

AĞIR METAL - KARAÇAM - TEMİZ HAVA



Doktor Öğretim Üyesi

Turgay DERE

AĞIR METAL
KARAÇAM
TEMİZ HAVA

Doktor Öğretim Üyesi

Turgay DERE

YAZARLAR

Dr. Öğr. Üye. Turgay DERE

Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları: 45/2022

30 HAZİRAN 2022

Yayıncı Sertifika No: 52866

E-ISBN: 978-625-7367-60-8

Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları

Bu bilimsel kitabının her türlü yayın hakkı GÜVEN PLUS GRUP DANIŞMANLIK A.Ş. YAYINLARI'na aittir. Yayınevinin yazılı izni olmadan, bilimsel/akademik kitabın tümünün veya bir kısmının elektronik, mekanik ya da fotokopi yoluyla basımı, yayımı, çoğaltımı ve dağıtımı yapılamaz. *Kitapta yer alan her bölüm ve makalenin sorumluluğu, görseller, grafikler, direkt alıntılar ve etik kurul ve kurum iznine yönelik sorumluluk ilgili yazarlara aittir. Bu yönde Oluşabilecek Herhangi Hukuki bir olumsuzlukta Yayınevi başta olmak üzere kitabın hazırlanmasına destek sağlayan kurumlar, kitabın düzenlenmesi ve tasarrımından sorumlular kurum(lar) ve kitap editörleri, hakemler, düzenleme kurulu, bilim kurulu ve diğer kurullar ile yayınevi hiçbir konuda “maddi ve manevi” bir yükümlülük ve hukuki sorumluluğu kabul etmez ve etmesi istenemez; hukuki yükümlülük altına alınmaz. Her türlü hukuki yükümlülük ve sorumluluk “maddi ve manevi” yünden ilgili bölüm yazar(lar)ına aittir. Bu yündeki haklarımızı maddi ve manevi yünden GÜVEN PULUS GRUP DANIŞMANLIK “YAYIN-CILIK” A.Ş. olarak ve kitap bilim/editörler kurulları adına saklı tutarız. Herhangi bir hukuki sorunda/durumda İSTAN-BUL mahkemeleri yetkilidir.* Güven Plus Grup Danışmanlık bünyesinde hazırlanan ve yayınlan bu eser ISO: 10002:2014-14001:2004-9001:2008-18001:2007 belgelerine sahiptir. Bu eser TPE “Türk Patent Enstitüsü” tarafından “Güven Plus Grup A.Ş.2016/73232” ve “2015/03940” nolu tescil numarası ile markalı bir eserdir. Bu bilimsel/akademik kitap ulusal ve uluslararası nitelikte olup, İstanbul Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü İstanbul Basma Yazı ve Resimler Derleme Müdürlüğü'nün Sayı: 37666426-207.01[207.02.02]-E.62175 Tarih: 21.01.2019 bilgileri ile resmi olarak belgelendirilmiştir. **“2019 yılı akademik teşvik kriterleri kapsamında olup, 17/01/2020 tarihli ve 31011 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 16/1/2020 tarihli ve 2043 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı Uyarınca ilgili yayınlanan yönetmelik kapsamında değerlendirilmekte”** olup, akademik teşvik kriterlerini karşılamaktadır. Çok bölümlü ve yazarlı olan bu bilimsel kitabı E-ISBN’li olup Kültür Bakanlığı Millî Kütüphaneler tarafından ve 18 Farklı Dünya Ülkesiyle Anlaşmalı olan Millî Kütüphanenin E Erişim sistemi tarafından da taramaktadır. Bu kitap maddi bir değer ile alınıp satılamaz. Kitap bölüm yazarlarından, destekleyenlerden, kitap emeği geçenlerden Güven Plus Grup A.Ş. Yayıncılık herhangi bir maddi bir gelir elde etmemiş ve talepte bulunmamıştır. Kitap yer alan bölüm, makalelerden alıntı yapmak ve ilgili bölüm ile makaleye atıf yapılmak koşulu ile kaynak gösterilmek üzere bilimsel ya da ilgili araştırmacılar tarafından kullanılabilir. **Yayın evimiz ve kitap editörler kurulu kişisel verilerin korunması ve özel hayatın gizliliği konularına uygun hareket eder. Bilimsel kitap bölüm yazarlarının da bu yönde hareket etmesini zorunlu kılar. KİSİSEL VERİLERİN KORUNMASINA İLİŞKİN OLARAK İŞBU AKADEMİK/BİLİMSEL KİTAPINA SAHİP OLAN BİREYLERİN İLGİLİ KANUN, YÖNETMELİK VE UYGULAMALARA GÖRE HAREKET ETMESİ BİR SORUNLULUKTUR. BUNUN AKSİ HAREKET EDENLER HAKKINDA OLUŞAN HUKUKİ, MADDEİ VE MANEVİ SORUN İLE SORUNLULUKLARI PESİNE KABUL ETMİŞ SAYILIR.**

Metin ve Dil Editörleri

Doç. Dr. Gökşen ARAS (Türkçe – İngilizce)

Dr. Öğr. Üye. Senai YALÇINKAYA (Teknik – Bilimsel)

Kapak ve Grafik Tasarım

Öğr. Gör. Ozan KARABAŞ

Ozan DÜZ

Sayfa Düzeni

Burhan MADEN

Baskı-Cilt

GÜVEN PLUS GRUP DANIŞMANLIK A.Ş. YAYINLARI®

Kayaşehir Mah. Başaşehir Emlak Konutları, Evliya Çelebi Cad. 1/A D Blok K4 D29 Başaşehir İstanbul Tel:

+902128014061- 62 Fax:+902128014063 Mobile:+9053331447861

KİTAP İMTİYAZ SAHİBİ

GÜVEN PLUS GRUP DANIŞMANLIK A.Ş. YAYINLARI®

Kayaşehir Mah. Başaşehir Emlak Konutları, Evliya Çelebi Cad. 1/A D Blok K4 D29 Başaşehir İstanbul Tel:

+902128014061-62-63 - +9053331447861 info@guvenplus.com.tr, www.guvenplus.com.tr

TEŞEKKÜR

Kitabın hazırlamasında desteklerini ve katkılarını hiç esirgemeyen, başta Dr.Öğr.Üyesi Zeynep YAMAN, Elif YAMAN ve Mohammad Saber SA-DID'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
TABLolar DİZİNİ	vi
KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE METOT	4
3. BULGULAR VE SONUÇ	6
4. TARTIŞMA	23
5. EKLER	25
6. KAYNAKLAR	30

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Numune alma noktalarından görünümler	5
Şekil 2. Çimento Endüstrisi Cıvarı ve Mevsimlik İğne Yaprak Numunelerindeki Metal Ölçüm Değerleri	7
Şekil 3. Seyirtepe Cıvarı ve Mevsimlik İğne Yaprak Numunelerindeki Metal Ölçüm Değerleri	8
Şekil 4. Bulvar Cıvarı ve Mevsimlik İğne Yaprak Numunelerindeki Metal Ölçüm Değerleri	9
Şekil 5. Organize Sanayi Cıvarı ve Mevsimlik İğne Yaprak Numunelerindeki Metal Ölçüm Değerleri	10

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Farklı Yerlerden Alınan İğne Yaprak Numunelerindeki Krom ve Bakır Ölçüm Değerlerinin Mevsimsel Değişimi.....	12
Tablo 2. Farklı Yerlerden Alınan İğne Yaprak Numunelerindeki Kurşun ve Arsenik Ölçüm Değerlerinin Mevsimsel Değişimi.....	14
Tablo 3. Farklı Yerlerden Alınan İğne Yaprak Numunelerindeki Çinko ve Nikel Ölçüm Değerlerinin Mevsimsel Değişimi	17
Tablo 4. Farklı Yerlerden Alınan İğne Yaprak Numunelerindeki Kadmiyum ve Alüminyum Ölçüm Değerlerinin Mevsimsel Değişimi.....	19
Tablo 5. Farklı Yerlerden Alınan İğne Yaprak Numunelerindeki Demir ve Mangan Ölçüm Değerlerinin Mevsimsel Değişimi.....	20
Tablo 6. Çimento Endüstrisi Civarından Mevsimlik Alınan Toprak numunelerinin Ağır Metal Ölçüm Değerleri.....	21

1. KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ

Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
Cd	: Kadmiyum
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
HF	: Hidroflorik asit
HNO ₃	: Nitrik asit
Mn	: Mangan
Ni	: Nikel
Pb	: Kurşun
Zn	: Çinko
PVC	: Polyvinyl chloride (Polivinil klorür)
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
FAO	: Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
ICP-MS	: Inductively coupled plasma mass spectrometry (Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi)
RF	: Radio-Frequency (Radyo Frekansı)
DAP	: Diammonium Phosphate (Diamonyum Fosfat)
ppm	: Parts Per Million (milyonda bir)

2. GİRİŞ

Ağır metallerin toksik etkilere neden olabildiği bilinmektedir. Ağır metaller toprak ve bitkilere teması sonucunda bitkilere geçerek besin zincirlerine giriş olanağı bulabilmektedir. Bu nedenle toprak ve bitkilerdeki ağır metallerin birikiminin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu metallerin insan ve hayvan sağlığı için toksik ve tehlikeli etkileri bilinmektedir. Ağır metallerden kurşun, kan enzim sistemine bağlanarak yapısının bozulmasına, anemi ve nörolojik hastalıklara neden olabilmektedir. Kadmiyumun sağlık açısından birçok olumsuz etkileri bilinmektedir. Kadmiyum özellikle kanser ve hepatit hastalıklarına neden olabilmektedir. İnsan ve hayvan metabolizması için ihtiyaç duyulan elementler eser elementler olarak tanımlanmaktadır. Bu elementlerden bakır, demir, çinko v.b. elementlerin fazlalığı ve eksikliğinde hastalıklar ortaya çıkabilmektedir. Bu elementlerin belirli bir düzeyde kullanılması gerekmektedir. Kurşun, kadmiyum gibi elementlerin, özellikle trafik, kentsel ısınma ve endüstriyel atıklar gibi kaynaklardan salınımı sonucunda insan, bitki ve hayvan metabolizmasında olumsuz etkiler görülebilmektedir.

Bunlar gibi önemli nedenlerden dolayı hava kirliliğinden uzak bir bölge olan Adıyaman ili etrafındaki rekreasyon bölgesinden, çimento fabrikası, organize Sanayi Bölgesi ve şehir merkezinden mevsimsel olarak toprak ve bitki örnekleri alınarak ağır metal seviyeleri belirlenmiştir.

Hava kirliliğinin ölçümlerle izlenmesi için literatürde kullanılan birçok yöntem olmasına rağmen son yıllarda kirleticilerin canlılar üzerindeki birikiminin izlenmesi yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].

Çevremizde meydana gelen ağır metal kirliliğini izlemek için en uygun ve ekonomik metod olan vejetasyon metodu kullanılmaktadır. Bir biyolojik izleme metodu olan bu yöntemde, ağaçların yapraklarındaki kirletici miktarlarının ölçülerek hava kirliliğinin yerel dağılımının belirlenmesi yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir [2;3;7;8]. Bu yöntem, iz elementler gibi inorganik kirleticilerin belirlenmesinde de başarı ile kullanılmaktadır [9;10;11;12;13;14;15;16;17].

Bir türün ağır metal kirliliğini belirlemede biomonitor olarak kullanılabilmesi için bazı temel kriterler vardır. Bunlar, toplama alanında geniş sayılarda temsil edilme, geniş bir coğrafik alana sahip olma, örneklenmesinin kolay olması ve kimlik probleminin olmaması şeklinde sıralanabilir [18]. Çam ağaçları kirliliğin izlenmesinde biomonitor olarak kullanılabilir [19;20]. Son yıllarda, basit yapılı ve yüksek yapılı bitkilerin yaprakları ağır metal kirliliğinin dağılımı ve birikimini araştırmak için kullanılmaktadır [21;22;23;24].

Karalar üzerindeki ağır metal kirliliğinin izlenmesinde ülkemizde *Pinus nigra subsp. Pallasiana* (Karaçam) [25] kullanılmaktadır.

Ülkemizde ağır metallerin toprak ve bitkilerde neden olduğu çevresel kontaminasyonlar ile ilgili bir çok çalışma [27;28;29;30] yapılmasına rağmen, çevre kirliliğinde 1. öncelikli olarak hava kirliliğine sahip Adıyaman ilinde [31] böyle bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır.

Türkiye'nin önemli demir-çelik endüstrisi, gübre ve çimento fabrikalarının yer aldığı Hatay'da yetişen bitkiler üzerinde yapılan bir çalışmada, bu bölgede Cd, Pb ağır metal derişimlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir [32].

Amasya Şehir merkezinde yaygın olarak bulunan bitkilerin Cu, Fe ve Mn kirliliğinin tespitinde kullanılabilirlikleri araştırılarak Cu kirliliğinde biyomonitör olarak kullanılabileceği belirlenmiştir [33].

Şehirleşmenin, sanayileşmenin hızlı ve plansız bir biçimde artması ve sanayiye bağlı olarak nüfusun artması, trafikteki araç sayısının çoğalması ile birlikte insan ve çevre sağlığını tehdit eden ağır metallerin zararlı etkilerini azaltmak ve bu metallere karşı korunmak için, özellikle antropojenik kökenli kirlenmeleri ve bu ağır metallerin, sebze ve meyve yoluyla besin zincirine dahil olmasını önlemek gerektiği sonucuna varılan bir çalışmada, Şile (İstanbul)'de yetiştirilen bazı sebzelerde ağır metal birikimi araştırılmıştır. Şile ilçesinde yetiştirilen sebzeler ve yetiştikleri topraklarda ağır metal kirliliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Yapılan analizler sonucunda sebze ve topraklarda çalışılan ağır metallerin konsantrasyonlarının $Pb > Cr > Ni > Zn > Cu > Cd$ şeklinde olduğu görülmüştür [34].

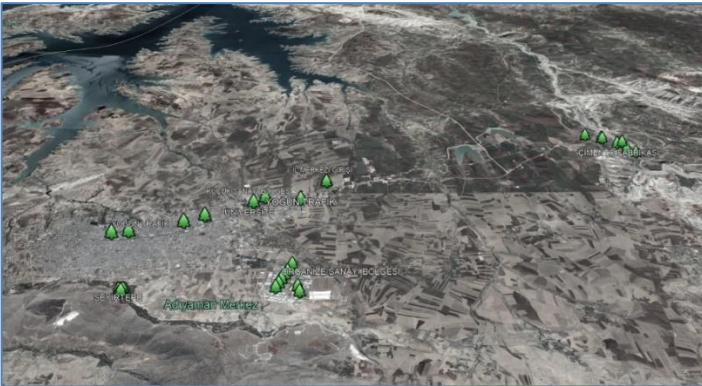
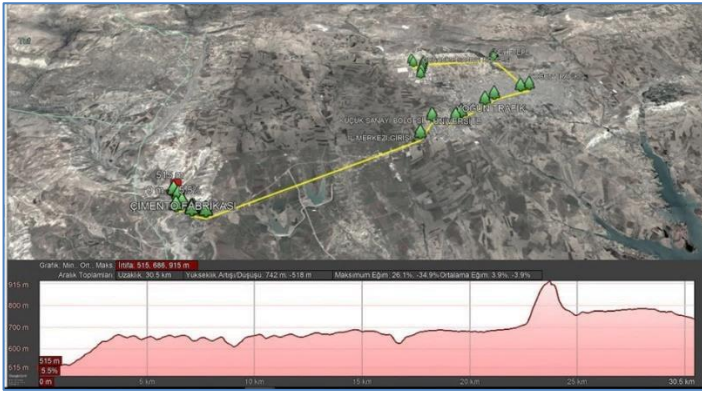
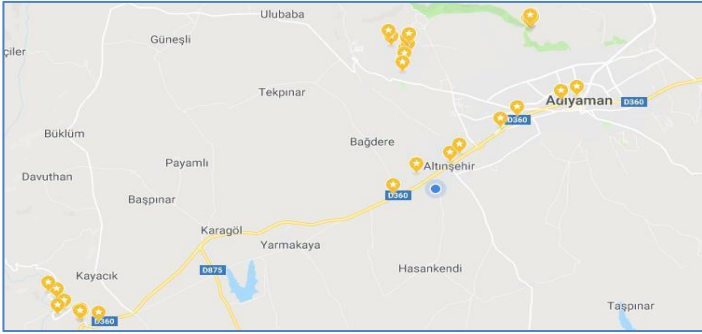
3. MATERYAL ve METOT

Ülke Adıyaman Şehir merkezi boyunca trafiğin gün içerisinde yoğun olabildiği yerlerden (küçük sanayi bölgesi- niversite- bulvar-valilik binası civarı), organize Sanayi bölgesi civarından, imento fabrikası bölgesi civarından ve Seyirtepe’deki mesire alanı civarından ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde toplanan rnekler (Şekil 1) laboratuvar ortamına getirilmiŐtir.

Alınan toprak bitki örnekleri etüvde 105 °C’de 24 saat kurutulmuŐtur.

Bitki örneklerinden 0.25 g tartılarak mikrodalga fırında örnekler içine 5 mL % 65’lik HNO₃ ilave edildikten sonra Berghof marka MSW-4 model mikrodalga cihazında 50 bar basınçta ve 190 °C’de 5 dakika yakılmıştır. Daha sonra 10-15 ml aralığında kalan örneklerden 0,5 ml (As, Pb, Cu, Cr, Ni, Cd, Zn elementlerinin için) ve 0,2 ml (Fe, Mn, Al elementleri için) alınıp ultra saf su ile 10 ml ye seyreltilip Perkin-Elmer marka NexION 350X model ICP-MS sistemde okutulmuŐtur.

Toprak örneklerinden 0.200 g tartılarak mikrodalga fırında örnekler içine 6 mL % 65’lik (HNO₃) nitrik asit ve 2 ml %40 lık (HF) hidroflorik asit ilave edildikten sonra Berghof marka MSW-4 model mikrodalga cihazında 40 bar basınçta ve 180 °C’de 25 dakika yakılmıştır. Örnekler soğutularak doymuş borik asit çözeltisinden 20 ml ilave edilip Berghof marka MSW-4 model mikrodalga cihazında 40 bar basınçta ve 190 °C’de 10 dakika yakılmıştır. Daha sonra 40 ml kalan örneklerden 0,1 ml alınıp ultra saf su ile 10 ml ye seyreltilip Perkin-Elmer marka NexION 350X model ICP-MS sistemde okutulmuŐtur. Okunan değerler mg/kg olarak hesaplanmıŐtır.



Şekil 1. Numune alma noktalarından görünüm

4. BULGULAR ve SONUÇ

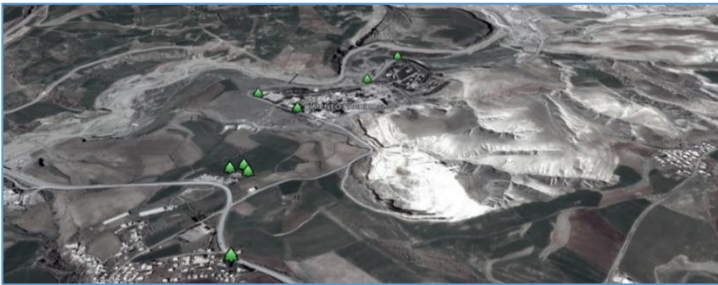
Çimento endüstrisi civarındaki iğne yapraklarda Krom, Nikel, Demir, Mangan ve Kurşun güz döneminde, Alüminyum bahar döneminde, Çinko ve Bakır kış döneminde, Kadmiyum ise hem güz hem de kış döneminde maksimum seviyelerde ölçülmüştür. Kurşun, Krom, Nikel, Demir, Mangan ve Bakır Yaz döneminde, Alüminyum ve Arsenik Bahar döneminde, Çinko Kış döneminde, Kadmiyum ise dört mevsim boyunca minimum seviyelerde ölçülmüştür (Şekil 2).

Seyirtepe civarındaki iğne yapraklarda Krom, Nikel, Bakır ve Kurşun güz döneminde, Çinko kış döneminde, Alüminyum, Demir, Mangan, Arsenik ve Kadmiyum yaz döneminde maksimum seviyelerde ölçülmüştür. Bahar döneminde ise maksimum seviyeler görülmemiştir. Nikel, Demir, Mangan, Krom ve Kurşun Yaz döneminde, Bakır, Arsenik ve Alüminyum bahar döneminde, Çinko Kış döneminde, Kadmiyum ise dört mevsim boyunca minimum seviyelerde ölçülmüştür (Şekil 3).

Bulvar civarındaki iğne yapraklarda Krom, Arsenik, Çinko, Nikel, Kadmiyum ve Alüminyum güz döneminde, Bakır, Kurşun, Mangan ve Demir kış döneminde maksimum seviyelerde ölçülmüştür. Kış ve yaz dönemlerinde ise maksimum seviyeler görülmemiştir. Krom, Kurşun, Arsenik, Nikel, Demir, Mangan, Alüminyum Yaz döneminde, Kadmiyum Bahar döneminde, Bakır ve Çinko Kış döneminde, Kadmiyum ise dört mevsim boyunca minimum seviyelerde ölçülmüştür (Şekil 4).

Organize sanayi civarındaki iğne yapraklarda Krom, Bakır, Arsenik, Kadmiyum ve Kurşun güz döneminde, Mangan kış döneminde, Demir, Alüminyum ve Çinko maksimum seviyelerde ölçülmüştür. Bahar döneminde maksimum seviyeler görülmemiştir. Kurşun yaz

döneminde, Mangan, Demir, Krom, Bakır, Arsenik, Nikel, Kadmiyum ve Çinko bahar döneminde, Alüminyum ise minimum seviyelerde ölçülmüştür. Kış döneminde minimum seviyeler görülmemiştir (Şekil 5).



Şekil 2. Çimento endüstrisi civarı ve mevsimlik iğne yaprak numunelerindeki metal ölçüm değerleri

		Sevirtepe			
		min (ng/kg)	max (ng/kg)		
Kış Başı	0	Kadmiyum			
	10,31	Çinko			
Kış Ortası Cıvırı	0	Kadmiyum	33,553	Çinko	
Kış Sonu	0	Kadmiyum			

		Sevirtepe			
		min (ng/kg)	max (ng/kg)		
Bahar Başı	0	Kadmiyum			
Bahar Ortası Cıvırı	2,854	Bakır			
	0	Kadmiyum			
Bahar Sonu	0,116	Arsenik			
	1427,521	Alüminyum			
	0	Kadmiyum			

		Sevirtepe			
		min (ng/kg)	max (ng/kg)		
Yaz Başı	0	Kadmiyum	2283,037	Alüminyum	
			96,533	Demir	
			177,265	Manganez	
Yaz Ortası Cıvırı	2,341	Nikel	0,397	Arsenik	
			0,535	Kadmiyum	
Yaz Sonu	37,989	Demir			
	60,972	Manganez			
	1,171	Krom			
	0	Kadmiyum			
	0	Kurşun			

		Sevirtepe			
		min (ng/kg)	max (ng/kg)		
Güz Başı	0	Kadmiyum	4,082	Krom	
			4,492	Bakır	
Güz Ortası Cıvırı	0	Kadmiyum	1,304	Kurşun	
			6,654	Nikel	
Güz Sonu	0	Kadmiyum			



Şekil 3. Seyirtepe civarı ve mevsimlik iğne yaprak numunelerindeki metal ölçüm değerleri

		Bulvar Civarı	
		mm (mg/kg)	mm (mg/kg)
Kış Bep	0	Kadmiyum	
	1,301	Bakır	
	18,193	Çinko	
Kış Oturma Çizim	0	Kadmiyum	
Kış Sema	0	Kadmiyum	

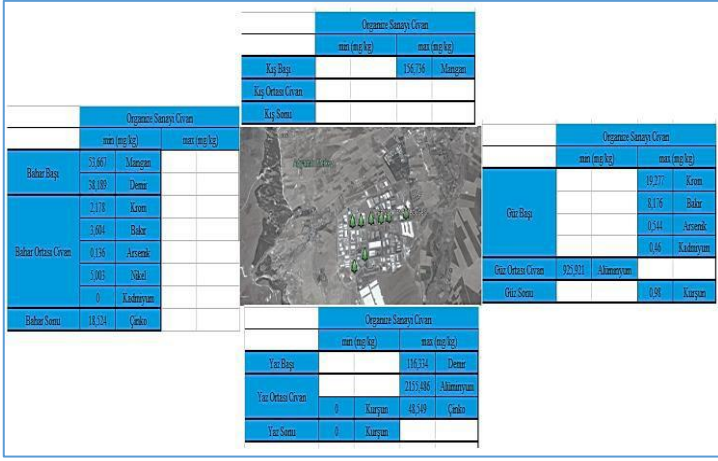
		Bulvar Civarı	
		mm (mg/kg)	mm (mg/kg)
Bulvar Bep	0	Kadmiyum	
	0	Kadmiyum	
Bulvar Oturma Çizim		11,481	Bakır
		1,428	Kurşun
		179,362	Mançun
		87,472	Demir
Bulvar Sema	0	Kadmiyum	

		Bulvar Civarı	
		mm (mg/kg)	mm (mg/kg)
Ölçü Bep	0	Kadmiyum	
Ölçü Oturma Çizim		2,881	Kurşun
		6,738	Arsenik
		24,008	Çinko
		1,382	Nikel
		8,980	Kadmiyum
Ölçü Sema	0	Kadmiyum	2290,650
	0	Kadmiyum	

		Bulvar Civarı	
		mm (mg/kg)	mm (mg/kg)
Yaz Bep	0	Kadmiyum	
	0,778	Kurşun	
Yaz Oturma Çizim	0	Kurşun	
	0	Kadmiyum	
	0,081	Arsenik	
	2,11	Nikel	
	18,941	Demir	
10,788	Mançun		
Yaz Sema	0	Kurşun	
	298,953	Alüminyum	
	0	Kadmiyum	



Şekil 4. Bulvar civarı ve mevsimlik iğne yaprak numunelerindeki metal ölçüm değerleri



Şekil 5. Organize sanayi cıvarı ve mevsimlik iğne yaprak numunele-
rindeki metal ölçüm değerleri

WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Krom sınır değeri 0,5 mg/kg'dır. [26] Seyirtepe cıvarındaki Karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği krom sınır değeri üstünde değeri göstermiştir. Yaz sezonunun sonları ve bahar sezo-

nunun başlangıcında bu değerler minimum seviyelerde iken, yağışların ve diğer iklim şartlarının oldukça değişken olduğu sezonlarda özellikle güz sezonunun başlangıç ve ortalarında maksimum seviyeler belirlenmiştir.

Bulvar boyunca Krom seviyelerindeki mevsime bağlı değişimler Seyirtepe civarındaki değişimlerle benzerlik göstermesine rağmen Seyirtepe civarındaki Krom seviyelerinden düşük değerler belirlenmiştir.

Mevsime bağlı değişimler Çimento Endüstrisi civarı ve Organize Sanayi civarında da benzerlik göstermesine rağmen, Organize sanayi civarında aşırı yüksek değerlere, ardından Çimento Endüstrisi civarında çok yüksek seviyelere ulaştığı belirlenmiştir (Tablo 1).

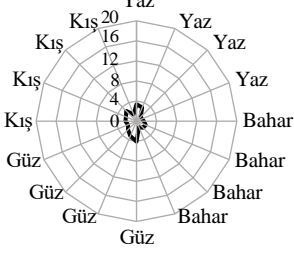
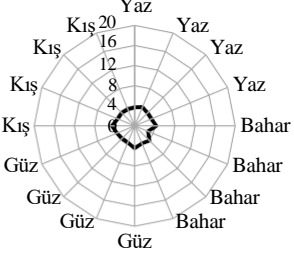
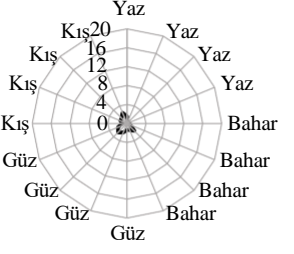
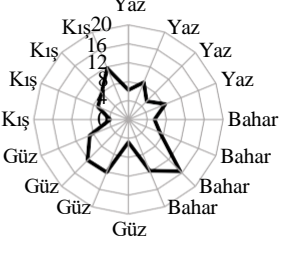
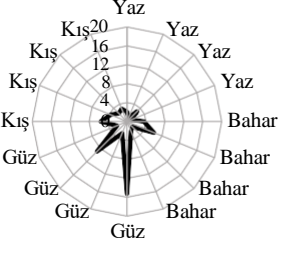
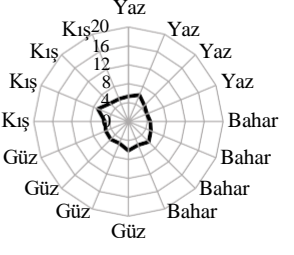
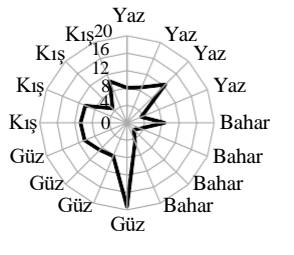
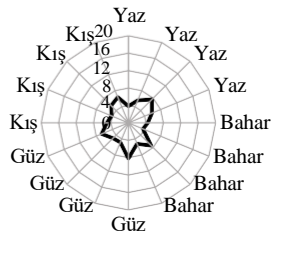
WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Bakır sınır değeri 5 mg/kg'dır [26]. Seyirtepe civarındaki Karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği bakır sınır değerlerinin altında değerler göstermiştir. 4 mevsim boyunca birbirine yakın değerler belirlenmiştir.

Bulvar boyunca Karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği bakır sınır değerlerinin oldukça üstünde değerler göstermiştir. Bulvar boyunca bakır seviyelerindeki mevsimlere bağlı değişimler oldukça salınım göstermiştir. Bahar ve güz sezonu ortalarına ve kış sezonunun sonlarına bağlı bakır seviyeleri oldukça yüksek belirlenmiştir.

Çimento Endüstrisi civarı Karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği bakır sınır değerleri civarında belirlenmiştir. Mevsimlere bağlı değişimler birbirine yakın belirlenmiştir.

Organize sanayi civarında Karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği bakır sınır değerleri civarında belirlenmiştir. Yaz, Bahar ortalarında ve Güz başlangıcında Bakır sınır değerlerini aşmış, diğer vakitlerde sınır değerleri ve altında belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Farklı yerlerden alınan iğne yaprak numunelerindeki krom ve bakır ölüm değerlerinin mevsimsel değişimi

	Krom (mg/kg)	Bakır (mg/kg)
Seyirtepe Cıvırı		
Bulvar Cıvırı		
Çimento Endüstrisi Cıvırı		
Organize Sanayi Cıvırı		

WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Kurşun sınır değeri 2 mg/kg'dır [26].

Seyirtepe civarındaki Karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği bakır sınır değerlerinin altında değerler göstermiştir. Kış ve Bahar mevsiminin ortalarında kurşun değerleri artış göstermiş, Yaz ve Güz mevsiminin başlangıç ve ortalarında ise Kurşun sınır değerine oldukça yaklaşmış belirlenmiştir (Tablo 2).

Bulvar boyunca Karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği bakır sınır değerlerinin oldukça altında değerler göstermiştir. Kış ve Bahar, Yaz ve Güz mevsiminin ve ortalarında ise Kurşun değerlerinde artış belirlenmiştir (Tablo 2).

Çimento Endüstrisi civarı ve Organize sanayi civarında Karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Kurşun sınır değerlerinin oldukça altında değerler göstermiştir. Güz mevsiminin ve başları ve sonlarında ise Kurşun değerlerinde artış belirlenmiştir (Tablo 2).

Karaçam yapraklarının en yüksek Arsenik değeri Güz mevsiminin başlangıcında Çimento Endüstrisi civarında belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Farklı yerlerden alınan iğne yaprak numunelerindeki kurşun ve arsenik ölçüm değerlerinin mevsimsel değişimi

	Kurşun (mg/kg)	Arsenik (mg/kg)
Seyirtepe Cıvırı		
Bulvar Cıvırı		
Çimento Endüstrisi Cıvırı		
Organize Sanayi Cıvırı		

WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Çinko sınır değeri 50 mg/kg'dır [26].

Seyirtepe civarındaki Karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Çinko sınır değerlerinin altında ve üstünde değerler göstermiştir. Yaz ve Bahar mevsiminin başlangıçlarında ve Güz mevsiminin sonlarında Çinko değerleri artış göstermiş, Güz mevsiminin ortalarında ise Çinko sınır değerini aştığı belirlenmiştir (Tablo 3).

Bulvar boyunca Karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Çinko sınır değerlerinin altında değerler göstermiştir. Bahar, Güz ve Yaz mevsiminin ortalarında ise Çinko değerlerinde az da olsa artış belirlenmiştir (Tablo 3).

Çimento Endüstrisi civarı Karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Çinko sınır değerlerinin oldukça altında değerler göstermiştir. Kış mevsiminin ortalarında Çinko değerlerinde artış belirlenmiştir (Tablo 3).

Organize sanayi civarında Karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Çinko sınır değerlerine yakın altında değerler göstermiştir. Yaz mevsiminin ortalarında ise Çinko değerlerinde artış belirlenmiştir (Tablo 3) .

WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Nikel sınır değeri 5 mg/kg'dır [26].

Seyirtepe civarında ve bulvar boyunca karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Nikel sınır değerleri civarında belirlenmiştir. Mevsimlere bağlı değişimler birbirine yakın belirlenmiştir (Tablo 3).

Çimento endüstrisi civarı karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Nikel sınır değerlerinin üstünde değerler göstermiştir. Güz mevsiminin başlarında Nikel değerlerinde oldukça

yüksek artış belirlenmiştir. Diğer mevsimlerde ise sınır değeri civarına doğru artışlar belirlenmiştir (Tablo 3).

Organize sanayi civarında karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Nikel sınır değeri çok üstünde değerler göstermiştir. Yaz mevsiminin ortalarında ve Güz mevsimin başlangıçlarında Nikel değerlerinde en yüksek artışlar belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Farklı yerlerden alınan iğne yaprak numunelerindeki çinko ve nikel ölçüm değerlerinin mevsimsel değişimi

	Çinko (mg/kg)	Nikel (mg/kg)
Sevirtepe Cıvırı		
Bulvar Cıvırı		
Çimento Endüstrisi Cıvırı		
Organize Sanayi Cıvırı		

Günümüzde kadmiyum endüstriyel olarak nikel/kadmiyum pil-lerde, korozyona karşı özellikle denizel koşullara dayanımı nede- niyle gemi sanayinde çeliklerin kaplanmasında, boya sanayinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektronik sanayinde kul- lanılır. Kadmiyum empürüte olarak fosfatlı gübrelerde, deterjan- larda ve rafine petrol türevlerinde bulunur ve bunların çok yaygın kullanımı sonucunda da önemli miktarda kadmiyum kirliliğine ne- den olabilmektedir.

WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Kadmiyum sınır değeri 0,5 mg/kg'dır [26].

Seyirtepe civarında, Bulvar boyunca ve çimento Endüstrisi civa- rında Karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Kadmiyum sınır değerlerinin çok altında değerler göstermiştir. Mev- simlere bağlı değişimler birbirine yakın belirlenmiştir.

Organize sanayi civarında karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Kadmiyum sınır değerlerinin altında de- ğerler göstermiştir. Güz mevsiminin başlangıçlarında Kadmiyum değerlerinde en yüksek artışlar belirlenmiştir (Tablo 4).

WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Demir sınır değeri 30 mg/kg'dır [26].

Seyirtepe civarında, bulvar boyunca, çimento endüstrisi civa- rında ve organize sanayi civarında karaçam yaprakları, WHO/FAO'nun bitkilerde müsaade ettiği Demir sınır değerlerinin üstünde değerler göstermiştir. Mevsimlere bağlı değişimler birbirine yakın belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 4. Farklı yerlerden alınan iğne yaprak numunelerindeki kadmiyum ve alüminyum ölçüm değerlerinin mevsimsel değişimi

	Kadmiyum (mg/kg)	Alüminyum (mg/kg)
Seyirtepe Cıvırı		
Bulvar Cıvırı		
Çimento Endüstrisi Cıvırı		
Organize Sanayi Cıvırı		

Tablo 5. Farklı yerlerden alınan iğne yaprak numunelerindeki demir ve mangan ölçüm değerlerinin mevsimsel değişimi

	Demir (mg/kg)	Mangan (mg/kg)
Seyirtepe Cıvırı		
Bulvar Cıvırı		
Çimento Endüstrisi Ci-		
Organize Sanayi Cıvırı		

Tablo 6. Çimento endüstrisi civarından mevsimlik alınan toprak numunelerinin ağır metal ölçüm değerleri

	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Fe (g/kg)	Al (g/kg)	Mn (g/kg)
Yaz dönemi	14,83	34,08	4,95	106,44	0,00	69,89	0,33	3,00	13,73	7,49
	14,88	38,29	5,45	108,88	0,00	71,97	0,49	2,91	11,63	7,20
	22,33	47,83	4,78	155,31	0,00	64,07	2,27	4,14	9,13	10,42
	23,78	59,57	4,07	140,43	0,00	76,85	1,83	4,35	14,18	11,03
	24,60	69,46	4,39	158,31	0,00	76,33	2,12	4,02	13,21	10,06
	18,03	44,71	3,86	122,50	0,00	51,83	1,33	3,20	6,53	8,14
	19,97	42,71	5,96	138,37	0,00	68,75	2,18	3,48	9,92	8,87
Bahar dönemi	17,35	39,89	5,86	127,92	0,00	79,88	1,39	2,55	12,39	6,32
	19,56	74,80	5,70	147,42	0,93	101,79	1,29	2,66	11,25	6,63
	19,65	51,04	7,11	174,75	0,00	83,58	3,43	3,24	6,29	8,42
	26,02	64,43	3,64	162,45	0,00	81,65	2,74	3,66	13,28	9,22
	17,49	34,37	3,70	129,38	0,00	70,32	2,03	2,76	6,23	6,93
	21,50	42,38	4,97	154,63	0,00	79,94	1,97	3,71	12,33	9,43
Güz dönemi	19,61	40,69	5,38	139,68	0,00	61,11	3,44	3,12	5,34	7,96
	19,99	56,24	4,89	147,77	0,00	90,50	0,92	3,10	12,95	5,50
	22,67	48,78	6,80	154,13	0,00	83,33	3,12	3,33	6,73	5,93

Tablo 6. 'nın devamı

	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Fe (g/kg)	Al (g/kg)	Mn (g/kg)
Güz dönemi	25,15	72,57	3,91	187,95	0,00	82,62	2,94	3,14	11,42	5,65
	24,40	105,11	5,49	170,53	1,38	117,11	1,22	2,28	9,87	4,08
	26,34	47,28	6,34	162,54	0,00	72,01	3,50	3,61	5,95	6,78
	22,37	47,91	5,95	156,55	0,00	74,52	3,08	3,48	6,45	6,43
Kış dönemi	15,40	41,49	5,19	113,40	0,00	62,61	0,89	2,35	11,72	5,08
	20,49	41,39	3,89	121,95	0,00	57,23	0,86	2,58	12,09	5,31
	28,01	53,48	7,93	129,57	0,00	65,21	8,40	3,17	8,17	6,88
	22,54	61,19	3,63	145,03	0,00	69,46	1,89	3,44	13,82	7,30
	24,54	36,80	3,50	134,74	0,00	87,62	0,27	3,57	18,09	7,82
	19,19	43,37	5,69	140,35	0,00	62,07	3,10	3,10	5,75	6,75
	23,47	45,14	5,33	140,58	0,00	66,21	3,73	3,73	6,24	8,29

5. TARTIŞMA

Bir Çimento endüstrisi civarındaki iğne yapraklarda Krom, Nikel, Demir, Mangan ve Kurşun güz döneminde, Alüminyum bahar döneminde, Çinko ve Bakır kış döneminde, Kadmiyum ise hem güz hem de kış döneminde maksimum seviyelerde ölçülmüştür. Kurşun, Krom, Nikel, Demir, Mangan ve Bakır Yaz döneminde, Alüminyum ve Arsenik Bahar döneminde, Çinko Kış döneminde, Kadmiyum ise dört mevsim boyunca minimum seviyelerde ölçülmüştür.

Seyirtepe civarındaki iğne yapraklarda Krom, Nikel, Bakır ve Kurşun güz döneminde, Çinko kış döneminde, Alüminyum, Demir, Mangan, Arsenik ve Kadmiyum yaz döneminde maksimum seviyelerde ölçülmüştür. Bahar döneminde ise maksimum seviyeler görülmemiştir. Nikel, Demir, Mangan, Krom ve Kurşun Yaz döneminde, Bakır, Arsenik ve Alüminyum bahar döneminde, Çinko Kış döneminde, Kadmiyum ise dört mevsim boyunca minimum seviyelerde ölçülmüştür.

Bulvar civarındaki iğne yapraklarda Krom, Arsenik, Çinko, Nikel, Kadmiyum ve Alüminyum güz döneminde, Bakır, Kurşun, Mangan ve Demir kış döneminde maksimum seviyelerde ölçülmüştür. Kış ve yaz dönemlerinde ise maksimum seviyeler görülmemiştir. Krom, Kurşun, Arsenik, Nikel, Demir, Mangan, Alüminyum Yaz döneminde, Kadmiyum Bahar döneminde, Bakır ve Çinko Kış döneminde, Kadmiyum ise dört mevsim boyunca minimum seviyelerde ölçülmüştür.

Organize sanayi civarındaki iğne yapraklarda Krom, Bakır, Arsenik, Kadmiyum ve Kurşun güz döneminde, Mangan kış döneminde, Demir, Alüminyum ve Çinko maksimum seviyelerde ölçülmüştür.

Bahar d6neminde maksimum seviyeler g6r6lmemiştir. Kurşun yaz d6neminde, Mangan, Demir, Krom, Bakır, Arsenik, Nikel, Kadmiyum ve çinko bahar d6neminde, Al6minyum ise minimum seviyelerde 6l6lm6ştir. Kış d6neminde minimum seviyeler g6r6lmemiştir.

Yukarıda ifade edilmeye çalışılan bulgular ve sonuçlara g6re, iğne yapraklarda ağırmetal birikimlerinin mevsimsel şartlarda ve konumlara g6re değişiminin 6nem arz ettiği g6r6lm6ştir. WHO/FAO kriterlerini aştığı konumlarda, karaçamın ekimi yaygınlaştırılabilir. B6ylelikle ortam havasını temizleme yoluna gidilebilir. WHO/FAO kriterlerini aşmadığı konumlarda ise ortam havasının korunması için ileriye y6nelik planlanması d6ř6n6len insan faaliyetleriyle birlikte, elde edilen verilerin ışığı doğrultusunda belirlenebilecek oranlarda karaçam ekimlerinin planlanması yoluna gidilebilmesi uygunluk arz etmektedir.

6. EKLER

EK 1. Hizmet alımında uygulanan ölçüm yöntemi

MİKRODALGA YAKMA CİHAZI

Marka : Berghof

Model : MSW-4

Berghof mikrodalgada yakma koşulları

TOPRAK ve SEDİMENT YAKMA PROSEDÜRÜ

Yaklaşık 200-300 (200 mg alındı) mg analizi yapılacak olan toprak ve sediment numunesinden alınıp üzerine **6 ml % 65 lik HNO₃ (nitrik asit)** ve **2 ml %40 lık (HF) hidroflorik asit** eklendi dap lar çalkalandı 2-3 dk. bekletilip kapatıldı. Aşağıdaki yakma prosedürü uygulandı.

1. ADIM

- 1) 140 °C ye 10 dk. da çıkartıldı. 2) 140 °C de 2 dk. bekletildi.
- 3) 160 °C ye 5 dk. da çıkartıldı. 4) 160 °C de 5 dk. bekletildi.
- 5) 180 °C ye 5 dk. da çıkartıldı. 6) 180 °C de 25 dk. bekletildi
- 7) 50 °c ye Soğutmaya alındı.

2. ADIM

DAP lar soğuduktan sonra çıkartılıp üzerine doymuş BORİK ASİT çözeltisinden 20 ml eklendikten sonra dap lar tekrar kapatılıp mikrodalgaya alındı ve aşağıdaki prosedür uygulandı.

- 1) 170 °C ye 5 dk. da çıkartıldı. 2) 170 °C de 5 dk. bekletildi.
 2) 190 °C ye 10 dk. da çıkartıldı. 4) 190 °C de 10 dk. bekletildi.
 5) 50 °c ye Soğutmaya alındı.

Step-1	1	2	3	4
T (°C) (temperature)	140°C	160°C	180°C	50°C
P (bar) (pressure)	40	40	40	0
Power (%) (pover)	80	80	80	0
Ta (min.) (ramp.)	10	5	5	0
Time (min) (time)	2	5	25	0

Step-2	1	2	3
T (°C) (temperature)	170°C	190°C	50°C
P (bar) (pressure)	40	40	0
Power (%) (pover)	80	80	0
Ta (min.) (ramp.)	5	10	0
Time (min) (time)	5	10	0

MİKRODALGA YAKMA CİHAZI

Marka : Berghof

Model : MSW-4

Berghof mikrodalgada yakma koşulları

BİTKİ YAKMA PROSEDÜRÜ

Yaklaşık 200-300 mg civarında (250 mg alındı) analizi yapılacak olan bitki numunesinden alınıp üzerine 5 ml %65 lik HNO₃ (Nitrik Asit) eklendi ve aşağıdaki yakma prosedürü uygulandı.

1. ADIM

- 1) 150 °C ye 5 dk. da çıkartıldı. 2) 150 °C de 5 dk. bekletildi.
- 3) 190 °C ye 1 dk. da çıkartıldı. 4) 190 °C de 5 dk. bekletildi.
- 5) 50 °c ye Soğutmaya alındı.

Step-2	1	2	3
T (°C) (temperature)	150°C	190°C	50°C
P (bar) (pressure)	50	50	0
Power (%) (pover)	70	90	0
Ta (min.) (ramp.)	5	1	0
Time (min) (time)	5	5	0

ICP MS CİHAZI**Marka :** Perkin Elmer **Model :** NexION 350X**Tablo.** ICP-MS enstrümantal çalışma koşulları

Component / Parameter	Type / Value / Mode
Nebulizer	Mainhard (concentric)
Spray Chamber	Glass Cyclonic
Triple Cone Interface Material	Nickel
Plasma Gas Flow	18.0 L/min
Auxiliary Gas Flow	1.2 L/min
Nebulizer Gas Flow	0.92 L/min
Sample Uptake Rate	1 mL/min
RF Power	1500 W
Replicates per Sample	3
Mode of Operation	STD/KED Mode Collision (using He gas)

ICP-MS NUMUNE BİLGİLERİ (Numune seyreltme faktörleri):**NUMUNELER İÇİN: (TOPRAK)**

- Toprak numuneleri yukarıdaki yakma prosedürü uygulandıktan sonra son hacmi 40 ml olacak şekilde ultra saf su eklendi.

1) Toprak numunelerinde; Cu, Pb, Zn, As, Ni, Cd, Cr elementlerinde son hacmi 40 ml olan numuneden 0,1 ml alınıp tekrar ultra saf su ile 10 ml ye seyreltilip cihazda okuma işlemi yapıldı. (ppb düzeyinde okuma yapıldı.)

2) Toprak numunelerinde; Fe, Al, Mn elementlerinde son hacmi 40 ml olan numuneden 0,1 ml alınıp tekrar ultra saf su ile 10 ml ye seyreltilip cihazda okuma işlemi yapıldı. (ppm düzeyinde okuma yapıldı.)

NUMUNELER İÇİN: (BİTKİ)

- Bitki numuneleri yukarıdaki yakma prosedürü uygulandıktan sonra son hacimleri 10 ,15 ml olacak şekilde ultra saf su eklendi.
 - 1) Bitki numunelerinde ; As, Pb, Cu, Cr, Ni, Cd, Zn elementlerinde son hacmi 10, 15 ml olan numuneden 0,5 ml alınıp tekrar ultra saf su ile 10 ml ye seyreltilip cihaza okutuldu.(ppb düzeyinde okuma yapıldı.)
 - 2) Bitki numunelerinde; Fe, Mn, Al elementlerinde son hacmi 10, 15 ml olan numuneden 0,2 ml alınıp tekrar ultra saf su ile 10 ml ye seyreltilip cihazda okuma işlemi yapıldı.(ppm düzeyinde okuma yapıldı.)

7. KAYNAKLAR

- [1] Loganathan, B.G., Kumar, K.S., Seaford, K.D., Sajwan, K.S., Hanari, N., Yamashita, N., 2008. Distribution of persistent organohalogen compounds in pine needles from selected locations in Kentucky and Georgia, USA. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*54, 422-439.
- [2] Wen, S., Yang, F., Li, J.G., Gong, Y., Zhang, X.L., Hui, Y., Wu, Y.N., Zhao, Y.F., Xu, Y., 2009. Polychlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofurans (PCDD/Fs), polybrominated diphenyl ethers (PBDEs), and polychlorinated biphenyls (PCBs) monitored by tree bark in an e-waste recycling area. *Chemosphere*74, 981-987.
- [3] Augusto, S., Máguas, C., Matos, J., Pereira, M. J., & Branquinho, C. 2010. Lichens as an integrating tool for monitoring PAH atmospheric deposition: a comparison with soil, air and pine needles. *Environmental Pollution*, 158(2), 483-489.
- [4] Ratola, N., Amigo, J.M., Alves, A., 2010. Comprehensive assessment of pine needles as bioindicators of PAHs using multivariate analysis. The importance of temporal trends. *Chemosphere*81, 1517-1525.
- [5] Gueguen, F., Stille, P., Millet, M., 2011. Air quality assessment by tree bark biomonitoring in urban, industrial and rural environments of the Rhine Valley: PCDD/Fs, PCBs and trace metal evidence. *Chemosphere*85, 195-202.
- [6] Ratola, N., Alves, A., Santos, L., Lacorte, S., 2011. Pine needles as passive bio-samplers to determine polybrominated diphenyl ethers. *Chemosphere*85, 247-252.
- [7] Choi, S.D., 2013. Time trends in the levels and patterns of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in pine bark, litter, and soil after a forest fire. *Science of the Total Environment*, Article in press.

- [8] **Odabasi, M., Falay, E.O., Tuna, G., Altiok, H., Kara, M., Dumanoglu, Y., Bayram, A., Tolunay, D., Elbir, T., 2015.** Biomonitoring the Spatial and Historical Variations of Persistent Organic Pollutants (POPs) in an Industrial Region. *Environmental Science & Technology*49, 2105-2114.
- [9] **Bellis, D.J., Satake, K., Kagawa, A., 2005.** Chronological trends in trace metals recorded by a tree bark pocket in Yakushima Island, Japan. *Journal of Environmental Monitoring*7, 384-387.
- [10] **Mandiwana, K.L., Resane, T., Panichev, N., Ngobeni, P., 2006.** The application of tree bark as bio-indicator for the assessment of Cr(VI) in air pollution. *Journal of Hazardous Materials*137, 1241-1245.
- [11] **Al-Alawl, M.M., Batarseh, M.I., Carreras, H., Alawi, M., Jiries, A., Charlesworth, S.M., 2007.** Aleppo pine bark as a biomonitor of atmospheric pollution in the arid environment of Jordan. *Clean-Soil Air Water*35, 438-443.
- [12] **Berlizov, A.N., Blum, O.B., Filby, R.H., Malyuk, I.A., Tryshyn, V.V., 2007.** Testing applicability of black poplar (*Populus nigra* L.) bark to heavy metal air pollution monitoring in urban and industrial regions. *Science of the Total Environment*372, 693-706.
- [13] **Dogan, Y., Durkan, N., Baslar, S., 2007.** Trace element pollution biomonitoring using the bark of *Pinus brutia* (Turkish red pine) in the Western Anatolian part of Turkey. *Trace Elements and Electrolytes*24, 146-150.
- [14] **Conkova, M., Kubiznakova, J., 2008.** Lead isotope ratios in tree bark pockets: An indicator of past air pollution in the Czech Republic. *Science of the Total Environment*404, 440-445.
- [15] **Schelle, E., Rawlins, B.G., Lark, R.M., Webster, R., Staton, I., McLeod, C.W., 2008.** Mapping aerial metal deposition in metropolitan areas from tree bark: A case study in Sheffield, England. *Environmental Pollution*, 155, 164-173

- [16] Catinon, M., Ayrault, S., Clocchiatti, R., Boudouma, O., Asta, J., Tissut, M., Ravanel, P., 2009. The anthropogenic atmospheric elements fraction: A new interpretation of elemental deposits on tree barks. *Atmospheric Environment*43, 1124-1130.
- [17] Aydın, Y. M., Kavak, P., Kara, M., Elbir, T., 2015. D.E.Ü. Tınaztepe Yerleşkesi'nde Ağaç Bileşenleri Üzerinde İz Element Konsantrasyonlarının Belirlenmesi Ve Kirlenici Kaynakların Tespit Edilmesi, 6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015/7-9 Ekim 2015, İzmir, sh.854-865.
- [18] Aksoy, A., Hale, WHG. and Dixon, JM., 1999. "Capsella bursa-pastoris (L.) medic as a biomonitor of heavy metals" *Sci Total Environ*, 226: 177-186.
- [19] Yılmaz, S., & Zengin, M. (2004). Monitoring environmental pollution in Erzurum by chemical analysis of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needles. *Environment International*, 29(8), 1041-1047.
- [20] Celik, A., Kartal, A. A., Akdoğan, A., & Kaska, Y. (2005). Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using *Robinia pseudo-acacia* L. *Environment international*, 31(1), 105-112.
- [21] AKSOY, A., ŞAHİN, U., & DUMAN, F. (2000). *Robinia pseudo-acacia* L. as a possible biomonitor of heavy metal pollution in Kayseri. *Turkish Journal of Botany*, 24(5), 279-284.
- [22] Djingova, R. (1993). Monitoring of heavy metal pollution by *Taraxacum officinale*. *Plants as biomonitors*.
- [23] Aksoy, A., & Öztürk, M. A. (1997). *Nerium oleander* L. as a biomonitor of lead and other heavy metal pollution in Mediterranean environments. *Science of the Total Environment*, 205(2-3), 145-150.
- [24] Yılmaz, S., & Zengin, M. (2004). Monitoring environmental pollution in Erzurum by chemical analysis of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needles. *Environment International*, 29(8), 1041-1047.
- [25] Çavuşoğlu, K., Kalyoncu, H., & ÇAVUŞOĞLU, D. (2005). *Çam* (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) yaprakla-

- rında egsoz gazlarından kaynaklanan kurşun (Pb) birikiminin tespiti. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(2).
- [26] **ÖZKAN, A. (2017).** Antakya-Cilvegözü karayolu etrafındaki tarım arazilerinde ve bitkilerdeki ağır metal kirliliği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 9-18.
- [27] **Soylak, M. U. S. T. A. F. A., & TÜRKOĞLU, O. (1999).** Trace metal accumulation caused by traffic in an agricultural soil near a motorway in Kayseri, Turkey. *Journal of Trace and Microprobe Techniques*, 17(2).
- [28] **Arslan, H. (2001).** Heavy metals in street dust in Bursa, Turkey. *Journal of Trace and Microprobe techniques*, 19(3), 439-445.
- [29] **Köleli, N. (2004).** Determination of heavy metal concentrations in open and protected cropping systems. *Fresenius Environmental Bulletin*, 13(12), 1521-1524.
- [30] **Kilicel, F. (2006).** Heavy metal contamination in soils of garbage area in Van, Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 18(1).
- [31] **ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, (2012).** Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Envanteri Değerlendirme Raporu, Yayın No:14, Sayfa 10-24, Ankara.
- [32] **ERGÜN, N., YOLCU, H., KARANLIK, S., & DİKKAYA, E. (2010).** Amanoslar'da (Hatay) yetişen bazı bitki türlerinde ağır metal birikimi ve mineral içerik üzerine bir çalışma. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(2), 121-127.

