



Alınış tarihi (Received): 20.06.2018
Kabul tarihi (Accepted): 30.11.2018

Baş editor/Editors-in-Chief: **Ebubekir ALTUNTAŞ**
Alan editörü/Area Editor: **Necdettin SAĞLAM/Bülent TURAN**

Tokat-Amasya Karayolu Çevresinde Doğal Olarak Yetişen Kuşburnunda (*Rosa sp*) Mesafeye Bağlı Olarak Kirliliğin Belirlenmesi

Mehmet GÜNEŞ^{a,*} Ergin ÇİLALİ^b

^a Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü TOKAT
mehmet.gunes@gop.edu.tr

^b Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü ANKARA e.cilali18@gmail.com
*Sorumlu yazar

ÖZET: Bu çalışma, Amasya-Tokat karayolunun 15-21'nci km'leri arasında doğal olarak yetişen ve egzoz emisyonuna maruz kalan kuşburnu bitkilerinde ağır metal birikimini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada; karayoluna 0, 25, 50, 100, 200, 500, 1000 m mesafelerde yetişen kuşburnu bitkilerinin yaprak, meyve ve bitki taç izdüşümündeki toprak örnekleri alınmıştır. Toplanan örnekler yaş yakma yöntemine göre ekstrakte edilerek; kadmiyum, kobalt, krom, bakır, demir, mangan, nikel, kurşun ve çinko ağır metalleri ICP (Perkinelmer Inc. Optima 2100 DV) cihazında okunmuştur. Çalışma sonucunda kuşburnunun mesafe ile ilişkili olarak ortam kirlenmesinden etkilenmediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kirlenme, egzoz gazı, Rosa, karayolu, mesafe, ağır metal

Determination of Pollution in Wild Growing Rose hip (*Rosa sp*) Depending on Distance Around the Highway of Tokat-Amasya

ABSTRACT: This research was conducted in order to determine the effects of different distances (0, 25, 50, 100, 200, 500, 1000 m) around the highway on contamination of heavy metals (cadmium, cobalt, chromium, copper, iron, manganese, nickel, lead and zinc) on rosehip leaves and fruits, wild grown around the highway of Amasya-Tokat. Collected samples were extracted as wet digestion and analysed in ICP (Perkinelmer Inc. Optima 2100 DV) device. As a result, distances did not affected the heavy metal contamination on rose hip leaf and fruits.

Key Words: Pollution, soil, Rosa, distance, highway, heavy metal

1. Giriş

İnsanoğlu, yaşam kalitesinin yükselmesine bağlı olarak daha sağlıklı gıdalarla beslenmek arzusundadır. Bu nedenle organik ve doğal ürünlere olan talep her geçen gün artmaktadır. Kuşburnu endüstriyel veya diğer kirli alanlardan uzak, doğal alanlarda yetişen ve değerlendirilen bir üründür. Ancak endüstriyel alan içinde veya bazı kirlenmelerle karşı karşıya olan kuşburnu ürünleri için şeyi söylemek mümkün değildir.

Tarım yapılan alanlarda ise henüz kapama bahçe kurulacak düzeyde kültürünün yapılmaması kuşburnunun daha çok sınır bitkisi olarak işlev görmesine neden olmaktadır. Sınır bitkisi olma özelliği ve karayolları ağaçlandırılmasında kullanılması nedeniyle kuşburnunun daha fazla çevre kirliliğine maruz kaldığı düşünülmektedir. Kirleticilerin yaygın olduğu ortamlarda yetişen kuşburnu meyveleri yöre insanı tarafından toplanarak değişik ürünlere işlenmekte veya gıda fabrikaları tarafından hammadde olarak kullanılmaktadır. Kara taşıtlarının egzoz emisyonları dolayısıyla, yol kenarlarında yetişen meyve ve yapraklarının çay ve değişik ürünlere işlendiği kuşburnunun hangi düzeyde ağır metal kirlenmesine maruz kaldığının bilinmesi insan sağlığı açısından önem arz etmektedir.

Ülkemizin gerek hızlı sanayileşmesi ve gerekse zamanla artan trafik yoğunluğuna maruz kalması diğer birçok kirleticiyle beraber ağır metallerin de çevredeki miktarını arttırmaktadır. Günümüzde özellikle partiküller ve aerosol halinde yayılan ağır metaller büyük bir tehlike arz etmektedirler (Munzuroğlu ve Gül 2000). Bitkilerin ağır metal içerikleri ve araçlardan egzoz gazı yayılımının ağır metal kirliliğinde temel sebep olduğu yapılan araştırmalar ile ortaya konmuştur (Başar ve ark., 2001; Elmacı 1995). Bu çalışmada, önemi, tüketimi ve kullanımı her geçen gün artan kuşburnu bitkisinin Tokat-Amasya karayoluna olan mesafelerine ve bu yoldan geçen araçların ortama yaydıkları egzoz gazına bağlı bir ağır metal birikimi veya kirlenmesinin olup olmadığını ortaya koymak amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçların tüketicinin beslenmesinde daha sağlıklı kararların alınmasına katkı sağlayacağı umulmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırma Alanı

Araştırma; Amasya-Tokat karayolunun 15-21'nci km'leri arasında yer alan İlyas ve Sevincer köylerinin arazilerini kapsayan alanda yürütülmüştür. Örnekleme yapılan karayolunun günlük araç yoğunluğu 2253 adet otomobil, 270 adet orta yüklü ticari taşıt, 138 adet otobüs, 591 adet kamyon ve 261 adet kamyon+römork, çekici+yarı römork olmak üzere toplam 3512'dir (Anonim 2011).

2.2. Materyal Örnekleri

Araştırmada kullanılan örnekler Amasya-Tokat karayolunun 15-21'nci km'leri arasında yer alan ve doğal olarak yetişen kuşburnu çalılardan alınmıştır. Çalışmada, karayolunun sağ veya sol kenarına 0, 25, 50, 100, 200, 500 ve 1000 m mesafelerde bitkiler belirlenmiştir. Her bir mesafe için 3 bitki işaretlenmiş ve bu bitkilerin her biri bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Belirlenen çalılardan meyve ve yaprak örnekleri gelişigüzel alınmıştır. Ayrıca her çalının taç iz düşüm alanı içerisinde üç farklı noktadan 0-30 cm derinlikten toprak örneği alınmıştır.

2.3. Meyve ve Yaprak Analizleri

Araziden toplanan kuşburnu bitkisinin meyve ve yaprak örnekleri laboratuvara getirilerek saf suda yıkandıktan sonra 48 saat süresince 70 °C'de etüvde kurutulmuştur. Kurutulan örnekler agat değirmeninde öğütülmüştür. Öğütülen örneklerde 0.2 g tartılarak mikrodalga cihazında (Mars Xpress) yaş yakma metoduna göre H₂O₂-HNO₃ asit karışımında yarım saat süreyle yakılıp saf su ile son hacmi 20 ml'ye tamamlanarak

mavi bant filtre kâğıdından süzdürülmüştür (Kaçar ve İnal 2008). Daha sonra bu örnekler Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn kontaminasyonunu belirlemek amacıyla ICP (Perkinelmer Inc. Optima 2100 DV) cihazında okunmuştur.

2.4. Toprak Analizi

Her bir çalının taç izdüşümünden 0-30 cm derinlikten alınan toprak örnekleri laboratuvar ortamında “hava kuru” olana kadar kurutulmuştur. Hava kuru toprak örneklerinde bitkiler tarafından alınabilir Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn analizi DTPA (dietilen triamin penta asetik asit) yöntemine göre yapılmıştır (Lindsay ve Norvel 1978). Bu yöntemle göre toprak örneklerinden 10 g tartılarak üzerine 20 ml DTPA çözeltisi (pH: 7,3) eklenmiş ve 2 saat 120 dev/dk çalkalama cihazında çalkalanmıştır. Daha sonra Whatman 42 filtre kâğıdından süzdürülmüştür. Elde edilen süzüklerde kadmiyum (228.802 nm), kobalt (228.616 nm), krom (267.716 nm), bakır (327.393 nm), demir (238.204 nm), mangan (257.610 nm), nikel (231.604 nm), kurşun (220.353 nm), çinko (206.200 nm) dalga boyları ile verilen elementlerin okumaları ICP-OES cihazında yapılmıştır.

2.5. İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler Tesadüf Bloklarında İki Faktörlü Faktöryel Desene göre SAS paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Genelde sınır bitkisi ve kara yolları şevlerinde erozyonu önlemek amacıyla kullanılan ve olgun meyveleri toplanan kuşburnu bitkisinin yola olan mesafesine bağlı olarak ağır metal kirlenmesi ile ilgili sonuçlar Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1 incelendiğinde Cd, Co ve Pb’de mesafeler arasındaki fark toprak örneklerinde önemli bulunmuş ancak bu önemlilik mesafenin artış veya azalışına paralel gerçekleşmemiştir. Her üç ağır metal için de yaprak ve meyve örneklerinde mesafeler arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur. Söz konusu üç element bakımından her bir mesafe kendi içinde değerlendirildiğinde örnekler arasındaki fark önemli bulunmuştur. Yaprak ve meyve ortalamaları aynı grupta yer almış olup örneklerde Cd, Co ve Pb tespit edilmemiştir. Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn elementlerinin mesafeye bağlı toprak örneklerinin ortalamaları arasındaki fark önemsiz bulunurken; yaprak ve meyvelerde mesafeler arasındaki fark önemli bulunmuştur. Her bir element için her bir mesafe kendi içinde değerlendirildiğinde ise ortalamalar aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Cr’de ise hem mesafeler arasındaki fark ve hem de aynı mesafe içinde örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Topraklarda bitkilerce alınabilir Cd içerikleri ile ilgili Haktanır ve ark. (2010) Muğla-Yatağan Termik Santrali emisyonlarının santral çevresindeki tarım ve orman topraklarının ağır metal kapsamı üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada alınabilir Cd içeriğini 0.02 ile 0.43 mg kg⁻¹ arasında tespit etmişlerdir. Çalışmamızda ise alınabilir Cd 7.00–19.00 µg kg⁻¹ değerleri arasında bulunmuştur. Bu değerler belirtilen çalışma ve sınır değerlerinden düşük olmuştur.

Çizelge 1. Karayoluna farklı mesafelerden alınan toprak, yaprak ve meyve örneklerinin ağır metal konsantrasyonları
Table 1. Heavy metal concentrations in soil, leaf and fruit examples taken from different distance to the highway

Ağır metal	Örnek Tipi	Mesafe (m)						
		0	25	50	100	200	500	1000
Kadmiyum ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	Toprak	7.00±1.40 a ^x -D ^y	9.00± 4.20 a-BCD*	19.00±9.90 a-A	11.00±4.20 a-BC	12.00±2.80 a-B	8.00±2.00 a-CD	16.00±0.00 a-A
	Yaprak	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b
	Meyve	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b
Kobalt ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	Toprak	38.67±7.60 a-A	38.00±5.70 a-A	25.00±4.20 a-CD	30.00±2.80 a-BC	21.00±1.40 a-D	29.00±12.70 a-BC	34.00±5.70 a-AB
	Yaprak	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b
	Meyve	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b
Krom ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	Toprak	2.00±0.00 a-B	2.00±0.00 a-B	3.33±1.15 a-A	2.67±1.15 a-AB	2.00±0.00 a-B	2.00±0.00 a-B	3.00±1.41 a-A
	Yaprak	2.90±1.70 a-A	1.73±0.25 a-B	2.03±0.40 b-AB	2.20±0.14 a-AB	2.57±0.40 a-AB	2.67±0.86 a-AB	1.97±0.40 b-AB
	Meyve	0.00 b	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 c
Bakır (mg kg^{-1})	Toprak	1.77±1.04 b-A	1.20±0.27 b-A	1.63±0.37 b-A	1.27±0.59 b-A	0.76±0.44 c-A	1.12±0.23 c-A	0.96±0.31 b-A
	Yaprak	4.73±0.75 a-AB	2.46±0.72 a-D	3.34±1.90 a-CD	3.40±0.28 a-CD	3.83±0.06 a-BC	5.30±1.55 b-A	3.00±0.00 a-CD
	Meyve	5.54±0.50 a-B	2.95±0.50 a-CD	3.33±0.58 a-C	2.95±0.21 a-CD	2.05±0.07 b-D	14.22±2.47 a-A	2.45±1.20 a-CD
Demir (mg kg^{-1})	Toprak	6.96±1.95 c-A	7.30±1.15 c-A	10.36±4.46 c-A	9.35±3.27 c-A	5.77±1.91 c-A	7.78±1.34 c-A	8.84±3.84 c-A
	Yaprak	225.27±26.50 a-A	119.58±33.80 a-D	154.64±33.90 a-BC	242.50±28.30 a-A	138.48±22.50 a-CD	161.17±4.10 a-B	119.96±7.30 a-D
	Meyve	56.94±3.18 b-AB	67.77±3.44 b-A	59.53±11.02 b-AB	56.61±9.41 b-AB	43.00±0.00 b-B	41.83±0.58 b-B	56.04±0.00 b-AB

Çizelge 1. (Devam) Karayoluna farklı mesafelerden alınan toprak, yaprak ve meyve örneklerinin ağır metal konsantrasyonları
Table 1. (Continue) Heavy metal concentrations in soil, leaf and fruit examples taken from different distance to the highway

Ağır metal	Örnek Tipi	Mesafe (m)						
		0	25	50	100	200	500	1000
Mangan (mg kg ⁻¹)	<i>Toprak</i>	6.40±2.95 c-A	4.96±1.43 c-A	6.46±2.34 c-A	6.75±1.39 c-A	5.44±2.74 c-A	7.29±3.48 c-A	8.13±3.79 c-A
	<i>Yaprak</i>	70.60±0.60 a-C	76.27±1.00 a-BC	98.20±36.00 a-A	102.15±12.90 a-A	54.22±7.60 a-D	96.87±9.00 a-A	87.70±25.50 a-AB
	<i>Meyve</i>	23.08±5.98 b-AB	25.33±2.29 b-AB	33.41±9.59 b-A	16.48±1.25 b-B	25.66±3.94 b-AB	26.90±4.20 b-AB	26.67±10.31 b-AB
Nikel (mg kg ⁻¹)	<i>Toprak</i>	0.25±0.03 b-A	0.30±0.25 b-A	0.49±0.01 b-A	0.33±0.02 b-A	0.30±0.18 b-A	0.33±0.05 b-A	0.43±0.32 a-A
	<i>Yaprak</i>	1.05±0.07 a-AB	0.93±0.21 a-ABC	1.13±0.21 a-A	0.85±0.07 a-BCD	0.80±0.36 a-CD	0.63±0.21 a-D	0.40±0.00 a-E
	<i>Meyve</i>	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 b
Kurşun (µg kg ⁻¹)	<i>Toprak</i>	506.00±0.00 a-B	761.33±122.15 a-A	556.67±89.54 a-B	733.33±218.45 a-A	535.33±122.92 a-B	534.67±37.00 a-B	604.00±87.68 a-B
	<i>Yaprak</i>	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b
	<i>Meyve</i>	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b
Çinko (mg kg ⁻¹)	<i>Toprak</i>	0.86±0.38 b-A	0.56±0.03 c-A	0.63±0.56 b-A	0.76±0.41 c-A	0.63±0.21 b-A	0.67±0.33 b-A	1.21±0.56 b-A
	<i>Yaprak</i>	5.90±0.56 a-BC	4.49±2.12 b-C	6.85±1.59 a-BC	32.74±9.85 a-A	6.20±0.76 a-BC	8.35±2.62 a-B	7.06±2.21 a-BC
	<i>Meyve</i>	5.64±0.78 a-B	7.49±0.99 a-B	7.23±0.84 a-B	10.94±1.19 b-A	8.93±1.46 a-AB	5.66±1.37 a-B	8.64±0.92 a-AB

*: Aynı element içerisinde farklı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark (P<0.05) önemlidir.

x: Aynı sütunda (aynı element için) farklı küçük harflerle yapılan gruplandırmalar her bir mesafedeki örneklerin bir birileri ile olan ilişkilerini göstermektedir.

y: Aynı satırda farklı büyük harfler ile yapılan gruplandırmalar mesafeler arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Toprak örnekleri içerisindeki en az Co kirlenmesi 200 m mesafeden elde edilmiştir. Yaprak ve meyvede Co içerikleri standart değerlerin altında bulunmuştur. Yaprak ve meyve ne topraktaki ne de çevredeki Co kirliliğinden etkilenmiştir. Doğu Anadolu bölgesinde, *Rosa canina* meyvelerinde mineral ve ağır metal içeriklerinin izlenimi üzerine Levent ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada Co konsantrasyonları 0.083–0.033 mg kg⁻¹ aralığında belirlenmiştir. Türkiye’de yerel pazarlardan alınan *Rosa canina* meyve örneklerindeki Co seviyelerinin 0.32 mg kg⁻¹ olduğunu bildirilmiştir (Özcan ve ark., 2008). Yine ülkemizde yapılan diğer bir çalışmada; yerel aktarlar ve marketlerden alınan *Rosa canina* meyve örneklerindeki Co içeriği 0.40 mg kg⁻¹ olarak rapor edilmiştir (Başgel ve Erdemoğlu 2006). Scheffer ve Schachtshabel (1989), ana materyalin bileşimine bağlı olarak toprakların toplam Co içeriklerinin 1–40 mg kg⁻¹, çoğunlukla 5–15 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Çalışmamızda meyve ve yapraktaki Co miktarı standart değerlerin altında bulunmuştur.

25 ve 100 m mesafeler Pb kontaminasyonunun en fazla olduğu grubu; 0, 50, 200, 500 ve 1000 m’de en az olduğu grubu oluşturmuştur. Normal koşullarda kirlenmemiş toprakların toplam Pb içeriklerinin 10-20 mg kg⁻¹ (Alt ve ark. 1981) 1–20 mg kg⁻¹ (Bergmann 1993) ve 2-300 mg kg⁻¹ (Alloway 1990) olduğu bildirilmektedir. Ülkemizde tarım topraklarının Pb içeriğini değerlendirmek üzere yapılan çalışmalarda sınır değeri olarak 100 mg kg⁻¹ alınmıştır (Saatçı ve ark. 1988, Hakerlerler ve ark. 1994, Elmacı 1995). Samsun yöresi topraklarının toplam Pb içeriğinin 22.82–80.20 mg kg⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir (Kızılkaya ve ark., 1998). Ülkemizde yapılan diğer bir çalışmada, yerel aktarlar ve marketlerden *Rosa canina* meyve örneklerindeki Pb içeriği 0.34 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur (Başgel ve Erdemoğlu 2006). Doğu Anadolu bölgesinde, *Rosa canina* meyveleri mineral ve ağır metal içeriklerin izlenimi üzerine Levent ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, *Rosa canina* meyvelerinin Pb konsantrasyonlarını 0.111–0.273 mg kg⁻¹ aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda ise yaprak ve meyve değerleri standart değerlerin altında bulunmuştur (Çizelge 1).

Çalışmamızda Cr konsantrasyonu toprak örneklerinde alınabilir Cr içerikleri 2.00-3.33 µg kg⁻¹ arasında; yaprak örneklerinde 1.73–2.90 µg kg⁻¹ aralığında belirlenmiştir. Meyve örneklerinde ise Cr miktarı standart değerlerin altında bulunmuştur. Topraklardaki toplam Cr konsantrasyonu için genel kabul gören üst sınır çok sayıda araştırmacı tarafından 100 mg kg⁻¹ olarak bildirilmiştir (El-Bassam ve Tietjen 1977, Kabata-Pendias ve Pendias 1979, Kloke 1979, Schachtschabel ve Blume 1984). Uludağ Üniversitesi tarım topraklarının ağır metal içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, söz konusu topraklardaki alınabilir Cr miktarı 0.02–0.60 (ortalama 0.25 mg kg⁻¹) arasında değiştiği bildirilmiştir (Deveciler 2005). Çalışmamızda elde edilen değerler sınır değerlerin çok altında bulunmuştur.

Çalışmamızda yaprakta en fazla Cu konsantrasyonu 500 m mesafeden elde edilirken, en az Cu konsantrasyonu ise 25 m mesafeden elde edilmiştir. Meyvede en yüksek Cu birikimi 500 m mesafeden elde edilirken, en az Cu birikimi ise 200 m mesafeden elde edilmiş, diğer mesafeler bu iki grup arasında yer almıştır (Çizelge 1).

Rosa canina’da Cu içeriği 27 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Ercişli 2007). Ayrıca Türkiye’deki yerel bir pazardan alınan *Rosa canina* meyvelerinin Cu seviyeleri 0.71 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Özcan ve ark. 2008). Ülkemizde yapılan diğer bir çalışmada;

yerel aktarlar ve marketlerden *Rosa canina* meyve örneklerindeki Cu içeriği 4.94 mg kg⁻¹ olarak saptanmıştır (Başgel ve Erdemoğlu 2006). Szentmihalyi ve ark. (2002)'nin ağır metal içeren bir maden sahasında *Rubus fruticosus* meyvelerinde ağır metal birikimini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, söz konusu meyvenin Cu içeriğini ortalama 5.69 mg kg⁻¹ olarak bulmuşlardır. *Rosa canina* meyveleri mineral ve ağır metal içeriklerin izlenimi üzerine Levent ve ark. (2009) tarafından yürütülen çalışmada; meyvelerin Cu konsantrasyonlarını 6.01–9.29 mg kg⁻¹ aralığında belirlenmiştir. Diğer benzer amaçlı bir çalışmada; *Rosa canina*'nın Cu içeriği 24 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Şekeroğlu ve ark. 2008). Çalışmamızda elde edilen sonuçlar sınır değerinin ve yapılan çalışmalarda toplam ve alınabilir Cu değerlerinin altında olduğu görülmektedir. Cu konsantrasyonlarının kirlilik oluşturmayacak düzeylerde olduğu sonucuna varılmıştır.

Bitkilerdeki uygun Fe içeriği hem bitki sağlığı hem de insan ve hayvanlara besin kaynağı olduğu için önemlidir. Çalışmamızda Fe'de mesafeler arasındaki fark toprakta önemsiz; yaprak ve meyve ortalamaları ise önemli bulunmuştur. Ancak bu önemlilik mesafe artışına paralel olmamıştır. Yaprakta en fazla Fe konsantrasyonu 100 m (242.50 mg kg⁻¹) mesafeden elde edilirken, en az Fe konsantrasyonu ise 1000 m (119.96 mg kg⁻¹) mesafeden elde edilmiştir. Meyvede en yüksek Fe birikimi 25 m (67.77 mg kg⁻¹) mesafeden elde edilirken, en az Fe birikimi ise 500 m (41.83 mg kg⁻¹) mesafeden elde edilmiştir. Diğer mesafeler bu iki grup arasında yer almıştır. Toprak, yaprak ve meyve örneklerinin her bir mesafedeki Fe içerikleri önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Lindsay ve Norvell (1978) topraklardaki alınabilir Fe içeriği sınır değerini 4.5 mg kg⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Katkat ve ark. (1994), çalışmalarında şeftali bahçelerindeki alınabilir Fe'i yeterli düzeyde bulmuşlardır. Güney Marmara Bölgesi sanayi domates alanlarındaki toprak sulama suyu ve domates meyvelerinde ağır metal içeriklerinin belirlenmesi çalışmasında Elmacı (1995) toprakların alınabilir Fe içeriklerini, M. Kemalpaşa'da 9.40–63.20 mg kg⁻¹, Karacabey'de 8.00–64.00 mg kg⁻¹, Biga'da 3.60–108.00 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bu değerlere göre çalışmamızdaki toprak örneklerinin alınabilir Fe içerikleri 5.77–10.36 mg kg⁻¹ sınır değerinin üzerinde olduğu ve yukarıda belirtilen çalışmalarla paralellik gösterdiği görülmektedir (Çizelge 1). Yapraktaki Fe değerlerinin yüksek çıkması topraktaki Fe yüksekliği ile ilişkilendirilmiştir.

Canözer ve ark. (1984)'nin yaptığı araştırma sonucunda bitkideki Fe sınır değerlerini 60–140 mg kg⁻¹ olarak önermişlerdir. Ercişli (2007) bir çalışmada, *Rosa canina*'da Fe içeriğini ortalama 27 mg kg⁻¹ olarak tespit etmiştir. Yerel bir pazardan alınan *Rosa canina* meyve örneklerindeki Fe seviyeleri 8.85 mg kg⁻¹ olarak rapor edilmiştir (Özcan ve ark. 2008). Yerel aktarlar ve marketlerden *Rosa canina* meyve örneklerindeki Fe içeriği ortalama 267.2 mg kg⁻¹ olduğunu bildirilmiştir (Başgel ve Erdemoğlu 2006). Szentmihalyi ve ark. (2002) ağır metal içeren bir maden sahasında yetişen *Rubus fruticosus* meyvesinin Fe içeriğini 20.15 mg kg⁻¹ olarak bulmuşlardır. Levent ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada; *Rosa canina* meyvelerinin Fe konsantrasyonları 21.94–30.87 mg kg⁻¹ aralığında belirlenmiştir. Benzer diğer bir çalışmada; *Rosa canina*'nın Fe içeriği 84 mg kg⁻¹ olduğu tespit edilmiştir (Şekeroğlu ve ark. 2008). Çalışmamızda Fe seviyeleri yaprakta 119.58–242.50 mg kg⁻¹, meyvede ise 41.83–67.77

mg kg⁻¹ arasında bulunmuştur (Çizelge 1). Yapılan çalışmalarla karşılaştırdığımızda meyve değerlerinin yüksek, yaprak değerlerinin ise benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Çalışmamızda Mn'da mesafeler arasındaki fark toprakta önemsiz; yaprak ve meyvede önemli bulunmuştur. Ancak bu önemlilik mesafe artışına paralel olmamıştır. Yaprakta en fazla Mn birikimi 100 m (102.15 mg kg⁻¹) mesafeden elde edilirken; en ise 200 m (54.22 mg kg⁻¹) mesafeden elde edilmiştir. Meyvede en yüksek Mn birikimi 50 m (33.41 mg kg⁻¹) mesafeden elde edilirken, en az ise 100 m (16.48 mg kg⁻¹) mesafeden elde edilmiştir. Diğer mesafeler bu iki grup arasında yer almıştır. Toprak, yaprak ve meyve örneklerinin her bir mesafedeki Mn içerikleri önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Kabata-Pendias ve Pendias (1992) toprakların toplam Mn içeriklerini 164–1330 mg kg⁻¹ olarak, Mengel ve Kirkby (1987) ise toplam Mn için kritik konsantrasyonu 200–3000 mg kg⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Saatçi ve ark. (1988) İzmir ili aluviyal topraklarının toplam Mn içeriklerinin 300–1420 mg kg⁻¹, Hakerlerler ve ark. (1994) Gümüldür ve Balçova satsuma mandarin bahçelerinin toplam Mn içeriklerinin 400–1530 mg kg⁻¹ ve Kızılkaya ve ark. (1998) Samsun yöresi topraklarının kral suyu ile ekstrakte edilebilir toplam Mn içeriklerinin ise 831.20–5421.40 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirilmişlerdir. Alınabilir Mn yeterlilik sınır değerinin ise Lindsay ve Norvell (1978) tarafından 0.2 mg kg⁻¹ olduğu bildirilmiştir. Katkat ve ark. (1994) şeftali bahçesi topraklarının alınabilir Mn içeriklerinin 5.76–65.56 mg kg⁻¹, Özgümüş (1988) ise alınabilir Mn içeriklerinin 5.26–32.82 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini belirlemiştir. Haktanır ve ark. (2010) Muğla-Yatağan Termik Santrali emisyonlarının santral çevresindeki tarım ve orman topraklarının ağır metal kapsamı üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada alınabilir Mn içeriklerini en düşük 1.54 mg kg⁻¹ ve en yüksek 48 mg kg⁻¹ tespit etmişlerdir. Araştırma topraklarının alınabilir Mn içeriği 4.96–8.13 mg kg⁻¹ arasında tespit edilmiştir. Çalışmamız sonuçlarıyla önceki çalışmalar karşılaştırıldığında, alınabilir Mn değerleri bakımından olağan dışı bir farklılık görülmemiştir.

Çalışmamızda Ni mesafeler arasındaki fark toprakta önemsiz; yaprakta önemli bulunmuştur. Ancak bu önemlilik mesafe artışına paralel olmamıştır. Yaprakta en fazla Ni konsantrasyonu 50 m (1.13 mg kg⁻¹) mesafeden elde edilirken, en az Ni konsantrasyonu ise 1000 m (0.40 mg kg⁻¹) mesafeden elde edilmiştir. Meyvede Ni birikimi tespit edilememiştir (Çizelge 1).

Dünya topraklarının ortalama toplam Ni içeriğinin 2.2 mg kg⁻¹ olduğu bildirilmiştir (Kabata-Pendias ve Pendias 1992). Bergmann (1993), normal şartlarda topraklarda 5-500 mg kg⁻¹ arasında Ni bulunduğunu bildirmiştir. Topraklarda toplam Ni'in bitki yetiştiriciliği için zehir etkisi yaptığı sınır değerlerini El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata-Pendias ve Pendias (1979) ve Linzon (1978) 100 mg kg⁻¹, Goncharuk ve Sideronko (1986) 35 mg kg⁻¹, Schachtschabel ve Blume (1984) ve Kloke (1982) 50 mg kg⁻¹, Bergmann ise (1993) 40-50 mg kg⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Ülkemizde tarım topraklarının ağır metal kirliliğini belirlemek üzere yapılan çalışmalarda ise Ni kirliliğinin kabul edilebilir sınır olarak 50 mg kg⁻¹ değeri kabul edilmiştir (Saatçi ve ark. 1988, Hakerlerler ve ark. 1994). Ülkemizin değişik bölgelerinde toprakların ağır metal içeriklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda Saatçi ve ark. (1988) İzmir yöresi topraklarında, Hakerlerler ve ark. (1994) Balçova ve Gümüldür'deki mandarin bahçesi

topraklarında Ni kirliliğinin bulunduğunu rapor etmişlerdir. Yine ülkemizin değişik bölgelerindeki topraklarının alınabilir Ni içerikleri, M. Kemalpaşa'da 12.10 mg kg⁻¹, Karacabey'de 7.65 mg kg⁻¹, Biga'da 5.25 mg kg⁻¹ (Elmacı 1995), Samsun yöresi topraklarında ise 0.74-4.32 mg kg⁻¹ Ni (Kızılkaya ve ark. 1998), Bursa Ovası'nda 0.26–2.36 mg kg⁻¹ ve 0.24–2.52 mg kg⁻¹ Ni arasında değiştiği bildirilmiştir (Başar ve ark. 2001). Haktanır ve ark. (2010) Muğla-Yatağan Termik Santrali emisyonlarının santral çevresindeki tarım ve orman topraklarının ağır metal kapsamı üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada alınabilir Ni içeriklerini en düşük 0.24 mg kg⁻¹ en yüksek 1.65 mg kg⁻¹ tespit etmişlerdir. Çalışmamızda topraktaki Ni değerleri 0.25–0.49 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiş ve sınır değerlerin altında kalan sonuçlar diğer çalışmalar ile paralellik göstermiştir (Çizelge 1).

Çalışmamızda Zn'da mesafeler arasındaki fark toprakta önemsiz; yaprak ve meyvede ise önemli bulunmuş ancak bu önemlilik mesafe artışına paralel olmamıştır. Yaprakta en fazla Zn birikimi 100 m (32.74 mg kg⁻¹); en az ise 25 m (4.49 mg kg⁻¹); meyvede en yüksek Zn birikimi 100 m (10.94 mg kg⁻¹); en az ise 0 m (5.64 mg kg⁻¹) mesafelerden elde edilmiştir. Diğer mesafeler bu iki grup arasında yer almıştır. Toprak, yaprak ve meyve örneklerinin her bir mesafedeki Zn içerikleri önemli bulunmuştur. Yalnız 25 ile 100 m mesafelerdeki örneklerde yaprak ve meyve arasında fark olmayıp, yaprak ve meyve topraktan farklı bulunmuştur (Çizelge 1).

Goncharuk ve Sideronko (1986), bitkiler için gerekli bir besin elementi olan Zn'nun bitki yetiştiriciliği için toprakta bulunması önerilen toplam konsantrasyonun 110 mg kg⁻¹ olduğunu tespit etmişlerdir. Bitkilere toksik etki yapan Zn konsantrasyonunun 300 mg kg⁻¹ olduğu bildirilmiştir (El-Bassam ve Tietjen 1977, Kabata-Pendias and Pendias 1979, Kloke 1979, Schachtschabel ve Blume 1984). Kitagishi ve Yamane (1974) ise bu miktarın 700 mg kg⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir. Farklı araştırmacılar tarafından toplam Zn içeriği için değişik sınır değerleri önerilse de 300 mg kg⁻¹ Zn değeri genel kabul gören kritik konsantrasyon olarak çok sayıda araştırmacı tarafından dikkate alınmaktadır (Saatçı ve ark. 1988, Hakerlerler ve ark. 1994, Elmacı 1995). Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirilen alınabilir Zn için sınır değerleri; 0.5-1.0 mg kg⁻¹ arasında olduğunda toprakta noksanlık görülebileceği, 1.0 mg kg⁻¹ üzerinde ise toprakta alınabilir Zn içeriğinin iyi düzeyde olduğu bildirilmektedir. Uludağ Üniversitesi tarım topraklarının ağır metal içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, araştırma topraklarındaki alınabilir Zn sınır değerleri bakımından %33'ünün 0.5 mg kg⁻¹'in altında, %53'ünün 0.5-1.0 mg kg⁻¹ arasında ve % 14'ünün ise 1.0 mg kg⁻¹'in üzerinde alınabilir Zn içerdiği bildirilmiştir (Başar ve ark., 2001). Haktanır ve ark. (2010) Muğla-Yatağan Termik Santrali emisyonlarının santral çevresindeki tarım ve orman topraklarının ağır metal kapsamı üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada alınabilir Zn içeriklerinin 1.22–3.26 mg kg⁻¹ arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ercişli (2007) Erzurum'da yaptığı bir çalışmada, *Rosa canina*'da Zn seviyesini 30 mg kg⁻¹ olarak tespit etmiştir. Ayrıca Türkiye'deki yerel bir pazardan alınan *Rosa canina* meyve örneklerindeki Zn seviyeleri 3.96 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Özcan ve ark. 2008). Ülkemizde yapılan diğer bir çalışmada; yerel aktarlar ve marketlerden *Rosa canina* meyve örneklerindeki Zn içeriği 21.9 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur (Başgel ve Erdemoğlu 2006). Szentmihalyi ve ark. (2002) Macaristan'da terk edilmiş ağır metal içeren bir maden sahasında *Rubus fruticosus* meyvelerinde ağır metal birikimi belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, meyvenin

Zn içeriğini 10.84 mg kg^{-1} olarak bulmuşlardır. Doğu Anadolu bölgesinde, *Rosa canina* meyveleri mineral ve ağır metal içeriklerin izlenimi üzerine Levent ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, *Rosa canina* meyvelerinin Zn konsantrasyonları $7.98\text{--}13.32 \text{ mg kg}^{-1}$ aralığında belirlenmiştir. Çalışmamızda Zn seviyeleri yaprakta $4.49\text{--}32.74 \text{ mg kg}^{-1}$, meyvede ise $5.64\text{--}10.94 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında belirlenmiştir. Bulgularımızın önceki çalışmalarla benzerlik gösterdiği ve sınır değerler içerisinde olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

4. Sonuç

Endüstriyel gelişmeler ve artan refah düzeyiyle birlikte evsel atıklar, şehir çöpleri, egzoz veya baca gazları, tarımsal girdiler vb. ile çevreye verilen tahribat artarak devam etmektedir. Özellikle insan beslenmesinde kullanılan gıdaların bu kirleticilerden olumsuz etkilendiği açıktır. Gıda tüketim yoluyla insan bünyesine alınabilecek ağır metaller, başta bebekler ve çocuklar olmak üzere her yaş grubundaki insanlara telafisi ya da tedavisi zor ağır hasarlar verebilmektedir.

Çalışma genel olarak değerlendirildiğinde;

- 1) Kuşburnu bitkisinin bulunduğu yerin karayoluna uzaklığı, ağır metal birikim miktarını önemli derecede etkilemediği düşünülmüştür.
- 2) Ağır metal birikimi veya bulaşıklığı kuşburnu yaprak ve meyvesinde farklı olabilmektedir. Yaprakta ağır metal birikimi meyveye göre daha yüksek olabilmektedir.
- 3) Her bir ağır metalin miktarlarının toprak, yaprak ve meyvedeki miktarlarına ayrı ayrı bakıldığında;
 - a) Toprakta kromun yaprak ve meyveye göre fazla olması sebebiyle, bitkiye krom geçişinin toprak kaynaklı olabileceği,
 - b) Yaprakta, meyve ve toprağa göre bakır (100 ve 200 m hariç), demir, mangan ve çinkonun fazla olması bunların toprak hariç çevresel kaynaklı olabileceği ve meyvedeki birikimin ise yaprak kaynaklı olabileceği,
 - c) Kuşburnu bitkisinin yaprak ve meyvesinde ağır metal birikimlerinin insan sağlığına etki edebilecek seviyelerin (demir hariç) altında olduğu ve dolayısıyla söz konusu yörede elde edilen kuşburnu ürünlerinin daha güvenli olarak tüketilebileceği düşünülmüştür.

Kaynaklar

- Alloway B (1990). Heavy metals in soils. Blackie and Sou Ltd., Glasgow and London.
- Anonim (2011). Karayolları Genel Müdürlüğü/Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı. [http://w.w.w.kgm.gov.tr/Sitecollection\[mages/KGMmages/Trafik/HacimHaritası/trafikharita2010.pdf](http://w.w.w.kgm.gov.tr/Sitecollection[mages/KGMmages/Trafik/HacimHaritası/trafikharita2010.pdf). (05.05.2011).
- Başar H, Okur N ve Aydınalp C (2001). Bursa Ovası'nda Nilüfer çayı ile sulanan şeftali bahçelerinin ağır metal kirliliğinin araştırılması. TÜBİTAK-TOGTAĞ, Proje No: Tarp-2397s.
- Başgel S and Erdemoğlu SB (2006). Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey. Science of the Total Environment 359, 82-89.
- Bergmann N (1993). Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen, Dritte Erweiterte Auflage, Gustav Fisher Verlag Jena, Stuttgart.
- Canözer Ö, Fırıncı H, Çakır M, Özilbey N, Püskülcü G, Kılınc N. Kılınc, Dikmelik Ü ve Aksalman A (1984). Ege Bölgesi önemli kiraz çeşitlerinin bitki besin element durumları ve toprak bitki ilişkileri. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Bornova, İzmir 74s.

- Deveciler H (2005). Uludağ Üniversitesi tarımsal uygulama ve araştırma merkezi tarım topraklarının ağır metal içeriklerinin incelenmesi. U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- El-Bassam N and Tietjen C (1977). Municipal sludge as organic fertilizer with special reference to the heavy metals constituents in soil. *Organic Matter Studies*, Vol 2 IAAE, Vienna, 253 p.
- Elmacı ÖL (1995). Güney Marmara Bölgesi sanayi domates alanlarındaki toprak, sulama suyu ve domates (*Lycopersicum esculentum*) meyvelerinde ağır metal içeriklerinin belirlenmesi. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İzmir.
- Ercişli S (2007). Chemical composition of fruits in some rose (*Rosa spp.*) species. *Food Chemistry*, 104, 1379-1384.
- Goncharuk EJ and Sidorenka GJ (1986). Hygienic regulation for chemical substance in soils. *Medicina*, Moscow, 320 p.
- Hakerlerler H, Anaç D, Okur B ve Saatçi N (1994). Gümüldür ve Balçova'daki satsuma mandarin bahçelerinde ağır metal kirliliğinin araştırılması. E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 92-ZRF-47, Bornova-İzmir.
- Haktanır K, Sözüdoğru S, Karaca A, Arcak S, Çimen F, Topçuoğlu B, Türkmen C ve Yıldız H (2010). Muğla-Yatağan termik santrali emisyonlarının etkisinde kalan tarım ve orman topraklarının kirlilik veri tabanının oluşturulması ve emisyonların vejetasyona etkilerinin araştırılması. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*. Cilt: 2, Sayı: 1, ISSN: 1309-1107, Ankara.
- Kabata-Pendias A and Pendias H (1979). Current problems in chemical degradation of soils, paper presented at the conf. on soil and plant analyses in environment protection. Falenty/Warsaw.
- Kabata-Pendias A and Pendias H (1992). Trace elements in soil and plants and edition CRS PRESS, London.
- Kaçar B ve İnal A (2008). Bitki Analizleri. Nobel Yayınları No: 1241, Ankara.
- Katkat AV, Özgümüş A ve Basar H (1994). Bursa yöresindeki şeftali ağaçlarının demir, çinko, bakır ve mangan ile beslenme durumları. *Turkish J. of Agricultural and Forestry*, 18: 447-457.
- Kitagishi K and Yamane I (1974). Heavy metal pollution in soils of Japan. Japon Science Society Press. Tokyo, 302 p.
- Kızılkaya R, Karaca A ve Arcak S (1998). Samsun yöresi topraklarında Zn/Cd oranı ve bu oran ile iz element ve ağır metaller (Fe, Cu, Mn, Pb, Ni) arasındaki ilişkiler. I. Ulusal Çinko Kongresi Bildiriler Kitabı, p 501-509.
- Kloke A (1979). Content of arsenic, cadmium, chromium, fluorine, lead, mercury and nickel in plants grown on contaminated soil, paper presented at United Nations-ECE Symp. on Effect of Air-Borne, Pollution on Vegetation, Warsaw, August 20, 192 p.
- Kloke A (1982). Erläuterungen zur klärschlammverordnung and wirtsch. Forsch.. Soderhs. 39: 302-308.
- Levent A, Alp Ş, Ekin S and Karagöz S (2009). Trace heavy metal contents and mineral of *Rosa canina* fruits from Van region. Eastern Anatolia, Turkey. *Reviews in Analytical Chemistry*. DOI: 10.1515/REVAC.2010.29.1.13
- Lindsay WL and Norvell WA (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, İnan, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 42: 421-428.
- Linzon SN (1978). Phytotoxicology excessive levels for contaminants in soil and vegetation. Report of Ministry of the Environment, Ontario, Canada.
- Mengel K and Kirkby E (1987). A principles of plant nutrition, publ. int. potash inst. Bearn, Switzerland.
- Munzuroglu Ö ve Gül Ö (2000). Ağır metallerin elma (*Malus sylvestris miller cv. golden*)' da polen çimlenmesi ve polen tüpü gelişimi üzerine etkileri. *Türk J.Biol* 24 p: 677-684.
- Özcan MM, Ünver A, Uçar T and Arslan D (2008). Mineral content of some herbs and herbal teas by infusion and decoction. *Food Chemistry*, 106, 1120-1127.
- Özgümüş A (1988). Bursa yöresindeki şeftali ağaçlarında görülen klorozun toprak ve bitki analizi ile incelemesi. U.Ü. Yayınları No: 7-016-0176.
- Saatçi F, Hakerlerler H, Tuncay H ve Okur B (1988). İzmir ili civarındaki bazı önemli endüstri kuruluşlarından tarım arazileri ve sulama sularında oluşturdukları çevre kirliliği sorunu üzerinde bir araştırma. E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 127, Bornova-İzmir.
- Şekeroğlu N, Özkutlu F, Kara SM and Özgüven M (2008). Determination of cadmium and selected micronutrients in commonly used and traded medicinal plants in Turkey. *J Sci Food Agric.*, 88, 86-90.

- Schachtschabel P, Blume HP, Hartge KH and Schwertmann U (1984) Lehrbuch der Bodenkunde, F. Enke Verlag, Stuttgart, 441 p.
- Scheffer F and Schachtschabel P (1989). Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke-Verlag, Stuttgart, 422 p.
- Szentmihályi K, Vinkler P, Lakatos B and Illes VM (2002). Rose hip (*Rosa canina* L.) oil obtained from waste hip seeds by different extraction methods. *Bioresource Technology*, 82, 195–201.