



Rulo Çim Alanlarındaki Toprakların ve Çim Bitkisinin Bazı Ağır Metal (Cu, Zn, Cr, Ni, Pb) İçerikleri: Pilot Çalışmalar: Edirne, Balıkesir ve Çanakkale

Mehmet Parlak^{1*} Timuçin Everest¹ Tülay Tunçay²

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki Meslek Yüksekokulu, Lapseki-Çanakkale.

² T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara.

*Sorumlu yazar: mehmetparlak06@hotmail.com

Geliş Tarihi: 08.09.2019

Kabul Tarihi: 12.11.2019

Öz

Kentleşmenin etkisiyle rulo çim alanlarındaki topraklar ağır metallerce kirlenmektedirler. Bu çalışmada Edirne (Kocahıdır ve Salarlı Köyü), Balıkesir (Altınova Mahallesi) ve Çanakkale’deki (Çınarlı Köyü) rulo çim alanlarından alınan toprak örneklerinde alınabilir ve toplam ağır metal kapsamı ile çim bitkisinin ağır metal kapsamı belirlenmiştir. Ayrıca, toprakların bünye, pH, elektriksel iletkenlik, kireç ve organik madde de saptanmıştır. Farklı yerlerden alınan toprak örnekleri birlikte ortalama olarak değerlendirildiğinde alınabilir Cu, Zn, Cr, Ni ve Pb sırasıyla 1.06, 0.43, 0.006, 0.83 ve 1.65 mg/kg olduğu belirlenmiştir. Bitki örneklerinin Cu kapsamı 5.47-7.63 mg/kg, Zn kapsamı 18.77-74.80 mg/kg, Cr kapsamı 2.25-9.39 mg/kg, Ni kapsamı 1.65-9.82 mg/kg ve Pb kapsamı ise 0.06-17.53 mg/kg arasında değişmiştir. Toplam Cu en fazla Çınarlı Köyü’nde (529.60 mg/kg) en az Salarlı Köyü’nde (308.30 mg/kg), toplam Zn en fazla Altınova Mahallesi’nde (47.16 mg/kg) en az Salarlı Köyü’nde (30.29 mg/kg), toplam Cr en fazla Çınarlı Köyü’nde (118.10 mg/kg) en az Kocahıdır Köyü’nde (13.64 mg/kg), toplam Ni en fazla Çınarlı Köyü’nde (126.68 mg/kg) en az Kocahıdır Köyü’nde (7.31 mg/kg), toplam Pb ise en fazla Altınova Mahallesi’nde (15.46 mg/kg) en az Salarlı Köyü’nde (13.21 mg/kg) saptanmıştır. Elde edilen veriler toprak kirliliği kontrol yönetmeliğine göre değerlendirildiğinde çim alanı topraklarının hepsinde Cu derişiminin sınır değerlerin üzerinde olduğu, Çınarlı Köyü’ndeki Cr ve Ni hariç diğer ağır metallerin sınır değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metaller, çim toprakları, çim, tarım

Heavy Metal (Cu, Zn, Cr, Ni, Pb) Contents of Sod Sites and Turfgrass: Case Studies: Edirne, Balıkesir and Çanakkale

Abstract

With the impacts of urbanization, soils of sod sites are polluted by heavy metals. In this study, available and total heavy metal contents of soil samples taken from sod sites of Edirne (Kocahıdır and Salarlı villages), Balıkesir (Altınova district) and Çanakkale (Çınarlı village) provinces and heavy metal contents of turfgrass were determined. In addition, soil texture, pH, electrical conductivity, lime, as well as organic matter content were also determined. When the average values of soil samples taken from different locations were assessed together, it was observed that available Cu, Zn, Cr, Ni and Pb contents were respectively determined as 1.06, 0.43, 0.006, 0.83 and 1.65 mg/kg. Cu content of plant samples varied between 5.47-7.63 mg/kg, Zn contents between 18.77-74.80 mg/kg, Cr contents between 2.25-9.39 mg/kg, Ni contents between 1.65-9.82 mg/kg and Pb contents varied between 0.06-17.53 mg/kg. The greatest total Cu content was observed in Çınarlı village (529.60 mg/kg) and the lowest in Salarlı village (308.30 mg/kg); the greatest total Zn content was observed in Altınova district (47.16 mg/kg) and the lowest in Salarlı village (30.29 mg/kg); the greatest total Cr content was observed in Çınarlı village (118.10 mg/kg) and the lowest in Kocahıdır village (13.64 mg/kg); the greatest total Ni content was observed in Çınarlı village (126.68 mg/kg) and the lowest in Kocahıdır village (7.31 mg/kg); the greatest total Pb content was observed in Altınova district (15.46 mg/kg) and the lowest in Salarlı village (13.21 mg/kg). When the resultant values were assessed through soil pollution control regulations, it was observed that Cu concentration of all samples of sod sites were above the limit values and except for Cr and Ni concentration of Çınarlı village, the other heavy metal concentrations were below the limit values.

Keywords: Heavy metals, turf soils, turfgrass, agriculture



Giriş

Günümüzde hızlı nüfus artışı nedeniyle düzensiz ve yoğun kentleşme, endüstriyel gelişmelerin artması insanların yeşil alana olan gereksinimlerini gün geçtikçe artırmıştır. Yeşil alanların önemli bir bileşeni olan çim alanları gelişen ve gelişmekte olan ülkelerin şehir dışı ve şehir alanlarında yaygın olarak yapılmaktadır. Dünyada en fazla rulo çim üretimi A.B.D.' de gerçekleştirilmektedir. Amerika' da 162 000 ha alanda rulo çim üretimi yapılmakta olup toplam yıllık geliri 3.1 milyar dolardan fazladır (Haydu et al., 2006). A.B.D.' yi Avrupa Birliği (80 000 ha), Hindistan (12 140 ha) ve Avustralya (4 400 ha) takip etmektedir (SODSAT, 2018; Chawla et al., 2018; TAU, 2018). Türkiye' de ise rulo çim alanlarına ilişkin veri olmamasına rağmen 2017 yılında çim tohumu üretimi 167 ton, çim tohumu ithalatı 5818 ton olmak üzere toplamda 5985 ton çim tohumu tüketilmiştir. Çim tohumu ithalatı için yılda 11 607 000 dolar harcanmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2017). Çim alanlarının atmosferik kirleticileri absorbe etmesi, orman yangınlarını azaltması, vahşi yaşam için habitat oluşturması, karbon tutulmasını sağlaması, gürültüyü azaltması, toz birikimini önlemesi gibi fonksiyonları bilinen yararlarından bazılarıdır (Monteiro, 2017).

Topraklar her yıl farklı kaynaklardan önemli miktarda kirleticiyi bileşimlerine almaktadırlar. Farklı kirleticiler dikkate alındığında ağır metaller dayanıklılıkları ve toksisiteleri nedeniyle tehlikelidirler. Tarım topraklarında ağır metal kirliliği toprağın fonksiyonunun yitirilmesine, bitki gelişiminde gerilemeye neden olmakta ve gıda zinciri yoluyla insan sağlığını bile etkileyebilmektedir. Bu yüzden toprağı korumak ve sürdürülebilirliğini sağlamak büyük önem taşımaktadır.

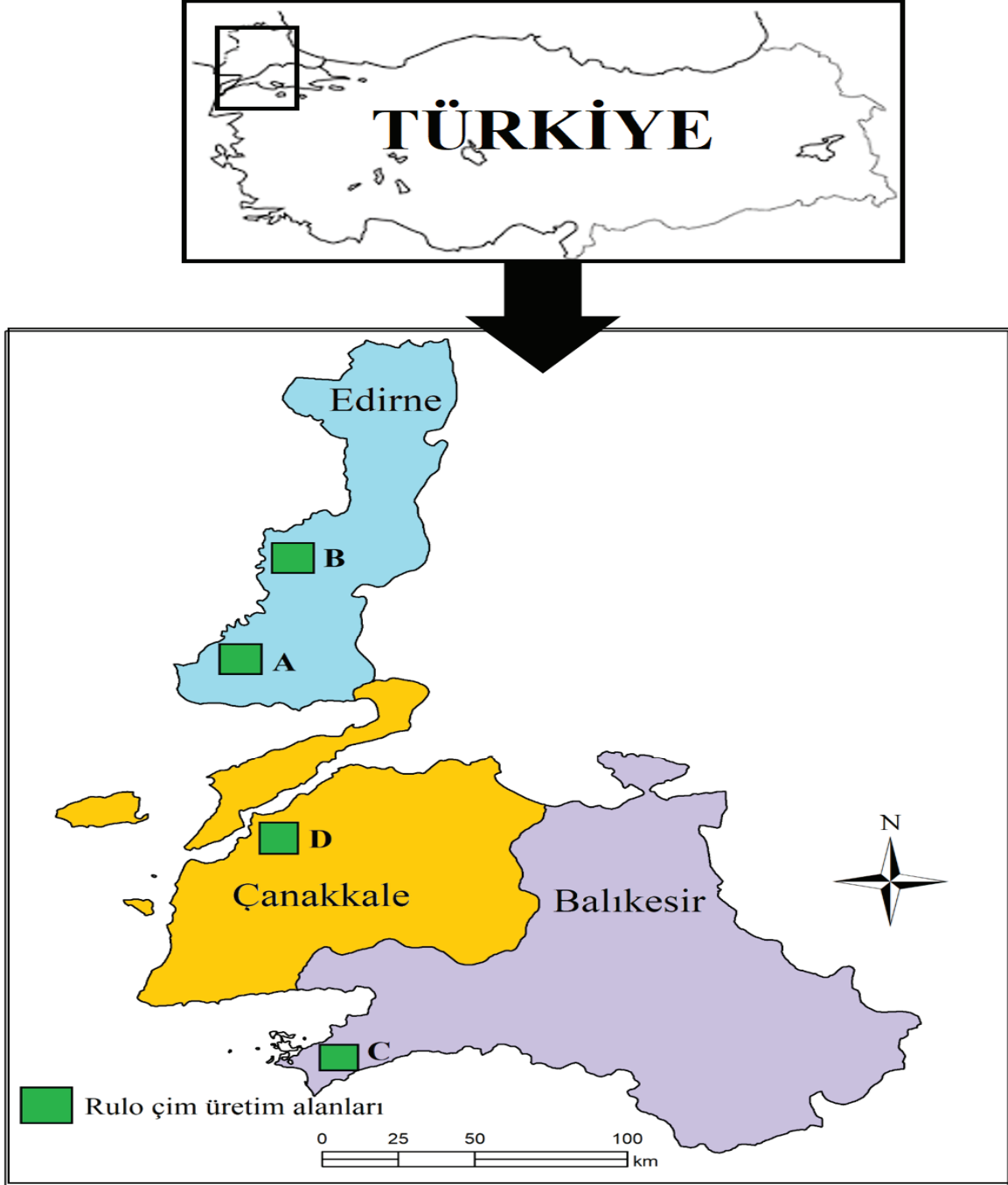
Tarım topraklarında ağır metallerin konsantrasyonu ana materyalin bileşimine bağlıdır. Fakat yapılan tarımsal işlemler de ağır metallerin artmasına neden olabilir. Kimyasal ve organik gübreler, atık suyla sulama, tarım ilaçları, kompostlanmış atıklar ve atık çamur topraklarda ağır metal girdilerini oluşturan kaynaklardır. Buna ilaveten bazı tarım alanları fabrikalardan kaynaklanan kirlenme, şehir ve endüstriyel atıkların boşaltılması, madencilik, motorlu araçların çıkardığı egzoz gazları ve fosil yakıtların tüketilmesi nedeniyle ağır metaller maruz kalırlar. Bazı alanlarda insan kaynaklı etkenlerden kaynaklanan ağır metaller toprak oluşumunu sağlayan pedogenik süreçteki doğal girdiyi aşabilir (Hani ve Pazira, 2011; Cai et al., 2012; Shi et al., 2018).

Hızlı kentleşme ve sanayileşmeye bağlı olarak tarım toprakları kirlenmektedir (Kara, 1988; Mamut et al., 2017; Doabi et al., 2019). Kentleşmenin hızlı artması nedeniyle ağır metallerce toprak kirlenmesi önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu araştırmanın amacı, farklı illerde yer alan rulo çim alanlarının ve çim bitkisinin ağır metal kapsamalarını, toprakların fiziksel kimyasal özellikleri ile ağır metal kapsamaları arasındaki ilişkilerine ilaveten toprak özellikleri ile bitkilerin ağır metal kapsamaları arasındaki ilişkileri de saptamaktır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı

Türkiye' nin Marmara Bölgesi'ndeki 4 rulo çim alanından toprak ve bitki örnekleri alınmıştır (Şekil 1). Çim alanlarının büyüklüğü 13-139 da, eğimi %0-2 ile %2-6 arasında, yıllık sıcaklık 11.4-16.6°C ve yıllık yağış ise 514 ile 640 mm arasında (MGM, 2016) değişmektedir (Çizelge 1). Çim yetiştirilme süresi ve önceki arazi kullanımı arazi sahipleriyle yapılan görüşmelerden sağlanmıştır. Çalışma alanındaki topraklar Fluvisol ordosuna (Jones et al., 2005; Özcan, 2018) dahildirler ve Typic Ustifluvents (Soil Taxonomy, 1999) olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanlarının her birisine 4' lü karışım [%10 çok yıllık çim (*Lolium perenne*); %10 çayır salkımotu (*Poa pratensis*), %40 kırmızı yumak (*Festuca rubra*); %40 kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*)] Ekim 2017' de ekilmiştir. Ekimden önce tohum yatağına 25 kg 15 15 15 NPK/da gübresi, çimler yaklaşık 3 cm kadar boylanınca da 50 kg üre/da verilmiştir. Çim alanları Mayıs ve Haziranda haftada 2 kez (günde 4 mm), Temmuz ve Ağustosta ise haftada 2 kez (günde 6 mm), martta ise 1 kez (günde 4 mm) yağmurlama sulamayla sulanmıştır. Toplamda 136 mm su uygulanmıştır. Çim alanları yağış yeterli olduğu dönemde (Eylül ile Şubat ayları) sulanmamıştır. Yabancı ot kontrolü için çimlere Mustang (452.42 g/l 2.4 D EHE + 6.25 g/l florasulam) herbisiti uygulanmıştır. Çimler daha sonra rulolar halinde mekanik hasat makinasıyla kesilmiş ve başka alanlara taşınmıştır (Şekil 2a, 2b, 2c ve 2d).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu



Şekil 2A. Mekanik hasat makinası B. Çim rulolarının palete yüklenmesi C. Tarladaki rulo çimlerin paketlenmesi D. Palettteki rulo çimlerin tira yüklenmesi



Çizelge 1. Toprak ve bitki örnekleri alınan rulo çim alanlarının koordinat değerleri, büyüklükleri ve bazı özellikleri

Alan	Yer	Koordinat değerleri	Tarla büyüklüğü(da)	Rulo yetiştirilme süresi(yıl)	çim Önceki arazi kullanımını	Eğim(%)	Yıllık sıcaklık(°C)	Yıllık yağış(mm)
A	Edirne İli İpsala İlçesi Kocahıdır Köyü	446609 K, 4521432 D	K, 21	5	Ayçiçeği(<i>Helianthus annuus</i> L.)	2-6	13.5	597
B	Edirne İli Uzunköprü İlçesi Salarlı Köyü	443035 K, 4522770 D	139	2	Buğday(<i>Triticum aestivum</i> L.)	0-2	13.6	619
C	Balıkesir İli Ayvalık İlçesi Altınova Mahallesi	482066 K, 4341473 D	K, 18	1	Bamya(<i>Abelmoschus esculentus</i> L.)	0-2	16.6	640
D	Çanakkale İli Merkez İlçe Çınarlı Köyü	449141 K, 4437631 D	K, 13	1	Yulaf(<i>Avena sativa</i> L.)	0-2	11.4	514



Toprak ve Bitki Örneklerinin Alınması

Her bir çalışma alanı 40 m x 50 m boyutlarında 4 parsel ayrılmıştır. Her bir parselden rastgele 3'er tane toprak ve bitki örneği alınmıştır. Rulo çim hasatı yapılmadan (Mart 2018) önce toplamda 48 toprak ve 48 bitki örnekleme (4 alan x 4 parsel x 3 tekerrür = 48) yapılmıştır. Toprak örnekleri 0-10 cm derinlikten yöntemine uygun olarak plastik kürek yardımıyla alınmıştır. Alınan toprak örnekleri laboratuvar ortamında kurutulmuş, tahta tokmakla dövülerek 2 mm' lik elekten elenerek fiziksel ve kimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir. Bitkiler 4-5 cm boylanınca çimlerin biçimi yapılmıştır. Laboratuvara getirilen çim örnekleri saf suyla yıkanarak 65°C' de kurutulularak öğütüldükten sonra aşağıda belirtilen ağır metal analizleri yapılmıştır.

Toprak ve Bitki Analizleri

Analize hazırlanmış toprak örneklerinde kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucus hidrometre yöntemiyle (Gee ve Or, 2002), toprak reaksiyonu (pH) saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metreyle (McLean, 1982), elektriksel iletkenlik (EC) saturasyon çamurunda EC metreyle (Rhoades, 1982), kireç toprak örneğinin hidroklorik asitle (HCl) nötralizasyonundan sonra açığa çıkan CO₂ hacminin ölçülmesiyle (Loeppert ve Suarez, 1996), organik madde organik karbonun oksidasyonu ile Walkley-Black yöntemine göre (Nelson ve Sommers, 1982) göre belirlenmiştir. Toprak örneklerinin alınabilir Cu, Zn, Cr, Ni ve Pb içerikleri DTPA (Diethylene triamine penta acetic asit) yöntemine göre ekstrakte edilmiş (Lindsay ve Norvell, 1978) ve ekstraktaki ağır metaller ICP-OES ile belirlenmiştir. Toplam ağır metal içerikleri (Cu, Zn, Cr, Ni ve Pb) içerikleri ise yaş yakma yapıldıktan (USEPA, 1996) sonra ICP-OES kullanılarak belirlenmiştir. Bitki örnekleri nitrik-perklorik asit karışımı ile yaş yakıldıktan sonra elde edilen çözeltilerde ağır metaller (toplam Cu, Zn, Cr, Ni ve Pb) ICP-OES cihazıyla belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2010). Araştırmada kullanılan yöntemlerin doğruluğunu kontrol etmek için sertifikalı referans madde (Certipur®) kullanılmıştır.

İstatistik Analiz

Toprakların alınabilir ağır metal kapsamı ile toprak özellikleri, toprakların toplam ağır metal içerikleri ile toprak özellikleri, toprak özellikleri ile bitkilerin ağır metal kapsamı arasındaki ilişkileri belirlemek için Spearman korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizinin yapılmasında MINITAB 16 bilgisayar paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanlarındaki toprakların bünyeleri kumlu kil tın, kumlu tın ve killi tın olarak saptanmıştır. Toprakların pH' ları 6.01 ile 7.08 aralığında belirlenmiş olup hafif asit ile nötr aralığında reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Toprakların EC' leri 4 dS/m' den küçük olup tuzsuz sınıfındadır. Kocahıdır Köyü, Salarlı Köyü ve Altınova Mahallesi topraklarının kireç kapsamı ortalaması sırasıyla %3.57 (kireçli), %1.40 (kireçli) ve %1.00 (az kireçli) iken, Çınarlı Köyü topraklarının kireç kapsamı ise %9.85 (orta kireçli) olarak saptanmıştır. Toprakların organik madde içerikleri bakımından ise çok az ve az sınıfına girdiği belirlenmiştir (Çizelge 2) (Eyüboğlu, 1999).

Çizelge 2. Rulo çim yetiştirilen alanların bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri (Ortalama±standart sapma)

	Kocahıdır Köyü	Salarlı Köyü	Altınova Mahallesi	Çınarlı Köyü
Kil(%)	27,44±4,02	11,63±0,95	15,36±3,55	36,09±2,06
Silt(%)	14,32±3,07	28,28±1,43	27,96±4,81	31,23±1,37
Kum(%)	58,24±4,07	60,11±2,26	56,68±1,90	32,68±3,36
Bünye	Kumlu kil tın	Kumlu tın	Kumlu tın	Killi tın
pH	6,13±0,74	6,01±0,70	6,36±0,52	7,08±0,03
EC(dS/m)	1,09±0,72	0,46±0,16	0,69±0,23	1,07±0,23
Kireç(%)	3,57±3,43	1,40±0,40	1,00±0,40	9,85±2,10
Organik madde(%)	0,99±0,10	1,04±0,27	0,58±0,28	1,97±0,24

Araştırma alanındaki toprakların alınabilir ve toplam ağır metal içerikleri Çizelge 3'te verilmiştir. Topraklarda alınabilir Cu 0.48-1.52 mg/kg, alınabilir Zn 0.02-1.35 mg/kg, alınabilir Cr 0.005-0.007 mg/kg, alınabilir Ni 0.53-1.23 mg/kg ve alınabilir Pb 1.07-2.17 mg/kg değerleri arasında



değişmiştir. DTPA ekstraksiyon yöntemiyle toprakta alınabilir Cu ve Zn için kritik değerler sırasıyla 0.2 ve 0.54 mg/kg olarak belirlenmiştir (Kacar, 2019). Alınabilir Cu içeriği bakımından çalışma alanındaki topraklarda bir sorun mevcut değildir. Kocahıdır Köyü hariç diğer alanlarda alınabilir Zn konsantrasyonu kritik değerin altında saptanmıştır. Bu alanlara Zn katkılı gübreler verilmelidir.

Çizelge 3. Rulo çim yetiştirilen alanların ağır metal içerikleri (mg/kg) (Ortalama±standart sapma)

	Kocahıdır Köyü	Salarlı Köyü	Altınova Mahallesi	Çınarlı Köyü
Alınabilir Cu	0,48±0,12	0,78±0,20	1,52±0,69	1,48±0,15
Alınabilir Zn	1,35±0,95	0,19±0,16	0,14±0,02	0,02±0,01
Alınabilir Cr	0,007±0,001	0,005±0,002	0,005±0,001	0,007±0,001
Alınabilir Ni	0,68±0,05	0,53±0,06	1,23±0,47	0,86±0,49
Alınabilir Pb	1,07±0,14	1,71±0,81	1,64±0,37	2,17±0,66
Toplam Cu	395,50±50,60	308,30±72,10	394,80±73,30	529,60±51,70
Toplam Zn	30,96±13,73	30,29±12,70	47,16±9,55	44,60±6,75
Toplam Cr	13,64±8,21	20,23±4,50	45,90±38,10	118,10±16,28
Toplam Ni	7,31±3,98	10,13±5,14	41,30±32,80	126,68±14,72
Toplam Pb	14,02±4,40	13,21±3,77	15,46±6,07	13,78±3,27

Toplam Cu topraklarda genelde 2 ile 200 mg Cu/kg arasında değişmekte olup ortalama miktarı 30 mg Cu/kg olarak rapor edilmiştir (Kacar, 2019). Dünya topraklarında toplam Cu miktarının ise 13 ile 24 mg Cu/kg arasında değiştiği bildirilmiştir. Topraklarda toplam Zn 10 ile 300 ppm arasında, ortalama miktarı 50 mg Zn/kg'dır (Kacar, 2019). Pek çok toprakta az miktarda Cr 2 ile 60 mg/kg arasında bulunurken, kirlenmemiş bazı topraklarda bu değer 4 g/kg' a kadar çıkabilmektedir (Atabey, 2015). Dünya topraklarında toplam Ni konsantrasyonunun 0.2 ile 450 mg Ni/kg aralığında ortalama olarak 22 mg Ni/kg olduğu bildirilmiştir. Farklı ülkelerdeki farklı toprakların üst horizonlarında toplam Pb miktarı 10 ile 67 mg/kg iken ortalama 32 mg/kg olarak belirtilmiştir. Dünyadaki yüzey topraklarının ortalama Pb konsantrasyonu 25 mg/kg'dır (Kabata-Pendias and Pendias, 2001). Örnekleme yaptığımız alanlardaki toplam Cu toprak kirliliği kontrolü yönetmeliğindeki rakamdan yüksek saptanmıştır. Toprakların toplam Cu kapsamının yüksek olmasının nedenlerinden birisi tarımda kullanılan fosforlu gübrelerdir (Nicholson et al., 2006; Kelepertzis, 2014; Shi et al., 2018). Cu içeren tarım ilaçlarının kullanılması da topraktaki Cu kapsamının artmasına katkıda bulunmaktadır (Nicholson et al., 2003; Kelepertzis, 2014; Parlak, 2016; Ballabio et al., 2018; Everest ve Özcan, 2018; Bayraklı ve Dengiz, 2019). Çınarlı Köyü' ndeki toplam Cr ve Ni kapsamı hariç, topraktaki ağır metal kapsamının çoğu (toplam Zn, Cr, Ni ve Pb) toprak kirliliği kontrolü yönetmeliğindeki değerlerden düşük belirlenmiştir (Çizelge 4). Ağır metallerin topraktan uzaklaşması bitki hasatı, yıkanma ve yüzey akışla olmaktadır. Bu 3 faktör içerisinde en etkisinin bitki hasatı olduğu belirtilmiştir (Shi et al., 2018). Şekerpancarı, kereviz, havuç gibi kök bitkileri; patates, tatlı patates gibi yumru bitkileri ile rulo çim hasat edildiklerinde toprak kayıplarına neden olmaktadır (Parlak and Blanco-Canqui, 2015; Parlak et al., 2018; Parlak et al., 2008; Parlak et al., 2016; Ruysschaert et al., 2007). Parlak et al., (2020) Kocahıdır Köyü, Salarlı Köyü, Altınova Mahallesi ve Çınarlı Köyü' nde rulo çim hasatıyla kaybolan toprak miktarlarını sırasıyla 166.10, 186.60, 170.75 ve 205.36 ton/ha/yıl olarak bulmuşlardır. Hasat edilen rulo çimler ise şehir alanlarındaki parklarda, bahçelerde, golf alanlarında, spor alanlarında ve karayolu kenarlarında kullanılmaktadırlar. Rulo çimdeki toprakla beraber ağır metaller de başka alanlara taşınmaktadır. Oshunsanya (2016a) tatlı patates hasatıyla 34.55 g Cu/ha/hasat ve 322.30 g Zn/ha/hasat kayb olduğunu bildirmiştir. Oshunsanya (2016b) ise beyaz kokoyamın hasatıyla 9.30 kg Cu/ha/hasat ve 16.47 kg Zn/ha/hasat; kırmızı kokoyam hasatıyla da 25.04 kg Cu/ha/hasat ve 22.55 kg Zn/ha/hasat topraktan uzaklaştığını saptamıştır. Çınarlı Köyündeki toprakların toplam Cr ve Ni kapsamı toprak kirliliği kontrol yönetmeliğindeki değerlerden yüksek saptanmıştır. Topraktaki kromun kaynağı bazı fosforlu gübrelerdir (Kabata-Pendias and Pendias, 2001). Çınarlı Köyündeki örnekleme yaptığımız tarla Çanakkale İzmir karayolu yakınındadır. Karayolunda trafik oldukça yoğun olup Ni içeren yakıtların kullanılması bu durumun nedeni olabilir (Tok, 1997). Yüzey topraklarındaki toplam Ni konsantrasyonu toprak oluşum süreci ve kirlenmeden etkilenmektedir (Kabata-Pendias and Pendias, 2001).



Çizelge 4. Türkiye topraklarındaki ağır metal sınırlar değerleri (Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 2005).

Ağır metal(mg/kg)	pH>6
Toplam Cu	140
Toplam Zn	300
Toplam Cr	100
Toplam Ni	75
Toplam Pb	300

Bitkilerdeki kuru madde değerleri bakımından Cu konsantrasyonları 3 ile 30 mg Cu/kg, Ni derişimleri 0.1 ile 5 mg Ni/kg, Pb derişimleri ise 0.5 ile 30 mg Pb/kg aralığında değişmektedir (Tok, 1997). Çimdeki ortalama Zn konsantrasyonunun 12 ile 47 mg/kg aralığında değiştiği belirtilmiştir (Kabata-Pendias and Pendias, 2001). Bitkilerin Cr konsantrasyonu ile ilgili olarak çok fazla kaynak olmadığı vurgulanmıştır. Bitkideki Cr esasen topraktaki çözünebilir Cr tarafından kontrol edilir. Çim bitkilerinin toplam Cu, Zn, Cr, Ni ve Pb kapsamı sırasıyla 5.47 ile 7.63 mg/kg, 18.77 ile 74.80 mg/kg, 2.25 ile 9.39 mg/kg, 1.65 ile 9.82 mg/kg ve 0.06 ile 17.53 mg/kg arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5). Çim bitkisinde saptadığımız ağır metal içerikleri (Cu, Zn, Cr, Ni ve Pb) Kocahıdır Köyü Zn ve Çınarlı Köyü'ndeki Ni kapsamı hariç normal sınırlar içerisinde değişim göstermiştir. Kocahıdır Köyündeki toprağın çözünebilir Zn kapsamı kritik değer olan 0.54 mg/kg aştığı için bitkinin Zn kapsamı da fazla olmuştur. Topraktaki Zn' un bir diğer kaynağı da tarım ilaçlarıdır. Tarım ilaçlarının hazırlanmasında ZnSO₄ yaygın şekilde kullanılmaktadır (Kacar, 2019). Hani ve Pazira (2011) Tahran' ın (İran) güneyindeki tarım topraklarında Cu ve Zn' nin insan kökenli faaliyetlerden kaynaklandığını saptamışlardır. Kabata-Pendias and Pendias (2001) Japonya' da bir şehrin yakınındaki caddede çim bitkisindeki Cr konsantrasyonunun 17 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Çınarlı Köyündeki çim ise toprağın kirlenmesinden etkilendiği için Ni içeriği yüksek olmuştur.

Çizelge 5. Çim bitkisinin ağır metal kapsamı(mg/kg) (Ortalama±standart sapma)

	Kocahıdır Köyü	Salarlı Köyü	Altınova Mahallesi	Çınarlı Köyü
Toplam Cu	7,63±1,63	5,83±0,75	6,73±2,20	5,47±1,53
Toplam Zn	74,80±48,10	18,77±2,64	19,80±4,50	21,92±5,57
Toplam Cr	8,86±6,01	9,39±2,21	2,25±0,75	8,42±6,15
Toplam Ni	3,67±2,97	3,56±1,70	1,65±1,43	9,82±5,19
Toplam Pb	3,51±1,91	0,99±0,79	17,53±12,15	0,06±0,02

Alınabilir Cu ile silt($r=0.56$) ve pH($r=0.54$) arasında pozitif önemli ilişkiler belirlenmiştir. Alınabilir Zn ile silt ($r=-0.66$) arasında negatif önemli ilişki saptanmıştır. Toplam Cu ile kil ($r=0.73$) arasında pozitif, pH ($r=0.83$) arasında pozitif, EC ($r=0.56$) arasında pozitif, kireç ($r=0.76$) arasında pozitif, organik madde ($r=0.52$) arasında pozitif önemli ilişkiler saptanmışken kum ($r=-0.74$) arasında negatif önemli ilişki saptanmıştır. Toplam Zn ile pH ($r=0.52$) arasında pozitif ve EC ($r=0.31$) arasında pozitif önemli ilişkiler bulunmuştur. Toplam Cr ile kil ($r=0.59$), silt ($r=0.51$), pH ($r=0.70$), kireç ($r=0.85$), organik madde ($r=0.59$) arasında pozitif önemli ilişkiler belirlenmişken kum ($r=-0.83$) arasında negatif önemli ilişki belirlenmiştir. Aynı zamanda toprakların toplam Ni ile kil ($r=0.62$) arasında pozitif, silt ($r=0.51$) arasında pozitif, pH ($r=0.72$) arasında pozitif, kireç ($r=0.87$) arasında pozitif, organik madde arasında ($r=0.61$) pozitif önemli ilişki saptanmışken kum ($r=-0.86$) arasında da negatif önemli ilişki saptanmıştır (Çizelge 6). Toprak özellikleri, ağır metallerin hareketliliği ve alınabilirliğinde önemli role sahiptirler. Araştırmamızda belirlediğimiz toplam Cr ve Ni ile organik madde arasındaki pozitif ilişki Zhou et al., (2014) tarafından da saptanmıştır. Toplam ağır metaller ile kimyasal toprak özellikleri arasında saptanan ilişkiler, topraklardaki ağır metallerin kimyasal davranışlarını belirlemede kimyasal özelliklerin daha etkili olduğunu göstermektedir. Ballabio et al., (2018) toprak özelliklerinin (pH, kil, kum, organik karbon ve kireç) topraktaki Cu konsantrasyonunu etkileyen en önemli parametreler olduğunu ve modeldeki açıklanan varyansın % 16'sından sorumlu olduğunu bildirmişlerdir. Bazı toplam ağır metaller arasındaki ilişkiler çizelge 6' da verilmiştir. Toplam Cr ile toplam Cu, toplam Ni ile toplam Cu, toplam Ni ile toplam Cr arasında pozitif önemli ilişkiler saptanmıştır.



Çizelge 6. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile alınabilir ve toplam ağır metal kapsamları arasındaki ilişkiler*, **

	Kil	Silt	Kum	pH	EC	Kireç	O.matde	Cu	Zn	Cr	Ni	Pb	tCu	tZn	tCr	tNi
Silt	-0,13															
Kum	-0,79*	-0,50*														
pH	0,61*	0,25	-0,69*													
EC	0,47	-0,16	-0,31	0,59*												
Kireç	0,78*	0,47	-0,97*	0,65*	0,35											
O.matde	0,68*	0,35	-0,81*	0,38	0,30	0,85										
Cu	0,14	0,56*	-0,47	0,54*	0,08	0,45	0,08									
Zn	0,15	-0,66*	0,28	0,08	0,45	-0,32	-0,16									
Cr	0,36	-0,13	-0,24	0,22	0,20	0,30	0,30		0,20							
Ni	0,02	0,07	-0,06	0,29	0,20	0,08	-0,17		-0,17	-0,04						
Pb	0,20	0,58*	-0,53*	0,25	-0,15	0,49	0,22		-0,49	-0,28						
tCu	0,73*	0,17	-0,74*	0,83*	0,56*	0,76*	0,52*		-0,16	0,09	0,20	0,37				
tZn	0,12	0,27	-0,27	0,52*	0,31*	0,32	-0,09		-0,16	-0,02	0,26	0,21	0,44			
tCr	0,59*	0,52*	-0,83*	0,70*	0,36	0,85*	0,59*		-0,42	0,16	0,26	0,58*	0,83*	0,46		
tNi	0,62*	0,51*	-0,86*	0,72*	0,37	0,87*	0,61*		-0,40	0,17	0,25	0,57*	0,84*	0,44	0,99*	
tPb	-0,03	-0,10	0,09	0,07	0,02	-0,05	-0,27	0,02	0,04	0,24	-0,17	-0,07	-0,04	0,69	-0,05	-0,07

*:p<0,05, **: t= Toplam



Toprak özellikleri ile bitkideki ağır metal kapsamaları arasında önemli ilişkiler saptanmıştır (Çizelge 7). Toprakların kil içeriği ile bitkideki Ni içeriği ($r=0.57$) arasında pozitif önemli, silt ile bitkideki Cu ($r= -0.53$) ve Zn ($r= -0.63$) arasında negatif önemli ilişkiler, kum ile bitkideki Ni ($r= -0.60$) arasında önemli negatif ilişki, EC ile bitkideki Zn ($r=0.54$) arasında pozitif önemli ilişki, kireç ile bitkideki Ni ($r=0.71$) arasında pozitif önemli ilişki, organik madde ile bitkideki Ni ($r=0.66$) arasında pozitif önemli ilişki saptanmışken organik madde ile bitkideki Pb ($r= -0.49$) arasında negatif önemli ilişki saptanmıştır.

Çizelge 7. Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bitkilerin ağır metal kapsamaları arasındaki ilişkiler*

	Kil	Silt	Kum	EC	Kireç	Organik madde
Cu		-0,55*				
Zn		-0,63*		0,54*		
Ni	0,57*		-0,60*		0,71*	0,66*
Pb						-0,49*

*: $p<0,05$

Sonuç

Rulo çim alanı topraklarında Cu konsantrasyonu toprak kirliliği kontrol yönetmeliğinin üzerinde saptanmıştır. Rulo çim alanlarının ağır metal kapsamaları son yıllarda kimyasal gübreler ve tarım ilaçlarının kullanılması nedeniyle artmaya başlamıştır. Rulo çim alanlarındaki toprakların ağır metallerce kirlenmesini önlemek için başta bakır içeren fungusitler ve pestisitler olmak üzere diğer tarım ilaçlarının da kullanımının azaltılması gereklidir. Bu tarımsal uygulamalara ilaveten toprakların insan sağlığı için riskleri kanıtlanan ağır metallerce kirlenmesini önlemek için toprak ve insan arasındaki dengeyi bozan kentleşmenin dikkatli bir şekilde planlanması tavsiye edilebilir.

Kaynaklar

- Atabey, E., 2015. Elementler ve Sağlığa Etkileri. Hacettepe Üniversitesi Mezotelyoma ve Medikal Jeoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayınları No: 1. Ankara.
- Ballabio, C., Panagos, P., Lugato, E., Huang, J.H., Orgiazzi, A., Jones, A., Fernandez-Ugalde, O., Borrelli, P., Montanarella, L., 2018. Copper distribution in European topsoils: An assessment based on LUCAS soil survey. *Sci. Total Environ.* 636: 282-298.
- Bayraklı, B., Dengiz, O., 2019. Determination of heavy metal risk and their enrichment factor in intensive cultivated soils of Tokat Province. *Eurasian J. Soil Sci.* 8 (3) 249–256.
- Cai, L., Xu, Z., Ren, M., Guo, Q., Hu, X., Hu, G., Wan, H., Peng, P., 2012. Source identification of eight hazardous heavy metals in agricultural soils of Huizhou, Guangdong Province, China. *Ecotox. Environ. Safe.* 78: 2-8.
- Chawla, S.L., Roshni, A., Patel, M., Patil, S., Shah, H. P., 2018. Turfgrass: A billion dollar industry. National Conference on Floriculture for Rural and Urban Prosperity in the Scenerio of Climate Change-2018.
- Doabi, S.A., Karami, M., Afyuni, M., 2019. Heavy metal pollution assessment in agricultural soils of Kermanshah province, Iran. *Environ. Earth Sci.* 78: 70. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8093-7>.
- Everest, T., Özcan, H., 2018. Toprak verimliliğinin değerlendirilmesinde pedo-jeolojik yaklaşım. *Türk Tarım Doğa Bil. Der.* 5(4): 589–603.
- Eyüpoğlu, F., 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 220 Teknik Yayın No: T-67, Ankara.
- Gee, G.W., Or, D., 2002. Particle-size analysis. In: Dane, J.H., Topp, G.C. (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part 4, Physical Methods.* 255–293. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Hani, A., Pazira, E., 2011. Heavy metals assessment and identification of their sources in agricultural soils of Southern Tehran, Iran. *Environ. Monit. Assess.* 176: 677-691.
- Haydu, J.J., Hodges, A.W., Hall, C.R., 2006. Economic impacts of the turfgrass and lawn care industry in the United States. Food and Resource Economics Dep., Inst. of Food and Agric. Sci., Univ. of Florida, Gainesville.
- Jones, A., Montanarella, L., Jones, R., 2005. Soil Atlas of Europe. European Soil Bureau Network. European Commission, p.128.
- Kabata-Pendias, A., Pendias, H., 2011. Trace Elements in Soils and Plants. Third Edition. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Kacar, B., 2019. Sürdürülebilir Tarımda Mikro Besin Maddeleri. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.



Kacar, B., İnal, A., 2010. Bitki Analizleri. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.

Kara, H., 1988. Çukurova' da kentleşme ve sanayileşmenin tarım topraklarına etkisi. Ankara Üni. Dil Tarih Coğrafya Fak. Der., 32(1-2): 267-280.

Kelepertzis, E., 2014. Accumulation of heavy metals in agricultural soils of Mediterranean: Insights from Argolida Basin, Peloponnese, Greece. Geoderma 221–222: 82–90.

Lindsay, W.L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. Soil Sci. Amer. J. 42 (3): 421-428.

Loeppert, R.H., Suarez, D.L., 1996. Carbonate and gypsum. In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. 437-474. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Mamut, A., Mamattursun, E., Mohammad, A., Anayit, M., 2017. The spatial distribution, contamination, and ecological risk assessment of heavy metals of farmland soils in Karashahar–Baghrash oasis, northwest China. Hum. Ecol. Risk Assess. Int. J. 23(6):1300-1314.

McLean, E.O., 1982. Soil pH and lime requirement. In: Page, A. L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2, Agronomy 9: 199–224. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

MGM, 2016. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Çanakkale İklim Verileri (yayınlanmamış).

Monteiro, J.A., 2017. Ecosystem services from turfgrass landscapes. Urban For. Urban Gree. 26: 151-157.

Nelson, R.E., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page, A. L., Miller, R. H., and Keeney, D. R. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2, Agronomy 9: 539–580. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.

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. Sci. Total Environ. 311: 205–219.

Nicholson, F.A., Smith, S.R., Alloway, B.J., Carlton-Smith, C., Chambers, B.J., 2006. Quantifying heavy metal inputs to agricultural soils in England and Wales. Water Environ. J. 20(2): 87-95.

Oshunsanya, S.O., 2016a. Alternative method of reducing soil loss due to harvesting of sweet potato: A case study of low input agriculture in Nigeria. Soil Tillage Res. 158: 49-56.

Oshunsanya, S.O., 2016b. Quantification of soil loss due to white cocoyam (*Colocasia esculentus*) and red cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) harvesting in traditional farming system. Catena 137: 134-143.

Özcan, H., 2018. Fluvisols. Kapur, S., Akça, E., Günal, H., (eds.), In: The Soils of Turkey. World Soils Book Series. Springer, pp. 129-137.

Parlak, M., 2016. İzmir ili Ödemiş ilçesinde patates yetiştirilen toprakların verimlilik durumlarının belirlenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 53(3): 325-331.

Parlak, M., Blanco-Canqui, H., 2015. Soil losses due to potato harvesting: A case study in western Turkey. Soil Use Manage. 31(4): 525-527.

Parlak, M., Çiçek, G., Blanco-Canqui, H., 2018. Celery harvesting causes losses of soil: A case study in Turkey. Soil Till. Res. 180: 204-209.

Parlak, M., Everest, T., Ruis, S.J., Blanco-Canqui, H., 2020. Impact of urbanization on soil loss: A case study from sod production. Land Degrad. Dev. (submitted)

Parlak, M., Karaca, S., Türkmen, N., 2008. The cost of soil lost caused by sugar beet harvest: A case study for Turkey. J. Agric. Sciences 14 (3): 284-287.

Parlak, M., Palta, Ç., Yokuş, S., Blanco-Canqui, H., Çarkacı, D.A., 2016. Soil losses due to carrot harvesting in south central Turkey. Catena 140: 24-30.

Rhoades, J. D., 1982. Soluble salts, In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties. 167-179. 2nd ed. Agronomy No: 9, ASA, SSSA, Madison, Wisconsin, USA.

Ruysschaert, G., Poesen, J., Wauters, A., Govers, G., Verstraeten, G., 2007. Factors controlling soil loss during sugar beet harvesting at the field plot scale in Belgium. Eur. J. Soil Sci. 58: 1400–1409.

Shi, T., Ma, J., Wu, X., Ju, T., Lin, X., Zhang, X., Zhang, Y., Li, X., Gong, Y., Hou, H., Zhao, L., Wu, F., 2018. Inventories of heavy metal inputs and outputs to and from agricultural soils: A review. Ecotox. Environ. Safe. 164: 118–124.

SODSAT (Remote precision management of turf grass sod production by means of artificial intelligence and satellite imaging), 2018. SODSAT Project Final Report Summary. European Community's Seventh Framework Programme Project number 605729. Malta.

Soil Taxonomy, 1999. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. USDA Natural Resources Conservation Service. Agriculture Handbook Number 436.

Tarım ve Orman Bakanlığı, 2017. Yıllık çim tohumu üretim ve ithalat istatistikleri. <https://www.tarimorman.gov.tr/...Uretim/Tohumculuk/Tohumculuk-Istatistikleri>. erişim tarihi 18 Eylül 2019.



- TAU (Australian Turf Industry Study Tour), 2018. Turf industry data sheet of Australia. <https://www.turfaustralia.com.au/aboutus/facts-figures>. erişim tarihi 2 Nisan 2019.
- Tok, H.H., 1997. Çevre Kirliliği. Anadolu Matbaası. İstanbul.
- Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 2005. Resmi Gazete Tarihi: 31.05.2015 Resmi Gazete Sayısı: 25831.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency), 1996. Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. (Revision 2).
- Zhou, L., Yang, B., Xue, N., Li, F., Seip, H.M., Cong, X., Yan, Y., Liu, B., Han, B., Li, H., 2014. Ecological risks and potential sources of heavy metals in agricultural soils from Huanghuai Plain, China. Environ. Sci. Pollut. Res. 21: 1360-1369.