

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE’NİN FARKLI BÖLGELERİ’NDE ÜRETİLEN
ETÇİ PİLİÇ KARKAS VE KARACİĞER
ÖRNEKLERİNDE BAZI METAL DÜZEYLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Ercan KURNAZ

FARMAKOLOJİ VE TOKSİKOLOJİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ayhan FİLAZİ

2008 – ANKARA

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	ii
İçindekiler	iii
Önsöz	iv
Simgeler ve Kısaltmalar	v
Şekiller	vi
Çizelgeler	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel Bilgiler	1
1.2. Tavukculuk Sektörünün Durumu	2
1.3. Türkiye’de Tavuk Eti Pazarının Durumu	3
1.4. Metal Kirliliği	5
1.4.1. Kadmiyum (Cd)	8
1.4.2. Kurşun (Pb)	13
1.4.3. Bakır (Cu)	19
1.4.4. Demir (Fe)	21
1.5. Tezin Amacı ve Önemi	22
2. GEREÇ VE YÖNTEM	23
2.1. Gereç	23
2.1.1. Etçi Piliç Kas ve Karaciğer Dokusu Numuneleri	23
2.1.2. Araçlar	24
2.1.3. Kimyasal Maddeler	24
2.2. Yöntem	25
2.3. İstatistik Hesaplamalar	29
3. BULGULAR	30
4. TARTIŞMA	36
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	43
ÖZET	44
SUMMARY	45
KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ	54

ÖNSÖZ

Tavuk eti ve sakadatı, ülkemizde en önemli hayvansal protein kaynaklarından. Sadece ülkemizde değil Dünyanın her tarafında güvenli bir şekilde tüketilen tavuk etinin gelecekte de tüketiminin üst düzeyde olmaya devam edeceğinden kuşku yoktur.

Tavuk eti ve sakadatı kırmızı ete göre daha az yağlı, protein yönünden zengin ayrıca ekonomik ve kolay bulunabilir olması nedeniyle çok tercih edilen bir besindir.

Ülkemizde 1970’li yıllardan bu yana sürekli bir gelişme içerisinde olan tavukçuluk sektörü, kırmızı et üreticilerinin yaşadığı sorunları aşmış, modern teknolojinin olanaklarından yararlanan güçlü entegrasyonlarla protein ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılar duruma gelmiştir. Kanatlı sektörü, ülkemiz tarımı içinde en güçlü olan sektörlerden biridir.

Metaller ve diğer inorganik artıklardan oluşan kirleticiler çok çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, yaygın kirlenme nedeni oluşturmaları, çevre koşullarına çok dayanıklı olmaları, gelişmiş canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeniyle önem taşır. İnsanoğlu, sınırsız istek ve gereksinimlerini hızla tükenen doğal kaynaklardan karşılarken, çevreyi kirletmekte ve her geçen yıl doğal çevre ve dolayısıyla canlı yaşamı yönünden önem taşıyan bütün değerler değişmektedir.

Türkiye’nin Marmara-Batı Karadeniz Bölgesi, Güney Marmara Bölgesi, Ege Bölgesi ve Çukurova Bölgesi’ndeki bazı illerden toplanan etçi piliç karkas ve karaciğer örneklerinde metal düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, doktora eğitimim süresince her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof.Dr. Ayhan FİLAZİ, tez izleme komitesi üyesi Prof.Dr. Ender YARSAN ile Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü öğretim üyesi Prof.Dr. Belgin SARİMEHMETOĞLU’na, Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Sezai KAYA ile Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof.Dr. Ali BİLGİLİ, Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof.Dr. Emine BAYDAN ve Anabilim Dalı personeline, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Tarım ve Köyişleri Bakanlığı İstanbul İl Kontrol Laboratuvar Müdürü Seyfettin PARILDAR’a; maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen aileme içtenlikle teşekkür ediyorum.

SİMGELER VE KISALTMALAR

AAS	Atomik Absorpsiyon Spektrometre (Atomic Absorption Spectrometry)
Cd	Kadmiyum
Cu	Bakır
F-AAS	Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometre (Flame Atomic Absorption Spectrometry)
Fe	Demir
g	Gram
GF-AAS	Grafit Fırınli Atomic Absorpsiyon Spektrometre (Graphite Furnance Atomic Absorption Spectrometry)
GDO	Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (Genetically Modified Organismus)
kg	Kilogram
km	Kilometre
L	Litre
m	Metre
µg	Mikrogram
mg	Miligram
ml	Mililitre
Mn	Mangan
MÖ	Milattan Önce
N	Normal
nm	Nanometre
Pb	Kurşun
°C	Santigrat Derece (Celcius)
PCB	Poliklorlu bifeniller
ppb	Part per billion (Milyarda bir)
ppm	Part per million (Milyonda bir)
SEM	Standart Sapma (Standart Error Mean)
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
%	Yüzde İşareti
TGK	Türk Gıda Kodeksi
AB	Avrupa Birliği

ŞEKİLLER

Şekil 1.3.1. Türkiye’de piliç eti üretimi

Şekil 1.3.2. Türkiye’de kişi başına kanatlı ve kırmızı et tüketimi

Şekil 2.1. Kadmiyum için kalibrasyon eğrisi

Şekil 2.2. Kurşun için kalibrasyon eğrisi

Şekil 2.3. Demir için kalibrasyon eğrisi

Şekil 2.4. Bakır için kalibrasyon eğrisi

Şekil 3.1. Kurşun yönünden etçi piliç but ve karaciğer dokularının illere göre tespit edilen ortalama değerleri

Şekil 3.2. Kadmiyum yönünden etçi piliç but ve karaciğer dokularının illere göre tespit edilen ortalama değerleri

Şekil 3.3. Bakır yönünden etçi piliç but ve karaciğer dokularının illere göre tespit edilen ortalama değerleri

Şekil 3.4. Demir yönünden etçi piliç but ve karaciğer dokularının illere göre tespit edilen ortalama değerleri

ÇİZELGELER

- Çizelge 2.1.** Grafit Fırın ve Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometre için analiz parametreleri
- Çizelge 2.2.** Grafit Fırınlı Atomik Absorpsiyon Spektrometre için sıcaklık programı
- Çizelge 3.1.** Değişik illerden toplanan tavuk but ve karaciğer örneklerinde bulunan ağır metal düzeyleri
- Çizelge 3.2.** Tavuk but ve karaciğerinde bulunan ağır metallerin illere göre karşılaştırılması

1.GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Günümüzde en önemli toplum sorunlarından birisi çevre kirliliğidir. Süre gelen bilimsel ve teknolojik gelişmeler, bir yandan çok sayıda kimyasal maddenin kullanılmasına olanak verirken, öte yandan bir çok sorunu da beraberinde getirmektedir. Sanayileşmenin ve daha modern bir yaşam sağlama amacı ile sürdürülen çalışmaların doğal sonucu olarak ortaya çıkan, çevre kirliliğinin neden olduğu sağlık sorunları ve ekonomik kayıplar, günümüzde de büyüyen bir tehlike olarak önemini korumakta ve toplum sağlığını tehdit eden en önemli sorunlardan birini oluşturmaktadır. Besin kirlenmeleri artık tüm dünyada tartışmasız bir gerçek olarak kabul edilmektedir (Dağıstan, 1996).

Su, besinler ve hava ile alınan metalik kirleticiler, bütün canlılarda birikme eğilimindedir. Çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak canlılarda bulunan metalik kirleticiler su ürünlerinde, bulaşık bölgelerde otlayan ve kontamine olmuş konsantre yemlerle beslenen hayvanlarda yüksek boyutlara ulaşır. Bu şekilde besinlerle birlikte sürekli düşük düzeylerde alınan civa, kadmiyum, kurşun ve alüminyum gibi metal kalıntıları çevre ve insan sağlığını önemli derecede etkilemektedir (Sonal, 1994).

İnsan ve hayvanların sağlıklı büyüme ve gelişmeleri için iz elementlere ihtiyaçları vardır; ancak iz elementlerin fazla alınması ya da vücut için gerekli olmayan minerallerin (kurşun, arsenik, civa gibi) çeşitli şekillerde alınması canlılar için zararlı olur. Metalik bileşikler biyolojik parçalanmaya oldukça dayanıklıdırlar; bir çokları özellikle su bitkileri ve hayvanlarda birikir. Böylece metal kalıntıları besin zincirinin en ucunda olan insana kadar ulaşabilir (Vural, 1984).

İnsan fizyolojisi, gelişimini sağlıklı olarak sürdürebilmek için, farklı gıda gruplarına ihtiyaç duymaktadır. Bunlar arasında protein, yağ, karbonhidrat, şeker vs.'yi saymak mümkündür. Bu ihtiyaçlar ise farklı yiyecek maddelerinin tüketiminden sağlanabilir. Örneğin insanoğlunun protein ihtiyacının karşılanması

için farklı yiyecek maddeleri kullanmak mümkündür. Bunlar arasında baklagiller, hububat, yumurta ve süt mamulleri, kırmızı et ve tavuk eti sayılabilir. İnsanlar yaşadıkları ülkenin coğrafi yapısına ve ekonomik gelişme düzeyine bağlı olarak bunlardan birine ya da birkaçına ağırlık vererek protein ihtiyaçlarını karşılayabilirler (Büyükbingöl, 1984).

Sanayileşmenin sonucu olarak, günümüz çevre şartlarında ağır metaller (Hg, Cu, Cd, Pb, Zn gibi), endüstriyel ve her alanda toplumsal gelişmeye paralel olarak artmaktadır. Bu ağır metaller çevrede kimyasal kirlenmeye neden olduğu gibi bitki ve hayvan gelişimini etkilemekte, çevre ve besinlerdeki düzeyinin bir yansıması olarak hayvanların karaciğer, böbrek ve dalakları başta olmak üzere, ağır metal yükü giderek artmaktadır (Dağıstan, 1996).

1.2. Tavukçuluk Sektörünün Durumu

Hayvansal protein kaynağı olarak tüketilen kanatlı eti (tavuk, hindi) ile sığır eti içerdikleri besin maddeleri bakımından çok yakın değerlere sahiptir. Kanatlı etinin üretim maliyetinin düşük olması, sağlıklı beslenme açısından daha uygun oluşu ve tüketim açısından da daha kolay işlenmesinden dolayı son yıllarda kanatlı eti tüketimi tüm dünyada artış göstermektedir (Anon, 2006).

Bugün gelişmiş ülkeler dahil bütün ülkelerde tavuk eti üretimindeki yıllık artışlar devam etmekte olup örneğin ABD’de fert başına yıllık tavuk eti tüketim miktarı kırmızı et tüketimini geçmiş bulunmaktadır. Bunun en önemli nedeni, tavuk etinin daha az yağlı ve proteince zengin olması ile beraber sağlıklı bir beslenmeyi sağlamasından kaynaklanmaktadır. Ülkemizde de kanatlı eti ve yumurta tüketiminde son zamanlarda bir artış bulunmaktadır. Bu artışın temelinde, bu materyallerin ekonomik olması yatmaktadır. Ucuz olmaları, işleme kolaylığı ve içerdikleri besin madde zenginliğinden dolayı dengeli beslenmede gelecek için tavuk eti ve yumurta en önemli seçenek olarak görülmektedir (Anon, 2006).

Kanatlı sektöründeki gelişme nedenlerinin başında besleme gelmektedir. Besleme, besin madde gereksinimlerinin belirlenmesi, modern yemleme yöntemlerinin ve araçlarının uygulamaya aktarılması ve yem kalitesi ile özel bir öneme sahiptir. Çünkü, kanatlı sektöründe giderin %70'ini oluşturan yem, karlılığı belirleyen en önemli faktörlerden birisi olarak kabul edilmektedir. Hayvan beslemede amaç, en az yem maliyeti ile en yüksek üretim düzeyini sağlamaktır. Bunu sağlamanın temelinde kanatlı hayvanların besin madde gereksinimlerinin iyi tanınması ve kanatlı sindirim sistemi ile bağlantılı olarak bu gereksinimlerin ve yemlemenin iyi yorumlanıp yeni yöntemlerin uygulanmasında hayvana ait fizyolojik ve anatomik özelliklerin dikkatlice irdelenmesi gerekmektedir (Anon, 2004).

Tüketici bilincinin ve refah düzeyinin artması ile insanlar her geçen gün daha kaliteli ürün tüketme yoluna giderken, hayvan besleme konusunda araştırma yapan kişiler de üretimin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için yoğun çalışmalar içerisine girmektedirler. Bu çalışmalar eşliğinde kanatlı sektöründe başarıya ulaşabilmek için bazı konulara dikkat edilmesi gerekmektedir. Üretim kayıplarının azaltılması, hayvanların sağlıklı tutulması, üretim miktarı ve kalitesinin artırılması, elde edilen ürünlerin maliyetinin daha düşük düzeylere indirilmesi, başarıya ulaşma konusunda gerçekleştirilmesi gereken önemli yaklaşımlardır (Anon, 2003).

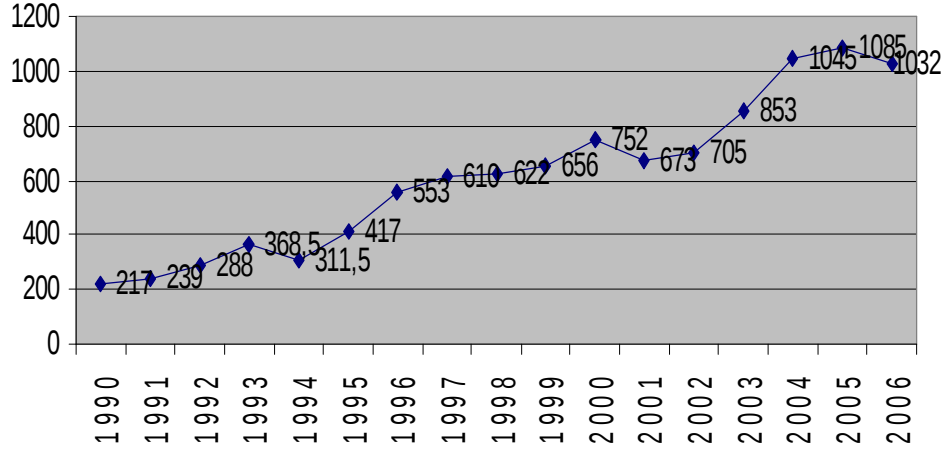
Tavuk eti üretimi, niteliği itibarıyla üretimin kısa sürede arttırılabilmesi gibi bir özelliğe sahiptir. Örneğin bir civciv 40-45 gün içinde 1.5-2.0 kg ağırlığa ulaşarak tüketilebilir hale gelmektedir. Bunun yanında, tavuk eti üretimi bir çiftçi ve ailesinin fazla bir yardım ihtiyacı duymadan yapabileceği bir iştir. Buna ek olarak, tavuk eti üretimi büyük bir sermaye ve yatırım gerektirmemektedir (Büyükbingöl, 1984).

1.3. Türkiye’de Tavuk Eti Pazarının Durumu

Türkiye’de kanatlı sektörü, 1990 yılında 217 bin ton üretim seviyesinde iken, 2000 yılında 752 bin ton, 2006 yılında 1.032 bin ton üretim düzeyine ulaşmıştır. 2006 yılı kanatlı eti üretiminin 946 bin tonu piliç eti, 46 bin tonu hindi eti, 40 bin tonu çıkma tavuk ve diğer kanatlı etleridir. Türkiye’de kırmızı et üretiminin giderek gerilemesi sonucu

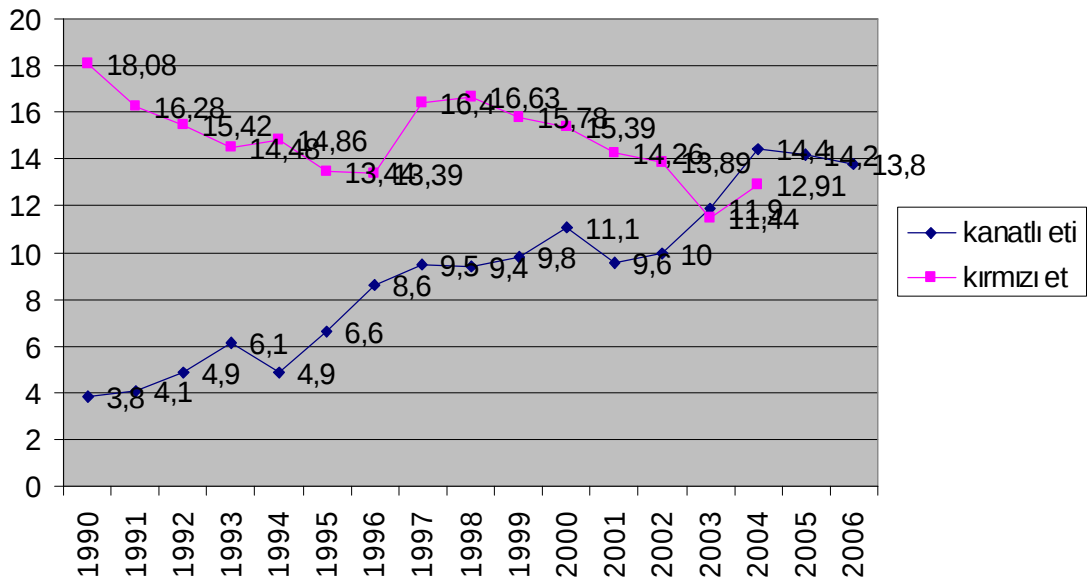
ortaya çıkan hayvansal protein açığı, tavuk ve hindi eti üretiminin artışı ile dengelenebilmiştir (Anon, 2007).

Piliç eti üretimi (Bin Ton)



Şekil 1.3.1 Türkiye’de piliç eti üretimi (bin ton)

Fert başına piliç eti tüketimi 1990 yılında 3,8 kg iken, 2004’de 14 kg’a yükselmiş ve halen de bu seviyeyi muhafaza etmektedir. AB ülkelerinde ise ortalama tüketim yıllık 26 kg/kişi’nin üzerindedir (Anon, 2007).



Şekil 1.3.2. Türkiye’de kişi başına kanatlı ve kırmızı et tüketimi (kg/yıl)

1.4. Metal Kirliliği

Günümüzde hızlı endüstriyel gelişim, kentleşme, nüfus artışı ve yoğun tarımsal ilaç uygulamaları yüksek düzeylere varan bir çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu kirleticiler arasında metaller ve metal bileşikleri önemli yer tutarlar. Bunlardan bazıları esasında canlı yaşamı için de gereklidir. Canlı organizmaların çevre kirliliğine neden olan metal veya metal bileşiklerinin çok az bulunduğu bir ortamda gelişmelerini sürdürebildikleri ve bunların toksik etkilerini ortadan kaldıracak bir mekanizmaya sahip olmadıkları da bilinmektedir. Doğal veya biyolojik ortamda ortaya çıkan metaller ya da metalik bileşikler çevre şartlarına çok dayanıklı olduklarından, çevredeki biyolojik sistemlerde ve besinlerdeki miktarları giderek artar. Karasal kesimde ortaya çıkan çeşitli atık ve artıklar yağmur, dere, sel suları, erozyon ve rüzgar gibi doğal olaylarla akarsu, göl ve denizlere ulaşır. Su kirliliğinin önemli sebeplerinden birisi de su sistemlerine doğrudan karışan endüstriyel ve kentsel atık sularıdır. Su ortamında oluşan kirlilikler, ekosistemlerde besin zinciri boyunca giderek artan derişimlerde birikmek suretiyle zincirin son halkasında bulunan balıklara, hayvanlara ve insanlara ulaşır (Bilgili ve ark., 1995).

Günümüzde genel bir kural halinde endüstriyel ve kentsel artık ve atıklar akarsular, göller ve kıyı sularına boşaltılmaktadır. Keza, karasal ortamda ortaya çıkan kimyasal artıklar da çeşitli doğal etkenlerle zamanla sulara yansır. Belirtilen nedenlerle özellikle iç sular ve kapalı denizler olmak üzere, dünya su sistemlerinin daha yaygın ve tehlikeli boyutlarda kirlendiğı görölmektedir (FAO, 1985; Uysal ve ark., 1986).

Metallere ilişkin olarak yukarıda özetlenen kirlenme kaynaklarından başka, büyük boyutlarda tüketilen civalı ve bakırlı fungusidler ile antidekonant olarak organik kurşun bileşikleri katılmış akaryakıtlarda bulunan metal içerikler kullanılma şeklinin bir gereğı olarak doğrudan çevre kirlenmesine katılır. Keza kömür, fueloil ve diğer akaryakıtlardan oluşan fosil yakıtlarının yakılması sonucunda her yıl on binlerce ton civa, kurşun ve benzeri metal artıkları çevreye yayılır. Öte yandan, doğal çevrenin oluşumuna katılan bakır, bizmut, civa, kurşun ve kadmiyum gibi metal çeşitleri sürekli halde doğal kaynaklardan açığa çıkarak çevre kirlenmesine katılır.

Nihayet yıllık boşaltım boyutları milyonlarca tona ulaşan endüstriyel ve kentsel kökenli artık ve atıklar özellikle ağır metal içeriğince oldukça zengindir (Şanlı, ve ark., 1990).

Doğada karşılaşılan ağır metaller toprağın doğal yapısında bulunmaları yanında özellikle maden ocakları, metal üretim ve işletme tesisleri, trafik ile endüstriyel faaliyetlerden de kaynaklanabilir. Ağır metaller canlıların vücuduna yiyecek, su ve hava gibi kaynaklardan girerek karaciğer, böbrek, dalak, kas, tırnak gibi dokularda birikir. Metallerden bazıları (Cd, Pb, Se, As gibi) son derece zehirli olmaları yanında, bazılarının (As, Cd, Cr, Pb, Ni, Se gibi) karsinogenik ve bazılarının da mutajenik ve teratojenik etkileri vardır (Yılmaz, 1997). Hayvanların metallerle maruziyeti genellikle yem ve suyla olduğundan, bu kaynaklardaki metallerle ilişkin bazı güvenli değerlerin bilinmesi gerekmektedir. Metallerden özellikle bakır, kurşun, kadmiyum, nikel gibi metaller hayvanlarda akut ve kronik zehirlenmeye neden olur. Akut zehirlenmeler kolayca fark edilebilirken, kronik zehirlenmeler çoğu kez gizli seyreder ve hayvanlarda et, süt, yapağı ve yumurta gibi ürünlerde kalite ve miktar bakımından bozulmalara, dolayısıyla ekonomik kayıplara neden olur. Kronik zehirlenmelerin tanısı canlı hayvanlarda çoğu kez idrar, süt, kan, kıl, yapağı, karaciğer, böbrek ve karkasların analizi ile mümkün olabilir (WHO, 1987).

Bazı ağır metaller ile iz elementler; canlı biyolojik sistemler için dışarıdan alınması gereken temel unsurlar olmasına rağmen, fazla miktarda ya da uzun süre azar azar alınması sonucu, gereğinden fazlasına maruz bırakıldığında insan ve hayvanlar için zehirleyici olabilmektedirler. Civa, kurşun, kadmiyum gibi metaller ise 100 ppm düzeyinin altında bile toksik etki göstererek, insan ve hayvanlarda geriye dönüşümsüz organik bozukluklar ve etkisi nesillere yansıyan genetik ve karsinogenik bozukluklar yaparak toplum sağlığını olumsuz yönde etkilemeleri bakımından özel önem taşırlar (Wlostowski, 1992).

Tarım ve hayvancılıkta, parazitlerle ve zararlılarla mücadele amacıyla hazırlanan ilaç miktar ve çeşitlerinin hızla artması, bunlara karşı aşırı ilgi doğurmuş, bunun neticesinde de bilgisiz ve dikkatsizce kullanımların arttığı gözlenmiştir. Bu

ilaçların kullanılmasıyla oluşan kirlilik her geçen gün biraz daha artmakta ve besin zincirimizi oluşturan yiyeceklere yüksek oranda geçmektedir. Ayrıca ambalaj sanayinin gelişmesine paralel olarak besin zeminine bazı kimyasal maddelerin karışma ihtimali çoğalmaktadır. Bu durumların sonucu olarak insanoğlu besinleriyle birlikte yüzlerce çeşit kimyasal madde artığını da almak zorunluluğu ile karşı karşıya kalmaktadır (Freeman ve Harne, 1972; Hammond, 1971; Holde, 1973).

İnsan ve hayvan organizmalarında 60'dan fazla inorganik element bulunmaktadır. Bu inorganik elementler değişik şekillerde sınıflandırılırlar. Organizmada bulunan miktarlarına göre yapılan sınıflandırmada makro ve iz elementler diye adlandırılırlar. Makro element anyonlar ve katyonlar olarak iki guruba ayrılırlar. Dört büyükler adı verilen ve enerji kaynağı elementler olarak kabul edilen 4 element, organik maddelere bağlı olarak bulunmakta ve vücut ağırlığının %96'sını (O: %65; C: %18; H: %10; N:%3) teşkil etmektedirler. Vücut ağırlığının %3.45'ini makro elementler ve % 0.55'ini ise iz elementler teşkil etmektedir (Sevgican, 1977).

İnsanlar yaratılışından bu yana doğadan yararlanmış, işlemiş ve sahip oldukları bilgi birikimi ile teknik ilerlemeye bağlı olarak ona egemen olmaya çalışmıştır. Bilim, bilgi üretmek ve tekniği geliştirmek olduğuna göre, hem kuramsal bilgi aracılığı ile insanı aydınlatacak ve insanı doğadan bağımsız kılacak, hem de teknik aracılığı ile doğayı işleyerek, insanın doğaya egemen olmasını sağlayacaktır. İşte doğada üstünlük kurmaya çalışması insan ile çevresi arasındaki uyumun bozulmasına sebep olmuştur. Ancak insan uzun süre çevresine verdiği bu zararın farkına varmamıştır (Kaya, 2002).

Kimyasal madde kalıntısı bulunmayan bir gıda maddesi bulmanın hemen hemen imkansız hale geldiği bugünkü yaşam koşullarında, insanoğlu besinleriyle birlikte yüzlerce çeşit kimyasal madde artığını da almak zorunluluğu ile karşı karşıya kalmıştır. Doğal olarak havada, toprakta ve sularda bulunan metallerle, özellikle son yarım yüzyılda dünyamızın önemli derecede kirlendiği yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Her metal ve metal bileşik bir endüstri zehiri olarak karşımıza çıkmaktadır (Bebianno, 1992).

Çağımızda erişilen modern yaşamın gereği olarak beslenme şekli ve alışkanlıkları da önemli değişikliklere uğramıştır. Pek çok ülkede mutfaklarda hazırlanan yemeklerin yerini hazır yiyecekler almıştır. Besin maddelerine koruma amacıyla kimyasal madde katılması beraberinde kimyasal kirlenmeyi de getirmektedir (Marcantonio, 1999).

Modern üreticilikte gelişme ve verim artırıcı olarak kullanılan çok sayıda kimyasal madde hayvansal ürünlere ve insanlara solunum ve yiyecekler yolu ile geçmektedir. İşte bu kirleticilerden kurşun, civa ve kadmiyum başta olmak üzere metallerin organizmadaki toksikolojik sorunları önem kazanmıştır. Ağır metal emisyonlarına veya endüstriyel etkilere maruz kalmanın dışında özellikle toksik elementlerin canlılar için kaynağının yiyecekler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca biyometallerinin de normal dozun üstündeki miktarların zararlı etkilerinin bulunması araştırmaları artırmıştır. Hayvanlar üzerinde yapılan deneyler ve insanlar üzerinde yapılabilen sınırlı çalışmalardan elde edilen bilgilere göre vücuttaki ağır metallerin birikmesi ve toksisitesi yiyeceklerle alınan miktar ile yakından ilgilidir (WHO, 1996).

Ağır metal kalıntılarıyla çevre kirlenmesine neden olan endüstriyel kuruluşların başında klor –alkali, vinil klorür, üretan, plastik, asetanhidrit, boya ve kağıt fabrikaları gelir. Bu tür yerlerde kullanılan civanın hemen hemen tümü, çevreye atık ve atık madde olarak yayılır (Auber, 1975).

1.4.1. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum nadir bulunan elementlerden olup, yeryüzündeki ortalama konsantrasyonu 0.1 mg/kg civarındadır. Doğada saf halde bulunmaz. Yüksek basınçta havada oksitlenerek kadmiyum oksit'i oluşturur (WHO, 1992; Sprenk ve ark., 2000).

Günümüzde dünyada önemli ölçüde artan bir şekilde kadmiyum üretimi yapılmaktadır. Kadmiyum yaygın bir şekilde metal alaşımları eldesinde kullanılır. Kadmiyum bileşikleri öncelikle nikel- kadmiyum alaşımı halinde alkali pillerin yapımında, metal kaynağında, plastik maddelerin üretiminde geniş bir kullanım

alanına sahiptir. Ayrıca, mutfak malzemelerinin kadmiyumla kaplanması ve lehim üretiminde de kullanılır. Seramikte, cam yapımında ve dericilikte kadmiyum sülfür kullanılmaktadır (Şanlı ve ark., 1995; AQQFE, 1987).

Kadmiyum doğada kurşun ve çinko maden filizleri ile birleşmiş halde bulunur. Dolayısıyla, kurşun ve çinko ekstraksiyonu ve rafineri fabrikalarında bir alt ürün olarak elde edilir. Havada çok çabuk buharlaşabilir. Kadmiyum buharı oksitlenerek kadmiyum oksit (CdO) oluşturur. Kadmiyum sülfat, kadmiyum nitrat, kadmiyum klorür gibi inorganik kadmiyum bileşikler suda çözünür. Fakat kadmiyum sülfür suda çözünmez (Elinder, 1983).

Bu metalin çeşitli endüstri dalları ve günlük yaşamda giderek artan boyutlarda kullanımı, insan ve evcil hayvanların çevresindeki kadmiyum kirliliğinin anlamlı derecelerde artmasına yol açmıştır. Atmosferdeki kadmiyum miktarı hakkında değişik bilgiler vardır. Genel olarak kırsal bölgelerde $1\text{-}5\text{ ng/m}^3$ den az, şehirlerde $5\text{-}15\text{ ng/m}^3$, endüstri bölgelerinde ise $25\text{-}50\text{ ng/m}^3$ arasında değiştiği bildirilmiştir (İzler, 1989; WHO, 1996).

Bütün bunların sonucu olarak genellikle insanların günlük olarak solunum yoluyla $1\text{ ile }20\text{ }\mu\text{g}$ arasında kadmiyum aldıkları bildirilmiştir. Bu miktar, kırsal ve endüstri bölgelerinde yaşayanlara göre değişebilmektedir. Ayrıca tütün yaprakları önemli ölçüde kadmiyum içerdiğinden sigara içimi de kadmiyum alımını artırır. Bir sigaradaki kadmiyum miktarı $1\text{-}2\text{ mg}$ arasında değişiklik gösterir. İçme suları çok düşük yoğunlukta kadmiyum içerebilirler ($0.1\text{-}5\text{ mg/L}$) (WHO, 1992; Elinder, 1983; Scherer ve ark.,1983).

Özellikle, içerdikleri kadmiyum miktarının çokluğu yönünden, deniz kabukluları ile evcil hayvanların karaciğer ve böbreklerinin sakıncalı olabileceği belirtilmektedir (WHO, 1996).

Bu değer kişinin yaşına, beslenme alışkanlığına ve yaşadığı bölgelere göre değişiklik gösterir. 1987'de yapılan araştırmada kümes hayvanlarının karkaslarında

bulunan ortalama kadmiyum değerinin yaşı ağırlık esasına göre 5 mg/kg olduğu bildirilmiştir. Hayvanların karaciğerindeki değerler karkasdan daha fazla (ortalama değerleri 16 ve 140 mg/kg) olarak bulunmuştur (Vos ve ark.,1988).

Kadmiyum, toksik etkisi bilinen fakat metabolizmadaki fonksiyonu bilinmeyen bir elementtir; bazı organların enzimatik reaksiyonlarına müdahale edebilir, çinko ve diğer metallerin yerine geçebilir, çeşitli patolojik süreçlerde kendini gösterebilir. Böbrek fonksiyonunu etkileyebilir, hipertansiyona, arteriosklerozise, gelişme geriliğine neden olabilir, sinir sistemine zarar verebilir, kemiklerde mineral oranını düşürebilir ve endokrin sistemini olumsuz yönde etkileyebilir. Örneğin ratlarda yapılan bir araştırmada kadmiyumun testosteron düzeyini artırdığı ve noradrenalinin pik yapmasına neden olduğu görülmüştür. Dozaja bağlı olarak kadmiyum bağışıklık sistemini de uyarabilir veya baskılayabilir (Bebianno ve Langstone, 1992).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) maksimum tolere edilebilecek haftalık kadmiyum alımını vücut ağırlığına göre 7µg (Cd)/kg olarak önermiştir. Buna göre 65 kg'lık bir kişı günde 65 µg kadmiyum alımını tolere edebilir (WHO,1992).

Kadmiyumun emilimi akciğer ve sindirim sistemi yoluyla olur. Gıdalarla alınan kadmiyumun ancak %5'i emilebilir (Flangan ve ark., 1978). Ağızdan alınan kadmiyum bileşikleri hayvan türlerine göre %0.5- 12 oranlarında emilir. Bu metal özellikle oksit bileşiği işletilen maden yataklarında ve kapalı fabrika ortamlarında kolayca buharlaşarak solunum havasında tehlikeli boyutlara ulaşır. Solunum yoluyla alınan kadmiyum buharları büyük ölçüde akciğerden emilir. Kadmiyum klorür gibi çözülebilen kadmiyum tuzları deriden de yaklaşık %4 oranında emilime uğrar. Emilen kadmiyum hızla karaciğer, böbrek ve dalakta birikmeye başlar. Vücut kadmiyum miktarının %50'si karaciğer ve böbreklerde bulunur. Düşük dozlarda sürekli kadmiyum alındığında böbrek kadmiyum yoğunluğu, karaciğer kadmiyum yoğunluğunun birkaç katına kadar çıkabilir (WHO, 1992; Şanlı ve ark., 1995; WHO, 1996; Pitchel ve ark., 2000).

Vücutta en yüksek kadmiyum konsantrasyonuna böbreklerde rastlanır. Böbreklerden atılım çok yavaştır. Kadmiyumun karaciğerdeki yarı ömrü, böbreklerdekinden daha kısadır (Lauwerys ve ark., 1994). Kadmiyum yüksek derecede birikme özelliğinde olan metallerden biridir. Kadmiyumun çeşitli doku ve sistemlere farklı yoğunluklarda dağılımı ve bu yapılara sıkı bir şekilde bağlanması, dokulardaki düşük molekül ağırlıklı metallothioneinin varlığına bağlanmaktadır. Vücutta kadmiyum tutulması, kadmiyum ile metallothioneinin düşük protein ağırlıktaki bir kadmiyum-protein kompleksinin oluşumu ile ilgilidir. Metallothioneinin sentezi, karaciğer ve böbreklerde gerekli olan bakır ve çinko ile teşvik edildiği gibi kadmiyum tarafından da teşvik edilir. Kadmiyum bu metallerin yerine kullanılacağı gibi aynı proteini onlarla birlikte de kullanabilir. At böbreğinden izole edilen yüksek sistein içerikli bu protein çeşidinin, özellikle çinko, civa, kadmiyum ve bakır metallerini yüksek ölçüde bağlayabildiği anlaşılmıştır. Dokulardaki birikim miktarı yaşa ve alınan kadmiyum miktarına bağlıdır (WHO, 1992; Sullivan ve ark., 1994).

Demir seviyesi ile kadmiyumun emilimi ve tutulması arasındaki ilişki ters orantılıdır. Yaşı ilerlemiş kişilerdeki kadmiyum birikimi çocuklara oranla daha fazladır (Bunker ve ark.,1984).

Ağızdan alınan kadmiyum büyük ölçüde dışkı ile atılır. İdrar da önemli bir atılma yolunu oluşturur. Ayrıca kıllar tırnak ve deri döküntüsünde de kadmiyuma rastlanır. Kadmiyum ve kurşun tarafından oluşturulan sağlık riskleri artık bilinen bir gerçektir. AB’de kadmiyum ve kurşunun yüksek düzeylerde sağlık problemlerine neden olduğu tespit edilmiş ve rapor edilmiştir (National Food Administration in Sweden, 2004).

Kadmiyumun, yeni doğmuş hayvanlarda serebrum ve serebellum hasarı yapması, endüstri işçilerindeki anosmi (koku alamama, nezle grip gibi enfeksiyonlarda olabildiği gibi koku siniri ile ilgili beyin bölgesindeki patolojilerde de görülebilir) ve dişlerde sarı lekelere yol açması, genital damarlar üzerindeki toksik etkisinden kaynaklanan testis üzerindeki olumsuz etkisi en çok dikkati çekenlerdir. Testisler düzeyindeki olumsuz etkisinin, bu metal ile çinko arasındaki kompetitif

inhibisyondan kaynaklandığı sanılmaktadır. Çünkü, çinko eksikliğinde de benzeri semptom ve lezyonlar meydana gelmektedir. Ayrıca, bu metalin pankreas beta hücrelerinin salgılama etkinliğini baskılaması sonucu hiperglisemi ve glukoza dayanamama durumuna yol açtığı da bilinmektedir. Öte yandan tavşanlarda oluşturulan kronik kadmiyum zehirlenmesinde mikrositik hiperkromik anemi gelişmiştir. Yemleri ile birlikte 62 ppm yoğunluğunda kadmiyum alan ratlarda da kesici dişlerin ağarması, anemi, kalp hipertrofisi ve kemik iliğinin hiperplazisi ile kendini gösteren zehirlenme geliştiği saptanmıştır (Anon, 1991; Merian, 1990; Buchet ve ark., 1983).

Hayvanlarda beslenmeyle ilgili çalışmalarda, metabolizmada kadmiyumun ağırlık artışına etkisi, ortamdaki bakır ve çinkonun miktarına bağlıdır. Ratlarda ve farelerde kadmiyumlu yemlerle yapılan beslenmede ağırlık artışı düşmüştür. Buna sebep ortamdaki bakır ve çinkonun etkisidir (Mutluer ve ark.,1989).

Kadmiyumun solunum sisteminde de sistematik etkileri vardır. Endüstriyel duman ve tozların solunması sonucu boğazda kurumalara sebep olduğu, denemeler sonucu tespit edilmiştir. Ayrıca baş ağrısı, kusma, kramp olabilmektedir. Ölüm sonrası otopsilerde akciğerde ödem, böbrekte şiddetli tahrişler ve karaciğer büyümesi görülmüştür. Bu bulgular yirmi yıldan fazla kadmiyum dumanı ve tozlu yerlerde çalışan işçilerde tespit edilmiş ve aynı ortama maruz kalan kişilerde düşük molekül ağırlıklı albuminlerin oluşumlarına sebep olarak Cd toz ve dumanları gösterilmiştir. Kadmiyum doğumda dokularda çok kısa bir zaman için bulunur. Fakat, konsantrasyonu yaşlanmaya bağlı olarak artar. Buna etken olarak da endüstriyel atıkların çevrede yaptığı kirlenme sebep gösterilir (Robenson, 1983).

Akut kadmiyum zehirlenmesinin ilk semptomları kadmiyuma maruz kalmadan birkaç saat sonra ortaya çıkar. Kadmiyumun inhale edilmesi irritasyona ve çeşitli akciğer hastalıklarına neden olur. Uzun süreli maruz kalma ise kronik bronşit ve amfizeme sebep olur. Bu tür etkiler alınan doz ile ilgili olup, kadmiyumun endüstride kullanılmasında sıklıkla görülür. Yine akciğer hastalıklarının bir kaynağı özellikle sigara içilmesi ile alınan kadmiyum olup bu da toksik etkileri artırır (WHO, 1996). Düşük yoğunlukta kadmiyumun uzun süreli solunmasına bağlı olarak birkaç

yıl sonra pulmoner fibrosise yol açtığı bildirilmektedir (Last ve ark., 1992; Şanlı ve ark., 1995).

Akut olaylarda böbrek ve olasılıkla kemiklerdeki birikim nedeniyle toksik etki gözlenir. Akut kadmiyum alımının intestinal etkisi birkaç günde ortaya çıkar. Toksik dozlarda alınan kadmiyum bileşikleri ile meydana gelen akut zehirlenmelerde mide bulantısı, kusma ve şiddetli karın ağrıları görülür. Kronik kadmiyum zehirlenmelerinde başta böbrek olmak üzere akciğer ve dolaşım sistemi hedef organlardır. Bu nedenle ağız yoluyla birkaç hafta kadmiyum alınmasıyla oluşan zehirlenme olaylarından, özellikle ciddi böbrek, akciğer ve dolaşım sistemi yetersizlikleri ile karaciğer hasarları ortaya çıkabilmektedir. Kadmiyum için kritik organ olan böbrekte hasar meydana getirebilecek doku kadmiyum konsantrasyonu yaklaşık 200 mg/g'dir. Böbreklerdeki kadmiyum konsantrasyonu 300 mg/g'a, karaciğerde ise yaklaşık 600 mg/g'a kadar yükselir. Günlük diette 140-260 mg arasında alınan kadmiyum, 50 seneden fazla alındığında böbrek hasarları oluşur. Yine 10 yıl çalışma odasında 50 mg (Cd) /m³ ' lük havaya maruz kalındığında böbrekte ve akciğerde fonksiyon bozuklukları meydana gelmektedir (Thun, 1989).

Japonya'da kadmiyumla ilgili endüstri kesiminde çalışan orta yaşlı işçilerde "itai-itai" hastalığı görülmüştür. Kadmiyuma maruz kalmanın bu hastalığın nedenlerinden olduğu bildirilmektedir (WHO, 1996).

1.4.2. Kurşun (Pb)

Doğada bol miktarda bulunan metallere biri olan kurşun, kolay işlenebilir olması ve korozyona karşı dayanıklı olması nedeniyle insanlar tarafından en çok bilinen ve en çok kullanılan metallere birisi olmuştur (Anon, 1987).

Organik ve inorganik kurşun bileşikleri, boya, akümülatör, su boruları, seramik, kauçuk, matbaacılık, pestisit, avcılık, çeşitli çocuk oyuncakları, besin katkı maddeleri üretimi alanlarında kullanılmaktadır. Bu yaygın olarak kullanım sonucu, gerek dikkatsizlikle ve gerekse sanayi atıkları vasıtasıyla hayvanlar sık sık kurşun zehirlenmesine maruz kalmaktadır (WHO, 2000; WHO, 2001).

Kurşun çevriminde atmosferik taşınım, en çok dikkate alınan kaynaktır. Atmosferdeki kurşun konsantrasyonu arttıkça, bu kurşunun su yaşamına ve sahil sularına etkisi de o miktarda artış gösterecektir. Stabil halde bulunan veya radyoaktif (Pb^{210}) izotopu şeklinde üzerinde yapılan araştırmalarda, havadan denize geçen kurşun bileşiklerinin yaklaşık yarısını alkil-kurşun bileşiklerinin oluşturduğu belirlenmiştir (Marcantonio ve ark., 1999).

Kurşunun tetraetil ve tetrametil gibi bileşikleri akaryakıt katkı maddesi olarak geniş ölçüde kullanıldığından çevre ve hava kirliliği bakımından önem taşımaktadır. Benzinin yanması sonucu parçalanarak organik kurşun bileşikleri, kurşunun oksit klorür, sülfat ve fosfat şekillerine dönüşmüş halde ekzoz gazlarıyla birlikte çevreye yayılır. Atmosferdeki kurşunun büyük bir bölümü bu yollardan oluşur. Bu nedenle kurşun kirliliği derecesi ülkelerin motorlu araç sayısına göre değişiklik gösterir. Yoğun trafik akımına sahip olan şehir caddeleri ve oto yolları çevresindeki bitkiler kurşunlu atıklarla kirlenir. Yapılan çalışmalara göre yerleşim bölgelerinde atmosferdeki kurşun konsantrasyonu 0.5 ile $3\mu g/m^3$ arasında bulunmuştur. Son zamanlarda kurşunsuz benzin kullanma eğilimi havadaki kurşun konsantrasyonunda azalmaya yol açacak niteliktedir. Havadaki kurşun çok küçük partiküller halinde olup küresel çapı yaklaşık $1\mu m$ civarındadır. Bu partiküller kurşun maden yatakları yakınlarında daha farklı büyüklükte ve yoğunlukta bulunmuştur (WHO, 1995; AQQFE, 1987; Watanabe, 1985).

Zamanla tehlikeli düzeylere ulaşan bu kurşun birikimi insan ve hayvanlarda kronik kurşun zehirlenmesi riski yaratır. Kurşun cevherinin çıkarılması, rafinerizasyonu ve bileşiklerinin üretilmesi de çevre için kirlilik problemi oluşturur. Bu tür kirlilik düzeyi, çıkarılan kurşun miktarına ve maden ocaklarının topoğrafyasına göre değişiklik gösterir. Ayrıca kurşun günümüzde akümülatör yapım ve onarımında, emaye üretiminde, bazı boyaların yapımında, cam üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kurşun katkılı boyalarda bulunan kurşun bileşikleri insan ve hayvanlar için de zehirlenmelere neden olabilmektedirler. Çiftliklerde ve hayvan barınaklarında bölmelerin, yem ve su kaplarının boyanmasında kurşunlu boyaların kullanılması, bu kaplara konulan içeceklerin türüne göre kurşunun iyonize

olmasına neden olur. Boya ile bulaşık atıkların veya boya artıklarının bazı hayvan türleri tarafından yalanması, çiğnenmesi, kemirilmesi ve de yutulması da önemli bir zehirlenme nedenidir. Kurşunlu kalayla kalaylanmış ya da kurşunlu alaşımla yapılmış su borularında taşınan, özellikle bu tip borularda bekleyen sular yüksek oranda kurşun içermektedirler (Elwood, 1984; Ozan ve ark., 1996).

Her çeşit doğal çevrede ve canlı organizmalarda iz halinde kurşuna rastlanır. Canlı organizmada bulunan kurşun varlığı, fizyolojik yaşam için gerekli olduğundan değil, doğal çevrede, yiyecek ve içeceklerde bulunan kurşunun kaçınılmaz bir yansımasıdır. Normal koşullarda canlı organizma ile çevresi arasında durağan bir kurşun dolaşımı vardır. Kurşun alınımı solunum ve yiyecekler yoluyla olmaktadır. Buna bağlı olarak emilim de sindirim kanalı ve akciğerden olmaktadır (İzler, 1989).

Solunum yoluyla alınan kurşunun %30 ile %50'si solunum sistemine yerleşir. Bu kurşunun tamamı vücut tarafından absorbe edilir. Kurşun partiküllerinin çapları 1 ile 3 mikrometre olanları akciğerde yerleşir, daha büyük partiküller ise solunum yollarında tutulurlar. Solunum yoluyla absorpsiyon, partiküllerin büyüklüğüne ve dakikadaki solunum frekansına bağlıdır. Yetişkinlerde alınan kurşunun %20 ile % 60'ı hava yoluyla alınır (WHO, 1989).

Ağır metal emisyonlarına veya endüstriyel etkilere maruz kalmamış topluluklar için kurşun alım kaynağını yiyecekler oluşturmaktadır. Yiyecek ve içeceklerle vücuda alınan kurşunun, tüm vücuda alınan kurşunun yaklaşık %40'ını oluşturduğu görülmüştür. Ekmek, hububat ve içecekler vücuda alınan kurşunun %35'ini içerirler, kalanı ise birçok değişik besinlerdendir. Gastrointestinal yoldan alınan kurşun, yiyeceğin cinsine göre değişiklik gösterir (Kostial, 1990).

Kurşun, yiyeceklerle özellikle üretim ve depolama aşamasında girer. Bunlar konserve ve alkollü içeceklerdir. Lehimlenmiş kaplarla saklanan yiyeceklerdeki kurşun kirlenmesi, son yıllarda kurşun içermeyen lehimler kullanılmasıyla giderilmeye çalışılmaktadır. Seramik kaplarda saklanan veya pişirilen yiyecek ve içeceklerin asidik özelliğine göre kurşun kirlenmesi farklı olur. Ülkelere göre

yetişkinlerde diyetle alınan kurşun miktarının günde 20 ile 514 µg arasında olduğu görülmüştür (WHO, 1996).

Vücutta kurşun tutulmasında kalsiyum, demir, fosfat ve vitamin D metabolizmasının önemli olmasına rağmen etkileri tam olarak ortaya konulmamıştır. Bazı araştırmalar, diyet olarak alınan kalsiyum ile kandaki kurşun arasında ters bir ilişki olduğunu göstermiştir (Heard ve Chamberlain, 1982; Johnson ve Tenuta, 1979; Mahaffey ve ark., 1980).

Benzer şekilde demir miktarı da kandaki kurşun ile ters orantılıdır. Kandaki demir eksikliğinin yüksek kurşun seviyesiyle ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Demir eksikliği ile kurşun alımının ters orantılı olması çocukların gelişimi için risk oluşturur. Bütün bunlar, kurşunun gastrointestinal yolla emilimine, yiyeceklerin cinslerine ve bölgelerine göre değişir (İzler 1989; Marcus ve ark.,1987).

Kandaki kurşunun %95'inden fazlası kırmızı kan hücreleri ile birleşmiş halde bulunur. Kanda kurşunun yarı ömrü 25-28 gün arasındadır. Kandaki kurşun düzeyi sindirim ve/veya solunum yolu ile vücuttaki diğer organlara yayılır ve merkezi sinir sisteminin parankima hücrelerine, karaciğere, böbreğe ve diğer organlara girer. Diğer organlara göre daha yüksek düzeyde karaciğer ve böbrekte biriken kurşun, kas ve beyinde nispeten daha düşük düzeylerde bulunur. Maruz kalınan doza ve yıllara göre vücutta biriken miktarlarda artış görülür. En yüksek düzeyde kurşun, kemiklerde bulunur ve büyük bir kısmı difüze edilemeyen formda olduğundan, kemikteki biyolojik yarı ömrü 20 yıldan daha fazladır (Anon, 1995b; Anon, 1995c).

Kurşunun önemli bir atılma yolu da böbreklerdir. İdrarda ölçülen kurşun değerleri, uzun süre kurşun alan bireylerdeki kronik zehirlenmelerin saptanmasına olanak sağlar. Kurşun, emziren kadınlarda süt ile de çıkarılır. Özellikle kronik zehirlenmelerde ter, tükürük, tırnaklar ve deri döküntüleri ile kurşun atılımı meydana gelmektedir (Ozan ve Ünsal, 1996).

Vücuda alınan ve depolanan kurşun organizmada dört farklı bölgenin etkilenmesine yol açar. Bu bölgeler; kan, sindirim sistemi, sinir sistemi ve böbreklerdir (Anon, 1995c).

Doğada yaygın olarak bulunan ve de endüstride fazlaca tüketilen kurşun, insan ve hayvanlarda zehirlenme kaynağı oluşturan metallerin başında yer alır. Genellikle kolay çözünen kurşun bileşiklerinin toksisitesi daha yüksektir. Buna göre kurşun nitrat, kurşun klorür, kurşun asetat, kurşun oksit, kurşun sülfür ve kurşun fosfat bileşiklerinin toksik etkileri çoktan aza doğru sıralanabilir. Bir defada verilince akut kurşun zehirlenmesi doğuran dozlar, küçük dozlara bölünerek verildiğinde de aynı hayvan türünde kronik zehirlenmeye neden olabilmektedir. Zehirlilik kurşunun alınış yoluna göre de değişir. Akciğer yoluyla, uygun formda alınan bileşiklerin çözünmesi ve emilmesi az olur. Ayrıca bağırsaktan emilen kurşun, karaciğerde birikme ve safra ile sindirim kanalına salgılanma gibi vücudun koruyucu mekanizmasıyla karşılaşır (WHO, 1996).

Kurşun toksisitesi tümüyle moleküller ve hücresel düzeyde meydana gelir. Değişik enzim sistemleri üzerinde etkili olur. Kurşun, proteinin sülfidril (-SH) grubuna bağlanarak veya diğer metal iyonları ile yer değiştirerek enzim aktivitesini azaltır. Kurşunun en belirgin etkisi kendini hematopoesis ve hem biosentezinde gösterir. Kurşun zehirlenmesinin ilk belirtisi olan aneminin nedeni, eritrosit yaşam süresinin normale göre kısalmış olması ve hem sentezindeki bozukluklardır. Kurşun eritrositlerin osmotik direnciyle birlikte, mekanik frajilitesini de artırır. Bunlara ek olarak, eritrositlerdeki Na-K ATPaz enzim etkinliğinin azaldığı görülür. Sodyum pompasındaki etkinlik azalması, eritrosit zarlarının bütünlüğünü koruyamamasına yol açar, dolayısıyla eritrosit yaşam süresi kısalır (Şanlı ve ark.,1995; Hemberg ve Nıkkaen, 1970).

Esas olarak kurşun 3 enzim aktivitesini etkiler, bunlardan birincisi delta-aminolevülinik asit sentetaz(δ -ALAS)'ı uyarır, ikincisi delta-aminolevülinik asit dehidraz (δ -ALAD)'ı inhibe eder. Üçüncü olarak ferrokeltaz enziminin normal fonksiyonunu bozar (WHO, 1996; AQQFE, 1987).

Kurşunun oluşturduğu toksik etkilerinden bir diğeri ise nörotoksik etkidir. Bu mesleki veya kaza sonucu yüksek düzeyde kurşuna maruz kalmış kişilerde görülen toksisitedir. Nörotoksik etki periferik nöropatoloji, merkezci etki (ensefalopati) ve nörovejatif sisteme etki şeklinde özetlenebilir. Bunlardan başka böbrekler, immün sistem, kardiovasküler, endokrin ve gastrointestinal sistemler üzerine kurşunun toksik etkileri bilinmektedir. (Pirkle ve ark.,1985; Tyroler, 1988).

Kurşun bir yandan da birikim yapan bir toksik metaldir. Kurşun için seçkin doku kemiktir. Kemik dokusuna depolanan kurşun atomu doku zararına da olsa, organizmanın detoksikasyon işleyişi ile zararsız halde tutulmaktadır. Kurşunun bu dokudan mobilizasyonu, kalsiyum yetersizliği ve kalsiyum metabolizmasını etkileyen faktörler ile etkilenir. Kurşun kemikte uzun süre kalma eğilimindedir. Dokudaki depolanması organizma için bir koruma olarak görülsede ileri zamanlarda potansiyel bir problem kaynağıdır. Beklenen olay, depolanan kurşun mineralinin çeşitli fizyolojik stresler ile mobilize edilerek tekrar kana karışmasıdır. Ayrıca herhangi bir kemik mineralinin, kurşunun depolanmasından sonra, aktivitesinin farklılaşmasıdır (Humphreys, 1991).

Kurşunun eritrositlere ve plazma proteinlerine olan afinitesi, dolaşım sonucu az miktarda kaybolmasına sebep olur. Bu aynı zamanda kurşunun endotelial sistemde yerleşmesinden ve karaciğerin yüksek oranda kurşun tutma eğiliminde olmasından dolayıdır. Böbrek, özellikle de böbrek korteksi, karaciğerden de yüksek kurşun konsantrasyonu ihtiva eder (Ozan ve Ünsal, 1996).

Kurşun, IARC'ye (International Agency For Research on Cancer) göre kanserojen olarak sınıflandırılmıştır. Kanserojenitesinin kanıtı hayvanlarda gösterilmiştir. İnsanlar için kesin kanıtlar mevcut değildir. Kurşun toksitesinin üreme üzerinde, hem dişilerde hem de erkeklerde olumsuz etkileri olduğu deney hayvanlarında görülmesine rağmen, insan üzerindeki bu etkisi bilinmemektedir (WHO, 1996; AQQFE, 1987).

1.4.3. Bakır (Cu)

Bakır, doğada daha çok oksit, karbon ve sülfür bileşikleri şeklinde bulunur (WHO, 1998).

Pigmentasyonun bozulması, değişik bağ dokusu hastalıklarının oluşması gibi patolojik durumlar, bakır içeren metalloenzimlerin (kupro enzim) aktivitesinin azalmasından dolayıdır. Yine bir sinir hastalığı olan ataksinin motor nöronlarındaki sitokrom oksidaz aktivitesinin baskılanmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Tietz, 1986).

Bakırın emilimi mide ve ince bağırsaklardan olmaktadır. Bakır amino asit kompleksleri ile taşınır. Sülfidril (-SH) grubu içeren amino asitlerin bu guruplarına bağlanarak depolanır ve taşınır (İzler, 1989; Şanlı, 1995).

Bakırın yaşlara göre, emilme ve tutulma oranları farklılık göstermektedir. Bebeklerde bakırın absorpsiyonu ve tutulma oranı sırasıyla % 21.9 ve % 23.9 arasındadır. Karaciğerde toplam vücuttaki bakırın % 90'ı bulunur (4-5 mg/kg). Yeni doğan bebeklerde karaciğerdeki bakır içeriği ile yetişkin arasında 6-10 kat fark vardır fakat yaşamının ilk 3 ayında bu oran düşer (Özsoy, 2004).

Bakırın vücutta absorpsiyonu gıdalardaki kimyasal şekline, diğer mineral ve organik maddelerin miktarına, intestinal içeriğin asitlik derecesine göre değişir. Emilimi, çözünürlüğünün azaltılması ya da mukozadan geçişi sağlayan tepkimelerin engellenmesiyle azaltılabilir. Sülfatlar veya nitratlar (çözünürlüğü fazla olan metal tuzlar) rahat bir şekilde emilirken, bakır karbonatlar (çözünürlüğü az) asit salgısından sonra çözünürler. Bakır oksitler (daha az çözünür), bakır sülfid (çözünmez) bileşikleri aktif hale geçemezler. Fazla proteinli gıdalarla beslenme de bakırın emilimini azaltır (WHO, 1996).

Bakır emildikten sonra özellikle albumine ve amino asitlere bağlanır. Karaciğerde kupro proteinler ile depolanır ve değişik isimler alır. Bağlandığı proteine

göre eritrositlerde eritrokuprein (hemokuprein), karaciğerde hepatokuprein vb. (Esenkaya, 1994; falchuk, 1991) isimlerini alır.

Plazmanın bakır içeren ana proteini olan seruloplazmin, demirin plazma transferine bağlanmasında etkili olan bir ferrokسيدazdır. Kansızlığın bakır eksikliğinden kaynaklandığı önceden beri bilinmektedir. Bakır eksikliğinin demir emiliminde yetersizliğe neden olarak anemi oluşturduğu hayvanlar üzerinde yapılan deneylerle kanıtlanmıştır (Barutcu, 1987; İzler, 1989; Janiki, 1991; Prasad, 1978; Tietz, 1986).

Bakır karaciğerden metabolizmaya iki şekilde geçer. İlkinde safrayla bağırsak boşluğuna salgılanır ve geri emilime uğramaz, ikincisinde ise seruloplazmine bağlanarak seruma katılır. Günlük bakır alım değeri; İçme suları için önerilen 1.0 mg/L' dir ancak bu değer resmi olarak kabul edilebilir miktar değildir (Anon, 2000).

Bakır düzeyinin yeterli olması bakteriyel enfeksiyonlara karşı koyunları dirençli kılmaktadır. Cu ilavesi yaşama gücünü ve direncini arttırmaktadır. Bakır eksikliği ile iç parazitler arasında da ilişki bulunmuştur (Ergün ve Şehu, 1999).

Bakır organizmada hemoglobin sentezinde gereklidir. Demirden daha iyi faydalanmayı, demirin serbest hale geçmesini ve demirin kolay absorpsiyonunu sağlar. Bakır mısırdaki bol miktarda bulunur (Güleç, 1988).

Doğada yaygın olarak bulunan bakır endüstride, tarımsal savaş alanında, insan ve hayvan hastalıklarının sağaltımında ve günlük yaşamda fazlaca kullanılan bir metaldir. Bakır ve molibden metabolizması arasında yakın bir ilişki vardır. Hayvan beslemede; molibden miktarı düşük olan yemlerle beslenme söz konusu olduğunda organizmada bakır birikimi hızlanır. Diğer taraftan hayvan yemlerinde uygun yoğunluklarda molibden ve sülfat bulunması organizmada bakır birikimini engellemek suretiyle bakır zehirlenmelerine karşı koruyucu olmaktadır. Sürekli olarak düşük dozlarda alınan bakır gittikçe artan yoğunluklarda organizmada birikir. Bu metallerin vücuttan çok yavaş atılması nedeni ile ufak dozlar halinde sürekli

alındığında başlıca karaciğerde birikir. Bu organdaki yoğunluğu tehlikeli boyutlara ulaşınca kan dolaşımına salıverilir (Yarsan ve ark.,1996).

Yüksek dozlarda bakırın zehirlenmelere sebep olduğu yüz yıllardan beri bilinmektedir. Bununla beraber çok az dozların uzun süre alındığında ciddi etkilere sebep olduğu bildirilmiştir. Sürekli ihtiyaçtan fazla alınan bakır karaciğer ve diğer dokularda birikmeye başlar ve karaciğerdeki miktarı arttıkça fizyolojik düzensizlikler ortaya çıkar. Kümes hayvanlarında bakır ihtiyacı tam olarak aydınlatılmamıştır. Pratikte bu hayvanlarda bakır yetersizliği aksaklıkları görülmediği ve 2 ppm bakırın bu ihtiyacı karşıladığı bildirilmiştir. Bakır yetersizliği olan hayvanlarda demir metabolizması ile ilgili fonksiyonel bozukluklar belirlenmiştir (Lee, 1996; Prasad, 1988).

1.4.4. Demir (Fe)

Hayvanların karaciğer ve böbrekleri insan gıdasının demir kaynaklarını oluşturur. Araştırılan hayvanlarda karkas, böbrek ve karaciğerin demir içeriği diğer elementlere göre yüksektir. Kümes hayvanlarının karaciğerinde bulunan demir yoğunlukları 48-83 mg/ kg arasındadır (Nuurtamo ve ark., 1980).

Demir bileşikleri, veteriner hekimlikte anemilerde kan yapımını teşvik etmek için kullanılırlar. Bunların bazıları demir-şeker bileşikleri (demir-dekstrin, demir-sorbitol ve demir-polisakkarid) olup parenteral olarak kullanılırlar, bazıları ise (iki değerli demir bileşikleri; demir klorür, demir glutemat, demir laktat, demir fumarat ve demir karbonat ile üç değerli demir bileşikleri; demir sülfat, demir sitrat veya demir amonyum sitrit vb) ağızdan verilirler. Demir kendisi mide bağırsak kanalında hasar yapıp vücudun ihtiyacından fazla demir emilmesine sebep olarak; karaciğerde bazı yükseltgeyici enzimlerin etkinliğini önleyip metabolik asidoza yol açarak; ferritin doğrudan damar genişletici etkisiyle kapillar damarlarda geçirgenlik artışına ve kan basıncında düşmeye sebep olarak ve kanın pıhtılaşmasını bozarak zehirlenmeye yol açar. Demir halinde 150 mg/kg'ın üzerinde zehirlenmelere sebep olur (Kaya ve ark., 2002).

Demirin eksikliği veya fazlalığı immün sistemi etkiler. Çeşitli nedenlerle oluşan demir eksikliklerinde lökositlerin bakterileri öldürme yetenekleri baskılanır ve enfeksiyonlara karşı olan duyarlılıkları artar. Anemik hayvanlarda rasyonlara demir ilaveleri karaciğer ve dalak makrofajlarının bakterisid etkinliğini artırmaktadır. *S. gallinarum* ile enfekte civcivlerin rasyonlarına 100 ppm ve daha fazla demir ilaveleri hayatta kalma oranını artırmıştır. En az anemi sıklığı ve en fazla antikor titresinin, rasyonlarına 600 ppm demir ilavesi yapılan grupta gözlemlendiği belirtilmiştir (Güleç, 2003).

1.5. Tezin Amacı ve Önemi

Temel elementler kendilerinden beklenen etkilerini yem, su veya vücutta belli yoğunluk veya miktarlarda bulunduklarında oluştururlar; dolayısıyla, bu miktarların altı veya üstündeki değerleri hayvanlarda sağlık ve verim problemlerine yol açarlar. Vücut için gerekli olmayan minerallerle (kurşun ve arsenik gibi) birlikte, bu maddelerin zararlı olabilecek miktarlarına hayvanların uzun veya kısa süreli maruz kalmaları yine benzeri durumlara yol açar. Diğer yandan, metallerin çoğu besin değeri olan hayvanların doku ve organlarında birikirler; böylece, bunlardan sağlanan et, süt, yumurta gibi besinlerde halkın sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek miktarlarda bulunabilirler. İşte, bu sebeplerle, yem veya besin maddelerinde normal ya da sınır değerlerin üzerinde bulunacak mineral madde miktarları hayvanlar için yemlerden kaynaklanan olumsuzluk faktörleri arasında sayılırlar (Kaya, ve ark. 2002).

Avrupa Birliği ülkelerinde kalıntı izleme planı dahilinde insan tüketimine sunulan piliç eti ve karaciğer dokularında demir, bakır, kadmiyum ve kurşun derişimlerinin belirlenmesi yönünde çalışmalar başlatılmıştır. Tarım ve Köyişleri Bakanlığının bu kapsamda yaptığı çalışmalara destek olacak niteliktedir. Bu araştırma ülkemizde yoğun yetiştiricilik yapılan 4 farklı bölgeden temin edilen etçi piliç karkas ve karaciğer örneklerinde demir, bakır, kurşun ve kadmiyum düzeylerinin belirlenmesi amacıyla planlanmıştır.

Etçi piliç ve sakadad tüketiminin insan beslenmesindeki önemi ve ucuz olması nedeniyle çok yüksek boyutlarda tüketimi dikkate alındığında çalışmanın bu yönde anlamlı sonuçlar sağlayacağı; Türkiye'nin etçi piliç üretiminin %95'ini karşılayan 4 farklı bölgeden temin edilecek piliç eti ve sakadatlarının analiz edilmesiyle çevresel kirliliğe ilişkin veriler elde edileceği ve bu bulgularla Ulusal Kalıntı İzleme Planına katkı yapılabileceği düşünülmektedir.

Ayrıca belirtilen metaller yönünden yapılan analizler sonucunda insan sağlığına risk oluşturabilecek düzeyde herhangi bir metal bulunması durumunda konuyla ilgili gerekli önlemlerin alınması konusunda yetkili organların bilgilendirilmesi ve halkın bilinçlendirilmesi konusunda bu araştırmayla katkıda bulunulması düşünülmüştür.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç

2.1.1. Etçi Piliç Kas ve Karaciğer Dokusu Numuneleri

Çalışma kapsamında Türkiye'nin entegre etçi piliç üretiminin %95'ini karşılayan 4 farklı bölgesinden 20'şer adet olacak şekilde 50'şer gramlık etçi piliç but ve karaciğerden toplam 160 örnek, ağzı kilitli, steril naylon torbalarla alındı. Örnekler Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın "Canlı Hayvanlar ve Hayvansal Ürünlerde Belirli Maddeler ile Bunların Kalıntılarının İzlenmesi için Alınacak Önlemlere Dair Yönetmelik" ilkeleri doğrultusunda toplandı (Anon, 2005).

Bölgeler;

1. Marmara Batı Karadeniz Bölgesi: Bolu, İstanbul arası hattı; İzmit, **Sakarya** (**Adapazarı**), Bolu ve İstanbul.
2. Güney Marmara Bölgesi: **Balıkesir**, Bandırma, Bursa, Çanakkale hattı.
3. Ege Bölgesi: İzmir, **Manisa**, Uşak, Denizli hattı.

4. Çukurova Bölgesi: **Adana**, Osmaniye, Gaziantep, Malatya hattı.

Numune toplama naylon torbalarının ağzı kilitlenerek dokuların havayla teması engellendi -21°C’de analiz yapılmaya kadar muhafaza edildi.

2.1.2. Araçlar

1. Steril, ağzı kilitli numune toplama naylonları
 2. Porselen kapsül
 3. Hassas terazi (Kern-440.43)
 4. Mikropipet ucu
 5. Mikropipet (100-1000 µl-Biohit-C150014)
 6. Etüv (Heraeus-Tip TA2)
 7. Yakma fırını (Nüve-MF 120)
 8. Pipet (10 ml)
 9. Süzgeç kağıdı (Whatman No.4)
 10. Cam huni
 11. Deney tüpleri
 12. Balon joje
 13. Mezür
 14. Oyuk katot lambaları (elemente spesifik)
 15. Atomik Absorbsiyon Spektrometre (AAS) (Flame Varian Spectraa- 880)
- Atomik Absorbsiyon Spektrometre (AAS) (Grafide Varian Spectraa-880 GTA 100)

2.1.3. Kimyasal Maddeler

1. Nitrik asit (%65 ekstra saf, Merck, 100443)
2. Magnezyum asetat-tetrahidrat (Merck, 112 A543419)
3. Metaller (Pb, Cd, Fe, Cu) için standart çözeltiler (1000 mg/ml, Merck)
4. Argon gazı (%99.99, BOS)
5. Asetilen gazı (BOS)
6. Deiyonize su

2.2. Yöntem

Bu çalışmada yakma işlemi Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Farmakoloji ve Toksikoloji ABD laboratuvarında gerçekleştirildi. Homojenize edilmiş etçi piliç but ve karaciğer örneklerinden 5'er gram analiz örneği porselen kapsüle tartılarak üzerine 1 mg/g hesabıyla magnezyum asetat çözeltisi katıldı. Örnekler önce 3-4 saat süreyle etüvde 100 °C'de kurutuldu, sonra yakma fırınına alındı, örneklerde köpürmeyi önlemek için fırın sıcaklığı 600 °C'ye kademeli olarak artırıldı. Bu sıcaklıkta örnekler 6-8 saat süreyle külleştirildi. Oluşan beyaz renkli kül oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 30 ml 2N nitrik asitle çözdürülerek cam tüplere süzüldü. AAS'de analiz yapılabilecek forma getirilen örnekler analiz yapılmaya kadar 3-4 °C'de buzdolabında bekletildi. Analizde kullanılan plastik ve cam malzemeler en az 4 saat 2 N nitrik asit çözeltisinde bekletildikten sonra deiyonize su ile yıkandı ve kurulandıktan sonra kullanıldı (Stahr, 1977).

Kurşun ve kadmiyum analizleri Grafit fırınlı AAS (GF- AAS) ve Zeeman zemin düzeltici sistem ile; demir, bakır analizleri ise Alevli AAS (A-AAS) cihazı ile deuterium zemin düzeltici sistem kullanılarak yapıldı. Çalışılan metaller için kullanıcı parametreleri çizelge 2.1 ve 2.2'de gösterildi.

Çizelge 2.1. Garfit Fırın ve Alevli Atomik Absorbsiyon Spektrometre için analiz parametreleri.

Element	Asetilen (L/dk)	Argon (ml/dk)	Hava (L/dk)	Dalga boyu (nm)	Slit açıklığı (nm)	Lamba akımı (mA)	Modifier (µl)
Fe	2.0	-	17.0	248.3	0.2	30	-
Cu	2.0	-	17.0	324.8	0.7	15	-
Pb	-	250	-	283.3	0.7	30	5
Cd	-	250	-	228.8	0.7	4	10

Çizelge 2.2. Grafit Fırınlı Atomik Absorpsiyon Spektrometre için sıcaklık programı.

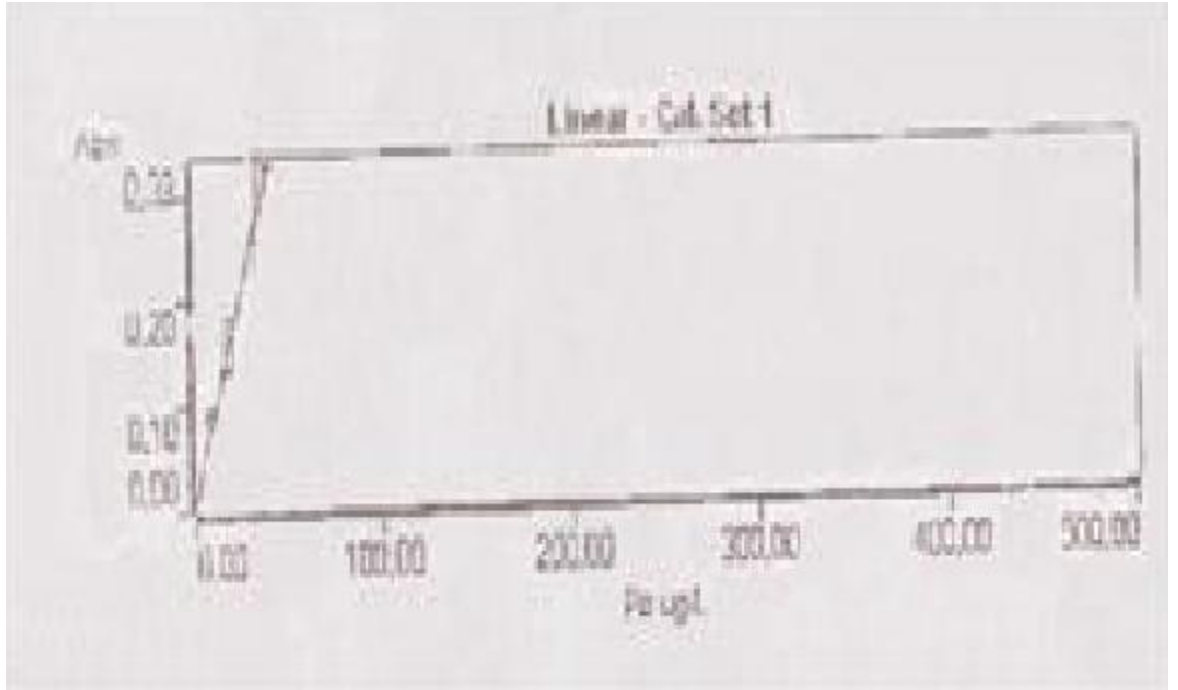
Program	Pb	Cd
Kurutma 1	100 (5.20) ¹	100 (5.20)
Kurutma 2	140 (15.15)	140 (15.15)
Külleştirme	700 (10.20)	850 (10.20)
Atomizasyon	1800 (0.5)	1650 (0.5)
Temizleme	2600(1.3)	2600 (1.39)

¹(istenilen sıcaklığa ulaşmak için 1 saniyedeki sıcaklık artışı, bu sıcaklıkta kalınma süresi.

Işık kaynağı olarak her metalin kendine özgü dalga boyunda ışıma yapan oyuk katot lambaları kullanıldı. Alevle atomlaştırma için çok sayıda metalin analiz edilmesine uygun bir ortam ve yeterli sıcaklığı (2125- 2400 °C) sağlayan hava / asetilen karışımı, grafit fırınında ise inert gaz olarak argon kullanıldı.

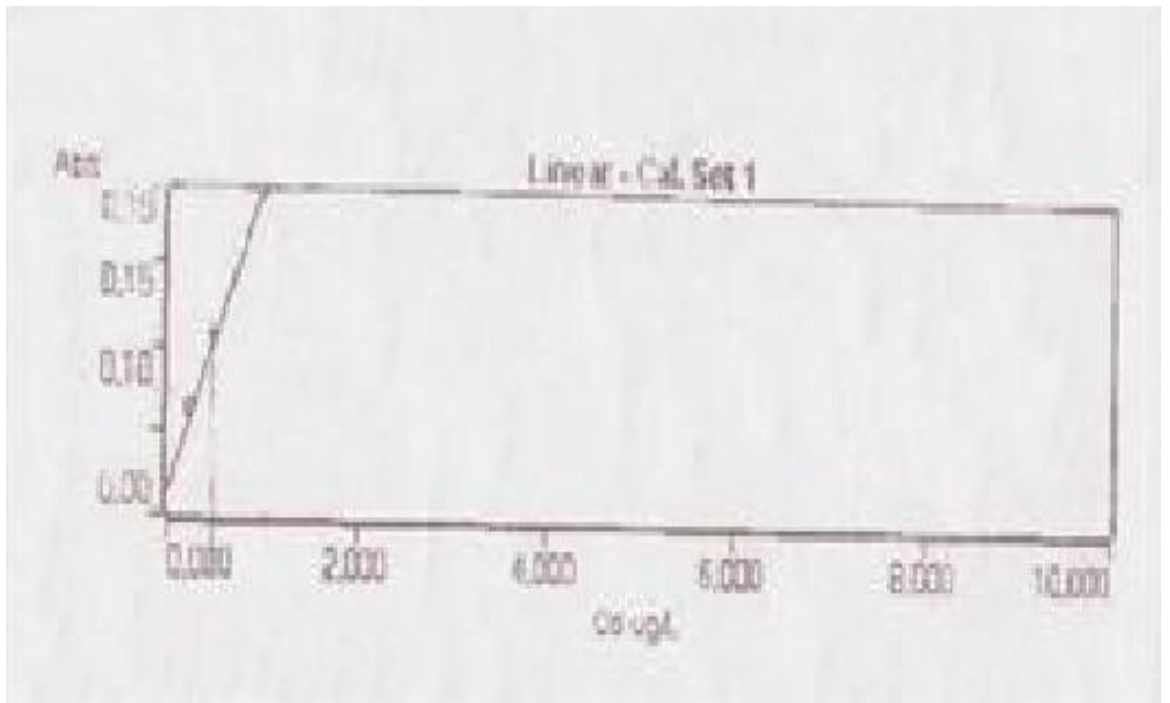
Atomik Absorpsiyon Spektrometre bağıl bir metod olup bilinmeyenin yoğunluğu standart çözeltilerle karşılaştırılarak bulunur. Bunun için analiz öncesi cihaz, analiz edilecek her element için 1000 ppm’lik stok çözeltisinden hazırlanan farklı yoğunluklardaki standartlar ile kalibre edildi. Elde edilen kalibrasyon eğrileri şekil 2.1, 2.2, 2.3, 2.4’de verildi. Demir, bakır düzeyleri Alevli AAS cihazı ile doğrudan ölçüldü.

Grafit Fırınlı AAS cihazı ile çalışmaya başlamadan önce örnek hacimleri, istenilen sıcaklığa ulaşma süresi ve bu sıcaklıkta kalma süresi, kurutma, külleştirme, atomizasyon ve grafit tüpün temizlenmesi aşamalarındaki sıcaklıklar analiz öncesinde en üst düzeyde verim sağlayacak şekilde ayarlandı. $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ kurşun için, Pd ve $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ kadmiyum için matriks değiştirici (modifier) olarak kullanıldı. Her bir numuneden 20 µl olacak şekilde ve üzerine Pb için 5 µl, Cd için 10 µl matriks değiştirici eklenerek cihazda 3 kez analiz edildi. Elde edilen veriler, bilgisayar programı kullanılarak takip edildi.



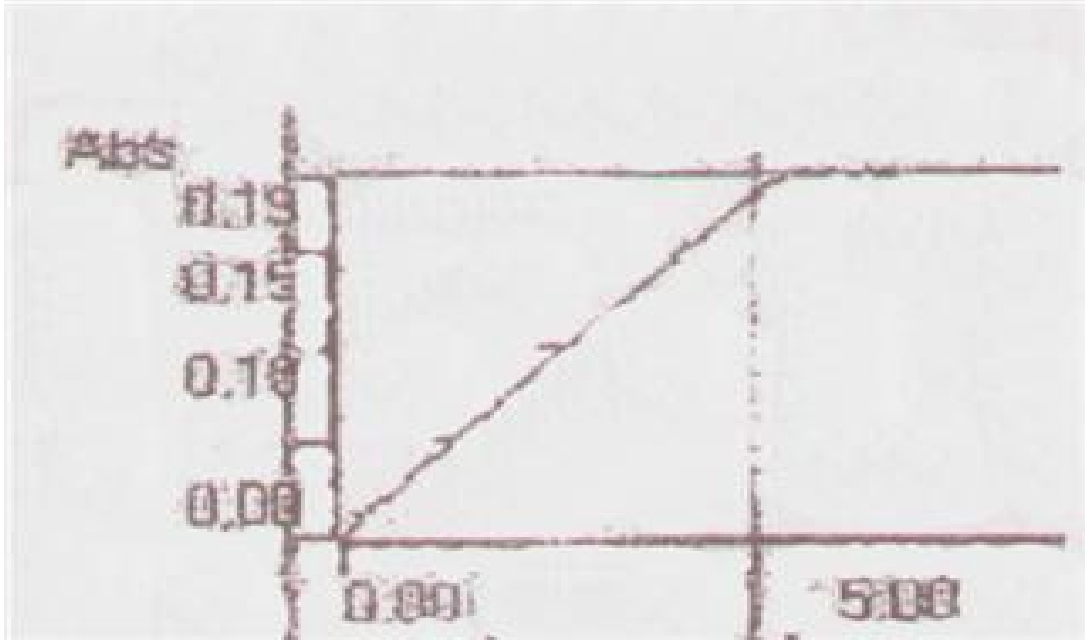
Cd: 228.8 nanometre

Şekil 2.1. Kadmiyum için kalibrasyon eğrisi



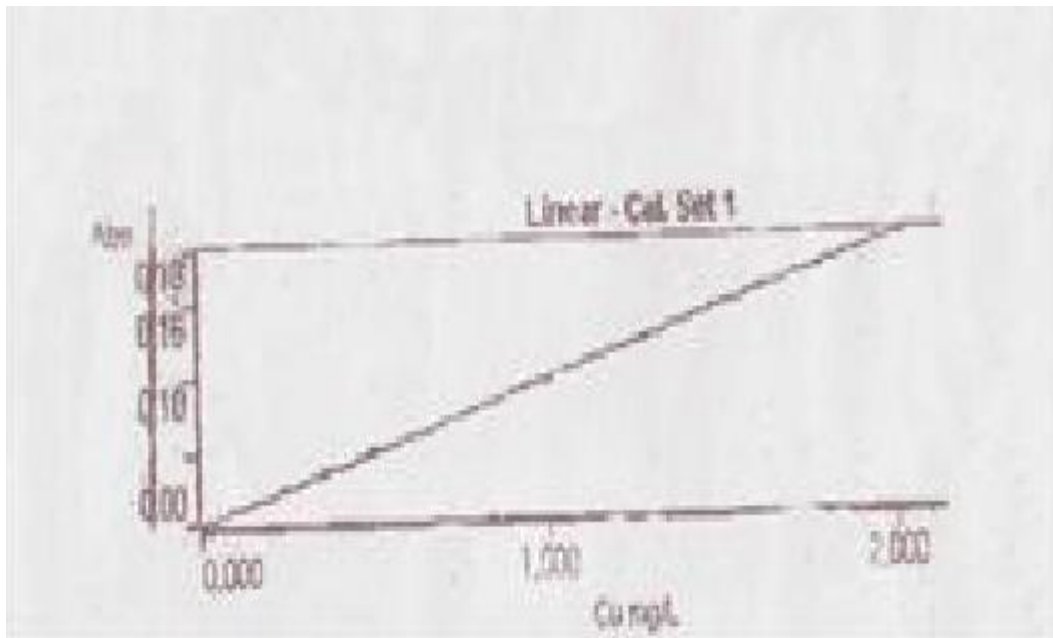
Pb: 283.3 nanometre

Şekil 2.2. Kurşun için kalibrasyon eğrisi



Fe: 248.3 nanometre

Şekil 2.3. Demir için kalibrasyon eğrisi.



Cu: 324.8 nanometre

Şekil 2.4. Bakır için kalibrasyon eğrisi.

2.3. İstatistik Hesaplamalar

Çalışma sonunda elde edilen verilerin istatistiki değerlendirmesi SPSS (13.00) İstatistik paket programı ile yapıldı. Bu kapsamda, aritmetik ortalama, standart hata, en alt ve en üst değerler belirlendi. İller arasındaki farklılıkların tespiti ise tek yönlü varyans analizi ve Duncan's testi ile gerçekleştirildi.

3. BULGULAR

Çalışma kapsamında Türkiye'nin entegre etçi piliç üretiminin %95'ini karşılayan 4 farklı bölgesinden belirlenen kayıtlı yetiştiriciliğin yoğun olduğu tespit edilen Adapazarı, Balıkesir, Manisa ve Adana illerinden toplanan etçi piliç but ve karaciğerlerindeki Pb, Cd, Fe ve Cu düzeyleri AAS cihazı ile belirlendi ve illere göre ortalama metal düzeyleri ile en alt ve en üst değerler tespit edildi.

Bu çalışmada Adapazarı (Sakarya) ilinde 1, Adana ilinde 5 ve Balıkesir ilinde 1 adet but örneğinde Cu'a rastlanmamıştır (< 10 ppb). Manisa ilinde 1, Balıkesir ilinde 1 ve Adana ilinde 2 adet but örneğinde Cd'a rastlanmamıştır (< 0.05 ppb).

Adapazarı iline ait numunelerde ortalama Pb değeri butta 38.11 ± 3.89 ppb ($17.88-66.19$ ppb aralığında), karaciğerde 52.95 ± 3.31 ppb ($37.75-92.77$ ppb aralığında) olarak bulundu.

Balıkesir iline ait numunelerde ortalama Pb değeri butta 11.99 ± 0.99 ppb ($4.75-19.48$ ppb aralığında), karaciğerde 36.91 ± 2.30 ppb ($18.55-54.36$ ppb aralığında) olarak bulundu.

Manisa iline ait numunelerde ortalama Pb değeri butta 9.05 ± 0.74 ppb ($3.80-15.74$ ppb aralığında), karaciğerde 24.97 ± 1.65 ppb ($13.78-41.18$ ppb aralığında) olarak bulundu.

Adana iline ait numunelerde ortalama Pb değeri butta 4.67 ± 0.33 ppb ($1.62-6.81$ ppb aralığında), karaciğerde Pb değeri 21.54 ± 1.74 ppb ($11.32-36.83$ ppb aralığında) olarak bulundu.

Adapazarı iline ait numunelerde ortalama Cd değeri butta 1.09 ± 0.18 ppb ($0.55-3.60$ ppb aralığında), karaciğerde 2.62 ± 0.16 ppb ($1.31-3.80$ ppb aralığında) olarak bulundu.

Çizelge 3.1 Değişik illerden toplanan tavuk but ve karaciğer örneklerinde bulunan ağır metal düzeyleri ($\mu\text{g/kg}$ yaş ağırlık) (ppb)

İl	Doku (n=20)	Pb Ortalama $\pm$ SEM En alt – En üst	Cd Ortalama $\pm$ SEM En alt – En üst	Cu Ortalama $\pm$ SEM En alt – En üst	Fe Ortalama $\pm$ SEM En alt – En üst
Adapazarı	But	38.11 $\pm$ 3.89* (17.88-66.19)	1.09 $\pm$ 0.18** (0.55-3.60)	269.00 $\pm$ 12.51** (<10.00-375.00)	2363.10 $\pm$ 220.56** (1050.00-4360.00)
	Karaciğer	52.95 $\pm$ 3.31* (37.75-92.77)	2.62 $\pm$ 0.16** (1.31-3.80)	719.40 $\pm$ 30.89** (427.00-937.00)	12267.50 $\pm$ 296.37** (8820.00-14320.00)
Balıkesir	But	11.99 $\pm$ 0.99** (4.75-19.48)	0.57 $\pm$ 0.09** (<0.05-1.58)	208.75 $\pm$ 22.75** (<10.00-377.00)	1352.50 $\pm$ 93.89** (790.00-2170.00)
	Karaciğer	36.91 $\pm$ 2.30** (18.55-54.36)	3.46 $\pm$ 0.26** (1.00-5.84)	656.45 $\pm$ 38.45** (332.00-953.00)	10245.00 $\pm$ 538.26** (6930.00-14500.00)
Manisa	But	9.05 $\pm$ 0.74** (3.80-15.74)	0.60 $\pm$ 0.17** (<0.05-3.14)	237.35 $\pm$ 26.31** (103.00-491.00)	1376.00 $\pm$ 90.66** (870.00-1980.00)
	Karaciğer	24.97 $\pm$ 1.65** (13.78-41.18)	7.80 $\pm$ 0.86** (3.32-18.20)	699.40 $\pm$ 36.25** (466.00-974.00)	11069.50 $\pm$ 348.83** (9020.00-14070.00)
Adana	But	4.67 $\pm$ 0.33** (1.62-6.81)	0.48 $\pm$ 0.09** (0.15-1.93)	169.00 $\pm$ 14.77** (<40.00-313.00)	1768.50 $\pm$ 90.53** (1120.00-2750.00)
	Karaciğer	21.54 $\pm$ 1.74** (11.32-36.83)	1.12 $\pm$ 0.06** (<0.05-1.49)	472.60 $\pm$ 30.32** (260.00-698.00)	9842.50 $\pm$ 269.70** (8050.00-13330.00)

Aynı sütunda gösterilen but ve karaciğer arasındaki fark istatistiksel yönden önemlidir. But ve karaciğer arasındaki farklılık student-t testi ile belirlenmiştir. (* :p<0.01, ** :p<0.001)
SEM: Ortalamanın standart hatası (standart error of mean)

Balıkesir iline ait numunelerde ortalama Cd değeri butta 0.57 $\pm$ 0.09 ppb (0.15-1.58 ppb aralığında), karaciğerde 3.46 $\pm$ 0.26 ppb (1.00-5.84 ppb aralığında) olarak bulundu.

Manisa iline ait numunelerde ortalama Cd değeri butta 0.60 $\pm$ 0.17 ppb (0.15-3.14 ppb aralığında), karaciğerde 7.80 $\pm$ 0.86 ppb (3.32-18.20 ppb aralığında) olarak bulundu.

Adana iline ait numunelerde ortalama Cd değeri butta 0.48 $\pm$ 0.09 ppb (0.15-1.93 ppb aralığında), karaciğerde 1.12 $\pm$ 0.06 ppb (0.48-1.49 ppb aralığında) olarak bulundu.

Adapazarı iline ait numunelerde ortalama Cu değeri butta 269.00 ± 12.51 ppb (180-375 ppb aralığında), karaciğerde 719.40 ± 30.89 ppb (427-937 ppb aralığında) olarak bulundu.

Balıkesir iline ait numunelerde ortalama Cu değeri butta 208.75 ± 22.75 ppb (100-377 ppb aralığında), karaciğerde 656.45 ± 38.45 ppb (332-953 ppb aralığında) olarak bulundu.

Manisa iline ait numunelerde ortalama Cu değeri butta 237.35 ± 26.31 ppb (103-491 ppb aralığında), karaciğerde 699.40 ± 36.25 ppb (466-974 ppb aralığında) olarak bulundu.

Adana iline ait numunelerde ortalama Cu değeri butta 169.00 ± 14.77 ppb (100-313 ppb aralığında), karaciğerde 472.60 ± 30.32 ppb (260-698 ppb aralığında) olarak bulundu.

Adapazarı iline ait numunelerde ortalama Fe değeri butta 2363.10 ± 220.56 ppb (1050-4360 ppb aralığında), karaciğerde 12267.50 ± 296.37 ppb (8820-14320 ppb aralığında) olarak bulundu.

Balıkesir iline ait numunelerde ortalama Fe değeri butta 1352.50 ± 93.89 ppb (790-2170 ppb aralığında), karaciğerde 10245.00 ± 538.26 ppb (6930-14500 ppb aralığında) olarak bulundu.

Manisa iline ait numunelerde ortalama Fe değeri butta 1376.00 ± 90.66 ppb (870-1980 ppb aralığında), karaciğerde 11069.50 ± 348.83 ppb (9020-14070 ppb aralığında) olarak bulundu.

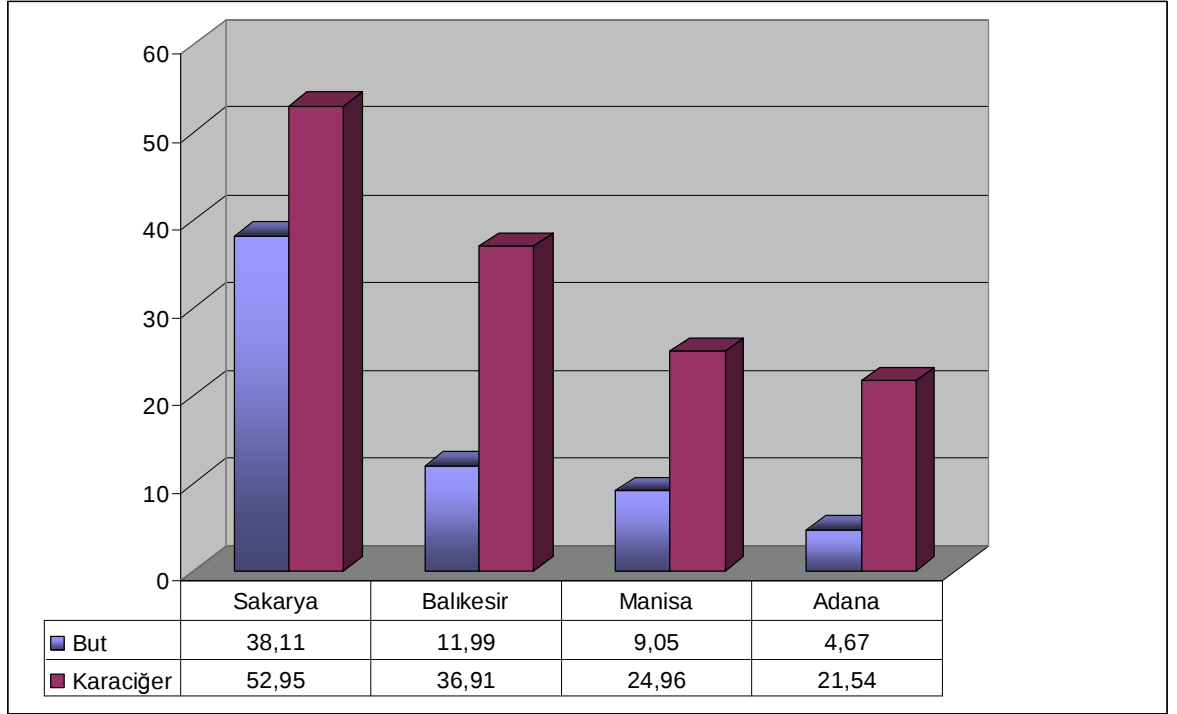
Adana iline ait numunelerde ortalama Fe değeri butta 1768.50 ± 90.53 ppb (1120-2750 ppb aralığında), karaciğerde 9842.50 ± 269.70 ppb (8050-13330 ppb aralığında) olarak bulundu.

Çizelge 3. 2. Tavuk but ve karaciğerlerinde bulunan ağır metallerin illere göre karşılaştırılması (µg/kg, yaş ağırlık) (ppb)

İller	But				Karaciğer			
	Pb ort.± SEM en alt.-en üst	Cd ort.± SEM en alt.-en üst	Cu ort.± SEM en alt.-en üst	Fe ort.± SEM en alt.-en üst	Pb ort.± SEM en alt.-en üst	Cd ort.± SEM en alt.-en üst	Cu ort.± SEM en alt.-en üst	Fe ort.± SEM en alt.-en üst
Adapazarı	38.11±3.89 ^c (17.88-66.19)	1.09±0.18 ^a (0.55-3.60)	269.00±12.51 ^c (<10.00-375.00)	2363.0±220.56 ^a (1050.00-4360.00)	52.95±3.31 ^a (37.75-92.77)	2.62±0.16 ^a (1.31-3.80)	719.40±30.89 ^a (427.00-937.00)	12267.50±296.37 ^a (8820.00-14320.00)
Balıkesir	11.99±0.99 ^b (4.75-19.48)	0.57±0.09 ^b (<0.05-1.58)	208.75±22.75 ^{ab} (<10.00-377.00)	1352.50±93.89 ^b (790.00-2170.00)	36.91±2.30 ^a (18.55-54.36)	3.46±0.26 ^a (1.00-5.84)	656.45±38.45 ^a (332.00-953.00)	10245.00±538.26 ^{bc} (6930.00-14500.00)
Manisa	9.05±0.74 ^{ab} (3.80-15.74)	0.60±0.17 ^b (<0.05-3.14)	237.35±26.31 ^{bc} (103.00-491.00)	1376.00±90.66 ^b (870.00-1980.00)	24.97±1.65 ^b (13.78-41.18)	7.80±0.86 ^b (3.32-18.20)	699.40±36.25 ^a (466.00-974.00)	11069.50±348.83 ^b (9020.00-14070.00)
Adana	4.67±0.33 ^a (1.62-6.81)	0.48±0.09 ^b (0.15-1.93)	169.00±14.77 ^a (<10.00-313.00)	1768.50±90.53 ^c (1120.00-2750.00)	21.54±1.74 ^b (11.32-36.83)	1.12±0.06 ^c (<0.05-1.49)	472.60±30.32 ^b (260.00-698.00)	9842.50±269.70 ^c (8050.00-13330.00)

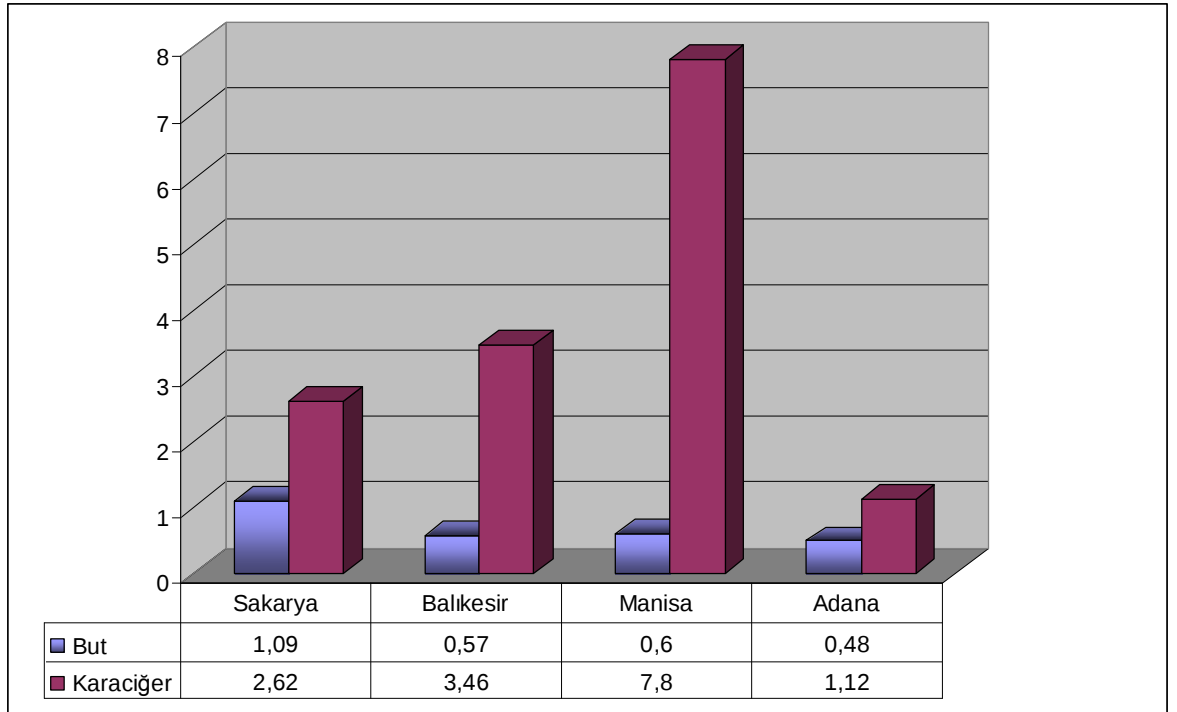
a, b, c: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan gruplar arasındaki fark istatistiksel yönden önemlidir.

Kurşun

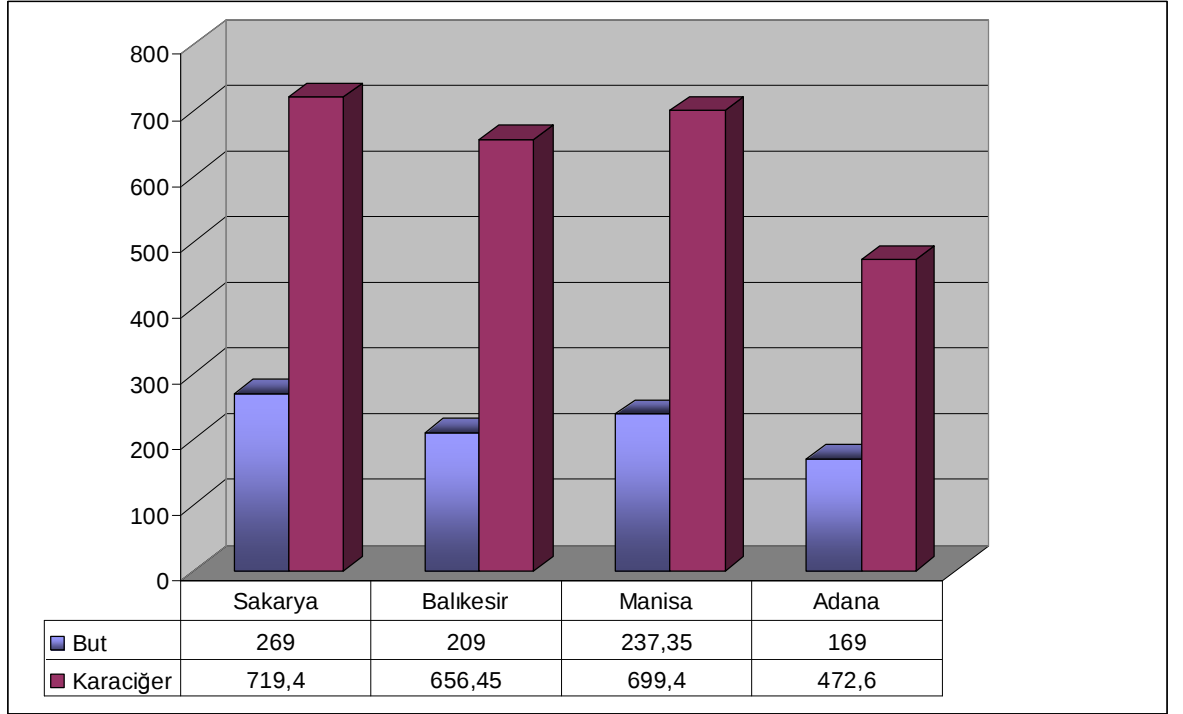


Şekil 3.1. Kurşun yönünden Etçi Piliç but ve karaciğer dokularında illere göre bulunan ortalama değerler (ppb).

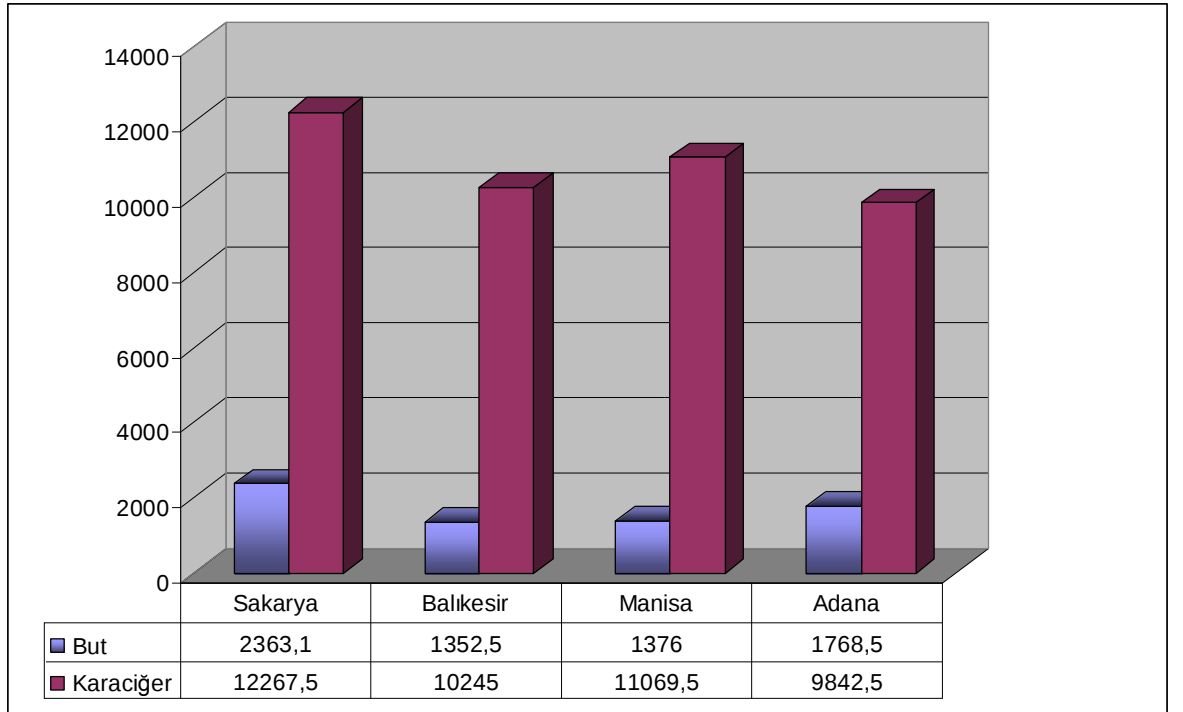
Kadmiyum



Şekil 3.2. Kadmiyum yönünden Etçi Piliç but ve karaciğer dokularında illere göre bulunan ortalama değerler (ppb).

Bakır

Şekil 3.3. Bakır yönünden Etçi Piliç but ve karaciğer dokularında illere göre bulunan ortalama değerler (ppb).

Demir

Şekil 3.4. Demir yönünden Etçi Piliç but ve karaciğer dokularında illere göre bulunan ortalama değerler (ppb).

4. TARTIŞMA

Değişik bölgelerden toplanan tavukların karaciğerlerinde bulunan Pb, Cd, Cu ve Fe miktarları kaslarda bulunan miktarlarından oldukça fazla bulunmuştur. Benzeri olarak yapılan araştırmalar da bu sonucu desteklemektedir.

Literatür verileri, toksik bir metal olan kurşunun seçtiği dokunun kemik olduğunu bildirmektedir. Bu nedenle kurşun en fazla kemikte birikir; vücutta tutulan kurşunun %90-95'i burada depolanır (Finley, 1978; Ozan, 1996). Karaciğer ve böbrekler de kurşuna ilgisi olan organlardır. (Humphereys, 1991; Roberts ve ark., 1978). Vücuda girip kana karışan kurşun, eritrositler ve plazma albuminlerinin de katkısı ile taşınır. Serbest ya da iyonize olmuş kurşunun kandaki düzeyinin artması ancak eritrosit ve plazma proteinlerinin bağlama kapasitelerinin çok aşılmasına neden olan büyük miktarda kurşun alımında ortaya çıkar. Kandaki kurşun seviyesi normal ve klinik olarak hiçbir zehirlenme belirtisi olmayan hayvanların böbrek ve karaciğerindeki kurşun konsantrasyonu da yüksek çıkabilir. Kurşun bu organlarda uzun süre kalma eğilimindedir (Humphereys, 1991; Ozan, 1996). Bu sonuçlar, gıdalarla kurşun alımının bilhassa kan ve kemik dokularında olmak üzere çeşitli dokulardaki kurşun konsantrasyonunu etkileyeceği yönünde bulguları olan bazı araştırmacıların (Bakallı, 1995; Buggiani, 1992; WHO, 1992; Irwin, 1989; Osborn, 1983; Taylor ve Brown, 1983) ileri sürdükleri görüşleri doğrular niteliktedir.

Jeng ve ark. (1997), 3 ay boyunca farklı dozlarda kurşun katkılı yem ile beslenen ördeklerde kurşunun çoktan aza doğru böbrek, karaciğer, kan, taşlık ve femoral kasta biriktiğini göstermişlerdir. Ayrıca ördek yumurtalarının sarısı ve kabuğundaki kurşun yükünün, yumurta akında bulunan kurşun miktarından daha fazla olduğu sonucuna varmışlardır. Stanchev ve ark. (1989) broyler ırkı tavuklarda yaptıkları benzer bir deneysel araştırmada da kurşunun çoktan aza doğru böbrek, karaciğer, kan ve kas dokusunda biriktiğini bildirmişlerdir.

Irwin ve ark. (1989)'nın yaptıkları deneysel bir araştırmada, içerisinde değişik miktarlarda kurşun partikülleri bulunan suni bir gölette 14 hafta boyunca beslenen

ördeklerde kurşunun azalan sırayla kemik, böbrek, karaciğer ve kas dokusunda biriktiği belirtilmiştir.

Slovenya’da 1994- 1998 yılları arasında piyasada satılan tavuk eti, böbreği ve karaciğerlerinde Pb ve Cd yönünden yapılan analizlerde Pb’un tavuk etinde $<0,05$ mg/kg, karaciğerde $<0,05-0,34$ mg/kg ve böbreklerinde $<0,05-0,2$ mg/kg Cd’un tavuk etinde $< 0,003-0,007$ mg/kg, böbreklerde $<0,003-1.501$ mg/kg, karaciğerde $< 0,003-1,230$ mg/kg düzeylerinde bulunduğu bildirilmiştir. Bu değerler de kurşun ve kadmiyumun iç organlarda kasa göre daha yüksek yoğunlukta biriktiğini göstermekte, ayrıca kadmiyumun belirtilen numuneler arasından yalnızca birer karaciğer ve böbrek örneğinde yasal tolerans sınırlarını geçtiğini göstermektedir (Sinigoj-Gancnik ve Doganoc, 2000).

Ward ve ark. (1994)’nın, yemlerine ve içme sularına bakır katılarak beslenen tavukların karaciğer ve kanlarındaki bakır konsantrasyonlarını araştırdıkları bir çalışmada, su ve yemde bulunan bakırın karaciğer ve plazma Cu konsantrasyonunu anlamlı bir şekilde arttırdığı bildirilmiştir. Ledoux ve ark. (1987, 1989) da bakır katkılı yemlerle beslenen tavukların karaciğer bakır düzeyi ile yemdeki bakır miktarı arasında pozitif bir korelasyon olduğunu ortaya koymuşlardır. Zanetti ve ark. (1991) ise 3 hafta boyunca bakır katkılı yemle beslenen civcivlerin dokularındaki bakır düzeyinin oldukça artış gösterdiğini, bu artışın plazma ve karaciğerde daha çok belirgin olduğunu belirtmişlerdir. Yemlerle birlikte alınan bakırın kas dokusundaki Cu konsantrasyonunu artırdığı da Bakkalı ve ark. (1995) tarafından bildirilmiştir.

TGK Tebliğinde Pb için kas eti 0,1 ppm, karaciğer 0,5 ppm, Cd için et 0,05 ppm, karaciğer ise 0,5 ppm tolerans limiti verilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular Türk Gıda Kodeksi (TGK) (2002/63 Tebliğ) maksimum bulaşanlar limiti verilerine göre ve AB tebliğine göre tolerans limitlerinin altında belirlenmiştir. Bu durum, sağlık yönünden sakıncalı bir durum olmadığını bize göstermektedir. Tebliğde Pb ve Cd için tolerans limiti verilmesine rağmen Cu ve Fe için hayvansal doku tolerans limitleri verilmemiştir. Ancak DSÖrgütü verilerine göre kabul edilen günlük alım limitleri göz önüne alınarak Tolerans(T)= Kabul edilebilir Günlük Alım

(KGA) $\times$ 60 kg Canlı Ağırlık (C.A.) /Tüketim Faktörü (TF) formülünden Cu ve Fe'in tolerans limiti belirlenerek değerlendirme ona göre yapılmıştır. Buna göre tolerans limiti Cu için kas etinde 10-100 ppm, karaciğerde 30-300 ppm, Fe için kas etinde 160 ppm, karaciğerde ise 480 ppm olarak hesaplanmıştır (EU, 1881/2006; Kaya ve ark., 2002).

Şenavcı ve ark. (1997)'nin Ankara ve Bursa illerinde satışa sunulan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvanların karaciğer ve böbrek dokularında kurşun, kadmiyum ve civa düzeylerini belirledikleri bir çalışmada, büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvanların karaciğer örneklerinde ortalama kurşun düzeyleri sırasıyla 0.67 mg/kg, 0.29 mg/kg ve 0.84 mg/kg, ortalama kadmiyum düzeyleri 0.83 mg/kg, 0.68 mg/kg ve 0.52 mg/kg, ortalama civa düzeyleri 0.097 mg/kg, 0.098 mg/kg ve 0.030 mg/kg olarak bulunmuştur. Böbrek örneklerinde bulunan ortalama değerler ise kurşun için sırasıyla 1.38 mg/kg, 1.41 mg/kg ve 1.09 mg/kg kadmiyum için 1.59 mg/kg, 1.73 mg/kg ve 0.52 mg/kg, civa için 0.119 mg/kg, 0.136 mg/kg ve 0.023 mg/kg'dır. Karaciğer ve böbrek örneklerinde elde edilen sonuçlara göre, en yüksek ortalama kurşun, kadmiyum ve civa değerlerinin küçükbaş böbrek örneklerinde bulunduğu bildirilmiştir. Şenavcı ve ark. (1997)'nin elde ettiği sonuçlar, bu çalışmada elde edilen değerlerin oldukça üstündedir.

Yapılan bazı çalışmalarda da bu çalışmaya benzer biçimde Pb, Cd ve Cu düzeylerinin tavuk eti ve iç organlarında AB tolerans limitlerinin altında olduğu saptanmıştır.

Bu çerçevede;

Salisbury ve ark. (1991), 1982-1989 yılları arasında Kanada'da kesilen tavukların iç organ ve dokularında yaptıkları ölçümlerde kadmiyumun karaciğerlerde ortalama 0.03 ± 0.04 $\mu\text{g/g}$ (0.01-0.79 $\mu\text{g/g}$ aralığında), böbreklerde ortalama 0.05 ± 0.10 $\mu\text{g/g}$ (0.01-1.65 $\mu\text{g/g}$ aralığında), bakırın karaciğerlerde ortalama 3.97 ± 0.90 $\mu\text{g/g}$ (0.97-18.90 $\mu\text{g/g}$ aralığında), böbreklerde 2.62 ± 0.53 $\mu\text{g/g}$ (0.60-11.50 $\mu\text{g/g}$ aralığında), kurşunun karaciğerlerde 0.07 ± 0.06 $\mu\text{g/g}$ (0.04-0.39 $\mu\text{g/g}$ aralığında), böbreklerde 0.06 ± 0.03 $\mu\text{g/g}$ (0.04-0.24 $\mu\text{g/g}$ aralığında) düzeyinde olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada analiz edilen 1702 böbrek örneğinin %97.5'inde Cd,

%100'ünde Cu, % 26.11'inde Pb, yine analiz edilen 1702 karaciğer örneğinin %74.56'sında Cd, %100'ünde Cu ve %14,86'sında Pb varlığına rastlandığı belirtilmiştir.

Gonzalez- Weller ve ark. (2006), İspanya'nın Tenerife adasından toplanan 24 adet tavuk etinde ortalama kurşun ve kadmiyum düzeylerinin sırasıyla $6,94 \pm 4.63$ $\mu\text{g/kg}$ (0.93-13.43 aralığında) ve $1,68 \pm 1.76$ $\mu\text{g/kg}$ (0.52-5.21 aralığında) bulunduğunu açıklamışlardır.

Falandysz (1991), 1987 yılında Polonya'nın kuzey kesimlerinde kesilen hayvanların tavuk eti ve iç organlarında yaptığı analizlerde karaciğerde ortalama 3.8 mg/kg (3.2-5.3 mg/kg aralığında) Cu, 48 mg/kg (31-64 mg/kg aralığında) Fe, 16 mg/kg (12-22 mg/kg aralığında) Cd ve 120 mg/kg (60-180 mg/kg aralığında) Pb varlığına rastlandığını bildirmişlerdir. Çalışmada yaşlı hayvanların böbreklerindeki Cd düzeylerinin genç hayvanlara oranla daha yüksek çıktığı ortaya konmuş ve yaşlı hayvanların sakadatlarının tüketilmesine dikkat edilmesi önerisinde bulunmuşlardır.

Nuurtamo ve arkadaşları (1980), Finlandiya'daki mezbahalarda kesilen tavukların etlerinde yaptıkları araştırmalarda bakır düzeylerinin 0.49-1.9 mg/kg arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Yine yapılan bazı çalışmalarda ise bu çalışmadan farklı olarak tavuk eti ve iç organlarında Pb, Cd ve Cu düzeylerinin AB tolerans limitlerinin üzerinde saptandığı görülmüştür.

Pagan-Rodriguez ve ark. (2007), ABD'de Tarım-Gıda Güvenliği ve Kontrol Servisi (FSIS) bölümünde hayvanların böbrek, karaciğer ve etlerinden rastgele toplanan örneklerde Cd ve Pb düzeylerini değerlendirmek için 2003-2004 yıllarında yaptıkları bir araştırmada, analiz edilen yaşlı tavuk böbreklerinin hepsinde (%100) 627 ± 995 ppb (17-11400 aralığında) Cd, %20'sinde 58 ± 101 ppb (25-671 aralığında) Pb; karaciğerlerin %99.5'inde 177 ± 214 ppb (27-1820 aralığında) Cd, %7.5'inde 176 ± 221 ppb (25-1293 aralığında) Pb; tavuk etlerinin %1.5'inde 20 ± 19 ppb (13-31

aralığında) Cd ve %2.5'unda 55 ± 18 ppb (31-75 aralığında) Pb bulduklarını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada ABD'nin aynı bölümünde 1985-86 yıllarında yapılmış çalışmadaki verilerle de karşılaştırma yapılmıştır. Buna göre ABD'de 1985-86 yılları arasında yaşlı tavukların böbreklerinin %99'unda 1030 ± 700 ppb (100-3600 aralığında) Cd, %1.6'sında 630 ± 190 ppb (500-940 aralığında) Pb; karaciğerlerinin %91.9'unda 710 ± 7760 ppb (100-131000 aralığında) Cd, % 0.3'ünde (1 örnek) 540 ppb Pb; etlerin %1'inde 120 ± 20 ppb (100-140 aralığında) Cd ve 306 örnekten hiç birisinde Pb varlığına rastlanmadığı belirtilmiştir. Buna göre geçen 18-19 yıla göre kurşun düzeylerinde azalma, ama Cd değerlerinde artma olduğu ve yaşlı hayvanların et ve et ürünlerinin daha riskli olacağı sonucuna varılmıştır. Ayrıca HACCP sistemine göre yaşlı hayvanların böbreklerinin imha edilmesi gerektiği yönünde görüş belirtmişlerdir.

Skalicka (2002), Doğu Slovakya'da çevre kirliliğinin yoğun olduğu yörelerdeki kümes hayvanlarında kadmiyum düzeyleri için yapılan analizlerde ; 72 adet göğüs kası, bacak kası, karaciğer ve kalp örneğinde sırasıyla 0.019; 0.021; 0.061; 0.099 mg/kg düzeylerinde Cd bulunduğunu bildirmiştir. Bu sonuçların Slovakya'da bulunmasına izin verilen en yüksek tolerans sınırından daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca bu sonuçların kirliliğin olmadığı yerlere göre daha yüksek olduğu da belirtilmiştir.

Sabir ve ark. (2003), Pakistan'ın Azad Kashmir, Bagh bölgesindeki etlerin kalitesi üzerine çevre kirliliğinin etkilerini inceledikleri bir araştırmada tavuk etlerindeki Fe düzeylerini 585-610 ppm aralığında, Pb düzeylerini 3 ppm, Cu düzeylerini ise 11-13 ppm aralığında bulduklarını belirtmişlerdir.

Bu çalışmalardan başka Anke ve ark (1993); Kottfrova (1996); Hurna ve Hurna (1998); Maracek ve ark. (1998) da Doğu Avrupa ülkeleri gıda kalitesi ve güvenliği için yaptıkları araştırmalarda gıdalardaki ağır metallerin yoğunluğundaki artışın ciddi bir sorun olarak görüldüğünü bildirmişlerdir.

Gıdalarda metal kirliliği çevre ve yaşam kalitesini belirleyen en önemli etmenlerden biridir. Türkiye’de çevre kalitesini göstermesi açısından yapılmış pek çok araştırma bulunmaktadır.

Şanlı ve ark. (1990), Buldan barajı göl suyunun doğal kalitesini yansıtan özellikleri ile başlıca su ürünü konumundaki sazan balığı örneklerinde bakır, çinko ve civa artıklarına bağlı kirlenmelerin düzeyini araştırdıkları bir çalışmada, aynı gölden avlanan 55 adet sazan balığı örneğinde 0.10-0.068 ppm bakır, 0.13-1.46 ppm civa ve 0.86-2.37 ppm arasında çinko kalıntısı bulduklarını açıklamışlardır.

Bilgili ve ark. (1995), Van Gölü suyunun doğal kalitesini yansıtan özellikleri ile başlıca su ürünü konumundaki inci kefalı örneklerinde kurşun, kadmiyum, bakır, mangan, demir ve çinko artıklarına bağlı kirlenmelerin düzeyini araştırdıkları bir çalışmada, ortalama 1,186-0,760 ppm kurşun, 0,023-0,015 ppm kadmiyum, 4,326-1,694 ppm bakır, 10,754-3,665 ppm demir ve 11,786-4,473 ppm çinko kalıntısı bulduklarını belirtmişlerdir.

Yarsan ve ark. (1996) ise Eskişehir ilinde sığırlarda meydana gelen zehirlenme olayının kurşundan ileri gelip gelmediğini ortaya koymak amacıyla, zehirlenme sonucu ölen ve mecburi kesime sevk edilen hayvanlardan alınan doku ve organlar ile hayvanların tükettikleri su örneklerinde kurşun analizleri yapmışlardır. Analiz edilen tüm örneklerde 32,33-187,92 ppm arasında kurşun kalıntısı bulunduğu bildirilen bu olgu sunumunda elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ile zehirlenme olayının akut bir kurşun zehirlenmesi olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışma genellikle kronik etki oluşturduğu bilinen kurşunun, akut zehirlenmeye de neden olduğunu gösteren önemli bir örnek olarak verilmiştir.

Bu çalışmada farklı bölgeleri temsilen Adapazarı, Adana, Manisa ve Balıkesir illerinden alınan tavuk karaciğer ve but örneklerinde incelenen ağır metal düzeylerinin en fazla Adapazarı ilinde saptandığı belirlenmiştir. Bu durumun bölgedeki sanayileşme yoğunluğundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Literatür verilerine göre gıdalarla alınan kurşunun, başta kemik olmak üzere kan, böbrek, karaciğer ve kas dokularında, kadmiyumun en fazla böbreklerde bunu takiben karaciğer, kan, kemik ve kaslarda biriktiği bir gerçektir. Bu çalışmada da Pb, Cd, Cu ve Fe'in karaciğer ve kas dokusunda düşük düzeylerde de olsa saptandığı görülmüştür. Bu nedenle hayvansal ürünlerde metal birikiminin artması insan beslenmesi ve dolayısıyla toksik elementlerle karşı karşıya kalması insan sağlığı yönünden önemlidir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Vücut için gerekli olan elementlerin kronik olarak ve toksik dozda alınması birikim yaptığı doku ve organların metabolizmalarını bozabileceği, gelişim bozuklukları, performans düşüklüğü ve ölümlerle görülmüştür. Beslenmede önemli bir yeri olan et üretimi ve tüketimi içinde tavuk eti gün geçtikçe önemini artırmaktadır. Üretimin nisbeten kolay olması, 6 ile 7 hafta içerisinde kesime gelmesi ve yemin ete dönüşüm gücünün yüksek olması broiler (etçi tavuk) yetiştiriciliğini önemli kılmaktadır. Bütün bunlardan dolayı, hayvanlara verilecek yiyeceklerde zorunlu yiyecek maddeleri içerisinde gerekli mineral maddelerin de yeterli dozların çok üstünde olmaması gereklidir. Ayrıca hijyenik koşullarda, toksik maddelerden ve metallere arındırılmalıdır. Aksi halde gelişim bozukluğu ve en önemlisi insanların bu tür etlerle beslenmesi ile birçok sağlık sorunları ortaya çıkabilecektir.

Bu çalışma sonunda Türkiye'nin farklı bölgelerini temsil edecek (Marmara Batı Karadeniz Bölgesi, Güney Marmara Bölgesi, Ege Bölgesi, Çukurova Bölgesi) şekilde 4 farklı ilden örnekler toplandı. Örneklerdeki metal analizleri uluslararası ölçekte kabul gören analitik yöntemlerle gerçekleştirildi. Elde edilen değerler metal düzeyleri yönünden tüketici sağlığını olumsuz yönde etkilemeyeceğini gösterdi. Bu değerlendirme halk sağlığı yönünden olumlu kabul edilebilir niteliktedir. Bununla birlikte söz konusu düzeyleri koruyacak ve kontaminasyonu önleyecek bazı uygulamalarında yapılması uygun olacaktır. Bunlar;

1. Taze et tercih edilmeli ve hayvanlar kesilmeden önce mutlaka veteriner hekim kontrolünden geçirilmeli sağlıklı hayvanlar kesilmeli,
2. Yasal kontrol ve denetimler sıklaştırılmalı ve yaptırımlar ciddi olmalı,
3. Halkın bilinçlendirilmesi sağlanmalı,
4. Tavuk kümeslerinin anayol trafiğinden uzak mesafelerde kurulması,
5. Sanayileşmenin yoğun olduğu bölgelerden uzak mesafelerde kurulması,
6. Tavuk ya da civciv suluklarının ve yem kaplarının metal aşınımı olmayan kaplardan seçilmesi önerilir.

ÖZET

Türkiye'nin Farklı Bölgeleri'nde Üretilen Etçi Piliç Karkas ve Karaciğerinde Bazı Metal Düzeylerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada Türkiye'nin çeşitli illerinde yetiştirilen tavukların karaciğer ve but dokularındaki Pb, Cd, Cu ve Fe düzeylerinin belirlenmesi amaçlandı. Bunun için Türkiye'nin tavuk eti üretiminin % 95'ini karşılayan 4 farklı bölgeden değişik illerden (Adapazarı, Balıkesir, Manisa, Adana) entegre tavukçuluk üretimi yapılan kümeslerin her birinden 20'şer adet but ve karaciğer olmak üzere toplam 80 adet but ve 80 adet karaciğer örneği toplandı.

Pb ve Cd analizleri Grafit Fırınlı Atomik Absorbsiyon Spektrometre ve Zeeman zemin düzeltici sistem ile Fe ve Cu analizleri ise Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometre cihazı ile döteryum zemin düzeltici sistem kullanılarak yapıldı.

Yapılan analizlerde butlarda Pb 1.62-66.19 ppb, Cd 0.15-3.60 ppb, Cu 100-491 ppb, Fe 790-4360 ppb, karaciğerde Pb 11.32 ppb, Cd 0.48-18.20 ppb, Cu 260-974 ppb, Fe 6930-14500 ppb aralığındaki düzeylerde bulundu. Karaciğerlerde bulunan ağır metal düzeylerinin butlarda rastlanan ağır metal düzeylerinden daha yüksek olduğu ve illere göre yapılan değerlendirmede en yüksek kirliliğin Adapazarı'nda olduğu sonucuna varıldı. Buna rağmen belirlenen Pb, Cd, Cu ve Fe'in hiçbirinin Türk Gıda Kodeksi ve AB tarafından belirlenen yasal tolerans limitini aşmadığı saptandı.

Elde edilen sonuçlara göre tavuk kümeslerinin anayol trafiğinden, sanayi bölgesinden veya diğer kirlletici kaynaklardan uzak mesafelerde kurulması uygun olacaktır.

Anahtar Sözcükler: Atomik absorpsiyon spektrometre, broiler, metal, karaciğer, kirlilik, karkas, Türkiye

SUMMARY

Determination of some of the Metal Levels in Carcass, Liver of Broiler Produced in Different Region of Turkey

In this study, the object was the determination of the levels of Pb, Cd, Cu and Fe in tissues of chicken carcass and liver which are grown in varied cities of Turkey. For this reason, liver and meat samples from some of the cities of Turkey (Adapazarı, Balıkesir, Manisa, Adana) which covers 95 % percent of chicken meat production were collected. Totally samples 80 chicken carcass and livers of chicken were collected.

Graphite furnace atomic absorption spectrometer equipped with Zeeman background corrector was applied for the determination of Pb and Cd; Cu and Fe were determined by flame atomic absorption spectrometer and a deuterium background corrector.

In this analysis the values of Pb 1.62-66.19 ppb, Cd 0.15-3.60 ppb, Cu 100-491 ppb, Fe 790-4360 ppb in chicken carcass; Pb 11.32-92.77, Cd 0.48-18.20 ppb, Cu 260-974 ppb, Fe 6930-14500 ppb in liver were found. The values of heavy metal in livers were found higher than the values of heavy metal in chicken carcass. Furthermore, the evaluation was resulted in the highest pollution according to cities exists in Adapazarı. However, according to our datas, the levels of Pb, Cd, Cu and Fe were found well below the legal tolerance limits of food Codex of Turkey and EU.

According to the results of this analysis, the poultry farms must be located far from highways, industrial zone or other polluting sources.

Key Words: Atomic absorption spectrometer, broiler, metal, liver, pollution, carcass, Turkey

KAYNAKLAR

- AIR QUALITY GUIDELINES FOR EUROPE.(1987). Who Regional Publication, European Series No. 23.
- ANKE, M., E. LOSCH, J., HUBSCHMANN, K.KRAMER (1993). Die Nickelbelastung Der Nahrungskette Von Pflanze, Tier und Mensch in Deutschland, 2.Auswirkung der Nickelbelastungen bei der Fauna. Mengen und Spurenelemente, 13. Arbeitstagung, Jena, 382-399. Wiss. Publ. Karl-Mrx-Univ.,Leipzig.
- ANON (1987). Kurşun. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (İSGÜM) Meslek Hastalıkları Bülteni, 2: 1-6.
- ANON (1991). Principles and Methods for the Assessment of Nephrotoxicity Associated with Exposure to Chemicals. Environ Criteria., 119, WHO, Geneva.
- ANON (1995b). Health risk from marine pollution in the mediterranean. Review of Hazards and Health Criteria., II: 172-175, WHO, Geneva.
- ANON (1995c). Inorganic lead international programme on chemical Safety. a Environ. Health Criteria., 165, WHO, Geneva.
- ANON (2000). Hazardous chemicals in human and environmental health a resource book for school, college and university students. International Programme on Chemical Safety. WHO, Geneva.
- ANON(2003). Besd-bir. Erişim: [www. besd-bir.org/ - 7k]. Erişim tarihi: 21. 10. 2007.
- ANON (2004). Kanatlı Bilgiler Yıllığı, Besd-bir yayın No.5, s. :21-134, Ankara.
- ANON (2005). Canlı Hayvanlar ve Hayvansal Ürünlerde Belirli Maddeler ile Bunların Kalıntılarının İzlenmesi için Alınacak Önlemlere Dair Yönetmelik. 19.01.2005/2005. Ankara.
- ANON (2006). Kanatlı Bilgileri Yıllığı, Besd-bir yayın No. 7, İlke- Emek Matb. s. :85-129 Ankara.
- ANON (2007). Kanatlı Eti. Erişim: [www. Sagliklitavuk.org/index.php/html]. Erişim tarihi: 13.09.07.
- AUBER, M. (1975) Probleme Du Mercure On Mediteriane. Rev. Intern Oceongr. Med. 37- 38, 215-231.
- AYGUN, O., YARSAN, E., AKKAYA, R. (2004). Lead and Copper Levels in Muscle Meat of Crucian Carp from Yarseli Dam Lake, Turkey. Bull Environ. Contam. Toxicol. 72:135-140 .
- BAKALLI, R. I., PESTI, G. M., RAGLAND, W. L., KONJUFCA.,V. (1995). Dietary Copper in Excess of Nutritional Requirement Reduces Plasma and Breast Muscle Cholesterol of Chickens. Poult. Sci., 74:360-365.
- BARUTCU, B.(1987). Tavşanda Aralıklı Kronik Hipoksik Hipoksi ile Oluşturulan Polisitemide Eritropoez ve Eser Elementlerin İncelenmesi. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Fizyoloji ABD Biyofizik Bilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
- BEBIANNI, M, J., SHURTZ-SWIRSKI, R., BARNEA, E.R., URBACH, J., BRANDES,M., YANNAL, S. (1992). The Influence of Mercury on the Secretion of Human Chronic Gonadotropin in Superfused Young Placental Tissue. Pharmacol. Toxicol. 71 : 19-23.
- BİLGİLİ, A., SAĞMANLIGİL, H., ÇETİNKAYA, N., YARSAN, E., TÜREL, İ. (1995). Van Gölü

Suyunun Doğal Kalitesi ve Buradan Avlanan İnci Kefali (*Chalcalburnus Tarichi*, Palas 1811) Örneklerinde Bazı Ağır Metal Düzeyleri. A. Ü. Vet. Fak. Derg. Cilt: 42, Sayı: 4, s.: 445-450, Ank. Üniv. Basımevi, Ankara.

BUCHET, J.P., LAUWERYS, R., VANDE VOOEDRADE, A., PYCKE, J. M. (1983). Oral Daily Intake of Cadmium Lead, Manganese, Copper, Chromium, Mercury, Calcium and Arsenic in Belgium. A Duplicate Metal Study. Food. Chem. Toxicol., 21: 19-24.

BUGGIANI, S. S., RINDI, S. (1992). Lead Toxicosis and Salt Glands in Domestic Ducks. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 24: 152-155.

BÜYÜKBİNGÖL, B.(1984). Türkiye’de Tavuk Eti Talebi ve Tavuk Eti Talep Projeksiyonları, master tezi, Gazi Üniv. Sosyal Bilimler Ens., Ankara.

DAĞISTAN, M. (1996). Beyaz Leghorn Spf Tavuk Organlarında Ağır Metal Düzeylerinin Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresiyle Tayini. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Manisa.

ELINDER, C. G. (1983). Cadmium Exposure From Smpkin Cigarettes Variations With Time and Country Where Purchased. Environmental Resarch.32: 220-227.

ELWOOD, P. C. (1984). Greater Contribution to Blood Lead Froms Water Than From Air, Nature, 310:38-140.

ERGÜN, A., ŞEHU, A. (1999). Dengesiz Beslenmenin İmmün Sistem Üzerine Etkileri Tavukçuluk Araştırma Dergisi, 1:45-50.

ESENKAYA, S. (1994). Termde erken membran rüptürü etyolojisinde, maternal çinko ve bakır eksikliğinin rolü. Sağlık Bakanlığı Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hast. Uzm. Tezi. İstanbul.

EUROPEN UNION (2006). EC No: 1881/2006, Commission Regulation Setting for Certain Contaminants in food stuffs. Official Journal of the Europen Union L 364-5 20.12.2006.

FALANDYSZ, J. (1991). Manganese, Copper, Zinc, Iron, Cadmium, Mercury and Lead in Muscle Meat, Liver and Kidneys of Poultry, Rabbit and Sheep Slaughtered in The Northern Part of Poland. Food Additives and Contaminants, Vol. 8, No. 1, 71-83.

FALCHUK, K. H. (1991). Disturbances in Trace Element Metabolism.: Principles of internal Medicine Mc Graw- Hill, New York: p.: 443-445.

FINLEY, M. T. VE DIETER, M. P. (1978). Influence of Laying on Lead Acumalation in Bone of Mallard Ducks. J. Toxicology Environ. Health, 4:123-128.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (1985). Meeting on The Toxicity and Bioaccumulation of Selected Substances in Marin Organisms. FAO Fisheries Report No: 334. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p.: 1-22.

FREEMAN, H. C., HARNE, D. A. (1972). J. Fish. Res. Board Can.;30, 454-456.

GEORGE, C. H., ELIAS, P. S., HOMMES, W. P., (1987). Verlog Paul Parey, Berlin, Hamburg.

GÜLEÇ, E.(1988). Yarış Atçılığı Pratik Rehberi, Çanıtay Yayıncılık A.Ş., s.: 92-93, 2. Baskı, Ankara.

GÜLEÇ, M. (2003). Kanatlılarda Stres; Vitamin ve Mineral Uygulamaları. Doktora Semineri, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, Ankara.

- GONZALEZ-WELLER, D., KARLSSON, L., CABALLERO, A., HERNANDEZ, F., GUTIERREZ, A., GONZALEZ-IGLESIAS, T., MARINO, M., HARDISSON, A. (2006). Lead and Cadmium in Meat Products Consumed by the Population in Tenerife Island, Food Additives and Contaminants, August; 23.: 757-763, Spain.
- HAMMOND, A. L. (1971). Natural and Human Factors Science, 788-789.
- HARRISON N (2000). Dietary Exposures to Aluminium, Arsenic, Cadmium, Chromium, Copper, Lead, Mercury, Nickel, Selenium, Tin and Zinc. Food Additives and Contaminants 17:775-786.
- HEARD, M. J., CHAMBERLAIN, A. C. (1982). Effect of Minerals and Food on Uptake of Lead From the Gastrointestinal Tract in Humans. Human Toxicology, 1:411-415.
- HEMBERG, S., NIKKAEN, J. (1970). Enzyme Inhibition by Lead Under Normal Urban Conditions. The Lancet, January 10.
- HOLDE, A. V. (1973). A. Review J. Food Technol; 8, 1-25.
- HUMPHREYS, D. J. (1991). Effects of Exposure to Excessive Quantities of Lead on Animals. British Veterinary Journal, 147:18-30, 1991.
- HURNA, E., S. HURNA (1998). Cytotoxicity and Genotoxicity of Cd investigated on a rat Liver Epithelial Cell Line and Hamster Lung Fibroblast. Vet. Med. Czech Republic.
- IRON (JECFA Evaluation) [Toxicological Abbreviations](http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v18je18.htm), Erişim tarihi 28.11.2007
- <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v18je18.htm>
- IRWIN, J. C., KARSTAD, L. H. (1989). The Toxicity for Ducks of Disintegrating Lead Shot in a Simulated- Mars Environment. In : Lead –Environmental aspects. Environmental Health Criteria 85. World Health Organization, Geneva .
- İZLER, E. (1989). Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile Post-mortem Kan Örneklerinde Pb ve Cu Düzeyleri. İ. Ü. Adli Tıp Enstitüsü Fen Bilimleri ABD, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- JENG, S. L., LEE, S. J., LIU, Y. F., YANG, S. C., LIOU, P. P. (1997). Effect of Lead Ingestion on Concentrations of Lead in Tissues and Eggs of Laying Tsaiya Ducks in Taiwan. Poultry Science 76:13-16, Taiwan.
- JANIKI, K. (1991). Greening Water and Human Health. In Trace 89, Çukurova University Medical Faculty. p.: 21-33.
- JOHNSON, N. E., TENUTA, K. (1979). Diets and Blood Lead Levels of Children Who Practice pica. Environmental Research, 28:369-376.
- KAYA, S., PİRİNÇCİ, İ. (2002). Çevre Toksikolojisi. Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. Ed.: S. Kaya, İ. Pirinçci, A. Bilgili. 2. Baskı, Medisan Yayınevi , s.:703-777, Ankara.
- KERMAN, M., KAYA, S., BİLGİLİ, A., AKKAYA, R., YARSAN, E. (1996). Türkiye’de Üretilen veya İthal Edilen Yem ve Yem Hammaddelerinin Toksik Etkili Mineral Madde İçeriklerinin Araştırılması . Etlik Vet. Mikb. Derg., 8: 81-92.
- KLEVAY, L. M. (1996). The Human Requirement for Cobalt 1. Healthy men Fed conventional American Diets. Am. j. of clin. Nutr. 33: 34-50, 1980. In: trace element in Human Nutrition and Health. World Health Organization. Geneva.

- KOSTIAL, K.(1978). The Influence of Age on Metal Metabolism and Toxicity. *Environmental Health Perspectives*, 25: 81-86.
- KOSTIAL, K.(1990). Dietary Calcium and Blood Lead Levels in Women. *Biological Trace Element Research*, 28: 10-14.
- KOTTFFEROVA, J.(1996). Residual Contaminants of Cadmium in Relation to Environmental Protection, Health and quality of Food Products. Dissertation, University of Veterinary Medicine, Kosice, p.: 1308 in (Slovak Language).
- LAST, M., WALLACE, B. (1992). 13 th ed. *Public Health Preventive Medicine*. Prentice- Hall International Inc., New York.
- LEE, H. H. (1996). Zinc Absorption In Human Small Intestine. *American Jr. Of Physiology*. 256. 87-91, In: *Trace Elements in Human Nutrition and Health* WHO, Geneva.
- LEDOUX, D. R., MILES, R. D., ANMERMAN, C. B., HARMS, R. H. (1987). Interaction of Dietary Nutrient Concentration and Supplemental Copper on Chick Performance and Tissue Copper Concentrations. *Poultry Science*, 66: 1379-1384.
- LEDOUX, D. R., HENRY, P. R., ANMERMAN, C. B., MILES, R. D. (1989). Effect of dietary Copper on Tissue Mineral Composition as an Estimate of Copper Bioavailability in Broiler Chicks. *Nutrition Reports International*, 39: 1117-1126.
- LEDOUX, D. R., HENRY, P. R., ANMERMAN, C. B., MILES, R. D. (1989). Effect of dietary Copper on Tissue Mineral Composition Broiler-Type Chicks as a Bioassay of Inorganic Copper Sources. *Nutrition Reports International*, 40:53-66.
- MAHAFFEY, K. R., GARTSIDE, P.S., GLUECK, C. J.(1980): Blood Lead Levels and Dietary Calcium Intake in 1 to 11 Year Old Children, *Pediatrics*, 78:257-262.
- MARACEK, I., L. LAZAR, B. KORENEKOVA, J. CHOMA, V.DAVID (1998). Rezidua Ťakych vyskyt chorobnosti reprodukcných orhanov krav v spadojev oblasti hutnickeho Kombinatu. *Slovensky Veterinary Casopis* 23, 159-163.
- MARCANTONIO, F., FLOWERS, G. C., TEMPLIN, N. (1999). Lead contamination in a wetland watershed: isotopes as fingerprints of pollution. *Environ. Geology*, 39 : 1070-1076.
- MARCUS, A., SCHWARTZ, J.(1987). Dose- Response Curves for Erythrocyte Protoporphyrin Blood Lead Effects of Iron Status. *Environmental Research*, 44:221-227.
- MERIAN, E. (1990). Environmental Chemistry and Biological Effects of Cadmium Compounds. *Toxicol. Environ. Chem.*, 26: 27-44.
- MURALIDHARAN, S., JAYAKUMAR, R., VISHNU, G.(2004). Heavy Metals in Feathers of Six Species of Birds in the District Nilgiris, India.
- MUTLUER, B., ERSEN, Y., BERKER, A. (1989). Kasaplık Hayvanlarda Kurşun Metabolizması A. Ü. Vet. Fak. Der. 36 :396-603.
- NATIONAL FOOD ADMINISTRATION IN SWEDEN (2004). Erişim:http://www.slv.se/templates/SLV_NewsPage_8470.aspx. 07.11.2007.
- NEUHOUS, J. W. G. (1973). *Med. J. Aust.*;1, 107 – 110.
- NUURTAMO, M., VARSO, P., SAARI, E., KOIVISTOINEN, P.(1980). Mineral Element Composition of Finnish Foods. V. Meat and meat products. *Acta Agriculturae Scandinavica (Suppl.)*,

22, 57-76.

OSBOM, D., EVERY, W. I. J., BULL, K.R.(1983). The Toxicity of Trialkyl Lead Compounds to Birds. *Environ. Pollut.* 31:261-275.

OZAN, K., ÜNSAL, A.(1996). Genel Toksikoloji. İ.Ü. Veteriner Fakültesi Yayını No.:48 s.: 2-70, İstanbul.

ÖZSOY, M.M. (2004). İki Farklı Balık Türünde Civa, Kurşun, Kadmiyum ve Bakır Kalıntılarının İcp-Hidrür Tekniği İle Saptanması. *Ank. Üniv. Sağ. Bilm. Enst.* Ankara.

PAGAN-RODRIGUEZ, D., Q'KEEFE, M., DEYRUP, C., ZERVOS, P., WALKER, H.and THALER, A. (2007). Cadmium and Lead Residue Control in a Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Environment. *J. Agric. Food Chem.* (55), 1638-1642. Washington .

PATTERSON, K.Y. (1984). Zinc, Cobber and Mangesse intake and Balance for adults Consuning Self Selected Diets. *Am. J. of clin. Nutr.* 40: 1397-1403.

PIRKLE, J. L., SCHWARTZ, J., LANDIS, R., HARLAN, R. W. (1985). The Relationship Between Blood Lead Levels and Blood Pressure and its Cardiovasculer Risk İmplications. *Am. Journal of Epidemiology*, 121:246-258.

PITCHEL, J., KUROIWA, K., SAWYER, H.T. (2000). Distribution of Pb, Cd in Bain Soils and Plants of Two Contaminated Sites. *Environ. Poll.*, 110 : 171-178.

PRASAD, A. S. (1985). Clinical Endocrinological and Biochemical Effects of Zinc Deficiency. *Clin. Endocrinol. Metabolism*, 14: 567.

PRASAD, A. S. (1978). Trace Elements and Iron Human Metabolism. In John Wiley and Sons. Ltd. Great Britain, p.: 289- 303.

ROBENSON, J. W. (1983). Skelly Spectroskopik Letters 16, 117.

ROBERTS, R. D., JOHNSON, M. S., HUTTON, M.(1978). Lead Contamination of Small Mammals from Abandoned Metalliferous Mines. *Environ. Pollut.* 15: 61-69.

RUBIO, C., GONZALEZ-IGLESIAS, T., REVERT, C., REGUERA, J. I., GUTIERREZ, A.J., HARDISSON, A.(2005). Lead Dietary Intake In a Spanish Population (Canarya Islands). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53:6543-6549.

RUBIO, C., HARDISSON, A., REGUERA, J. I., REVERT, C., LAFUENTE M. A.,GONZALEZ-IGLESIAS, T. (2006). Cadmium Dietary Intake In the Canary Islands Spain. *Environmental Research* 100: 123-129.

SABIR, S. M., KHAN, S. W. and HAYAT, I. (2003). Effect of Environmental Polution on Quality of Meat in District Bagh, Azad Kashmir. *Pakistan Journal Of Nutrition* 2: 98-101.

SALISBURY, CRAIG D. C., CHAN, W., SASCHENBRECKER, P. W.(1991). Multielement Concentrations in Liver and Kidney Tissues From Five Species ofCanadian Slaughter Animals, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*(Vol. 74, No. 4), Kanada.

SCHERER, G., BARKEMEYER, H. (1983). Cadmium Concentration in tobacco smoke. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Vol.7, p.: 71-78.

SEVGİCAN, F. (1977). İnorganik Elementler ve Metabolizması., E. Ü. Zir. Fak. Derg. Yayınları No: 270.

SIERRA, A., HARDISSON, A.(1991). La Contaminacion Quimica de Los Alimentos. Aditivos

- Alimentarios. In Piedrola G, Dominguez M, Cortina P, et al. Editors Medicina Preventiva y Salud Publica. Barcelona: Salvat. P.: 293-303.
- SINIGOJ-GANCNIK, K., DOGANOC, D. Z. (2000). Contamination of Farm Animals and Fishes from Slovenia With Heavy Metals and Sulfonamides Bull. Environ. Contam. Toxicol. 64: 235 -241. New York.
- SKALICKA, M., KORENEKOVA, B., NAD, P., MAKOOVA, Z.(2002). Cadmium Levels in Poultry Meat. Veterinarski Arhiv 72, p.:11-17.
- SONAL, S. (1994). Hayvansal Besinlerle Yansıyan Metal Kalıntıları ve Yaratabileceği Sağlık Sorunları. Ankara Veteriner Fakültesi, Türkiye’de Veteriner İlaçları Üretimi, Pazarlaması, Güvenli Kullanımı ve Kalıntı Sorunları Sempozyumu Kitabı, 13-14 Ekim 121-134. Ankara.
- SPRENG K.F., REMBER, W.C. BENDER, S.F., HOFFMAN, M.L., RABBI, F., CHANBERLAIN, V.E. (2000). Toxic Metal Contamination in the Lateral Lakes of the Coeur d’Alene River Valley, Idaho. Environ. Geol., 39 : 575-586.
- STAHR, M. M. (1977). Analytical Toxicology Methods Manuel. Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa, pp: 47-48.
- STANCHEV, C.(1989).: Investigations About the Effects of Increasing Lead Dose on the Performance of Broilers and Carry-Over of Lead in Whole Body and in Several Tissues. I. Performance of Broilers. 6th Internationale Trace Element Symposium. Vol.5. 567-1573.
- SULLIVAN, T. W., DOUGLAS, J. H., GONZALEZ, N. J. (1994). Levels of Various Elements of Concern in Feed Phosphates of Domestic and Foreign Origin. Poultry Science 73:520-528.
- ŞANLI, Y., YAVUZ, H., BİLGİLİ, A., DEMET, Ö., DOĞAN, A., AKAR, F., LIMAN, B. C. (1990). Buldan Barajı Suyunun Doğal Kalitesi ve Buradan Avlanan Sazan Balığı Örneklerinde Bazı Ağır Metal Artıklarının Üzerinde Araştırmalar. A. Ü. Vet. Fak. Derg. 37: 56-73, Ankara.
- ŞANLI, Y., KAYA, S., PİRİNÇİ, İ., YAVUZ, H., BAYDAN, E., DEMET, Ö., BİLGİLİ, A. (1995). Veteriner Klinik Toksikoloji (Kaya S. Ed.), s.: 72-90, Medisan yayınevi, Ankara.
- ŞENAVCI, V., GÜRSEL, B., ERDİNÇ, S., SONAL, S., SEVAL, S. (1997). Ankara ve Bursa da Tüketime Sunulan Sığır, Koyun ve Kanatlı Karaciğer ve Böbreklerinde Ağır Metal (Pb, Cd, Hg) Kalıntı Düzeylerinin Araştırılması. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Genel Yayın No. 30, Özel Yayın No: 28, 1997 (TAGEM-GY-02-K-4), Ankara.
- TAYLOR, A. ve BROWN, A.(1983). Simple and Rapid Procedure for the Determination of Lead in Whole Blood by use of a Slotted Tube and Discrete Nebulisation Flame Atomic Absorption Spectrometry. Analyst. September. 7:1159-1161.
- THUN, M. J. (1989). Nephropathy in Cadmium Workers: Assessment of Risk from Airborne Occupational Exposure to Cadmium. British Journal of Industrial Medicine, 46:689-697.
- TIETZ, N.(1986). Textbook of Clinical Chemistry. W. B. Saunders Company p.: 965-985.
- TYROLER, H. A. (1988). Epidemiology of Hypertension as a public Health Problem: An Overview as Background for Evaluation of Blood Lead-Blood Pressure Relationship. Environmental Health Perspective, 78:3-7.
- UYYSAL, H., TUNCER, S. ve YARAMAZ, Ö. (1986). Ege Kıyılarındaki Yenilebilen Organizmalarda Ağır Metallerin Karşılaştırmalı Olarak Araştırılması. Çevre-86 Sempozyumu, 2-5 Haziran 1986. E. Ü. Atatürk Kültür Merkezi, İzmir.

- VURAL, N. (1984). Toksikoloji. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, No.56.
- VOS, G., LAMMERS, H., VAN DELF, W.(1988). Arsenic, Cadmium, Lead and Mercury in Meat, Livers and Kidneys of Sheep Slaughtered in the Netherlands. Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung, 187, 1-7.
- WARD, T. L., WATKINS, K. L., SOUTHEM, L. L.(1994). Interactive effects of Dietary Copper and Water Copper Level on Growth, Water Intake, Plasma and Liver Copper Concentration of Poults. Poultry Science, 73:1306-1311.
- WATANABE, T.(1985). Baseline level of Blood Lead Concentration Among Japanese For Mers. Archives of Environmental Health, 40: 170-176.
- WLOSTOWSKI, T. (1992). On Metallothionein, Cadmium, Copper and Zinc Relationships, in the Liver and Kidney of Adult Rat, Comp. Biochem. Physiol., 03 p.: : 35- 41.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (1987). Air Quality Guidelines for Europe. European Series No: 23. Geneva.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (1989). Lead- Environmental Aspects. Environmental Health Criteria, No. 85. Geneva.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (1992). IPCS Environmental Health Criteria No: 34, Cadmium. Geneva.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (1992). IPCS Environmental Health Criteria No: 35, Cadmium Environmental Aspects. Geneva.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (1995). IPCS Environmental Health Criteria No: 165, Inorganic Lead. Geneva.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (1996). Trace Elements in Human Nutrition and Health. p.:76-141, Geneva.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (1998). IPCS Environmental Health Criteria No: 200, Copper. Geneva.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (2000). Lead, IPCS Food Additives Series: 44
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v44jec12.htm> Erişim tarihi: 28.11.07.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (2000).: Iron, IPCS Food Additives Series,
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v44jec12.htm> Erişim tarihi: 28.11.07
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (2000). Copper, IPCS Food Additives Series,
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v44jec12.htm> Erişim tarihi: 28.11.07
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (2000). Cadmium, IPCS Food Additives Series:52
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v44jec12.htm> Erişim tarihi: 28.11.07
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). (2000). Lead. in: Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Fifty-third meeting of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Food Additives Series 44. Geneva: WHO. p.: 273-312.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). (2001). Cadmium. In: Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Fifty-fifth meeting of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Food Additives Series 46. Geneva: WHO. p.: 247-

305.

WUNDERLIN, E., SCCHEFER, U., FORSS, A.M. (1992) Scgweizer Archiv Für Tierheilkunde 134 (10) 459-466 (De, en, fr, it, 12 ref.) Inst. Veterinarpathologie, Winterhurerstrasse 166, CH-8057 Zürich, Switzerland.

YARSAN, E., ÖZDEMİR, M., TURHAN, E.(1996). Sığırlarda Kurşunla Akut Zehirlenme Olgusu. Ank. Üniv.Vet. Fak. Derg. Cilt: 43, Sayı:3, s.: 277-229, Ayrıbasım. Ankara.

YILMAZ, Ş. (1997). Bazı Metal Kombinasyonlarının Tavuk Embriyolarında Teratojenik Etkileri: Bakır, Molibden ve Kadmiyumun Etkileri. Farmakoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

ZANETTI, M.A., HENRY, P. R., AMMERMAN, C. B., MILES, R. D.(1991). Estimation of the Relativity Bioavailability of Copper Sources in Chicks fed on Conventional Dietary Amounts. British Poultry Science, 32: 583-588.

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı	Ercan
Soyadı	KURNAZ
Doğum yeri ve tarihi	Kırşehir / 1973
Uyruğu	Türkiye Cumhuriyeti
Medeni durumu	Bekar
Askerlik Durumu	Yaptı (kısa dönem)
İletişim adresi ve telefonu	Altındağ Belediyesi Veteriner Müdürlüğü Akköprü /ANKARA ercankurnaz@mynet.com Telefonu: 0 543 678 51 24 0 (312) 341 46 03

II- Eğitim

Lisans	Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi (1991-1997)
Orta Öğrenim	Aksaray / Ortaköy Lisesi (1985-1991)
İlk Öğrenim	Aksaray /Ortaköy 12 Eylül İlk Öğretim Okulu (1980-1985)
Yabancı Dil	İyi düzeyde İngilizce

III- Ünvanlar

IV- Mesleki Deneyim

Altındağ Belediye Başkanlığı Veteriner İşleri Müdürlüğü, Müdür (2004-Halen)

Altındağ Belediye Başkanlığı Sağlık İşleri Müdürlüğü, Şef (2003)

95. Zırhlı Tugay Komutanlığı, kısa dönem tank çavuş Tekirdağ-Malkara (levazım, gıda kontrol-2002)

Altındağ Belediye Başkanlığı Özel Kalem Müdürlüğü, Müdür (2001)

Altındağ Belediye Başkanlığı, Memur (1997-2000).