

Ağır Metal Toprak Kirliliğinin Gıda Zinciri ve İnsan Sağlığına Etkisi

Necla Çağlarımak¹, A. Zeki Hepçimen²

¹Celal Bayar Üniversitesi, Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkez Müdürlüğü, Manisa

²Celal Bayar Üniversitesi, Saruhanlı Meslek Yüksekokulu, Saruhanlı, Manisa
E-posta: caglarimacknecla@hotmail.com

ÖZET

Çevre kirliliği hava, toprak ve su kirliliği olarak üçlü bir çember içerisinde doğada oluşmakta ve sonuçta insanın da dahil olduğu tüm ekosistemi etkilemektedir. Toprak kirliliği ise doğada giderilemeyen ve dönüşümü olmayan kirliliktir. Kirli toprakta tarım yapılamamakta, bu tür topraklar atıl kalmaktadır. Toprak kirliliği gerek hava kirliliği, gerekse su kirliliğinin doğada son noktasını oluşturmaktadır. Ağır metallerin sebep olduğu çevre kirliliği, su, hava ve doğrudan toprak kirliliğine yol açan madencilik çalışmaları, gübre ve pestisitler, sanayi atıkları ve hidrokarbon yanma ürünleri ile toprağa ulaşabilmektedir. Sonuçta ağır metaller, kontamine olmuş topraklarda yapılan bitkisel üretimler ve meraların da kirlenmesi ile gıda zincirine dahil olmakta, tüm canlı sistemlerini etkilediği gibi insan sağlığını da olumsuz olarak etkilemektedir. Toprak kirliliğine sebep olan başlıca ağır metaller arasında kurşun (Pb), civa (Hg), arsenik (As), çinko (Zn), bakır (Cu), krom (Cr) ve kadmiyum (Cd) sayılabilir. Bu derlemede ağır metallerin tarım ürünleri ve meraları kirlenmesi sonucu insan sağlığına olan olumsuz etkileri gıda zinciri dahilinde incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çevre, Toprak kirliliği, Ağır metal, Gıda zinciri

Effect of Heavy Metal Soil Pollution on Food Chain and Human Health

ABSTRACT

Environmental pollution exists in the world as a trial chamber of air, water and soil; therefore, it influences all the ecology that the human beings are included. Soil pollution is a kind of pollution that can be hardly eliminated from environment. Agriculture cannot be performed in polluted soil, and such lands remain idle for agricultural practices. Soil pollution is the last focal point of air and water pollution. Heavy metals may cause environmental pollution, and soil pollution caused by mining practices as well as water and air pollutions, fertilizer and pesticides, industrial chemical substances could reach soil by hydrocarbon burning products. Agriculture in polluted soil becomes a source of contamination for food chain. Thus, it becomes harmful for human health as well as for other living systems. Major heavy metals causing soil pollution are lead (Pb), mercury (Hg), copper (Cu), chrome (Cr) and cadmium (Cd). In this study, the effect of heavy metal contamination of soil on human health and food chain was briefly reviewed.

Key Words: Environment, Soil pollution, Heavy metal, Food chain

GİRİŞ

Günümüzde toprak kirliliğinin küresel bir sorun haline geldiği bir gerçektir. Başlıca toprak kirleticileri, ağır metaller, pestisitler, hormonlar, organik bileşikler ve radyoaktif hidrokarbon yanma ürünleri olmak üzere bir döngü içerisinde olduğu, giderek büyük bir sorun haline geldiği bildirilmektedir [1a, 1b]. Başlıca toprak kirleticisi ağır metaller Cd, Cr, Hg, Pb, Cu ve Zn'dur. Bu ağır metaller bitki dokularında birikerek gıda zinciri içerisinde hayvan yemi ve gıdalara girmektedir. Ağır metal bulaşan bitkiler de hayvanların besin zincirine girerek hayvan

etine ve sütüne de geçerek dolaylı yünden gıdalara dahil olmaktadır.

Albering ve ark. [2] tarafından Maure nehrinin kışın taşması ve sel felaketi sonucu toprakta neden olduğu ağır metal kontaminasyonları araştırılmıştır. Bitkilerin topraktan ağır metal alımlarını etkileyen başlıca faktörler pH, sıcaklık, toprağın katyon değişim kapasitesi, topraktaki diğer metallerin oranı, kimyasal seçicilik, bitkinin yağı ve türü gibi faktörlerdir. Araştırmada baklagiller, kök sebzeler ve yapraklı sebzelerin bünyelerine almış oldukları ağır metal miktarı tarlalara sel taşmalarından sonraki hasatlarda incelenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Maure ırmağında selden sonra deney bahçesinde hasat edilen sebzelerin ağır metal miktarları (mg/kg taze ağırlık) [2]

Ağır Metal	Sebze	Ortalama	Aralık	Standart değerleri aşan örnekler
Cd	Marul	0.10	0.03-0.21	1
	Patates	0.04	0.02-0.12	1
	Baklagil	a	-	0
Cu	Marul	0.70	0.30-1.10	
	Patates	1.40	1.36-1.65	
	Baklagil	0.66	0.33-1.38	
Pb	Marul	0.10	0.04-0.13	0
	Patates	-	-	0
	Baklagil	-	-	0
Zn	Marul	6.80	5.40-9.10	
	Patates	3.50	1.80-6.10	
	Baklagil	4.60	4.30-6.30	

a= belirleme limitlerinin altında

İnsanların ağır metal bulaşması ile karşı karşıya kalması toprakla teması sonucu doğrudan alım ya da bitkisel veya hayvansal ürünler yolu ile olmaktadır. Tablo 1'e göre en yüksek Cd, Pb ve Zn miktarları marulda, en yüksek Cu miktarı ise patatesten saptanmıştır. Biokonsantrasyon faktör (BKF) toprak-bitki-insan yolu ile ağır metal etkileşimini modelleyen bir sistemdir. BKF, bitki dokusunda bulunan kirlleticinin denge konsantrasyonu terimi ile açıklanmaktadır. En yüksek BKF değeri marulda bulunmuştur. Şöyle ki, kg taze ağırlıktaki miktarlar (g olarak) 0.28-0.98 Cd, 0.14-0.54 Cu, 0.001-0.016 Pb ve 0.14-0.26 Zn şeklindedir [3, 4, 5, 6].

Macaristan'da yapılan bir çalışmada ağır metal kirliliğinden kaynaklanan toprak kirliliğinin toprak mikroorganizmalarına olan etkisi araştırılmıştır. Kirli toprakta gerçek ağır metal kirliliği düşük seviyelerde saptanırken Cr ve Cd değerleri Macar Toprak Kirliliği Yönetmeliği'ne göre yüksek bulunmuştur. Kirli topraklarda gözlemlenen Zn miktarı (123 mg/kg) kirli olmayan topraklardaki miktar ile benzer olmakla birlikte, Cr (83.6 mg/kg) ve Cd (2.3 mg/kg) değerleri önemli oranda yüksek belirlenmiştir. Toprak mikroorganizmalarının metabolik aktivitelerini topraktaki ağır metal kirliliği etkilemektedir [7].

Çevre kirliliğinden etkilenen ve yaygın olarak yetiştirilen bazı sebzelerde Pb ve Cd miktarları karayoluna yakınlığına göre 50, 100 ve 150 m mesafelerde belirlenmiştir. Çalışmada Pb ve Cd miktarlarının karayolundan belirlenen mesafelere göre değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca karayolu kenarında bulunan bitkilerin filtre edici ve bariyer etkilerinin olduğu bulunmuştur [8].

Ağır metallerin çevresel faktörlerden başka gübre, alet ve ekipmanlardan da gıdalara bulaştıkları bilinmektedir. Civa bulaşığının oluşum mekanizmaları yer kabuğunda yaygın olarak bulunan civa bileşikleri toz ve gaz formunda atmosfere daha sonra yeryüzü suları ve toprağa düşerek bitkilerin bünyesine geçebilmektedir [9]. Çağlarırnak [10] tarafından ağır metallerin çevreyi kirlletmesine işaret edilmiş, tüm çevre kirliliği faktörlerini önlemede olduğu gibi ISO 14001'in (çevre yönetim standartları uygulaması) yönetmelik ve disiplin

uygulamasının bu yönde, her şeyden önce toplum vicdanı ve bilincinin harekete geçirilmesi ve çevre eğitimlerinin gerçekleştirilmesinin mutlaka gerekli olduğu bildirilmiştir [10]. Ağır metallerin sebep olduğu toprak kirliliği faktörleri gıda güvenliğini tehdit edip, risk oluşturmada toprak florasını ve toprak kompozisyonunu bozmaktadır. Topraktaki mikroorganizmaların ve toprak solucanlarının azalmasına, toprağın biyotik yeteneğinin de azalmasına sebep olmaktadır. Toprak kirliliğinin başlıca iki ana suçlusu maden eritme ve diğer maden çalışmaları ile lağım ve kanalizasyon çamurunun toprağa yayılmasıdır [11].

Asit yağmurları ve ağır metal kirliliğinin Romanya'da Elatna bölgesinde önemli toprak kirliliğine yol açtığı Lacatusu ve ark tarafından araştırılmıştır [12]. Bu bölge bir endüstri bölgesi olup madencilik, metalürji ve kimyasal aktivitelerin yoğun olduğu bir bölgedir. Toprağın %68'inin bu aktiviteler tarafından kirlitildiği saptanmış, toprak asitliği pH 3.6 ve 3.9 değerleri arasında bulunmuştur. Toprakta olması gereken değerlerin çok üzerinde Pb (41), Cu (41), Zn (7) ve Cd (4) değerleri belirlenmiş ve toprakta ağır metal kirliliği tespit edilmiştir. Toprak biyolojisine ağır metal kirliliğinin verdiği zarar ve kayıplara dair çeşitli çalışmalar mevcuttur [12, 13, 14, 15]. Kuzey Fransa'da tarım arazilerinde yapılan bir çalışmada Zn, Cd ve Pb ile bulaşmış toprakta toprak canlılığı için gerekli olan toprak solucanlarının türlerinde kirli bölgelerde sayıca azalma görülmüştür. Metal kirliliği olmayan topraklarda bu oran 271 Ind.m⁻² iken kirli topraklarda bu oran 57 Ind.m⁻² civarında saptanmıştır [12].

AĞIR METALLERİN GIDA GÜVENLİĞİ ve İNSAN SAĞLIĞI YÖNÜNDE İNCELENMESİ

Çalışmanın bu bölümünde özellikle toprak kirliliği ve dolayısı ile su ve hava kirliliğine sebep olan başlıca ağır metallerin insan sağlığına verdiği zararlar açıklanmıştır.

Arsenik

Yüzey ve içme sularında 0.5-1.0 mg/L arsenik bulunması insan zehirlenmelerine neden olmaktadır.

Tarımda kullanılan ve arsenik içeren kimi pestisitlerin kullanımı son yıllarda yasaklanmış olmakla birlikte, gıda maddelerinin arsenik ile kontaminasyonunda önemli etkenlerdir. Arsenik ile kontamine süttten zehirlenen bebeklerde, karaciğer büyümesi ve kansızlık belirtileri, bazılarında deride kahve renkli pigmentler, tırnaklarda çizgiler ve anormal elektrokardiyogram saptanmıştır. Sudan zehirlenen yetişkinlerde deri dökülmesi, deride nasır şeklinde kalınlaşma, idrarda protein ve reflekslerde yavaşlama görülmüştür. Bira zehirlenmelerinde, acı veren sinirsel krizler, kas zayıflığı, kol ve bacaklarda uyuşma, iştah kaybı, karaciğer rahatsızlığı, deride kahve renkli pigmentler ve deri altında aşırı derecede sıvı toplanması gözlenmiştir. Kemik ve solunum sistemi kanseri de görülebilir [16, 17]. Arseniğin 70-180 mg alınması canlılarda öldürücü etki göstermektedir. Arsenik zehirlenmelerinde yutma güçlüğü, karın ağrısı, kusma, ishal, kas krampları, susuzluk hissi, koma ve ölüm görülmektedir. Arsenik özellikle saç ve tırnakta birikir ve deri, akciğer, mesane kanserine neden olabilir. Nefeste sarımsak kokusu, aşırı terleme, kas güçsüzlüğü, deride renk değişikliği, el ve ayaklarda duyu kaybı ve ayakta gangren ile kendini belli eder [18, 19].

Civa

Civa birçok sanayi dalında kullanıldığı için, çevresel kontaminasyon ile balık ve deniz hayvanlarından, yapısında civa bulunan tarım ilaçlarının sık kullanımı sonucu, tarım ürünlerinin yapısından beslenme döngüsüne girerek etkisini göstermektedir. Yapılan çalışmalar balık, et ve bazı süt ürünlerinde yüksek düzeyde civa bulunabildiğini göstermiştir [16, 20]. Sanayi kuruluşlarının deniz sahillerinde yoğunlaşması, bu bölgelerde yaşayan balıkların dokusunda civa düzeyinin artmasına neden olmuştur. Civanın bir canlıdan başka bir canlıya aktarılmasının incelendiği bir çalışmada, 8 ppm civa püskürtülen tohumlarla beslenen civcivlerin kaslarında yaklaşık 2 kat civa birikimi saptanırken, civa ile kontamine olmuş civcivlerle beslenen kır sansarlarında 6 kat civa birikimi saptanmıştır [16]. Civa zehirlenmesi sonucu oluşan akut zehirlenmeler ile nörolojik bozukluklar, böbrek hasarı oluşmakla birlikte kronik zehirlenme sonucunda titreme, diş etleri iltihabı, psikolojik değişiklikler ile gebelerde düşük ya da bebekte doğumsal anomaliler gözlenebilmektedir [18].

Kadmiyum

Kadmiyumun birçok sanayi dalında kullanılması toprak, hava ve suyla gıda maddelerine bulaşma riskini arttırdığı ve bazı gıdalarda yüksek düzeyde kontaminasyona neden olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir. Kadmiyumun çinko ile birlikte galvanize çinko kaplı ambalajlarda kullanılması, bu tür ambalaj materyallerinin asitliği yüksek gıdalarda zehirlenme olayları oluşturduğu saptanmıştır. Gıdalarda bulunan organik asitlerin ambalaj duvarının yapısında bulunan kadmiyumun çözünürlüğünü artırdığı düşünülmektedir. Kadmiyumun vücuda alınma yollarından biri de içme sularıdır [16, 20]. Uzun süreli kadmiyuma maruz kalındığında en fazla etkilenecek organ böbreklerdir. Yapılan araştırmalarda; böbrekte biriken kadmiyum konsantrasyonunun (yaş

ağırlık üzerinden) 200 mg/kg'a ulaşması durumunda, böbrek fonksiyonlarında bozulma olduğu tespit edilmiştir. Böbrekte oluşan hasarın tekrar geriye dönüşü mümkün değildir. Akciğer ve prostat kanserlerinin oluşumunda kadmiyumun etkisi kesin olarak belirlenmiştir [21].

Kurşun

Çevre kirliliğine neden olan kurşunun büyük bölümü motorlu araçlarda kullanılan benzinin yanması sonucu ortaya çıkan tetra etil kurşundan kaynaklanmaktadır. Endüstriyel atıkların suyla taşınması sonucu deniz canlılarında kurşun bulaşmasına rastlanmaktadır. Kurşunun vücutta toksik etki yaratması için kanda veya yumuşak dokularda belli bir düzeye kadar birikmesi gerekir. Yaş, beslenme ve fizyolojik durumlar gibi birçok faktöre bağlı olarak etkisi değişmektedir. Çocuklar için 40-80 µg Pb/ 100 mL toksik belirtilerin görülebileceği, 80 µg Pb/ 100 mL kurşun zehirlenmelerinin görüldüğü düzeydir. Saçlar, kemikler ve dişlerdeki kurşun miktarı muhtemel kurşun zehirlenmeleri hakkında bilgi vermektedir [16]. İnsanlarda kurşun zehirlenmesi sonucu oluşan akut zehirlenmelerde beyin hasarı ve ölüm, bebekler ve çocukların çok duyarlı olduğu kronik zehirlenme vakalarında ise küçük yaşta kurşuna maruz kalmada zekâ geriliği, öğrenme bozuklukları ve hiperaktivite ile kan basıncı yüksekliği, kronik anemi, periferik sinir hasarı görülebilmektedir [21].

Nikel

Bitkisel yağların hidrojenizasyonunda en önemli kontaminasyon kaynaklarından biridir. Ağız yoluyla alınan nikelin büyük kısmı vücut tarafından absorplanmadan dışkı ile dışarı atılır, bir kısmı akciğer, bağırsak ve deri gibi dokularda birikebilir. Nikel organizmada ribonükleik asit gibi moleküllerle kuvvetlice bağlanabilir. Sistin, metiyonin ve histidin gibi aminoasitler, fosfolipidler, asetil Co A ve sitrik asit gibi bileşenlerle birleşebilir. Alet ve ekipmanla beraber gıda maddelerine uygulanan bazı işlemler de nikel kontaminasyonu düzeyini etkilemektedir, örneğin, hububatın öğütülmesi veya tahılın parçalanması bu ürünlerin nikel içeriğini azaltırken, pişirme işlemi bu düzeyi artırmaktadır. Yapılan bir çalışmada bir saatlik pişirme sonrası çelikten gıda maddesine 0.13-0.22 ppb düzeyinde nikelin geçtiğini göstermiştir. Rusya'da nikel rafinasyon işçileri üzerinde yapılan bir çalışmada, mide ve akciğer kanserine yakalanma oranının yüksekliği dikkat çekicidir. Aynı sonuçlar İngiltere ve Japonya'daki rafinasyon işçileri üzerinde de saptanmıştır [16]. Nikelin zehirleyici miktar olarak vücuda 7 ila 35 mg/kg alımı sonucu gözlenen akut sonuçlarına göre bulantı, kusma, ishal, nefes darlığı, karaciğer ve böbrek hasarı oluşabilmekte, kronik zehirlenme ile de alerjik reaksiyonlar oluşabilmektedir [18].

Diğer ağır metaller ve sağlık üzerine etkileri

Çinkonun toksikolojik belirtileri mide krampı ve ishal şeklinde gözlenmektedir. Deney hayvanları üzerinde kanserojenik etkisi saptanmıştır [16]. Bakırın içme suyuyla yüksek miktarda alınımı sonucunda bulantı,

kusma, ishal, karın krampları, karaciğer ve böbrek yetmezliği (1 yaşın altındaki çocuklarda 14 günden fazla 1000 µg/L'den daha yüksek miktarda bakır içeren suya maruz kalma sonucunda) gözlenebilmektedir. Yetişkinler için karaciğer yetmezliği ya da Wilson hastalığı olanlar bakıra karşı daha duyarlıdır [21]. Kromun fazla miktarda insan vücuduna girmesi ile birlikte oluşan akut zehirlenme (1-5 g krom tuzu alınması sonucu); gastrointestinal bulgular, kanama bozukluğu, nöbetler, kalp damar sisteminde şoka bağlı ölüm görülebilmektedir. Selenyum zehirlenmesi ile bulantı, kusma karın ağrısı, titreme, tırnaklarda değişiklikler, saç dökülmesi, deride renk değişikliği, dermatit, dişlerde çürüme gözlenebilmektedir [18]. Bor için öldürücü miktar yetişkinlerde 15-20 g, çocuklarda 3-6 g olarak verilmektedir. Bor zehirlenmesi belirtileri bulantı, kusma, ishal, nöbetler, deri döküntüleri ve soyulma olarak verilmektedir. Antimon toksisitesi suda eriyebilirliğine ve bulunduğu forma göre değişir. Suda çözünen formları bulantı, kusma, ishal, karın ağrısı ve kalpte toksik etki yapar. Uzun süreli maruz kalım optik sinir hasarı, retina kanaması yapar [18].

SONUÇ

Ağır metaller küresel kirlilik faktörleri olarak insan ve tüm canlı yaşamında tehlike ve risk oluşturmaktadır. Maruz kalınan doz, genetik, kişinin bağımsızlık direnci ve genel sağlık hali, yaş, beslenme düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak insanlarda en başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır. Gıda zincirinden başka, solunum ve deri yoluyla canlılara geçerek zarar verdikleri açık ve nettir. Dünyada ve ülkemizde tehlike oluşturan ağır metallerin neden olduğu toprak kirliliğini en aza indirmek için acil önlemler alınmalıdır. Dünyada tarıma elverişli toprak miktarı çok düşük düzeydedir. Ağır metal kirliliği topraklar yitirilmiş topraklar anlamına gelir. Kirli toprakta sağlıklı yetişen bitkisel ürünler ise insan ve hayvan hayatını doğrudan olumsuz etkilemektedir. Ağır metal toprak kirliliği doğadan yok edilememekte sürekli kalabilmektedir. Bu durumda öncelikle ağır metal maden işletmeciliği ve diğer endüstri üretimleri ve/veya diğer toprak kirletici faaliyetler ve üretim yöntemleri toprak kirliliğine en az zarar verecek hatta hiç zarar vermeyecek koşullarda yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1a] Doelsch, E., Saint Macary H., Van Kerchove V., 2005. Sources of very heavy metal content in soils of volcanic island (La Reunion). *Journal of Geochemical Exploration*, in press, corrected prof, available on line 7 Nov.2005.
- [1b] Doelsche, E., Van de Kerchove, V., Saint Macary H., 2005. Heavy metal content in soils of Reunion (Indian Ocean). *Geoderma*, in press, corrected prof. Available online 24 October 2005.
- [2] Albering, J.H., van Leuson, S.M., Moonen, E.J.C., Attogewerff, J.A., Kleinjans, J.C.S., 1999. Human health risk assessment: A case study involving heavy metal soil contamination after the flooding of

- river meuse during the winter of 1993-1994. *Environmental Health Perspectives*, 107(1): 1-13.
- [3] McKone, T.E., 1994. Uncertainty and variability in human exposure to soil contaminants through home-grown food: A Monte Carlo assessments. *Risk Anal.*, 14: 449-463.
- [4] McKone, T.E., Ryan, P.B., 1989. Human exposures to chemical through food chains: an uncertainty analysis. *Environ Sci Techno* 23: 1154-1163.
- [5] Stern A.H. 1993. Monte Carlo analysis of the US EPA model of human exposure to cadmium in sewage sludge through consumption of garden crops. *J. Expo Anal. Environmental Epidemiol*, 3: 449-469.
- [6] Travis, C.C., Blaylock, B.P., 1992. Validation of a terrestrial food chain model. *Anal Environ Epidemiol.*, 2: 221-239.
- [7] Mathe-Gasper, G., Mathe, P., Szabo, L., Orgovanyi, B., Uzinger, N., Anton, A., 2005. Heavy methal pollution. *Acta Biologica Szegediensis*, 49(1-2): 71-73.
- [8] Ece, A., Çağlarırnak, N., Camcı Çetin, S., 2001. Çevre kirliliğinin sebep oldu ağır metal kontaminasyonunun sebzelede (Cd ve Pb) belirlenmesi. *Ulusal Çevre ve Ekoloji Sempozyumu*, 429-434, Bodrum.
- [9] Çağlarırnak, N., 2008. Endüstrileşmenin gıda üretimleri ve gıda güvenliğine etkileri. *10. Ulusal Gıda Kongresi*, 28-30 Mayıs 2008, Erzurum.
- [10] Çağlarırnak, N., 2007. Gıda güvenliğinin çevre kirliliği yönünden incelenmesi. *7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, 24-27 Ekim, İzmir.
- [11] Anon., 2009. <http://www.soilsworldwide.net/index.php.soil>
- [12] Lacatusu, R., Dumitru, M., Risvoneanu, I., Ciobanu, C., Lungu, M., Corstea, S., Kovacsovics, B., Baci, C., 1999. Soil pollution by acid rains and heavy metals in Zlatna region, Romania. Pages 817-820. In D.E.Stott, R.H. Mohtar and G.C. Steinhart (eds). *Sustain the Global Farm. Selected papers from the 10th International Soil Conversation Organization Meeting held May 24-29, 1999. Purdue Univ., USA.*
- [13] Nahmani, J. Laveile, P., Lapied, E. Van Oort F., 2004. Effects of heavy metal soil pollution on earthworm communities in the North of France. *Pedobiologia*, 47(5-6): 663-669.
- [14] Vasiliu, N., Ivan, O., Dumitri, M.,1995. Edapic arthropods as bio-indicator of agricultural soil pollution with heavy metals and fluorine. *Soil Science*, 29(2): 81-90.
- [15] Lacatusu, R., 1998. Appraising levels of soil contamination and pollution with heavy metals in Development or planning the suitable use of land resources. Published by the European Soil Bureau, *Joint Research Centre*, 393-402.
- [16] Vural, H., 1993. Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler. *Çevre Dergisi* 8: 3-8.
- [17] Beliles, R. V., 1975. Metals, in Toxicology. *The Basic Science of Poisons*. L.J. Casarett &J. Dittel (Editors) Macmillan Publ. Co, Inc., New York, USA.
- [18] Tunçok, Y., 2008. İçme suyunda ağır metaller ve insan sağlığına etkileri. http://izmir.kalder.org/Yesim_Tuncok.pdf. DEÜTF

- Farmakoloji Anabilim Dalı Klinik Toksikoloji B.D. İlaç ve Zehir Danışma Merkezi, İzmir.
- [19] Demirci, M., 2007. *Beslenme*. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ.
- [20] Concon, J.M., 1988. *Food Toxicology. Part B: Contaminants and Additives*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- [21] Anon., 2008. Ağır Metallerin İnsan Sağlığına Etkileri. <http://www.doktorre.net/forum/arsiv-konu-18053.0-agir-metallerin-insan-sagligina-etkiler.html>
-