



MAKÜ FEBED
ISSN Online: 1309-2243
<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/makufebed>

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 7(2): 144-156 (2016)
The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University 7(2): 144-156 (2016)

Araştırma Makalesi / Research Paper

Burdur Göl Suyu ve Çamurunda Metal Tayini

Yasin ARSLAN¹, Diğdem TRAK¹, Ummahan BULGÖK², Samet BODUR²
Ayşenur AKAGÜNDÜZ², Erdal KENDÜZLER^{1*}

¹ Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Burdur
² Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Burdur

Geliş Tarihi (Received): 13.06.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 01.07.2016
✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author)*: kenduzler@mehmetakif.edu.tr
☎ +90 248 2133022 📠 +90 248 2133099

ÖZ

Bu çalışmada, Burdur Göl suyu ve çamurunda bazı ağır ve major metallerin (Cd, Pb, Cu, Sb, Hg, Mn, Mg, Ca, K ve Na) tayini atomik absorpsiyon spektrometre (AAS) ile gerçekleştirilmiştir. AAS tekniği ile örneklerin kantitatif analizinde kalibrasyon yöntemi kullanılmıştır. Örneklerde bulunan metallerin derişimlerini tespit etmek için 3 farklı ölçüm yapılmış ve sonuçlar %95 güven seviyesinde verilmiştir. Yöntemin doğruluğunu belirlemek için "Montana Soil, 2710" standart referans maddesi kullanılmıştır. Elde edilen değerlerin referans madde ile uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Burdur Gölü, metal, atomik absorpsiyon spektrometre, su, çamur

Determination of Metals in Burdur Lake Water and Its Sediment

ABSTRACT

In this study, some heavy and major metals (Cd, Pb, Cu, Sb, Hg, Mn, Mg, Ca, K ve Na) in the Burdur Lake water and its sediment were determined by atomic absorption spectrometry (AAS). The calibration method was used for the quantitative analysis of the samples. Three different measurements were applied to determine the concentration of the metals and the results are given at 95% of confidence level. In order to check the accuracy of method, the standard reference material, "Montana Soil, 2710" was used. The good accuracy of method was obtained based on the found and certified values of standard reference material.

Keywords: Burdur Lake, metal, atomic absorption spectrometry, water, sediment

GİRİŞ

Burdur Gölü, kuzey-doğu, güney-batı yönünde uzanır ve elips şeklindedir. Gölün uzunluğu 35 km, genişliği ise yaklaşık 8,7 km'dir. Burdur Havzası'nın en alçak yerini oluşturan Burdur Gölünün deniz seviyesinden yüksekliği 844 m'dir (Gül ve ark., 2015). Burdur Gölü, Türkiye Göller Bölgesi'nin en büyük göllerinden birisidir. Bu göl, kuşlar için önemli bir konaklama merkezidir. Bu nedenle Türkiye'nin 13 Ramsar

alanından (uluslararası öneme sahip sulak alan) biri olarak tescillenmiştir. Buna ek olarak Yaban Hayatı Geliştirme Sahası statüsüne de sahiptir. Burdur Gölü, küresel ölçekte nesli tehlike altında bir ördek türü olan dikkuyruğun (*Oxyura leucocephala*) yakın zamana kadar dünya popülasyonunun çok büyük bir kısmının kışladığı alanıdır. Ayrıca gölde, tuzlu suya uyum sağlamış endemik balık türleri de yaşamaktadır. Burdur Gölü, fazla değişiklik göstermeyen bir su seviyesine sahip iken 1987 yılından itibaren sürekli su kaybetmeye başlamıştır.

1987'den günümüze dek hacminin yaklaşık $\frac{1}{4}$ 'ünü kaybetmiştir. Bu süreç içinde göl seviyesindeki alçalma 9,5 metredir. Gölün kapladığı alan, 1987'de 203 km² iken 2010 da gölün alanı 146 km² ve gölün maksimum derinliği ise 61 metredir (Ataol, 2010).

Burdur Şeker Fabrikası göle en fazla atık karışmasına neden olan kuruluş olarak kabul edilmektedir. 214 L/s olan atık miktarı ile göl suyunun asitlik derecesinin artmasına neden olmaktadır. Ayrıca, kanalizasyon atıklarının, gölü kirletmesinin önlenmesi için yapımı tamamlanan Burdur Atık Su Arıtma Tesisinin tam kapasite çalıştırılmaması da Burdur Gölü için tehlike oluşturmaktadır. Gölü besleyen akarsuların üzerine barajlar inşa edilmesi, kent alanının genişlemesi, Burdur Gölüne yakın mesafede bulunan Süleyman Demirel Havalimanı ve Isparta Organize Sanayi, Burdur Gölünün kirlenmesine neden olan diğer etmenlerdir. Ayrıca kontrolsüz biçimde yürütülen mermer ocakları ve tarımsal faaliyetler de Burdur Gölünü kirletmektedir (Kaya ve ark., 2015).

Son yıllarda teknolojinin ilerlemesi neticesinde, nehir ve göllerde kirlilikler artmakta buna bağlı olarak da sucul ortamda yaşayan canlı organizmalar etkilenmektedir (Kır ve ark., 2007). Ağır metaller beslenme zincirinde yer alarak insan vücudunda da birikebilir ve sinir, bağışıklık ve üreme sistemleri üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilir (Chaiyo et al., 2016). Sonuç olarak göllerdeki ağır metallerin belirlenmesi, çevre ve insan sağlığı hakkında bilgi edinilmesine imkan sağlar.

Bakır (Cu)

Cu, birçok enzimin bileşenidir ve demirin metabolizmada kullanılması için de gerekli bir metaldir. Akut Cu zehirlenmesi, Cu ile kirlenmiş gıdaların, kaza veya bilerek bakır tuzlarının vücuda girmesiyle oluşur ve karın ağrısı, ishal, baş ağrısı, baş dönmesi ağızda metalik tat oluşumu gibi belirtileri vardır. Fazla miktarda bakıra maruz kalınması sonucunda gastrointestinal kanama, damar içi hemoliz, koma ve ölümler meydana gelebilmektedir (Bradberry, 2016).

Kurşun (Pb)

Pb, insan üzerinde ciddi olumsuz etkileri bulunan bir metaldir. Bu metal çevrede her yerde bulunabilir, hava, su ve yiyecekler ile insan vücuduna girebilir. Pb, kanserojen olarak kabul edilir. Kurşunun, merkezi sinir sistemi, periferik, hematopoetik sistem, böbrekler ve üreme sistemi üzerinde etkileri vardır. Düşük derişimlerde ve kısa süre maruz kalma durumlarında

bile hücre anormallikleri ve ölümlerin meydana gelebileceği bilimsel çalışmalarda bildirilmiştir (Banijamali et al., 2016)

Kadmiyum (Cd)

Cd, bilinen en zehirli metallerden birisidir. Uzun süre maruz kalınması neticesinde böbrek, karaciğer, akciğerler, kemikler ve kan hücrelerine zarar verdiği bilinmektedir. Yer kabuğu ve topraktan doğal maruziyetin yanı sıra, boya, alaşım, elektrik pilleri ve yarı iletkenlerin oluşturulması gibi çok çeşitli alanlarda uygulaması vardır. Bu yüzden çeşitli çevre örneklerindeki Cd miktarlarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Rezvani and Soleymanpour, 2016).

Cıva (Hg)

Hg, en zararlı ağır metallerden birisidir. Hg, plastik, kağıt, boya ve eczacılık ürünleri gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Böbrek, karaciğer ve nörolojik hasarları, doğum kusurları gibi çeşitli olumsuz etkileri vardır (Es'haghi et al., 2016) .

Antimon (Sb)

Sb, çevrede her yerde bulunabilen ve çevrede birikimi gittikçe artan zehirli bir metaldir. Sb, farmasötik ürünlerde, alaşımlarda, seramiklerde, yarıiletken ve boyar maddelerde olmak üzere çeşitli kullanım alanları vardır. Uluslararası Kanseri Araştırmaları Ajansı, deney hayvanlarında yapılan çalışmalarda antimonun kanserojen bir metal olduğunu bildirmiştir. Antimona aşırı maruz kalındığında solunum yolları tahrişi, dermatit, gastrit, akciğer, kalp, böbrek ve hücrel hasarı gibi çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir (Wen and Zhu, 2013).

Magnezyum (Mg)

Mg, dünyada en çok bulunan sekizinci elementtir. Vücuttaki çeşitli biyokimyasal tepkimeleri düzenleyen 300'den fazla enzim sistemlerin de kofaktördür. Çevre, biyolojik ve endüstriyel uygulamalarda Mg tayini büyük önem taşır. (Shokrollahi et al., 2016).

Mangan (Mn)

Mn, çay, pirinç, soya fasulyesi, yumurta ve fındık gibi çeşitli gıda maddelerinde bulunabilen gerekli bir eser elementtir. Yumuşakçalar ve sünger gibi bazı organizmalarda Mn birikebilir. Mn, birçok enzimin düzgün bir şekilde çalışabilmesi için gerekli bir metaldir. Ayrıca, beyin, sinir sistemi ve normal kemik büyüme fonksiyonu için gerekli mikro-besin maddesidir. Diğer gerekli metaller gibi Mn da vücuda eksik ya da fazla alındığında bazı

olumsuz etkileri vardır. Vücuda fazla miktarda alındığında, baş ağrısı, uyku hali ve psikotik davranışlar meydana gelebilmektedir (Gouda, 2014).

Kalsiyum (Ca)

Ca, insan vücudunda en fazla bulunan mineraldir. Ca, kemik büyümesi, kan pıhtılaşması, sinir iletimi, kas kasılması ve kalp fonksiyonları için önemlidir. Ca ve tuzları gıda endüstrisinde kullanılan çok önemli bir mineraldir. Kalsiyum karbonat ve kalsiyum sitrat, besin değerini arttırmak amacıyla gıdalara ilave edilen temel kalsiyum tuzlarıdır (Akyılmaz and Kozgus, 2009). Yeterli kalsiyum alımında osteoporoz riski, hipertansiyon, kolon kanseri, böbrek taşları oluşumunun azaldığı da belirlenmiştir (Chumbimuni-Torres and Kubota, 2006).

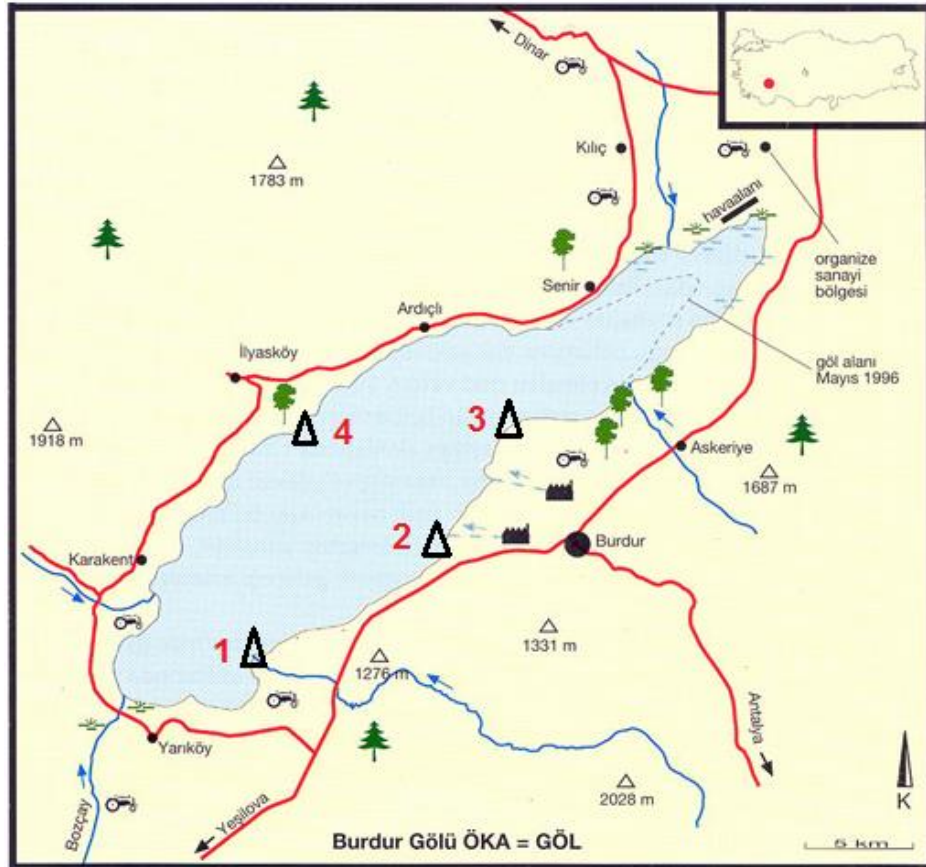
Potasyum (K)

K, vücut için gerekli makro minerallerden (kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, potasyum, klor, ve sülfür) birisidir (Maiti et al., 2013). K, kas kasılmasını önlenmesi, hormon salgılanması, enzim aktivasyonu, pH dengesi ve kan basıncının düzenlenmesi gibi çeşitli olaylarda önemli rol oynar. Kandaki K, 3,8- 5,4 mmol L⁻¹'dir. Fazla miktarda vücuda alınmasında ise diyabet, kardiyovasküler ve böbrek problemleri, Addison hastalığı, yüksek tansiyon ve felç gibi birçok hastalığa neden olabilir (Jarczewska et al., 2016).

MATERYAL VE YÖNTEM

Burdur Göl suyu ve çamurunun toplanması

Yapılan plan çerçevesinde ilk olarak saha araştırması yapılmış ve Burdur Gölünün hangi bölgelerinden araştırma için örnek toplanacağı belirlenmiştir. Toplanan örneklerin yerleri Şekil 1'de Δ ile gösterilmiştir.



Şekil 1. Burdur Gölünden alınan su ve çamur örneklerinin yerleri (www.gateofturkey.com)

Burdur Göl suyu ve çamuru Burdur Gölünün 4 farklı yerinden toplanmıştır. Göl suyu örnekleri göl kıyısından 1 metre içeriden gölün yüzey kısmından, göl

çamuru örnekleri de toplanan suyun dip kısmından alınmıştır. Toplanan her bir örnek ayrı ayrı steril polietilen kaplara konulmuştur. Toplanan göl suyu örnekleri HNO₃

(nitrik asit) ile asitlendirilerek pH'si yaklaşık 2'ye ayarlanmıştır. Böylece göl suyu içindeki metallere bazik ortamda hidroksitleri olarak çökmesini engellenmiştir.

Burdur Göl suyu ve çamurunun analize hazırlanması

Asitlendirilmiş göl suyu örnekleri Munktell marka (çap: 125 mm) süzgeç kağıdından süzülerek analize hazır hale getirilmiştir. Çamur örnekleri ise oda koşullarında 15 gün kurutulmuştur. Kurutulan bu örneklerden yaklaşık olarak 0,5 gram tartıldıktan sonra teflon kaplara konulmuştur. Örnekler üzerine 2 mL deiyonize su, 3 mL derişik HNO₃ (nitrik asit), 3 mL derişik HCl (hidroklorik asit) ve 2 mL derişik HF (hidroflorik asit) eklenmiştir. Teflon kap içeriği ile birlikte, CEM marka MARS-6, 240-50 model mikrodalga çözme sistemine yerleştirilmiştir. Cihaz 1800 Watt güçle çalıştırılmış ve toplam 45 dakika çözme işlemi gerçekleştirilmiştir. İlk 15 dakika sıcaklık oda koşullarından 200°C'a çıkarılmıştır. Sıcaklık 200°C'da 15 dakika sabit tutulmuş ve son 15 dakika da ise teflon kap ve içeriğinin soğuması gerçekleştirilmiştir. Çözülen toprak örnekleri kapaklı polietilen kaplar içerisine alınmış ve son hacimleri 10 mL'ye tamamlanmıştır. Analize hazır hale getirilen göl suyu ve çamur örnekleri, analiz edilinceye kadar buzdolabında +4 °C'da muhafaza edilmiştir. Bazı metallere derişimleri çalışılan doğrusal aralığın üstünde kaldığından, bu metallere tayininden çözümlere gerekli seyreltme işlemleri yapılmıştır.

Analizlerin doğruluğunu belirlemek için standart referans madde (Montana soil, 2710) analizi de gerçekleştirilmiştir. Standart referans madde, yaklaşık olarak 20 mg tartıldıktan sonra üzerine 3 mL deiyonize su ve 3 mL derişik HNO₃ karışımı eklenmiş ve standart referans maddenin mikrodalga çözme sisteminde çözünürleştirilmesi yukarıda anlatıldığı gibi gerçekleştirilmiştir.

Burdur Göl suyu ve çamurlarının analizi

Burdur Göl suyu ve çamurları analize hazırlandıktan sonra, bu örneklerde Cd, Pb, Cu, Mn, Mg, Sb, Hg, Ca, K ve Na tayini AAS (ATI UNICAM 939 model) ile gerçekleştirilmiştir. Çalışılan elementin duyarlılığına göre, 0,5 ile 40 mg/L derişimleri arasında, çalışılan

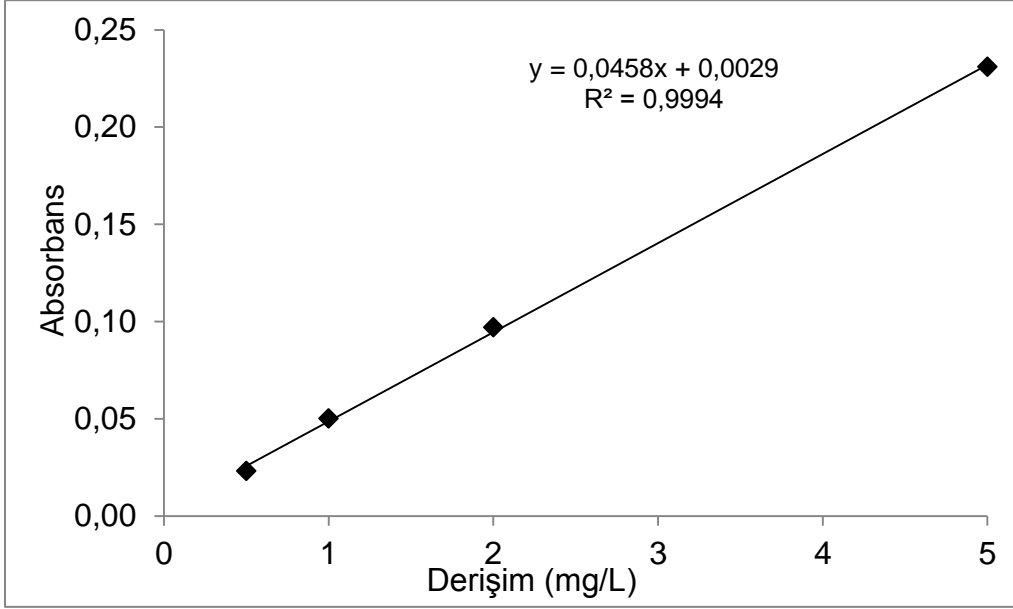
elementin standart çözümleri 1 mol/L HNO₃ ortamında hazırlanmış ve çözümlerin absorpsiyon değerleri okunmuştur. Örnekler içerisindeki ağır metallere derişimlerini tespit etmek için her bir su ve çamur örneklerinde 3 farklı ölçüm alınmıştır. Ayrıca, standart referans madde de (Montana soil, 2710) Pb tayini gerçekleştirilmiştir. Bu analizde de Pb standartları FAAS'de okutulduktan sonra kalibrasyon grafiği çizilmiş ve standart referans maddedeki Pb derişimi belirlenmiştir. Veriler ışığında sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi ve yorumlanması gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Burdur Göl suyu ve çamur örneklerinde Cd, Pb, Cu, Mn, Mg, Sb, Hg, Ca, K ve Na tayini atomik absorpsiyon spektrometre ile gerçekleştirilmiştir. Çalışılan metallere standart çözümlerinin absorpsiyon değerleri kullanılarak kalibrasyon grafikleri çizilmiş ve bu eğriler Şekil 2-11'de verilmiştir. Bu kalibrasyon grafikleri ile örnekler içerisindeki elementlerin derişimleri hesaplanmıştır. Bulunan sonuçlar Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir. Tablo 1 ve Tablo 2'de de görüldüğü gibi Burdur Göl suyu ve çamurundaki Pb, Hg ve Cd derişimleri, kullanılan alevli atomik absorpsiyon spektrometrenin tayin sınırının altında (tayin sınırları: Cd için 0,5 mg/L; Pb için 0,5 mg/L; Cu için 0,5 mg/L; Mn için 0,5 mg/L; Sb için 2 mg/L; Hg için 10 mg/L) olduğu için tespit edilememiştir. Yapılan deneylerin doğruluğunu tespit etmek için standart referans madde (Montana soil, 2710) kullanılmıştır. Örnek element olarak Pb seçilmiş, FAAS ile tayin edilmiş ve bulunan sonuçlar Tablo 3'de gösterilmiştir. Tablo 3'den anlaşıldığı üzere bulunan değer (5326±426 mg/kg) ile belgeli değer (5532±80 mg/kg) sonuçları %95 güven seviyesinde %4 negatif bağıl hata ile birbirleriyle uyumludur.

Cd tayini

Cd tayininde, 0,5 mg/L ile 5 mg/L arasında farklı derişimlerde Cd standartları ve sonrasında su ve çamur örnekleri FAAS'de okutulmuştur. Tablo 1 ve Tablo 2'de görüldüğü gibi Burdur Göl suyu ve çamur örneklerindeki Cd içeriği 0,5 mg/L'den (cihazın tayin sınırı) düşüktür. Cd standartları ile elde edilen kalibrasyon grafiği Şekil 2'de gösterilmiştir.

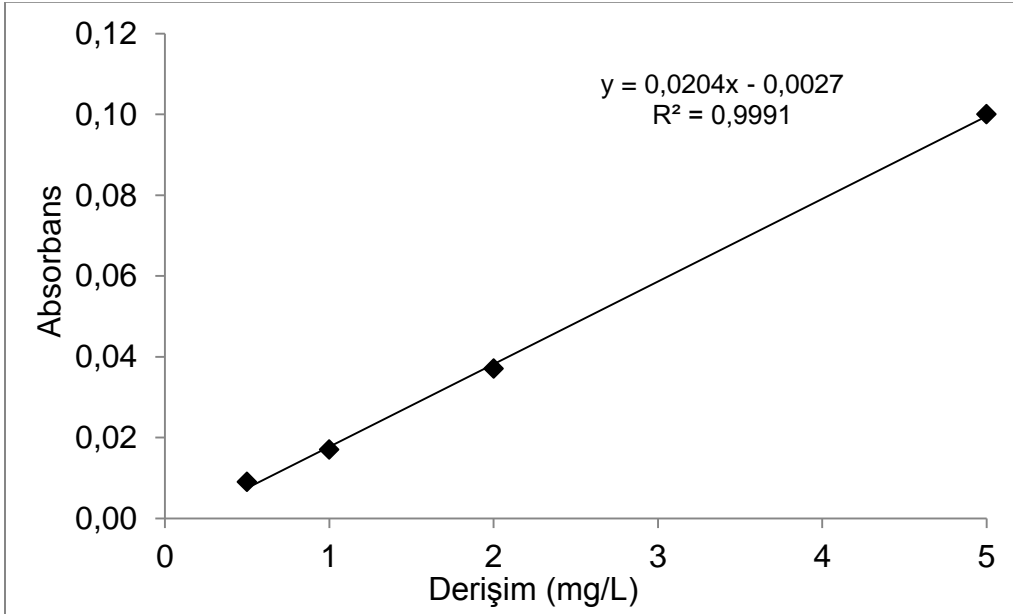


Şekil 2. Cd için FAAS'de kalibrasyon grafiği

Pb tayini

Burdur Göl su ve çamur örneklerinde FAAS'de Pb tayini için 0,5 mg/L ile 5 mg/L derişimleri arasında Pb stan-

dartları hazırlanmış ve standartların absorbans değerleri ile Şekil 3'de gösterilen kalibrasyon grafiği elde edilmiştir. Burdur Göl su ve çamur örneklerindeki Pb miktarı 0,5 mg/L'den (cihazın tayin sınırı) küçüktür.

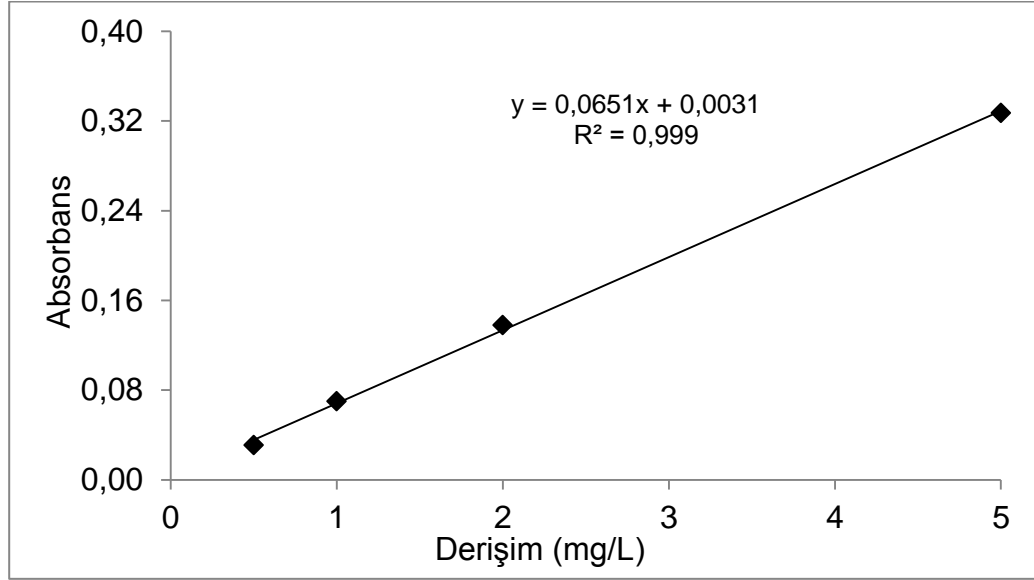


Şekil 3. Pb için FAAS'de kalibrasyon grafiği

Cu tayini

0,5 mg/L ile 5 mg/L derişimleri arasında Cu standartlarıyla FAAS'de elde edilen kalibrasyon grafiği

Şekil 4'te gösterilmiştir. Burdur Göl suyunda Cu, 0,5 mg/L'den (cihazın tayin sınırı) düşük olmakla birlikte Burdur Göl çamurunda tespit edilen değerler Tablo 2'de gösterilmiştir.

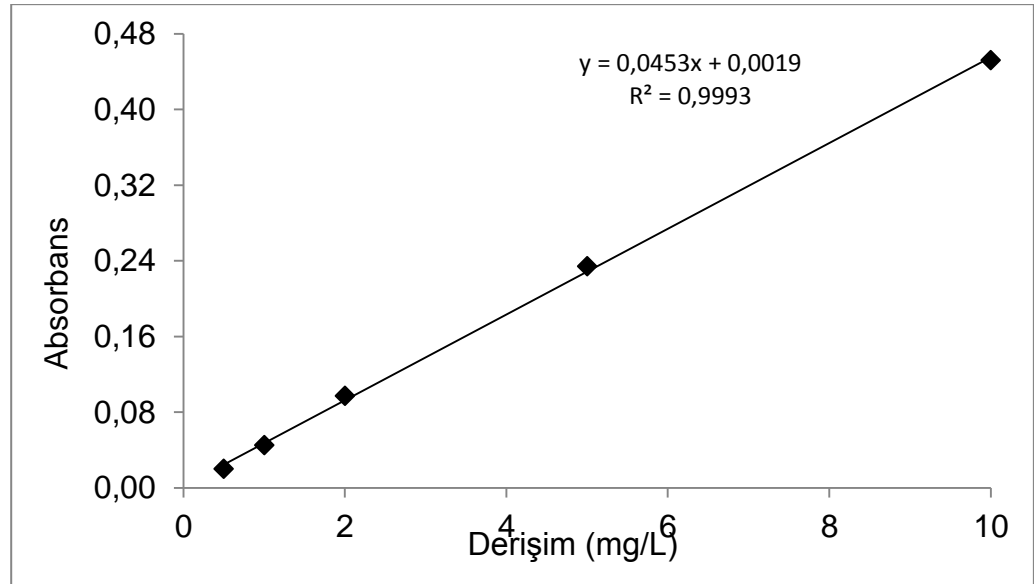


Şekil 4. Cu için FAAS'de kalibrasyon grafiği

Mn tayini

Burdur Göl suyu ve çamurunda Mn tayini için 0,5 mg/L ile 10 mg/L derişimleri arasında Mn standartları hazır-

lanmış ve FAAS'de absorbans değerleri ölçülmüştür. Bu değerlerle elde edilen kalibrasyon grafiği Şekil 5'te gösterilmiştir. Burdur Gölü suyu ve çamurundaki Mn içerikleri sırasıyla Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir.

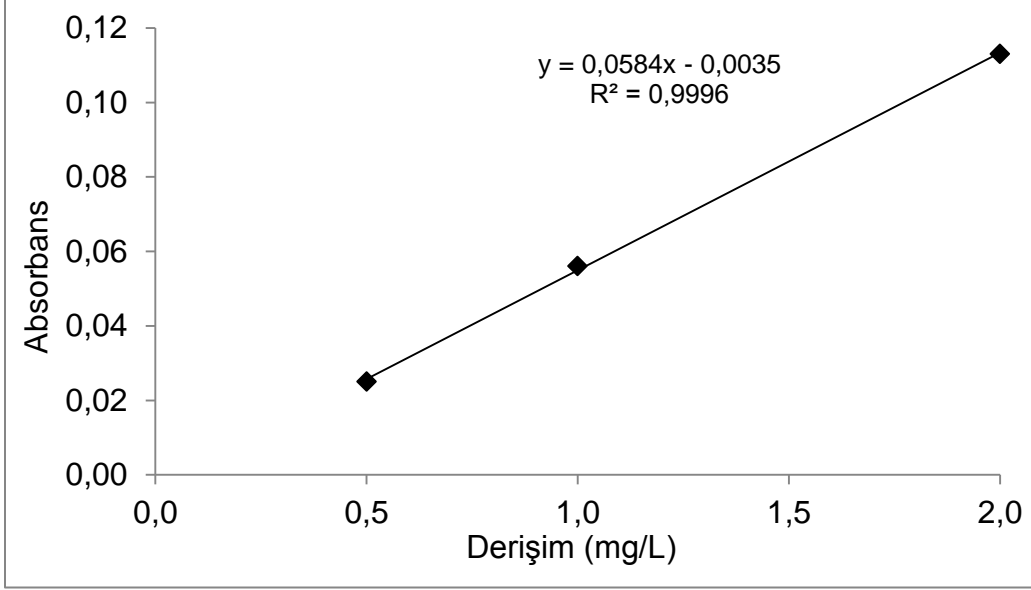


Şekil 5. Mn için FAAS'de kalibrasyon grafiği

Mg tayini

Mg tayini için, 0,5 mg/L ile 2 mg/L derişimleri arasında standart çözeltiler hazırlanmış ve FAAS ile analizinden

elde edilen kalibrasyon grafiğı Şekil 6'da gösterilmiştir. Burdur Göl suyu ve çamurunda elde edilen Mg miktarları sırasıyla Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

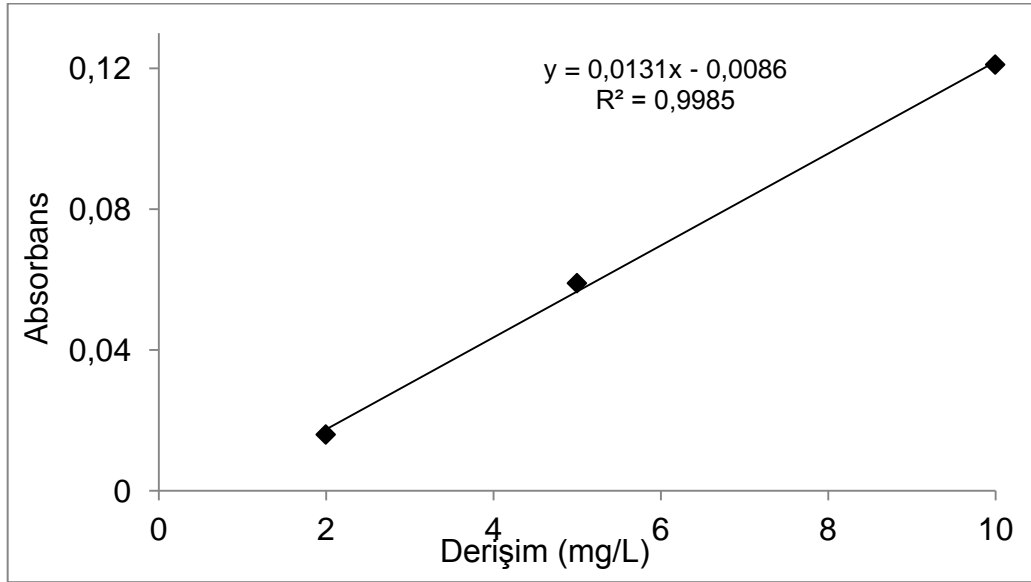


Şekil 6. Mg için FAAS'de kalibrasyon grafiğı

Sb tayini

2 mg/L ve 10 mg/L derişimleri arasında Sb standartları FAAS'de analiz edilmiş ve bu değerlerle elde edilen

kalibrasyon grafiğı Şekil 7'de verilmiştir. Burdur Göl suyu ve çamurlarındaki Sb miktarı 2 mg/L'den (cihazın tayin sınırı) küçüktür.

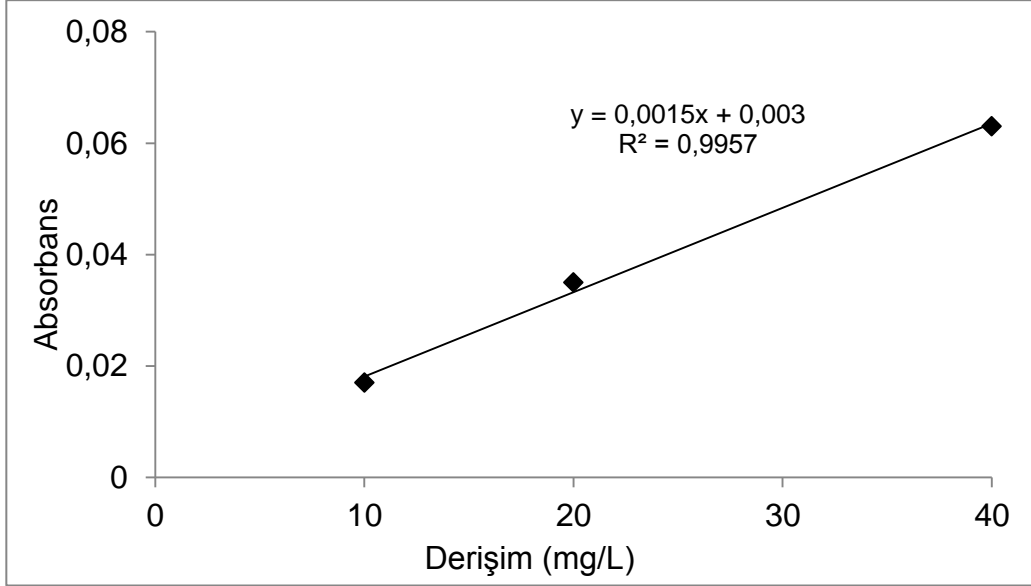


Şekil 7. Sb için FAAS'de kalibrasyon grafiğı

Hg tayini

FAAS'de Hg tayini için, 10 mg/L ile 40 mg/L derişimleri arasında standartlar hazırlanmış ve bu standartların

absorbans değerleriyle çizilen kalibrasyon grafiği Şekil 8'de gösterilmiştir. Burdur Göl suyu ve çamur örneklerindeki Hg miktarı 10 mg/L'den (cihazın tayin sınırı) düşüktür.

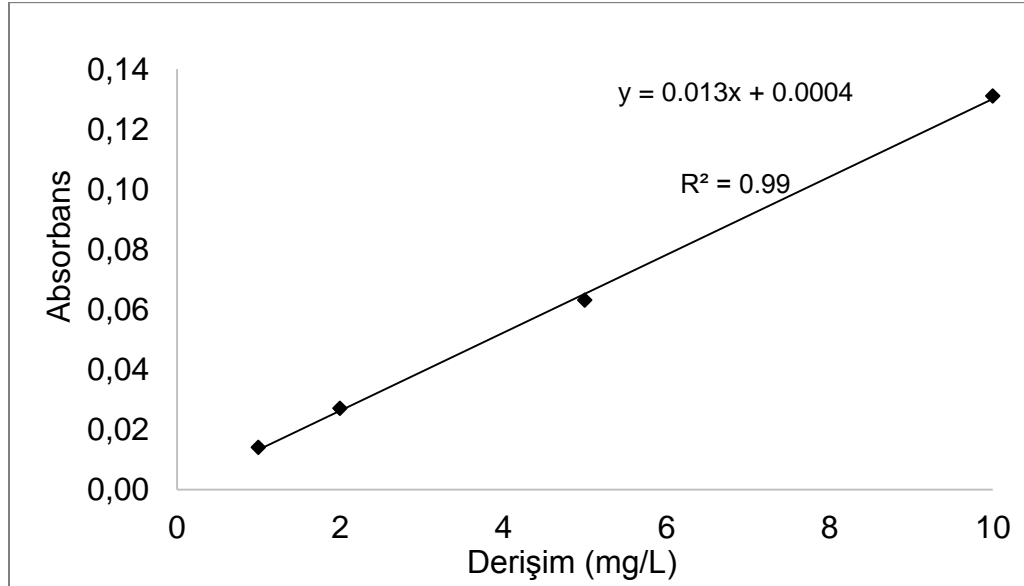


Şekil 8. Hg için FAAS'de kalibrasyon grafiği

Ca tayini

1 mg/L ile 10 mg/L derişimleri arasında hazırlanan Ca standartları ile FAAS'de elde edilen kalibrasyon grafiği

Şekil 9'da gösterilmiştir. Burdur Göl su ve çamur örneklerindeki Ca miktarı sırasıyla Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

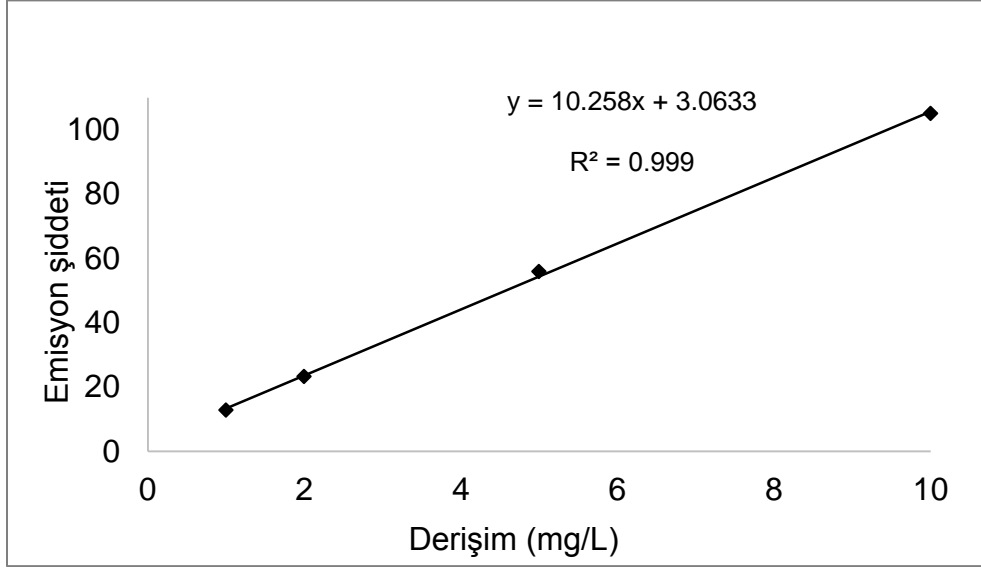


Şekil 9. Ca için FAAS'de kalibrasyon grafiği

K tayini

1 mg/L ile 10 mg/L derişimleri arasında K standartları AAS cihazının emisyon modunda analiz edilmiş ve elde edilen değerlerle oluşturulmuş kalibrasyon grafiğı Şekil

10'da gösterilmiştir. Burdur Göl suyu ve çamurundaki K miktarları sırasıyla Tablo 1 ve 2'de gösterilmiştir.

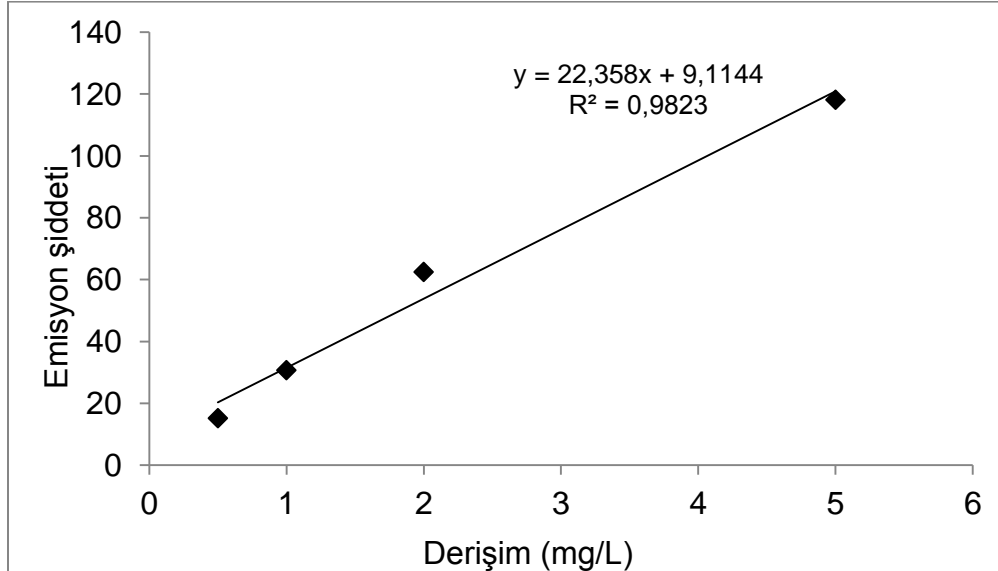


Şekil 10. K için kalibrasyon grafiğı

Na tayini

0,5 mg/L ile 5 mg/L derişimleri arasındaki Na standartları cihazın emisyon modunda analiz edilmiş ve elde edilen

kalibrasyon grafiğı Şekil 11'de gösterilmiştir. Burdur Göl suyu ve çamurundaki Na derişimi ise sırasıyla Tablo 1 ve 2'de gösterilmiştir.



Şekil 11. Na için kalibrasyon grafiğı

Tablo 1. Burdur Göl suyu metal derişimi, $\left(\bar{x} \pm \frac{ts}{\sqrt{N}}\right)$

| Elementler (mg/L) | Örnek 1 | Örnek 2 | Örnek 3 | Örnek 4 |
|-------------------|----------|----------|---------|---------|
| Cd | T.E.* | T.E. | T.E. | T.E. |
| Pb | T.E. | T.E. | T.E. | T.E. |
| Cu | T.E. | T.E. | T.E. | T.E. |
| Mn | T.E. | T.E. | T.E. | T.E. |
| Mg | 1367±24 | 1361±42 | 1270±24 | 1470±49 |
| Sb | T.E. | T.E. | T.E. | T.E. |
| Hg | T.E. | T.E. | T.E. | T.E. |
| Ca | 17,7±0,2 | 18,8±0,2 | 23±0,2 | 23±0,2 |
| K | 102±1 | 106±1 | 105±2 | 82±5 |
| Na | 2657±5 | 2785±9 | 2602±9 | 2825±5 |

* T.E.: Tayin edilemedi. Tayin sınırları: Cd için 0,5 mg/L; Pb için 0,5 mg/L; Cu için 0,5 mg/L; Mn için 0,5 mg/L; Sb için 2 mg/L; Hg için 10 mg/L.

Tablo 2. Burdur Göl çamuru metal derişimi, $\left(\bar{x} \pm \frac{ts}{\sqrt{N}}\right)$

| Elementler (mg/kg) | Örnek 1 | Örnek 2 | Örnek 3 | Örnek 4 |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|
| Cd | T.E.* | T.E. | T.E. | T.E. |
| Pb | T.E. | < T.S. | T.E. | T.E. |
| Cu | 6,4±0,4 | 6,9±0,4 | 6,8±0,8 | 5,3±0,5 |
| Mn | 184±8 | 139±3 | 217±10 | 106±6 |
| Mg | 13129±82 | 8022±109 | 9153±112 | 9964±113 |
| Sb | T.E. | T.E. | T.E. | T.E. |
| Hg | T.E. | T.E. | T.E. | T.E. |
| Ca | 885±20 | 1801±30 | 1745±42 | 1933±49 |
| K | 242±2 | 370±7 | 648±5 | 413±5 |
| Na | 275±5 | 292±3 | 453±5 | 628±10 |

* T.E.: Tayin edilemedi. Tayin sınırları: Cd için 0,5 mg/L; Pb için 0,5 mg/L; Sb için 2 mg/L; Hg için 10 mg/L.

Tablo 3. Standart referans madde de Pb tayini $\left(\bar{x} \pm \frac{ts}{\sqrt{N}}\right)$

| Standart referans madde | Bulunan değer mg/kg | Belgeli değer mg/kg | Bağıl hata % |
|-------------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| Montana soil (2710) | 5326±426 | 5532±80 | -4 |

SONUÇLAR

Bu çalışmada, Burdur Göl suyu ve çamur örneklerinde Cd, Pb, Cu, Mn, Mg, Sb, Hg, Ca, K ve Na tayini atomik absorpsiyon spektrometre ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler, literatürle uyumludur. M. Vemic et al., Balkan yarımadasında bulunan Skadar Göl'ünde yaptıkları bir çalışmada iki farklı zamanda on farklı yerden toplanmış çamur örneklerinde Mg ve diğer başka elementlerin tayinini gerçekleştirmiştir. Elde edilen ortalama değerler Tablo 4'te gösterilmiştir (Vemic et al., 2014). Başka bir çalışmada Özmen et al., Hazar Göl'ünün farklı derinliklerinden örnek toplamış ve bu örneklerde bazı elementlerin tayinini gerçekleştirmiştir

(Özmen et al., 2004). Elde edilen değerler Tablo 5'te verilmiştir. Tablo 6'da toprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan standart değerler verilmiştir (Aksu, 2008). Bu çalışmada elde edilen sonuçların Tablo 6'da verilen değerlerle kıyaslanması ise Tablo 7'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre Burdur Göl çamuru değerlendirildiğinde tüm örneklerde Mg miktarı çok fazladır. 1 ve 3 numaralı yerlerden alınan örneklerdeki mangan derişimleri Tablo 6'ya göre yüksektir. K ise 3. ve 4. örnekte fazla çıkmıştır. Burdur Göl suyu ise Türk Standartlarının (TSE-266) belirlediği değerlerle (Tablo 8) kıyaslandığında Ca, Mn ve Cu miktarı verilen sınır değerinden altındayken Mg, K ve Na miktarları belirlenen değerlerden fazladır.

Tablo 4. Skadar Göl'ünde metal tayin sonuçları (Vemic et al., 2014)

| Örnekleme | K (g/kg) | Mg (g/kg) | Cu(mg/kg) | Mn(mg/kg) |
|------------------|------------|------------|------------|------------|
| İlk örnekleme | 11,13±3,36 | 11,68±3,63 | 21,11±6,21 | 392,40±147 |
| İkinci örnekleme | 13,22±4,71 | 12,34±2,68 | 26,79±7,75 | 529,90±287 |

Tablo 5. Hazar Göl'ünde metal tayin sonuçları (Özmen et al., 2004)

| | Ca (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Cu (mg/kg) | Pb (mg/kg) |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 8 m derinlik 1. site | 235±12 | 13000±922 | 423±36 | 24±2 | T.E.* |
| 8 m derinlik 2. site | 940±91 | 11750±625 | 160±11 | 51±4 | T.E. |
| 11 m derinlik | 4875±139 | 17000±566 | 308±15 | 40±5 | T.E. |

* T.E.: Tayin edilemedi.

Tablo 6. Toprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan standart değerler (Aksu, 2008)

| Besin maddesi | Çok az | Az | Yeterli | Fazla | Çok fazla |
|---------------|--------|----------|-----------|------------|-----------|
| K (mg/kg) | < 50 | 50-140 | 140-370 | 370-1000 | >1000 |
| Ca (mg/kg) | 0-380 | 380-1150 | 1150-3500 | 3500-10000 | >10000 |
| Mg (mg/kg) | 0-50 | 50-160 | 160-480 | 480-1500 | >1500 |
| Mn (mg/kg) | <4 | 4-14 | 14-50 | 50-170 | >170 |
| Cu(mg/kg) | | <0,2 | >0,2 | | |

Tablo 7. Tablo 6'da verilen standart değerlerle Burdur Göl çamurunun kıyaslanması

| | 1. örnek | 2. örnek | 3. örnek | 4. örnek |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| K | Yeterli | Yeterli | Fazla | Fazla |
| Ca | Az | Yeterli | Yeterli | Yeterli |
| Mg | Çok fazla | Çok fazla | Çok fazla | Çok fazla |
| Mn | Çok fazla | Fazla | Çok fazla | Fazla |
| Cu | Yeterli | Yeterli | Yeterli | Yeterli |

Tablo 8. TSE-266 standardına göre sularda izin verilen metal derişimleri (Özmen et al., 2004)

| Na (mg/L) | K(mg/L) | Ca (mg/L) | Mg (mg/L) | Mn | Cu |
|-----------|---------|-----------|-----------|------|----|
| 175 | 12 | 200 | 50 | 0,05 | 3 |

TEŞEKKÜR

Başvuru numarası 1919B011501465 olan bu çalışma, "TÜBİTAK_2209A Üniversite Öğrencileri Yurt İçi/Yurt Dışı Araştırma Projeleri Destekleme Programı" tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Aksu, A. (2008). Ege bölgesinde yaygın bağıcılık yapılan alanlarda tuzluluk, bor toksitesi problemlerinin ve beslenme durumunun belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akyılmaz, E., Kozgus, O. (2009). Determination of calcium in milk and water samples by using catalase enzyme electrode. *Food Chemistry* 115: 347–351.
- Ataol, M. (2010). Burdur Gölünde seviye değişimleri. *Coğrafi Bilimler Dergisi* 8 (1): 77-92.
- Banijamali, M., Rabhani-Chadegani, A., Shahhoseini, M.(2016). Lithium attenuates lead induced toxicity on mouse non-adherentbone marrow cells. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 36: 7–15.
- Bradberry, S., M. (2016). Metals (cobalt, copper, lead, mercury). *Medicine* 44: 282-184.
- Chaiyo, S., Apiluk, A., Siangproh, W., Chailapakula, O. (2016). High sensitivity and specificity simultaneous determination of lead,cadmium and copper using PAD with dual electrochemical andcolorimetric detection. *Sensors and Actuators B* 233: 540–549.
- Chumbimuni-Torres, K. Y., Kubota, L. T. (2006). Simultaneous determination of calcium and potassium in coconut water by a flow-injection method with tubular potentiometric sensors. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 225–230.
- Es'haghi, Z., Bardajee, G. R., Azimi, S. (2016). Magnetic dispersive micro solid-phase extraction for trace mercury pre-concentration and determination in water, hemodialy-

sis solution and fish samples. *Microchemical Journal* 127: 170–177.

- Gouda, A. A. (2014). Cloud point extraction, preconcentration and spectrophotometric determination of trace amount of manganese(II) in water and food samples. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 131: 138–144.
- Gül, A., Yılmaztürk, A., Caran, Ş., Ünal, Y., Örucü, Ö. K., Berberoğlu, E. (2015). Burdur Gölü ve çevresinde ekosistem üzerindeki çevresel etkiler ve stratejik mekansal çözümler. *Uluslararası Burdur Deprem ve Çevre Sempozyumu*, 7-9 May 2015, Mehmet Akif Ersoy University, Burdur-Türkiye, 383-397p.
- <http://www.gateofturkey.com/section/tr/306/5/doga-turizm-kus-gozlemciligi-burdur-kapali-havzasi#prettyPhoto>, son erişim tarihi: 13.06.2016
- Jarczewska, M., Górski, L., Malinowska, E. (2016). Application of DNA aptamers as sensing layers for electrochemicaldetection of potassium ions. *Sensors and Actuators B* 226: 37–43.
- Kaya, L. G., Yücedağ, C., Duruşkan, Ö. (2015). Burdur Gölü havzasının çevresel açıdan irdelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 6(1): 6-10.
- Kır, İ., Özan, S. T., Tuncay, T. (2007). Kovada gölünün su ve sedimentindeki bazı ağır metallerin mevsimsel değişimi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 1 (2): 155–158.
- Maiti, M., Mandal, A., Lahiri, S. (2013). An improved non-destructive method of potassium determination. *Applied Radiation and Isotopes* 71: 37–40.
- Özmen, H., Külahçı, F., Çukurovalı, A., Doğru, M. (2004). Concentrations of heavy metal and radioactivity in surface water and sediment of Hazar lake (Elazığ, Turkey). *Chemosphere* 55: 401-408.
- Rezvani, S., Soleymanpour, A. (2016). Application of l-cystine modified zeolite for preconcentration and determination of ultra-trace levels of cadmium by flame atomic absorption spectrometry. *Journal of Chromatography A* 1436: 34–41.

Shokrollahi, A., Hemmatidoust, K., Zarghampour, F. (2016). Determination of magnesium by the solution scanometric method in a coloured titan yellow magnesium hydroxide complex form. *Journal of Taibah University for Science* 10: 161–167.

Vemic, M., Rousseau, D., Laing, G. D., Lens P. (2014). Distribution and fate of metals in the Montenegrin part of lake

Skadar. *International Journal of Sediment Research* 29: 357-367.

Wen, S., Zhu, X. (2013). Speciation of antimony(III) and antimony(V) by electrothermal atomic absorption spectrometry after ultrasound-assisted emulsification of solidified floating organic drop microextraction. *Talanta* 115: 814–818.
