

established in
2016



MAS JOURNAL of Applied Sciences

ISSN 2757-5675

DOI: <http://dx.doi.org/10.52520/masjaps.185>

Araştırma Makalesi

Sultani Çekirdeksiz Üzüm Bağ Alanlarının Ağır Metal İçerikleri, Salihli Örneği

Bihter ÇOLAK ESETLİLİ^{1*}, Onur BAYIZ¹

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova İzmir

*Sorumlu yazar: bihter.colak@ege.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.09.2021

Kabul Tarihi: 27.10.2021

Özet

Tarım topraklarının ağır metal kirliliği, gıda kalitesini ve insan sağlığını etkileyebilen önemli bir çevre sorunudur. Bu bağlamda bağ plantasyonlarının hem yaprak hem de meyvesinin doğrudan tüketilebilir olması dolayısıyla bu alanların izlenmesi önemlidir. Bu çalışmada, Salihli ilçesinde bulunan bağ dikili alanlardan toprak, yaprak ve üzüm örnekleri alınarak, ağır metal içeriklerinin (Mn, Cu, Fe, Zn, Pb, Ni, Cr ve Cd) belirlenmesi amaçlanmıştır. Toprak örneklerinin analiz sonuçları değerlendirildiğinde, genelde ağır metal içeriklerinin toprağın yüzey altında daha fazla bulunduğu ve toplam Ni miktarının 10-41 mg/kg arasında değiştiği ve referans değer (30 mg/kg) biraz üzerinde olduğu belirlenmiştir. Toprakta en yüksek toplam Pb, Cr ve Cd içerikleri sırasıyla 12.59 mg/kg, 19.22 mg/kg ve 0.98 mg/kg olarak bulunmuştur. Yaprak ayası ve sapında yapılan analizler sonucunda ise ağır metal toksisitesinin gözlenmediği ancak Cr hariç yaprak ayasının sapına göre daha fazla ağır metal içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Yaprak ayasında Cd 0.50-1.02 mg/kg, Cr 1.27-2.77 mg/kg, Co 1.56-16.23 mg/kg, Pb 2.20-12.50 mg/kg ve Ni ise 0.36-2.74 mg/kg aralığında analiz edilmiştir. Üzüm örneklerinde ise Fe 21-45 mg/kg, Mn 1.50-4.10 mg/kg, Zn 4.00-6.70 mg/kg, Cu 2.50-4.50 mg/kg, Ni 0.15-0.50 mg/kg aralığında, Co, Cd, Cr ve Pb'un iz düzeyde bulunduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bağ, ağır metal, toprak, yaprak, üzüm

Heavy Metal Contents of Sultana Seedless Vineyards: Salihli Case

Abstract

Heavy metal pollution of agricultural soils is an important environmental problem that can affect food quality and human health. In this context, it is important to monitor these areas since the leaves as well as the fruits of the grape vines can be consumed directly. The objective of this study was to determine the heavy metal contents (Mn, Cu, Fe, Zn, Pb, Ni, Cr, and Cd) of the soils, leaves and grape fruits from the viticulture areas in the Salihli district. Our findings indicate that the heavy metal contents of the soils were higher in the sub-surface samples. In this regard, only the total Ni contents were slightly above the reference value (30 mg kg⁻¹) and varied between 10-41 mg kg⁻¹. The highest total Pb, Cr and Cd contents in the soils were found as 12.59 mg kg⁻¹, 19.22 mg kg⁻¹ and 0.98 mg kg⁻¹, respectively. No heavy metal toxicity was measured in leaf blades and petioles. Generally, blades had higher heavy metal contents than the petioles excluding Cr. Related to other heavy metals, measurements ranged as follows Cd 0.50-1.02 mg kg⁻¹, Cr 1.27-2.77 mg kg⁻¹, Co 1.56-16.23 mg kg⁻¹, Pb 2.20-12.50 mg kg⁻¹ and Ni 0.36-2.74 mg kg⁻¹. In the case of grape fruits, Fe changed between 21-45 mg kg⁻¹, Mn 1.50-4.10 mg kg⁻¹, Zn 4.00-6.70 mg kg⁻¹, Cu 2.50-4.50 mg kg⁻¹ and Ni 0.15-0.50 mg kg⁻¹. Cobalt, Cd, Cr and Pb were determined in trace amounts.

Keywords: Vineyard, heavy metal, soil, leaf, grape

GİRİŞ

Toprak, ağır metal birikimine çok açık bir ekosistemdir. Son yıllarda hızla artan nüfus ile birlikte, tarım ve diğer alanlarda sanayi ve teknolojinin hızla gelişmesinin bir sonucu olarak, tarım topraklarının ağır metal içerikleri de artmaya başlamıştır. Ağır metallerin zor parçalanabilir yapıları, uzun biyolojik yarı ömürleri, biyolojik yapıda hızla birikebilmeleri ve gıda zincirinde kolaylıkla yer alabilmeleri nedeni ile tarımsal üretimde potansiyel bir tehdit olarak görülmektedirler (Mazurek ve ark., 2017). Toprak ve su kaynaklarında yoğun olarak bulunan ağır metaller, öncelikle ekolojik sistemi ve besin zincirine karışarak canlı sağlığını olumsuz etkilemektedir. Plansız şehirleşme, nüfus yoğunluğu, madencilik ve endüstriyel faaliyetlerin artması gibi faktörlere bağlı olarak çok değişik kaynaklardan sürekli ağır metal geçişi olmakta, toprak ve su kalitesi önemli ölçüde bozulmaktadır. Topraktaki metal konsantrasyonları insan aktiviteleri ve toprağın jeolojik orjinine bağlı olarak 1- 100.000 mg kg⁻¹ arasında değişebilmektedir (Blaylock ve Huang, 2000). Bu ağır metallerin (Cd, Cr, Pb, Cu, Ni, Zn vb) artan konsantrasyonları ekosistemlerinin bozulmasına neden olmaktadır (Meagher, 2000). Topraklarda krom (Cr), nikel (Ni) ve kurşun (Pb) 10-100 mg kg⁻¹ arasında, kadmiyum (Cd) ise 1 mg kg⁻¹'in altında bulunmalıdır. Yüksek oranlarda canlı bünyesine alınabilen Cd ve Pb, ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Krom ve Ni, bazı yüksek bitkiler için esansiyel bir mikroelement olmakla birlikte yüksek konsantrasyonlarda memeliler ve diğer hayvanlar üzerine toksik etkilidir. Bitkilerin pek çoğu yetiştikleri ortamın pH, CaCO₃ miktarı, organik madde ve kil içeriği, kirletici kaynağa uzaklık, maruz kalma süresi vb. faktörlere bağlı olarak,

ağır metalleri büyük miktarda kökleri ile alabilmektedir. Ağır metaller, yağış yoluyla yaprak yüzeyindeki stomalar aracılığıyla da alınabilmektedir. Bitki vejetatif ve generatif aksamalarında biriken ağır metaller, transpirasyon, stoma hareketleri, su alımı, fotosentez, enzim aktivitesi, çimlenme, protein sentezi, membran stabilitesi, hormonal denge gibi pek çok fizyolojik olayın da olumsuz olarak etkilenmesine sebep olmaktadır (Gür ve ark., 2004; Öktüren Asri ve Sönmez, 2006). Bazı bitki türlerinin metal ağırlıklı topraklarda endemik olduğunu, ağır metalleri ve diğer toksik bileşenleri yüksek oranda tolere edebileceğini bildirmişlerdir (Banuelos ve ark., 1997; Blaylock ve Huang, 2000). Ağır metal içeriği yüksek ürünlerin tüketimi, çeşitli kanser türleri, organ yetmezlikleri, nörolojik hastalıklar, iskelet sistemi hastalıkları gibi kronik boyutlarda önemli sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) tarafından farklı ürünlerin ağır metal içerikleri ve risklerinin belirlendiği bir çalışmada, As, Cd, Pb ve Hg metallerinin toplum sağlığı açısından daha riskli olduğunu; Fe, Cu ve Zn'nun ise daha düşük öneme sahip metaller içinde yer aldığını bildirmişlerdir (Cortes ve ark., 1994; Türközü ve Şanlıer, 2012). Bütün tarımsal faaliyetlerde olduğu gibi bağcılıkta da üretimin en önemli girdileri olan gübre, tarımsal ilaçlar ve bitki büyüme düzenleyicilerinin gereğinden fazla kullanımı, çevreye ve insan sağlığına zarar verebilmektedir. Özellikle kimyasal gübrelerin sürekli kullanımı, toprak verimliliğinin azalmasına ve bitki dokularında ağır metal birikimine neden olmakta, bu da meyvenin besin değerini ve kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle taze ve kuru tüketimi yaygın meyvelerin, ağır metal içeriklerinin dönemsel olarak değerlendirilmesi,

izlenmesi ve kontrolü önemlidir (Mohsennezhad, 2014). Çalışmada, Salihli ilçesinde bulunan bağ dikili alanlardan toprak, yaprak ve üzüm örnekleri alınarak, ağır metal içeriklerinin (Mn, Cu, Fe, Zn, Pb, Ni, Cr ve Cd) ve dinamiklerinin belirlenmesi ve olası kirliliğin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma alanını, Salihli ilçe merkezi ve çevresinde 12-16 yaş aralığında sultaniye çekirdeksiz üzüm çeşidine ait bağ plantasyonlarının olduğu arazileri kapsamaktadır. Olası kirliliğin belirlenebilmesi için, 12 farklı bağ plantasyonundan toprak, yaprak ve meyve örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri ise iki farklı derinlikten (0-30 ve 30-60 cm) alınmıştır. Yaprak örnekleme, bahçedeki 4-5 farklı omcanın dört yanından, dalın genç, orta ve alt kısmından, toplam 80–100 adet yaprak örneği olacak şekilde yapılmıştır. Hasat döneminde bağlardaki farklı omcalardan 100 gr hazır olgunlaşmış salkım örneği de toplanmıştır. Yaprak ve üzüm meyve örnekleri, buz çantası içerisinde laboratuvara getirilmiştir, önce çeşme suyu daha sonra saf su ile yıkanıp 65°C 'de kurutulmuş analiz için hazırlanmıştır (Kacar ve Katkat, 2007). Toprakların pH (1:2.5, toprak/su), kireç (Scheibler kalsimetresi), organik madde (Walkley–Black), ve bünye (hidrometre yöntemi) tayinleri standart yöntemlere göre yapılmıştır (Jackson, 1962; Bouyoucos, 1962; Hızalan ve Ünal, 1966).

DTPA (Diethylenetriaminepentaacetic asit) yöntemine göre çalkalanıp süzülerek hazırlanan toprakların alınabilir ağır metal içerikleri (Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb, Ni, Co ve Cr) ile kral suyu ekstraksiyon yöntemine göre hazırlanan ekstraksiyonlarda toplam ağır metal (Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb, Ni, Co ve Cr)

belirlemeleri AAS ile saptanmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978; Kick ve ark., 1980). Yaprak ve meyve örneklerinden 5 gr tartılarak 500 °C'lik kül fırınında yakılmıştır. Kül üzerine 1:1'lik HCl çözeltisi ilave edilerek hazırlanan örneklerin ağır metal (Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb, Ni, Co ve Cr) içerikleri, AAS ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2010). Transfer faktörü; Toprakta bitkiler tarafından ağır metallerin alınması ve bitki dokularında birikim oranının belirlenmesinde kullanılan indeks "transfer faktörü" olarak ifade edilmektedir. Bitki tarafından absorplandığı belirlenen metal miktarının toprak içindeki toplam metal miktarına oranlanması ile hesaplanmaktadır. Hesaplanan transfer faktörü 1 ve üzerinde bir değer ise bitkinin yüksek absorpsiyon kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Transfer faktörünün 1'in altında bulunması ise bitkinin ağır metal alınımının zayıf olduğunu ve tüketiminde bir sakınca olmadığını düşündürmektedir (Rangnekar ve ark., 2013).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Salihli çekirdeksiz sultani üzüm plantasyonları dahil olmak üzere pek çok tarım ürününün yetiştiği en önemli tarım alanlarından biridir. Son yıllarda artan kimyasal gübre kullanımı ve endüstrileşmenin taze ve kuru tüketimi yaygın olan sultani çekirdeksiz üzüm plantasyonları üzerine olan olası etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmada, toprak, yaprak ve meyve örneklerinin ağır metal içerikleri belirlenmiştir.

Toprak analiz sonuçları

Çalışma alanından alınan yüzey toprak örneklerinin (0-30 cm) pH'ları 7.05-8.17, yüzey altı örneklerin (30-60 cm) ise 7.03-8.10 aralığında saptanmış, nötr ile orta alkalın arasında değişen reaksiyon göstermişlerdir. Yüzey toprak

örneklerinin kireç (%) içerikleri 1.21-10.25, yüzey altı örneklerin ise 1.07-10.71 olarak bulunmuştur. Organik madde (%) yüzeyde 0.31-1.58, yüzey altı örneklerinde ise 0.41-1.88 arasında değişmiş, genellikle bölge topraklarının organik madde içeriklerinin çok düşük olduğu belirlenmiştir. (Çizelge 1.) (Aydeniz, 1985). Topraktaki ağır metallerin çözünürlüğü ile toprak pH'sı arasında yakın bir ilişki vardır. Asit topraklarda ağır metal toksisitesi daha belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca organik madde mineralizasyonu ile toprak pH'sı düşmekte ve ortamda ağır metal toksisitesi oluşabilmektedir (Galavi ve ark., 2010). Çalışma alanından alınan yüzey (0-30 cm) toprakların alınabilir ve toplam ağır metal içerikleri Çizelge 2'de, yüzeyaltı (30-60 cm) toprakların alınabilir toplam ağır metal içeriklerinin dağılımı ise Çizelge 3'te verilmiştir. Yüzey ve yüzeyaltı toprakların ağır metal içerikleri değerlendirildiğinde genellikle yüzeyaltı ağır metal içeriklerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Toprakların alınabilir Fe 4.23-14.03 mg kg⁻¹, Cu 1.11-11.02 mg kg⁻¹, Mn 2.51-13.03 mg kg⁻¹, Zn 0.22-2.10 mg kg⁻¹, Co 1.02-2.61 mg kg⁻¹, Cr 0.11-0.29 mg kg⁻¹, Cd 0.04-0.09 mg kg⁻¹, Pb 1.13-3.30 mg kg⁻¹, Ni

1.60-7.60 mg kg⁻¹ aralığında belirlenmiştir. Toplam ağır metal içerikleri değerlendirildiğinde ise Fe %1.40-2.95, Cu 7.14-30.88 mg kg⁻¹, Mn 11.22-22.03 mg kg⁻¹, Zn 22.76-49.05 mg kg⁻¹, Co 7.09-11.72 mg kg⁻¹, Cr 10.16-19.22 mg kg⁻¹, Cd 0.46-0.98 mg kg⁻¹, Pb 5.62-12.76 mg kg⁻¹, Ni 9.98-41.04 mg kg⁻¹ aralığında değiştiği görülmektedir. Elde edilen analiz sonuçlarının farklı araştırmacılar tarafından bildirilen değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir (Yağmur ve Okur, 2018; Li ve ark., 2018; Prabagar ve ark., 2021). Toprak Kirliliği Yönetmeliği (2005) limit değerleri ve toprak pH'larına göre sonuçlarımız, belirtilen değerlerin altında bulunmuştur (Anonim, 2005). Ancak bazı bağ plantasyonu topraklarının Cd (5, 9 ve 10 No'lu) ve Ni (5, 7, 8, 12 No'lu) içeriklerinin diğerlerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bitkilerin ağır metal toksisite tolerans sınırlarının bilinebilmesi için bitkinin yetiştiği ortamdaki ağır metallerin tür ve miktarları, alınabilirlikleri, ayrıca maruz kalma oluşum süresi vb. faktörler göz önüne alınmalıdır. Bu faktörlerin bilinmesi, bitkilerin gelişimi ve verimliliği açısından oldukça önemlidir (Paschke ve ark., 2005).

Çizelge 1. Yüzey ve yüzeyaltı toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Örn	Derinlik (cm)	Kum (%)	Mil (%)	Kil (%)	Bünye	pH	OM (%)	Tuz (%)	CaCO ₃ (%)
1	0-30	64,50	15,50	20	Kumlu tın	7,50	0,83	0,010	1,25
	30-60	69,52	10,48	20	Kumlu tın	7,45	0,73	0,015	1,21
2	0-30	62,52	12,48	22	Kumlu tın	7,09	0,88	0,015	1,36
	30-60	67,52	10,48	22	Kumlu tın	7,49	0,78	0,020	1,41
3	0-30	67,54	8,46	24	Kumlu tın	7,87	1,58	0,010	3,25
	30-60	57,52	15,48	25	Kumlu tın	7,98	1,88	0,012	3,29
4	0-30	63,52	12,48	24	Kumlu tın	7,90	0,83	0,010	4,21
	30-60	60,52	15,48	24	Kumlu tın	7,99	0,72	0,015	4,16
5	0-30	69,57	10,43	20	Kumlu tın	7,68	0,52	0,016	4,25
	30-60	66,52	11,48	22	Kumlu tın	7,69	0,62	0,020	4,16
6	0-30	59,52	14,48	26	Kumlu tın	8,03	1,45	0,050	8,76
	30-60	70,52	9,48	20	Kumlu tın	7,73	1,31	0,055	7,66
7	0-30	70,52	10,48	19	Kumlu tın	7,68	0,31	0,075	1,69
	30-60	60,52	15,48	24	Kumlu tın	7,70	0,41	0,060	1,96
8	0-30	70,50	9,50	20	Kumlu tın	7,68	0,91	0,012	10,07
	30-60	69,52	10,48	20	Kumlu tın	7,68	0,78	0,016	10,25
9	0-30	59,60	15,40	25	Kumlu tın	7,70	0,45	0,015	9,21
	30-60	64,52	12,48	23	Kumlu tın	7,70	0,55	0,012	9,75
10	0-30	67,52	10,48	22	Kumlu tın	7,68	0,44	0,055	8,12
	30-60	69,52	10,48	20	Kumlu tın	7,68	0,45	0,050	9,16
11	0-30	72,52	13,48	20	Kumlu tın	7,05	0,49	0,070	1,21
	30-60	70,50	10,50	25	Kumlu tın	7,03	0,61	0,065	1,07
12	0-30	60,52	14,48	25	Kumlu tın	8,17	0,71	0,020	10,25
	30-60	67,55	10,45	22	Kumlu tın	8,1	0,98	0,030	10,71
Min.		59,52	8,46	19,00		7,05	0,31	0,01	1,21
Mak.		72,52	15,50	26,00		8,17	1,58	0,075	10,25
Ort.		65,70	12,30	22,25		7,67	0,78	0,030	5,30

Çalışma alanından alınan yüzey (0-30 cm) toprakların alınabilir ve toplam ağır metal içerikleri Çizelge 2’de, yüzeyaltı (30-60 cm) toprakların alınabilir toplam ağır metal içeriklerinin dağılımı ise Çizelge 3’te verilmiştir. Yüzey ve yüzeyaltı toprakların ağır metal içerikleri değerlendirildiğinde genellikle yüzeyaltı ağır metal içeriklerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Toprakların alınabilir Fe 4.23-14.03 mg kg⁻¹, Cu 1.11-11.02 mg kg⁻¹, Mn 2.51-13.03 mg kg⁻¹, Zn 0.22-2.10 mg kg⁻¹, Co 1.02-2.61 mg kg⁻¹, Cr 0.11-0.29 mg kg⁻¹, Cd 0.04-0.09 mg kg⁻¹, Pb 1.13-3.30 mg kg⁻¹, Ni 1.60-7.60 mg kg⁻¹ aralığında belirlenmiştir. Toplam ağır metal içerikleri değerlendirildiğinde ise Fe %1.40-2.95, Cu 7.14-30.88 mg kg⁻¹, Mn 11.22-22.03 mg kg⁻¹, Zn 22.76-49.05 mg kg⁻¹, Co 7.09-11.72 mg kg⁻¹, Cr 10.16-19.22 mg kg⁻¹, Cd 0.46-0.98 mg kg⁻¹, Pb 5.62-12.76 mg kg⁻¹, Ni 9.98-41.04 mg kg⁻¹ aralığında değiştiği görülmektedir.

Elde edilen analiz sonuçlarının farklı araştırmacılar tarafından bildirilen değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir (Yağmur ve Okur, 2018; Li et al., 2018; Milicevic ve ark., 2018; Prabagar et al., 2021). Toprak Kirliliği Yönetmeliği (2005) limit değerleri ve toprak pH’larına göre sonuçlarımız, belirtilerin değerlerin altında bulunmuştur (Anonim, 2005). Ancak bazı bağ plantasyonu topraklarının Cd (5, 9 ve 10 No’lu) ve Ni (5, 7, 8, 12 No’lu) içeriklerinin diğerlerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bitkilerin ağır metal toksisite tolerans sınırlarının bilinebilmesi için bitkinin yetiştiği ortamdaki ağır metallerin tür ve miktarları, alınabilirlikleri, ayrıca maruz kalma oluşum süresi vb. faktörler göz önüne alınmalıdır. Bu faktörlerin bilinmesi, bitkilerin gelişimi ve verimliliği açısından oldukça önemlidir (Paschke ve ark., 2005).

Çizelge 2. Yüzey toprak örneklerinin alınabilir ve toplam ağır metal içerikleri (mg kg⁻¹, kuru ağırlık)

	Co		Cr		Cd		Pb		Ni		Fe		Cu		Mn		Zn	
	A*	T**	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T***	A	T	A	T	A	T
1	1,61	8,75	0,12	12,74	0,06	0,51	1,22	5,62	1,62	10,98	12,55	2,02	1,50	10,75	12,07	20,77	0,63	36
2	1,26	7,09	0,11	19,05	0,08	0,46	1,50	6,25	4,59	21,16	10,13	2,28	1,52	22,46	13,03	17,88	1,54	41
3	1,85	7,49	0,20	17,78	0,06	0,80	1,31	5,98	4,60	18,74	13,13	1,40	1,49	25,72	10,04	16,92	1,04	40
4	1,54	7,57	0,21	16,84	0,05	0,78	1,94	7,22	3,50	15,76	9,20	2,37	2,51	17,46	9,03	15,76	0,25	34
5	1,61	10,11	0,15	11,05	0,04	0,90	2,23	8,88	6,44	30,64	4,23	2,31	2,11	12,42	9,10	11,22	0,64	26
6	2,53	7,75	0,17	16,08	0,05	0,77	2,91	12,76	4,54	22,11	14,03	2,22	5,50	27,75	6,48	22,03	0,84	26
7	1,02	9,05	0,23	17,77	0,08	0,56	1,93	10,12	6,60	30,88	10,21	2,05	7,91	17,46	2,51	20,79	1,64	41
8	1,52	9,46	0,20	19,03	0,04	0,70	1,31	6,03	7,60	39,86	12,23	2,32	5,52	17,77	10,51	19,77	0,44	40
9	1,23	8,11	0,16	14,11	0,05	0,83	1,51	5,87	2,61	10,11	9,21	2,29	5,60	29,12	9,11	18,96	0,36	27
10	2,61	7,96	0,13	10,16	0,05	0,91	3,30	12,59	1,60	9,98	12,29	2,95	7,52	18,22	12,51	15,88	1,9	47
11	1,25	7,98	0,23	15,74	0,06	0,50	1,24	5,96	3,61	16,01	7,13	2,50	4,11	24,46	8,11	18,96	1,47	40
12	1,71	8,05	0,23	16,86	0,09	0,56	1,90	7,24	6,54	36,44	13,13	1,70	1,11	7,14	9,12	19,08	0,58	26
Min.	1,02	7,09	0,11	10,16	0,04	0,46	1,22	5,62	1,60	9,98	4,23	1,40	1,11	7,14	2,51	11,22	0,25	26
Mak.	2,61	10,11	0,23	19,05	0,09	0,91	3,30	12,76	7,60	39,86	14,03	2,95	7,91	29,12	13,03	22,03	1,9	47
Ort.	1,65	8,28	0,18	15,60	0,06	0,69	1,86	7,88	4,49	21,89	10,62	2,20	3,87	19,23	9,30	18,17	0,94	36

*A:Alınabilir, **T:Toplam, ***Birimi %'dir.

Çizelge 3. Yüzeyaltı (30-60 cm) toprak örneklerinin alınabilir ve toplam ağır metal içerikleri (mg kg⁻¹ kuru ağırlık)

	Co		Cr		Cd		Pb		Ni		Fe		Cu		Mn		Zn	
	A*	T**	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T***	A	T	A	T	A	T
1	1,6	8,96	0,20	15,46	0,07	0,6	1,53	6,22	1,84	11,76	12,63	2,22	2,11	12,82	12,55	21,25	0,52	28
2	1,62	7,52	0,16	19,22	0,08	0,67	1,13	5,77	5,61	22,03	12,58	2,53	1,22	28,38	12,49	21,12	1,24	43
3	1,92	8,05	0,25	18,74	0,08	0,88	1,81	6,03	5,48	21,18	12,50	1,64	2,20	27,65	12,41	18,82	1,19	4
4	1,84	7,69	0,23	18,46	0,08	0,90	2,31	8,18	4,48	20,46	12,52	2,24	3,12	18,33	12,44	17,14	0,22	35
5	1,91	11,72	0,24	13,07	0,07	0,98	3,01	9,02	6,61	31,02	9,21	2,50	2,92	15,36	10,03	13,31	0,56	23
6	2,61	8,01	0,29	18,88	0,09	0,88	2,63	12,07	5,55	26,79	13,19	1,93	6,52	28,83	7,49	21,77	0,96	31
7	1,69	10,83	0,24	18,46	0,09	0,59	1,85	10,79	7,49	31,94	12,22	1,90	8,98	18,11	3,90	22,01	1,56	32
8	1,6	10,79	0,25	18,54	0,08	0,80	1,84	7,32	7,55	41,04	14,03	2,52	6,06	18,02	12,52	20,88	0,23	31
9	1,54	7,81	0,21	15,72	0,09	0,98	1,53	6,03	2,98	11,46	9,30	2,02	11,02	30,88	10,2	19,02	0,29	27
10	1,99	9,16	0,15	14,22	0,08	0,95	3,10	12,22	2,58	10,74	13,11	2,35	8,1	17,44	12,89	17,11	2,10	49
11	1,52	8,12	0,25	18,49	0,07	0,61	1,31	6,25	3,93	22,05	8,50	2,78	5,51	26,12	10,51	22,01	1,64	40
12	1,9	7,99	0,28	17,90	0,08	0,67	2,22	7,54	7,6	38,72	13,90	2,20	2,82	9,88	12,21	20,98	0,63	36
Min.	1,52	7,52	0,15	13,07	0,07	0,59	1,13	5,77	1,84	10,74	8,50	1,64	1,22	9,88	3,90	13,31	0,22	23
Mak.	2,61	11,72	0,29	19,22	0,09	0,98	3,10	12,22	7,6	41,04	14,03	2,78	11,02	30,88	12,89	22,01	2,10	49
Ort.	1,81	8,89	0,23	17,26	0,08	0,79	2,02	8,12	5,14	24,10	11,97	2,24	5,05	20,99	10,80	19,62	0,93	35

Bağ yaprak ve meyve analiz sonuçları

Bağ plantasyonlarından alınan yaprak örnekleri aya ve sap kısımlarına ayrılarak ağır metal içerikleri

belirlenmiştir (Çizelge 5). Yaprak aya kısmının metal içerikleri, Cr hariç sapa göre daha yüksek bulunmuştur. Bitkiler, ağır metalleri toprak, su ve hava yoluyla

absorbe etme yeteneğine sahiptir ve ağır metaller bitkinin kök, gövde, yaprak ve meyve kısımlarına kolayca aktarılabilir (Bravo et al., 2017). Ancak bitkinin ağır metal içeriği, toprak ve jeolojik özelliklere, uygulanan gübre çeşidi ve miktarına, kullanılan fungusit ve pestisitlere, tarımsal üretime yakın aktif madencilik ve endüstriyel faaliyetlerine bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Alloway, 2012; Liu ve ark., 2014). Scheffer ve Schachtschabel (1989) bitkilerdeki Co sınır değerini $0.02-0.50 \text{ mg kg}^{-1}$ düzeyinde, Kabata ing and Pendias (1992) ise $10-20 \text{ mg kg}^{-1}$ bildirmiştir. Yaprak aya Co içerikleri, Kabata Pendias and Pendias (1992) tarafından bildirilen değerlerin altında bulunmuştur. Haktanır (1987) bitkiler için Cd kritik değerini 0.05 mg kg^{-1} olarak bildirmektedir. Alloway (1995) ise bitkilerin Cd içeriklerinin $0.1-1.0 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında olduğunu belirtmiştir. Bu değerlere göre 2 ve 7 No'lu yaprak örneklerinin aya kısımlarında Cd içeriklerinin limit değer seviyesinde olduğu görülmektedir. Bitkinin Cd alımında iklimin etkisinin çok önemli olduğu ve terlemenin önemli bir rolü bulunduğu belirtilmiştir (Ingwersen ve Strech, 2005). Alloway (1990) bitkilerde Ni $0.02-5.00 \text{ mg kg}^{-1}$, Kabata Pendias-Pendias (1984) ise $0.10-5.00 \text{ mg kg}^{-1}$ aralıklarında bildirmektedirler. Scheffer ve Schachtschabel (1989)'e göre ise bitkilerde $0.10-3.00 \text{ mg kg}^{-1}$ Ni normal kabul edilmektedir. Genel olarak zeytin

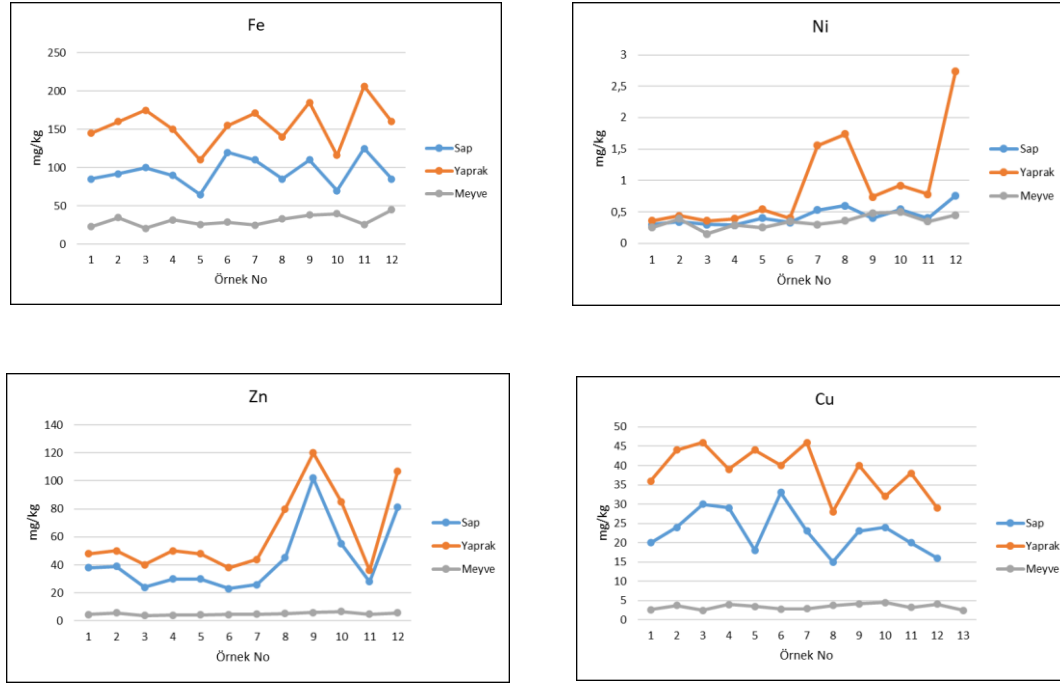
yaprak örneklerinin Ni içeriklerinin bildirilen sınır değerlerinin altında olduğu görülmektedir. Sadece 12 No'lu yaprak örneğinin aya kısmında yüksek Ni içeriği belirlenmiştir. Farklı literatürlerde bitkilerin Cr içeriklerinin çok geniş aralıklarda değişebildiği görülmektedir. Lepp (1987) ise Cr içeriği bakımından tüm ağaçlar için 0.20 ile 0.60 ppm aralığını bildirmektedir. Çalışmamızda yaprak sap kısımlarının Cr içerikleri bildirilen değerlerin üzerinde bulunmuştur. Toksik seviyelerde Cr'a maruz kalan bitkilerde, fotosentez ve solunum gibi önemli metabolik olayların olumsuz etkilenmesinden dolayı bitki büyümesinde azalma görülmektedir. Ayrıca yaprak büyümesi (yaprak yüzey alanı gelişimi ve toplam yaprak sayısını) üzerine etki ederek daha küçük yaprak oluşumuna neden olmaktadır (Yıldız ve ark., 2012). Kabata Pendias ve Pendias (1984) bitkilerde doğal olarak $0.1-10 \text{ ppm}$ arasında Pb bulunabileceğini bildirmiştir. Yaprak Pb içeriklerinin genellikle bildirilen değerlerin altında olduğu sadece 4 ve 12 No'lu yaprak örneklerinin aya kısmında Pb içeriğinin yüksek olduğu görülmektedir. Kurşun içeriği yüksek olan alanlarda yetişen bitkilerde kök uzaması ve biyoküttele azalma, klorofil biyosentezinde engellenme, bazı enzim aktivitelerinde tetiklenme veya gerilemelere (Fargasova, 1994; Miranda ve Ilangovan, 1996) rastlanılmıştır.

Çizelge 4. Bağ yaprak aya ve saplarının ağır metal içerikleri (mg kg⁻¹ kuru madde)

Örn	Co		Cr		Cd		Pb		Ni		Fe		Cu		Mn		Zn	
	Sap	Aya	Sap	Aya	Sap	Aya	Sap	Aya	Sap	Aya	Sap	Aya	Sap	Aya	Sap	Aya	Sap	Aya
1	8,90	16,23	1,27	0,30	0,40	0,50	3,80	4,80	0,30	0,36	85	145	20	36	67	98	38	48
2	8,45	12,50	1,30	0,56	0,68	1,02	3,90	5,60	0,34	0,44	92	160	24	44	43	86	39	50
3	7,05	12,82	1,65	0,78	0,41	0,61	5,40	9,40	0,30	0,36	100	175	30	46	105	178	24	40
4	6,20	10,94	1,63	0,68	0,48	0,78	7,30	12,50	0,29	0,39	90	150	29	39	90	16	30	50
5	7,06	7,88	2,77	0,90	0,56	0,55	3,01	3,80	0,40	0,54	65	110	18	44	77	90	30	48
6	1,05	1,84	1,52	0,69	0,60	0,90	2,63	2,80	0,33	0,40	120	155	33	40	79	169	23	38
7	1,06	1,48	1,48	0,75	0,67	1,00	3,66	5,20	0,53	1,56	110	171	23	46	108	175	26	44
8	1,16	1,94	1,43	0,56	0,45	0,46	3,69	4,00	0,60	1,74	85	140	15	28	53	96	45	80
9	2,07	2,18	1,38	0,50	0,56	0,89	1,72	2,80	0,40	0,74	110	185	23	40	65	150	102	120
10	2,55	2,44	1,34	0,49	0,68	0,89	1,65	2,20	0,54	0,92	70	116	24	32	94	149	55	85
11	4,00	6,42	1,29	0,45	0,58	0,75	2,08	3,40	0,40	0,78	125	206	20	38	109	145	28	36
12	1,03	1,56	1,24	0,40	0,40	0,60	6,81	10,70	0,76	2,74	85	160	16	29	88	140	81	107
Min	1,03	1,48	1,24	0,30	0,40	0,46	1,65	2,20	0,29	0,36	65	110	15	28	43	16	23	36
Mak	8,90	16,23	2,77	0,90	0,68	1,02	7,30	12,50	0,76	2,74	125	206	33	46	109	178	102	120
Ort	4,22	6,52	1,53	0,59	0,54	0,75	3,80	5,60	0,43	0,91	95	156	23	39	82	124	43	62

Bağ yapraklarında yapılan ağır metal analizlerinin sonucunda transfer faktörü de hesaplanmış ve Fe, Cu, Zn, Mn ve Co metallerinin alınabilirliğinin yüksek (TF >1) olduğu, Cr, Ni elementlerinin ise genellikle düşük (TF <1) absorpsiyon kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Kurşun ve Cd metalleri ise bazı örneklerde TF>1 olarak hesaplanmıştır. Bunun özellikle atmosfer kirliliği ve aşırı gübre uygulamalarına bağlı olarak yaprak ayası üzerinde bu elementlerin birikebileceğini ve sonrasında, bitkiye kolaylıkla alınabileceğini düşündürmektedir. Çalışmada üzümün ağır metal içerikleri de belirlenmiştir. Üzümde 21-45 mg Fe kg⁻¹, 2,5-4,5 mg Cu kg⁻¹, 1,5-4,1 mg Mn kg⁻¹, 3,75-6,70

mg Zn kg⁻¹ ve 0,15-0,50 mg Ni kg⁻¹ saptanmış, Cr, Cd, Co ve Pb iz miktarda bulunmuştur. Karakaseva ve ark. (2012), şaraplık bağlarda yaptıkları bir çalışmada üzüm Ni içeriğini 0,05 ile 0,1 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve yaprak Ni içeriğinden (1,43 mg kg⁻¹) daha düşük olduğunu bildirmiştir. Üzüm yetiştiriciliğini yaygın yapıldığı Elazığ'da üzüm ve üzüm ürünlerinin ağır metal içeriklerinin incelendiği bir çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Özmen ve Aksu, 2012). Bağ plantasyonlarının yaprak aya, sap ve meyve içeriklerindeki bazı ağır metallerin değişimleri Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Bağ yaprak ayası, sapı ve üzüm meyvesi ağır metal değişimi

SONUÇ

Salihli ekonomisi açısından en önemli tarımsal geçim kaynaklarından biri olan bağ plantasyonlarının sürdürülebilir yönetiminin sağlanması ve amaç dışı kullanımının engellenmesi, ağır metal kirliliği ile mücadele edilmesi amacıyla alanın dönemsel olarak izlenmesi gerekmektedir. Hem yaprakları hem de meyvesi doğrudan tüketilebilir olan bağ plantasyonlarından alınan toprak, yaprak ve meyve örneklerinin analiz sonuçlarına göre antropojenik kirlenme toprakta Ni ve Cd elementi ile kendini göstermekle birlikte, Cr ve Pb'un bazı yaprak aya ve sap örneklerinde yüksek çıkması dikkat çekicidir. Bu ağır metallerin yaprak örneklerinde, limit değerlere yakın ya da üzerinde çıkmış olması, ovada giderek artan endüstrileşme ve artan nüfusa bağlı olarak ortaya çıkan atmosfer kirliliği, bilinçsiz gübre ve pestisit/fungusit kullanımıyla ilişkilendirilebilmektedir. Ancak kuru ve yaş tüketimi yaygın olan

üzümde, toplum sağlığı açısından risk oluşturabileceği düşünülen Pb, Cd, Cr ağır metallerinin belirlenememesi güvenilir tüketim açısından çok önemlidir. Tüm bu nedenlerle, model olarak planlanan bu çalışma baz alınarak, farklı üzüm çeşitlerinde daha geniş boyutlarda bölgesel bir çalışmanın yapılması ve kirliliğin boyutlarının izlenebilmesi açısından 3-4 yılda bir tekrarlanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Alloway, B. J. 1990. Heavy Metals in Soils, Blackie and Sou Ltd., Glasgow and London.
- Alloway, B. J. 2012. Sources of Heavy Metals and Metalloids in Soils. In: Alloway, B.J., Ed., Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and Their Bioavailability, Environmental Pollution, Vol. 22, Springer, Dordrecht, 11-50.
- Alloway, B.J. 1995. Heavy Metals in Soils. Blackie Academic and Professional, Chapman and Hall, London, 368 p.

- Anonim, 2005. Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete, sayı: 25831 Ankara (Erişim tarihi: 24.12.2021).
- Aydeniz, A. 1985. Toprak Amenajmanı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 928, Ders Kitabı No: 263, Ankara.
- Banuelos, G. S., Ajwa H.A., Mackey B., Wu L., Cook C., Akohoue S., Zambruskii, S., 1997. Selenium-induced growth reduction in brassica land races considered for phytoremediation. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 36, 282-287 pp.
- Blaylock, M.J., Huang, J.W. 2000. Phytoextraction of metals. In: I. Raskin, B.D. Ensley (Eds), *Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean-up the Environment*. Wiley, New York, pp. 53-70.
- Bouyoucos, G. 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soil. *Agronomy Journal*, 54:464-465.
- Bravo, S., Amoros, J.A., P'erez-de-los-Reyes, C., García, F.J., Moreno, M.M., Sanchez- Ormeno, M. 2017. Influence of the soil pH in the uptake and bioaccumulation of heavy metals (Fe, Zn, Cu, Pb and Mn) and other elements (Ca, K, Al, Sr and Ba) in vine leaves, Castilla-La Mancha (Spain). *J. Geochem. Explor.* 174, 79–83.
- Cortes, T.E., Das, H.A., Fardy, J.J., Bin Hamzah, Z., Iyer, R.K., Sun, L., Leelhaphunt, N., Muramatsu, Y., Parr, R. M., Qureshi, I. H. 1994. Toxic Heavy Metals and Other Trace Elements in Foods Tuffs from 12 Different Countries. An IAEA Coordinated Research Program. *Biological Trace Element Research*. 43-45:415-22.
- Fargasova, A. 1994. Effect of Pb, Cd, Hg, As and Cr on germination and root growth of *Sinapis alba* seeds. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 52, 452-456
- Galavi, M., Jalali, A., Ramroodi, M., Mousavi, S.R., Galavi, H. 2010. Effects of treated municipal wastewater on soil chemical properties and heavy metal uptake by sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Journal of Agricultural Science*, 2(3):235-241.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö ve Çobanoğlu, D. 2004. Ağır Metal İyonlarının (Cu^{+2} , Pb^{+2} , Hg^{+2} , Cd^{+2}) *Clivia* sp. Bitkisi Polenlerinin Çimlenmesi ve Tüp Büyümesi Üzerine Etkileri. *F.Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi*, 16(2), 177-182.
- Haktanır, K., 1987. Çevre Kirliliği. A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu, Teksir No:140.
- Hızalan, E., Ünal, H. 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A. Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Ingwersen, J., Strect, T. 2005. A Regional-scale study on the crop uptake of cadmium from sandy soils: measurement and modeling. *Journal of Environmental Quality*. 34: 1026–1035.
- Jackson, M. L. 1962. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs. N. I., USA
- Kabata Pendias, A., Pendias, H. 1984. Trace elements in soils and plants. Book, Boca Raton, Florida, CRC Press, Inc., (1984), p. 31, 315.
- Kacar, B., İnal, A. 2010. Bitki Analizleri. Nobel Yayın No: 1241, Fen Bilimleri, 63. s. 892. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Ankara.
- Kacar, B., Katkat, A.V. 2007. Bitki Besleme. Nobel Yayın ISBN:978-975-591-834-1. Ankara, 559s.
- Karakaseva, E., Jovanova, S., Boev, B. 2012. Accumulation and distribution of heavy metal in perennials parts of vine five local varieties (Rizling, Smederevka, Hamburg, Kratosia and Afus Ali) from Ovce pole (R. Macedonia). *Geol. Maced.* 26 (2), 1–11. Food and Drug Administration, 2015. US Elemental

- Kick, H., Bürger, H., Jommer, K. 1980. Gesamtgehalte an Pb, Zn, Sn, As, Cd, Hg, Cu, Ni, Cr und Co in Landwirtschaftlich und Görtnerisch Genutzten Böden NordrheinWestfalen, Landwirtschaftliche Forschung, No:33(1):12-22.
- Lepp, N.M., 1987. Heavy Metals in Soils. Edited by B.J. Alloway. John Wiley & Sons. New York
- Li, Xiaomin, Dong, Shujun, Su, Xiaou, 2018. Copper and other heavy metals in grapes: a pilot study tracing influential factors and evaluating potential risks in Chin. Sci. Rep. 8, 17407.
- Lindsay, W. L., Norvell, W. A. 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper. Soil Science
- Liu, G., Yu, Y., Hou, J., Xue, W., Liu, X., Liu, Y., Wang, G., Alsaedi, A., Hayat, T., Liu, Z. 2014. An ecological risk assessment of heavy metal pollution of the agricultural ecosystem near a lead-acid battery factory. Ecol. Indic. 47, 210–218.
- Mazurek, R., Kowalska, J., Gąsiorek, M., Zadrozny, P., Jozefowska, A., Zaleski, T., T., Kepka, W., Tymczuk, M., Orłowska, K. 2017. Assessment of heavy metals contamination in surface layers of Roztocze National Park forest soils (SE Poland) by indices of pollution. Chemosphere 168, 839–850. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.10.126>.
- Meagher, R.B. 2000. Phytoremediation of Toxic Elemental and Organic Pollutants. Current Opinion in Plant Biology, 3, 153-162.
- Milicevic, T., Urosevic, M.A., Relic, D., Vukovic, G., Skrivanj, S., Popovic, A., 2018. Bioavailability of potentially toxic elements in soil–grapevine (leaf, skin, pulp and seed) system and environmental and health risk assessment. Sci. Total Environ. 626, 528–545.
- Miranda, M.G., Ilangovan, K., 1996. Uptake of lead by Lemna gibba L. influence on specific growth rate and basic biochemical changes. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 56, 1000-1007
- Mohsennezhad, F. 2014. An Analysis of Heavy Metals Quantity Especially Pb, Cr and Cd in Grape and Various Leaves Types of Vitis Vinifera L. Harvested in Malekan Based on the Distance From the Road. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, Volume 2, Issue 4(2), 2014: 279-286.
- Öktüren Asri, F., Sönmez, S. 2006. Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri, Derim 23 (2), 36-45.
- Özmen, H., Aksu, Y. 2012. Elazığ Bölgesinde Yetiştirilen Üzüm (Beyaz ve Siyah) ve Üzüm Ürünlerinde Ağır Metal Tayini. e-Journal of New World Sciences Academy 2012, Volume: 7, Number: 1, Article Number: 3A0048, issn:1306-3111.
- Paschke, M.W., Valdecantos, A., Redente, E.F. 2005. Manganese toxicity thresholds for restoration grass species. Environmental Pollution, 135: 313-322.
- Prabagar, S., Dharmadasa, R. M., Lintha, A., Thuraisingam, A., Prabagar, J. 2021. Accumulation of heavy metals in grape fruit, leaves, soil and water: A study of influential factors and evaluating ecological risks in Jaffna, Sri Lanka. Environmental and Sustainability Indicators 12, 100147.
- Rangnekar S. S., Sahu S. K., Pandit G.G., Gaikwad, V. B. 2013. Accumulation and Translocation of Nickel and Cobalt in Nutritionally Important Indian Vegetables Grown in Artificially Contaminated Soil of Mumbai, India, Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences. Vol. 1(10).
- Scheffer, F. and Schachtschabel, P. 1989. Lehrbuch Der Bodenkunde. 12 Aufl.. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart. 442 P.

Türközü, D., Şanlıer, N. 2012. Gıdalardaki Ağır Metal Kontaminasyonları: Güncel Bakış, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 26(4):73-80.
Yağmur, B., Okur, İ. B. 2018. Ege Bölgesi Salihli İlçesi Bağ Plantasyonlarının Verimlilik Durumları ve Ağır Metal

İçerikleri. Tekirdağ Ziraat fakültesi Dergisi, cilt.15, ss.113-124.
Yıldız, M., Cencki, S., Terzi, H. 2012. Fitoselatinler ve Metalloproteinler: Moleküler Yaklaşımlar. AKU J. Sci. 12 (2012) 011001 (1-16).