göre topraklarda izin verilebilir toplam krom düzeyi 100 mg kg<sup>-1</sup>, nikel düzeyi 75 mg kg<sup>-1</sup>, bakır düzeyi 140 mg kg<sup>-1</sup> ve çinko düzeyi 300 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirtilmektedir (Anonim, 2001).

### 2.2. Toprak Örneği ve Analizler

Araştırmada kullanılan toprak örnekleri Gölbaşı, Amik, Gavur Gölleri sulak alan çevresinde yerinde meydana gelen ana materyaller üzerinde oluşmuş topraklar ve göl alanına taşınmış materyaller üzerinde oluşmuş topraklar olmak üzere tek tekrarlı olarak 24 adet toprak örneği alınmıştır. Araştırma alanının ana materyaller üzerinde oluşmuş topraklarından Gölbaşı Gölü'nden 5 adet, Amik Gölü'nden 2 adet ve Gavur Gölü'nden 2 adet bozulmuş toprak örneği alınmıştır. Araştırma alanının göl alanına taşınmış materyaller üzerinde oluşmuş topraklarından Gölbaşı Gölü'nden 8 adet, Amik Gölü'nden 3 adet ve Gavur Gölü'nden 4 adet bozulmuş toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinde yapılan tüm analizler 2 tekerrürlü olarak 48 adet örnekte çalışılmıştır. Jackson (1969) tarafından bildirilen ilkeler doğrultusunda alınan bozulmuş toprak örnekleri laboratuvar ortamında kurutulup, 2 mm'lik elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmiştir. Element analizi için; üç-asit emilim yöntemi ile toprak örneklerinin üzerine 1 ml HF, 5 ml HClO<sub>4</sub> ve 8 ml HNO<sub>3</sub> eklenmiştir. Krom, nikel, bakır ve çinko konsantrasyonları indüktif eşleşmiş plazma cihazında (ICP-OES) belirlenmiştir (Favas ve ark., 2011; Dold ve Fontbote, 2001).

### 2.3. İstatistiksel Analizler

Analizler sonucu elde edilen bulgular SPSS program (IBM

SPSS Advanced Statistics version 21.0.0) kullanılarak varyans analizi yapılmıştır. Hem alan topraklarında hem de göl aynası içerisinde bulunan topraklarda yapılan varyans analizi sonucunda (One Way Anova testi), önemli bulunan gruplar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir (SPSS, 1999). Farkların p-değeri 0.05'ten küçükse (p<0.05) önemli kabul edilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Gölbaşı Gölü, Amik Gölü ve Gavur Gölü sulak alanı toprak örneklerinin Cr, Cu, Ni ve Zn içerikleri tespit edilerek göller arasındaki ağır metal miktarları saptanmış ve istatistiki analiz sonuçları elde edilmiştir.

### 3.1. Topraklardaki Cr Konsantrasyonu

Gölbaşı Gölü araştırma alanlarından alınan toprak örneklerinin Cr içerikleri en düşük 36,650 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 392,090 mg kg<sup>-1</sup> ve ortalama 137,98 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Amik Gölü toprak örneklerinde Cr en düşük 152,888 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 821,653 mg kg<sup>-1</sup> ve ortalama 451,292 mg kg<sup>-1</sup> bulunmuştur. Gavur Gölü toprak örneklerinde Cr en düşük 119,961 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 1630,609 mg kg<sup>-1</sup> ve ortalama 648,618 mg kg<sup>-1</sup> bulunmuştur. Özellikle krom miktarı en fazla ana materyal üzerinde oluşmuş topraklarda tespit edilmiştir. Toprak kirliliği yönetmeliğine göre; toprakların toplam krom içeriği izin verilebilir sınır değerlerin çok üzerinde bulunmuştur. Bunun nedeninin toprağı oluşturan kayalarla ve ana materyalle ilişkili olma olasılığını arttırmıştır. Gölbaşı Göllerinin marn, serpantin, şist, kireçtaşı gibi kayaların baskın olduğu belirtilmiştir (Akdemir, 2004). Amik Gölü alanında kireç taşının yanı sıra magnezyumca zengin olan ultra bazik kayalardan serpantin geniş alan kapladığı görülmüş, ovanın yüzey akış suları ile beslendiği, İslahiye, Hassa ve Kırıkhan yörelerinde serpantin kayalarının yaygın olduğu ve bu alanlardan krom madeninin çıkarıldığı birçok maden işletmelerinin bulunduğu gözlenmiştir (Abacı Bayan, 2016). Toprakların oluştuğu kayaların mafik ve ultramafik kayalar olması, yine serpantin ve ofiyolitlerin yoğun olduğu alanlarda oluşan topraklarda krom içeriğinin yüksek bulunduğu bildirilmiştir (Bowen, 1966; Tok, 1997; Kabata-Pendias ve Mukherjee, 2007). Toprakların toplam krom içeriği hafif kumlu topraklarda 2-350, orta tınlı ve siltli topraklarda 10-300, tınlı topraklarda 30-1100, kalkerli topraklarda 5-150 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği rapor edilmiştir (Kabata-Pendias ve Mukherjee, 2007).

### 3.2. Topraklardaki Ni Konsantrasyonu

Gölbaşı Gölleri araştırma alanlarından alınan toprak örneklerinin nikel içerikleri en düşük 49,04 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 417,47 mg kg<sup>-1</sup> ve ortalama 165,73 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Amik Gölü toprak örneklerinde Ni miktarı en düşük 160,181 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 829,791 mg kg<sup>-1</sup> ve ortalama 447,711 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Gavur Gölü topraklarında Ni en düşük 228,299 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 1954,094 mg kg<sup>-1</sup> ve ortalama 852,880 mg kg<sup>-1</sup>

olarak saptanmıştır. Toprak kirliliği yönetmeliğine göre değerlendirildiğinde; toprakların izin verilebilir sınır değerlerinin çok üzerinde bulunmuştur. Özellikle en fazla Ni serpantin, kireçtaşı ve bazalt ana materyali üzerinde oluşmuş toprak olarak değerlendirilen Amik ve Gavur Gölü ana materyali üzerinde olmuş topraklarda tespit edilmiştir. Alan topraklarının nikel miktarının genel olarak yüksek olması toprak oluşturan kayaçlar ve ana materyal ile ilişkili olma olasılığını arttırmıştır. Bu nedenle, araştırma alanı topraklarında nikel konsantrasyonunun fazla olduğu tespit edilmiştir. Toprakların nikel içeriğinin 0,2-450 mg kg<sup>-1</sup> gibi çok geniş sınırlar arasında değiştiği, aşırı bazik ve volkanik kayaçlardan oluşan toprakların doğal olarak Ni içeriğinin yüksek olduğu, özellikle serpantin kayaçlarının olduğu alanda oluşan topraklarda toplam Ni içeriğinin 770-7335 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Kabata-Pendias ve Mukherjee 2007). Kahramanmaraş bölgesinin jeolojik yapısı ile ilgili bir çalışmada, bölgede Ni içeriği yüksek ultra bazik materyallerin olduğu ve bu materyalin Ni içeriğinin 25-226 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Bağcı 2013).

### 3.3. Topraklardaki Cu Konsantrasyonu

Gölbaşı Gölleri araştırma alanlarından alınan toprak örneklerinin bakır içerikleri en düşük 19,88 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 48,77 mg kg<sup>-1</sup> ve ortalama 33,03 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Amik Gölü toprak örneklerinde Cu miktarı en düşük 23,758 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 45,559 mg kg<sup>-1</sup> ve ortalama 33,971 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Gavur Gölü topraklarında Cu en düşük 7,02 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 15,394 mg kg<sup>-1</sup> ve ortalama 11,130 mg kg<sup>-1</sup> tespit edilmiştir. Toprak kirliliği yönetmeliğine göre değerlendirildiğinde; bakır elementi izin verilebilir sınır değerlerin altında bulunmuştur. Böylece, araştırma alanı sulak alan topraklarının bakır içeriğinin kirlilik riski oluşturmadığı tespit edilmiştir. Ülkemizde farklı bölgelerdeki toprakların bakır içeriğinin 35,6 ile 98,8 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunduğu ve ilgili yönetmelikte verilen rakamsal

değerler dikkate alındığında topraklarda bakır kirliliğinin olmadığı birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Aydınalp ve Cresser, 2003; Kızılkaya ve ark., 1997). Fakat, bakır elementinin düşük konsantrasyonlarda bulunması dahi topraktaki tarım ürünlerine, sudaki organizmalara ve insan hayatına zehirlilik etkisi oluşturabileceği bildirilmiştir (Okcu ve ark., 2009).

### 3.4. Topraklardaki Zn Konsantrasyonu

Araştırma alanlarından alınan toprak örneklerinin Zn içerikleri en düşük 7,607 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 26,41 mg kg<sup>-1</sup> ve ortalama 17,97 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Amik Gölü toprak örneklerinde Zn miktarı en düşük 16,24 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 27,47 mg kg<sup>-1</sup> ve ortalama 19,502 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Gavur Gölü topraklarında Zn en düşük 17,433 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 34,799 mg kg<sup>-1</sup> ve ortalama 26,791 mg kg<sup>-1</sup> tespit edilmiştir. Çinko elementi izin verilebilir sınır değerlerinin altında tespit edilmiştir. Bu sonuç, araştırma alanı sulak alan topraklarının çinko içeriği bakımından kirlilik riski taşımadığını göstermiştir.

### 3.5. Toprakların istatistikî analiz özellikleri

Araştırma alanı topraklarının ağır metal konsantrasyonlarının tek yönlü varyans analizi yapılarak, önemli bulunan gruplar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testi ile incelenmiş ve Tablo 1’de verilmiştir. Cr konsantrasyonu bakımından Gavur Gölü toprakları istatistikî bakımdan farklı grupta yer almış, Gölbaşı ve Amik Gölü toprakları ise her iki toprak grubunda da bulunmuştur (p<0,05). Gavur Gölü topraklarının Cu konsantrasyonu Amik ve Gölbaşı Gölleri topraklarının değerinden daha düşük görülmüş, Gölbaşı ve Amik Gölü toprakları aynı toprak grubunda, Gavur Gölü ise farklı toprak grubunda bulunmuştur. Zn ve Ni konsantrasyonu Gavur Gölü toprakları istatistikî bakımdan farklı grupta yer almış, Gölbaşı ve Amik Gölü toprakları ise aynı toprak grubunda bulunmuştur (p<0,05). Gavur Gölü topraklarının Zn ve Ni miktarları diğer iki göl alanı topraklarının Zn ve Ni miktarından daha yüksek bulunmuştur.

**Tablo 1.** Toprakların ağır metal konsantrasyon oranlarının Duncan testi sonuçları\*.

Bölge	Cr	Cu	Zn	Ni
	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>
Gölbaşı Gölleri	135.465 <sup>ab</sup> ±93.55	33.012 <sup>a</sup> ±9.01	17.922 <sup>b</sup> ±5.54	162.211 <sup>b</sup> ±105.32
Amik Gölü	451.292 <sup>ab</sup> ±278.35	33.971 <sup>a</sup> ±9.44	19.502 <sup>b</sup> ±4.58	447.711 <sup>b</sup> ±287.41
Gavur Gölü	648.618 <sup>a</sup> ±690.37	11.130 <sup>b</sup> ±3.69	26.791 <sup>a</sup> ±7.86	852.880 <sup>a</sup> ±652.39
Önem düzeyi	p<0.025	p<0.000	p<0.023	p<0.003

\*Aynı sütun içerisinde farklı sembol ile gösterilen ortalama değerler Duncan testine göre p≤0.05 düzeyinde istatistikî olarak önemlidir.

Gölbaşı, Amik ve Gavur Gölleri topraklarının ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların toplam element içeriklerinin tek yönlü varyans analizi yapılarak, önemli bulunan gruplar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmış ve göl topraklarının Cu içerikleri arasında farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamış ve Tablo 2’de verilmiştir (p<0,05). Buna karşın, Gavur Gölü topraklarının Cr, Zn ve Ni miktarı diğer iki göl alanı topraklarının değerinden daha farklı ve daha

yüksek bulunmuştur. İstatistikî olarak önemli farklılık görülmüştür, Amik ve Gölbaşı Gölü aynı toprak grubunda, Gavur Gölü ise diğer iki gölden farklı toprak grubunda bulunmuştur (p<0,05).

Gölbaşı, Amik ve Gavur Göllerinin göl alanına taşınan materyallerden oluşan topraklarının toplam element içeriklerinin tek yönlü varyans analizi yapılarak, önemli bulunan gruplar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmış ve üç göl alanı

topraklarının Zn konsantrasyonu arasında farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamış ve Tablo 3'te verilmiştir ( $p<0,05$ ). Amik Gölü topraklarının Cr konsantrasyonu diğer iki gölalanı topraklarının değerinden daha farklı ve daha yüksek bulunmuştur.

Gavur Gölü topraklarının Cu konsantrasyonu diğer iki gölalanı topraklarının değerinden daha farklı ve daha düşük bulunmuştur. Gölbaşı Gölü topraklarının Ni konsantrasyonu diğer iki gölalanı topraklarının değerinden daha farklı ve daha düşük bulunmuştur.

**Tablo 2.** Ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların kimyasal özelliklerinin Duncan Testi sonuçları\*.

Bölge	Cr	Cu	Zn	Ni
	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>
Gölbaşı Gölleri	156.219 <sup>b</sup> ±141.33	33.021 <sup>a</sup> ±12.89	18.829 <sup>b</sup> ±7.22	175.425 <sup>b</sup> ±146.62
Amik Gölü	487.271 <sup>b</sup> ±472.89	37.037 <sup>a</sup> ±6.56	18.387 <sup>b</sup> ±1.16	494.986 <sup>b</sup> ±473.48
Gavur Gölü	1533.624 <sup>a</sup> ±137.16	13.804 <sup>a</sup> ±1.87	33.377 <sup>a</sup> ±0.25	1633.927 <sup>a</sup> ±452.78
Önem düzeyi	$p<0.001$	$p<0.137$	$p<0.057$	$p<0.003$

\*Aynı sütun içerisinde farklı sembol ile gösterilen ortalama değerler Duncan testine göre  $p\leq 0.05$  düzeyinde istatistiki olarak önemlidir.

**Tablo 3.** Göl alanına taşınan materyallerden oluşan toprakların kimyasal özelliklerinin Duncan Testi sonuçları\*.

Bölge	Cr	Cu	Zn	Ni
	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>
Gölbaşı Gölleri	122.493 <sup>b</sup> ±55.60	33.007 <sup>a</sup> ±6.65	17.354 <sup>a</sup> ±4.67	153.952 <sup>b</sup> ±80.80
Amik Gölü	427.307 <sup>a</sup> ±202.46	31.927 <sup>a</sup> ±11.88	20.246 <sup>a</sup> ±6.27	416.195 <sup>a</sup> ±222.23
Gavur Gölü	206.115 <sup>b</sup> ±69.66	9.793 <sup>a</sup> ±3.80	23.498 <sup>a</sup> ±7.71	462.356 <sup>a</sup> ±175.99
Önem düzeyi	$p<0.002$	$p<0.001$	$p<0.263$	$p<0.006$

\*Aynı sütun içerisinde farklı sembol ile gösterilen ortalama değerler Duncan testine göre  $p\leq 0.05$  düzeyinde istatistiki olarak önemlidir.

Araştırma alanı topraklarında toplam krom ve nikel ağır metallerin kirliliğinin bulunduğu, bakır ve çinko ağır metallerin olmadığı saptanmıştır. Bu alanlarda özellikle krom ve nikel ağır metallerinin fazla olmasının nedeni olarak ana materyalin ve jeolojik yapının etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Benzer bulgulara, Dökmeçi (2005)'nin Gala Gölü sulak alan topraklarında yaptığı araştırmada rastlanmış, alanda nikel kirliliğinin olduğu, krom kirliliğinin izin verilen sınır değerlere çok yakın olduğu, bakır ve çinko kirliliğinin olmadığı rapor edilmiştir. Kalbitz ve Wennrich (1998) sulak alanı topraklarında Zn için 1100 mgkg<sup>-1</sup>, Cr için 800 mgkg<sup>-1</sup> ve Cu için 364 mgkg<sup>-1</sup> olduğu, Tuna (2001) ve Gavrilescu (2004) sanayi ve şehirleşme sonucunda bakır, nikel, krom gibi ağır metallerin yüksek seviyede bulunduğunu bildirmişlerdir. Sümer ve ark. (2013) Karamenderes havzası topraklarında Cr ve Ni kirliliği araştırmasını yapmışlar, alanda Cr ve Ni element içeriklerinin sınır değerler arasında bulunduğunu belirtmişlerdir. Onder ve ark. (2007) araç trafiğinin yoğun olduğu alanlardaki toprakların krom içeriklerinin bitkiler tarafından insanlarda toksik etkiye neden olduğunu belirtmişlerdir. Yonca (*Medicago Sativa*) bitkisi yetiştiriciliğinde arıtma çamuru uygulamasının yapıldığı bir çalışmada, uygulama dozlarının artması ile birlikte toprakta toplam çinko, bakır ve krom konsantrasyonlarının arttığı, bitkinin üst kısmında Zn, Cu ve kökünde Zn, Cu, Ni, Cr konsantrasyonlarını arttığı, bitkinin fizyolojik özelliklerine bağlı olarak kökten toprak üstü aksamlarına transferin değiştiği rapor edilmiştir (Orman ve ark., 2014). Adiloğlu (2013) tarafından Tekirdağ ili tarım topraklarında yaptığı çalışmada araç trafiği ve sanayi kuruluşlarının başta krom, nikel olmak üzere ağır metal

kirliliğine neden olduğunu, Huang ve Chen (2006) Pearl River Estuary sulak alanının kurutulmasıyla tarıma açılmasında insan faaliyetlerinin ve sanayi endüstrisinin katkıları olduğunu rapor etmişlerdir. Dou ve ark. (2013) Çin'in Beibu körfezinde yer alan toprakların ağır metal içerikleri üzerinde bir araştırma yapmışlar ve tarımsal uygulamalar ile topraklara ilave edilen çeşitli kimyasallardan topraklara önemli miktarlarda Cr, Zn ve Cu ilavesi olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca toprak anamateryalinin de söz konusu krom ve nikel ağır metalleri için önemli bir kaynak olduğunu, özellikle killi topraklarda ağır metal kirliliğinin önemli bir sorun olduğunu rapor etmişlerdir. Morton-Bermea ve ark. (2002) tarafından Meksiko şehrinde yapılan çalışmada ormanlık, araç trafiğinin olduğu ve trafiğin yoğun olduğu alanlardan toprak örneği alınarak bazı toplam ağır metal konsantrasyonları belirlenmiş ve çinko içeriklerinin sırasıyla 195,8 mgkg<sup>-1</sup>; 335,5 mgkg<sup>-1</sup> ve 741,7 mgkg<sup>-1</sup>; bakır içeriklerinin sırasıyla 43,5 mgkg<sup>-1</sup>; 61,7 mgkg<sup>-1</sup> ve 98,2 mgkg<sup>-1</sup> olduğu bildirilmiştir. Bai ve ark. (2010) tarafından tarımda zirai gübre ve ilaç kullanımının ağır metal kirliliğine neden olduğu ve sınır değerlerin üzerinde görüldüğü rapor edilmiştir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Sulak alan topraklarında gereğinden fazla ağır metal bulunması, hem çevre hem de insanlar için ciddi problemler oluşturmaktadır. Gölbaşı, Amik ve Gavur Gölü sulak alanı topraklarının ağır metal içeriklerinin sırasıyla Ni>Cr>Cu>Zn olduğu belirlenmiştir. Ağır metal konsantrasyonu en fazla Gavur Gölü, ve en az Gölbaşı Gölleri sulak alanı topraklarında bulunmuştur. Elde edilen bulgular ile izin verilebilir sınır değerler

karşılaştırıldığında araştırma alanı topraklarında Cu ve Zn miktarları izin verilen sınır değerlerden düşük iken Cr ve Ni miktarının özellikle göl ana materyali üzerinde oluşan topraklarda daha fazla olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, Cr ve Ni konsantrasyonunun kireçtaşı, serpantin ve bazalt ana materyalinden ve jeolojik yapıdan meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca kurutulmuş tarım arazilerine dönüştürülen sulak alan topraklarında gübreler ve tarım zararlıları için kullanılan pestisitler tarım müdürlükleri kontrolünde olmalıdır. Yasal avcılarının kullandığı ağır metal içeren fişeklerin kullanmaması sağlanmalı, kullanıldığında derhal ortamdan temizlenmelidir. Önlemler alınmadığı takdirde göllerdeki ağır metal konsantrasyonu artacak, göllerde yapılan avcılık ve toprakta yapılan tarımsal faaliyetler sayesinde besin zinciri ile ağır metaller insan sağlığında ciddi sorunlara yol açabilecektir.

## Teşekkür ve Bilgilendirme

Bu çalışmada, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen 2013/2-32 D nolu projedeki toprak örnekleri kullanılmıştır.

## Çıkar İlişkisi

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

## Kaynaklar

- Abacı Bayan AA. 2016. Doğu Akdeniz Bölgesinde yer alan sulak alanlarda oluşan toprakların özellikleri, verimlilik düzeyleri ve sorunları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim dalı, Doktora tezi.
- Achiba WB, Lakhdar A, Gabteni N, Laing GD, Verloo M, Boeckx P, Cleemput OV, Jedidi N, Gallali T. 2010. Accumulation and fractionation of trace metals in a Tunisian calcareous soil amended with farmyard manure and municipal solid waste compost. *J Hazard Material*, 176: 99-108.
- Adiloğlu A, Adiloğlu S, Bellitürk K, Karakaş Ö, Sümer A, Gönülsüz E, Sarı H. 2011. Tekirdağ ili Kıyı şeridi Topraklarında Ağır Metal Kirliliği. Kıyı Bölgelerinde Çevre Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, 17-20 Kasım, Tekirdağ.
- Adiloğlu S. 2013. Tekirdağ ilinde Otoban Kenarlarında Bulunan Tarım Arazilerinde Bazı Ağır Metallerin Kirliliğinin Araştırılması. Doktora Tezi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 142 s.
- Akdemir İO. 2004. Gölbaşı İlçesi'nin (Adıyaman) Beşeri ve İktisadi Coğrafyası, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Elazığ.
- Altun Gül S. 2010. Denizli-Çivril Organik topraklarının tarımsal kullanım potansiyelinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Anonim. 2001. Toprak kirliliğinin kontrolü yönetmeliği. Resmi Gazete: 10.12.2001, sayı: 24609.
- Aydinalp C, Cresser MS. 2003. The background levels of heavy metals in vertisols under Mediterranean type of climate in the Region of Turkey. *J Central Europ Agri*, 4(49): 289-296.
- Bağcı U. 2013. The geochemistry and petrology of the ophiolitic

- rocks from the Kahramanmaraş Region, Southern Turkey. *Turkish J Earth Sci*, 22(4):536-562
- Bai J, Xiao R, Cui B, Zhang K, Wang Q, Liu X, Gao H, Huang L. 2011. Assessment of heavy metal pollution in wetland soils from the young and old reclaimed regions in the Pearl River Estuary, South China. *Environ Pollut*, 159: 817-824.
- Bai J, Yang Z, Cui B, Gao H, Ding Q. 2010. Some heavy metals distribution in wetland soils under different land use types along a typical plateau lake, China. *Soil & Tillage Research* 106: 344-348.
- Bowen HJM. 1966. Trace element in biochemistry. Academic Press, London.
- Dold B, Fontbote L. 2001. Element cycling and secondary mineralogy in porphyry copper tailings as a function of climate, primary mineralogy, and mineral processing. *J Geochem Explor*, 74: 3-55.
- Dou Y, Li J, Zhao J, Hu B, Yang S. 2013. Distribution, enrichment and source of heavy metals in surface sediments of the Eastern Beibu Bay, South China Sea. *Marine Pollut Bull*, 67: 137-145.
- Dökmeci AH. 2005. Gala Gölü ve gölü besleyen su kaynaklarında ağır metal kirliliğinin araştırılması. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne.
- Favas PJC, Pratas J, Elisa M, Gomes P. 2011. V. Cala, Selective chemical extraction of heavy metals in tailings and soils contaminated by mining activity: Environmental implications. *J Geochem Explor*, 111: 160-171.
- Gavrilescu M. 2004. Removal of Heavy Metals from Environment by Biosorption, Eng. Life Sci. 3: 219-232.
- Gürbüz M, Korkmaz H, Gündoğan R, Dığrak M. 2003. Gavur gölü bataklığı, coğrafi özellikleri ve rehabilitasyon planı. Kahramanmaraş Valiliği İl Çevre Müdürlüğü Yayınları No:1, Kahramanmaraş. 137s.
- Huang H, Chen X. 2006. The planning for Pearl River Estuary mudflat protection and development. In: Society, C.H.E. (Ed.), Beach Utilization and Ecological Protection. China Water Power Press, Beijing, pp: 101-106.
- Jackson ML. 1969. Soil chemical analysis. Advanced Course. 2nd ed. Published by the Author, University of Wisconsin, Madison, 895s.
- Kabata-Pendias A, Mukherjee AB. 2007. Trace Elements from Soil to Human. Berlin: Springer-Verlag.
- Kalbitz K, Wennrich R. 1998. Mobilization of heavy metals and arsenic in polluted wetland soils and its dependence on dissolved organic matter. *Sci Total Envir*, 209: 27-39.
- Kızılkaya R, Karaca A, Arcak S. 1997. Samsun yöresi topraklarında Zn/Cd oranı ve bu oran ile İz Element ve Ağır Metaller (Fe, Cu, Mn, Pb, Ni) Arasındaki İlişkiler. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997. Eskişehir, 501-509.
- Long XX, Yang XE, Ni WZ. 2002. Current Status and perspective on phytoremediation of heavy metal polluted soils, *J Applied Ecol*, 13: 757-762.
- Meşeli A. 2010. İznik Gölü Havzasında Çevre Sorunları. Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 14: 134-148.
- Morton-Bermea O, Álvarez EH, Gaso I, Segovia N. 2002. Heavy Metal concentrations in surface soils from Mexico city. *Bull Environ Contam Toxicol*, 68: 383-388.
- Okcu M, Tozlu E, Kumlay AM, Pehlivan M. 2009. Effects of heavy metals on plants. *Buyer's Rev*, 17(B): 14-26.
- Onder S, Dursun S, Gezgin S, Demirbas A. 2007. Determination of heavy metal pollution in grass and soil of city centre green areas (Konya, Turkey). *Polish J Environ Stud* 16(1): 145-154.
- Orman S, Ok H, Kaplan M. 2014. Application of sewage sludge for growing alfalfa, its effects on the macro-micronutrient concentration, heavy metal accumulation, and translocation.

- Ekol, 23(90): 10-19.
- Seven T, Can B, Darende BN, Ocak S. 2018. Hava ve toprakta ağır metal kirliliği. *Ulusal Çevre Bilim Araş Derg*, 1(2): 91-103.
- SPSS (Statistical Package for the Social Sciences for Windows). 1999. Spps Inc., Chicago, Illinois, USA.
- Sümer A, Adiloglu S, Çetinkaya O, Adiloğlu A, Sungur A, Akbulak C. 2013. Karamenderes havzası topraklarında bazı ağır metallerin (Cr, Ni, Pb) kirliliğinin araştırılması. *J Tekirdag Agri Fac*, 10(1): 83-89.
- Tarım ve Köy işleri Bakanlığı. 2004. İl tarım ve kırsal kalkınma master planlarının hazırlanmasına destek projesi, Adıyaman. Tarım Master Planı, Aralık.
- Tok H. 1997. Çevre Kirliliği. Anadolu Matbaası, İstanbul. pp: 404.
- Tuna H. 2001. Bozüyük yöresinde endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan ağır metallerin bitki ve topraktaki birikimi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Müh. Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Varnacı F. 2008. Kurutulan Amik Gölü'nün yöresel ekosistem üzerindeki etkileri, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir.
- Zor M. 2000. Amik ovası tabanının ortamında meydana gelen değişiklikler. Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.