

Nurdan ZİNCİRCİOĞLU

## Manisa-Akhisar Yöresinde Bulunan Kimi Tarım Arazilerinin Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması

Investigation of the heavy metal contents of some agricultural lands in the region of Manisa-Akhisar

Celal Bayar Üniversitesi, Akhisar Meslek Yüksekokulu, Akhisar, Manisa  
e-posta: tezcannurdan@yahoo.com

Alınış (Received): 09.07.2013 Kabul tarihi (Accepted): 19.07.2013

### Anahtar Sözcükler:

Ağır metal, Kadmiyum, Kurşun, Kobalt, Civa

### ÖZET

Günümüzde yoğun tarımsal üretim ve gelişen teknoloji, beraberinde çevre kirliliği gibi bir çok olumsuz sorunu da getirmekte ve özellikle tarımsal ürünlerde insan sağlığını tehdit edecek sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu sorunlardan biride son yıllarda topraklarımızda oluşan yoğun ağır metal kirliliğidir. Bu yoğunluk neticesinde doğada bulunan bitkiler olumsuz yönde etkilenmekte ve elde edilen ürünler sağlık açısından son derece tehlike arz etmektedir. Toprakta ağır metal kirliliği önemli çevresel sorunlardan birisi olup, bu birikimin sadece toprak verimliliği ve ekosistem işlevleri üzerinde değil, aynı zamanda besin zinciri yoluyla havyan ve insan sağlığı üzerinde de önemli etkileri söz konusu bulunmaktadır. Bu çalışmada yoğun tarım alanlarının bulunduğu Akhisar ilçesi seçilmiş olup; sulu koşullarda bağ, pamuk ve mısır yetiştiriciliği yapılan bahçelerde örnekleme yapılmıştır. Alınan toprak örneklerinde alınabilir miktarları belirlenmek üzere Hg, Co, Cd, Cr, Pb, Sb, As ve Se elementleri analiz edilmiş; bulgular Kloke, (1980) tarafından bildirilen sınır değerleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. İnceleme konusu olan ağır metaller yönünden toprakların her hangi bir kirlilik sorunu göstermedikleri belirlenmiştir.

### Key Words:

Heavy metal, cadmium, lead, cobalt, mercury

### ABSTRACT

Today, intensive agricultural production and developing technology bring about many negative issues such as environmental pollution and causes the emergence of problems particularly in agricultural products that threaten human health. One of these problems is the intensive heavy metal contamination observed in the soils of our country in recent years. Due to this intensive heavy metal contamination, plants are negatively affected, and as result, the products harvested from these plants pose a great threat to public health. Heavy metal contamination in the soil is one of the important environmental problems, and this accumulation has a significant impact not only on soil fertility and the functions of the ecosystem but also on the health of animals and human beings through the food chain. In this study, Akhisar district which has large agricultural areas was chosen, and the sampling was conducted in the gardens where grapes, cotton and corn are grown through irrigation. Soil samples were analyzed in order to determine the available amounts of Hg, Co, Cd, Cr, Pb, Sb, As and Se elements present in these soils, and the findings were evaluated by taking the limit values reported by Klok (1980) into account. It was determined that the soils did not pose any pollution problems in terms of heavy metals investigated.

## GİRİŞ

Dünya nüfusundaki hızlı artış, 1970'li yılların sonunda ortaya çıkan 'Yeşil Devrim' ile birlikte başlayan yoğun tarımsal üretim, gelişen teknoloji beraberinde çevre kirliliği gibi birçok olumsuz sorunu da getirmekte ve özellikle tarımsal ürünlerde insan sağlığını tehdit edecek boyutlarda ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Toprak, hava ve su birbirine ayrılmaz bir şekilde bağlı, biri diğerine sürekli tesir eden, birindeki bir bozulmanın ötekine mutlaka yansıdığı bileşenlerdir. Toprak kirlenmesinin incelenmesinde müşterek tesirlerin beraber incelenmesi gereklidir. Gerçekte, toprak; çevre bileşeni olarak en az hava ve su kadar önemlidir. Çünkü insan faaliyetlerinin sürdürülebilmesi için gerekli olan bileşenlerin başında mekân gelir. Ayrıca besin maddelerinin hemen tamamı toprakta yetişmektedir. Aynı şekilde evcil hayvanların hemen hepsi karada beslenir. Bunun için insan hayatında toprağın önemi büyüktür. İnsanlar başından beri toprağa bağlı olmuşlardır ve bu böylece devam edecektir. Bundan dolayı arazilerin optimum bir şekilde kullanılması şarttır. Arazilerin optimum kullanımı için topraklar sınıflandırılmalı ve her sınıf arazi en faydalı biçimde kullanılmalıdır. Yanlış arazinin yanlış kullanımı da, toprak kirliliği gibi kayıplara neden olmaktadır.

Toprakta ağır metal kirliliği önemli çevresel sorunlardan birisi olup, bu birikimin sadece toprak verimliliği ve ekosistem işlevleri üzerinde değil, aynı zamanda besin zinciri yoluyla havyan ve insan sağlığı üzerinde de önemli etkileri söz konusu bulunmaktadır.

Johnsen (1987)'in bildirdiğine göre halkın ağır metallere zehirlenmemesi için, Avrupa ve Amerika'da 20 cm kalınlığında üst toprağın kaldırılıp olduğu yerden uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu büyük tehlike insanlar tarafından fark edildiğinden beri, ağır metallere ilgili çalışmalar son 30 yıl içinde büyük bir hız kazanmıştır.

Özgül ağırlığı 5 g cm<sup>-3</sup>'ten yüksek metallere ağır metal olarak tanımlanmaktadır. Bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn), demir (Fe), molibden (Mo), kobalt (Co) ve belirli koşullarda nikel (Ni) gibi bazı ağır metallere bitkiler için besin maddesi olarak görev yapmalarına rağmen, yüksek derişimlerinde fitotoksik etki gösterirler. Kadmiyum (Cd), krom (Cr), cıva (Hg) ve kurşun (Pb)'un ise bitki beslenmeyle ilgili fizyolojik etkiye sahip bulunmadıkları sanılmaktadır. Bazı ağır metallere zararlılıkları etki dozlarına bağlı olup, sınır değerini aşmalarıyla bitki ve insanlarda toksisite gösterilmektedirler (Bergmann, 1992; Altınbaş vd, 2004).

Ağır metallere toksik etkileri nedeniyle bitkilerde transpirasyon, stoma hareketleri, su alımı, fotosentez,

enzim aktivitesi, çimlenme, protein sentezi, membran stabilitesi, hormonal denge gibi birçok fizyolojik ve biyokimyasal olayın bozulmasına zemin hazırlamaktadırlar (Kennedy and Gonsalves, 1987). Toksikite, metalin ve organizmaların farklılığına göre değişebilmekte, olumlu veya olumsuz (toksik) etkiler yalnızca elementin tip ve derişimine bağlı değil, türlerin genetik esaslı fizyolojik davranışlarıyla da ilgili bulunmaktadır (Haktanır ve Arcak, 1998).

Topraktaki ağır metallere antropojenik kaynakları; ya birincil kaynaklar yani gübreleme gibi toprak işlemenin bir sonucu olarak toprağa eklenen ağır metallere, ya da ikincil kaynaklar yani maden eritme veya aerosol birikimi gibi faaliyetlerin bir sonucudur. Kaynaklardan bazıları ve toprakta biriken elementler Tablo 1'de verilmiştir (Fergusson 1990).

Çizelge 1. Kirli topraklarda bulunabilecek elementler ve kaynakları  
Table 1. The elements and sources in contaminated soil

Kaynak	Belirli element
<b>Birincil Kaynaklar</b>	
Gübreler (fosfatlı)	Cd, Pb, As
Kireç	As, Pb
Pestisitler	Pb, As, Hg
Atık çamur	Cd, Pb, As
Sulama	Cd, Pb, Se
Gübre	As, Se
<b>İkincil Kaynaklar</b>	
Otomobil aerosolleri	Pb
Maden eritme alanları	Pb, Cd, Sb, As, Sc, in, Hg
İnsineralörler	Pb, Cd
Maden sahaları	Pb, Cd, As, Hg
Dış lastik	Cd
Boya	Pb, Cd
Deniz	Se
Çöp döküm alanları	Pb, Cd, As
Uzun yayılanı olan aerosol	Pb, As, Cd, Se
Kömürün yanması	As, Se, Sb, Pb
Kloralkali piller	Hg

Ağır metallere doğada yayınımları göz önüne alındığında, metallere yayılmasına ve ekosistemde zarar vermesine daha çok insanın neden olduğu görüşü hakimdir. Sürekli ve kullanıma bağlı kirlenme, çevrede oldukça fazla ağır metal içeriğine ve yoğunluğuna neden olmaktadır. Bu yoğunluk neticesinde doğada bulunan bitkiler olumsuz yönde etkilenmekte ve elde edilen ürünler sağlık açısından son derece tehlike arz etmektedir.

Bu çalışmada yoğun tarım alanlarının bulunduğu Akhisar ilçesi seçilmiş ve örnekleme yapılan bahçelerin topraklarındaki alınabilir miktarları belirlenmek üzere Hg, Co, Cd, Cr, Pb, Sb, As ve Se elementleri analiz edilmiş; bulgular Kloke, (1980) tarafından bildirilen sınır değerleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın materyalini, Manisa İli Akhisar İlçesine (Şekil 1) bağlı köy ve beldelerinden sulu koşullarda bağ, pamuk ve mısır yetiştiriciliği yapılan bahçelerden 0-30 ve 30-60cm'den alınmış toplam 24 toprak örneği

oluşturmaktadır. Toprak örnekleri DTPA (pH: 7.3) ile ekstrakte edildikten sonra elde edilen süzükte alınabilir ağır metallere Hg, Co, Cd, Cr, Pb, Sb, As ve Se okumaları ICP-MS cihazı ile yapılmıştır (Soltanpour and Workman, 1981).



Şekil 1: Çalışmanın yapıldığı Akhisar ilçesi haritası ve uydu görüntüsü  
Figure 1: The map and satellite image of Akhisar district

## ARAŞTIRMA BULGULARI

Çok küçük miktarlarının bitkiler kadar, insan ve hayvan sağlığında da ortaya çıkardığı önemli toksik etki nedeniyle üzerinde hassasiyetle durulmasını gerektiren Cd, topraklara endüstriyel etkinlikler ya da kaynağına göre değişmekle birlikte, fosforlu gübrelere karışabilmektedir. Kadmiyum bitki bünyesinde N ve karbonhidrat metabolizmalarını bozarak bir çok fizyolojik olayın seyrini değiştirmektedir. Enzimlerin işlevini, fotosentezi engellemekte; stomaları kapayarak transpirasyonu yavaşlatmakta, bir yandan klorofil sentezini sınırlarken diğer yandan da yıkımına zemin hazırlamaktadır.

Kadmiyumun tarım topraklarına girişi ve yayılması; endüstriyel etkinlikler, bu ağır metali işleyen fabrikalar, mazotla çalışan iş makineleri ve araçlar, oto lastiklerinin cilalanması, yağ ve kömür yakan tesis atıkları; tarım alanlarına uzun süre arıtma çamuru, çöp ve fosfat gübrelere uygulanması, çöp yakma tesislerindeki renkli kağıt ve kumaşların yanmasıyla açığa çıkan gazların etkisiyle olur (Bergmann, 1992).

Alloway (1990) topraklardaki Cd'un % 54-58'inin P'lu gübreler, % 39-47'sinin atmosfer, % 2-5'inin kanalizasyon atıkları kullanımından geldiğini; ciddiyetinin toplam miktar değil; hareketlilik, organik ve inorganik kompleksler halinde bulunmasıyla açıklanabileceğini bildirmektedir.

Araştırmayı oluşturan bahçelerin alınabilir Cd içeriklerine bakıldığında Cd en düşük 0.0173 mgkg<sup>-1</sup>

en yüksek 0.1935 mgkg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Kloke (1980) alınabilir Cd sınır değerini <1 mg kg<sup>-1</sup> olarak bildirmiş; bahçeleri temsil eden toprak örnekleri bu içerikler yönünden incelendiğinde, bahçelerde Cd açısından kirlilik sorunu bulunmadığı yargısına varılmıştır.

Zincircioğlu (2010) Çanakkale-Ayvacık' da bulunan zeytin bahçelerinde alınabilir Cd miktarını organik ve geleneksel üretim yapan zeytin bahçelerinde iki yıl süreyle farklı derinlikteki toprak örneklerinde izlemiş ve ilk yıl geleneksel bahçelerde en düşük ve en yüksek değerlerin üst katmandan başlamak üzere sırasıyla 0.009-0.001, 0.001-0.010, 0.009-0.0009 mg kg<sup>-1</sup> arasında; organik yetiştiricilik yapılan bahçelerde yine sırasıyla 0.0009-0.0100, 0.0005-0.014, 0.002-0.005 mg kg<sup>-1</sup> arasında Cd olduğunu, İkinci yıl örnekleri aynı değerlendirmeye göre geleneksel bahçelerde 0.010-0.030, 0.007-0.027, 0.014-0.018 mg kg<sup>-1</sup>; organik bahçelerde ise 0.011-0.028, 0.010-0.027, 0.011-0.015 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğunu bildirmiştir.

"Toprak kirliliğinin kontrolü yönetmeliği"nde, toprakta kabul edilebilir Cd sınır değerleri pH 5-6 ise 1 ppm, pH >6 ise 3 ppm olarak bildirilmektedir (Anonim, 2005).

Gönülsüz (2000), Selçuk-Belevi-Davutlar yöresindeki şeftali bahçelerinin ağır metal durumlarını incelediği, topraklarda toplam Cd sınır değerini 3 mg kg<sup>-1</sup> bildirdiği çalışmada, bu değer üzerinde herhangi bir ölçüm yapılmadığını ve deneme alanında Cd yönünden kirlilik bulunmadığını bildirmiştir.

Antalya yöresi domates seralarında izleyen iki yıl örnekleme yapan Özkan (2008), da benzer değerdendirmeyle, inceleme koşullarında bu yönden sorun bulunmadığını, verilerin 0.49 ile 2.61 mg kg<sup>-1</sup> arasında dağılım gösterdiğini rapor etmektedir.

Kulu (2005), Organik yetiştiricilik yapılan Kemalpaşa'da bulunan kiraz bahçelerini temsil eden toprak örnekleri incelendiğinde toplam Cd içerikleri, birinci derinlikte 1.13-1.88 mg kg<sup>-1</sup>, ikinci derinlikte 1.19-1.56 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmiştir. Aynı yörede entegre yetiştiricilik yapılan bahçeler benzer şekilde incelendiğinde sırasıyla 0.63-2.07 mg kg<sup>-1</sup>, 0.69-1.53 mg kg<sup>-1</sup> değerleri belirlenmiştir.

Doğal ve insan kaynaklı etkinliklerle hava su ve toprağa karışan Cr üç (kromik) ya da dört (kromat) değerlidir. Bitkiler için mutlaka gerekli olduğu konusundaki görüşler netleşme de, insanlar için mutlaka gerekli bir mikro besin elementi niteliğindedir (Lepp, 1981). Bu anlamda, yani insan ya da hayvanlar için besin değeri açısından değerlendirildiğinde, bitkilerdeki toplam içeriğinden çok, hangi formda bulunduğu konusu ön plana çıkmaktadır.

Araştırmayı oluşturan bahçelerin Cr içeriklerine bakıldığında en düşük 0.0064 mgkg<sup>-1</sup> en yüksek 0.0729 mgkg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Kloke (1980)'un alınabilir Cr için bildirdiği <5 mg kg<sup>-1</sup> tehlikeli değeri dikkate alındığında deneme konusu bahçelere ait topraklarda kirlilik riskinin söz konusu olmadığı saptanmıştır.

Zincircioğlu (2010) Çanakkale'ye bağlı Ayvacık ilçesinde zeytin yetiştiriciliği yapılan bahçelerde yaptığı çalışmasında organik ve geleneksel olarak iki ayrı üretim modelinde alınabilir Cr içeriklerini farklı derinliklerden örneklerde iki yıl izlemiş ve ilk yıl geleneksel bahçelerin birinci derinliğinde 0.00034 ve 0.00022 mg kg<sup>-1</sup> olmak üzere iki, izleyen iki derinlikte sırasıyla 0.00009 ve 0.00074 mg kg<sup>-1</sup> olmak üzere birer okuma yapılarak, toplam dört Cr değeri elde edilmiştir. Organik bahçelerde ise birinci yıl ilk iki derinlikte dörder, son derinlikte de bir belirleme yapılmış; ilk iki derinlikte sırasıyla 0.00021-0.00196, 0.00019-0.00126 mg kg<sup>-1</sup> aralığı saptanırken, üçüncü derinlikteki tek bulgu 0.00007 mg kg<sup>-1</sup> olmuştur. İkinci yıl organik bahçelerin birinci (0.005 mg kg<sup>-1</sup>) ve ikinci derinliklerinde (0.013 mg kg<sup>-1</sup>) birer ölçüm yapılabilmüş, diğer örneklerde herhangi bir bulgu elde edilemediğini bildirmiştir.

Araştırmalar toprak ana materyallerinin toplam Cr içeriğini etkileyen önemli bir etken olduğunu göstermekte, farklı bulgular rapor edilmiş bulunmaktadır. Lepp, (1981), Shacklette ve ark. (1971)'e atfen 863

toprak örneğinde ortalama toplam Cr içeriğini 63 mg kg<sup>-1</sup>, Hunter and Vergnano (1952)'ye atfen ise serpantin kökenli topraklarda bu değerin yükselen miktarlarda bulunduğunu ve 1000-3000 mg kg<sup>-1</sup> arasında yer alabildiğini bildirmektedir. Diğer yandan aynı kaynaktan çözünebilir ya da değişebilir Cr içeriklerinin 0.1 ile 1.0 gibi toplam değerin % 0.15'inden daha düşük miktarlarda ölçüldüğü bildirilmektedir.

Gönülsüz (2000), Selçuk-Belevi-Davutlar yöresindeki şeftali bahçelerinin ağır metal durumlarını incelediği çalışmada topraklarda toplam Cr yönünden 100 mg kg<sup>-1</sup> sınır değerinin üzerinde kirlilik belirlenmiştir.

Kulu (2005), Kemalpaşa bulunan kiraz bahçelerinde organik yetiştiricilik yapılan bahçelerin iki farklı derinliğinden alınan toprak örnekleri incelendiğinde toprakların toplam Cr içeriklerinin birinci derinlikte 16.13-22.69 mg kg<sup>-1</sup> arasında, ikinci derinlikte ise 16.13-21.94 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Entegre yetiştiricilik yapılan bahçe topraklarının toplam Cr içeriklerinin ise birinci derinlik için 9-42.19 mg kg<sup>-1</sup> arasında, ikinci derinlik için 8.63-45.19 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği bildirmiştir.

Önemli bir çevre kirleticisi olan Pb, insan vücudunda fazla miktarlarda birikebilen, hemoglobinin sentezinde görev alan enzimleri engelleyen, yüksek düzeyde zehir etkili bir elementtir (Mengel and Kirkby, 1978). Dünya Sağlık Örgütüne göre 3.5 mg hafta<sup>-1</sup> (70 kg) Pb alımı kabul edilebilir düzeyde bulunmaktadır (Schachtschabel et al., 1995). Bitkilerde hücre turgoru ve hücre duvarı stabilitesini olumsuz etkilemesi, stoma hareketlerini ve yaprak alanını azaltması nedeniyle bitki su rejimini etkilemektedir. Aynı zamanda kökler tarafından tutularak kök gelişimini azaltması nedeniyle, bitkilerin katyon ve anyon alımını azaltmakta, dolayısıyla besin maddelerini engellemektedir (Sharma and Dubey, 2005).

Araştırmayı oluşturan bahçelerin Pb içerikleri ise en düşük ve en yüksek sırasıyla 0.279 mgkg<sup>-1</sup> ve 3.3993 mgkg<sup>-1</sup> belirlenmiştir. Kloke (1980) topraktaki pH, kil miktarı ve organik madde düzeyine bağlı olarak tolerans gösterilebilecek alınabilir Pb sınır değerini <5 mg kg<sup>-1</sup> olarak rapor etmiştir. Bu deneme boyunca alınan toprak örneklerinin alınabilir Pb içeriklerinin anılan referans değerin altında bulunması, bahçelerde bir kirlilik sorununun söz konusu edilemeyeceği yargısını ortaya çıkarmaktadır.

Zincircioğlu (2010), Çanakkale'de bulunan zeytin bahçelerinde iki yıl süreyle Pb içeriklerini incelemiş; ilk yıl örneklerinde alınabilir Pb miktarları geleneksel bahçelerde birinci derinlik 0.0511-0.4465 mg kg<sup>-1</sup>; son iki derinlik ise sırasıyla 0.0689-0.4824, 0.1136-0.3788

mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında belirlemiştir. Organik bahçelerde derinlikler göz önüne alınarak, en düşük ve en yüksek veriler sırasıyla 0.0635–1.0041, 0.0784–1.0477, 0.0737–0.1945 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulmuştur. İkinci yıl örneklerinde geleneksel bahçelerin Pb miktarları ilk derinlikte en düşük 0.1229, en yüksek 1.4658 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında, İkinci ve üçüncü derinliklerde ise 0.1010–0.9253 ve mg kg<sup>-1</sup> 0.1663–0.5858 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu bildirmiştir.

Bowen (1979) toprakların 2-300 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişen derişimlerde toplam Pb içerdiklerini bildirirken, Fiege and Grunwaldt (1977) ve Gönülsüz (2000) [Anonymus (1981)'e atfen)] de anılan değeri 100 mg kg<sup>-1</sup> vermektedirler.

Hakerlerler vd. (1994), Gümüldür ve Balçova' daki satsuma mandarin yetiştirilen bahçelerin ağır metal düzeyini belirlemek üzerine yaptıkları bir çalışmada toprakların toplam Pb içeriklerini 23-140 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlemişlerdir.

Kulu (2005), Kemalpaşa yöresi kiraz bahçelerinde toplam Pb açısından incelenen organik bahçe topraklarının birinci derinliğinde bu elementin kapsamı 21.23-25.47 mg kg<sup>-1</sup>, ikinci derinliğinde ise 18.40-28.30 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlemiştir. Entegre bahçe topraklarının Pb içerikleri ise birinci derinlikte 11.32-180.41 mg kg<sup>-1</sup>, ikinci derinlikte 11.32-36.79 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiğini sunmuştur.

Bazı hayvansal organizmalar için mutlaka gerekli, bitkiler ve mikroorganizmalarda ise düşük miktarlarının yararlı olduğu kabul edilen Ni'in insanlar üzerindeki olumlu etkisi kesin anlamda belirlenememiştir (Schachtschabel, 1995). Kilyet oluşturma niteliği ile enzim ve diğer fizyolojik aktif maddelerde yer alan ağır metallerle yer değiştirerek olumsuz sonuçlara yol açması, dikkatleri anılan elemente yönlendirmektedir.

Nikel özellikle çelik ve alaşım üretiminde, galvaniz ve elektronik endüstrisinde kullanılmaktadır. Kömür (10-50 mg Ni kg<sup>-1</sup>) ve petrolün (49-345 mg Ni kg<sup>-1</sup>) yanmasıyla, motorlu araçlarla havadan toprağa Ni geçişi olmaktadır. Ayrıca endüstriyel (10-5300 mg kg<sup>-1</sup> KM) ve evsel atıklardan (çoğunlukla <100 mg kg<sup>-1</sup>) kaynaklanan arıtma çamurları ve kompostlar da Ni içermektedirler (Schachtschabel et al., 1995).

Kongshaug et al. (1992)'a göre dünya kaya fosfatı rezervlerinde 2-37 mg kg<sup>-1</sup> (ortalama 29 mg kg<sup>-1</sup>) Ni bulunmakta, 20 kg P ha<sup>-1</sup> uygulamasıyla toprağa 4 g Ni ha<sup>-1</sup> girişi gerçekleşmektedir (Mortvedt, 2005).

Nikel, kolaylıkla kilyet oluşturmaları nedeniyle, enzimlerde ve fizyolojik aktif merkezlerde bulunan ağır metallerle yer değiştirir. Bitkide gereğinden fazla

bulunan Ni klorofil sentezi ve yağ meta-bolizmasında olumsuz etki yapmaktadır. Diğer yandan *üreez* ve birçok *hidrogenaz* enziminin metal yapı maddesi olma özelliğini taşımakta, bu nedenle Ni içerikleri az olan bitkiler üre şeklinde uygulanan N'lu gübreden yararlanamadıkları gibi, üre bu bitkilerde toksik etki de göstermektedir (Kacar ve Katkat, 1998).

Hakerlerler vd., (1995), tarım topraklarının ot-yollara yakınlığının yanında, benzin ve dizel motorlu araçların bu yollardaki trafik yoğunluğunun da özellikle Cd, Pb ve Ni kirliliği ortaya çıkardığını saptamışlardır.

"Toprak Kirliliği Yönetmeliği"ne göre toprakta kabul edilebilir Ni sınır değerleri pH 5-6 arasında 30 mg kg<sup>-1</sup>, pH >6 ise 75 mg kg<sup>-1</sup> olarak kabul edilmiştir (Anonim, 2005).

Araştırmada zeytin bahçelerinin alınabilir Ni içeriklerine bakıldığında en düşük 0.5336 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 3.7052 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçlarının tamamı Kloke (1980)'un topraklarda alınabilir Ni için bildirdiği 20 mg kg<sup>-1</sup> (20 000 µg kg<sup>-1</sup>) değerinin çok altında bulunmakta ve bu sonuçlara göre toprakların Ni yönünden kirlilik sorunu göstermedikleri yargısını ortaya koymaktadır.

Zincircioğlu (2010), geleneksel ve organik üretim yapılan zeytin bahçelerde iki yıl süreyle alınabilir ağır metal içeriklerinin farklı derinliklerde belirlenmiş ve çalışmanın ilk yılını temsil eden toprak örneklerinde alınabilir Ni içerikleri geleneksel bahçelerde yukarıdan alt katmanlara doğru olmak üzere sırasıyla 0.008–0.473, 0.008–0.300, 0.005–0.188 mg kg<sup>-1</sup> aralığında dağılım göstermiştir. Bu değer organik bahçelerde de ilk derinlikte 0.023-0.108; ikinci ve üçüncü derinliklerde ise 0.010–0.124, 0.0550–0.0252 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunduğunu bildirmiştir. İkinci yıl örneklerinde anılan elementin geleneksel bahçelerin ilk derinliğinde 0.023-1.308 mg kg<sup>-1</sup>, ikinci derinliğinde 0.024-0.846 mg kg<sup>-1</sup> ve son derinliğinde 0.046-0.439 mg kg<sup>-1</sup> aralığında dağıldığı gözlenmektedir. Organik bahçelerde en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla 0.031-0.824, 0.053-0.395, 0.080-0.368 mg kg<sup>-1</sup> miktarda bulunduğunu ortaya koymuştur.

Kulu (2005), Kemalpaşa yöresi kiraz bahçelerinde yürüttüğü çalışmada toplam nikel yönünden incelediği organik bahçe topraklarının birinci derinlikleri 48.92-60.56 mg kg<sup>-1</sup> arasında, ikinci derinlikleri ise 48.45-67.45 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Entegre bahçelerde ise birinci derinlik için 18.52-104.26 mg kg<sup>-1</sup>, ikinci derinlik için 20.90-128.72 mg kg<sup>-1</sup> arasında Ni belirlendiğini rapor etmektedir.

Bowen (1979), topraklarda toplam nikel varlığının 2-750 mg kg<sup>-1</sup> gibi geniş sınırlar arasında değişebileceğini bildirirken, Pendias and Pendias (1984), kritik değerin 100 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu, Scheffer and Schachtschabel (1989), ise yer kabuğunda ortalama 45 mg kg<sup>-1</sup> Ni bulunduğunu rapor etmektedir.

Topraktaki hakim mineralin Co miktarı üzerine etkisinin bđyđk olduğunu bildiren Smith (1990), serpantin, andezit ve granit minerallerinin fazla bulunduğu lskoç topraklarında sırasıyla 40-200, 10-20 ve 1-3 mg kg<sup>-1</sup> Co belirlediğini rapor etmektedir. Yine aynı araştırıcı tarafından Rizobium gibi biyolojik azot fiksasyonu yoğun bakteriler için Co'ın gerekli olduğu rapor edilmiştir. Co uygulaması ile patateste nişasta ieriği yđksek daha fazla yumru őrđnđ elde edildiği, domateste meyvelerin daha iri olduğu, hđcre bđyđmesinin teşvik edildiği, peroksidaz aktivitesinin geriletilerek  $\beta$ -indol asetik asit parçalanmasının yavaşladığı, enolaz ve pirđvik asit kinaz gibi enzim aktivitelerinin arttığı Bergmann (1992) tarafından rapor edilmiştir. Bitki gelişmesi üzerine kobaltın olumlu etkisi Reisenauer vd. (1973), Bollard (1983), Mengel and Kirkby (1987) tarafından da ağıklanmıştır. Tđm bu olgulara karşın gđnđmđzde yđksek bitkiler için kobaltın mutlak gerekli olduğunu gđsteren yeterli bir kanıt bulunmamaktadır (Kacar, 1998).

Kobalt, hayvanlar ve insanlar için ۆzellikle B<sub>12</sub> vitamininin ve bunun tđrevlerinin (kobalaminler) yapısında bulunan bir madde olarak mutlak gereklidir. Ayrıca rhizobiumların (baklagillerde) N<sub>2</sub> bağlamasında, gereklidir (Kacar, 1998). Co bitkilerde; methionin sentetaz, ribonđkleotid redđktaz ve metilmalonilkoenzim amutaz enzim aktivitelerini arttırır.

Đalıřmayı oluşturan bahçelerin Co içeriklerine bakıldığında alınabilir miktarları en dđřđk 0.3368 mg kg<sup>-1</sup> ve 1.0622 mg kg<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. Kloke (1980) topraklarda Co alınabilir değerini 80 mg kg<sup>-1</sup>, Bergmann (1992) tolere edilebilir değer olarak 50 mg kg<sup>-1</sup> olarak bildirmektedir.

Kulu (2005), Kemalpaşa'da bulunan kiraz bahçelerinde yaptığı đalıřmasında entegre ve organik őrretim yapılan alanlardan alınan toprak őrneklerin toplam Co içeriklerini incelendiğinde organik yetiştiricilik yapılan bahçelerin birinci derinliklerinde 7.36-11.93 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişen değerlerde, ikinci derinliklerinde ise 10.4-14.21 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişen değerlerde Co saptanmıştır. Entegre yetiştiricilik yapılan bahçelerde ise Co miktarı birinci derinlikte 5.33-9.93 mg kg<sup>-1</sup> arasında, ikinci derinlikte ise 5.58-12.43 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişiklik gđsterdiđini bildirmiştir.

Tarımsal girdilerden kaynaklanan kirliliklerin yanı sıra, hızlı endđstrileřme ve birlikte getirdiği etkililikler de ۆnemli ۆlçđde ağır metal kirliliğine neden olmaktadır. Bunlardan Pb, Cd, Hg, Be, Sb gibi ağır metaller toksik etkilidir. Canlı organizmaların doğal yaşamları boyunca bu maddelerin eser miktarda bulunduğu ortamda yaşamlarını sđrdđrmeleri nedeniyle toksik etkilerini ortadan kaldıracak mekanizmaya sahip olamadıkları bilinmektedir. Kirlenmeye neden olan bazı elementler organizmaların yaşantılarını sđrdđrmek için gerekli olmakla beraber, bu elementler canlıdaki işlevlerini ۆok dar sınırlar arasında ortaya koymaktadırlar. Konsantrasyonlarındaki en kđřđk bir fark, dokularında ikinci bir değişime neden olarak, organ ve dokunun zarar gđrmesine ve gđrevini yapmamasına zemin hazırlamaktadır (Beliles, 1975).

Ağır metaller içinde en şiddetli toksisite etkisi olanların Cd, Pb ve Hg olduğu ifade edilmektedir. Bunlardan kurşun, trafik yoğunluğu ile de ilgilidir. Hamburg'da bazı noktalarda 1000 mg kg<sup>-1</sup> in ۆok őrzerinde kurşun miktarı belirlenmiştir. Bu da egzoz gazlarının bu hususta ne kadar etkili olduğunu gđstermektedir (Aid et al., 1987).

Araştırmayı oluşturan bahçelerin Sb ve Hg elementlerinin alınabilir miktarlarına bakıldığında en dđřđk ve en yđksek sırasıyla 0.0089-0.0021 ve en yđksek 0.0642-0.0080 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Ayrıca bahçelerin As ve Se elementlerinin de alınabilir miktarları belirlenmiş ve en dđřđk 0.8732-0.0492 mg kg<sup>-1</sup> en yđksek 1.4373-1.1787 mg kg<sup>-1</sup> bulunmuştur.

## TARTIşMA VE SONUĞ

Toprakta var olan ya da ۆeřitli yollarla ulaşan ağır metallerin "toplam miktar" ları ۆnemli bir ۆlçđt olmakla birlikte, örnekleme dđneminde bitkilere ne kadar yansiyebileceği konusunda daha kesin bilgiler vermesi nedeniyle "alınabilir miktar" larının belirlenmesi ۆncelik taşımaktadır. Bu nedenle őrnekler alınabilir miktarları belirlenmek őrzere analiz edilmiş; bulgular Kloke, (1980) tarafından bildirilen sınır değerleri dikkate alınarak değerlendirildiğinde, inceleme konusu olan ağır metaller yđnđnden đalıřmanın yapıldığı tarih itibarıyla her hangi bir kirlilik sorunu gđstermedikleri yargısına varılmıştır.

Değişen, sanayileşen ۆevre faktörleri, kđresel iklim değişikliğine ve iklim faktörlerinin etkinliği-ne bağlı olarak đalıřmanın halihazırda mevcut durumu ortaya koyması amacı ile planlanmıştır. Ayrıca yeni yapılacak đalıřmalara da veri sağlayacağı dđřđnđlmektedir. Toprak kirliliğinin hava kirliliği gibi geriye dđnđř

olanağı çok zor ve maliyetli olduğundan kirlilik henüz başlamadan ve zararlı düzeylere ulaşmadan tedbir alınması çok doğru bir yaklaşım olacaktır.

Benzer şekilde elde edilen veriler CBS (coğrafi bilgi sistemi) ile değerlendirilerek bölgesel ağır metal haritalarının hazırlanması, risk oluşturabilecek alanların izlenmesi yönünde kullanılabilmesi düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Aid, H.,1987, Bodenschutz und Moderne Landwirtschaft. 1174, Bielefeld.
- Alloway, B.J.,1990, Heavy Metals in Soils, ed, Alloway B.J., John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Altınbaş, Ü., Hakerlerler, H., Anaç D., Tuncay, H., Okur, B., 1994, Gediz Havzası Sulanabilir Tarım Alanlarında Ağır Metal Kirliliği ve Nedenleri Üzerinde Araştırmalar. E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 91-ZRF-51.
- Altınbaş, A., Çengel, M., Uysal, H., Okur, B., Okur, N., Kurucu, Y., Delibacak, S., 2004. Toprak Bilimi. Ege.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No: 557.İzmir. 355s.
- Anonim, 2005. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. Erişim tarihi: Haziran, 2013
- Beliles, R.P., 1975, Metals in Toxicology, The Basic Science of Posions, L.J.Casaratt&J.Dull (Eds.) Macmillan Publ. Co, Inc., New York.
- Bergmann, W., 1992, Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen, Dritte, Erweiterte Auflage, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.
- Bowen, H.J.M., 1979, Environmental Chemistry of the Elements, Academic Press, London-New York-Toronto-Sydney-San Fransisco.
- Bowen, H.J.M., 1979, Environmental Chemistry of the Elements, Academic Press, London
- Fergusson, J.E., 1990, *The heavy elements: Chemistry, environmental impact, and health effects*, ISBN 0080348602, 614p, Newyork
- Fiege, N., Grunwaldt, H.S., 1977, Einordnung von Abfallstoffen in Belastungsgrade im Erlass des Hessischen ministers für. Landesentwicklung, Umwelt, Landwirtschaft Forsch (4)-34179.
- Gönülsüz, E., 2000, Şeftali Bahçelerinin Beslenme Düzeyi ve Ağır Metal İçeriklerinin İncelenmesi, Ege Üniversitesi Araştırma Fonu Proje Raporu, Proje No:99/ZRF/034, Bornova-İzmir.
- Hakerlerler, H., Anaç,D., Okur, B., Saatçi, N., 1994, Gümüldür ve Balçovadaki Satsuma Mandarin Bahçelerinde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, E.Ü. Rektörlüğü Araştırma Fonu, Proje No: 92-Zrf-47.
- Hakerlerler, H., Okur B., Yağmur, B., 1995, Gediz Havzasında Otoyollara Yakın Arazilerde Motorlu Araç Trafikinden Kaynaklanan Ağır Metal Kirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, I. Gediz Havzası Erozyon ve Çevre Sempozyum Bildiriler Kitabı 10-11 Ekim 1995, s. 138-148.
- Haktanır, K. ve Arcaç, S., 1998. Çevre Kirliliği. Ankara Üni. Ziraat Fak. Toprak Bölümü, Ankara Üni. Yayın No: 1503, Ders Kitabı:457, Ankara.
- Johnsen, I., 1987, Bodenbelastung Naturopa, Nr 57, S.21.
- Kacar, B., Katkat, V., 1998, Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:27, 1998, Bursa.

## TEŞEKKÜR

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde arazi ve laboratuvar desteğinden dolayı Zir. Yük. Müh. Murat Tutam (Manisa İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü) ve Zir. Yük. Müh. Yılmaz Şivka'ya (Akhisar İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü) teşekkürü bir borç bilirim.

- Kennedy, C.D. and Gonsalves, F.A.N., 1987. The action of divalent zinc, cadmium, mercury, copper and lead on the trans-root potential and efflux of excised roots. *J.Exp. Bot.*, 38, 800-817.
- Kloke, A., 1980, Orientierungsdaten für Tolerierbare Gesamtgehalte Einiger Elemente in Kulturboden, Mitt, VDLUFA, H, 1-3, 9-11.
- Kulu, N.E., 2006. Kemalpaşa Yöresi Organik ve Entegre Kiraz Yetiştiriciliğinde Salihli Çeşidinin
- Beslenme ve Ağır Metal Durumlarının İncelenmesi. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Leep, N. W., 1981. Effect of Heavy Metal Pollution on Plants, Pollution Monitoring Series, Volume 1, Liverpool.
- Mengel, K., Kirkby, E.A., 1987, Principles of Plant Nutrition International Potas Institute P.O. Box. CH. 3048, Worblaufen, Bern Switzerland.
- Mengel, K. and Kirkby, E.A., 1978. Principles of Plant Nutrition. 4<sup>th</sup> Edition. Publisher, International Potash Institute, Switzerland. 539p.
- Mortvedt, J.J., 1987. Cadmium levels in soils and plants from some long-term soil fertility experiments in the United States of America. *Journal of Environmental Quality.*, 16: 137-142.
- Özkan C., F., 2008. Antalya Ve Çevresi Örtüaltı Domates Yetiştiriciliğinde Toprak Verimliliği, Bitki Besleme, Bazı Kalite Ve Stres Parametreleri Arasındaki İlişkiler, E.Ü.Z.F. Doktora Tezi, Bornova- İzmir.
- Pendias, K.A., Pendias H., 1984, Trace Elements in Soils and Plants, CRC Press, Boca Raton.
- Schachtschabel, P., Blume H. P., Brümmer G., Hartge, K.H. and Schwertmann, U., 1995. Toprak Bilimi (Çevirenler; H. Özbek, Z. Kaya, M. Gök, H. Kaptan) Ç.Ü.Ziraat Fak. Genel Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: 16. Adana. 816 s.
- Scheffer, F., Schachtschabel, P., 1989, Lenrbuch der Bodenkunde 12. Neu Bearb, Aufl, Unter Mitarb, Von W.R. Fischer, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Sharma, P. and Dubey, R.S., 2005. Lead toxicity in plants. *Braz. J. Plant Physiol.*, 17(1):35-52.
- Smith, K.A., 1990, Manganase and Cobalt in Heavy Metals in Soils, ed. B.J. Alloway, John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Soltanpour, P.N. and Workman, S.M., 1981. Use of inductively-coupled plasma spectroscopy for the simultaneous determination of macro-and micronutrients in NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>-DTPA extracts of soils. In Barnes R.M. (ed). Developments in Atomic Pasma Analysis, USA, PP. 673-680.
- Zincircioğlu, N., 2010, Organik Ve Geleneksel Zeytin Yetiştiriciliğinde Bitki Beslenme Durumunun Meyve, Yaprak ve Zeytinyağında Önemli Kalite Ölçütleri Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak bilimi ve Bitki Besleme Kürsüsü (Doktora Tezi), Bornova-İzmir.