

\***Fatih ÇİĞ**

Orcid No: 0000-0002-4042-0566

\*\***Ferit SÖNMEZ**

Orcid No: 0000-0003-1437-481

\*\*\***Murat ERMAN**

Orcid No: 0000-0002-1435-1982

\*Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Tarla Bitkileri Bölümü (Sorumlu  
yazar)

fatihcig@hotmail.com

\*\*Bolu Abant İzzet Baysal  
Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri  
Fakültesi, Tohum Bilimi ve  
Teknolojisi Bölümü

\*\*\* Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Tarla Bitkileri Bölümü

DOI

<https://doi.org/10.46291/ISPECJASv04iss1pp113-124>

**Geliş Tarihi:** 28/03/2020

**Kabul Tarihi:** 25/04/2020

### Anahtar Kelimeler

Buğday, ağır metal, toprak, kurşun,  
nikel, kadmiyum

### Keywords

Wheat, heavy metal, soil, lead, nickel,  
cadmium

## Van Merkez ve İlçelerinde Buğday ve Yetiştiriciliği Yapılan Alanların Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi

### Özet

Bu çalışma Van merkez ile Erciş, Gevaş, Gürpınar ve Muradiye ilçelerinde önceden belirlenen toplam 26 tarım alanından toplanan toprak ve buğday örneklerinde ağır metal belirlenmesi için yürütülmüştür. Çalışmada 2012 yılı hasat döneminde örnekleme yapılmıştır. Alınan toprak örneklerinde fiziksel ve kimyasal özellikler yanı sıra Ni, Pb, Cd ve Cr belirlenmesi yapılmıştır. Buğday örnekleri ise sap ve tane olmak üzere iki kısma ayrılmış ve ağır metal kapsamı belirlenmiştir. Örnekleme alanları topraklarının ağır metal içerikleri incelendiğinde Ni, 0.036-4.253 mg/kg, Pb, 0.391-1.476 mg/kg, Cr, 0.0188-0.1364 mg/kg ve Cd 0.0056-0.0912 mg/kg arasında değişmektedir. Bitki örneklerinde en düşük ve en yüksek ağır metal kapsamı sapsalarda, nikelde 0.742-1.839 mg/kg, kromda, 0.811-2.249 mg/kg, kadmiyumda, 0.0087-0.1730 mg/kg ve kurşunda, 0.0072-0.2199 mg/kg arasında değişmektedir. Tane örneklerinde ise nikel, 0.981-5.413 mg/kg, krom, 0.0256-0.9074 mg/kg, kadmiyum, 0.0009-0.5040 mg/kg ve kurşun, 0.0196-0.3509 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Sonuç olarak bölge topraklarının ağır metal riski taşımadığı belirlenmiştir. Buğdayın sap ve tanelerindeki ağır metal içerikleri ise kurşun, krom ve kadmiyumda izin verilebilir sınırların altında olduğu, nikelde ise kimi lokasyonların sınır değerlerinin altında, kimi lokasyonlarında sınır değerlerin üstünde yer aldığı belirlenmiştir.

### Determination of Heavy Metal Content of Wheat and Cultivation Areas in Van Center and Districts

### Abstract

This study was conducted to examine the existence of heavy metals in the soil and wheat samples collected from 26 pre-determined agricultural areas in Erciş, Gevaş, Gürpınar, Muradiye and Van Central districts. Samples were taken in 2012 harvest period. In addition to the physical and chemical properties of the samples, Ni, Pb, Cd and Cr existence was also examined. Wheat samples were separated in two parts as stalk and grain, heavy metal contents were determined. The heavy metal contents of soil samples includes 0.036-4.253 mg kg<sup>-1</sup> Ni; 0.391-1.476 mg kg<sup>-1</sup> Pb; 0.0188-0.1364 mg kg<sup>-1</sup> Cr and 0.0056-0.0912 mg kg<sup>-1</sup> Cd. In the stalk samples, the highest and the lowest heavy metal content was 0.742-1.839 mg kg<sup>-1</sup>, for nickel; 0.811-2.249 mg kg<sup>-1</sup> for chromium; 0.0087-0.1730 mg kg<sup>-1</sup> for cadmium and 0.0072-0.2199 mg kg<sup>-1</sup> for lead, respectively. In the grain samples were determined as 0.981-5.413 mg kg<sup>-1</sup> for nickel; 0.0256-0.9074 mg kg<sup>-1</sup> for chromium; 0.0009-0.5040 mg kg<sup>-1</sup> for cadmium and 0.0196-0.3509 mg kg<sup>-1</sup> for lead. Consequently, it is revealed that soils of the region do not have heavy metal contamination. The heavy metal contents in the straw and grains of wheat were determined to be the allowable limits in lead, chromium and cadmium, while in nickel it was below the limit values of some locations and above the limit values in some locations.

## GİRİŞ

Buğday yetiştiriciliği çok yoğun ve geniş alanlarda yapılan buğdayın, karşı karşıya kaldığı önemli bir sorunlardan biride özellikle yol kenarında yetiştiriciliği yapılan buğdayların ağır metal kirliliğine maruz kalmalarıdır. Ağır metal kirliliği 21 yüzyılın en önemli sorunlarının başında gelmektedir. Kirliliğin bu denli yüksek olduğu alanların başında trafik yoğunluğunun neden olduğu kirlenmedir (Harrison ve ark., 1981). Nitekim Gülser ve Eraydın (2004), Van ilinde yaptıkları çalışmada trafiğin yoğun olduğu yol kenarlarında Cd ve Pb kirliliğinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Ağır metal kirliliği bitki kök büyümesini önemli oranda etkilemekte (Ergün ve Öncel, 2009; Marschner, 1997), besin elementi alımında azalmaya neden olmakta (Vassilev ve ark., 2002; ) ve buna bağlı olarak verimde önemli kayıplar meydana getirmektedir. Öncel ve ark. (2000), yüksek düzeyde kadmiyum uygulamalarının iki buğday çeşidinde bitki boyu ve kök üstü kuru ağırlığında önemli düzeyde azalmalara neden olduğunu belirlemişlerdir. Lenn ve Bopp (1978) ağır metallerin bitki yaşı, toprağın pH ve Ca içeriği ile ilişkili olarak alınımında farklılık olabileceği, kışlık buğday haricindeki bitkilerin yapraklarındaki ağır

metal birikiminin tohum ve sürgünlerine göre daha fazla olabileceğini bildirmişlerdir. Kirlilik gözlenen alanlarda yapılan yetiştiricilikte ağır metal tehlikesi her yıl için ayrı ayrı önemli sorun olarak görülmektedir. Gonçalves ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada kirlilik gözlenen bir alanda bir yıl sonra yetiştirilen buğday da özellikle Pb ve Cd'un önemli bir sorun olarak etkisini sürdürdüğünü belirlemişlerdir. Ağır metaller toprakta genelde immobil ve çözünemez formda bulunmaktadır. İmmobil olan ağır metaller çözünemez formda bulunanlara göre bitkiler için daha toksik etkiye sahiptirler (Alloway, 1995). Shaikh ve ark. (2013), buğdayda Cr, Cd, Mn ve Zn'un kirlilik boyutunda uygulamalarının bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada  $Cr < Mn < Cd < Zn$  şeklinde bir sıra ile bitki gelişimine toksik etkide buldukları belirlemişlerdir. Pak (2012), yapmış olduğu çalışma sonunda araştırma alanlarının güney kesiminde kurşun içeriğinin kuzeye göre daha yüksek olduğu ve bununda bölgedeki hakim kuzey rüzgârların neden olduğunu bildirmiştir. Kurşun kirliliğinde taşıt trafiğinin etkili olduğunu, kadmiyumda ise etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Kahvecioğlu ve ark. (2014), ağır metallerin insan

metabolizmasında oluşturdıkları etki ve etkin oldukları aşamaları ana sistemler açısından; kimyasal reaksiyonlara etki edenler, fizyolojik ve taşınım sistemlerine etki edenler, kanserojen ve mutojen olarak yapı taşlarına etki edenler, alerjen olarak etki edenler ve spesifik etki edenler olarak sınıflandırmaktadırlar. Ağır metallerin bitkilerin organlarında birikimi bakımından farklılık arz etmektedir. Nitekim Sönmez ve Çığ (2019) yaptıkları çalışma sonucunda nikel, kadmiyum ve molibdenin daha çok yapraklarda, kobaltın ise daha çok bitkinin yumrusunda biriktiğini bildirmişlerdir. Doğan ve Cetel (1999), trafiğin yoğun olduğu yol kenarlarında yetiştiriciliği yapılan buğdaylarda Pb ve Cd kirliliğinin belirlenmesi için yaptıkları araştırma sonucunda yoldan uzaklaştıkça Pb konsantrasyonunda azalma olduğu, Cd konsantrasyonunda ise değişme olmadığını belirlemişlerdir. Kurşun kirliliğinde taşıt trafiğinin etkili olduğunu, kadmiyumda ise etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada Van ili ve bazı ilçelerinde yol kenarlarında buğday yetiştiriciliği yapılan alanlardan alınan toprak ve bitki

örneklerinde ağır metal düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

Bu çalışma, 2012 yılı içerisinde Van ili merkez, Erciş, Özalp, Muradiye ve Gevaş ilçelerinde yol kenarında buğday yetiştiriciliği yapılan 5 farklı alandan alınan bitki ve toprak örneklerinde ağır metal belirlenmesi yapılmıştır.

Denemeye konu olan alanlar önceden belirlenmiş ve buğday hasadına yakın zamanda toprak ve bitki örnekleri alınmıştır. Toplam 26 lokasyondan toprak örnekleri ile bitki örnekleri alınmıştır. Alınan bitki örnekleri sap ve tanelerine ayrıldıktan sonra öğütülmüş ve sonra kuru yakma yöntemine göre yakılarak ekstraktlar elde edilmiştir. Bitki ekstraktlarında Cd, Cr, Ni ve Pb içerikleri Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi kullanılarak belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Toprak örneklerinde alınabilir Pb, Cd, Cr ve Ni içerikleri Kacar, (1994)'ın bildirdiği yöntemlere göre yapılmış ve elde edilen örneklerde ağır metal konsantrasyonları Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde okutulmuş ve belirlenmiştir.

**Çizelge 1.** Toprak ve bitkiler için ağır metaller sınır değerleri

	Pb	Cd	Cr	Ni
	mg kg <sup>-1</sup>			
Toprak (pH>6)*	300	3	100	75
Bitki**	1.00	0.10	0.40	1.00

## BULGULAR

Örnekleme alanlarından alınan toprak örneklerinin nikel, kadmiyum, kurşun ve krom analiz sonuçları Şekil 1'de, bitki örneklerinin sap ve tane nikel, kadmiyum, kurşun ve krom analiz sonuçları Şekil 2, 3, 4 ve 5'te verilmiştir.

Örnekleme alanı toprak örneklerinin ağır metal kapsamları incelendiğinde nikel kapsamlarının 4.236 mg/kg (Van, merkez Alaköy) ile 0.031 mg/kg (Van, merkez Göllü köyü ve Erciş, Çelebibağı beldesi 2. örnekleme noktası) arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 1). Örnekleme yapılan alanların kurşun ve krom içerikleri sınır değerleri ile kıyaslandığında izin verilebilir sınır değerlerinin altında oldukları görülmektedir (Çizelge 1).

En yüksek kurşun değeri 0.0898 mg/kg ile Muradiye ilçesi Ünseli beldesi 2. örnekleme noktasında, en düşük kurşun değeri 0.0056 mg/kg ile Gevaş ilçesi Kızıltaş köyünden

alınan örneklerde belirlenmiştir. Krom açısından en yüksek değere 1.235 mg/kg ile Gevaş ilçesi Akdamar köyünden alınan örnekte, en düşük ise 0.375 mg/kg ile Erciş ilçesi Kocapınar beldesinden alınan toprak örneğinde belirlenmiştir (Şekil 1).

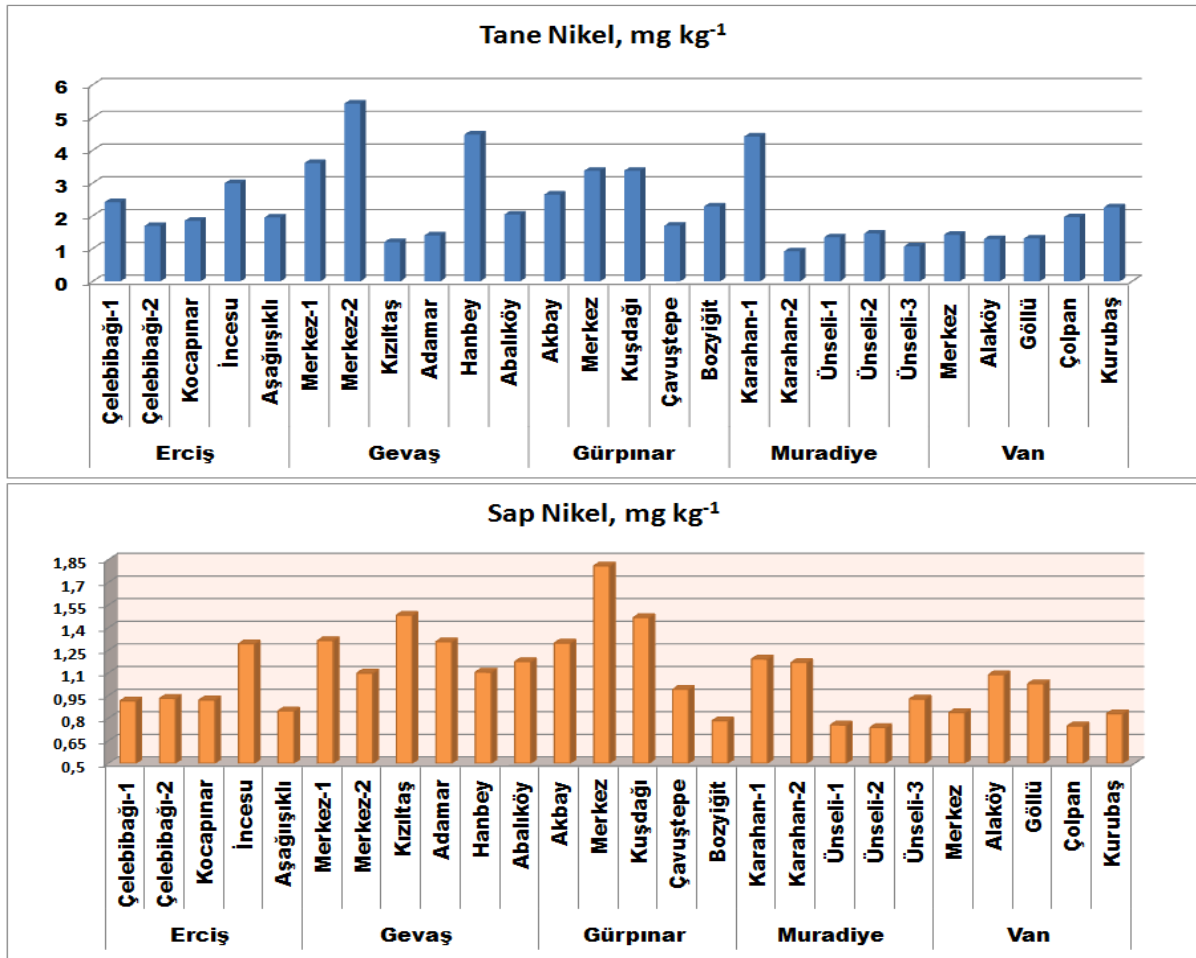
Kadmiyum bakımından yalnızca Van ili Alaköy mevkisinden alınan toprak örneğinde izin verilen sınır değeri (3 mg/kg) aştığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra Erciş ilçesi Aşağı ışıklı köyü (2.584 mg/kg), Muradiye ilçesi Ünseli beldesi 2. örnekleme noktası (2.564 mg/kg), Gevaş ilçesi Akdamar köyü (2.200 mg/kg) ve Van ili Merkez (2.300 mg/kg) örnekleme noktaları toprak örneklerinde izin verilen sınır değerlerine yakın bir birikim olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1). Bu örnekleme noktalarında trafiğin yoğun olması kadmiyum değerlerinin yüksek olmasına neden olduğu tahmin edilmektedir.



Şekil 1. Örnekleme alanlarının DTPA ile alınabilir Ni, Cd, Pb ve Cr analiz değerleri

Tir buğdayı sap ve tane nikel içeriği trafiğin yoğun olduğu alanlarda en yüksek değerleri vermiştir. En yüksek sap nikel içeriği sırasıyla 1.809 mg/kg, 1.482 mg/kg, 1.466 mg/kg ve 1.313 mg/kg ile Gürpınar-Merkez, Gevaş-Kızıltaş, Gürpınar-Kuşdağı ve Gevaş-merkez1 lokasyonlarında belirlenmiştir. En yüksek tane nikel içerikleri sırasıyla 5.428 mg/kg, 4.482 mg/kg, 4.420 mg/kg ve 3.612 mg/kg ile

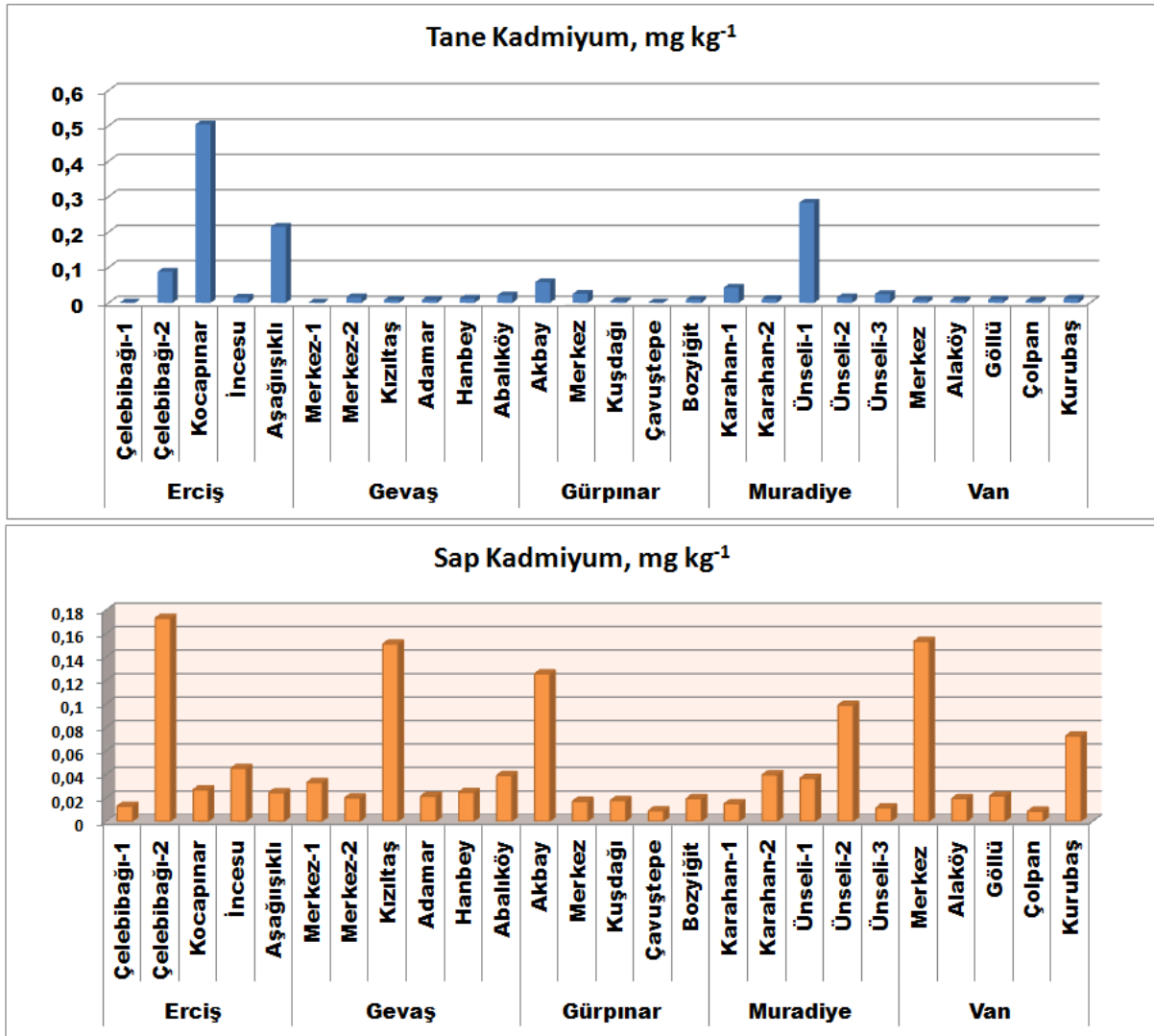
Gevaş-merkez2, Gevaş-hanbey, Muradiye-Karahan1 ve Gevaş-merkez1 lokasyon örneklerinde belirlenmiştir. En düşük sap ve tane nikel içerikleri ise sırasıyla 0.737 mg/kg ve 0.918 mg/kg ile Muradiye-ünseli2 ve Muradiye-karahan2 lokasyonu örneklerinde belirlenmiştir. Analiz sonuçları dikkatlice incelendiğinde tane nikel içeriğin sap nikel içeriğinden daha fazla olduğu görülecektir (Şekil 2)



Şekil 2. Buğdayın sap ve tane nikel analiz değerleri

Tir buğdayının sap kadmiyum içerikleri incelendiğinde en yüksek değerler sırasıyla 0.17303 mg/kg, 0.12563 mg/kg ve 0.15330 mg/kg ile Erciş-çelebibağı2, Gevaş-kızıltaş ve Van-merkez lokasyon örneklerinde belirlenmişken en düşük değer Gürpınar-çavuştepe lokasyonu örneğinde 0.0089 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Örneklerin

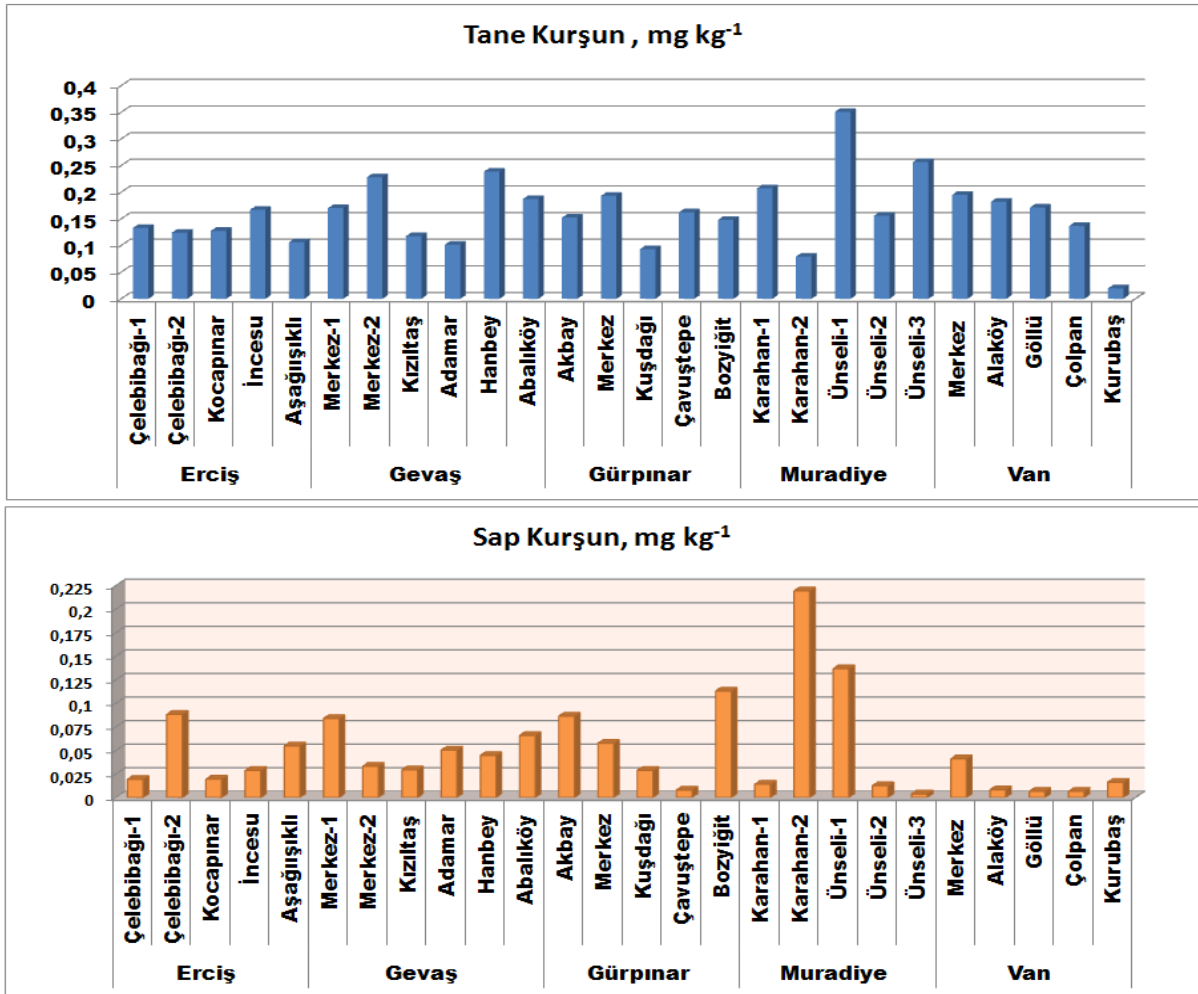
tane kadmiyum içerikleri ise 0.504001 mg/kg (Erciş-kocapınar mevki) ile 0.00093 mg/kg (Gürpınar-çavuştepe mevki) arasında değiştiği görülmüştür. tane sap örneklerinin kadmiyum içerikleri kıyaslandığında kadmiyumun sap kısmında en yüksek değerlere ulaşıldığı görülmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. Buğdayın sap ve tane kadmiyum analiz değerleri

Örnekleme alanlarından alınan Tır buğdayının sap kurşun içerikleri 0.2194 mg/kg ile 0.0065 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek kurşun içerikleri sırasıyla 0.2194 mg/kg, 0.1368 mg/kg ve 0.1131 mg/kg ile Muradiye-karahan1, Muradiye-karahan2 ve Gürpınar-çavuştepe mevki örneklerinde, en düşük kurşun içerikleri ise 0.0065 mg/kg ile Van-göllü ve Van-çolpan mevki örneklerinde belirlenmiştir. Tane kurşun içerikleri

0.3509 mg/kg ile 0.0196 mg/kg arasında değiştikleri görülmüştür. En yüksek tane kurşun içerikleri sırasıyla 0.3509 mg/kg, 0.2568 mg/kg ve 0.2386 mg/kg ile Muradiye-ünseli1, Muradiye-ünseli3 ve Gevaş-hanbey mevki örneklerinde, en düşük tane kurşun içeriği ise 0.0196 mg/kg ile Van-kurubaş mevkiinde tespit edilmiştir. Genel olarak tane kurşun değerleri sap kurşun değerlerinden yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 4).

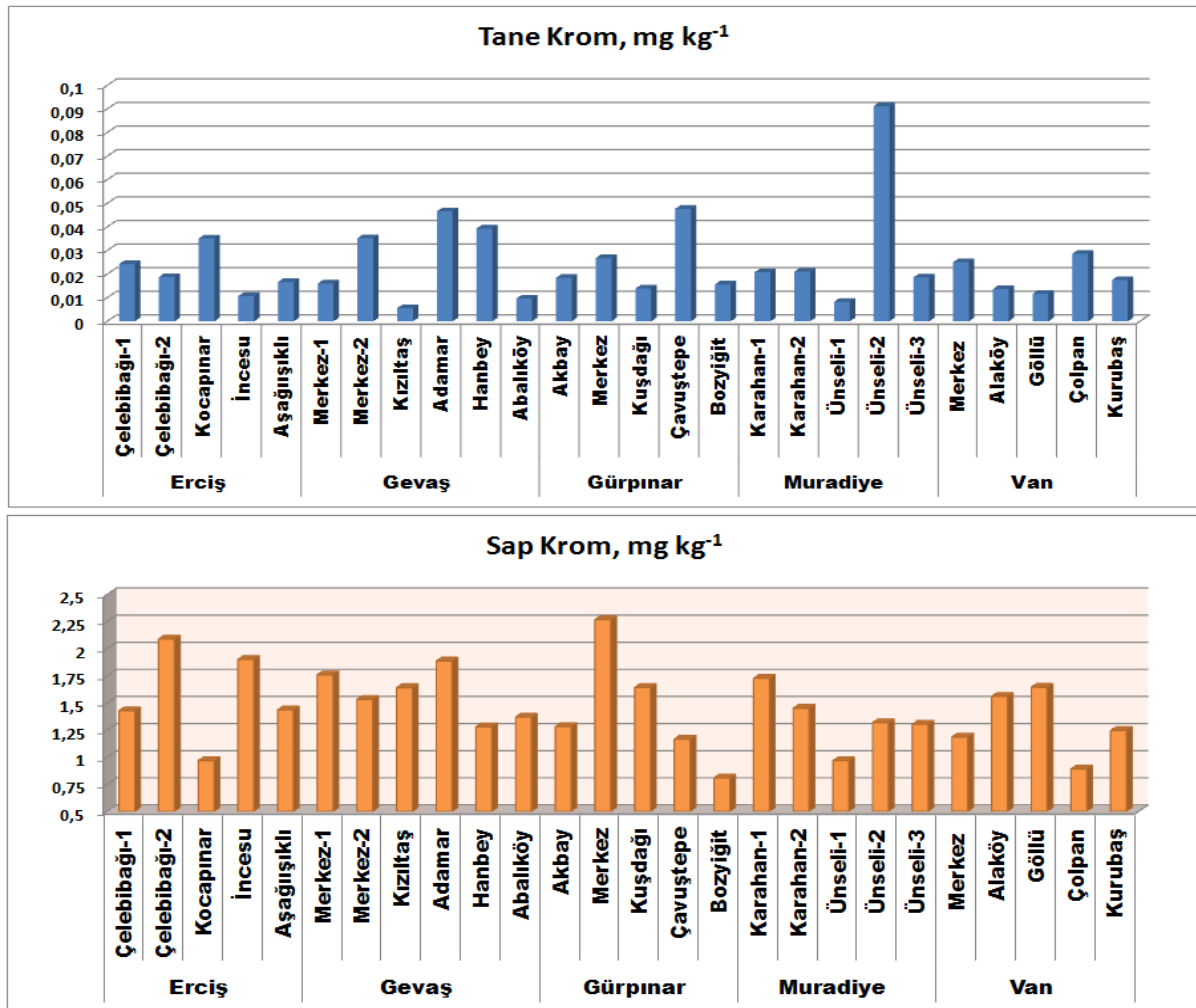


Şekil 4. Buğdayın sap ve tane kurşun analiz değerleri



Tir buğdayı sap örneklerinin krom içeriği 2.267 mg/kg ile 0.808 mg/kg arasında değiştiği, en yüksek değerlere sırasıyla 2.267 mg/kg, 2.089 mg/kg ve 1.901 mg/kg ile Gürpınar-merkez, Erciş-çelebibağı<sup>2</sup> ve Erciş-ıncesu mevki örneklerinde belirlenmişken, en düşük sap krom içeriği 0.808 mg/kg ile Gürpınar-bozyiğit mevki örneğinde tespit edilmiştir. Örneklerin tane krom içerikleri 0.0912 mg/kg ile 0.0056 mg/kg arasında

değiştikleri belirlenmiştir. En yüksek değerler sırasıyla 0.0912 mg/kg, 0.0477 mg/kg ve 0.0466 mg/kg ile Muradiye-ünseli<sup>2</sup>, Gürpınar-çavuştepe ve Gevaş-akdamar mevki örneklerinde belirlenmiştir. En düşük tane krom içeriği 0.0056 mg/kg ile Gevaş-kızılaş mevki örneğinde belirlenmiştir. Genel olarak sap krom içeriği tane krom içeriğinden yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 5).



Şekil 5. Buğdayın sap ve tane krom analiz değerleri

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Ağır metallerin dağılımı incelendiğinde DTPA ile alınabilir kurşun, nikel, kadmiyum ve krom içerikleri örnekleme alanlarının tamamında (%100'ü) izin verilebilir sınır değerlerin altında oldukları görülmüştür. Gülser ve Erdoğan (2008) Van-Erciş ve Van-Edremit arası buğday yetiştirilen tarlaların yol kenarından aldıkları toprak örneklerinde yaptıkları çalışmada örnekleme noktalarının toplam ağır metale içeriklerinin izin verilebilir sınır değerleri içerisinde yer aldığını bildirmişlerdir.

Örnekleme alanlarından alınan Tir buğdayının sap krom, nikel, kadmiyum ve kurşun içerikleri sırasıyla 0.808 mg/kg, 2.267 mg/kg, 0.737 mg/kg, 1.809 mg/kg, 0.0089 mg/kg, 0.17303 mg/kg ve 0.0065 mg/kg, 0.2194 mg/kg aralıklarında değiştikleri belirlenmiştir. Tir buğdayı sap örneklerinin krom, kadmiyum ve kurşun içeriklerini Çizelge 1'de verilen sınır değerleri ile kıyasladığımızda örnekleme noktalarının tümü sınır değerlerinin altında iken nikelde 12 örnekleme noktası sınır değerlerinin altında, 14 örnekleme noktası ise izin verilebilir sınırların üzerinde nikel kapsadıkları görülmüştür.

Tir buğdayı örneklerinin tane ağır metal içerikleri nikelde 5.428 mg/kg ile 0.918

mg/kg arasında değiştiği, kadmiyumda 0.504 mg/kg ile 0.0009 mg/kg arasında değiştiği, kurşunda 0.3509 mg/kg ile 0.0196 mg/kg arasında değiştiği ve kromda 0.0912 mg/kg ile 0.0056 mg/kg arasında değiştikleri tespit edilmiştir. İzin verilebilir sınır değerleri ile kıyasladığımız da kurşun, kadmiyum ve kromun örnekleme alanlarının %100'ünde sınır değerlerinin altında olduğu, nikelde Muradiye ilçesi Karahan köyü 2. örnekleme noktası (0.918 mg/kg) hariç diğer alanların (%96.2'si) izin verilebilir sınır değerlerin üstünde olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Bermudez ve ark. (2011) yaptıkları sörvey çalışmasında buğday tanelerinin ağır metal içeriklerinin ortalama 0.017 kadmiyum, 0.047 mg/kg krom, 0.237 mg/kg nikel ve 0.088 mg/kg kurşun ile uluslar arası izin verilebilir sınır değerlerin üstünde olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim yaptıkları çalışma sonunda buğday tanelerinin ağır metal içeriği üzerine özellikle metalürji ve kimya sanayi fabrika atıklarının etkisi yanı sıra büyük şehirlerde hava kirliliğinin de etkilediğini belirtmişlerdir.

Sonuç olarak araştırma yapılan bölgelerde özellikle nikel kirliliğinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ağır metallerden nikel ve kurşunun tanede,

kadmium ve kromun ise saptaki birikiminin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2012-ZF-B005 numaralı Bireysel Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir.

### **KAYNAKÇA**

Alloway, B.J. 1995. Heavy Metals in Soils, Blackie Academic and Professional, Glasgow, UK

Anonim, 2005. Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete, sayı: 25831.

Anonim,2014a.<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=13656>. (Erişim tarihi;19.09.2014)

Anonim,2014b.[http://www.tarim.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il\\_yatirim\\_rehberleri/van.pdf](http://www.tarim.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il_yatirim_rehberleri/van.pdf). Erişim tarihi;19.09.2014

Bermudez GMA, Jasanc R, Plác R, Pignata ML 2011. Heavy metal and trace element concentrations in wheat grains: Assessment of potential non-carcinogenic health hazard through their consumption. Journal of Hazardous Materials, 193: 264–271.

Ergül, N., I., Öncel, 2009. Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) ilk gelişme döneminde kök ve gövde büyümesi üzerine bazı ağır metal ve ağır metal-hormon uygulamalarının etkileri. YY Tarım Bilimleri Dergisi, 19(1):11-17.

Gonçalves Jr. A.C., H., Nacke, D., Schwantes, L., André Nava, L., Strey, 2011. Phytoavailability of toxic heavy metals and productivity in wheat cultivated under residual effect of fertilization in soybean culture. Water Air Soil Pollut. DOI 10.1007/s11270-011-0747-3

Gulser, F., E., Eraydın, 2004. Heavy metal pollution in roadside fields related to motorized traffic. International Soil Congress On 'Natural Resource Management For Sustainable Development' June 7-10, 2004, Erzurum, Turkey.

Harrison, R.M., Laxen D.P.H, Wilson,S.J., 1981. Chemical association of Pb, Cd, Cu and Zn in street dust and roadside soil. Environ Sci. Technol.,15.13;1378-83

Huang, M., Zhou, S., Sun, B., Zhao, Q. 2008. Heavy metal in wheat grain: assessment of potential health risk for inhabitants in kunshan, China, Sci. Total Environ. 405: 54–61.

Kacar ve İnal 2008. Bitki Analizleri. Nobel yayın no:1241, Fen Bilimleri:63 Ankara

Kacar, B., 1984. Bitki besleme uygulama klavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 900, Uygulama Klavuzu:214, Ankara, 140s.

Kacar, B., 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: III toprak analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3, Ankara, 705s.

- Kahvecioğlu, Ö., G., Kartal, A., Güven, S., Timur, 2014. [http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136\\_4753.pdf](http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf)
- Lenn, H., Bopp, M., 1978. Heavy metals in soil and the determination of their availability for plants. *Angwandte-Botanik*. 61(5-6);467-481.
- Lindsay, W.L. and W.A. Norvell, 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Science Society of American Journal*, 42:421-428.
- Marschner H., 1997. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press Limited. London
- Öncel, I., Keleş, Y., Üstün, A.S., 2000. Interactive effects of temperature and heavy metal stress on the growth and some biochemical compounds in wheat seedlings. *Environmental Pollution*, 107, 315-320.
- Özbek, H., M. Gök, H. Kaptan, 1995. *Toprak Bilimi*. Çukurova Üniversitesi Genel Yayın no: 73, Ders Kitapları Yayın no: 16. sf: 508. Adana.
- Richard, L.A. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. Handbook:60, U.S. Dept. Of Agriculture.
- Sönmez, F., Çığ, A., 2019. Effects of Increased Vermicompost and Nitrogen-Phosphorus (NP) Applications on the Co, Ni, Cd, and Mo Contents of Hyacinth (*Hyacinthus orientalis* L. "Purple Star"). *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*. 5(2): 362 – 371.
- Thomas, G.W. 1982. Exchangeable Cations. P. 159-165. *Chemical and Microbiological Properties*. Agronomy Monography No:9, A.S.A.-S.S.S.A., Madison, Winconsin. USA.
- Vassilev, A., Lidon, F.C., Matos, M.C., Ramalho, J.C., Yordanov, I. 2002. Photosynthetic performance and content of some nutrients in cadmium-and copper-treated barley plants. *Journal of Plant Nutrition*, 25, No. 11, 2343-2360.
- Walkey, A. 1947. A Critical Examination of a Rapid Method for Determining Organic Carbon in Soils: Effect of Variations in Digestion Conditions and Inorganic Soil Constituents. *Soil Science*, 63: 251-263.