



Araştırma Makalesi/Research Article

Yerleşim Yeri Uzaklığı ile Kiraz Bahçesi Topraklarının Ağır Metal İçeriği İlişkisi (Lapseki-Çanakkale)

Ali Sungur¹ Yakup Kenan Koca^{2*} Hasan Özcan¹

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

²Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Diyarbakır.

*Sorumlu yazar: ykkoca@dicle.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.11.2018

Kabul Tarihi: 14.01.2019

Öz

Temel ihtiyaçlarımızdan olan beslenmenin ana kaynağı olan topraklar çeşitli etmenler tarafından kirlenmektedir. Bu kirlenmelerin artmasına bağlı olarak toprağın verimliliği düşer ve kirlenmenin devam etmesi durumunda sürdürülebilir bir tarımdan bahsedilemez. Sert çekirdekli meyveler grubunda yer alan kirazın yoğun olarak üretiminin yapıldığı alanlardan birisi de Çanakkale ili Lapseki ilçesidir. Bu çalışmada, yerleşim yerine olan uzaklığına bağlı olarak Lapseki ilçesi kiraz bahçesi topraklarında Cd, Cu, Pb ve Zn durumunun incelenmesi amaçlanmıştır. Yerleşim merkezine çeşitli uzaklıklarda (0-250-750 m) bulunan bahçelerden iki farklı derinlikten (0-30 cm ve 30-60 cm) alınan toprak örnekleri çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Sonuçlara göre toprak örneklerinde bulunan Cd ve Zn konsantrasyonları tarımsal üretim açısından normal değerlerdedir. Çalışmada tüm örnekler göz önüne alındığında, bütün mesafe ve derinliklerde Cu elementinin normal değerler üzerinde olduğu ve birikim sergilediği belirlenmiştir. Çalışmada Cu konsantrasyonunun iki derinlik arasındaki farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bu durumun Cu içerikli tarımsal kimyasalların yoğun olarak kullanılmasının bir sonucu olduğu düşünülmüştür. Çalışmada Pb konsantrasyonları her ne kadar toprak derinliği bakımından farklılık göstermese de yerleşim yerine olan uzaklığa bağlı olarak alınan örnekler arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yerleşim yerine yaklaştıkça Pb konsantrasyonu önemli düzeyde artmıştır. Bu artışın yerleşim yerinde meydana gelen, trafik, sanayileşme, ısınma sonucu açığa çıkan emisyonlar gibi insan faaliyetlerinin bir sonucu olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak, Kiraz bahçesi, Ağır metal, Kirlilik, Lapseki

The Relation between the Settlement Distance and Sweet Cherry Orchards Heavy Metal Contents (Lapseki-Çanakkale)

Abstract

Soil, which is the main source of nutrition from our basic needs, is polluted by various factors. Due to the increase in these contamination, the productivity of the soil is reduced and in case of contamination, sustainable agriculture cannot be mentioned. One of the areas where the cherry is produced in the group of hard-core fruits is Lapseki district in Çanakkale. In this study, it is aimed to investigate the Cd, Cu, Pb and Zn of sweet cherry garden soil of depending on the distance from the settlement in Lapseki. The soil samples were collected from two different depths (0-30 cm and 30-60 cm) of the orchards which were made of cherry and located at various distances (0-250-750 m) to the settlement center. According to the results, the Cd and Zn concentrations in the soil samples were normal in terms of agricultural production. When all samples were taken into consideration in the study, it was determined that Cu was above normal values and accumulation at all distances and depths. In this study, the difference of Cu concentration between two depths was found to be statistically significant ($p<0.05$). Although Pb concentrations did not differ in terms of soil depth in the study, the difference between the samples taken from depending on the distance from the settlement was statistically significant. The concentration of Pb increased significantly as it approached the site of settlement. The increase is the result of human activities such as emissions due to traffic, industrialization and heating, occurring in the settlement.

Keywords: Soil, Cherry orchard, Heavy metal, Pollution, Lapseki



Giriş

Toprakların, özellikle de gıda zincirine daha hızlı dahil oldukları için tarım topraklarının ağır metallerce kirlenmesi dünya çapında kaygıları da beraberinde getirmektedir. Topraklarda ağır metal kirliliği dünyanın bir çok bölgesinde ciddi bir sorun haline gelmiş bulunmaktadır (Li ve ark., 2014). Toprakta bulunan ağır metaller doğal olarak kayaç ve minerallerin ayrışması ile ortaya çıkabildikleri gibi, insan faaliyetlerinin bir sonucu olarak da topraklara ulaşmakta ve çeşitli düzeylerde birikim sergileyebilmektedir. Ana materyal özellikleri dışında tarımsal kimyasallar, trafik, sanayi, kentleşme ve madencilik gibi antropojenik etmenler toprakların ağır metallerce kirlenmesine neden olmaktadır (Facchinelli ve ark., 2001, İşler ve ark. 2018). Literatürde çok sayıda çalışma, çevredeki ağır metal kirliliğine neden olan kaynakların bu antropojenik kaynaklardan oluştuğunu göstermektedir (Wei ve Yang, 2010; Sungur ve Özcan, 2013). Hızlı kentleşme ve buna bağlı gerçekleşen insan faaliyetleri özellikle kentsel çevrelere ve toprağa ciddi tehditler getirmektedir. Plansız endüstriyel faaliyetler ve kentleşme, verimli ve tarım potansiyeli yüksek toprakları kentsel alanlara dönüştürmektedir (Sungur, 2016).

Tarım topraklarının gıda üretimi yoluyla halk sağlığı üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı etkileri vardır. Bu nedenle tarımsal toprakları korumak ve sürdürülebilirliğini sağlamak büyük önem taşımaktadır (Wei ve Yang, 2010). Kentleşme ve sanayileşme ile birlikte özellikle gıda üretiminde pestisit ve gübreler gibi tarımsal kimyasalların bilinçsiz ve gereğinden fazla miktarda kullanımı da ağır metal birikimine neden olabilmektedir. Dolayısıyla endüstriyel süreçler, kentleşme ve ulaşım gibi faktörler aracılığı ile çevreye yayılarak toprağa ulaşan inorganik ve organik kirleticilerden dolayı toprak kaynakları hızla kirlenmekte ve bozunmaktadır (Romic ve Romic, 2003).

Gerek pazara yakın olması gerekse de ulaşımın kolay olmasından dolayı kent merkezlerine yakın araziler tarım alanı olarak öncelikli olarak tercih edilmektedir. Ancak kent merkezine yakın tarım alanları tarımsal aktiviteler dışında hem kentleşme hem de ulaşım kaynaklı ağır metallere maruz kalabilmektedir. Bundan dolayı toprakların ağır metal durumunun belirlenmesi ve izlenmesi gıda güvenliği ve toplum sağlığı açısından oldukça önemlidir.

Kiraz üretim açısından dünya çapında, sert çekirdekli meyve türleri arasında önemli bir yere sahiptir. Ticari değeri yüksek meyve türleri içerisinde yer aldığı için farklı coğrafya ve farklı iklimlerde yetiştirilmektedir. Çalışma yapılan bölgede Şeftaliden sonra en fazla üretimi yapılan meyvedir (Şeker ve ark., 2017). Önemli bir kiraz üretim ve ihracat bölgesi olan Çanakkale’de yaklaşık 1700 ha araziden yıllık yaklaşık 20000 ton kiraz üretmektedir. Lapseki yaklaşık 840 ha alan ve yaklaşık 6200 ton ile ilk sırada yer almaktadır (Parlak ve ark., 2017; Gür ve Sungur, 2018). Bundan dolayı, bu çalışma Çanakkale ili Lapseki ilçesi kiraz bahçesi topraklarındaki kadmiyum (Cd), bakır (Cu), kurşun (Pb) ve çinko (Zn) durumunu bahçelerin kente olan uzaklığına bağlı olarak iki farklı derinlikte incelemeyi amaçlamıştır.

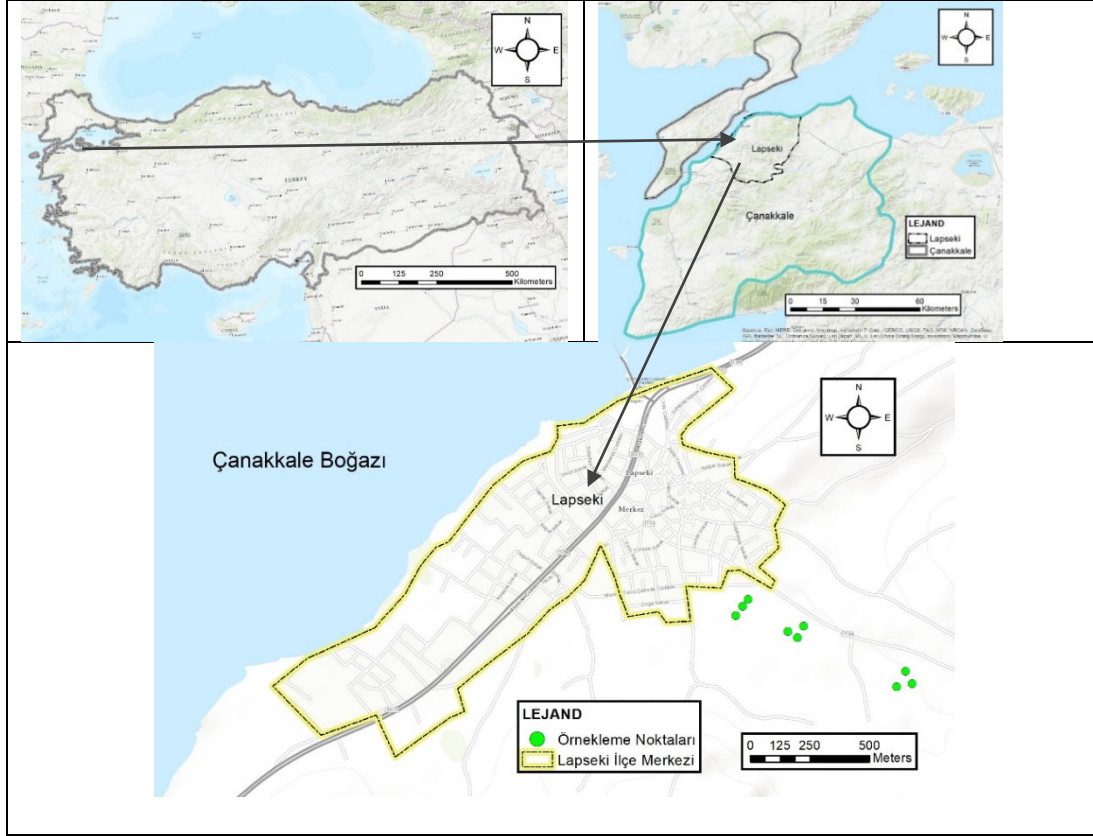
Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanı ve Toprak Örnekleme

Çalışmada kullanılan toprak örnekleri Çanakkale ili Lapseki ilçesi yerleşim alanı temel alınarak kent merkezine bitişik (0 m), 250 m ve 750 m uzaklığında bulunan bahçelerden alınmıştır (Şekil 1). Bahçeler genellikle alüvyal taşkın ovaları üzerine kurulmuştur. Çalışma alanı düz ve düze yakın arazilerden meydana gelmektedir. Temel jeolojik birim olarak Kuvaternerde oluşmuş alüvyonları içermektedir. Çalışma alanı toprakları Toprak Taksonomisine göre Entisol ordosunun Fluvent alt ordosuna ait topraklardan oluşmaktadır (Özcan, 2018). Örnekler 0-30 cm ve 30-60 cm olmak üzere iki ayrı derinlikten alınmıştır. Her üç mesafeden üçer bahçe belirlenmiş ve her bir bahçe için bahçeyi temsil edebilecek nitelikte bahçenin beş farklı noktasından toprak örnekleme yapılmış ve paçal yapılarak her bahçeyi temsil edebilecek tek bir örnek haline getirilmiştir. Örnek alma işleminde metalik olmayan aletler kullanılmış ve tüm örnekler polietilen kaplarda laboratuvara alınmıştır. Toprak örnekleri oda sıcaklığında (20-25°C) hava kuru hale gelmesi beklenmiş ve daha sonra 2 mm’lik elekte elenmiştir. Hazırlanan bu örneklerde tekstür, pH ve elektriksel iletkenlik analizleri yapılmıştır. Hazırlanan bu örneklerden bir miktar alınarak bir havan yardımıyla öğütülmüş ve 0.5 mm’lik bir elekten geçirilmiştir. Bu örneklerde de organik madde, kalsiyum karbonat ve ağır metal analizleri yapılmıştır.

Örneklerde Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 1:2.5 toprak:su süspansiyonunda sırasıyla bir cam elektrotlu pH-metre ve bir iletkenlik ölçer (EC-metre) ile ölçülmüştür. Toprak tekstürü hidrometre yöntemine göre (Bouyoucos, 1962) belirlenirken toprağın organik madde (OM) içeriği asit ortamda dikromatın oksidasyonu prosedürü ile belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1982). Toprak kalsiyum karbonat (CaCO_3) içerikleri, toprak numunesinin asitlendirilmesinden sonra reaksiyon sonucu açığa çıkan CO_2 hacminin ölçülmesi esasına dayanan bir kalsimetre ile belirlenmiştir (Nelson, 1982).



Şekil 1. Çalışma alanı ve örnekleme noktaları

Örneklerde Ağır Metal Analizi ve Doğruluk Testi

Çalışma kapsamında alınan toprak örneklerinin toplam Cd, Cu, Pb ve Zn içeriklerini belirlemek için bir yaş yakma yöntemi olan kral suyu (*Aqua regia*) ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Yaş yakma yöntemi için; bir gram toprak örneği 100 mL kapasiteli behere aktarılmış, 12 mL kral suyu ($\text{HNO}_3:\text{HCl}$ karışımı, 1:3 oranında) ilave edilerek üzerine saat camı kapatılmış ve bir gece çeker ocak içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra sıcak tabla (hot-plate) üzerine alınan örnekler sıcaklığın kademeli olarak artırılmasıyla kuruluğa yakın buharlaştırılmış ve bu işlem ikinci kez tekrarlanmıştır. Kral suyu ile çözeltiye gecen metallerin ölçümü için örnekler 0.45 μm 'lik bir mavi-bant filtreden geçirilmiş ve 25 mL'ye tamamlanmıştır. Çalışmada kullanılan kral suyu yönteminin doğruluğunu test etmek amacıyla sertifikalı referans madde (GBW07425, toprak) kullanılmıştır. Elde edilen geri kazanımlar Çizelge 1'de sunulmuş olup geri kazanımlar % 90.7 ile % 107.7 aralığında olup ve sonuçlar tatmin edici bulunmuştur. Toprak örneklerinin ağır metal içerikleri indüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometresi (ICP-OES) kullanılarak belirlenmiştir.



Çizelge 1. Sertifikalı referans maddede (GBW07425, toprak) metaller için belirlenen konsantrasyonlar (ort. \pm sd) ve geri kazanım oranları, $n = 3$

Metaller	Sertifika değeri ($\mu\text{g/g}$)	Ölçülen değer ($\mu\text{g/g}$)	Geri kazanım (%)
Cd	0,13 \pm 0,01	0,14 \pm 0,09	107,7
Cu	21,4 \pm 1,2	20,3 \pm 1,8	94,9
Pb	24,7 \pm 1,4	22,4 \pm 2,8	90,7
Zn	65 \pm 5	59,5 \pm 6,8	91,5

İstatistiksel Analiz

Kiraz bahçesi topraklarının yerleşim yerine olan uzaklıklarının ve toprak derinliğinin Cd, Cu, Pb ve Zn konsantrasyonlarına etkileri varyans analizi ile incelenmiştir. Ortalamalar arası farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. İstatistiksel analizler MINITAB-18 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çalışma kapsamında alınan toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde toprakların pH değerinin mesafe ve toprak derinliği bakımından fazla değişkenlik göstermediği ve bütün toprakların hafif alkali olduğu anlaşılmaktadır. Kent merkezine olan mesafe ve örnekleme derinliği bakımından toprakların tuzsuz ve kireç bakımından düşük olduğu belirlenmiştir. Toprak örneklerine ait organik madde içeriklerine bakıldığında mesafe bakımından değişim sergilemediği ancak yüzey toprağında daha yüksek olduğu görülmüştür. Bitki atıkları gibi toprak yüzeyine olan katımlar ile bu beklenen bir sonuçtur. Toprağın tekstürüne bakıldığında 0 ve 250 m mesafelerde bulunan kiraz bahçesi topraklarının kumlu killi tın ve 750 m mesafede bulunan toprakların ise kumlu tın bünyeye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler (ort \pm sd)

Mesafe (m)	Derinlik (cm)	pH	EC ($\mu\text{S/cm}$)	Kireç (%)	OM (%)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	Tekstür Sınıfı*
0	0-30	7,60 \pm 0,17	183 \pm 50	1,76 \pm 0,91	2,57 \pm 0,18	25,1 \pm 4,3	18,7 \pm 1,2	56,3 \pm 4,2	SCL
	30-60	7,62 \pm 0,12	156 \pm 80	2,28 \pm 0,53	1,80 \pm 0,50	23,7 \pm 2,1	19,4 \pm 3,2	56,9 \pm 5,3	SCL
250	0-30	7,78 \pm 0,09	150 \pm 28	1,37 \pm 0,20	1,87 \pm 0,57	21,9 \pm 3,2	19,8 \pm 2,4	58,3 \pm 5,5	SCL
	30-60	7,75 \pm 0,06	75 \pm 13	1,50 \pm 0,52	1,31 \pm 0,15	30,6 \pm 7,9	16,6 \pm 8,4	52,8 \pm 11,5	SCL
750	0-30	7,55 \pm 0,30	215 \pm 111	1,95 \pm 0,82	2,00 \pm 0,61	18,1 \pm 3,2	17,3 \pm 1,2	64,6 \pm 2,1	SL
	30-60	7,61 \pm 0,20	155 \pm 73	2,14 \pm 1,10	1,50 \pm 0,53	18,1 \pm 3,2	21,5 \pm 2,4	60,4 \pm 3,6	SL

* SCL: Kumlu killi tın; SL: Kumlu tın

Toprakların Ağır Metal İçerikleri

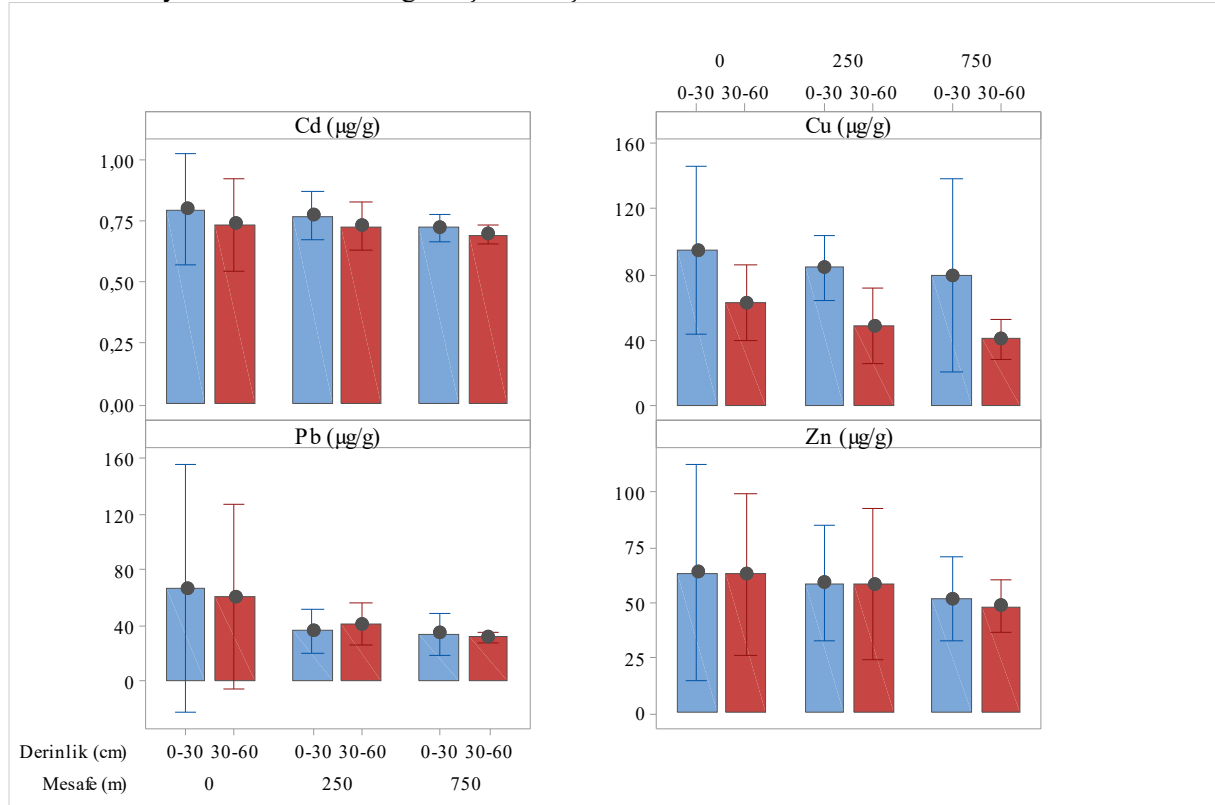
Yerleşim yerine farklı uzaklıklardan ve iki ayrı derinlikten alınan toprak örneklerine ait Cd, Cu, Pb ve Zn içerikleri Şekil 2’de verilmiştir. Yüzey örnekleri ile 30-60 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde Cd konsantrasyonu oldukça yakın bulunmuştur. Aynı şekilde mesafeler arası Cd konsantrasyonları birbirine yakın bulunmuş ve istatistiksel olarak da fark bulunmamıştır. Genel olarak tarım topraklarında Cd konsantrasyonunun 0.2-1 $\mu\text{g/g}$ aralığında (Alloway, 1993) bulunduğu ve kirlenmemiş topraklarda Cd için kabul edilebilir limitin 1 $\mu\text{g/g}$ olduğu bildirilmiştir (Pais ve Jones, 2000). Çalışma kapsamında alınan tüm örneklerin Cd içeriği yaklaşık 0.7 $\mu\text{g/g}$ olup izin verilebilir limitler içinde bulunduğu ve tarımsal üretim açısından herhangi bir kaygı uyandırmadığı ve çevresel yerleşim yeri ve tarımsal faaliyetlerin Cd değişimine herhangi bir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır.

Bu çalışmada yüzey örneklerinde Cu konsantrasyonu, 0 m için 94,2 \pm 20,70 $\mu\text{g/g}$, 250 m için 83,68 \pm 7,86 $\mu\text{g/g}$ ve 750 m için 78,90 \pm 23,9 $\mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur (Şekil 2). Mesafeler göz önüne alındığında yerleşim yerinden uzaklaştıkça Cu konsantrasyonunun azaldığı gözlemlense de bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Diğer yandan 0-60 cm derinlikten alınan örneklerde Cu

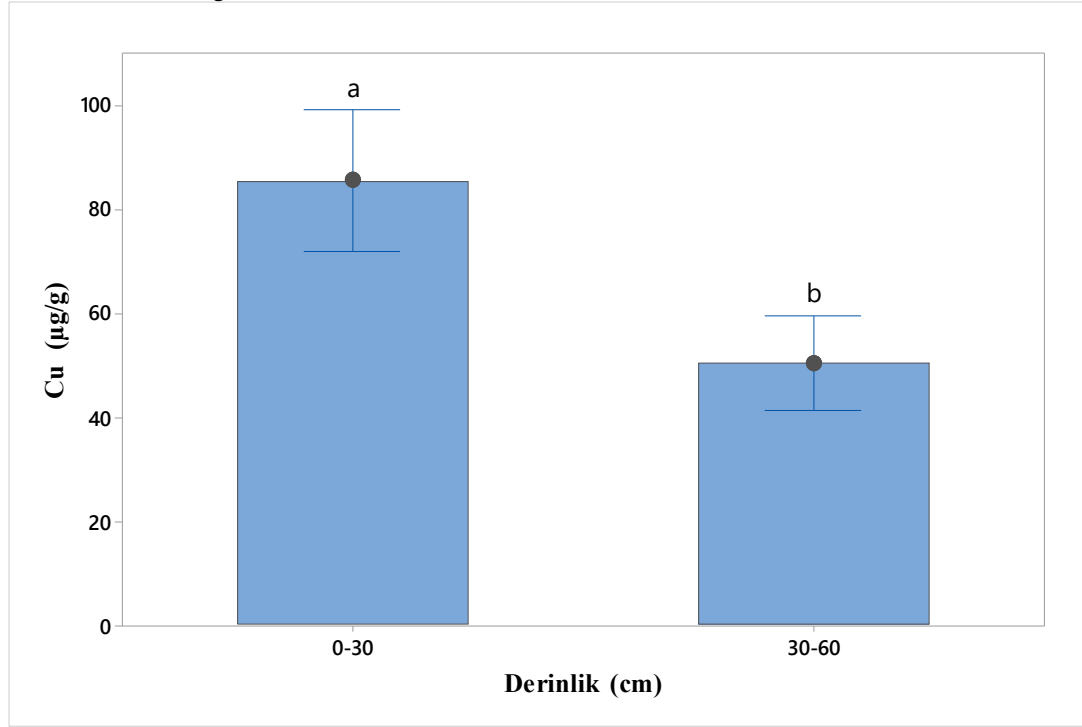


konsantrasyonları 0-250-750 m için sırasıyla; $62,42 \pm 9,33 \mu\text{g/g}$, $48,33 \pm 9,51 \mu\text{g/g}$ ve $40,46 \pm 4,94 \mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur. Mesafeler arası Cu konsantrasyonu istatistiksel olarak farklılık sergilememiş ancak her iki derinlik arasında istatistiksel farklılık olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). Mordoğan ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada da kumlu-tınlı topraklarda yüzeyde Cu konsantrasyonu daha yüksek bulunmuş iken yüzey altı topraklarda Cu konsantrasyonu nispeten daha düşük olarak belirlenmiştir. Kirlenici unsura bağlı olarak topraklarda Cu değişiminin ele alındığı bir çalışmada da (Öztemel ve ark., 2016) karayolundan uzaklaştıkça tarım topraklarında Cu konsantrasyonu azaldığı belirtilmiştir.

Dünya genelinde tarım yapılan topraklarda Cu konsantrasyonu geniş anlamda 2-250 $\mu\text{g/g}$ aralığında ve genellikle 20-30 $\mu\text{g/g}$ arasında değiştiği rapor edilmiştir (Alloway, 1993). Bununla birlikte kirlilik sorunu olmayan topraklarda ise Cu için normal üst limitin 15-25 $\mu\text{g/g}$ olduğu ifade edilmektedir (Pais ve Jones, 2000). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde tüm mesafe ve derinliklerde Cu elementinin birikim sergilediği ve normal değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun çalışma alanında Cu içerikli tarımsal kimyasalların (özellikle bordo bulamacı ve Cu içerikli pestisitler) yoğun olarak kullanılmasının bir sonucu olduğu anlaşılmaktadır. Yüzey toprağının alt toprağa göre istatistiksel olarak farklı çıkması da bu kanıtı güçlendirmektedir. Çünkü meyve bahçelerine uygulanan kimyasallar öncelikle yüzey toprağına ulaşır ve yüzey toprağı tarafından çoğunlukla tutularak birikim sergiler. Çalışma alanı toprakları için bu beklenen bir sonuçtur. Çünkü Cu topraktaki en hareketsiz ağır metallerden biridir (Pais ve Jones 2000). Yerleşim yerinden uzaklaştıkça azalan Cu konsantrasyonlarının istatistiksel olarak farklı çıkmamasının sebebinin yoğun tarımsal faaliyetlerin baskısı olduğu düşünülmüştür.

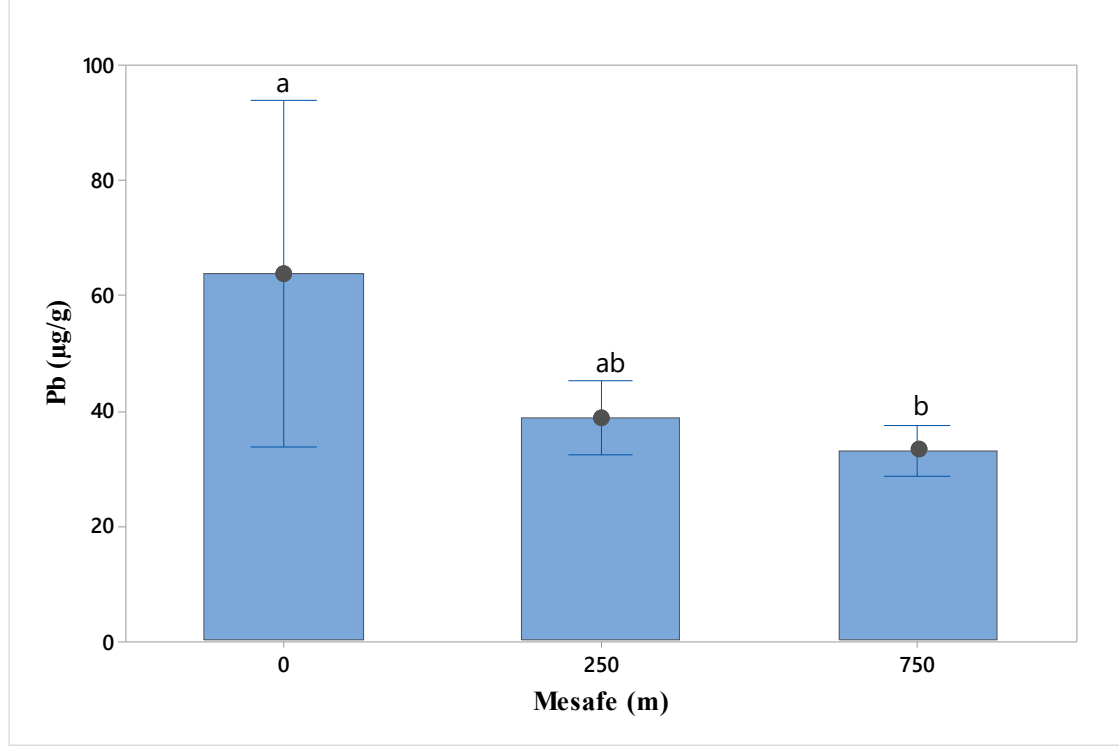


Şekil 2. Mesafe ve toprak derinliğine bağlı olarak toprakların Cd, Cu, Pb ve Zn içerikleri,



Şekil 3. Toprak derinliğine bağlı olarak Cu miktarlarındaki değişim

Tarım topraklarında Pb, geniş anlamda 2-300 µg/g aralığında bulunurken yaygın olarak ortalama tarım topraklarında 10-30 µg/g aralığında olduğu rapor edilmiştir (Alloway, 1993). Bu çalışma kapsamında alınan toprak örneklerine bakıldığında yerleşim yerine bitişik (0 m) olan topraklarda Pb konsantrasyonu geniş bir değişim aralığı göstermiş ve yüzey (0-30 cm) toprağında $67,1 \pm 36,2$ µg/g, alt (30-60 cm) toprakta $60,7 \pm 26,8$ µg/g olarak bulunmuştur. Bu değerler tarımsal topraklar için genel yaygın değer üst limiti olan 30 µg/g değerinin iki katı kadar daha fazla çıkmış ve Pb kirliliğine işaret etmiştir. Yerleşim yerine 250 m ve 750 m uzaklıkta olan toprak örneklerinin Pb içerikleri ise 30-40 µg/g aralığında bulunmuştur (Şekil 2). Çalışmada toprak derinliği yönünden Pb konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmamıştır. Diğer yandan yerleşim yerine olan uzaklığa bağlı olarak Pb konsantrasyonları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve kent merkezinden uzaklaştıkça Pb konsantrasyonunda azalma olmuştur (Şekil 4). Bu farklılığın tarımsal faaliyetler sonucunda ortama katılımdan daha yüksek bir Pb katılımın yerleşim yerinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Bu farklılığın yerleşim yerinden kaynaklı insan kökenli faaliyetlerin bir sonucu olduğuna ayrıca yerleşim yerine bitişik (0 m) bahçelerden alınan toprak örneklerinde Pb konsantrasyonunun daha geniş bir değişim aralığı göstermesi de işaret etmektedir (Şekil 2). Kentleşmeye bağlı olarak artan trafik, sanayileşme ve fosil yakıtların kullanımıyla yapılan ısınma sonucu ortaya çıkan emisyonların Pb değeri üzerinde baskın bir rol oynadığı kanısına varılmıştır. Literatürde özellikle Pb ile ilgili yapılan çalışmalarda bu metallerin atmosferik çökeltme ve insan faktörlü etkilerle toprak yüzeyinde biriktiği vurgulanmıştır (Yang ve ark., 2001; Hernandez ve ark., 2003; Nicholson ve ark., 2003).



Şekil 4. Yerleşim yerine olan uzaklığına bağlı olarak Pb miktarlarındaki değişim

Tarım toprakların Zn konsantrasyonu dünya genelinde 10-300 µg/g aralığında ve genellikle 50 µg/g olduğu rapor edilmiştir (Alloway, 1993). Çalışma kapsamında alınan bütün toprak örneklerinde Zn miktarı 48.50-63.90 µg/g konsantrasyon aralığının ile normal tarım toprakları için kabul edilebilir normal değerlerin çok az üzerinde olduğu belirlenmiştir. Yerleşim yerine olan uzak ve toprak derinliği bakımından Zn konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Çalışma kapsamında alınan bütün örneklerin Zn konsantrasyonları göz önüne alındığında, tarımsal faaliyetlerin ve yerleşim yerinin bir bahçe toprakları üzerinde bir baskı oluşturmadığı anlaşılmıştır. Dolayısıyla elde edilen Zn konsantrasyonlarının litojenik kökenli olduğu öne çıkmıştır (Everest ve Özcan, 2018). Toprakların Zn içeriğinin büyük ölçüde ana materyalin (kayacın) kompozisyonuna bağlı olduğu rapor edilmiştir (Kiekens, 1993). Çalışma kapsamında incelenen bahçe topraklarının insan kaynaklı faktörlerin etkisinde olmadığı düşünülmüştür.

Sonuç ve Öneriler

Kentleşmeye paralel olarak artan trafik, fosil yakıt kullanımı ve sanayileşme, özellikle kent merkezlerine yakın tarımsal topraklar için büyük çevresel kaygıları beraberinde getirmektedir. Bu çalışma Çanakkale’de önemli bir kiraz üretimine sahip Lapseki ilçesinde bulunan kiraz bahçelerine odaklanmış ve kent merkezinden uzaklaştıkça Cd, Cu, Pb ve Zn konsantrasyonları arasındaki farklılaşma irdelenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular şöyle özetlenebilir: (1) Kiraz bahçesi topraklarında Cd ve Zn konsantrasyonları tarımsal üretim açısından herhangi bir kaygı uyandırmamıştır. (2) Çalışma alanında tüm mesafe ve derinliklerde Cu elementinin normal değerler üzerinde olduğu ve birikim sergilediği belirlenmiştir. Mesafeler arası Cu konsantrasyonu istatistiksel olarak farklılık göstermemiş ancak her iki derinlik arasında istatistiksel farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun çalışma alanında Cu içerikli tarımsal kimyasalların yoğun olarak kullanılmasının bir sonucu olduğu kanısına varılmıştır. Hareketsiz metallere olan Cu toprak sistemine yüzeyden katıldığından yüzey toprağında daha fazla tutulmakta ve birikmektedir. Tarımsal faaliyetlerden gelen fazla miktardaki Cu, yerleşim yerinden gelebilecek daha düşük miktardaki Cu konsantrasyonunu bastırıldığından mesafeler arası fark istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. (3) Toprak derinliği bakımından farklılık göstermeyen Pb konsantrasyonları, yerleşim yerine olan uzaklığa bağlı olarak istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. Özellikle kent merkezine bitişik bahçe topraklarında Pb konsantrasyonları geniş aralıklarda ve normal tarım topraklarında bulunan değerlerin iki katı daha



fazla bulunmuştur. Mesafe arttıkça Pb konsantrasyonu önemli düzeyde azalmıştır. Bu farklılığın yerleşim yerinden kaynaklı insan kökenli faaliyetlerin bir sonucu olduğu anlaşılmıştır. (4) Bundan sonra bu konuyla ilgili yapılacak diğer çalışmalar için metallerin toplam miktarları dışında hareketliliğinin ve yayılabilirliğinin de çalışılması önerilmektedir.

Teşekkür: Çalışmada istatistiksel analizler için değerli katkılarda bulunan Prof. Dr. Habib Kocacıyık'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Alloway, B.J., 1993. Heavy metals in soils. Wiley & Sons, Inc. New York. 338p.
- Bouyoucos, G.J., 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1. *Agronomy Journal*, 54(5): 464-465.
- Everest, T., Özcan, H., 2018. Toprak verimliliğinin değerlendirilmesinde pedo-jeolojik yaklaşım. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 5(4):589-603.
- Facchinelli, A., Sacchi, E., Mallen, L., 2001. Multivariate statistical and GIS-based approach to identify heavy metal sources in soils. *Environmental Pollution*. 114(3): 313-324.
- Gur, E., Sungur, A., 2018. Estimation of heavy metal fractions, sources and uptake by plants in cherry orchards (Çanakkale-Lapseki, NW Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*. 27(9): 6379-6387.
- Hernandez, L., Probst, A., Probst, J.L., Ulrich, E., 2003. Heavy metal distribution in some French forest soils: evidence for atmospheric contamination. *Science of the Total Environment*. 312: 195-219.
- İşler, M., Sungur, A., Soylak, M., 2018. Özbek Ovası (Çanakkale) tarım topraklarında ağır metal mobilitesinin bir ardışık ekstraksiyon yöntemiyle değerlendirilmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 4(1): 43-55.
- Kiekens, L., 1993. Zinc. In (Ed) Alloway B.J., Heavy metals in Soils. Wiley & Sons, Inc. New York. pp. 261-277.
- Li, Z., Ma, Z., Van der Kuijp, T.J., Yuan, Z., Huang, L., 2014. A review of soil heavy metal pollution from mines in China: pollution and health risk assessment. *Science of the Total Environment*. 468, 843-853.
- Mordoğan, N., Ceylan, Ş., Delibacak, S., Çakıcı, H., Günen, E., Pekcan, T., Çolak, B., 2013. Organik gübrelemenin zeytin yetiştirilen kumlu-tınlı topraktaki besin element içeriğine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*. 10(1): 7-13
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and gypsum. In: Page AL, editor; Miller RH, editor; & Keeney DR, editor.(Eds.), *Methods of soil analysis, part 2: 181-197*. Madison: American Society of Agronomy.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page AL, editor; Miller RH, editor; & Keeney DR, editor.(Eds.), *Methods of soil analysis, part 2: 539-577*. Madison: American Society of Agronomy.
- Nicholson, F.A., Smith, S.R., Alloway, B.J., Carlton-Smith, C., Chambers, B.J., 2003. An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales. *Science of the Total Environment*. 311(1-3): 205-219.
- Özcan, H., 2018. Fluvisols. In: Kapur S., Akça E., Günel H. (eds), *The soils of Turkey*. World Soils Book Series. Springer, Cham. pp. 129-139.
- Öztemel, Z., Tüfenkçi, Ş., Çakmakçı, T., 2016. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan ağır metal kirliliğinin belirlenmesi: Şanlıurfa-Viraneşehir karayolu örneği. *YYÜ Ta. Bil. Dergisi*. 26(2): 282-287.
- Pais I., Jones J.B., 2000. *Handbook of trace elements*. St. Lucie Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Parlak, M., Taş, İ., Koyuncu, Ş., Gür, E., Uysal, İ., 2017. Eğimli kiraz bahçesinde toprak erozyonu ve kiraz köklerinin anatomik yapısı. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 5(1): 69-77.
- Romic, M., Romic, D., 2003. Heavy metals distribution in agricultural topsoils in urban area. *Environmental Geology*. 43(7): 795-805.
- Seker, M., Ekinci, N., Gür, E., 2017. Effects of different rootstocks on aroma volatile constituents in the fruits of peach (*Prunus persica* L. Batsch cv.'Cresthaven'). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Scienc.*, 45(1): 1-13.
- Sungur, A., 2016. Heavy metals mobility, sources, and risk assessment in soils and uptake by apple (*Malus domestica* Borkh.) leaves in urban apple orchards. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 62(8): 1051-1065.
- Sungur, A., Özcan, H., 2013. DTPA ve BCR ardışık ekstraksiyon yöntemleriyle toprak örneklerinde ağır metal analizi. *JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 10(3): 46-53.
- Wei, B., Yang, L., 2010. A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China. *Microchemical Journal*. 94(2): 99-107.
- Yang, H., Rose, N.L., Boyle, J.F., Battarbee, R.W., 2001. Storage and distribution of trace metals and spheroidal carbonaceous particles (SCPs) from atmospheric deposition in the catchment peats of Lochnagar. Scotland. *Environmental Pollution*. 115(2): 231-238.