

Karamenderes Havzası Topraklarında Bazı Ağır Metallerin (Cr, Ni, Pb) Kirliliğinin Araştırılması

A. Sümer¹ S. Adiloğlu² O. Çetinkaya¹ A. Adiloğlu² A. Sungur¹ C. Akbulak³

¹ Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale.

² Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tekirdağ

³ Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü Bölümü, Çanakkale.

Bu çalışmada Çanakkale ili Karamenderes Havzası tarım alanlarında bazı ağır metallerin kirlilik düzeyleri araştırılmıştır. Bu amaçla havzada 80 farklı noktadan toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde ekstrakte edilebilir Cr, Ni ve Pb analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre Çanakkale ili Karamenderes Havzası topraklarında Pb kirliliği saptanmıştır. Toprakların Cr ve Ni içerikleri ise şimdilik izin verilebilir sınırlar arasındadır.

Anahtar Sözcükler: Karamenderes Havzası, ağır metal kirliliği, Cr, Ni, Pb.

An Investigation of Some Heavy Metals (Cr, Ni, Pb) Pollution of Karamenderes Basin Soils in Çanakkale

The aim of this research was to determine the heavy metal pollution of Karamenderes Basin soils in Çanakkale Province. For this purpose, soil samples were taken from 80 different areas in in basin. Extractable Cr, Ni and Pb contents of soil samples were determined. As a of the research, Pb pollution was determined in the soil samples. Whereas Cr and Ni pollution were not determined in the soil samples, presently.

Key words: Karamenderes Basin, heavy metal pollution, Cr, Ni, Pb.

Giriş

Son yıllarda dünyadaki nüfus artışına paralel olarak endüstriyel faaliyetlerin yoğunlaşması sonucunda başta su, hava ve toprak olmak üzere doğal kaynakların kirlenmesi tüm canlı yaşamını tehdit eden boyutlara ulaşmıştır. Ülkemiz de bu kirlilikten nasibini almış olup, hızlı sanayileşme ve nüfus artışı ile birlikte bu sorunlar daha sık olarak gündeme gelmeye başlamıştır. Çoğunlukla endüstriyel faaliyetler sonucunda çevreye sızan ağır metaller çok önemli kirlilik unsuru olup, canlı ekosistemlerde büyük zararlar meydana getirmektedir. Doğal ve yapay yollarla ortama katılan ağır metaller kolayca birikip çevrede ve özellikle toprakta kompleks yapılar oluşturarak tehlikeli kirleticiler olarak tanımlanmaktadır.

Ağır metaller, çoğunlukla buldukları ortamda biyodegradasyona uğramadıklarından kolaylıkla birikebilmekte ve çok kompleks yapılar oluşturarak zehirlilik etkilerini de arttırabilmektedirler. Günümüzde endüstrileşmenin artmasıyla çevrede ve toprakta ağır metal kirliliği yüksek miktarlara ulaşmıştır.

Topraklarda ağır metal birikimi daha çok yüzeyde veya yüzeye yakın derinliklerde meydana

gelmektedir. Çünkü ağır metallerin hemen tamamı toprakta kil mineralleri üzerinde adsorbe olmakta ya da topraktaki organik bileşiklerle organo-mineral bileşikler oluşturarak kararlı forma dönüşmektedirler. Toprakta ağır metal birikimi derinlikle birlikte genellikle azalmaktadır (Tok, 1997; Adiloğlu ve ark, 2011).

Toprakta ağır metallerin meydana getirdikleri kirliliğinin bitkilerdeki semptomları metalden metale değişebildiği gibi bitki türleri arasında da farklılık gösterebilmektedir. Bitkilerdeki genel olarak görülen ağır metallerin toksisite belirtileri klorosis, kahverengi beneklerin oluşumu, yaprak, gövde ve kök kısımlarının deformasyonu gibi değişik nekrotik belirtiler şeklinde sıralanabilir (Tok, 1997; Kacar ve İnal, 2010, Karaman, 2012).

Ağır metalleri genellikle toprakta toksik düzeylerde bulduklarında bitkilerde transpirasyon, stoma hareketleri, su absorpsiyonu, fotosentez, enzim aktivitesi, çimlenme, protein sentezi, membran stabilitesi, hormonal denge gibi birçok fizyolojik olayın bozulmasına neden olmaktadır (Asri ve Sönmez, 2006).



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. Selçuk ALBUT
Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü
Department Biosystem Engineering, Agricultural Faculty
salbut@nku.edu.tr

Üyeler / Members

Prof.Dr. M. İhsan SOYSAL	Zootekni / Animal Science
Prof.Dr. Bülent EKER	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Prof.Dr. Servet VARIŞ	Bahçe Bitkileri / Horticulture
Prof.Dr. Aslı KORKUT	Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture
Prof.Dr. Temel GENÇTAN	Tarla Bitkileri / Field Crops
Prof.Dr. Müjgan KIVAN	Bitki Koruma / Plant Protection
Prof.Dr. Şefik KURULTAY	Gıda Mühendisliği / Food Engineering
Prof.Dr. Aydın ADİLOĞLU	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme / Soil Science and Plant Nutrition
Prof.Dr. Fatih KONUKCU	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Prof.Dr. Sezen ARAT	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
Doç.Dr. Ömer AZABAĞAOĞLU	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
Yrd.Doç.Dr. Devrim OSKAY	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
Yrd.Doç.Dr. Harun HURMA	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
Yrd.Doç.Dr. M. Recai DURGUT	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 07

ISSN: 1302-7050

Danışmanlar Kurulu /Advisory Board

Bahçe Bitkileri / Horticulture

- Prof.Dr. Kazım ABAK** Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana
Prof.Dr. Y.Sabit AĞAOĞLU Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof.Dr. Jim HANCOCK Michigan State Univ. USA
Prof.Dr. Mustafa PEKMEZCİ Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya

Bitki Koruma / Plant Protection

- Prof.Dr. Mithat DOĞANLAR** Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Hatay
Prof.Dr. Timur DÖKEN Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Aydın
Prof.Dr. Ivanka LECHAVA Agricultural Univ. Plovdiv-Bulgaria
Dr. Emil POCSAI Plant Protection Soil Cons. Service Velenca-Hungary

Gıda Mühendisliği / Food Engineering

- Prof.Dr. Yaşar HIŞIL** Ege Üniv. Mühendislik Fak. İzmir
Prof.Dr. Fevzi KELEŞ Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum
Prof.Dr. Atilla YETİŞEMİYEN Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof.Dr. Zhelyazko SIMOV University of Food Technologies Bulgaria

Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology

- Prof.Dr. Hakan TURHAN** Çanakkale Onsekiz Mart 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. Mehmet Ali KAYIŞ Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Konya

Tarla Bitkileri / Field Crops

- Prof.Dr. Esvet AÇIKGÖZ** Uludağ Üniv.Ziraat Fak. Bursa
Prof.Dr. Özer KOLSARICI Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Dr. Nurettin TAHSİN Agric. Univ. Plovdiv Bulgaria
Prof.Dr. Murat ÖZGEN Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Doç. Dr. Christina YANCHEVA Agric. Univ. 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
Dr. Alberto POMBO El Colegio de la Frontera Norte, Meksika

Tarım Makineleri / Agricultural Machinery

- Prof.Dr. Thefanis GEMTOS** Aristotle Univ. Greece
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

Tarımsal Yapılar ve Sulama / Farm Structures and Irrigation

- Prof.Dr. Ömer ANAPALI** Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum
Prof.Dr. Christos BABAJIMOPOULOS Aristotle Univ. Greece
Dr. Arie NADLER Ministry Agr. ARO Israel

Toprak / Soil Science

- Prof.Dr. Sait GEZGİN** Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Konya
Prof.Dr. Selim KAPUR Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana
Prof.Dr. Metin TURAN Atatürk Üniv.Ziraat Fak. Erzurum
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 Univ. Dept. Of Animal Sci. Bulgaria
Prof.Dr. Nihat ÖZEN Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya
Prof.Dr. Jozsef RATKY Res. Ins. Animal Breed. and Nut. Hungary
Prof.Dr. Naci TÜZEMEN Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

A. Gökkuş, A. Ö. Parlak, H. Baytekin, B.H. Hakyemez Akdeniz Kuşağı Çalılı Meralarında Otsu Türlerin Mineral İçeriklerinin Değişimi Change of Mineral Composition of Herbaceous Species at the Mediterranean Shrublands	1-10
K. Kaya, B. Akdemir, S. Dalmış Çapa Traktörleri İçin Tork ve Çeki Kuvveti Ölçüm Düzenineğinin Geliştirilmesi Development A Pulling Force and Torque Measurement Apparatus For Hoeing Tractors	11-20
A. O. Avcioglu, A. Çolak, U. Türker Türkiye'nin Tavuk Atıklarından Biyogaz Potansiyeli Turkey's Chicken Waste Biogas Potential.....	21-28
Ş. Hepcan, Ç. C. Hepcan, A. Koçman, M. B. Özkan, Ö. E. Can Yaban Hayatı Koruma Bağlamında Karakulak (Caracal Caracal) İçin İzmir İli Örneğinde Habitat Ağları Oluşturulması Üzerine Bir Araştırma Identifying Potential Habitat Networks; The Case of Caracal in Izmir Province, Turkey	29-39
T. Sezenler, D. Soysal, M. Yildirir, M. A. Yüksel, A. Ceyhan, Y. Yaman, İ. Erdoğan, O. Karadağ Karacabey Merinos Koyunların Kuzu Verimi Ve Kuzularda Büyüme Performansı Üzerine Bazı Çevre Faktörlerinin Etkisi Influence of Some Environmental Factors on Litter Size and Lamb Growth Performance in Karacabey Merino Sheep	40-47
H. Akat, M. E. Özzambak Örtü Altı Tuzlu Koşullarda Yetiştirilen Limonium Sinuatum Bitkisinde Kalsiyum Uygulamalarının Stres Parametreleri Üzerine Etkileri The Effects of Ca Application on Some Stress Parameters of Limonium sinuatum Under Salinity Conditions in The Greenhouse Growing	48-58
B. Karakaya, T. Kiper Edirne Kent Merkezindeki Bazı İlköğretim Okul Bahçelerinin Peyzaj Tasarım İlkeleri Açısından Mevcut Durumunun Belirlenmesi According to Landscape Design Principles Determination of Current Situations of Orchards of Some Elementary School in Edirne City Center	59-71
Ç. Kandemir, N. Koşum, T. Taşkın, M. Kaymakçı, F. A. Olgun, E. Çakır Menemen ve Ile De France X Akkaraman Melezi Koyunların Üreme Performansı Üzerinde Vücut Kondisyon Puanlamasının Etkisi The Effect Of Body Condition Scores On Reproductive Traits For Menemen And Ile De France X Whitekaraman Crossbred Ewes	72-82
A. Sümer, S. Adiloğlu, O. Çetinkaya, A. Adiloğlu, A. Sungur, C. Akbulak Karamenderes Havzası Topraklarında Bazı Ağır Metallerin (Cr, Ni, Pb) Kirliliğinin Araştırılması An Investigation of Some Heavy Metals (Cr, Ni, Pb) Pollution of Karamenderes Basin Soils in Çanakkale	83-89
A. Bostan, S. Gün Türkiye'de Genetiği Değiştirilmiş Gıda ve Yem Konusunda Mevzuat Uygulamaları ve Denetimler The Implementation of the Legislation and Inspections on Genetically Modified Food and Feed in Turkey	90-98
M. E. Yazgan, P. A. Khabbazi Green Cities Yeşil Kentler	99-104
A. Çay, E. Aykaş Domates Üretiminde Farklı Fide Yatağı Hazırlığı Yöntemleri ve Örtü Bitkisi Uygulamasının Verim ve Hasat Sonrası Kalite Parametrelerine Etkileri Effects of Different Seedling-bad Preparations and Cover Crop Application on Yield and Post-Harvest Quality Parameters in Tomato Production	104-114

Tarım topraklarında izin verilebilir toplam Cr düzeyi 100 mg kg^{-1} ve ekstrakte edilebilir Cr düzeyi ise 1 mg kg^{-1} dolayındadır. Serpantin ana maddesinden oluşan topraklar Cr yönünden zengindir (Bowen, 1966; Tok, 1997).

Bursa ilinde şeftali yetiştirilen alanlarda ağır metal kirliliğini araştıran Başar ve Aydınalp (2005) topraklarda bulunan DTPA ile ekstrakte edilebilir kromun $0.03\text{--}0.08 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında olduğunu belirlemiştir.

Toprakta bulunan Ni'in tolere edilebilir toplam miktarı 50 mg kg^{-1} (Kabata- Pendias ve Pendias, 2001); ekstrakte edilebilir miktarı ise 10 mg kg^{-1} 'dir (Gerendas ve ark., 1999). Trafik yoğun olduğu yerlerde yol kenarlarından uzaklaştıkça topraktaki Ni miktarı da azalmakta ve bu durum da Ni içeren yakıtların kullanılması ile açıklanmaktadır (Tok, 1997).

Pak (2011) Kırklareli ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarındaki ekstrakte edilebilir Ni miktarının 0.25 ile 1.32 mg kg^{-1} arasında değiştiğini belirlemiştir. Araştırmacı söz konusu tarım alanlarındaki Ni kirliliğinin şimdilik önemli bir sorun olmadığını ortaya koymuştur.

Tarım alanlarındaki toplam Pb konsantrasyonu 100 mg kg^{-1} 'i, ekstrakte edilebilir Pb miktarı ise 4 mg kg^{-1} 'i aşmadığı sürece bitki ve insan sağlığı bakımından herhangi bir sorun oluşturmamaktadır. Ancak bu rakamlar aşıldığında Pb kirliliği meydana gelmekte ve insan sağlığı için tehlike oluşturabilmektedir (Chapman, 1971; Dürüst ve ark., 2004).

Sarı (2009) Edirne ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarındaki ekstrakte edilebilir Pb miktarının 1.212 ile 5.560 mg kg^{-1} arasında değiştiğini saptamıştır. Araştırmacı söz konusu tarım alanlarındaki Pb kirliliğinin önemli bir sorun olduğunu ve kirliliğin araştırma alanında % 42.85'e ulaştığını ortaya koymuştur.

Kurşun toksisitesi bakımından özellikle otoyolların yakınında yetiştirilen kültür bitkileri ile çayır mera

alanları büyük risk altındadırlar. Kurşun elementi toksik düzeylere ulaştığında bitkide hücre turgoru ve hücre duvarı stabilitesini olumsuz olarak etkilemekte, stoma hareketlerini ve yaprak alanını azaltarak bitkinin su alımının azalmasına neden olmaktadır (Asri ve Sönmez, 2006; Adiloğlu ve ark., 2011).

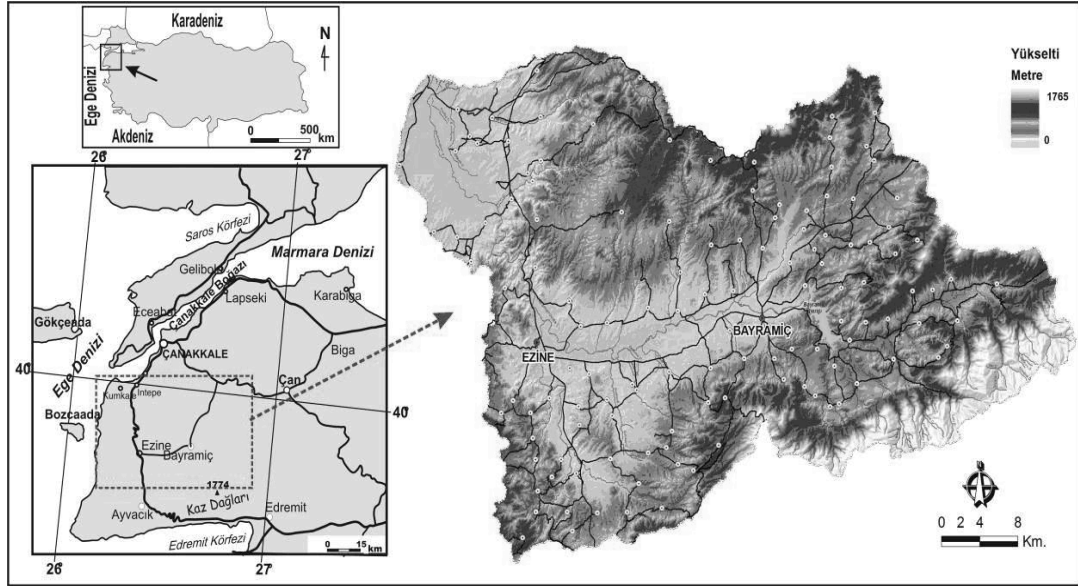
Bu araştırmanın yapıldığı Karamenderes Havzası Çanakkale ili sınırları içerisinde yer almakta ve adını Menderes Çayı'ndan almaktadır. Menderes Çayı, Kaz Dağları'ndan başlamakta olup birçok sayıda kollardan oluşmaktadır ve uzunluğu 110 km 'dir. Ezine yakınlarında Akçın Çayı ile birleşerek genişlemekte ve Kumkale Ovası'na yayılan çay daha sonra Dümrek Çayı ile birleşip, Karanlık Liman yakınlarında Çanakkale Boğazı'na dökülmektedir (Çetinkaya, 2011).

Karamenderes Havzası yaklaşık $200\ 000$ hektarlık bir alanı kaplamaktadır. Bu alan içerisinde Ezine, Ayvacık, Bayramiç ve Çanakkale Merkezinin bir kısmı yer almaktadır. 1996 yılında Milli Park unvanını almış olan Troya (Troia-Truva) antik yerleşkesi ve Kaz Dağları da Karamenderes Havzası içerisinde yer almaktadır. Karamenderes Havzası'nın, $79\ 477$ hektarlık bir bölümünde tarım yapılmaktadır. Buradan hareketle havzanın % 39.8 'lik bölümünü ekili ve dikili alanların kapladığı anlaşılmaktadır (Akbulak ve ark., 2011).

Bu araştırmanın amacı Çanakkale ili Karamenderes Havzası'nda bulunan tarım alanlarındaki krom, nikel ve kurşun kirliliğinin boyutlarının toprak analizleri ile ortaya konulmasıdır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılan toprak örnekleri Çanakkale ili Karamenderes Havzası içerisinde yer alan tarım alanlarından ve 80 farklı noktadan $0\text{--}20 \text{ cm}$ derinlikten alınmıştır (Jackson, 1967). Toprak örneklerinin alındığı yerler aşağıdaki Şekil 1' de görülmektedir.



Şekil 1. Araştırma alanının Çanakkale ili sınırları içerisindeki konumu.

Figure 1. Research area location in Çanakkale Province.

Toprak örneklerinde pH, kireç ve organik madde (Sağlam, 2008), tekstür (Demiralay, 1993), ekstrakte edilebilir bazı ağır metaller (Cr, Ni ve Pb) DTPA yöntemine göre ekstrakte edilmiş (Lindsay ve Norvell, 1978) ve ekstraktaki ağır metaller ICP-OES ile belirlenmiştir (Kacar, 2009).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

- Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin pH değerleri 5.70 ile 8.46 arasında; kireç içerikleri % 0.00 ile % 40.58 arasında ve organik madde içerikleri de % 0.43 ile % 6.27 arasında değişmektedir. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin büyük bir çoğunluğu nötr ve hafif alkaline reaksiyonlu, büyük bir bölümü az kireçli ve organik madde içerikleri genellikle yetersiz durumdadır. Toprak örneklerinin tekstürleri Kumlu Killi Tın'dan Kumlu Kil teksüre kadar geniş bir varyasyona sahiptir.

-Toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir bazı ağır metal içerikleri

Araştırma alanlarından alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Krom (Cr), Nikel (Ni) ve Kurşun (Pb) içerikleri aşağıdaki Çizelge 1'de verilmiştir.

Toprakların ekstrakte edilebilir krom içerikleri

Araştırma alanlarından alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir krom (Cr) içerikleri 0.001 ile 0.037 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Araştırma alanından alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir krom içerikleri Çizelge 2 'ye göre değerlendirildiğinde; toprakların % 100'ünün "İzin verilebilir" düzeylerde ekstrakte edilebilir krom içerdiği belirlenmiştir. Bu sonuç alınan toprak örneklerinin temsil etmiş olduğu Karamenderes Havzasından tarım arazilerinde krom içeriklerinin şimdilik toksik değerlere ulaşmamış olduğunu göstermektedir (Şekil 2). Bu sonuç Trakya Bölgesi toprakları üzerinde çalışan önceki araştırmacıların bulgularıyla paralellik taşımaktadır (Sarı, 2009; Pak, 2011; Adiloğlu ve ark, 2011).

Çizelge 1. Karamenderes Havzası topraklarının ekstrakte edilebilir Cr, Ni, Pb içerikleri, mg kg-1.

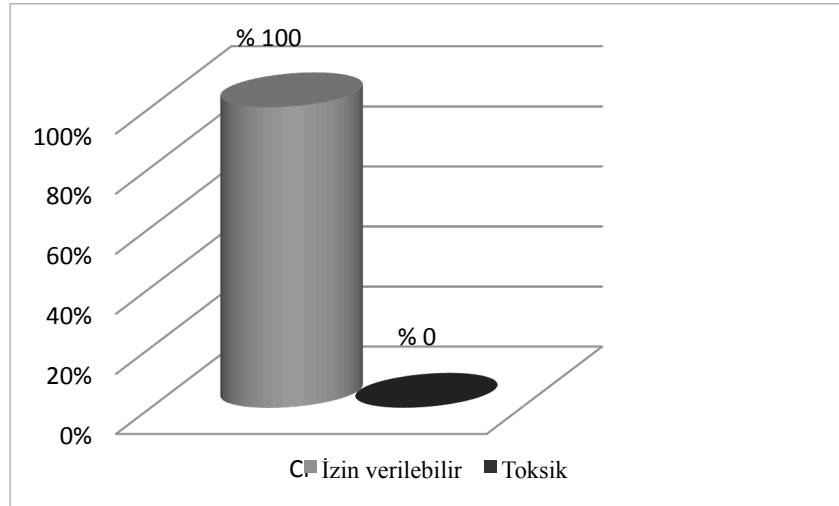
Table 1. Extractable Cr, Ni and Pb contents of Karamenderes Basin soils, mg kg-1.

Örnek No	Krom	Nikel	Kurşun	Örnek No	Krom	Nikel	Kurşun
1	0,003	0,05	0,31	41	0,002	0,82	0,60
2	0,004	0,09	0,22	42	0,001	0,64	1,80
3	0,008	0,64	1,66	43	0,001	1,17	1,04
4	0,003	0,04	0,19	44	0,003	2,61	1,21
5	0,002	0,30	0,59	45	0,006	1,77	1,58
6	0,013	0,14	0,64	46	0,005	0,70	3,39
7	0,004	0,05	0,33	47	0,007	1,13	2,02
8	0,003	0,59	0,79	48	0,016	2,60	0,81
9	0,017	0,13	1,01	49	0,001	0,45	1,32
10	0,003	0,07	0,96	50	0,001	1,08	4,69
11	0,002	0,14	0,35	51	0,003	0,39	0,68
12	0,001	0,33	1,77	52	0,004	0,41	0,71
13	0,001	0,10	0,11	53	0,003	0,68	1,93
14	0,006	0,07	0,52	54	0,010	6,97	0,93
15	0,001	0,10	0,11	55	0,004	0,52	0,55
16	0,001	1,44	0,76	56	0,037	0,45	1,57
17	0,002	0,26	1,13	57	0,001	1,13	0,75
18	0,010	1,34	0,99	58	0,010	10,75	0,49
19	0,003	0,66	0,72	59	0,003	0,73	3,91
20	0,010	0,07	0,25	60	0,030	4,10	0,61
21	0,001	0,02	0,10	61	0,002	0,64	2,80
22	0,001	0,18	0,95	62	0,010	0,70	1,47
23	0,001	0,80	1,79	63	0,010	1,19	0,92
24	0,004	0,44	0,38	64	0,010	0,21	4,16
25	0,001	0,54	2,43	65	0,007	2,14	0,66
26	0,002	1,36	5,74	66	0,007	0,27	1,62
27	0,001	0,27	2,06	67	0,004	0,65	1,76
28	0,001	0,33	1,18	68	0,004	0,31	2,36
29	0,001	0,29	1,09	69	0,007	2,06	0,85
30	0,030	2,74	1,43	70	0,006	1,06	2,14
31	0,004	6,91	0,63	71	0,004	0,62	1,73
32	0,001	0,52	1,43	72	0,004	1,27	2,03
33	0,010	4,14	1,59	73	0,005	1,00	1,89
34	0,003	1,01	0,91	74	0,004	0,67	2,06
35	0,010	4,53	0,40	75	0,002	0,49	2,83
36	0,001	1,50	0,41	76	0,003	0,48	1,27
37	0,020	2,11	0,69	77	0,004	0,42	1,48
38	0,002	0,98	0,42	78	0,005	1,71	5,80
39	0,003	0,22	0,30	79	0,003	0,65	1,29
40	0,007	0,42	1,86	80	0,003	2,01	5,59
Max	0,037	6,97	5,80				
Min	0,001	0,10	0,11				

Çizelge 2. Topraklarda ekstrakte edilebilir Cr için kritik değerler (Bowen, 1966).

Table 2. Critical values of extractable Cr content of soils.

Cr (mg kg ⁻¹)	Değerlendirme
< 1	İzin verilebilir
> 1	Toksik



Şekil 2. Araştırma alanı topraklarındaki Cr kirliliği, %.

Figure 2. Cr pollution in research area.

- Toprakların ekstrakte edilebilir nikel içerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir nikel (Ni) içerikleri 0.10 ile 6.97 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Çizelge 3'e göre yapılan değerlendirme sonucunda toprakların % 100'ünün Ni içeriklerinin şimdilik "izin verilebilir" düzeyde olduğunu belirlenmiştir (Şekil 3). Ancak bazı örneklerin Ni içeriklerinin ortalama değerden yüksek olduğu ve eğer önlem alınmazsa yakın bir gelecekte mevcut tarım arazilerinde Ni kirliliğinin görülebileceği düşünülmektedir.

- Toprakların ekstrakte edilebilir kurşun içerikleri

Araştırma alanı topraklarının sahip oldukları kurşun içerikleri 0.11 ile 5.80 mgkg⁻¹ arasındadır.

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin Pb içeriklerinin % 6.25 'i "Toksik" ve % 93.75 'i ise "İzin verilebilir" düzeydedir (Şekil 4). Bu durum araştırma alanındaki Pb kirliliğinin eğer gerekli önlemler alınmazsa her geçen gün artmaya devam edebileceğini göstermektedir.

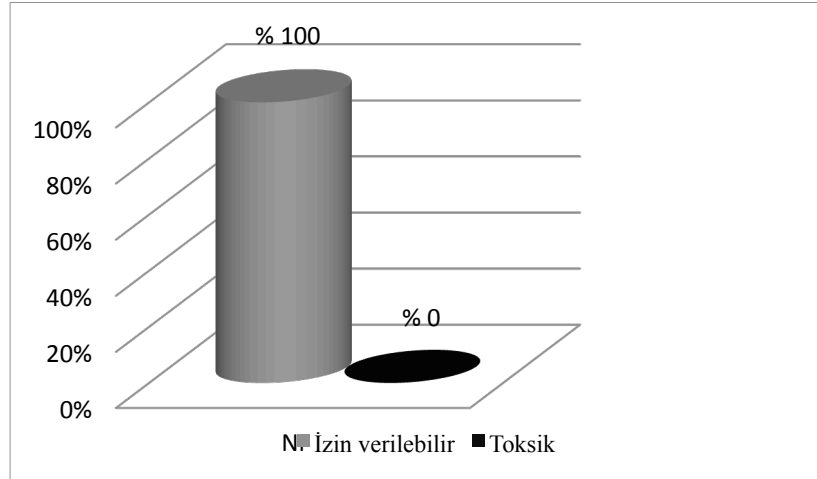
Araştırma alanından alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir kurşun içerikleri Çizelge 4'e göre değerlendirilmiştir.

Tekirdağ ili kıyı şeridinde yer alan tarım alanlarında ağır metal kirliliğini araştıran Adiloğlu ve ark. (2011), toprakların önemli bir bölümünde Pb kirliliğinin mevcut olduğunu ve kirlilik oranının % 24 gibi yüksek bir değerde olduğunu belirlemiştir.

Çizelge 3. Topraklarda ekstrakte edilebilir Ni için kritik değerler (Gerendas ve ark., 1999).

Table 3. Critical values of extractable Ni content of soils.

Ni (mg kg ⁻¹)	Değerlendirme
< 10	İzin verilebilir
> 10	Toksik



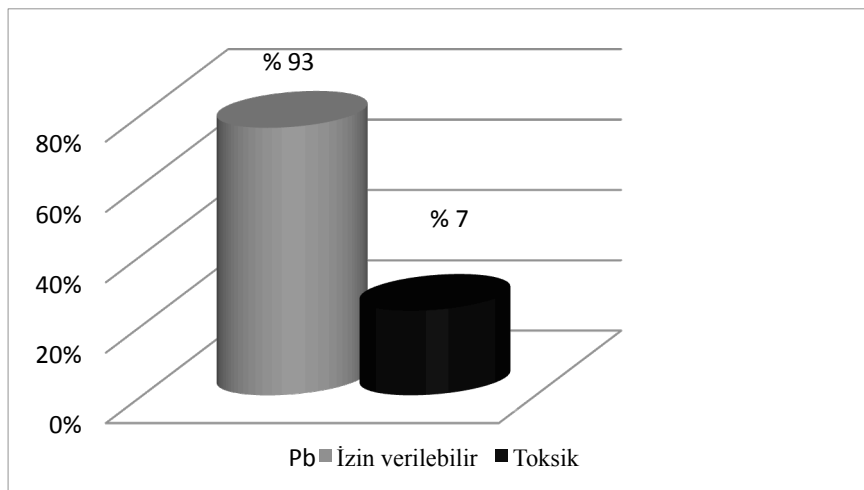
Şekil 3. Araştırma alanı topraklarındaki Ni kirliliği, %.

Figure 3. Ni pollution in research area.

Çizelge 4. Topraklarda ekstrakte edilebilir Pb için kritik değerler (Chapman, 1971).

Table 4. Critical values of extractable Pb content of soils.

Pb (mg kg ⁻¹)	Değerlendirme
< 4	İzin verilebilir
> 4	Toksik



Şekil 4. Araştırma alanı topraklarındaki Pb kirliliği, %.

Figure 4. Pb pollution in research area.

Araştırma alanı, tarımsal üretimin ve özellikle sebzeçiliğın yoğun olarak yapıldığı bir bölgedir. Karamenderes Havzası topraklarında belirlenen yüksek kurşun miktarlarının önlem alınmadığı takdirde, günden güne artarak tarımsal ürünlerde

birikmeye devam edebileceği ve bu ürünler ile beslenen başta insanlar olmak üzere diğer canlıların bünyelerine geçerek sağlığını tehdit edebilecek düzeylere ulaşabileceği daima göz önünde bulundurulmalıdır.

Kaynaklar

- Adiloğlu, A., S. Adiloğlu, K. Bellitürk, Ö. Karakaş, A. Sümer, E. Gönülsüz ve H. Sarı, 2011. Tekirdağ Kıyı Şeridi Topraklarında Ağır Metal Kirliliği. Kıyı Bölgelerinde Çevre Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, 17- 20 Kasım, s: 351- 365, Tekirdağ.
- Akbulak, C., H. Tatlı ve T. Cengiz, 2011. Analitik Hiyerarşi Süreci ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Karamenderes Çayı Havzasında Arazi Kullanımı Uygunluk Analizinin Yapılması. 108K550 No'lu TÜBİTAK Projesi, Ankara.
- Asri, F. Ö. ve S. Sönmez, 2006. Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. Derim, Batı Akdeniz Tarımsal Enstitüsü, Dergisi, Cilt: 23 (2): 36-45.
- Başar, H. and C. Aydınalp, 2005. Heavy metal contamination in peach trees irrigated with water from a heavily polluted creek. J. of Plant Nutrition, 28 (11): 2049- 2063.
- Bowen, H. J. M., 1966. Trace Element in Biochemistry. Academic Press, London.
- Chapman, H. D., 1971. Proc. Intern. Symp. Soil Fert. Evaln. New Delhi 1: 927- 947.
- Çetinkaya, O. 2011. Karamenderes Havzası Topraklarının Yarayışlı Mikro Besin Elementlerinin Durumu. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 143, Erzurum.
- Dürüst, N., Y. Dürüst, D. Tuğrul and M. Zengin, 2004. Heavy metal contents od pinus radiata trees of İzmit (Turkey). Asian J. of Chemistry, Vol: 16 (2): 1129-1134.
- Gerendas, J., J. C. Polacco, S. K. Freyermuth and B. Sattelmacher, 1999. Significance of nickel for plant growth and metabolism. J. Plant Nutr. Soil Sci. 162: 241- 256.
- Jackson, M. L., 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Kabata- Pendias, A. and H. Pendias, 2001. Trace Elements in Soils and Plants, 3rd Edition CRC Press, Boca Raton, Ann Arbor, London.
- Kacar, B., 2009. Toprak Analizleri (2. Baskı), Nobel Yayınları No: 1387, Ankara.
- Kacar, B. ve A. İnal, 2010. Bitki Analizleri (2. Baskı), Nobel Yayınları No: 1241, Ankara.
- Karaman, M.R. 2012. Bitki Besleme, Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi No, 2.
- Lindsay, W. L. and W. A. Norvell, 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganase and copper. Soil Sci. Soc.Am.J. 42:421- 428.
- Pak, O., 2011. Kırklareli Sınırları İçerisindeki Otoban Kenarlarında Bulunan Tarım Arazilerinde Bazı Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Sağlam, M. T., 2008. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 2, Tekirdağ.
- Sarı, T., 2009. Edirne İli ve Çevresinde Otoban Kenarlarındaki Topraklarda Bazı Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Tok, H. H., 1997. Çevre Kirliliği. 404s, Anadolu Matbaası, İstanbul.