



Namık Kemal Üniversitesi
Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi
Journal of Tekirdag Agricultural Faculty

An International Journal of all Subjects of Agriculture

Sahibi / Owner

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Adına
On Behalf of Namık Kemal University Agricultural Faculty

Prof.Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU
Dekan / Dean

Editörler Kurulu / Editorial Board

Başkan / Editor in Chief

Prof.Dr. Türkan AKTAŞ
Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü
Department Biosystem Engineering, Agricultural Faculty
taktas@nku.edu.tr

Üyeler / Members

Prof.Dr. M. İhsan SOYSAL	Zootekni / Animal Science
Prof.Dr. Servet VARIŞ	Bahçe Bitkileri / Horticulture
Prof.Dr. Temel GENÇTAN	Tarla Bitkileri / Field Crops
Prof.Dr. Sezen ARAT	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
Prof.Dr. Aydın ADILOĞLU	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme / Soil Science and Plant Nutrition
Prof.Dr. Fatih KONUKCU	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Doç.Dr. İlker H. ÇELEN	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Doç.Dr. Ömer AZABAĞAOĞLU	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
Doç.Dr. Mustafa MİRİK	Bitki Koruma / Plant Protection
Doç.Dr. Ümit GEÇGEL	Gıda Mühendisliği / Food Engineering
Yrd.Doç.Dr. Harun HURMA	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
Araş.Gör. Eray ÖNLER	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering

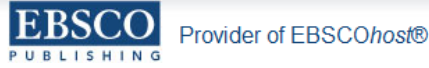
İndeksler / Indexing and abstracting



CABI tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in CABI



DOAJ tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in DOAJ



EBSCO tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in EBSCO



FAO AGRIS Veri Tabanında İndekslenmektedir / Indexed by FAO AGRIS Database



INDEX COPERNICUS tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in INDEX COPERNICUS



TUBİTAK-ULAKBİM Tarım, Veteriner ve Biyoloji Bilimleri Veri Tabanı (TVBBVT) Tarafından taranmaktadır / Indexed by TUBİTAK-ULAKBİM Agriculture, Veterinary and Biological Sciences Database

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi NKÜ Ziraat Fakültesi 59030 TEKİRDAĞ

E-mail: ziraatdergi@nku.edu.tr
Web adresi: http://jotaf.nku.edu.tr
Tel: +90 282 250 20 00

ISSN: 1302-7050

Danışmanlar Kurulu / Advisory Board

Bahçe Bitkileri / Horticulture

- Prof. Dr. Ayşe GÜL** Ege Üniv., Ziraat Fak., İzmir
Prof. Dr. İsmail GÜVENÇ Kilis 7 Aralık Üniv., Ziraat Fak., Kilis
Prof. Dr. Zeki KARA Selçuk Üniv., Ziraat Fak., Konya
Prof. Dr. Jim HANCOCK Michigan State University, USA

Bitki Koruma / Plant Protection

- Prof. Dr. Cem ÖZKAN** Ankara Üniv., Ziraat Fak., Ankara
Prof. Dr. Yeşim AYSAN Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Adana
Prof. Dr. Ivanka LECHAVA Agricultural University, Plovdiv-Bulgaria
Dr. Emil POCSAI Plant Protection Soil Conser. Service, Velence-Hungary

Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering

- Prof. Bryan M. JENKINS** U.C. Davis, USA
Prof. Hristo I. BELOEV University of Ruse, Bulgaria
Prof. Dr. Simon BLACKMORE The Royal Vet.&Agr. Univ. Denmark
Prof. Dr. Hamdi BİLGİN Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir
Prof. Dr. Ali İhsan ACAR Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof. Dr. Ömer ANAPALI Atatürk Üniv., Ziraat Fak. Erzurum
Prof. Dr. Christos BABAJIMOPOULOS Aristotle Univ. Greece
Dr. Arie NADLER Ministry Agr. ARO, Israel

Gıda Mühendisliği / Food Engineering

- Prof. Dr. Evgenia BEZIRTOGLOU** Democritus University of Thrace/Greece
Assoc. Prof. Dr. Nermina SPAHO University of Sarajevo/Bosnia and Herzegovina
Prof. Dr. Kadir HALKMAN Ankara Üniv., Mühendislik Fak., Ankara
Prof. Dr. Atilla YETİŞEMİYEN Ankara Üniv., Ziraat Fak., Ankara

Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology

- Prof. Dr. İskender TIRYAKI** Çanakkale Üniv., Ziraat Fak., Çanakkale
Prof. Dr. Khalid Mahmood KHAWAR Ankara Üniv., Ziraat Fak., Ankara
Prof. Dr. Mehmet KURAN Ondokuz Mayıs Üniv., Ziraat Fak., Samsun
Doç. Dr. Tuğrul GİRAY University of Puerto Rico, USA
Doç. Dr. Kemal KARABAĞ Akdeniz Üniv., Ziraat Fak., Antalya
Doç. Dr. İsmail AKYOL Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Kahramanmaraş

Tarla Bitkileri / Field Crops

- Prof. Dr. Esvet AÇIKGÖZ** Uludağ Üniv., Ziraat Fak., Bursa
Prof. Dr. Özer KOLSARICI Ankara Üniv., Ziraat Fak., Adana
Dr. Nurettin TAHSİN Agriculture University, Plovdiv-Bulgaria
Prof. Dr. Murat ÖZGEN Ankara Üniv., Ziraat Fak., Ankara
Doç. Dr. Christina YANCHEVA Agriculture University, Plovdiv-Bulgaria

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

- Prof. Dr. Faruk EMEKSİZ** Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Adana
Prof. Dr. Hasan VURAL Uludağ Üniv., Ziraat Fak., Bursa
Prof. Dr. Gamze SANER Ege Üniv., Ziraat Fak., İzmir
Prof. Dr. Alberto POMPO El Colegio de la Frontera Norte, Meksika
Prof. Dr. Şule İŞİN Ege Üniv., Ziraat Fak., İzmir

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü / Soil Sciences And Plant Nutrition

- Prof. Dr. M. Rüştü KARAMAN** Yüksek İhtisas Üniv., Ankara
Prof. Dr. Metin TURAN Yeditepe Üniv., Müh. ve Mimarlık Fak. İstanbul
Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ Ankara Üniv., Ziraat Fak., Ankara
Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Adana
Doç. Dr. Josef GORRES The University of Vermont, USA
Doç. Dr. Pasquale STEDUTO FAO Water Division Italy

Zootekni / Animal Science

- Prof. Dr. Andreas GEORGOIDUS** Aristotle Univ., Greece
Prof. Dr. Ignacy MISZTAL Breeding and Genetics University of Georgia, USA
Prof. Dr. Kristaq KUME Center for Agricultural Technology Transfer, Albania
Dr. Brian KINGHORN The Ins. of Genetics and Bioinf. Univ. of New England, Australia
Prof. Dr. Ivan STANKOV Trakia University, Depart. of Animal Science, Bulgaria
Prof. Dr. Muhlis KOCA Atatürk Üniv., Ziraat Fak., Erzurum
Prof. Dr. Gürsel DELLAL Ankara Üniv., Ziraat Fak., Ankara
Prof. Dr. Naci TÜZEMEN Kastamonu Üniv., Mühendislik Mimarlık Fak., Kastamonu
Prof. Dr. Zlatko JANJEČIĆ University of Zagreb, Agriculture Faculty, Hırvatistan
Prof. Dr. Horia GROSU Univ. of Agricultural Sciences and Vet. Medicine Bucharest, Romanya

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

H. Arda, İ. Atılğan Helvacıoğlu, Ç. Meriç, C. Tokatlı İpsala İlçesi Sulama Sularında Bazı Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması Investigation on the Heavy Metal Contents in Irrigation Water of İpsala District	1-7
A. Semerci, O. Parlakay, A. Duran Çelik Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerin Ekonomik Analizi: Hatay İli Örneği Economic Analysis of Dairy Farms: The Case of Hatay Province	8-17
T. Gümüş, İ. Alper Bursa Eritme Peynirinde Bazı Patojen Bakteriler Üzerine Farklı Baharatların İnhibisyon Etkisi The inhibition effect of different spices on some pathogen bacteria in processed cheese	18-26
R. Olgun, T. Yılmaz Kentsel Yeşil Alanlarda Vandalizm ve Olası Tasarım Çözümleri: Antalya Kenti Örneği Vandalism and Possible Design Solutions in Urban Green Areas: The Case of Antalya	27-39
G. Ertemli, N. Demirbaş Competitiveness of The Turkish Dried Fruit Sector Türk Kurutulmuş Meyve Sektörünün Rekabetçiliği	40-46
Ş. Çelik, H. İnci, T. Şengül, B. Söğüt Diskriminant Analizi ile Bildircin Yumurtalarında Bazı Kalite Özellikleri ile Tüy Rengi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi Investigation by Discriminant Analysis of the Relationship Between Plumage Color in Some Quality Characteristics and Quail Eggs	47-56
M.İ. Soysal, E.K. Gürcan, S. Genç, M. Aksel The Comparison of Growth Curve with Different Models in Anatolian Buffalo Mandalarda Büyüme Eğrisinin Farklı Büyüme Modelleri ile Karşılaştırılması.....	57-61
N. Büyüktosun, F. Tan Farklı Özelliklerdeki Polietilen Malzemelerin Paket Silajlarda Kullanımı ve Yem Kalitesi Üzerine Etkileri Effects on Forage Quality and Use in Vaccumed Silage Bags of Different Polyethylene Materials	62-67
D. Demiroğlu, Y. Memlük Sivas Kentsel Gelişim Alanının Kentin Peyzaj Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi Evaluation of Sivas Urban Development Space by The City's Landscape Features	68-81
N. Öner, H.H. Tok, M.T. Sağlam Merlot Üzüm Çeşidinde Yaprak Gübresi Uygulamasının Verim ve Şıra Kalitesi Üzerine Etkisi Effects on The Yield and Quality of Grape Juice in Merlot Grape Varieties Foliar Fertilizer Application	82-99
B. Karakaya Aytin, A. B. Korkut Edirne Merkez İlçe Kentsel Sit Alanı Sınırları İçerisindeki Açık ve Yeşil Alan Varlığının İrdelenmesi Investigation Open and Green Areas Existence in The Boundaries of Protected Area of Edirne City	100-108
A. Aybek, S. Üçok, M. Ali İspir, M. Emin Bilgili Türkiye'de Kullanılabilir Hayvansal Gübre ve Tahıl Sap Atıklarının Biyogaz ve Enerji Potansiyelinin Belirlenerek Sayısal Haritalarının Oluşturulması Digital Mapping and Determination of Biogas Energy Potential of Usable Animal Manure and Cereal Straw Wastes in Turkey	109-120

İpsala İlçesi Sulama Sularında Bazı Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması

H. Arda¹

İ. Atılgan Helvacıoğlu²

Ç. Meriç¹

C. Tokatlı²

¹Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Edirne, Türkiye

²Trakya Üniversitesi, İpsala Meslek Yüksek Okulu, Laboratuvar Teknolojisi Bölümü, Edirne, Türkiye

Bu çalışmada, İpsala İlçesi ve bağlı köylerinde tespit edilen toplam 36 istasyondan sulama suyu örnekleri toplanmış ve mangan, demir, kadmiyum, kurşun, krom, bakır, çinko ve nikel içerikleri tespit edilmiştir. Elde edilen veriler "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği" tebliğine göre değerlendirilmiştir. Ayrıca elde edilen verilerin daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi için, "Kümeleme Analizi" ve "Pearson Korelasyon İndeksi" kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre, genel olarak İpsala İlçesi sulama sularının, çinko açısından I. Sınıf, bakır açısından II. Sınıf, mangan, demir ve krom açısından III. Sınıf, kadmiyum, kurşun ve nikel açısından ise IV. Sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İpsala İlçesi, Sulama Suyu Kalitesi, Kümeleme Analizi, Pearson Korelasyon İndeksi, Ergene Nehri, Tarımsal Kirlilik

Investigation on the Heavy Metal Contents in Irrigation Water of İpsala District

This study was carried out to determine the irrigation water quality of İpsala District. Water samples were collected from 36 stations and manganese (Mn), iron (Fe), cadmium (Cd), lead (Pb), chromium (Cr), copper (Cu), zinc (Zn) and nickel (Ni) concentrations were determined. "Cluster Analysis" and "Pearson Correlation Index" were applied to detected data. All the detected data were evaluated according to "Water Pollution Control Regulation". According to data observed, irrigation waters of İpsala District have I Class in terms of zinc, II. Class in terms of copper, III. Class in terms of manganese, iron and chromium and IV. Class in terms of cadmium, lead and nickel in general.

Keywords: İpsala District, Irrigation Water Quality, Cluster Analysis, Pearson Correlation Index, Ergene River, Agricultural Pollution

Giriş

Ağır metaller, özellikle endüstriyel atıklar, fosil yakıtlar, bazı pestisitler, kimyasal gübreler ve evsel atıklar içerisinde bulunan ve sucul – karasal tüm ekosistemleri kirleten en önemli inorganik faktörlerdir. Deşarj edildikleri ortamda uzun süre kalabilmeleri, canlılarda toksik etkiler meydana getirmeleri ve besin zincirinde akümüle olarak insan sağlığını tehdit etmeleri nedeniyle büyük risk teşkil ederler (Wildi et al., 2004; Tokatlı et al., 2013; Köse et al., 2015).

Ülkemizde 31 ilde çeltik üretimi yapılmakla birlikte, çeltik üretiminde birinci sırayı Edirne ili almaktadır. İpsala ilçesi de Edirne'de çeltik üretiminde ilk sırayı almakta ve ülkemizde üretilen çeltiklerin yaklaşık %35'i İpsala ilçesinde üretilmektedir (TZOB, 2003; Arda ve ark., 2015). Bilindiği gibi, tarımsal faaliyetlerde kullanılan fosforlu gübrelerin ve tarımsal ilaçların aşırı ve bilinçsiz bir şekilde uygulanması, toprakta ve dolayısıyla sulara toksik metal konsantrasyonlarını önemli derecede artırmaktadır (Çalışkan, 2007). Yapılan çalışmalar, verimi artırmak için kullanılan ithal fosforlu ve

kompoze gübrelerin kadmiyum, kurşun ve arsenik içeriklerinin çok yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (Köleli ve Kantar, 2005). Ergene Nehri Türkiye'nin Trakya bölgesinde yer alan en önemli nehir havzaların biridir. Hızlı kentleşme ve sanayileşme nedeniyle ciddi bir kirliliğe maruz kaldığı bilinen Ergene Nehri, bölgenin en önemli sulama suyu kaynağını teşkil eden Meriç Nehri'nin de en önemli kollarından biridir ve havzasında yaklaşık 1000 tane sanayi kuruluşu yer almaktadır (DSİ, 1997). Bu nedenle, İpsala İlçesi ve ilçeye bağlı köylerin sulama sularındaki ağır metal birikimlerinin tespiti büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı, önemli tarımsal potansiyele sahip, ülkemizin en yoğun çeltik üretiminin gerçekleştiği bölgelerden biri olan İpsala İlçesi'nde kullanılan sulama sularında ağır metal akümüasyonlarının (mangan, demir, kadmiyum, kurşun, krom, bakır, çinko ve nikel) tespit edilmesidir.

Materyal ve Metod

Çalışma Alanı ve Örneklerin Toplanması

İpsala İlçesi sulama suyu kalitesinin ve ağır metal içeriklerinin tespit edilebilmesi için, sulamada

kullanılan yüzey ve yeraltı suları olmak üzere toplam 36 istasyondan, 2012 yılı Mayıs ayında su örnekleri toplanmıştır. Örnek alınan istasyonlar Tablo 1’de, çalışma alanının ve köylerin yer aldığı harita Şekil 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Sulama suyu örneklerinin toplandığı istasyonlar ve mevkileri

Table 1. The selected stations and the locations of sampling points

İst. No.	Mevki	İst. No.	Mevki
1	İbriktepe Barajı	19	İpsala Merkez Sulama Kanalı
2	Karasaz Sulama Kanalı	20	İpsala Merkez Sulama Kanalı
3	Karasaz Sulama Kanalı	21	Paşaköy Sulama Kanalı
4	Altinyazı - Karasaz Sulama Kanalı	22	Paşaköy Sulama Kanalı
5	Altinyazı - Karasaz Sulama Kanalı	23	Paşaköy Sulama Kanalı
6	Altinyazı - Karasaz	24	Paşaköy Sulama Kanalı
7	Sultanköy Sulama Kanalı	25	Karpuzlu Sulama Kanalı
8	Sultanköy Sulama Kanalı	26	Karpuzlu Sulama Kanalı
9	Balabancık	27	Karpuzlu Sulama Kanalı
10	Balabancık Sulama Kanalı	28	Karpuzlu Sulama Kanalı
11	Balabancık Sulama Kanalı	29	Karpuzlu Sulama Kanalı
12	Balabancık Sulama Kanalı	30	Kumdere Sulama Kanalı
13	Sarıcaali Sulama Kanalı	31	Kumdere Sulama Kanalı
14	Sarıcaali Sulama Kanalı	32	Kumdere Sulama Kanalı
15	İpsala Merkez Sulama Kanalı	33	Koyuntepe Sulama Kanalı
16	İpsala Merkez Sulama Kanalı	34	Koyuntepe Sulama Kanalı
17	Turpçular Artezyen Kuyusu	35	Kumdere Sulama Kanalı
18	Turpçular Artezyen Kuyusu	36	Kumdere Sulama Kanalı



Şekil 1. Çalışma alanının haritası

Figure 1. Map of study area

Materyallerin Analize Hazırlanması ve Kimyasal Analizler

Laboratuara getirilen su örnekleri, çözünmüş elementlerin belirlenmesi için öncelikle, 0.45 µm gözenek çaplı membran filtreden (selüloz nitrat) süzülmüştür. Süzütüden alınan bir miktar su numunesi (1+1) nitrik asit ile hemen pH < 2'ye ayarlanmıştır. Örneğin asit derişimi % 1 (v/v) nitrik asite karşılık gelecek şekilde, uygun hacimde (1+1) nitrik asit (ör; 20 mL örneğe 0.4 mL (1+1) HNO₃) ilave edilmiştir. Tüp kapatılıp karıştırılarak, örnek analize hazır hale getirilmiştir (EPA, 2001). Tüm suların toksik element içerikleri, Trakya Üniversitesi, Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Merkezinde (TÜTAGEM) Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile element içerikleri saptanmıştır.

İstatistiki Analizler

Kümeleme Analizi, benzer karakteristiklere sahip verilerin sınıflandırmasında kullanılan en önemli çok değişkenli, Pearson Korelasyon İndeksi ise veriler arasındaki anlamlı ilişkilerin tespitinde kullanılan en önemli istatistiksel tekniklerden ikisidir (Shrestha and Kazama, 2007; Tokatlı, 2013; 2014). "Past" paket istatistik programı kullanılarak, sahip oldukları su kalitelerine göre istasyonları sınıflandırmak amacıyla, elde edilen verilere Kümeleme Analizi uygulanmıştır. Ayrıca "SPSS 17" paket istatistik programı kullanılarak, inorganik su kalite parametre verileri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla, elde edilen verilere Pearson Korelasyon İndeksi uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Suda Tespit Edilen Elementler

İpsala İlçesi'nden çeltik tarlaları sulama suları örneklerinde mangan, demir, kadmiyum, kurşun, krom, bakır, çinko ve nikel element konsantrasyonları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde (SKKY, 2004) bildirilen sınır değerler Tablo 2'de verilmiştir.

İpsala İlçesi ve köylerinde çeltik sulamasında kullanılan suların oldukça düşük kalitede olduğu ve çalışmamızda araştırılan ağır metaller açısından

büyük risk teşkil ettiği tespit edilmiştir. Bölge sularının genel olarak çinko açısından I. Sınıf; bakır açısından II. Sınıf; mangan, demir ve krom açısından III. Sınıf; kadmiyum, kurşun ve nikel açısından ise IV. Sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Kurşun, yer kabuğunda oldukça küçük miktarlarda bulunmaktadır ve çevredeki kurşun akümülyasyonlarının yaklaşık %90'ı antropojenik aktivitelerden kaynaklanmaktadır. Tarım arazilerinde kullanılan pestisitler önemli miktarlarda kurşun içerebilmektedir ve kurşun, atmosferden ya da direkt olarak toprağa geçtikten sonra toprak partiküllerine kuvvetlice yapışır ve kalıntıları toprağın üst tabakasında uzun süre kalabilir. Ayrıca sanayi kuruluşlarından kaynaklanan atık sularında önemli miktar kurşun içerdiği bilinmektedir (ATSDR, 2007; Tokatlı et al, 2012).

Kadmiyum doğal olarak yer kabuğunda ortalama 0,1 – 0,5 mg/kg olarak bulunmaktadır ve antropojenik kaynaklı kadmiyumun en önemli ve yaygın nedenlerinden biri de fosfatlı gübrelerdir (Morrow, 2001; Kahvecioğlu et al. 2003; ATSDR, 2008).

Bölgede yürütülen yoğun tarımsal faaliyetler ve kullanılan fosfatlı gübre ve pestisitler sulama sularındaki yüksek kadmiyum değerlerinin en önemli nedenleri olarak düşünülmektedir. Gübre kalitesinin araştırıldığı bir çalışmada, 6 gübre fabrikasından alınan toplam 14 gübre numunesinde Cd seviyeleri araştırılmış ve 14 numunenin 10'nunda Cd'nin 8 mg/kg değerinin üzerinde (Cd için sınır değer) olduğu tespit edilmiştir (Köleli ve Kantar, 2005) yaptıkları. Emiroğlu ve ark. (2013) fosfatlı gübrelerin ana maddesi olan fosfat kayasının Türkiye'ye yurt dışından ithal edilmekte olduğunu ve hem ithal edilen hem Türkiye'de üretilen bu ham madde bileşiminde olması gerekenden çok daha fazla Cd içeriğini bildirmişlerdir. Bölgenin tarım arazilerinde bilinçsiz olarak gereğinden fazla miktarda fosfatlı gübre kullanımı sonucu toprak üst yüzeyinde biriken özellikle fosfat kayası bileşikleri yağmurlarla çaylara, derelere, baraj ve göllere taşınmakta ve bu kirlilik bölgenin yeraltı ve yüzey sularına da önemli derecede etki etmektedir.

Tablo 2. Sulama sularında tespit edilen element konsantrasyonları

mg/L	Mn	Fe	Cd	Pb	Cr	Cu	Zn	Ni
1	1,32	1,776	0,085	0,149	0,179	0,08	0,06	0,084
2	1,203	1,673	0,046	0,157	0,194	0,077	0,09	0,186
3	0,925	1,723	0,011	0,135	0,172	0,097	0,117	0,191
4	1,513	2,07	0,186	0,319	0,168	0,086	0,103	0,119
5	3,207	4,171	0,186	0,665	0,13	0,11	0,205	0,063
6	1,736	1,571	0,164	0,615	0,161	0,1	0,062	0,183
7	2,199	1,427	0,206	2,455	0,154	0,084	0,075	0,15
8	2,66	1,624	0,213	0,197	0,187	0,092	0,044	0,254
9	6,62	2,268	0,255	2,935	0,107	0,077	0,049	0,276
10	2,82	1,935	0,246	1,405	0,096	0,089	0,091	0,237
11	2,761	2,226	0,29	0,114	0,1	0,119	0,096	0,34
12	3,621	1,78	0,282	0	0,134	0,107	0,067	0,218
13	18,14	8,277	0,328	0,181	0,082	0,122	0,146	0,484
14	3,895	2,071	0,305	0	0,094	0,084	0,044	0,328
15	3,115	1,804	0,32	0,123	0,028	0,092	0,061	0,462
16	1,394	1,034	0,347	0,055	0,099	0,104	0,023	0,358
17	0,167	0,004	0,375	0	0,031	0,075	0,031	0,121
18	7,196	0	0,361	1,585	0,031	0,097	0,032	0,137
19	2,326	1,712	0,393	0,101	0,03	0,094	0,047	0,197
20	2,063	1,087	0,388	0,455	0,022	0,137	0,036	0,22
21	0,172	0,743	0,401	0,525	0,229	0,09	0,03	0,158
22	2,117	1,83	0,409	0	0,28	0,125	0,046	0,24
23	2,049	0,617	0,43	0	0,279	0,111	0,024	0,289
24	2,103	1,204	0,403	0,025	0,364	0,107	0,019	0,285
25	7,348	3,108	0,404	2,305	0,177	0,092	0,072	0,333
26	2,417	1,358	0,399	3,895	0,217	0,102	0,05	0,194
27	1,564	0,503	0,437	0	0,207	0,063	0,039	0,287
28	1,973	0,768	0,465	0	0,218	0,069	0,011	0,309
29	1,602	0,686	0,448	0,12	0,173	0,086	0,054	0,413
30	2,604	1,746	0,468	0,193	0,154	0,088	0,044	0,388
31	2,167	1,575	0,461	0,062	0,127	0,09	0,081	0,372
32	2,011	1,4	0,466	0,126	0,163	0,095	0,003	0,454
33	3,446	3,241	0,447	0,148	0,1	0,109	0,054	0,419
34	1,581	3,221	0,461	0,194	0,088	0,078	0,039	0,447
35	1,351	2,668	0,512	0,09	0,112	0,072	0,067	0,547
36	1,34	2,345	0,482	0,126	0,1	0,078	0,042	0,427
SKKY I.Sınıf	0,1	0,3	0,003	0,01	0,02	0,02	0,2	0,02
SKKY II.Sınıf	0,5	1	0,005	0,02	0,05	0,05	0,5	0,05
SKKY III.Sınıf	3	5	0,01	0,05	0,2	0,2	2	0,2
SKKY IV.Sınıf	>3	>5	>0,01	>0,05	>0,2	>0,2	>2	>0,2

Ayrıca daha öncede bildirildiği gibi ekstrem derecede inorganik kirliliğe maruz kalan Ergene Nehri'nin, sulama sularındaki yüksek nikel, krom ve kurşun değerlerinin en önemli nedenini teşkil ettiği düşünülmektedir. Arıcı ve ark (2002) yaptıkları çalışmada Ergene Nehriyle sulanan çeltiklerin pirinçlerinde spektrofotometrik yöntemle ağır metal kalıntılarını araştırmışlardır. Araştırmada, 34 örnek üzerinde çalışılmış ve bu örneklerde kurşun oranı 0.04 – 1 mg/kg, krom

oranı 0.80 – 4.40 mg/kg ve bakır oranı 0.20 – 5.60 mg/kg arasında bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi açısından değerlendirildiğinde ise, kurşun için 13 örnek üst sınır kabul edilen 0.3 mg/kg'in üzerinde bulunmuştur. Tokatlı ve ark (2014), önemli maden yataklarının yer aldığı Emet Çayı Havzası'nda yapmış oldukları çalışmada, su, sediment ve bazı balık dokularında krom ve nikel birikimlerini araştırmışlardır.

Ortaya koydukları verilere göre, özellikle Harmancık krom madenlerinin yer aldığı Kınık Çayı'nda suda tespit edilen ortalama krom ve nikel verileri sırası ile 0,72 mg/L ve 0,46 mg/L dir. Arslan ve ark (2011, 2012) Kütahya ili katı atık depolama alanının yemen yanında yer alan Yedigöller bölgesinde yapmış oldukları çalışmada, 2011 yılında Cd, Cr, Cu ve Pb elementleri açısından bölgenin II. Sınıf su kalitesine sahip olduğunu, 2012 yılında ise Cu, Cr ve Pb değerleri açısından bölgenin III. Sınıf su kalitesine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. İpsala İlçesi sulama sularında tespit edilen ağır metal seviyeleri Kınık Çayı'nda bildirilen değerlerin oldukça altında olmasına rağmen, önemli bir noktasal kirliliğe maruz kalan Yedigöller bölgesinde tespit edilen değerlerden oldukça yüksektir.

İstatistikî Değerlendirmeler

Sulama sularında tespit edilen elementler akümülyasyonları arasındaki anlamlı ilişkilerin

tespit edilebilmesi için, SPSS istatistik programı kullanılarak, Pearson Korelasyon İndeksi uygulanmış ve elde edilen veriler Tablo 3'te verilmiştir.

Elde edilen ağır metal verilerinin mevki bazında ortalama değerleri kullanılarak istasyonların benzerliklerini tespit etmek için, PAST istatistik programı kullanılarak, Bray Curtis'e göre yapılan Kümeleme Analizi uygulanmıştır. Sulama sularında tespit edilen element seviyelerine göre yapılan Kümeleme Analizi sonuçları Şekil 2'de, istasyonların benzerlik katsayıları ise Tablo 4'te verilmiştir.

Sularda tespit edilen ağır metal konsantrasyonları kullanılarak yapılan kümeleme sonuçlarına göre, su kalitesi açısından en yüksek benzerliğin İbriktepe Barajı ile Karasaz Sulama Kanalı arasında olduğu, en düşük benzerliğin ise Sarıcaali Köyü ile Karpuzlu Beldesi arasında olduğu ortaya konmuştur.

Tablo 3. Korelasyon katsayıları

Table 3. Correlation coefficients

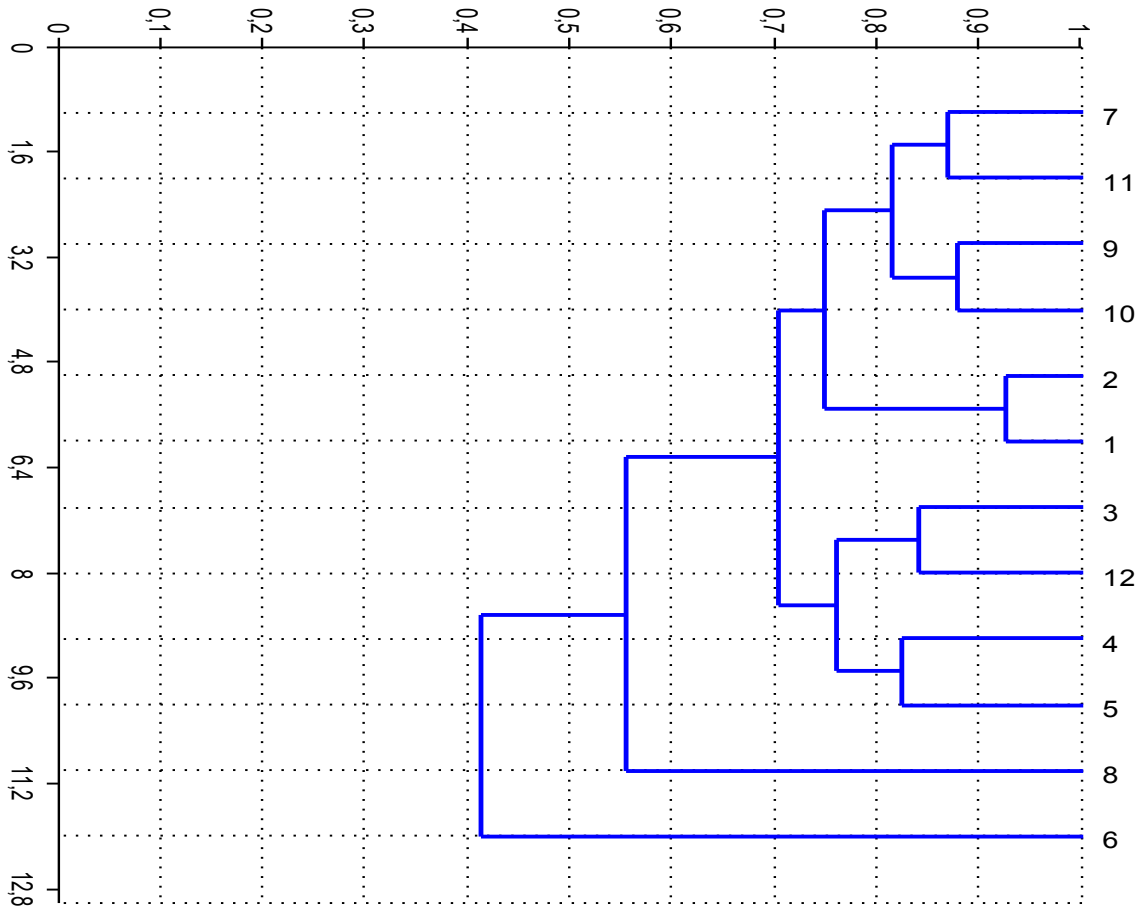
	Mn	Fe	Cd	Pb	Cr	Cu	Zn	Ni
Mn	1							
Fe	,739**	1						
Cd	,007	-,090	1					
Pb	,220	-,002	-,104	1				
Cr	-,231	-,191	-,010	-,003	1			
Cu	,307	,279	-,021	-,038	,004	1		
Zn	,353*	,642**	-,529**	,069	-,159	,215	1	
Ni	,248	,344*	,606**	-,261	-,140	-,051	-,203	1

*: Korelasyon 0,05 seviyesinde önemli; **:Korelasyon 0,01 seviyesinde önemli

Tablo 4. Kümeleme Analizi benzerlik katsayıları

Table 4. Similarity coefficients of Cluster Analysis

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	1,00											
2.	0,92	1,00										
3.	0,76	0,72	1,00									
4.	0,71	0,69	0,80	1,00								
5.	0,63	0,59	0,77	0,82	1,00							
6.	0,34	0,32	0,47	0,40	0,55	1,00						
7.	0,76	0,74	0,79	0,82	0,72	0,41	1,00					
8.	0,40	0,35	0,57	0,67	0,77	0,39	0,62	1,00				
9.	0,79	0,76	0,69	0,71	0,61	0,34	0,84	0,53	1,00			
10.	0,68	0,65	0,63	0,65	0,55	0,31	0,79	0,55	0,88	1,00		
11.	0,82	0,78	0,81	0,76	0,72	0,43	0,87	0,52	0,82	0,79	1,00	
12.	0,67	0,64	0,84	0,73	0,74	0,56	0,79	0,55	0,68	0,64	0,83	1,00



Şekil 2. Kümeleme analizi diyagramı

Figure 2. Diagram of Cluster analysis

Sonuçlar

Çalışmamız sonucu elde edilen verilere göre, İpsala İlçesi ve köylerinde sulama suyu kalitesinin oldukça düşük olduğu ve birçok parametre açısından suların “kirli (III. Sınıf)” ve “çok kirli (IV. Sınıf)” su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Özellikle İpsala İlçesi ve çevre köylerindeki monokültür yaklaşımı tarımsal uygulamalar toprağı bazı mineraller açısından fakirleştirmektedir. Mineral açığını gidermek için ise tüm tarımsal üretim yapılan sahalarda inorganik ve fosfatlı gübreler yoğun şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle sularda oldukça

yüksek ve sınır değerlerin çok üzerinde tespit edilen kadmiyum değerlerinin en önemli kaynaklarının tarımsal faaliyetlerde kullanılan fosforlu gübreler ve pestisitler olduğu düşünülmektedir.

Bilindiği gibi nikel ve kromun en önemli kaynağı endüstriyel atıklardır ve çalışmamızda tespit edilen yüksek nikel ve krom değerlerinin en önemli kaynağının ise sistemi dolaylı olarak etkileyen Ergene Nehri olduğu düşünülmektedir. Sulamada büyük ölçüde Meriç Nehri'nin kullanıldığı göz önüne alındığında, Ergene Nehri'nin aşırı kirliliğinin İpsala İlçesi ve çevre köylerini de büyük ölçüde etkilediğini ve özellikle

sulama sularında yüksek miktarlarda tespit edilen mangan, demir, kurşun, krom ve nikel içeriklerinden sorumlu olduğu söylenebilir. Ayrıca İpsala ilçesinde yoğun olarak yapılmakta olan monokültür çeltik tarımının da toprak ve sulama suyundaki mineral dengesinin bozulmasında rolü olduğu da göz önüne alındığında, ilçede münavebeli ekim yönteminin arttırılmasının topraklar ve sulama suyundaki ağır metal düzeylerinin normalleştirilmesinde olumlu etkisinin olabileceği düşünülebilir.

Kaynaklar

- Arda, H., Helvacıoğlu, İ. A., Meriç, Ç., Tokatlı, C., 2015. İpsala İlçesi (Edirne) Toprak ve Pirinç Kalitesinin Bazı Esansiyel ve Toksik Element Birikimleri Açısından Değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 8 (1): 7-13.
- Arcı, M., Gümüş, T., Atansay, F., Turan, M., Kubaş, A., Gaytancıoğlu, 2002. O. A research On Determining of Some Heavy Metals, Aflatoxins And Crop Losses In Rice Irrigated With Industrial Waste Water In Thrace Region. International Agroenviron Simpozyumu.
- Arslan, N., Köse, E., Tokatlı, C., Emiroğlu, Ö., Çiçek, A., 2012. Katı Atık Depolama Sahalarının Sucul Sistemlere Etkileri: Yedigöller – Kütahya Örneği. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 2 (1): 20-26.
- Arslan, N., Tokatlı, C., Çiçek, A., Köse, E., 2011. Determination of Some Metal Concentrations in Water and Sediment Samples in Yedigöller Region (Kütahya). Review of Hydrobiology, 4 (1): 17-28.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2007. Toxicological Profile for Lead. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2008. Toxicological Profile for Cadmium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- Çalışkan, S., 2007. Çorlu ve civarında yetişen bitkilerde ağır metal konsantrasyonunun belirlenmesi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- DSİ, 1997. Ergene Nehri Kirliliği Değerlendirme Raporu, Türkiye Devlet Su İşleri Genel Müdürü, Ankara, Türkiye.
- Emiroğlu, Ö., Uyanoğlu, M., Başkurt, S., Sülün, Ş., Köse, E., Tokatlı, C., Uysal, K., Arslan, N., Çiçek, A., 2013. Erythrocyte Deformations in Rutilus rutilus (Linnaeus, 1758) Provided from Porsuk Dam (Turkey). Biological Diversity and Conservation, 6 (1): 13-17.
- EPA METHOD 200.7. 2001. Determination Of Metals And Trace Elements In Water And Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S., 2003. Metallerin çevresel etkileri-I. Metalurji Dergisi, 136: 47-53.
- Köleli, N., Kantar, Ç., 2005. Fosfat kayası, fosforik asit ve fosforlu gübrelerdeki toksik ağır metal (Cd, Pb, Ni, As) konsantrasyonu. Ekoloji, 14, 55: 1-5.
- Köse, E., Çiçek, A., Uysal, K., Tokatlı, C., Emiroğlu, Ö., Arslan, N., 2015. Heavy Metal Accumulations in Water, Sediment and Some Cyprinidae Fish Species from Porsuk Stream (Turkey). Water Environment Research, 87 (3): 195-204.
- Morrow H., 2001. Cadmium and cadmium alloys. In: Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology. John Wiley & Sons, Inc., 471-507.
- Shrestha S., Kazama F., 2007. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin; Japan. Environmental Modelling & Software, 22, 464–475.
- SKKY (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği), 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Yayımlandığı Resmi Gazete :Tarih 31 Aralık Cuma 2004 Sayı :25687.
- Tokatlı, C., 2013. Use of Statistical Methods in Water Quality Assesment: A Case Study of Balkan Arboretum Area in Trakya University (Edirne, Turkey). Journal of Applied Biological Sciences, 7 (3): 79-83.
- Tokatlı, C., 2014. Drinking Water Quality of a Rice Land in Turkey by a Statistical and GIS Perspective: İpsala District. Polish Journal of Environmental Studies, 23 (6): 2247-2258.
- Tokatlı, C., Köse, E., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., Arslan, N., Dayioğlu, H., 2012. Lead Accumulations In Biotic And Abiotic Components Of Emet Stream (Uluabat Lake Basin, Turkey). Pakistan Journal of Zoology, 44 (6): 1587-1592.
- Tokatlı, C., Köse, E., Çiçek, A., Uysal, K., 2013. Copper, Zinc and Lead Concentrations of Epipellic Diatom Frustules in Porsuk Stream (Sakarya River Basin, Kütahya). Russian Journal of Ecology, 44 (4): 349-352.
- Tokatlı, C., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., Arslan, N., Köse, E., Dayioğlu, H., 2014. Statistical Approaches to Evaluate The Aquatic Ecosystem Qualities of a Significant Mining Area: Emet Stream Basin (Turkey). Environmental Earth Sciences, 71 (5): 2185-2197.
- TZOB (Türkiye Ziraat Odaları Birliği), 2003. Çeltik Çalışma Grubu Raporu, Sayı 1.
- Wildi, W., Domink, J., Thomas, R. L., Favarger, P., Haller, L., Perroud, A. ve Peytremann, C., 2004. River, reservoir and lake sediment contamination by heavy metals downstream from urban areas of Switzerland. Lakes & Reservoirs: Research and Management, 9: 75-87.