

**T.C.**  
**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**DOKTORA TEZİ**

**ÇİMENTO SANAYİSİ ÇEVRESİNDE**  
**DANE YEMLERDE VE KANATLI HAYVAN**  
**ÜRÜNLERİNDE OLASI AĞIR**  
**METAL KİRLİLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**İsmail Erbil ERSOY**  
**Zootekni Anabilim Dalı**  
Tezin Sunulduğu Tarih: **24.02.2012**

**Tez Danışmanı:**  
**Prof. Dr. Kemal ÇELİK**

**ÇANAKKALE**

## DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

İSMAİL ERBİL ERSOY tarafından PROF. DR. KEMAL ÇELİK yönetiminde hazırlanan “ÇİMENTO SANAYİSİ ÇEVRESİNDE DANE YEMLERDE VE KANATLI HAYVAN ÜRÜNLERİNDE OLASI AĞIR METAL KİRLİLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Kemal ÇELİK

Danışman

Prof. Dr. Ergün DEMİR

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Muzaffer DENLİ

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Coşkun BAKAR

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Ahmet UZATICI

Jüri Üyesi

Sıra No :

Tez Savunma Tarihi: 24.02.2012

Prof. Dr. İsmet KAYA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Doktora tezi Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu tarafından 2009/32 no' lu projeden desteklenmiştir.

## İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

**Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.**

İsmail Erbil ERSOY

## TEŞEKKÜR

Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimim süresince sınırsız desteğini karşılıksız sunan, çalışma hayatıma yön veren ve olumlu katkılarını eksik etmeyen danışman Hocam Prof. Dr. Kemal ÇELİK'e teşekkür ederim.

Tez izleme komisyon üyeleri Prof. Dr. Ergün DEMİR ve Yrd. Doç. Dr. Ahmet UZATICI' ya süreç içerisinde verdikleri katkı ve destekten dolayı çok teşekkür ediyorum. Tez savunma jürisinde bulunan Doç. Dr. Muzaffer DENLİ ve Doç. Dr. Coşkun BAKAR'a göstermiş oldukları ilgi ve katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Eğitimve Öğrenim yaşamım boyunca maddi ve manevi katkılarını eksik etmeyen anne ve babam ile doktora eğitim sürecinde desteğini esirgemeyen eşim Derya BEDİR ERSOY' a en içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışma örneklerin toplanmasında ve değerlendirmesine katkı sağlayan Arş. Gör. Yusuf YİĞİNİ ve Uzman Coşkun KONYALI' ya teşekkür ediyorum.

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ICP-AES	Yüklemeli Atomik Emisyon Spektrofotometresi
Pb	Kurşun
Cd	Kadmiyum
Cu	Bakır
Cr	Krom
Co	Kobalt
Mo	Molibden
Ni	Nikel
g	Gram
µg	Mikrogram
mg	Miligram
ml	Mililitre
L	Litre
ppm	Part per million (Milyonda kısım)
°C	Santigrat Derece (Celcius)
HNO <sub>3</sub>	Nitrik Asit.
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen Peroksit
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
TGK	Türk Gıda Kodeksi
AB	Avrupa Birliği
PTWI	Provisional Tolerable Weekly Intake (Haftalık Alınabilir Doz)

## ÖZET

# ÇİMENTO SANAYİSİ ÇEVRESİNDE DANE YEMLERDE VE KANATLI HAYVAN ÜRÜNLERİNDE OLASI AĞIR METAL KİRLİLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

İsmail Erbil ERSOY

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışmanı: Prof. Dr. Kemal ÇELİK

24.02.2012 / 75

Bu araştırma, Çanakkale ili Mahmudiye beldesinde faaliyet gösteren çimento fabrikasının değişik yönlerine konumlu 18 köy ve belde de gerçekleştirilmiştir. Araştırma bölgelerinden 4' er kümes seçilmiş, bu kümeslerden 2009 ve 2010 yıllarının Kış, İlkbahar, Yaz ve Sonbahar (Ocak, Nisan, Temmuz, Ekim) mevsimlerinde her kümeden 4 tavuk, 4 yumurta ve dane buğday örnekleri alınmıştır.

Araştırmanın temel amaçlarından birini çimento fabrikası civarında yetiştirilen tavukların karaciğer, but ve göğüs dokularındaki ağır metal (Pb, Cd, Cu, Cr, Co, Mo ve Ni) düzeylerinin belirlenmesi oluşturmuştur. Deneme süresince 2304 tavuk ve bunların karaciğer, but ve göğüs dokularından örnekler, 2304 yumurta ve 576 dane buğday örneği toplanmıştır.

Tüm bölgelerde karaciğerlerde bulunan ağır metal düzeylerinin but ve göğüs dokularında rastlanan ağır metal düzeylerinden daha yüksek olduğu ( $P \leq 0,01$ ), ve kümeslerden alınan dane yemlerin (buğday) ağır metal düzeyi aynı kümeden örneklenen yumurtadan daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $P \leq 0,01$ ).

Elde edilen ağır metal değerlerinin hiçbirinin Türk Gıda Kodeksi ve AB tarafından belirlenen yasal tolerans limitini aşmadığı saptanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** ICP-AES (Atomik Emisyon Spektrofotometresi), Ağır metal, Karaciğer, Kanatlı

## ABSTRACT

### PROBABLE HEAVY METAL POLLUTION IN SEEDS AND POULTRY IN THE ENVIRONMENT OF CEMENT INDUSTRY OF ÇANAKKALE

İsmail Erbil ERSOY

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Science and Engineering

Chair of Animal Science Thesis of Phd.

Supervisor: Prof. Dr. Kemal ÇELİK

24.02.2012 / 75

This study was carried out 18 villages and towns fronting to a cement factory in Mahmudiye village of Çanakkale district. 4 poultry houses from each location was selected and 4 chickens, 4 eggs and the samples of seed wheat from each poultry houses were taken in Winter, Spring, Summer and Autumn seasons (January, April, July, October) of 2009 and 2010 years. One of the main aims of the study is to determine the level of some heavy metals (Pb, Cd, Cu, Cr, Co, Mo and Ni) in the livers, legs and chests of the chickens fed near the places of cement factory. In the experimental period, 2304 chickens, the samples of chicken liver, legs and chests, 2304 eggs and 576 seeds of wheat were collected. Heavy metal levels analyzed in the livers of the samples were found higher than the ones in the legs and chest samples ( $P \leq 0,01$ ) and the heavy metal levels of the seed wheat collected in the poultry houses were found higher than the egg samples in the same poultry houses ( $P \leq 0,01$ ).

It has found that none of the heavy metals exceeded the limits determined by Turkish Food Codex and European Union.

**Key Words:** ICP-AES, Heavy metals, Liver, Poultry

<b>İÇERİK</b>	<b>Sayfa</b>
TEZ SINAV SONUÇ FORMU .....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET .....	vi
ABSTRACT.....	vii
<b>BÖLÜM 1 - GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Çimento sanayinin çevre kirliliğindeki rolü .....	6
1.2. Çevre kirliliğinin canlılara verdiği zararlar .....	6
1.3. Ağır metallerin kirlenmede yeri ve etkileri.....	7
1.3.1. Ağır metallerin doğaya salınımları.....	10
1.3.2. Ağır metallerin etki mekanizması ve zehirliliğini etkileyen faktörler .....	11
1.4. Çalışılan ağır metaller .....	13
1.4.1. Kurşun (Pb) .....	13
1.4.2. Kadmiyum (Cd).....	16
1.4.3. Bakır (Cu).....	18
1.4.4. Krom (Cr) .....	22
1.4.5. Kobalt (Co).....	24
1.4.6. Molibden (Mo) .....	25
1.4.7. Nikel (Ni) .....	26
<b>BÖLÜM 2 - ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....</b>	<b>27</b>
<b>BÖLÜM 3 - MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>34</b>
3.1. Organ örnekleri .....	34
3.2. Yumurta Örnekleri .....	35



3.3. Yem örnekleri .....	35
3.4. Örnek hazırlama yöntemi ve örneklerin analiz için hazırlanması .....	36
3.5. İstatistiksel analizler .....	36
<b>BÖLÜM 4 –ARAŞTIRMA BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>37</b>
4.1. Tavukların alındığı bölgelerin fabrikaya göre konumlarına ve tavukların organlarına (but, karaciğer, göğüs) göre incelemelere ait bulgular .....	37
4.2. Yıl, mevsim, fabrikaya göre konum, yem ve yumurta örneklerine ait bulgular .....	43
4.2.1. Kurşun birikimine ilişkin bulgular.....	44
4.2.2. Kadmiyum birikimine ilişkin bulgular .....	45
4.2.3. Bakır birikimine ilişkin bulgular .....	49
4.2.4. Cr birikimine ilişkin bulgular .....	50
4.2.5. Co birikimine ilişkin bulgular.....	56
4.2.6. Mo birikimine ilişkin bulgular.....	57
4.2.7. Ni birikimine ilişkin bulgular .....	59
<b>BÖLÜM 5 - SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>67</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>68</b>
<b>Çizelgeler .....</b>	<b>I</b>
<b>Şekiller .....</b>	<b>II</b>
<b>Özgeçmiş .....</b>	<b>IV</b>

**BÖLÜM 1 - GİRİŞ**

Kendine özgü fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri olan bir ortamda dünyayı diğer canlılarla paylaşmaktayız. Doğanın her bileşeninin ortak varlığı olan ekosistemin korunması tüm insanlığın temel hedefi olmalıdır. Yaşadığımız çevrenin iyileştirilmesi, anayasal güvence altında olan tarım topraklarının amaç dışı kullanımının önlenmesi özellikle gelişmekte olan ülkeler için yaşamsal denilecek kadara önemlidir. Doğal kaynakların en uygun şekilde korunup, sömürülmeden kullanılması; toprak, su ve hava kirliliğinin önlenmesi; insanlar kadar bitki ve hayvan sağlığı açısından da yaşamsal önceliklerimiz arasındadır.

Yaşama kaynak oluşturan toprağa bırakılan zararlı atıklar, zamanla toprağın yapısal bileşen özelliklerinin değişmesine neden olur ve verimliliğini azaltarak üzerinde yaşayan canlıları besleyemez duruma gelir. Bitki örtüsünden yoksun kalan toprak, sularla taşınarak gölleri, nehirleri doldurur ve oradaki canlıların yaşamlarını da tehdit eder. Sürdürülebilir olmayan bir toprak yönetimi tarım için çok ciddi bir risktir, toprağın işlevlerini yerine getirme özelliğini azaltan fiziksel, kimyasal ve biyolojik sorunların olması, beraberinde erozyon, çölleşme, bataklık oluşumu ve sıkışma gibi fiziksel bozulmaların yanı sıra, asit yapı oluşumu ve tuzluluk sorununu da tetikler. Bu nedenle belirli politikalar ve kurallar kapsamında toprak verimliliğinin düzenli olarak kontrol edilmesi, planlanması, geliştirilmesi, optimal kullanılması, üzerinde yaşayan canlılar için de çok önemlidir.

Uygarlık düzeyi, tüketilen enerji miktarına paralel olarak değiştiğinden, yeryüzünde tüketilen toplam enerji miktarı artmakta, buna bağlı olarak yaşamın sürdürülebilmesi için son derece gerekli olan hava, su ve toprak gibi kaynaklar devamlı kirletilmekte ve kirliliğin miktarı sürekli artmaktadır. Bu durum ise canlı hayatını tehdit edici boyutlara varmış bulunmaktadır (Akova, 2008).

Yüzyılımızda çağdaş tarım uygulamalarına başlanması ve sanayinin gelişmesi ile birlikte, toprak kirliliği de bir çevre sorunu olarak ortaya çıkmaya başlamıştır. Özellikle yirminci yüzyılın ortalarına doğru hızlı nüfus artışı ile birlikte, tarım ve diğer alanlardaki sanayi ve teknolojinin hızla gelişmesine paralel olarak, çevresel kirlilik de artmaya başlamıştır. Yapılan araştırmalar toprak, hava ve su kirliliğinin sanayileşme ile her geçen gün daha da ciddi boyutlara ulaştığını ve canlı yaşamını, verimliliğini olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Artık en önemli yaşamsal sorunların başında çevre kirliliği gelmektedir. Hız kesmeden süren bilimsel ve teknolojik gelişmeler, bir yandan çok sayıda kimyasal maddenin oluşmasına ve kullanılmasına olanak sağlarken, öte yandan birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Sanayileşmenin ve daha çağdaş 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. Bu sürecin sonunda besin kirlenmeleri artık tüm dünyada tartışmasız bir gerçek olarak kabul edilmektedir (Dağıstan, 1996).

Yerleşim ve sanayi alanlarında yaşayanların neden olduğu atıklar, egzoz gazları, sanayi atıkları, zirai mücadele ve kimyasal gübreler toprak kirliliğine (bitki ve dokularda birikimlere) neden olan en önemli etkenlerdir. Egzoz ve sanayi bacalarının gazları, ozon, karbon monoksit, kükürt dioksit, kurşun ve kadmiyum vs., gibi zehirli maddeler havaya yayılmakta ve solunum yolu ile büyük bir kısmı canlılar tarafından alınmaktadır. İnsan ve hayvanların sağlıklı büyüme ve gelişmeleri için iz elementlere gereksinimleri 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 dayanıklıdır; birçokları özellikle su bitkileri ve hayvanlarda birikir. Böylece metal kalıntıları besin zincirinin en ucunda olan insana kadar ulaşabilir (Vural, 1984).

Diğer taraftan rüzgârlar da bu toksik kimyasalların uzak mesafelere taşınmasında ve yağışlarla yere inmesinde etkin bir aracı olmaktadır. Toprak ve bitki kirliliğine neden olan diğer bir etken de, zirai mücadele ilaçları ve yapay gübre kullanımınıdır. Birtakım kimyasalların bilinçsiz ve aşırı kullanımı toksik maddelerin toprakta birikimini artırmakta ve doğal ortamın kirlenmesine neden olmaktadır. Benzer biçimde sanayi bacalarından çıkan toksik gazların hava, su ve toprağa geçmesiyle çevrenin canlı konukları için yaşamsal bir risk oluşturduğu artık yadsınamaz bir olgudur. Artan kirlilikle doğal yapısı bozulan toprak, üzerinde yaşayan bitki ve hayvanları bir süre sonra besleyemez, barındırmaz hale gelir. Fabrika atıkları ile kirlenmiş hava ve su, çevresel döngü aracılığıyla toksik bileşikleri habitatlara, otlaklara taşır, bu durum hayvanların beslenmesinde sağlık riski oluşturur.

Özellikle çimento sektöründe kullanılan geleneksel fosil yakıtlar, kömür ve fueloil, yakılabilir evsel atıkların ve diğer üretim alanlarından gelen riskli atıkların (örneğin atık

yağ çözücüler, kullanıma uygun olmayan araç lastikleri, atık plastikler, atık yağlar, toksik kimyasallar, zirai ilaçlar vb.) çimento fabrikalarında yakıt olarak kullanılmakta, böylece sanayi kaynaklı atık miktarlarının azaltılması öngörülmektedir. Ancak, yakma ile birlikte bacadan çıkan ve çevreye yayılan toksik elementlerin boyutlarının da yadsınamaz sorunlara neden olabileceği düşünülmektedir.

Hızlı nüfus artışı barınma gereksinimlerini artırmakta, çimentoya olan gereksinim de paralelinde artış göstermektedir. Dünya çimento üretiminin artmasına paralel olarak bu sektörde alternatif yakıtların kullanımı da yaygınlaşmakta ve gittikçe artan düzeylerde kalıcı organik kirleticilerin parçalanmaya dirençli ve metabolizmada birikebilme yetisi olan biyoakümülatif toksik kimyasalların ve istenmeyen yan ürünlerinin doğaya salınımı da artmaktadır. Bu durum canlıların en önemli ortak paydası sayılan çevrenin ve onun temel bileşenleri insan ve hayvan sağlığını da doğrudan ve dolaylı yollarla riske etmektedir.

Sermayenin tükenmek bilmeyen çok daha fazla kazanma arzusu doğayı sömürme noktasında kaynakların hızla tükenmesine ve ekosistemde geri dönüşümsüz sorunlara neden olmaktadır. Parçası olduğumuz çevrenin de bu hırstan payına düşeni fazlasıyla almaktadır. Bu sürecin tepe noktasında olan ve zincirin halkasını oluşturan insan, bu çevresel felaketle bitki ve hayvanların zehirlenmesine ve ölmesine neden olmaktadır. Yaptığı etki sonucu bitki ve hayvanları olumsuz etkileyerek en büyük zararı kendisine dönüştürmektedir. Söyle ki bilinçsizce kullanılan karbon kökenli kaynaklar, endüstriyel faaliyetler, petrol ve ürünleri, maden yatakları ve işletmeleri, kimyasallar, tarım ilaçları, alternatif olarak isimlendirilen geri dönüşüm ürünleri (sintine atıkları, günü geçmiş insektisitler, ömrü bitmiş lastikler vb.) çevreye ve doğaya dönüşümü olmayan kalıntılar bırakmaktadır. Bunların en başında da zehirli ağır metaller gelmektedir.

Fabrika bacaları aracılığıyla havaya salınan ağır metaller, çevreye ve bu çevrenin bileşenleri olan besin zinciri yoluyla da hayvanlar ve insanlara ulaşırlar. Ağır metaller ile bulaşık hava insanlar, hayvanlar ve bitkiler tarafından aerosol olarak veya toz halinde solunurlar. Ağır metaller, endüstriyel atık suların içme sularına karışması yoluyla veya ağır metallerle kirlenmiş taneciklerin tozlaşması yoluyla da hayvan ve insanlar üzerinde etkin olmakta ve birikim yapmaktadır. Ağır metal iyonları, gıdanın yapısında doğal olarak bulunmayan, toprak, su ve havadan, teknolojik gıdalarda üretim esnasında kullanılan metalik alet ve ekipmanlardan, depolama ve dağıtım sırasında kullanılan ambalaj materyallerinden gıdalara bulaşmaktadır. Bu kontaminantlardan kaynaklanan bazı ağır

metallerin önemli toksikasyonlara neden olduğu bilinmektedir. Günümüzde WHO ve FAO'nun uzmanlar grubu ağır metal kirlilikleri için güven sınırları belirlemiştir. Ağır metallerden kurşun, cıva, kadmiyum ve arseniğin yetişkinler için tavsiye edilen limit dozları WHO/FAO'nun uzmanlar grubu tarafından "Haftalık alınabilir doz" Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) başlığı altında bildirilmiştir. Haftalık limitin bildirilmesinin yararı, günlük alınan miktardaki büyük farklılıkları ortadan kaldırmasıdır. PTWI değerleri (mg/kg vücut ağırlığı/hafta), kurşun 0,025 (1999 yılında düzenlenmiştir), kadmiyum 0,007 (2005 yılında düzenlenmiştir), cıva 0,002, metil cıva 0,0016 (2003 yılında düzenlenmiştir), arsenik 0,015 (bu değer 1988 yılında inorganik arsenik için belirlenmiş olup toplam arsenik için değer belirlenmemiştir) olarak belirlenmiştir (Kınık ve ark, 2002; Gövercin, 2010).

Toksik ağır metaller ve bunların bileşenleri insan, hayvan ve bitki sağlığı üzerine olan yıkıcı etkileriyle son yıllarda giderek daha fazla ilgi çekmektedir. Ağır metallerin vücuda alınmasında ana kaynakların başında gıdalar gelmektedir. Toksik ağır metaller besin kontaminantları olarak adlandırılan ve besinlerimize istemediğimiz halde bulaşan kimyasal maddelerdir. Ağır metallerin gıdalara bulaşmasına çevresel faktörlerin katkıda bulunduğu belirtilmektedir (Hızel ve Şanlı, 2006).

Ağır metaller madenlerle sürekli olarak yeryüzüne çıkartılmakta, kullanılmakta böylece yaygın bir kirlenmeye neden olmaktadır. Kullanımları yaygın kirlenme nedeni oluşturmaları, çevre koşullarına dayanıklı olan bu metaller biyolojik sistemlere dahil olarak birikebilmekte, besin zincirlerini kirleterek önemli zararlar oluşturabilmektedir. Bu özelliklerinden dolayı, kimyasal kirleticiler arasında farklı bir yere sahiptirler (Baş ve Demet, 1992).

Endüstriyel işlem ve ürünlerde ağır metal ve zararlı kimyasal kullanımı son yıllarda hızla artmakta buna bağlı olarak canlılar (insan, hayvan ve bitkiler) üzerindeki etkisi de daha tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır. İçme suları ve gıdalar, tarımsal girdi ve çıktılardaki ağır metaller ve zararlı kimyasallar çevreyi ve ekolojik sistemi bozmaktadır. Sonunda bunlar insan vücuduna girdiğinde toksik etkileri ile insan ve hayvan sağlığını bozmakta, alerjiden, hormonal bozukluğa, depresyon ve kansere kadar birçok ciddi hastalıkların oluşmasına neden olmaktadır. Alüminyum, arsenik, kadmiyum, kurşun, cıva ve çinko gıdalara kontamine olabilen en yaygın ağır metaller olup toplum sağlığını tehdit eden en büyük grubu oluştururlar. Ağır metaller insan ve hayvan vücudunda birikerek etki gösteren maddelerdir. Solunum, beslenme ve deri yoluyla insan vücuduna girerek dokularda

birikmeye başlarlar. Bu metaller vücuttan uzaklaştırılmaz ise zaman içinde insan sağlığını tehdit eden toksik değere ulaşırlar. Deneysel hayvanları üzerinde yapılan çalışmalar bizlere, ağır metallere maruz kalan insan ve değişik hayvan türlerinde akciğer kanseri, astım, alzheimer, beyin dokularında tahribat, böbrek yetmezliği, deri hastalıkları, işitme bozuklukları, kansızlık, kromozom tahribatı, sakat doğumlar, kısırlık, mide ağrıları, obezite, yüksek tansiyon, çeşitli kanserler, ruhsal ve nörolojik davranış bozuklukları ve daha birçok metabolizma sorununu göstermiştir (Hastaneciyiz, 2010).

Son yıllarda kırmızı etteki fahiş fiyat artışı Türkiye coğrafyasında yaşayan insanlar için kırmızı ete ulaşımı daha da zorlaştırmıştır. Özellikle dar gelirler için kanatlı ve ürünleri ulaşılabilen en ekonomik hayvansal kökenli protein kaynağı haline gelmiştir. Ancak yakın geçmişte yaşanan kuş gribi (*Avian Influenza*) ve göçler nedeniyle köylerdeki kanatlı hayvan popülasyonlarında önemli düzeylerde azalmalara neden olmuştur.

Çanakkale’de sanayi genellikle tarıma dayalı olarak yapılmaktadır. Son 25 yıldan bu yana belirli bir atılımla bazı alt sanayi dallarında gelişme ve yapılaşma göstermektedir. Tarıma dayalı sanayiler sebze, meyve, deniz ürünleri, süt ürünleri, un, yem, yağ ve içki alt kollarından oluşmaktadır. Çanakkale imalat sanayinin başlıca yoğunlaşma alanı gıda dışında taş ve toprağa dayalı sanayidir. İlin başlıca sanayi ürünleri konserve (özellikle domates ve kırmızı biber salçası), kurutulmuş sebze, çimento, seramik sanayi ürünleri ve süt ürünleridir (Anonim, 2000). Çanakkale’de merkeze en yakın faaliyet gösteren ağır sanayi kolu Mahmudiye Beldesine konumlu çimento fabrikasıdır. Marmara bölgesinin sanayileşmesini tamamlama noktasına gelmesi, fiziki ve coğrafi yapısıyla bölgeye uyum gösteren ve bölgenin devamı olan Çanakkale’ye olan ilgiyi artırmaktadır. Bu düşüncüyü destekleyecek şekilde madencilik ve enerji yatırımlarının artışı, Çanakkale Boğaz Köprüsü ve İstanbul-İzmir otoban uzantılarının bölgeden geçirilmesi planlanmaktadır. Bu tezin amacı; Çanakkale ili Mahmudiye Beldesinde bulunan Çimento fabrikasının kuzey ve güneyine konumlu bulunan köy beldeler de yetiştiriciliği yapılan tavuk (but, göğüs, karaciğer), yumurta ve buğday da çimento üretiminden kaynaklanan olası ağır metal kirliliğinin etkilerinin olup olmadığını araştırılmasıdır.

### **1.1. Çimento sanayinin çevre kirliliğindeki rolü**

Çimento sanayi, oldukça büyük miktarlarda katı malzemeyi çok çeşitli ekipmanlar kullanılarak işleyen ve Türkiye’ de kurulu en eski endüstri kollarından biridir. Modern beton yollar, binalar, barajlar gibi yapılar, geride bıraktığımız ve içinde bulunduğumuz yüzyılda bu endüstrinin büyüdüğüne ve geliştiğine işaret etmektedir. Çevre kirliliği de sektörün genişlemesiyle birlikte artmıştır. Bu Türkiye’ nin geçmişte en önemli çevre sorunlarından biri olmuştur. Sektörün son on yıldaki gayretli çabalarına rağmen fabrikaların kötü şöhreti hala silinememiştir (Koral ve ark, 2000).

Çimento sektörünün oluşturduğu sorunlar şimdiye değin sadece toz ve tozun etkileri ile sınırlı kalmıştır. Ancak, son 30 yılda gürültü, vibrasyon ve sülfür dioksit, azot oksitler gibi bazı gazların emisyonları ve hatta gazların içinde ağır metallerin olabileceği tartışmaları da sorunların yoğunluğunu ve boyutunu değiştirmiş ve küçümsenemeyecek kadar önemli olduğu gerçeği ortadadır (Pekin, 2011).

Çimento fabrikaları yaydıkları toz partikülleri ile yerleşim alanlarına ve verimli tarım arazilerine zararlar vermekte, o bölgelerde yetiştiriciliği yapılan ürünlerde ve özellikle yeni sürgünlerde verim kayıplarına yol açmakta ve toprağın doğal kimyasını değiştirmektedir (Uysal ve ark., 2006).

### **1.2. Çevre kirliliğinin canlılara verdiği zararlar**

Medeniyet ve beraberinde gelişen toplum refahı, tüketilen enerji miktarına paralel olarak sürekli artış göstermektedir. Tüketilen toplam enerji miktarı sürekli artış göstermekte, buna bağlı olarak yaşamın vazgeçilmezleri olan hava, su ve toprak gibi kaynaklar devamlı kirletilmekte ve kirliliğin miktarı sürekli artmaktadır. Bu durum içinde varlığımızı sürdürdüğümüz çevre olmak üzere, canlı yaşamını ve refahını tehdit edici boyutlara ulaşmış bulunmaktadır (Akova, 2008).

Toprak kirliliği sonucu topraktaki canlı yaşamın olumsuz etkilendiği bilinmektedir. Binlerce yıldır organik artıkların parçalanmasını sağlayan bakteriler ile toprak verimliliği yükseltilirken, kimyasal gübrelerin ve pestisitlerin kullanılması ile toprakların verimsizleşmesine, bakterilerin yeteneklerinin kaybolmasına, bitki besin elementlerinin doğal üretilmemesine ve atıkların parçalanamamasına sebep olmaktadır. Bu olumsuz

gelişen sürecin sonucunda toprak yapısal özelliğini ve işlevini yitirir. Toprak, içerisinde ve üzerinde yaşayan biyolojik çevreye (bitki, hayvan, mikroorganizma ve insanlara) su ve besin maddeleri sağlama oranında verimlidir. Bu nedenle toprak, biyolojik çevre için önemli bir ekosistem oluşturmaktadır. Biyolojik çevre için toprak ekosisteminin kirlenmesi de bu nedenle hayati önem taşımaktadır. Yeryüzündeki sular güneşin sağladığı enerji ile devamlı bir döngü içindedir. Tüm mineral elementler, yüksek miktarlarda tüketilmeleri halinde, insan ve hayvanlarda olumsuz etkilere sebep olabilmektedir. Sanayi kuruluşlarından çevreye salınan ve birikim gösteren atıklar, içerdikleri yüksek miktardaki mineral elementleri hava, su, rüzgâr ile çevreye yayılırlar. Gerekli olan mineraller, uygun konsantrasyonda ve yeteri kadar yiyeceklerle sağlanmalıdır ve diğer minerallerin beslenme yoluyla alınması hem hayvanlar hem de hayvanların et, süt, yumurta gibi ürünlerini tüketen insanları güvende tutmaya yetecek düzeyde düşük olmalıdır. Hem hayvanlar hem de insanlar için güvenli olan miktarları belirten rehberler oluşturulmaktadır. Tehlikeli atık birimleri ve diğer endüstriyel atıklar, muhtemelen günümüzdeki en büyük kirlilik kaynaklarından biridir (Henry ve Miles, 2001).

### **1.3. Ağır metallerin kirlenmede yeri ve etkileri**

Ağır metaller yer kabuğunda doğal olarak bulunan bileşikler olup bozulmaz ve yok edilemezler. Normal koşullarda gıdalara iz halinde bulunurlar, içme suyu ve hava yolu ile vücudumuza girerler. İnsan, hayvan ve bitkiler yaşamsal işlevlerini sürdürebilmek için gerekli olan bazı ağır metalleri (bakır, çinko, kurşun, vb.) yüksek yoğunluklarda almaları halinde toksikasyonlar oluşabilir, metabolizma işlevleri sekteye uğrar ( Anonim, 2007).

Ağır metaller, kimyasal özellikleri ve biyolojik fonksiyonları bakımından çok çeşitliliğe sahip heterojen bir elementler grubudur. “Ağır metal” terimi, özgül ağırlığı  $\text{cm}^3$  başına 5g'dan fazla olan metaller için kullanılmaktadır. Bu maddeler, bitki, insan ve hayvanların yiyeceklerindeki toksik etkilerinden dolayı çevre kirliliğine yol açan etmenler kategorisine yerleştirilmiştir. Bu ağır metallerin bazılarının, örneğin arsenik, kadmiyum, kurşun, civa birikmesi zehirlenmelere yol açmaktadır. Bunlar kalıcı ve birikebilir olup ara bileşiklerine metabolize edilmezler ve doğada kolayca yok olmazlar. Besin zincirinde birincil üretici düzeyinde alımdan dolayı ve ardından tüketici düzeyinde tüketimle birlikte birikirler (Kahvecioğlu ve ark., 2004a).



Ağır metaller 3 gruba grupta incelenir, bunlar; organizma için gerekli elementler (Co, Cr, Cu, F, Fe, Mn, Se ve Zn), organizma için gerekli olabilen elementler (Ni, Si, Sn ve V) ve organizma için toksik elementler (As, Be, Cd, Hg, Pb, Si ve Sb) şeklindedir (Akgün, 2006).

Doğada karşılaşılan ağır metaller toprağın doğal yapısında bulunmaları yanında madenlerle sürekli artan miktarda yeryüzüne çıkarılmaları, yaygın kirlenme nedeni oluşturmaları, çevre koşullarına dayanıklı olmaları, biyolojik sistemlere yönelik etki göstermeleri, kolaylıkla besin zincirine girerek canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri (biyolojik birikim) ve eser düzeydeki miktarlarının dahi canlılarda önemli zararlara sebep olabilmeleri nedenleriyle diğer kimyasal kirleticiler arasında ayrı bir öneme sahiptirler. 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 (Baş ve Demet, 1992; Yılmaz, 1997).

Hayvanlar genellikle yem ve suyla metallere maruz kaldığından, bu kaynaklardaki metallere ilişkin bazı güvenli değerlerin bilinmesi gerekmektedir. Metallerden özellikle Cu, Pb, Cd, Ni gibi metaller hayvanlarda akut ve kronik zehirlenmeye neden olur. Akut zehirlenmeler kolayca fark edilebilirken, kronik zehirlenmeler çoğu kez gizli seyrederek 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).

Tarım ve hayvancılıkta, ürün kalitesi ve hasadında yüksek miktarda ürün beklentisi üretim sürecinde aşırı kimyasal içerikli materyallerin kullanımını artırmakta, parazitlerle ve zararlılarla savaşım amacıyla hazırlanan ilaç miktar ve çeşitlerinin hızla artması, bunlara karşı aşırı ilgi doğurmuş, bunun neticesinde de bilgisiz ve dikkatsizce kullanımların arttığı gözlenmiştir. Bu kimyasalların kullanılmasıyla oluşan kirlilik her geçen gün biraz daha artmakta ve besin zincirimizi oluşturan yiyeceklere yüksek oranda kalıntı oluşumuna neden olmaktadır (Kurnaz, 2008).

Ağır metallerin bazıları, ileri derecede toksiktirler. Bu elementler genellikle geçiş metalleridir. Ağır metaller demir gibi esansiyel elementler yanında kadmiyum ve cıva gibi

toksik metaller de içerir. Son zamanlarda ağır metallere, sahip oldukları kendilerine özgü özelliklerinden dolayı büyük bir ilgi duyulmaya başlanmıştır. Bu özellikler; (Çayır, 2005).

- Radyonuklitler gibi bozunmazlar. Bunun yanı sıra birçok organik madde gibi zaman içinde parçalanmazlar.

- Bazı ağır metaller canlılar için gerekli ve yararlıdır. Fakat spesifik eşik değerlerini aştıkları zaman toksik etki meydana getirirler.

- Birtakım mekanizmalarla kirlenmemiş bölgelerde doğal seviyede bulunurlar. Çevrede, bu doğal seviyelerinin artması insanın çeşitli aktiviteleri ile meydana gelmektedir. Çoğunlukla katyon durumundadırlar. Kimyasal formuna, tutunduğu partikülün büyüklüğüne ve atmosferik koşullara bağlı olarak biyosferde ve biyosferi oluşturan alt birimlerde birikebilirler.

Bu metallere bazıları (Cu ve Zn) canlı organizmalar için düşük düzeyde gereklidir. Bu iz elementlerin büyüme ve üreme için optimal sınırları dardır. Bu iz elementlerin az miktarı vücut için gereklidir. Fazlalığı ise organizmalar için zararlıdır (Pelgrom ve ark., 1994). Dikkatle üzerinde durulması gereken nokta ağır metallerin toksik ve tehlikeli olduğudur, çünkü biyo-birikme eğilimlidirler. Biyo-birikim zamanla biyolojik bir organizmada bir kimyasal içeriğin, kimyasalın doğadaki içeriğiyle karşılaştırıldığında artması demektir. Bileşikler herhangi bir zamanda canlı şeylerde birikebilirler ve onların vücuda alınmaları ve depolanması metabolize edilmelerinden veya atılmalarından daha hızlıdır. Beklenenin aksine ağır metallere kaynaklanan gıda zehirlenmeleri nadir olmakla beraber çoğu durum sadece çevresel kirlenmeden sonra meydana gelir (Anonim, 2007).

Bigersson ve ark., (1988)' na göre, ağır metaller biyolojik proseslere katılma derecelerine göre, yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli bir konsantrasyon da bulunmaları gereklidir ve bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları zorunludur. Örneğin bakır hayvanlarda ve insanlarda kırmızı kan hücrelerinin ve birçok oksidasyon ve redüksiyon prosesinin vazgeçilmez parçasıdır. Buna karşın yaşamsal olmayan ağır metaller çok düşük konsantrasyon da dahi psikolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine yol açabilmektedirler. Bu gruba en iyi örnek kükürtlü enzimlere bağlanan civadır (Kahvecioğlu ve ark., 2004a).

Havaya salınan ağır metaller, sonuçta karaya ve buradan bitkiler ve besin zinciri yoluyla da hayvanlara ve insanlara ulaşırlar. Bu maddeler aynı zamanda hayvan ve insanlar tarafından havadan toz halinde solunurlar. Ağır metaller, endüstriyel atık suların içme

sularına karışması yoluyla veya ağır metallere kirletilmiş taneciklerin tozlaşması yoluyla da hayvan ve insanlar üzerinde etkin olmakta ve birikim yapmaktadır.

Bir ağır metalin yaşamsal olup olmadığı bulunduğu organizmaya da bağlıdır. Örneğin nikel bitkilerde toksik etki gösterirken, hayvanlarda iz element olarak bulunması gereklidir. Bazı sistemlerde ağır metallere etki mekanizması yoğunluğa bağlı olarak da değişir. Bu tür organizmalarda metallere konsantrasyonu dikkate alınmalıdır. Bununla birlikte canlıların türü ve metal iyonunun yapısı da toksik etkinin düzeyini belirler. Ayrıca ağır metalin çözünürlük değeri, kimyasal yapısı, redoks ve kompleks oluşturma yeteneği, vücuda alınış şekli, çevrede bulunma sıklığı, lokal pH değeri de toksisitede etkilidir (Kahvecioğlu ve ark., 2004a,b).

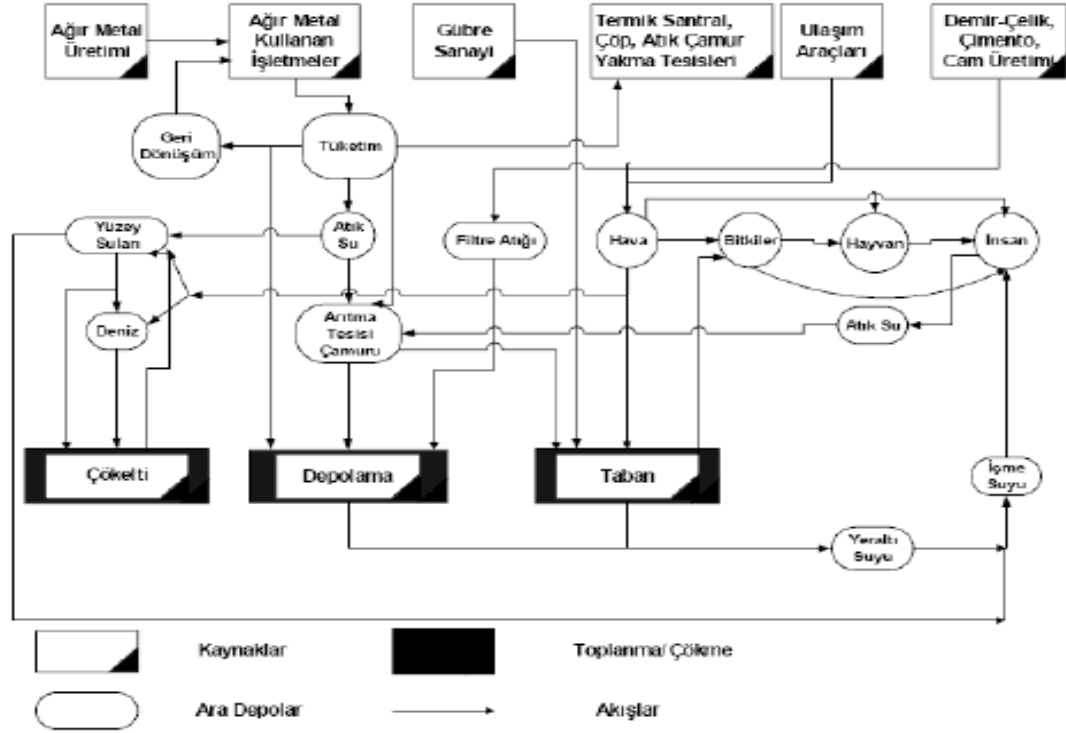
Cd, Ni, As, Pb gibi ağır metallere insanlar için birçok tehlike oluşturur. Bu metallere aynı zamanda karsinogen ve mutajen etkilidir. Bakır ve çinko, biyokimyasal reaksiyonlarda eş etken olarak işlev görür ve enzim/alt madde metal bileşik için enzimatiktir. Yüksek konsantrasyonlu kadmiyum alımı *itai itai* hastalığına, cıva alımı *minamita* hastalığına ve diğer ağır metallere de karıştıkları suların içilmesi sonucunda zehirlenmelere neden olur.

Ağır metallere en fazla toprakta ve suyla ilgili ekosistemde bulunurlar. Oldukça az miktarlarda da olsa atmosfer ortamında buhar olarak bulunabilirler. Bitkiler için metal zehirlenmesi bitki türlerine, metal türüne, konsantrasyona, kimyasal yapıya, toprak oluşumuna, pH değerine göre değişiklik gösterir ve çoğu metal bitkilerin büyümesi için zaruri olarak değerlendirilir. (Raikwar ve ark., 2008).

Çevrede ağır metal iyonlarının fazlalığı insanları gelecek için endişelenmektedir. Ağır metal iyonlarının hayvanlarda ve insanlarda çok farklı zararlara neden oldukları, bitkilerin ve tarımsal ürünlerin gelişimlerini geciktirdikleri hatta gen mutasyonlarına neden oldukları bilinmektedir. Organik kirleticilerin aksine topraktaki, nehirlerdeki ve atık su arıtım tesislerinin aktif çamurlarındaki ağır metal iyonları mikroorganizmalarla giderilememektedir (Shen, 2003).

### **1.3.1. Ağır metallere doğaya salınımları**

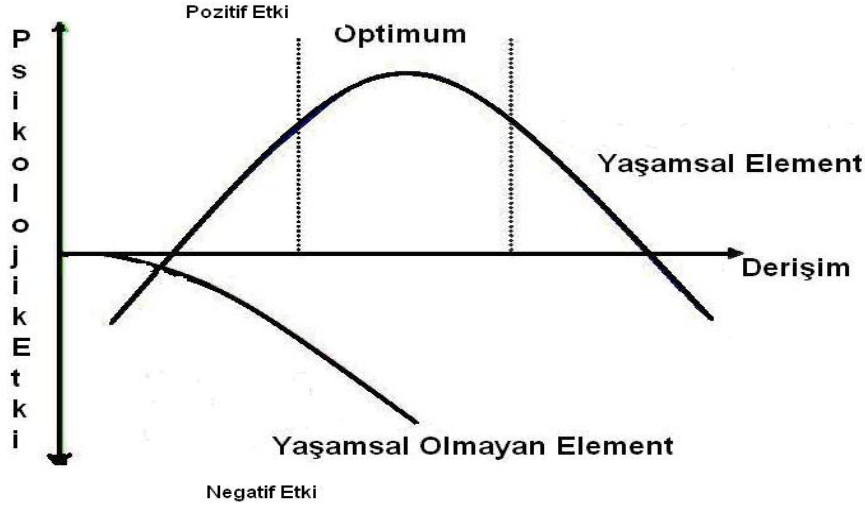
Ağır metallere doğaya yayılımında en önemli etkenler sanayi kuruluşlarıdır. Şekil 1’ de farklı sektörlerdeki yayılımlara örnekler verilmiştir.



Şekil 1. Ağır metallerin doğaya yayılması (Kahvecioğlu ve ark 2004a).

### 1.3.2. Ağır metallerin etki mekanizması ve zehirliliğini etkileyen faktörler

Bazı sistemlerde ağır metallerin etki mekanizması konsantrasyona bağlı olarak değişir. Bu tür organizmalarda metallerin içeriği dikkate alınmalıdır. Şekil 2'de ağır metallerin vücut sıvısındaki konsantrasyona bağlı olarak etkileri şematik olarak verilmiştir (Kahvecioğlu ve ark., 2004a).



Şekil 2. Ağır metal etkilerinin derişimle değişimi (Kahvecioğlu ve ark., 2004a)

Şekilden görüldüğü gibi ağır metaller konsantrasyon sınırını aştıkları zaman toksik olarak etki gösterirler. Ağır metaller canlı bünyelerde sadece konsantrasyonlarına bağlı olarak etki göstermezler, etki canlı türüne ve metal iyonunun yapısına bağlıdır (çözünürlük değeri, kimyasal yapısı, redoks ve kompleks oluşturma yeteneği, vücuda alınış şekline, çevrede bulunma sıklığına, lokal pH değeri vb.). Bu nedenle özellikle düzenli olarak tüketildiğinden dolayı içme sularının ve yiyeceklerin içerebileceği maksimum konsantrasyon sınır değerleri sınırlandırılmıştır (Kahveci oğlu ve ark., 2004a).

Metallerin çoğu besinlerle ve içme suları ile vücuda alınmaktadır. Bu metaller besinlerin normal bileşeni olduğu gibi kirlilik olarak da bulunabilirler. Metal içeren pestisit kalıntıları, çevre kirlenmesi sonucu metallerin besin zincirine geçmesi, metalden yapılmış veya metal bileşikleri içeren besin kaplarından metallerin besinlere geçmesi örnek verilebilir. Hava, su ve toprak, doğal kaynaklar ve teknolojik nedenlerle metallerle kirlenebilir. Böylece metaller çevrede jeolojik ve biyolojik devirlerle tekrar dağılıma uğrarlar. Bu dağılım ve taşınma sonucu metaller emisyonla uğradıkları yerlerden çok uzaklarda da birikerek çevredeki konsantrasyonları artar.

Modern üretimde gelişme ve verim artırıcı olarak kullanılan çok sayıda kimyasal madde hayvansal ürünlere buradan da bu ürünleri tüketen insanlara geçmektedir. 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).

#### **1.4. Çalışılan ağır metaller**

##### **1.4.1. Kurşun (Pb)**

Kurşun, vücutta hiçbir biyokimyasal reaksiyonda yer almayan toksik bir metaldir. Madenlerden yeryüzüne çıkartılıp kullanılması ile biyosfere yayılmış ve endüstrileşmeye paralel olarak insan vücudundaki miktarı anlamlı bir şekilde artmıştır. Endüstrileşen toplumlarda kentleşme ve sanayileşmenin artması, bunun yanı sıra gerekli önlemlerin aynı hızda alınmaması sonucu halk sağlığını tehdit eden bir sorun haline gelmiştir. Hipokrat yazıtlarından görüldüğü kadarıyla kurşunun toksik etkileri çok eski çağlarda bile bir sağlık sorunu olarak biliniyordu (Dündar ve Aslan, 2005).

Periyodik cetvelin 4A grubunun en metalsi elementi olan kurşunun atom numarası 82; atom ağırlığı 207,19' dur. Doğada diğer metallerle, özellikle gümüş ve kalayla bir arada bulunur. Pek çok mineral kurşun içerse de, en önemli ticari mineral (kurşun sülfür)' dür. Diğer önemli mineralleri seruzit (kurşun karbonat) ve anglezit (kurşun sülfat)' tir. Çeşitli besin maddeleri değişen miktarlarda kurşun ile bulaşmıştır. Artan sığaya göre yetiştiği toprağa bağlı olarak bitkisel kaynaklı besinlerde, balık ve deniz ürünlerinde, et ve yumurtada kurşun bulunmaktadır.

Besinlerdeki kalsiyum ve fosfor eksikliğinde kurşun daha hızlı emilir ve kemiklerde depolanır. Kemik, kurşunun toksik etkisi için hedef dokudur. Kemik döngüsü çocuklarda erişkinlere göre daha fazla olur ve kurşun erken yaşlarda birikir, büyüme ve gelişme sırasında hızla kana geçer. Kurşun osteoblast sentezini azaltarak osteoblastik aktiviteyi inhibe eder. Kurşunla teması olanlarda aşırı iskelet zedelenmesi, kemik tümörleri (osteosarkom), osteoporoz ve rikets görülebilir. Endüstriyel bölgelerde kurşun ile temas eden çocuklarda boy kısalığı olduğu bildirilmiştir (Hızel ve Sanlı, 2006).

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 artık ve atıkları vasıtasıyla hayvanlar sıklıkla kurşun zehirlenmesine maruz kalmaktadır (WHO, 2000).

Yüzey ve yeraltı sularında doğal kursun düzeyi genellikle düşüktür. İçme sularının kurşunla kontaminasyonunun ana kaynağı su depoları ve taşıma tankerleridir. 1993' te Dünya Sağlık Örgütü (WHO) içme suyundaki maksimum kursun konsantrasyonunu 50 mg/l'den 10 mg/l' ye düşürmüştür (Yapıcı ve ark., 2004).

Kurşun, insan ve hayvan iskeletinde birikim yapan zehirli bir elementtir. Kurşunun zehirliliğine karşı en hassas olan grup çocuklardır. Solunum yoluyla havadan ve içme sularından vücuda kurşun alınmaktadır. İnsan vücuduna alınan kurşunun bir kısmı vücutta emilime uğramaktadır. İnsan vücudu tarafından emilen kurşun kana geçerek yumuşak dokulara ve kemiklere dağılır. Kurşun kemiklerde zamanla birikir. Vücutta taşınan kurşunun % 90' ı kemiklerde bulunur. Kurşun hamile kadınlarda plasenta yoluyla bebek kanına geçtiği tespit edilmiştir (Akgün, 2006).

Kurşun insan faaliyetleri sonucu ekolojik sisteme önemli zararlar veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından (çalışma ortamında izin verilen sınır  $0,1 \text{ mg/m}^3$ ) çevresel kirlilik yaratan en önemli ağır metaldir. 1920' lerde kurşun bileşiklerinden kurşuntetraetilin benzine ilave edilmeye başlanması kurşunun ekolojik sisteme yayınımlında önemli rol oynamıştır. Çevre kirliliğine neden olan kurşunun büyük bölümü motorlu araçlarda kullanılan benzinin yanması sonucu ortaya çıkan tetra etil kurşundan kaynaklanmaktadır. Boyalardan çevreye yayılan kurşun miktarı da az değildir. Endüstriyel atıkların su yoluyla taşınması sonucu denizlerde ve buradaki canlılarda da kurşuna rastlanmaktadır. Günümüzde kurşunsuz benzin kullanımından dolayı bu yolla atmosfere kurşun yayılımı azalmakla beraber kurşunsuz benzin bileşiminde yine de belli miktarda kurşun bulunduğundan yayılım daha azda olsa sürmektedir. Ayrıca birçok birincil metal üretim aşamasından atmosfere yayılan kurşun ve bileşikleri doğayı kirletmeye devam etmektedir. Kurşun dağılımı incelendiğinde sanayileşme ve araba kullanımının artışı ile kurşun yayılımının artışı arasında doğrusal ilişki açıkça görülmektedir (Vural, 1984; Baş ve Demet, 1992; Kahvecioğlu ve ark., 2004a,b).

Mekanik tüm araçların kurşunlu yakıtları, kurşun içeren boyalar ve kimyasallar, bu boyaların ve kimyasalların kullanıldığı oyuncak ve diğer materyaller, sırlı porselen ve seramik malzemeler, kurşun içeren kap ve cam ürünleri, otomobillerde kullanılan kurşun-

asit aküler, kurşun lehimli ambalajlardaki konserveler, mama ve diğer gıda ve içecekler, kurşunla kontamine olmuş su ve arazilerden elde edilen sebze ve meyveler, tütün ürünleri, su, alkollü içecekler, beyaz ve kırmızı et, sakatat türleri, süt ve süt ürünleri kurşunun başlıca kaynaklarıdır. Toplumlar için önemli kurşun kaynakları ülkelere göre değişmektedir. Amerika Birleşik Devletleri' nde en önemli kurşun kaynağı eski boyalı evlerken, ülkemizde kurşunlu benzin kullanımından çıkan egzoz gazlarıdır. Kurşun çocuklara başlıca hava (benzin, sigara vb), su, yiyecek ve içecekler (anne sütü ve diğer), toz, toprak, anneden bebeğine uterusdan geçişler, ilaçlar ve kozmetik ürünler ve deri ile temas gibi yollarla bulaşır. Günlük kurşunun yaklaşık %16' sı yiyeceklerden, %40' ı yemek hazırlarken yüzeylerde bulunan tozun bulaşması, %75' i ise toz şeklinde alındığı saptanmıştır (Hızel ve Şanlı, 2006).

Organizmada kurşun homojen olarak dağılmaz. Kana geçen kurşunun %90' ı eritrositlerle moleküler bağ kurar. Çok az miktarda kurşun ise, plazma proteinlerine bağlanır veya serbest halde kan sıvısında dolaşır. Dolaşım sırasında kurşun, hücreler arası sıvı, dalak, kemik iliği ve böbrekler gibi ortamlara dağılır. Daha sonra kemikler, iskelet ve kalp kası, merkezi sinir sistemi, saç ve kıllar ile tırnaklara geçer. Erişkinlerde kurşunun %95' i, çocuklarda ise %74' u kemiklerde depolanır ancak kronik hastalıklar, menopoz, gebelik ve böbrek yetmezliği gibi olgularda, kurşunun kemiklerden tekrar kan dolaşımına mobilize olabildiği düşünülmektedir (Dündar ve Aslan, 2005).

Hava, çevresel kurşun döngüsünün en önemli yoludur. Endüstriyel öğütme işlemleri sırasında oluşan tozlar ve kurşun içeren yakıt dumanları havadaki kurşunun önemli kaynaklarıdır. Havada yoğun olarak bulunmasına rağmen duyularımızla hissedemediğimiz bu materyal, insan ve hayvanlarca solunur. Çok küçük partiküller yapısı, burun ve solunum yollarındaki bariyerlere takılmadan alveoller ortama ulaşmasını sağlar. Alveoller yüzeyler, oksijene geçirgen olduğu kadar diğer kontaminantlara da geçirgen olması nedeniyle bir risk kapısıdır (Dündar ve Aslan, 2005).

Kurşun, kalsiyum, fosfor, demir ve bakır gibi mineraller, incebağırsak villuslarından kana hızla emilirler. Emilim sırasında villuslar bu elementler arasında bir öncelik tanımadıklarından, yeterince kalsiyum alamayan hamilelerin, genç ve çocukların kurşun zehirlenmesine daha duyarlı olacağı; dengeli mineral alan bireylerin ise, kurşuna karşı nispeten korunmuş olacıkları düşünülmektedir (Hızel ve Sanlı, 2006).

Kurşunun toksik etkileri akut ve kronik olarak sınıflandırılrsa da, bu iki kategori arasında kesin bir sınır yoktur. Düşük dozlarda kurşun alımında akut etkiler, çoğunlukla



hissedilmez. Öte yandan yüksek miktarda ve tekrarlanarak alınan kurşun, ağızda metalik tat, mide ağrısı, kusma ve diyareden başlayan; sinir sistemi hasarına bağlı intoksikasyon, koma, solunum durması ve hatta ölüme kadar uzayan sonuçlar doğurabilir. Çocukların sinirsel gelişimini önemli ölçüde gerileten ve mental geriliğe neden olan önemli çevre kirlenmesi olduğu bilinmektedir (Dündar ve Aslan, 2005). Kurşunun klinik önemi kan hücreleri ve sinir hücrelerindeki kronik etkilerden kaynaklanmaktadır. Önemli bir enzim inhibitörü olarak hücrelere geçen kurşun, selenyum ve sülfür içeren enzimlerin antioksidan etkinlik göstermesini engellediği bildirilmektedir (Yapıcı ve ark., 2004).

### **1.4.2. Kadmiyum (Cd)**

Kadmiyum, çinko üretimine eşlik eden metal olarak üretilmiştir. Çinko üretiminde ortaya çıkıncaya kadar havaya, yiyeceklere ve suya doğal süreçlerle önemli miktarlarda karışmamıştır. Ancak günümüzde kadmiyum da çevre kirliliğine sebep olan ağır metaller arasında yerini almıştır. Günümüzde kadmiyum endüstriyel olarak nikel/kadmiyum pillerde, korozyona karşı özellikle denizsel koşullara dayanımı nedeniyle gemi sanayinde çeliklerin kaplanmasında, boya sanayinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektronik sanayinde kullanılır. Kadmiyum empürüte olarak fosfatlı gübrelerde, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde bulunur ve bunların çok yaygın kullanımı sonucunda da önemli miktarda kadmiyum kirliliği ortaya çıkar (Kahvecioğlu ve ark., 2004a).

Her ortamda az miktarlarda bulunan bir elementtir. Kayaçların aşınması, volkanik olaylar ve orman yangınları sonucu çevredeki döngüsü ve konsantrasyonu artar. Ayrıca çinko, bakır ve kurşun madeni işleme sırasında açığa çıkmaktadır. Fosfatlı gübre kullanımı, çimento üretimi ve demir çelik üretimi sırasında da Cd çevreye verilmektedir. Cd-Ni pilleri, elektronik malzemelerin üretimi, boyalar, PVC üretimi, çeşitli metal kaplamalar ve çeşitli alaşımların elde edilmesinde kullanılmaktadır. Atık sularla da çevreye önemli miktarda verilmektedir (Cook ve Morrow, 1995).

Cd yumuşak, gümüşe benzeyen beyaz bir metaldir. Ni-Cd pillerinde, alaşımlarda, kaplamacılıkta ve polivinil plastikleri için plastikleştirici olarak, vb. uygulamalarda kullanılır. Bu kaynaklardan çevreye atılır. Biyolojik olarak ne gerekli ne de faydalı olduğu ifade edilmiştir (Schroeder, 1974). Sulardaki kaynağı sanayi ve maden atıklarıdır. Cd metal kaplamada geniş çapta kullanılmaktadır. Kimyasal olarak kadmiyum çinkoya çok

benzemektedir ve bu iki metale sıklıkla jeokimyasal işlemlerde birlikte rastlanılmaktadır. Her iki metal su içinde oksitlenmiş durumda bulunur. Kadmiyum ve çinko, endüstri kuruluşlarının çevresini sardığı limanlarda, suda ve sedimentte oldukça yaygındır. Liman sedimentlerinde, kuru sediment ağırlığında kadmiyum konsantrasyonu 100 ppm'den daha fazla olabilmektedir (Manohan, 2000).

Kadmiyum toprakta hareketli bir element olup bitkiler tarafından kolaylıkla alınabilmektedir. Bitkiler tarafından alınması sonucunda besin zincirine girmesi ya da topraktan yıkanarak su ortamına ulaşma olasılığı önemli bir çevre sorunu yaratmaktadır. Bunun yanı sıra Cd topraktaki şelatlayıcı ajanlarla topraktan aşağı taşınması hızlanır, yeraltı suyuna karışarak içme ve sulama sularında kirliliğe neden olmaktadır (Köleli ve Kantar, 2005). Fosforlu gübrelerde bulunabilecek Cd sınır değerleri ülkeler bazında farklılık göstermektedir. Bu değer İsviçre, Norveç, Finlandiya'da 50 mg/kg; İsveç'te 100, Danimarka'da 110, Almanya ve Belçika'da 200, Avustralya'da 345, Hollanda'da 35 mgCd/kg olarak kabul edilmiştir. Avrupa Birliği ise gübrelerdeki Cd değerinin 2010'kadar 40 mg Cd/kg, 2015'e kadar ise 20 mg Cd/kg değerine indirileceğini kabul etmiştir (Köleli ve Kantar, 2005). Ülkemizde fosforlu gübre üretimi yapan 6 fabrikada üretilen fosforlu gübrelerin ve üretimde kullanılan fosforik asit ve fosfat kayasının ağır metal içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada fosfat kayasının (358 mg/kg) en yüksek Cd içeriğine sahip olduğu; fosforik asidin 95-128 mg/l Cd içerdiği; DAP, TSP ve kompoze gübrelerin %87'sinde 8 mg/kg gübre sınır değerine yakın (7.5 mg/kg) ya da 2-5 kat daha fazla olduğu saptanmıştır (Köleli ve Kantar, 2005).

Sigara içmeyen kişilerde temel alım yolu besinler ve sudur. Bunun nedeni kadmiyumun az miktarda da olsa doğal olarak her yerde bulunması ve tarım alanlarında fosfatlı gübrelerin kullanılmasıdır. Sigara içen kişiler doğal alıma ek olarak sigaradan da Cd almaktadırlar (Cook ve Morrow, 1995).

Cd, sindirim ve solunum yolları aracılığı ile kolayca emilen, vücutta birikim yapan ve zehirlilik etkisi yüksek olan bir metaldir. Vücut tarafından emilen Cd, kana geçer ve vücudun belli bölgelerinde depolanır. Böbrekler ve karaciğer kadmiyumun depolandığı başlıca bölgeler olarak saptanmıştır (Akgün, 2006).

Kadmiyum diğer ağır metaller içinde suda çözünme özelliği en yüksek olan elementtir. Bu nedenle doğada yayılım hızı yüksektir ve insan yaşamı için gerekli elementlerden değildir. Suda çözünebilir özelliğinden dolayı Cd<sup>+2</sup> halinde bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınır ve akümüle olma özelliğine sahiptir. İnsan

vücudundaki Cd seviyesi ilerleyen yaşla beraber artış gösterir ve genellikle 50'li yaşlarda maksimum seviyesine ulaştıktan sonra azalmaya başlar. Kadmiyumun, kurşun ve civanın aksine plasenta ya da kan yoluyla anne karnındaki bebeğe geçmediği bildirilmektedir (Kahvecioğlu ve ark., 2004a).

İnsanlarda akut kadmiyum zehirlenmesi, dokularda ileri derecede hasara neden olduğu, yüksek kan basıncı ve böbrek hasarları, testis dokusunun tahribi ve kırmızı kan hücrelerinin yıkımına sebebiyet verdiği tanısına varılmıştır (Manohan, 2000). Vücutta en çok böbreklerde biriktiği ve bu nedenle belli bir seviyeyi aştığında ciddi derecede böbrek yetmezliğine neden olduğu, böbrek taşı oluşumu sıklığını arttırdığı bildirilmiştir. Sinir sistemi, solunum sistemi ve dolaşım sistemi üzerine zararlı etkileri olduğu bilinmektedir (Nordberg ve ark., 2000).

Cd solunum sisteminde de sistematik etkileri olduğu sonucuna varılmıştır. Endüstriyel duman ve tozların solunması sonucu boğazda kurumalara sebep olduğu, denemeler sonucu tespit edilmiştir. Ayrıca baş ağrısı, kusma ve kramplara yol açtığı saptanmıştır. 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; Kurnaz 2008).

### **1.4.3. Bakır (Cu)**

Bakır, doğada genellikle sülfürlü, oksitli ve kompleks halde bulunana çok iyi derecede elektrik ve ısı iletkenliğine sahip aşınmaya ve korozyona karşı dirençli aynı zamanda çekilebilme ve dövülebilme özellikleri olan bir metaldir ve bu özelliklerinden dolayı sanayide çok geniş kullanım alanı bulmuştur. Cu insan ve hayvanlar için gerekli bir iz elementtir. Bu yüzden demir ve çinkodan sonra vücutta en fazla bulunan iz elementtir (Anonymous, 1998; WHO, 1998).

Metalik bakır, biçimlendirilebilir iyi bir ısı ve elektrik ileticisidir. Bu özelliğinden dolayı birçok ticari kullanım alanı vardır. Bakır, elektrik tesisatı, boru tesisatı, sübap, demirbaş eşya, madeni para, yemek pişirme kabı ve yapı materyali olarak kullanılır. Bakır, savaş gereçlerinin (cephane), maden alaşımlarının ve kaplamaların içinde de vardır. Bakır bileşikleri, mantar öldürücü, alg öldürücü ve böcek öldürücü ilaçların yapısında bulunur.

Aynı zamanda bitki ve hayvan gelişimini desteklemek için bir besin olarak gübre ve hayvan yemlerine eklenebilir. Gıda katkı maddesi olarak kullanılabilir. Bakır sülfat pentahidrat bazen alg gelişiminin kontrolü için yüzey sularına eklenir. Bakır sülfat önceleri kusturucu olarak kullanılıyordu. Fakat bu kullanım insan sağlığına olan olumsuz etkilerinden dolayı terk edilmiştir (WHO, 2004).

Cu, organizmada her tür bakteri varlığı için gereklidir. Yüksek yapılı hayvan ve insanlardaki yoğunluğu kg canlı ağırlıkta 1,5–2,5 mg kadardır. Ancak yeni doğanlarda vücut önemli miktarda bakır rezervine sahiptir. Organizma ortalama bakır varlığına göre karaciğer, dalak, böbrekler, kıl ve beyinde daha yüksek bir yoğunluğa sahiptir. Yiyeceklerin fazla alınımı halinde öncelikle bu organlarda birikim meydana gelir. Yetersizliği halinde ise yine öncelikle buralarda azalma meydana gelir.

Cu birçok canlı için temel bir besin maddesidir. İnsanların bakır alımlarında birincil kaynak yiyeceklerdir. Karaciğer ve diğer iç organlar, deniz ürünleri, yemişler ve baklagiller bakırın en iyi bilinen kaynaklarıdır. Birleşmiş milletler tarım bölümünün 1989-1991 yılları arasında yayınlamış olduğu çalışmaya göre bakır diyetinin yaklaşık % 40'ı ekmek mayası, beyaz patates, domates, tahıl, sığır eti, kuru fasulye ve mercimekten gelmektedir. Çocuk ve yetişkin insanlar için hazırlanan vitamin ve minerallerde tablet veya kapsül başına genellikle 2 mg bakır bulunmaktadır (WHO,2006).

Bireysel ve laktasyon seyri açısından da süt/bakır düzeyinde önemli bir varyasyon görülür. Örneğin bazı hallerde aşırı miktarda süt/bakır miktarı azalır. Bu durum toprak bakır varlığı az olan mera'larda otlayan sürülerde daha sık görülür. Sağlığın bozulması, yalama hastalığı, anemi, iştah en tipik belirtileridir. Dolayısıyla yetersizlik görünümünü şu şekilde sıralanabilir;

- Anemiler, yani tüm hayvanlarda kan oluşumunun azalması,
- Koyun, sığır, at, domuz ve özellikle genç kümes hayvanlarında kemik teşkilinin aksaması,
- Buzağı ve kuzularda sinir sisteminin bozulması,
- Tavşan, keçi, koyun ve sığırlarda kıl pigmentasyonunun bozulması,
- Aynı hayvanlarda kıl ve yün keratin yapısının bozulması ve haliyle gerek yün veya kıl veriminin düşmesi,
- İneklerde döl veriminin azalması,
- Ağır patolojik ishaller.

Cu organizmada hemoglobin sentezi için gereklidir. Demirden daha iyi faydalanmayı, demirin serbest, hale geçmesini ve demirin kolay absorpsiyonunu sağlar. Vücuttaki demir miktarını artırır. Organizmada bakır miktarı azaldıkça hemoglobin sentezinin de azaldığı ancak bakırın hemoglobinin yapısına girmediği tespit edilmiştir. Cu kemik gelişimi üzerine etki etmektedir. Ayrıca merkezi sinir sisteminin düzenli çalışmasını sağlar. Birçok enzimlerin yapılarına girer ve aktivitelerini temin eder. Bakır'ca fakir topraklarda otlayan genç hayvanlarda Raşitizme, gelişkinlerde ise Osteomalacia'ya benzer kemik hastalıklarına rastlanmaktadır. Günlük rasyonlarla optimal düzeylerde ya da gereksinmenin üzerinde bakır alınımı, günlük ağırlık kazancı, yemden yararlanma ve besi verimi üzerine olumlu bir etkiye sahiptir. Bakır kullanımından sonra genel olarak mikroorganizma sayısı azalır. Bu etki kullanılan Cu bileşiklerinin mide, barsak yolunda çözünme durumuna büyük ölçüde bağlılık gösterir.

Karaciğer gibi bazı iç organlarda bakır içeriğinin artması hali pek arzu edilmez. Geviş getirenlerde 100-250 mg/kg yem düzeyi sığır ve koyunlar için mutlaka toksik etkili olmaktadır. Koyunlarda günlük bakır atılımı 3 mg veya biraz daha azdır. Bazı bölgelerde çayır ve meralar 3 mg bakır ihtiva ettiği halde, yinede koyunlarda bakır yetersizliği semptomları görülmektedir. Yapağı koyunlarının günlük bakır ihtiyacının 10 mg veya rasyon kuru maddesinde 10 ppm'e kadar yükseldiği bildirilmektedir (Toprak, 2007). İhtiyaçtan fazla alınan bakır, karaciğer ve diğer dokularda birikmeye başlar. Türlerle göre değişmekle beraber karaciğerdeki yoğunlaşma yükseldikçe çeşitli fizyolojik düzensizlikler ortaya çıkmaktadır. Geviş getiren hayvanlarda normal dozun 10 misli bakır tüketildiğinde ve bu besleme devam ettiğinde zehir etkisi gösterir. Bakırın absorpsiyonu çok yavaş olduğundan ancak çok yüksek dozları zehirli olmaktadır. Yüksek dozda bakır alınması büyümenin ve yem tüketiminin azalmasına, çok hızlı ağırlık kaybına ve kısa zamanda ölüme sebep olmaktadır. Yüksek dozda bakır tüketildiğinde karaciğerde bakır konsantrasyonunun artması nedeniyle kanda serbest bakır miktarı da artmaktadır. Bu artış kırmızı kan hücrelerin hemolize olmasına ve sarılığa sebep olur. Koyunlarda kronik bakır zehirlenmesi diğer türlerden oldukça farklılıklar gösterir. Bakır zehirlenmesi dolayısıyla koyunlarda büyük kayıplarla ortaya çıkmaktadır (Kılıç, 1984).

Cu bitkiler ve canlılar üzerindeki etkisi, kimyasal formuna ve canlının büyüklüğüne göre değişir. Küçük ve basit yapıları canlılar için zehir özelliği gösterirken büyük canlılar için temel yapı bileşenidir. Bu nedenle bakır ve bileşikleri fungusit, biosit, anti bakteriyel madde ve böcek zehiri olarak tarım zararlılarına ve yumuşakçalara karşı yaygın olarak

kullanılır. Hastanelerde özellikle de kemoterapi almış kanserli hastalarının tedavi edildiği (kemoterapi bağışıklık sistemini zayıflattığından vücut mikroplarla gereği gibi savaşamaz ve kişinin enfeksiyona yakalanması daha kolaydır) bölümlerde kapı kolları, musluklar, kıyafet askıları, tuvalet klozet kapakları ve elektrik düğmeleri gibi elle sıkça temas edilen bölgeler bakır alaşımlarından imal edilen malzemelerden yapılarak ve malzemenin antiseptik özelliğinden yararlanılarak mikropların yayılmasının engellenmesinde ve hastane enfeksiyonlarının azaltılmasında kullanılmıştır Cu bitkiler ve canlılar üzerindeki etkisi, kimyasal formuna ve canlının büyüklüğüne göre değişir. Cu doğada pek çok sebze, meyve ve hayvansal ürünlerde bulunur (Kartal ve ark., 2004; Casey ve ark., 2008).

Tavuk yumurtası ortalama 0,14 mg/100 g Cu içermektedir (Nys, 2001). Cu eksikliğine bağlı olarak hayvanlarda ve insanlarda büyümede gecikme, solunum sisteminde enfeksiyonlar, kemik erimesi, anemi, saç ve deride renk kaybı gibi rahatsızlıklar oluşur.

Cu biyolojik işlevi bulunan önemli bir metaloenzim bileşenidir. Sitokrom oksidaz, askorbik asit, oksidaz, superoksit dismutaz gibi enzimlerde bulunur. Yapılan çalışmalarda bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde, kemik dokusu oluşumunda, bağ doku gelişiminde ve doku pigmentasyonunda bakırın işlevsel olduğu belirlenmiştir. Bakır eksikliği belli enzimlerin aktivitesinde düşüşe, anemiye, depigmentasyona ve kardiyovasküler sorunlara neden olmaktadır (Kalay ve ark., 2003).

Cu vücut işlevleri açısından önemli olmakla beraber özellikle saç, deri esnek kısımları, kemik ve bazı iç organların temel bileşenidir. Erişkin insanlarda ortalama 50 – 120 mg bulunan bakır, aminoasitler, yağ asitleri ve vitaminlerin normal koşullarda metabolizmadaki reaksiyonlarının vazgeçilmez ögesidir. Birçok enzim ve proteinin yapısında bulunan bakır, demirin fonksiyonlarını yerine getirmesinde aktivatör görevi üstlenir. Cu eksikliğinde hayvanlarda anormallikler, kansızlık, kemik hataları ve sinir sisteminde bozukluklar tespit edilmiştir (Kahvecioğlu ve ark., 2004b).

Akut bakır zehirlenmesi seyrek olarak gözlenir. Genelde yiyecek ve içeceklere kazayla bakır ihtiva eden maddelerin karışmasıyla veya kasten bakır tuzlarının yutulması sonucu zehirlenme gerçekleşir ve bakır çalığı olarak bilinir. Akut bakır zehirlenmesinde gözlenen belirtiler tükürük salgılamasının artması, mide ağrıları, bulantı, ishal gibi sindirim sistemi mukozasının tahriş olmasından kaynaklanır. Ayrıca alınan doza bağlı koma durumuna ve ölümlere sebebiyet verebilir. İçme sularında Dünya Sağlık Örgütü tarafından açıklanan sınır değeri 2 mg/L'dir. Gün içinde alınabilen maksimum bakır değeri kadınlarda

12 mg/gün, erkeklerde 10 mg/gün, 6-10 yaş grubu çocuklarda ise 3 mg/gündür (Kahvecioğlu ve ark., 2004b).

Ayrıca, yetişkinler için vücut ağırlığında kg başına 4-400 mg bakır iyonu (Cu II) akut öldürücü dozdur. Vücuda yüksek miktarda Cu alındığı takdirde mide ve bağırsaklarda kanama, idrar da kan görülmesi, damar içi alyuvar yıkımı, karaciğer hücrelerinin hasarı, akut böbrek rahatsızlıkları ve çok az idrar çıkarma gibi rahatsızlıklar gözlenir (WHO, 2004).

Aşırı dozda Cu alımında ise, Pizarro ve arkadaşları tarafından (1999) Santiago’da yapılan bir çalışmada konuyla ilgili denemeler için 60 sağlıklı yetişkin kadın alınmış ve rastgele 4 gruba ayrılmıştır. Her gruba 2 hafta boyunca konsantrasyon değerleri sıralı olarak 0, 1, 3, ve 5 mg/l olan bakır sülfat kontaminasyonlu içme suyu verilmiştir. Konsantrasyonlar sırası ile her bir gruba ayrı verilmiş ve her grup 2 haftalık periyot sonunda gerekli tetkiklerden geçirilmiştir. Cu homeostasisi ve karaciğer durumunda çalışma boyunca önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. (WHO, 2004).

#### **1.4.4. Krom (Cr)**

Krom bitkiler için gerekliliği sorgulanan ancak insan ve hayvanlar için mutlak gerekli olan bir elementtir. Vücutta insülin hareketini sağlar. Üç değerlikli krom özellikle glikoz metabolizmasında insülin etkisini teşvik ederek “Glikoz Tolerans” faktörü olarak rol oynamaktadır. Karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkileyen krom bazı enzimleri aktive etmektedir. Doğada her yerde bulunan bir metal olup havada  $> 0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve kirlenmemiş suda ortalama  $1 \mu\text{g}/\text{L}$  bulunur. Pek çok toprakta az miktarda krom (2 - 60 mg/kg) bulunurken, kirlenmemiş bazı topraklarda bu değer  $4 \text{ g}/\text{kg}$ ’ a kadar çıkmaktadır. İlk kez 1789 da Fransız L. N. Vauquelin tarafından üretilmiş ve çok renkliliğinden dolayı Yunanca renkler anlamına gelen krom olarak adlandırılmıştır (Özbek 1993).

Günümüzde özellikle alaşım elementi olarak kullanılmaktadır. Krom içeren minerallerin endüstriyel oksidasyonu ve fosil yakıtların, ağaç ve kağıt ürünlerin yanması neticesinde doğada (hexavalent) altı değerlikli krom oluşmaktadır. Okside krom havada ve saf suda nispeten kararlı iken ekosistemdeki organik yapılarda, toprakta ve suda üç değerliğe geri redüklenir. Kromun kayalardan ve topraktan suya, ekosisteme, havaya ve tekrar toprağa olmak üzere doğal bir dönüşümü vardır. Ancak yılda yaklaşık olarak 6700 ton krom bu çevrimden ayrılarak denize akar ve okyanus tabanında çöker. Kromun başta insan bünyesinde olmak üzere canlı organizmalardaki davranışı oksidasyon kademesine ve oksidasyon kademesindeki kimyasal özelliklerine ve bulunduğu ortamdaki fiziksel

yapısına bağlıdır. Günde ortalama krom alımı (tüm değerliklerde) ortalama 30-200 µg' dır bu oranda alınan kromun toksikolojik bir etkisi yoktur ve yetişkin bir insanda günlük krom ihtiyacını karşılar. Günde 250 µg' a kadar alınan kromun vücut sağlığına zararı yoktur (Baldwin 1999)

Yaklaşık olarak alınan  $Cr^{3+}$  ün % 0.5 – 3' ü vücut tarafından adsorbe edilirken  $Cr^{6+}$ 'ın sindirim sistemindeki adsorbsiyonu  $Cr^{3+}$ 'nın 3-5 kat (yaklaşık %3-6  $Cr^{6+}$ ) daha fazladır. Adsorbe olan krom genelde üre bileşiği olarak olarak atılır ve günlük atılan krom 0.5 - 1.5 µg olup bu da günlük alınan kroma yaklaşık olarak eşittir. Çözeltideki krom deri tarafından hemen adsorbe edilir ve kırmızı kan hücreleri vasıtasıyla böbrekler gider ve dışarı atılır. Günlük alınan krom miktarı tüketilen besin maddeleri ile ilintilidir. Et, hububat, bakliyat ve baharatlar en iyi krom kaynağıdır, süt ürünleri, pek çok sebze ve meyve ise az miktarda krom ihtiva eder. İnsanların besinler yoluyla aldığı Cr (III) ise genelde optimumun altındadır. İnsan vücudundaki krom eksikliği, şeker hastalığı olarak kendini gösterir. Krom eksikliği, kurşunun toksikliğini arttırırken, biyolojik sistemlerdeki aşırı  $Cr^{6+}$  farklı tipte kanser oluşumuna sebep olmaktadır. Cr (III) bileşiklerinin ve metalik kromun toksik etkisi kesin olarak kanıtlanmış değildir. Buna karşılık Cr (IV) bileşikleri 100-1000 kat daha toksiktir ve insanlarda akut ve kronik toksisitelere neden olabilir. Kromat ve dikromatlar deri zararına (aşırı iltihaplanma, allerji) yol açabilir. Kromat bilenen en genel alerjen maddedir. Ancak krom kaynaklı cilt kanserine rastlanmamıştır. Pek çok araştırma sonucunda, solunum ve deri teması sonucunda kroma maruz kalan kişilerin sağlık sorunu ile karşılaştıkları tespit edilmesine karşın kesin sınır değerleri belirlenmemiştir.  $Cr^{6+}$ 'nın hava ile vücuda alınması ve burun akmaları, burun kanamaları, kaşınma ve üst solunum yollarında delinmelerin yanı sıra kroma karşı allerji gösteren insanlarda da astım krizleri görülmektedir. İnsanların Cr (III) gereksinimlerinin karşılanması açısından, bitkilerin krom içeriğindeki hafif artış pozitif olarak değerlendirilebilir. Kursunda olduğu gibi, bitki krom aldığı zaman, bunun önemli bir kısmı kök veya kök yüzeyi tarafından dışarı verilir ve sadece az bir kısmı bitkinin üst organlarına taşınır. Bu nedenle krom bitkinin çeşitli aksamalarında su sıraya bağlı olarak azalmaktadır: kök >yaprak>dane> meyve (Gültakti, 2006).

Krom üç bileşikleri ile yapılan testlerde deney hayvanları üzerinde her hangi bir negatif etki gözlenmemiştir (Gültakti, 2006). Kimyasal ve biyolojik olarak stabil özellik gösteren  $Cr^{3+}$  (oksidant değildir, tahrip edici değildir, hücre zarına geçmez...) kanserojen bir madde olarak düşünülmemektedir. Yüksek dozda  $Cr^{6+}$  bileşiklerinin alımına bağlı



olarak şiddetli ve sıklıkla ölümle sonuçlanan patolojik değişimler ortaya çıkar. Günlük doz sınırları içinde alınan  $Cr^{3+}$  bileşiklerinin insanlara veya hayvanlara zararları görülmemiştir. Altı değerlikli krom bileşikleri deri, sindirim sistemi ve akciğerler için temas ettikleri durumlarda tahriş edici özellik gösterirler. Hegzavalent krom bileşiklerinden en yaygın olanı kromik asit ( $CrO_3$ ) tir. Kromik asit banyolarının, laboratuvar cam malzemelerinin ıslatılmasında ve temizlenmesinde kullanılmaktadır ve ortak laboratuvar koşullarında bu uygulama hayati risk oluşturmaktadır.

Krom, metal alaşımlandırmada ve boyalar, çimento, kağıt, kauçuk ve diğer malzemeler için pigment olarak kullanılmaktadır. Düşük seviyelerde kroma maruz kalındığında, deride iritasyon ve ülser meydana gelir. Uzun süreli maruz kalındığında böbreklerde ve karaciğerde hasara yol açabildiği gibi kan dolaşım sistemini ve sinirdokularını tahrip edebilir. Krom daha çok sulu ortamlarda birikerek çoğalır. Dolayısıyla yüksek seviyelerde kroma maruz kalmış balık yemek oldukça tehlikelidir (Kahvecioğlu ve ark., 2004a).

#### **1.4.5. Kobalt (Co)**

Kobalt, hayvanlar ve insanlar için özellikle  $B_{12}$  vitaminin ve bunun türevlerinin (Kobalaminler) yapısında bulunan bir madde olarak mutlak gereklidir. Ayrıca rizobiumların(baklagillerde)  $N_2$  bağlamasında, çeşitli bakterilerin ve mavi yeşil alglerin bu gibi faaliyetlerinde gereklidir. Bunun yanında kobaltın zorunlu besin maddesi olarak yüksek bitkilerde çok özel bir fonksiyonu olup olmadığı şimdiki kadar doğru olarak saptanamamıştır. Karasal yerkabuğunun ortalama kobalt içeriği 18 mg/kg dır. Yüksek miktar da Fe ve Mn'ca zengin minerallerden oluşan kayalar yüksek miktarda Co içermektedir. Bitkilerdeki Co içeriği genelde 0,02-0.5 mg/kg arasında bulunmuştur ve bu değer baklagillerde çayır bitkilerinden daha yüksektir ( Gültakti., 2006).

Kobaltın organizmadaki miktarı, organ ve dokulardaki dağılışı diğer iz elementlere kıyasla çok düşüktür. Fazla kobalt konsantrasyonu karaciğer ve böbreklerde ve daha düşük konsantrasyon da ise pankreastan çeşitli doku ve organlarındaki kobalt tüketiminde azalmakta yüksek kobalt tüketiminde ise artmaktadır. Tüketilen kobalt organizmadan başlıca bağırsak, böbrek ve safra kesesi ile atılmaktadır. Bağırsak kanalı ile kobalt atılımında atılan kobaltın büyük bir kısmını absorbe edilemeyen kobalt bir kısmında safra yoluyla atılmış olan metabolik Co oluşturmaktadır. Sığır, koyun ve keçilerde kobalt yetersizliğin de iştah azaltmakta, büyüme yavaşlamakta, canlı ağırlık şiddetli düşmekte, tüyler kabarmakta ve dökülmekte, deri kurumakta, renksiz bir hal almakta ve kıvrılmalar,

çatlamalar meydana gelmekte, yapağı kalitesi düşmekte, gözler ıslanmakta ve anemi ile ölüm meydana gelmektedir. Yüksek miktarda kobalt tüketimi zehirli olmaktadır. Koyunlarda günde 120 mg, sığırlarda 60 mg, danalarda ise 50 mg kobalt zehir etkisi göstermektedir. Aşırı kobalt tüketiminde hemoglobin seviyesi artmakta, canlı ağırlık düşmekte, iştah ve azalmakta, isteksizlik, hareketlerde düzensizlik görülmekte, tükürük salgısı ve gözyaşı artmakta ve fazla gübre ve idrar atılışı ortaya çıkmaktadır (Sevgican, 1977).

#### **1.4.6. Molibden (Mo)**

Hayvansal organizmada, yedirilen molibden miktarına bağlı olarak farklı miktarda Mo bulunur. Vücutta en çok bulunduğu organlar karaciğer, dalak ve böbreklerdir. Mo fazla yedirildiği takdirde vücutta bakır depolanmasını önleyerek bakır yetersizliğine yol açar (Sevgican, 1977).

Bu makro ve mikro elementlerin haricinde karma yemlerin bünyesinde bulunan hammaddelere gerek topraktan emilim gerekse çapraz bulaşma şeklinde hammaddeler içerisinde ağır metaller bulunabilir. Bu ağır metallerin karma yemlerin içerisinde bulunmaları ve teşhis limitlerinden fazlaca kullanılmaları karma yemlerle beslenen hayvanların metabolizmasını bozup, genelde insan gıdası olarak tüketilen hayvan sakatlarının da yani karaciğer, böbrek, beyin, iç bezler de depolanmaktadır. İnsan gıdası olarak tüketilen bu besinler insan vücudunda da önce küçük birikimler ya da toksik etkilere neden olabilmektedir.

Bor ve Mo gibi anyon oluşturucu mikro-nutrient elementlerin bir kısmı enzim moleküllerinin yapılarında yer alır. Bu tür elementlerin çok azı, bitkilerdeki temel işlevlerin yerine getirilmesinde gerekli enzimi sağlar. Bakır gibi bazı katyon oluşturucu elementler ise, daha çok koenzim görevi yaparlar. Bunlar enzim moleküllerinin yapısında yer almadıkları halde enzimleri aktive ederler (Gültakti, 2006).

Cu ve Mo 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 ulaşıncaya kan dolaşımına salıverilir (Yarsan ve ark.,1996).

**1.4.7. Nikel (Ni)**

Nikel tozları kanserojeniktir. Nikel karbonil (NiCO, Ni ile CO reaksiyonu sonucu oluşur) insan ve hayvanlarda kanser yapıcı partiküldür ve hızlı bir şekilde solunum sistemine zarar verir. Şehir havası genelde 0,03-0,12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Ni içermekte ve ciğerlere alınan günlük 0,3-1,2  $\mu\text{g}$  civarındadır.

Nikel bazı hayvanlar için mutlak gerekli bir iz element olarak görülmektedir ve bitkiler ve mikroorganizmalar içinde düşük konsantrasyonunun olumlu etkisinin olduğu kabul edilmektedir. Ancak, insanlar üzerinde olumlu etkisi henüz kesin olarak belirlenmiş değildir. Gıdalar aracılığıyla kişi başına günlük nikel alımı 0,3-0,5 mg dolayındadır. Kömür ve petrolün yanması ve motorlu araçlar aracılığıyla Ni havadan çevreye, buradan canlılara ve toprağa ulaşmaktadır (Özbek, 1993).

Bir ağır metalin yaşamsal olup olmadığı dikkate alınan organizmaya da bağlıdır. Örneğin Ni bitkiler açısından toksik etki gösterirken, hayvanlarda iz elementi olarak bulunması gerekir (Kahvecioğlu ve ark., 2004a).

**BÖLÜM 2 - ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**

Işıklı ve ark. (2006), gerçekleştirdikleri çalışmada çimento fabrikası emisyonuna maruz kalmış kırsal alanlarındaki toprakta ve bitki türlerindeki kadmiyum yoğunluğunu araştırmışlardır. Eskişehir, Çukurhisar’ da bulunan çimento fabrikasının bulunduğu alanın sekiz farklı yerinden toplam 108 toprak ve bitki türü toplanmıştır. Bölgede ikamet eden 258 kişiden fiziki muayenenin ardından kan örnekleri alınmış ve alerji testi uygulanmıştır. Araştırma bulguları fabrikanın çevresinden ancak, farklı yerlerden toplanan toprak ve bitki örneklerindeki Cd yoğunluğunun, kontrol alanlarından elde edilenlere göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, klinik araçların test edilen kişiler üzerine kontakt dermatit hariç herhangi bir etkisinin olmadığını göstermesine karşın, çimento fabrikasının, yakın çevredeki kadmiyum kirlenmesini artırdığı saptanmıştır.

Kentsel alan topraklarının özellikleri üzerine yapılan bir diğer çalışmada, şehir ve şehir dışı alanlar, genellikle ağır metal ve pestisit kaynaklı kirlenmeye maruz kaldığı tespit edilmiştir (Thornton, 1990).

Newman (1979), sanayi kaynaklı hava kirleticilerinin omurgalı vahşi yaşama etkileri üzerine olan mevcut bilgileri gözden geçirmiş ve kirleticilerin tüm dünyada kuş ve memeli popülasyonlarında azalmaya neden olduğu sonucuna ulaşmıştır. Araştırmacı, endüstriyel hava kirliliğinin doğal yaşam üzerindeki en büyük etkilerinin doğrudan ölüm, endüstri kaynaklı yaralanma ve hastalıktan dolayı zayıf düşme, fizyolojik gerginlik, anemi ve biyolojik birikim olduğunu ifade ederek, bazı hava kirleticilerinin belli başlı bazı vahşi yaşam türlerinin dağılımında değişime neden olduğunu bildirmiştir.

Migahid ve Darier’ in (1995), Akdeniz tuz bataklıklarına özgü tuzlu topraklarda yetişen bir bitki olan *Salicornia fruticosa*, *Halocnemum strobilaceum* ve *Arthrocnemum glaucum* türleri üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada bitkiler, bölgede kurulu çimento fabrikasının 1, 3 ve 5 km uzağından toplanmıştır. Üzerinde çalışılan bitkilerin 1 cm<sup>2</sup> yüzey alanı incelendiğinde, sırasıyla yaklaşık olarak 5, 1,7 ve 1,0 µm çimentodan arındırılmış alanlarının olduğu bulunmuştur. Çimento, bitkilerin üst kısımlarında azalmaya yol açarak yeni dalların ölümünü arttırmış ve özellikle toza karşı daha hassas olan *Arthrocnemum glaucum* üzerinde olmak üzere her üç tür üzerinde de etkili olmuştur. *Arthrocnemum glaucum*’da kayda değer miktarda prolin artışı gerçekleşmiş ve diğer iki türde de çözünebilir karbonhidrat gözlemlenmiştir.

Topolska, Sawicka-Kapusta ve Cieslik (2004), yaptıkları araştırmada 1998 ve 1999'da, Krakow'un doğusu ve güneyinde, değişen mesafelerdeki ormanlardan toplanan tarla farelerinin seçilmiş organlarında (karaciğer, böbrek ve dalak) bulunan Cd, Cu, Fe ve Zn seviyeleri üzerine testler gerçekleştirmişlerdir. Tüm sonuçlar, Borecka Ormanında yakalanan tarla farelerinden oluşan kontrol grubunun değerleriyle karşılaştırılmıştır. Cd içeriği, bir inorganik asit karışımının ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$ ) sindirilmesinin ardından, grafit yüzey ile Perkin Elmer Analyst 800 atomik absorpsiyon spektrofotometre kullanılarak belirlenmiştir. Fiziksel elementlerin (Cu, Fe ve Zn) konsantrasyonları, IL-251 atomik absorpsiyon spektrofotometre kullanılarak alev yöntemiyle analiz edilmiştir. Bulunan ağır metal seviyeleri, test edilen organa ve kemirgenin yakalandığı bölgeye göre değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu elementlerin içerikleri ve hayvanların cinsiyetleri ve yaşları arasında bir bağlantı olduğu gözlemlenmiştir.

İslam ve arkadaşları (2007), hayvan yemlerin çeşitli hammaddeleri yerine, son ürünün incelenmesinin, besin zinciri içerisindeki olası ağır metal yayılımını gözlemlemek bakımından daha faydalı olacağını ifade ederek, gerçekleştirdikleri çalışma için en yaygın kullanılan yem örneklerini seçmişlerdir. Tüm örneklerdeki kadmiyum, kurşun, arsenik, cıva, selenyum, krom, manganez, nikel, bakır ve çinko içerikleri ölçülmüştür. Bulunan maksimum ve minimum konsantrasyon miktarları şu şekildedir: Cd için 0,1852 ppm ve 0,0232 ppm, Pb için 20,6498 ppm ve 0,6019 ppm, arsenik için 0,7640 ppm ve 0,0069 ppm, cıva için 0,0579 ppm ve 0,0116 ppm, selenyum için 0,0347 ppm ve 0,0069 ppm, Cr için 5,7875 ppm ve 0,0926 ppm, manganez için 302,2001 ppm ve 0,0695 ppm, Ni için 5,1625 ppm ve 0,0125 ppm, Cu için 37,5725 ppm ve 0,0463 ppm, çinko için 422,3023 ppm ve 0,0232 ppm.

Dünyada çoğu ülkenin de kabul ettiği üzere çevrenin ağır metallere kirlenmesi ciddi bir sorundur. Metaller karaciğerde ve özellikle de böbreklerde birikmektedir. Abou-Arab'ın (2001), yaptığı çalışma, hem şehirlerdeki hem de kırsal alandaki hayvanların organlarındaki metal konsantrasyonlarıyla ilgili bilgiler sunmuştur. Endüstriyel alanlardaki hayvanların kaslarındaki, karaciğerlerindeki, böbreklerindeki, kalplerindeki ve dalaklarındaki Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ve Fe miktarları, kırsal alandaki hayvanlarınkilerden daha yüksek olarak saptanmıştır. Geyik karaciğeri ve böbreklerindeki Cd yanında sığır karaciğeri ve böbreğindeki, bufalo, geyik, koyun ve keçi böbreklerindeki kurşun konsantrasyonları önerilen değerlerden daha yüksek çıkmıştır.

Çiftlik gübreleri, tarım topraklarındaki ağır metal yüklemelerine önemli ölçüde katkıda bulunur. Menzi ve Kessler (1998), çiftlik gübrelerindeki ağır metallerin önemini değerlendirmek için, yaklaşık 1100 örnekteki Cu, Zn, Cd ve Pb içeriklerini analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre maksimum ağır metal içeriklerinde, gübrelerden elde edilen değerlerin, tarımda doğal gübre kullanımı için müsaade edilen maksimum ağır metal yüklemelerini bile aşabildiği saptanmıştır.

Demirbaş'ın (1999), yaptığı çalışmada, atomik absorpsiyon spektrofotometre kullanılarak Manisa'dan toplanan farklı yaşlardaki (4, 8 ve 18 haftalık) tavuklar üzerinde 11 metal (Cd, Ca, Cu, Fe, Pb, Mg, Mn, Hg, K, Na ve Zn) ve bir ametal (P) (kalp, kursak, karaciğer, böbrekler ve dalak ve tavukların dokuları ve etlerinde bir miktar mineral madde) saptanmıştır. Sodyum ve potasyumun tespiti için alev fotometresi kullanılmış ve örneklerin fırında kurutulmasından sonra kalorimetrik yöntemle P belirlenmiştir. Farklı yaşlardaki tavuk gruplarının etlerinde, kalpte ve kursakta mineral bileşimi tespit edilmiştir. Bu dokularda çeşitli metal içeriklerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Farmer ve Farmer'ın (2000), yapmış oldukları çalışmada Doğu Kazakistan'daki bir metal işleme bölgesindeki (Oskemen) yem ve et (sığır, at ve koyun) ürünlerinin analizinin sonuçları değerlendirilmiştir. Örnekler, insan kökenli kirlenmenin ana kaynağına farklı mesafelerdeki ve farklı metaller bulunduran yerlerden toplanmıştır. Kadmiyum, kurşun ve çinko analizleri, çoğu yem ve et örneğinde yüksek konsantrasyon olduğunu ortaya çıkartmıştır. Kirlilik seviyesi düşükten yükseğe doğru; koyun, sığır ve at örnekler şeklinde artmaktadır. Yüksek seviyelerdeki kirlenme, insan sağlığı için potansiyel risk oluşturmaktadır.

Paone (2008), tehlikeli atıkları yakıt olarak kullanan çimento tesislerinde, ağır metal emisyonları gözlemlenmiştir. Ağır metallerin özellikle cıvanın emisyonu ile ilgili düzenlemelerde son zamanlarda yapılan değişiklikler, tehlikeli atık kullanmayan tesislerde daha fazla kaygıya sebebiyet vermeye başlamıştır. Paone (2008), son cıva emisyon sınırlaması girişimini tekrar gözden geçirmekte ve pratik uygulamalarını tartışmıştır. Ayrıca bazı ağır metallerin davranışlarını özetlemiş ve emisyonun basit yöntemlerle hangi seviyelere kadar azaltılabileceğini tartışmıştır.

Zinn ve arkadaşları (1979), fırın tozunun hayvan performansı ve besleyiciliği üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Fırın tozunun sığır ya da laboratuvar fareleri üzerinde performans ve canlı ağırlık arttırıcı etkisi olmadığı; fırın tozu ilavesinin, lif sindirilebilirliğini ve nitrojen ve kalsiyumun tutulmasını arttırabildiği ve yüksek düzeylerin

yem tüketimini azaltabildiği ve karaciğer apselerini arttırabildiği şeklinde sıralanan sonuçlara ulaşmışlardır.

Zn, Cu, Cr, As, Cd ve Pb gibi ağır metaller, süt ürünü üretim sistemindeki potansiyel biyo-birikimli toksinlerdir. Ancak, sığır süt yemlerin içeriğindeki ağır metallerin dökümü özellikle ABD’de yeterli seviyede olmadığı tespit edilmiştir. Li ve ark., (2005) yapmış olduğu araştırmada, Wisconsin’deki 54 mandıradan alınan 203 tipik süt ürünü bileşeninin ağır metal içeriği incelenmiştir. En düşük ağır metal konsantrasyonu evde yetiştirilen alfalfa (*Medicago sativa L.*) saman silajında ve mısır (*Zea mays L.*) silajında en düşük miktarlarda saptanmıştır. En yüksek ağır metal konsantrasyonları, satın alınan yemlerde, özellikle mineral katkılarında bulunmuş ve mısır ya da soya fasulyesi temelli konsantrasyonlarda daha az seviyelerde saptanmıştır. Süt ürünlerinde, en yüksek konsantrasyonda Zn ve Cu bulunması, çiftliklerin yarısından fazlasının hayvanlarını ABD’ nin önerdiği seviyelerden fazla miktarda Cu ve Zn ile beslemesine karşın bu metallerin hayvanın beslenme gereksinimini karşılamak için bilinçli olarak eklendiğine işaret etmektedir. Cr, As, Cd ve Pb konsantrasyonları düşüktür ve sırasıyla Cr>As>Pb>Cd şeklindedir. Wisconsin süt ürünlerinin hiçbirinin ABD maksimum kabul edilebilir konsantrasyonlarının üzerinde ağır metal konsantrasyonu içermediği ve süt sığırında herhangi bir toksik etkinin olası olmadığı saptanmıştır. Süt ürünlerindeki Cd konsantrasyonları, ABD maksimum kabul edilebilir konsantrasyonlarına en yakın olanlar olarak belirlenmiştir. Pb istisnasıyla birlikte süt ürünlerindeki Zn, Cu, Cr, As ve Cd’ nin ana kaynaklarının, ithal edilen yemlerden geldiği belirlenmiştir. Süt yemlerindeki devam eden ağır metal dış alımının, bu metallerin gübre kullanılan topraklarda birikmesiyle ilişkilendirilmesi muhtemeldir. Mandıra beslenme zincirinde birçok ağır metalin dönmesine rağmen toprağın kation değişim kapasitesi, pH, tuzluluk miktarı ve metalin bitkiler için zehirliliği gibi etkenlerle sınırlanabilir. Li ve arkadaşları, bu çalışmada mandıra sistemlerindeki Cd kaynaklarının belirlenmesinin ve mandıra toprak sisteminde uzun vadede Cd birikmesiyle alakalı sorunların engellenmesinin önemine dikkat çekmiştir (Li ve ark., 2005).

Nicholson ve ark., (1999), İngiltere ve Galler’deki çiftliklerden ağır metal birikimlerini saptamak amacıyla 183 yem ve 85 hayvan gübresi örneği toplamış ve analize tabi tutmuşlardır. Analizlerde Zn ve Cu yoğunlukları domuz yemlerinde hayvanların yaşlarına bağlı olarak 150-2920 mg Zn/kg KM ve 18-217 mg Cu/kg KM saptanmıştır. Kümes hayvanı yemlerinde, konsantrasyonlar 28-4030 mg Zn/kg kuru madde ve 5-234 mg

Cu/kg kuru madde aralığında olarak saptanmıştır. Araştırmada ayrıca yumurta tavuğu yemlerinin genellikle et tavuğu yemlerinden daha yüksek ağır metal içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Süt ve et sığırı yemlerindeki Zn ve Cu konsantrasyonları domuz ve kümes hayvanı yemlerindikilerden çok daha düşük çıkmıştır. Domuz gübreleri, yemlerdeki metal konsantrasyonunu yansıtacak şekilde, 500 mg Zn/kg kuru madde ve 360 mg Cu/kg kuru madde içerdiği görülmüştür. Kümes hayvanlarının gübrelerindeki konsantrasyonlar 400 mg Zn/kg kuru madde ve 80 mg Cu/kg kuru madde ve sığır gübrelerinde 180 mg Zn/kg kuru madde ve 50 mg Cu/kg kuru maddedir. Sığır ve domuz çamurlarındaki kuru madde içeriği, ağır metal konsantrasyonları için iyi bir gösterge olduğu bildirilmiştir.

Shrivastava ve Bhadane'nin (2004), yapmış oldukları çalışmada yoğun sanayi tesisi içeren Ahmedabad'ta sığır, bufalo ve koyun sütü örnekleri ile bitkiler, endüstriyel atık su kuyu suyu ve toprak örnekleri toplamış ve ağır metal araştırmışlardır. Araştırmada aynı zamanda korelasyonlarda değerlendirilmiş, bazı ağır metallerin birbirleriyle olumlu korelasyon oluşturduğu sonucuna ulaşmıştır.

Al-Khashman ve Shawabkeh'in (2006), Ürdün'ün güneyindeki Qadissiya bölgesinde bulunan çimento fabrikasının yakınlarından farklı derinliklerden toprak örnekleri toplayarak Pb, Zn, Cd, Fe, Cu ve Cr araştırmışlardır. Toprak örneklerindeki yüksek Pb, Zn ve Cd konsantrasyonlarını çimento endüstrisi, tarımsal etkinlikler ve trafik emisyonları gibi kaynaklarla ilişkilendirmişlerdir. Araştırma bulguları, çimento fabrikasına yakın olan alanlardaki Cr konsantrasyonunun düşük Pb, Zn ve Cd miktarlarının standartların üzerinde olduğunu saptamışlardır.

Coşkun ve arkadaşları (2009), Güneydoğu Avrupa (Güneybatı Bulgaristan ve Türkiye'nin Avrupa kısmı) için 11 ağır metalin ve toksik elementlerin sınır ötesi atmosferik kirlenmesini araştırmış. Yosun örnekleri Nisan 2006'da hem Bulgaristan'da hem de Türkiye'de toplanmıştır. ICP-AES' de Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Sb, V ve Zn konsantrasyonu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar İstanbul ve Burgaristan dolaylarında yüksek Cu ve Pb konsantrasyonu ve İstanbul bölgesinde Zn kirliliği olduğunu göstermiştir. Güneybatı Avrupa'daki çalışma alanında sınır ötesi atmosferik arsenik kirlenmesi saptanmıştır.

Jeng ve ark. (1997), Tayvan' da ördeklerde yaptıkları çalışmada farklı dozlarda kurşun katkılı yem ile beslenen hayvanların kurşunun yoğunluğunun çoktan aza doğru böbrek, karaciğer, kan, taşlık ve femoral kasta biriktiğini belirtmişlerdir.



Stanchev ve ark. (1989), yılında broyler ırkı tavuklarda gerçekleştirdikleri benzer bir araştırmada da kurşunun miktarının en çok böbrekte ve azalan oranlarda karaciğer, kan ve kas dokusunda biriktiğini tespit etmişlerdir.

Slovenya’ da 1994-1998 yılları arasında insan tüketimi için piyasada satılan tavuk eti, böbreği ve karaciğerlerinde Pb ve Cd kirliliğinin olup olmadığı yönünden yapılan araştırma sonucu elde edilen bulgularda, 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 <0,003-1.501mg/kg, karaciğerde < 0,003-1,230 mg/kg düzeylerinde bulunduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda Pb ve Cd iç organlarda kasa göre daha yüksek yoğunlukta biriktiğini göstermekte, ayrıca Cd belirtilen numuneler arasından yalnızca birer karaciğer ve böbrek örneğinde yasal tolerans sınırlarını geçtiği belirtilmektedir (Sinigoj ve Doganoc, 2000).

Şenavcı ve ark., (1997), yılında Ankara ve Bursa illerinde satışı gerçekleştirilen büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvanların karaciğer ve böbrek dokularında kurşun, kadmiyum ve civa kalıntı düzeylerini araştırmışlar, karaciğer ve böbrek örneklerinden sağlanan bulgulara göre, en yüksek ortalama kurşun, kadmiyum ve civa’nın küçükbaş hayvanların böbreklerinde bulunduğunu saptamışlardır.

Salisbury ve ark., (1991), Kanada’da 1982-1989 yılları arasında gerçekleştirdikleri çalışmada tavukların iç organ ve dokularında yaptıkları ölçümlerde Cd karaciğerlerde ortalama  $0,03 \pm 0,04$   $\mu\text{g/g}$  (0,01-0,79 $\mu\text{g/g}$  aralığında), böbreklerde ortalama  $0,05 \pm 0,10$   $\mu\text{g/g}$  (0,01-1.65  $\mu\text{g/g}$  aralığında), Cu karaciğerlerde ortalama  $3,97 \pm 0,90$   $\mu\text{g/g}$  (0,97-18.90  $\mu\text{g/g}$  aralığında), böbreklerde  $2,62 \pm 0,53$   $\mu\text{g/g}$  (0,60-11.50  $\mu\text{g/g}$  aralığında), Pb karaciğerlerde  $0,07 \pm 0,06$   $\mu\text{g/g}$  (0,04-0,39  $\mu\text{g/g}$  aralığında), böbreklerde  $0,06 \pm 0,03$   $\mu\text{g/g}$  (0,04-0,24  $\mu\text{g/g}$  aralığında) düzeyinde olduğunu bildirmişlerdir.

Falandysz (1991), 1987 yılında Polonya’nın kuzey kesimlerinde kesilen hayvanların tavuk eti ve iç organlarında yaptığı analizlerde, karaciğerde ortalama 3.8 mg/kg Cu, 48 mg/kg Fe, 16 mg/kg Cd ve 120 mg/kg Pb varlığına işaret etmektedirler. Çalışmada yaşlı hayvanların böbreklerindeki Cd düzeylerinin genç hayvanlara oranla daha yüksek çıktığı ortaya konmuş ve yaşlı hayvanların sakatatlarının tüketilmesine dikkat edilmesi önerisinde bulunmuşlardır.

Holeman ve Smodis (1993), Slovenya’ da gerçekleştirdikleri çalışmada, farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtaların ağır metal konsantrasyonlarının tolere

edilebilir miktarının kurşun için 0,25 mg/kg, kadmiyum için 0,005 mg/kg, civa için 0,050 mg/kg, arsenik için 0,100 mg/kg olduğunu saptamışlardır.

Holeman ve ark., (1993), serbest yetiştirilen tavukların yumurtalarında saptanan ağır metal yoğunluklarının (arsenik, kadmiyum ve civa) entansif yetiştiriciliği yapılan tavukların yumurtalarından daha yüksek olduğunu açıklamışlardır.

Şekeroğlu ve ark., (2007)' nin yetiştirme sistemlerinin yumurta ağır metal içeriğine etkisini araştırdıkları çalışmada köy tavuğu yumurtasında Mn 0,28 mg/g; Fe 22,64 mg/g; Cu 0,81 mg/g; Zn 11,73 mg/g olarak bulmuşlardır.

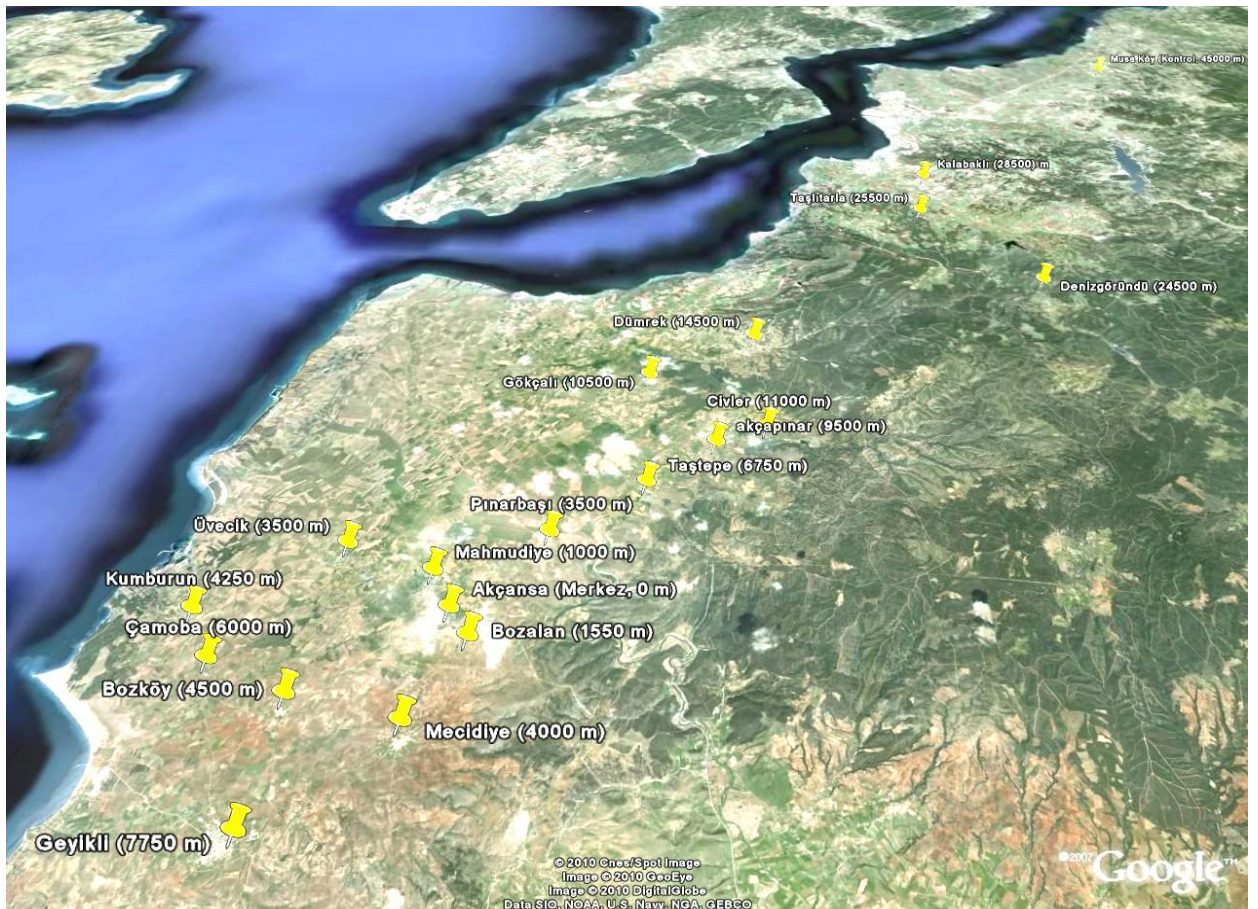
Kurnaz (2008), yılında yaptığı araştırmada, Türkiye' nin farklı bölgelerinde üretilen etlik piliç karkas ve karaciğerlerinde ağır metal düzeylerini incelemiş, alınan örneklerde karaciğerde Pb, Cd, Cu ve Fe miktarının kas dokuda bulunandan çok daha fazla olduğunu, ancak Türk Gıda Kodeksi ve AB tebliğine göre maksimum bulaşanlar limitlerinin altında olduğu bildirilmiştir.

Demirulus ve Kılıçel (2006) Van ili ve gölü havzasında tüketilen tavuk yumurtalarında olası ağır metal kirliliklerini, çiftlik ve köy yumurtası olarak geldiği illere göre ayrılmış ve araştırmışlardır. Çiftlik yumurtaları içerisinde ağır metal kirliliği en fazla Kayseri, en az ise Van ve Manisa Akhisar'dan gelen örneklerde gözlemlenmiştir. Van merkezli köylerden toplanan köy yumurtalarında ise en yüksek ağır metal kirliliği Bardakçı, Topaktaş ve Kumluca köylerinde en düşük Reşadiye, Karahan, Aydınlar, Göldüzü ve Gedikbulak köylerinde olduğu saptanmıştır.

Şekeroğlu ve Akmaz (2009) yılında Erzincan Tercan karayolunda trafik yoğunluğundan kaynaklanan olası ağır metal kirliliğinin bölgede yetiştiriciliği yapılan tavuk yumurtalarına etkisi üzerine gerçekleştirdiği çalışmada, belirlenen ağır metal değerlerinin yasal limitlerin altında olduğu ve insan sağlığına verebilecek sınırların altında olduğu sonucuna ulaşmıştır.

## BÖLÜM 3 - MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma, Çanakkale ili Mahmudiye beldesinde faaliyet gösteren çimento fabrikasının kuzey ve güney yönlerine konumlu 17 köy ve beldeler ile 1 kontrol (köy) olmak üzere toplamda 18 ayrı noktada yürütülmüştür. Her köy ve beldeden 4 kümes seçilmiş, bu kümeslerden 2009 ve 2010 yıllarının Kış, İlkbahar, Yaz, Sonbahar (Ocak, Nisan, Temmuz, Ekim) mevsimlerinde ve her kümeden 4 tavuk, 4 yumurta ve yemlemede kullanılan dane buğday örnekleri alınmıştır. Deneme süresince 2304 tavuk ve yumurta, 576 dane buğday numunesi toplanmıştır.



Şekil 3. Çanakkale ili Mahmudiye çimento fabrikasına konumlu köy ve beldeler.

### 3.1. Organ örnekleri

Belirlenen köy ve beldelerden iki yıl (2009-2010) süresince, her yıl dört mevsim olmak üzere; Ocak, Nisan, Temmuz, Ekim aylarında ve belirlenen ayların ilk haftasında

kümeslerden tavuklar alınarak, sağ ayaklara kelepçe ile numara takılmıştır. Çalışmaya ilişkin bütün bilgiler kayıt altına alınmıştır. Deneme süresince sekiz kez bu işlem tekrarlanmıştır. Bir seferde 288 tavuk örneklenmesi gerçekleştirilmiştir. Toplanan tavuklar ÇOMÜ-TETAM yerleşkesinde bulunan barınaklara getirilmiştir. Kesimlerde but, göğüs ve karaciğer örnekleri tek kullanımlık polietilen numune kaplarına konularak, soğuk zincirle laboratuvara nakledilmiştir. But, göğüs ve karaciğer örnekleri analiz için derin dondurucu içerisinde ve -18°C’ de saklanmıştır. Araştırma süresince toplamda 2304 tavuğa ait but, göğüs ve karaciğer doku örnekleme gerçekleştirilmiştir.

### **3.2. Yumurta Örnekleri**

Araştırmaya konu olan köy ve beldelerden iki yıl (2009-2010) boyunca, her yıl dört mevsim olmak üzere; Ocak, Nisan, Temmuz, Ekim aylarında ve belirlenen ayların ilk haftasında kümeslerden yumurtalar alınmıştır. Her yumurta kabuğunun üzerine asetat kalem ile numaralar yazılarak, kayıt altına alınmıştır. Bir seferde 288 yumurta örnekleme gerçekleştirilmiştir. Toplanan yumurtalar Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi TETAM yerleşkesinde bulunan laboratuara getirilmiştir. Yumurta örnekleri tek kullanımlık polietilen numune kaplarına alınmış ve analiz için derin dondurucuda -18°C’ de saklanmıştır. Çalışma süresince toplamda 2304 yumurta örnekleme gerçekleştirilmiştir.

### **3.3. Yem örnekleri**

Belirlenen köy ve beldelerden iki yıl (2009-2010) boyunca, her yıl dört mevsim olmak üzere; Ocak, Nisan, Temmuz, Ekim aylarında ve belirlenen ayların ilk haftasında kümeslerden yemlemede kullanılan dane buğday örnekleri alınmıştır. Alınan buğday örnekleri ağzı kapaklı plastik kaplara konularak üzerleri asetat kalem ile numaralandırılmıştır. Bir seferde 72 dane buğday örnekleme gerçekleştirilmiştir. Toplanan buğday örnekleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi TETAM yerleşkesinde bulunan laboratuara getirilmiştir. Dane buğday örnekleri analiz için saklanmıştır. Deneme süresince toplamda 576 dane buğday örnekleme gerçekleştirilmiştir.

### **3.4. Örnek hazırlama yöntemi ve örneklerin analiz için hazırlanması**

Hiç kullanılmamış plastik kaba alınan örnekler, yine plastik karıştırıcı ve öğütücü yardımıyla iyice öğütülüp homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Homojenize edilen örnekler (but, göğüs, karaciğer, yumurta, buğday) darası alınmış cam erlenlerde 5' er g. tartılarak üzerine 25 ml derişik HNO<sub>3</sub> (nitrik asit) ve 10 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (hidrojen peroksit) eklenmiş ve açıkta yaş yakma yöntemi ile yakılmıştır. Yanması tamamlanan örnekler, saf su ile 10 ml' ye tamamlanmıştır. Ayrıca kontrol amacıyla her 10 örnek için 1 kontrol örneği hazırlanmıştır. Açıkta yaş yakmada; örnek sıcaklık düzeneği önce 100 °C' ye ayarlanmış, bu sıcaklıkta 1 saat tutulan örnek, daha sonra 130 °C' ye getirilerek 1 saatte bu sıcaklıkta bekletildikten sonra, 150 °C'de örnek iyice berraklaşmaya ve 1 ml kalıncaya kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Yanması tamamlanan yumurta örnekleri soğumaya bırakıldıktan sonra 42 no' lu membran filtre ile plastik tüpler içerisine süzölmüş ve saf su ile 10 ml' ye tamamlanarak ağır metal analizine hazır hale getirilmiştir. Elde edilen süzökteki ağır metal miktarları ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spektrometer) (Varian-Vista Model) cihazında belirlenmiştir (Soltanpour, P. N., and Workman, S. M., 1981). Element konsantrasyonlarının ölçümleri Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü ( NIST, Gaithersburg, MD, USA)'nden temin edilen referans materyaldeki ilgili minerallerin sertifikalı değerleri ile kontrol edilmiştir

### **3.5. İstatistiksel analizler**

Yıl (2009 ve 2010), mevsim (Kış, İlkbahar, Yaz, Sonbahar), bölge (kuzey, güney, kontrol) ve ürün (yem ve yumurta) etkenlerinin ağır metal birikimine etkisinin araştırılmasında faktöriyel düzende varyans analiz tekniğinden;

Yıl (2009 ve 2010), mevsim (kış, ilkbahar, yaz, sonbahar), bölge (kuzey, güney, kontrol) ve tavukların but, karaciğer ve göğüs dokularında biriken ağır metal miktarına etkisinin araştırılmasında ise tekrarlanan ölçümlü varyans analiz tekniğinden (repeated measurement ANOVA) yararlanılmıştır.

Farklı grupların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Winer ve ark., 1991 Zar, 1999). Söz konusu istatistiksel analizler, Minitab ve SPSS istatistik paket programları kullanılarak yapılmıştır.

**BÖLÜM 4 – ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA**

Bu bölümde verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

**4.1. Tavukların alındığı bölgelerin fabrikaya göre konumlarına ve tavukların organlarına (but, karaciğer, göğüs) göre incelemelere ait bulgular**

Aynı bölge grubunda yer alan kümeslerden seçilen tavuklarda ağır metal kalıntı düzeylerinin, tavukların organlarına göre farklılaşması ve tavukların aynı organlarında ağır metal kalıntı düzeylerinin kümeslerin yer aldığı bölgelere göre farklılaşması durumlarının incelenmesi amacıyla yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testlerinin sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniği (repeated measurement) sonucunda tüm ağır metaller için organ ve bölgenin birlikte etkisinin önemli olduğu görülmüştür ( $P=0,000$ ). Dolayısıyla tavukların but, karaciğer ve göğüs kısımlarında biriken ağır metal miktarları, söz konusu tavukların alındıkları bölgelere göre değişmektedir.

Fabrikaya göre kuzeyde kalan köy ve beldelerden alınan organ örneklerinde ağır metal düzeyleri but, karaciğer ve göğüs kısımlarında tüm ağır metaller için farklılık göstermektedir (Çizelge 1 ve Şekil 4).

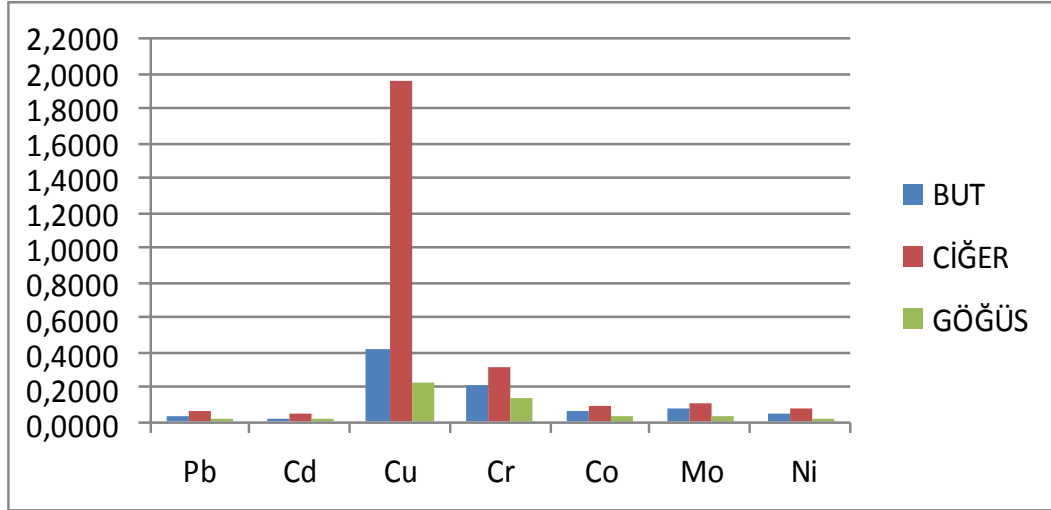
Fabrikanın kuzeyinde kalan bölgelerden elde edilen örneklerdeki araştırılan ağır metal düzeyleri en çok karaciğer dokusunda saptanmış, bunu sırasıyla but dokusunda ve göğüs dokusu izlemiştir. Bu bölgeler arasında tüm ağır metaller için birikim düzeyleri istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermektedir ( $P\leq 0,01$ ).

Çizelge 1. Fabrikaya göre konumlu örneklenen tavukların but, karaciğer ve göğüs dokularında ağır metal ortalamaları (ppm)

Ağır Metaller	ORGAN	BÖLGE		
		Kuzey	Güney	Kontrol
Pb	But	0,0360 ± 0,0009 <sup>Ba</sup>	0,0266 ± 0,0004 <sup>Bb</sup>	0,0278 ± 0,0005 <sup>Bb</sup>
	Karaciğer	0,0650 ± 0,0017 <sup>Aa</sup>	0,0374 ± 0,0005 <sup>Ac</sup>	0,0404 ± 0,0005 <sup>Ab</sup>
	Göğüs	0,0191 ± 0,0004 <sup>Ca</sup>	0,0165 ± 0,0002 <sup>Ca</sup>	0,0138 ± 0,0003 <sup>Ba</sup>
Cd	But	0,0234 ± 0,0005 <sup>Ba</sup>	0,0238 ± 0,0003 <sup>Ba</sup>	0,0255 ± 0,0004 <sup>Ab</sup>
	Karaciğer	0,0518 ± 0,0015 <sup>Aa</sup>	0,0338 ± 0,0003 <sup>Ab</sup>	0,0364 ± 0,0005 <sup>Ab</sup>
	Göğüs	0,0135 ± 0,0003 <sup>Ca</sup>	0,0150 ± 0,0002 <sup>Ca</sup>	0,0147 ± 0,0008 <sup>Ba</sup>
Cu	But	0,4176 ± 0,0068 <sup>Ba</sup>	0,5243 ± 0,0071 <sup>Ba</sup>	0,5039 ± 0,0200 <sup>Ba</sup>
	Karaciğer	1,9630 ± 0,0264 <sup>Ac</sup>	2,2121 ± 0,0487 <sup>Ab</sup>	2,4896 ± 0,0827 <sup>Aa</sup>
	Göğüs	0,2326 ± 0,0038 <sup>Ca</sup>	0,3538 ± 0,0050 <sup>Ca</sup>	0,3353 ± 0,0158 <sup>Ba</sup>
Cr	But	0,2095 ± 0,0037 <sup>Bb</sup>	0,3119 ± 0,0050 <sup>Ba</sup>	0,0622 ± 0,0066 <sup>ABc</sup>
	Karaciğer	0,3198 ± 0,0054 <sup>Ab</sup>	0,4775 ± 0,0079 <sup>Aa</sup>	0,0983 ± 0,0118 <sup>Ac</sup>
	Göğüs	0,1371 ± 0,0026 <sup>Cb</sup>	0,2103 ± 0,0038 <sup>Ca</sup>	0,0371 ± 0,0041 <sup>Bc</sup>
Co	But	0,0605 ± 0,0025 <sup>Bb</sup>	0,2118 ± 0,0061 <sup>Ba</sup>	0,0605 ± 0,0053 <sup>ABb</sup>
	Karaciğer	0,0955 ± 0,0033 <sup>Ab</sup>	0,3377 ± 0,0091 <sup>Aa</sup>	0,0973 ± 0,0111 <sup>Ab</sup>
	Göğüs	0,0315 ± 0,0015 <sup>Cb</sup>	0,1379 ± 0,0045 <sup>Ca</sup>	0,0425 ± 0,0046 <sup>Bb</sup>
Mo	But	0,0707 ± 0,0028 <sup>Bb</sup>	0,2367 ± 0,0067 <sup>Ba</sup>	0,0575 ± 0,0051 <sup>ABb</sup>
	Karaciğer	0,1135 ± 0,0054 <sup>Ab</sup>	0,3724 ± 0,0096 <sup>Aa</sup>	0,0832 ± 0,0072 <sup>Ac</sup>
	Göğüs	0,0373 ± 0,0017 <sup>Cb</sup>	0,1555 ± 0,0047 <sup>Ca</sup>	0,0396 ± 0,0040 <sup>Bb</sup>
Ni	But	0,0430 ± 0,0010 <sup>Bb</sup>	0,0554 ± 0,0022 <sup>Ba</sup>	0,0276 ± 0,0008 <sup>Bc</sup>
	Karaciğer	0,0759 ± 0,0023 <sup>Ab</sup>	0,0804 ± 0,0031 <sup>Aa</sup>	0,0429 ± 0,0012 <sup>Ac</sup>
	Göğüs	0,0223 ± 0,0007 <sup>Cb</sup>	0,0348 ± 0,0014 <sup>Ca</sup>	0,0157 ± 0,0006 <sup>Bc</sup>

\*Aynı bölgede, farklı büyük harflerle gösterilen organlar arasındaki farklar önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

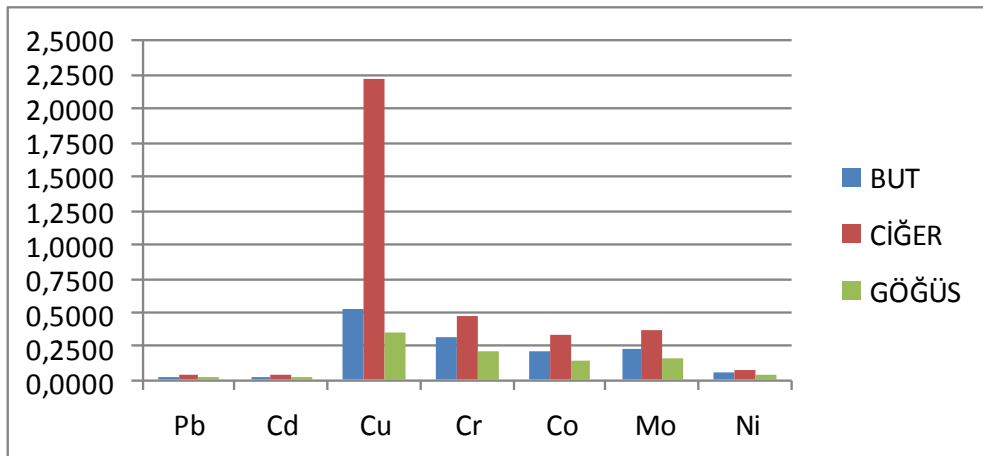
\*\*Aynı organda, farklı küçük harflerle gösterilen bölgeler arasındaki farklar önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).



Şekil 4. Fabrikanın kuzeyindeki bölgelere ait tavuklarda ağır metal ortalamalarının organlara göre dağılımı.

Fabrikaya göre güneyde kalan köy ve beldelerden alınan organ örneklerinde ağır metal düzeyleri but, karaciğer ve göğüs kısımlarında tüm ağır metaller için farklılık göstermektedir (Çizelge 1 ve Şekil 5).

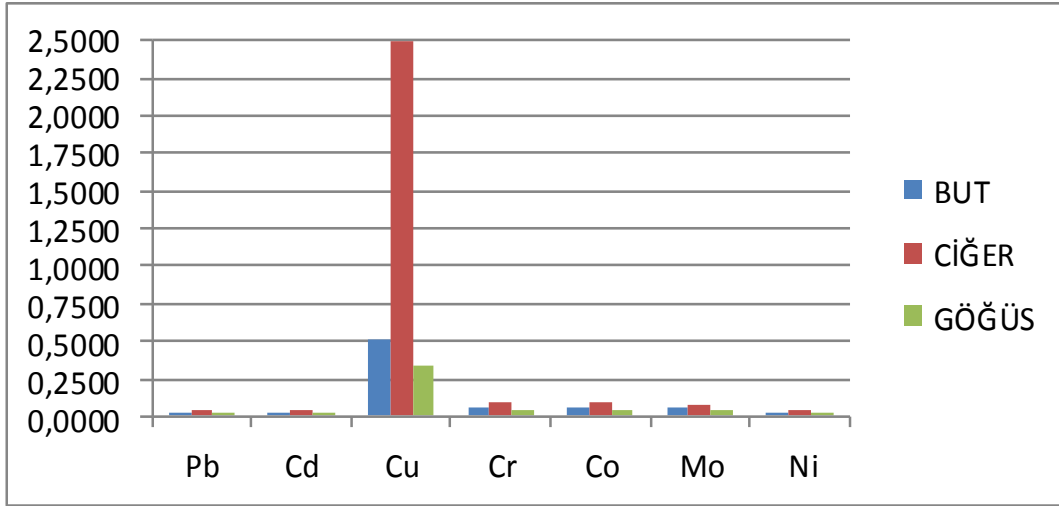
Fabrikanın konumuna göre güneyde bulunan hedef araştırma bölgelerinden elde edilen organlardaki ağır metal kalıntılarının, kuzeydekine benzer şekilde en çok karaciğer düzeyinde biriktiği bunu, but göğüs dokusu izlemiştir. Bu organlar (but, karaciğer, göğüs) arasında tüm ağır metaller için birikim düzeyleri istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermektedir ( $P \leq 0,01$ ).



Şekil 5. Fabrikanın güneyindeki bölgelere ait tavuklarda ağır metal ortalamalarının organlara göre dağılımı.



Çalışmanın kontrol grubu olarak belirlenen köyden alınan tavuklarda ağır metal kalıntılarının but, karaciğer ve göğüs kısımlarına göre dağılımları Çizelge 1 ve Şekil 6’ da verilmiştir.

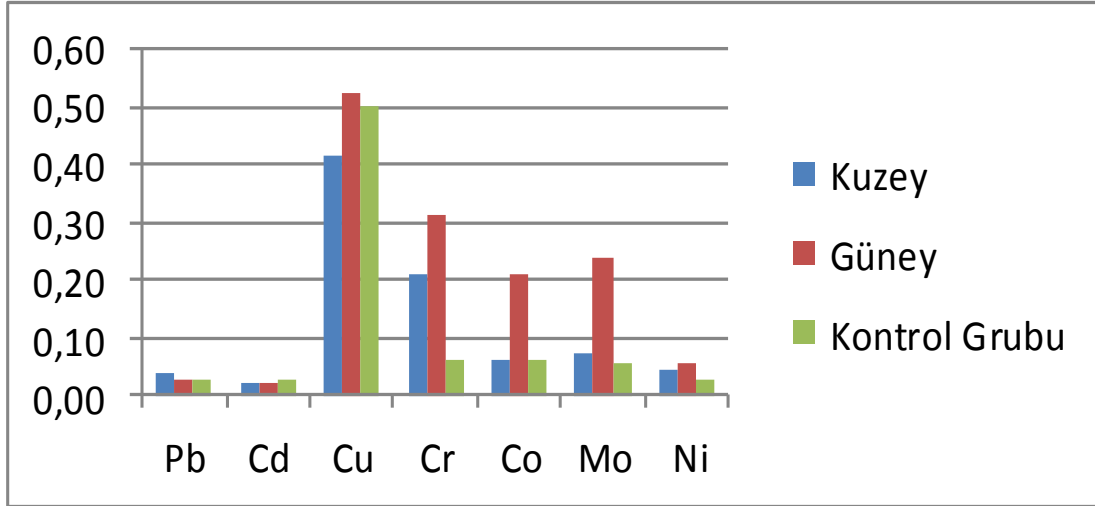


Şekil 6. Kontrol grubu tavuklarında ağır metal ortalamalarının organlara göre dağılımı.

Kontrol grubu;

- Pb, Cu ve Ni ağır metal kalıntıları but ve göğüste birbirine benzer, karaciğerde ise bunlara kıyasla istatistiksel olarak önemlidir.
- Cd, Cr, Co ve Mo ağır metal kalıntıları, en yüksek ciğerde sonra sırasıyla but ve göğüstedir, yalnızca karaciğer ve göğüste biriken ağır metal düzeyleri arasında istatistiksel olarak önemlidir.

Tavukların but dokusunda ağır metal kalıntılarının, tavukların alındığı köylerin fabrikaya göre konumlarına göre dağılımları Şekil 7’ de verilmiştir.

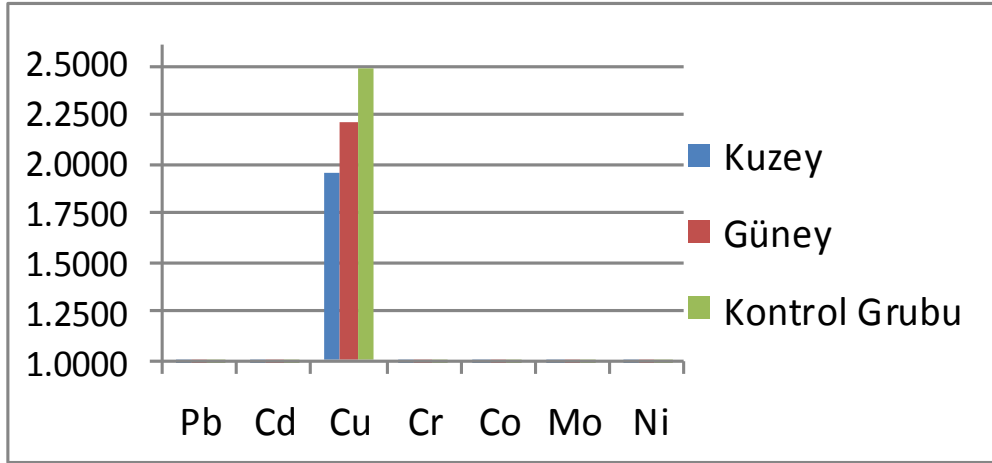


Şekil 7. Tavukların but bölgesinde ağır metal ortalamalarının bölgelere göre dağılımları.

But örneklerinden elde edilen bulgulara göre;

- Fabrikanın güneyindeki köy ve beldeler ile kontrol grubu köydeki tavukların but kısmında Pb düzeyleri benzer, kuzeyindeki köy ve beldelerdeki tavuklarda ise diğer bölgelere göre istatistiksel olarak önemlidir.
- Cd ve Cu birikim düzeyleri, tüm bölgelerde birbirine benzerdir. But kısımlarında biriken Cd ve Cu miktarları, bu tavukların alındıkları bölgelere göre önemli farklılık göstermemektedir.
- Cr ve Ni birikim düzeylerinin en yüksek olduğu yer fabrikanın güneyindeki köy ve beldeler alınan but örneklerinde saptanmış bunu kuzey bölgelerinden alınan örnekler ve kontrol grubu örnekleri izlemiştir. Her üç bölge arasında ikili farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir.
- Fabrikanın kuzeyindeki köy ve beldeler ile kontrol grubundaki köy tavuklarının butları Co ve Mo birikim düzeyleri benzer bulunmuş ancak, güneyindeki köy ve beldelerden elde edilen but örneklerindeki bulgular diğer bölgelere göre istatistiksel olarak önemlidir.

Örnek karaciğerlerde saptanan ağır metal kalıntılarının örneklerin alındığı köylerin fabrikaya olan konumlarına göre dağılımları Çizelge 1 ve Şekil 8’de verilmiştir.

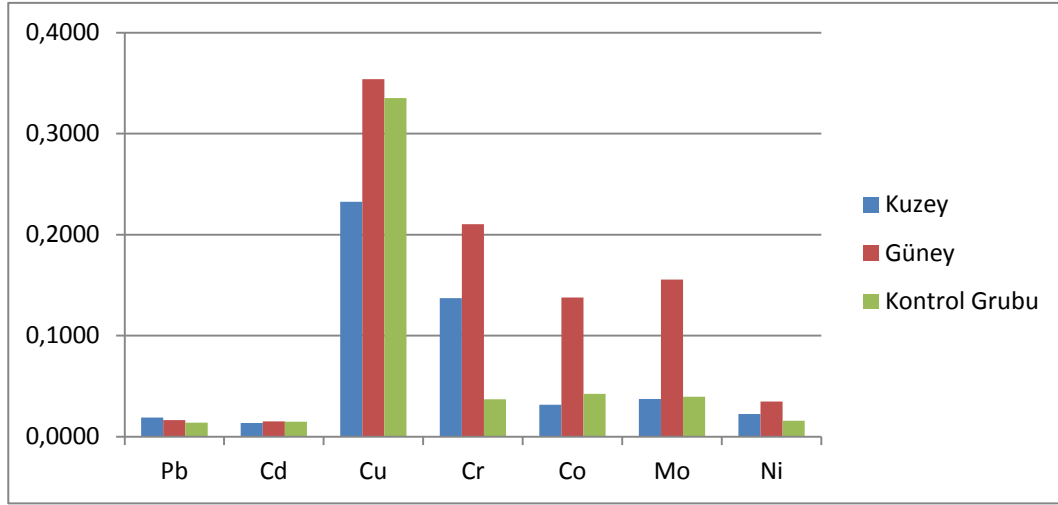


Şekil 8. Karaciğer dokularında ağır metal ortalamalarının bölgelere göre dağılımları.

Karaciğer örneklerinde;

- Pb birikim düzeylerinin en yüksek olduğu yer fabrikanın kuzeyinde bulunan bölgeler, sonra kontrol ve en az olduğu yer fabrikanın güneyidir. Her üç bölge arasında ikili farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir.
- Fabrikanın güneyindeki işletmelerden elde edilen örnekler ve kontrol grubundaki karaciğer örneklerinin Cd birikim düzeyleri benzer, kuzey köy ve beldelerin tavuk karaciğer dokusu Cd miktarı ise diğer bölgelere göre istatistiksel olarak önemlidir.
- Karaciğer örneklerinde Cu birikiminin en yüksek saptandığı yer sırasıyla; kontrol grubu bölgesi, fabrikanın güney konumlu köy ve beldeleri ve fabrikanın kuzeyindeki köy ve beldelerdir. Her üç bölge arasında ikili farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir.
- Örneklerden elde edilen bulgular Cr, Mo ve Ni birikimlerinin fabrikanın güneyindeki araştırma alanlarında en yüksek, kuzeyinde göreceli olarak daha az ve kontrol grubu örneklerinde en az olduğunu göstermektedir. Her üç bölge arasında ikili farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir.
- Fabrikanın kuzeyindeki araştırma alanlarından ve kontrol grubundan sağlanan karaciğer örneklerinde Co birikim düzeyleri benzer olmasına karşın, güney bölgesindeki alanlardan elde edilen örneklerde bölgelere göre istatistiksel olarak farklılıklar saptanmıştır.

Göğüs doku örneklerindeki ağır metal kalıntılarının, örneklerin sağlandığı köylerin fabrikaya göre konumlarına göre dağılımları Çizelge 1 ve Şekil 9’de verilmiştir.



Şekil 9. Göğüs dokusunda ağır metal ortalamalarının bölgelere göre dağılımları.

Göğüs doku örneklerinde;

- Göğüs dokusunda Pb, Cd, Cu birikim düzeyleri, tüm bölgelerde birbirine benzerdir.
- Cr ve Ni birikim düzeyinin en yüksek olduğu yer fabrikanın güneyi, sonra kuzeyi ve en az olduğu yer, kontrol grubu örneklerin alındığı göğüs dokularında saptanmıştır. Her üç bölge arasında ikili farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir.
- Fabrikanın kuzeyindeki köy ve beldeleri göğüs doku örnekleriyle, kontrol grubu göğüs doku örneklerindeki Co ve Mo birikim düzeyleri benzer, güneyindeki köy ve beldelerde göğüs doku örneklerindeki Co ve Mo birikimi ise diğer bölgelere göre istatistiksel olarak önemlidir.

#### 4.2. Yıl, mevsim, fabrikaya göre konum, yem ve yumurta örneklerine ait bulgular

Bu bölümde her bir ağır metalin ayrı ayrı başlıklarda olmak üzere ağır metal birikim düzeyleri üzerine yıl, mevsim, bölge ve ürün (yem ve yumurta) faktörlerinin birlikte etkisi incelenmiştir.

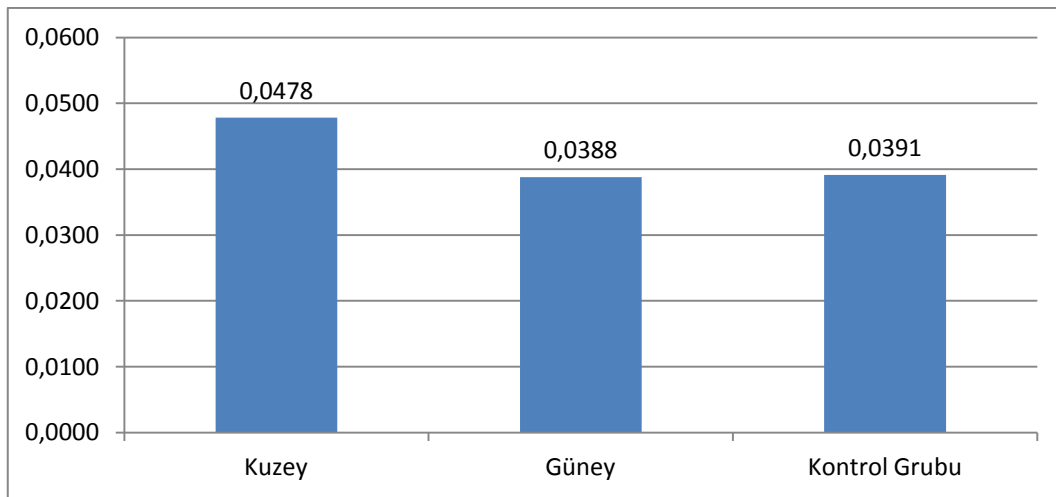
#### 4.2.1. Kurşun birikimine ilişkin bulgular

Yıl, mevsim ve bölge etkenlerinin, ağır metal kalıntısının yem ve yumurtalardaki birikimlerine olası etkisinin araştırılması amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda; Pb miktarı bakımından sadece bölgeler ve ürünlerde (yem ve yumurta) istatistiksel olarak önemli farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir. Pb birikim düzeylerinin bölge ve ürüne (yem ve yumurta) göre farklılaşmasına ilişkin TUKEY çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 2’de sunulmuştur.

Çizelge 2. Pb birikiminin bölgelere ve ürüne (yem/yumurta) göre ortalamaları (ppm)

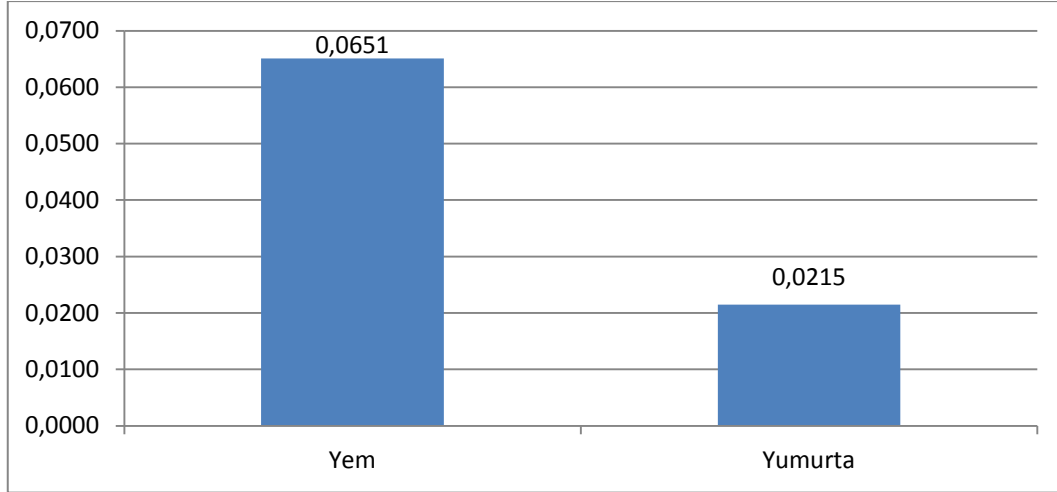
BÖLGE	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kuzey	0,0478 $\pm$ 0,0020 <sup>A</sup>
Güney	0,0388 $\pm$ 0,0017 <sup>B</sup>
Kontrol	0,0391 $\pm$ 0,0042 <sup>AB</sup>
Ürün (Yem/Yumurta)	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Yem	0,0651 $\pm$ 0,0021 <sup>A</sup>
Yumurta	0,0215 $\pm$ 0,0007 <sup>B</sup>

\*Farklı harflerle gösterilen grup ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).



Şekil 10. Bölgelere göre Pb ortalamaları (ppm).

Analizler, Pb birikiminin fabrikanın kuzeyindeki araştırma bölgeleri olduğuna işaret etmektedir. Bunu, kontrol grubu bölgeleri ve fabrikanın güneyindeki araştırma alanları izlemektedir. Yalnızca fabrikanın kuzeyindeki Pb birikimi ortalaması ile güneyindeki Pb ortalama arasında istatistiksel olarak önemlidir.



Şekil 11. Ürünlerin (yem/yumurta) Pb ortalamaları (ppm).

Bulgular yemlerdeki Pb miktarı, yumurta örneklerindeki Pb düzeylerinden istatistiksel olarak önemlidir.

#### **4.2.2. Kadmiyum birikimine ilişkin bulgular**

İrdelenen etkenlerin Cd birikimi üzerine olan etkilerinin araştırılması amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi, mevsim x bölge x ürün (yem/yumurta) interaksiyon etkisinin önemli olduğunu göstermiştir. Bu, yem ve yumurtada biriken Cd miktarlarının, mevsim ve bölgelere göre farklılıklar gösterdiğini ifade etmektedir. Cd bakımından yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Cd birikiminin mevsim, bölge ve ürüne (yem/yumurta) göre ortalama değerleri (ppm)

Mevsim	Ürün	BÖLGE		
		Kuzey	Güney	Kontrol
		$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kış	Yem	0,0470 ± 0,0054 AaI	0,0289 ± 0,0016 AaI	0,0327 ± 0,0024 BaI
	Yumurta	0,0143 ± 0,0013 AaII	0,0074 ± 0,0008 AaII	0,0085 ± 0,0021 AaII
İlkbahar	Yem	0,0525 ± 0,0052 BaI	0,0241 ± 0,0016 BaI	0,0331 ± 0,0027 ABaI
	Yumurta	0,0156 ± 0,0016 AaII	0,0072 ± 0,0009 AaII	0,0040 ± 0,0012 AaII
Yaz	Yem	0,0474 ± 0,0055 BaI	0,0274 ± 0,0013 BaI	0,0310 ± 0,0022 ABaI
	Yumurta	0,0172 ± 0,0042 AaII	0,0063 ± 0,0008 AaII	0,0063 ± 0,0010 AaII
Sonbahar	Yem	0,0460 ± 0,0047 BaI	0,0289 ± 0,0016 ABaI	0,0268 ± 0,0040 AaI
	Yumurta	0,0151 ± 0,0014 AaII	0,0065 ± 0,0008 AaII	0,0041 ± 0,0008 AaII

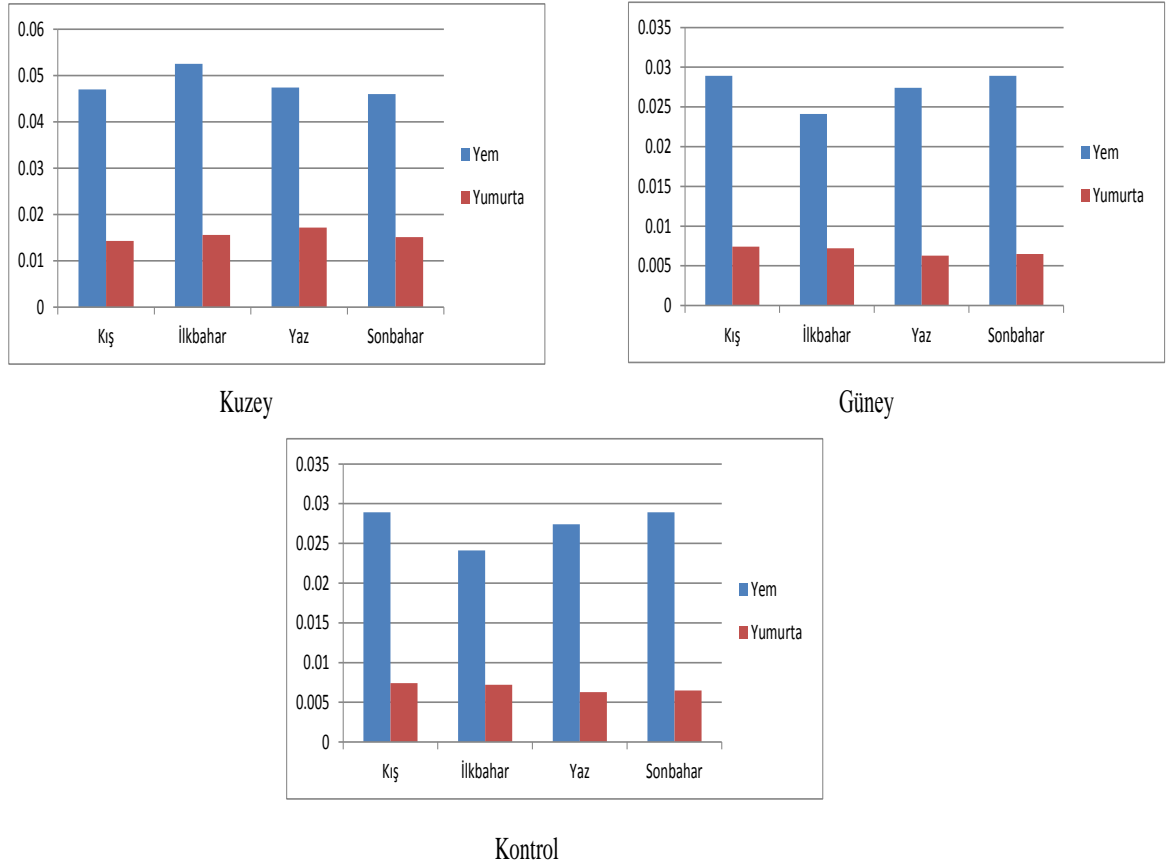
\*Aynı mevsim ve bölgede farklı roma rakamları ile gösterilen ürün (yem/yumurta) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

\*\*Aynı mevsim ve üründe (yem/yumurta) farklı küçük harflerle gösterilen bölgeler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

\*\*\*Aynı bölge ve üründe (yem/yumurta) farklı büyük harflerle gösterilen mevsimler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

Fabrika konumu göz ardı edildiğinde, aynı mevsimde ve tüm bölgelerden elde edilen ürünlerde (yem/yumurta) Cd birikimlerinin araştırılmış ve yem örneklerinde biriken Cd düzeylerinin, yumurta örneklerinde biriken Cd düzeylerinden istatistiksel olarak daha önemlidir (Çizelge 3 ve Şekil 12).

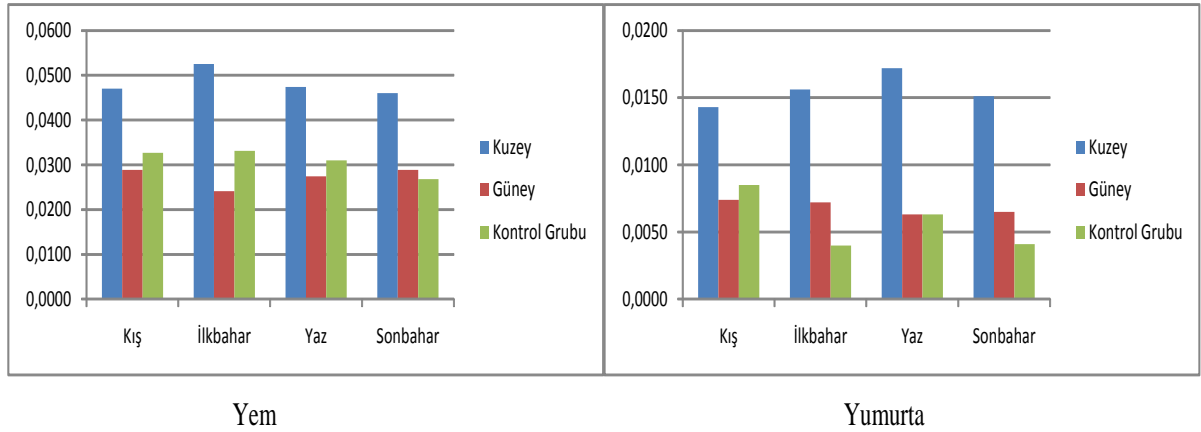
Aynı mevsim ve ürünler göz önüne alındığında (yem/yumurta) gerçekleştirilen Cd analizler, üründen bağımsız tüm mevsimlerde elde edilen örneklerdeki Cd düzeylerinin, üç farklı bölgeden elde edilen ürünlerdeki Cd miktarına göre istatistiksel olarak farklılıklar göstermemiştir.



Şekil 12. Aynı mevsim ve bölgelerden elde edilen ürünlerdeki (yumurta/yem) Cd ortalamaları (ppm).

Fabrikanın kuzey bölgelerinden kış, ilkbahar ve yaz aylarında getirilen yem örneklerinde yapılan analizler yüksek düzeyde Cd varlığına işaret etmiştir. Bunu kontrol bölgesi örnekleri izlerken, fabrikanın güney bölgelerinden getirilen örneklerde ise göreceli olarak en düşük Cd değeri ölçülmüştür. Yine yem örneklerinde sonbahar mevsiminde fabrikanın kuzey bölgesinden sağlanan örneklerde Cd değeri yüksek saptanmış, bunu fabrikanın güney bölgesi örnekleri izlemiş kontrol bölgesi örneklerinde ise göreceli en düşük Cd birikimi saptanmıştı (Çizelge 3 ve Şekil 12). Ancak istatistik bulgular, aynı mevsim ve üründe bölgeler arasında Cd düzeyleri açısından anlamlı biçimde farklılaşmanın olmadığını göstermektedir.

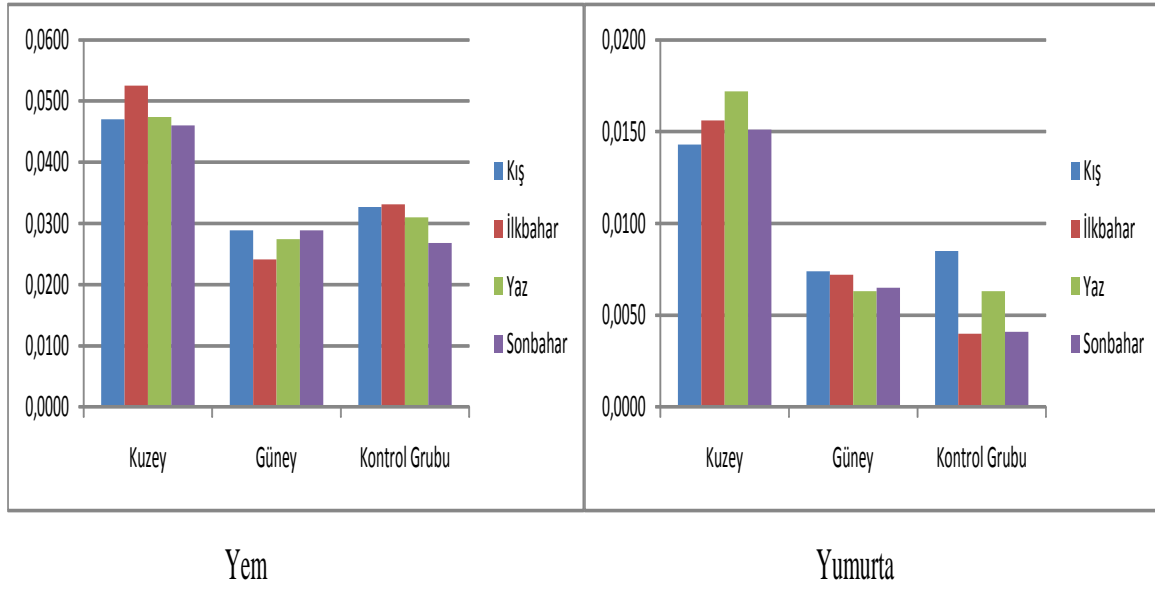




Şekil 13. Aynı mevsim ve üründe (yumurta/yem) bölgelere göre Cd ortalamaları (ppm).

Aynı bölge ve ürünlerde (yem/yumurta), Cd birikiminin mevsimler arası olası farklılıklarının araştırılması ile (Çizelge 3 ve Şekil 13).

- Fabrikanın kuzeyinden elde edilen örneklerdeki Cd düzeyleri, yalnızca kış mevsiminde diğer mevsimlere göre farklılık göstermektedir.
- Fabrikanın kuzeyindeki bölgelerden elde edilen yumurta örneklerindeki Cd düzeyleri, tüm mevsimlerde benzer saptanmıştır.
- Fabrikanın güneyindeki araştırma alanlarından elde edilen yem örneklerinin incelenmesi Cd düzeylerinin, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde benzer ve kış mevsimine göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Sonbahar mevsiminde saptanan birikimler ise diğer tüm mevsimlerde saptanan Cd miktarlarıyla benzer bulunmuştur.
- Fabrikanın güneyinden elde edilen yumurta örneklerinde saptanan Cd düzeyleri tüm mevsimlerde benzer gözlemlenmiştir.
- Kontrol bölgesinden elde edilen örnekler incelendiğinde, yemlerde saptanan Cd düzeyleri, sonbahar mevsiminde kış mevsimine göre daha düşük gözlemlenirken, diğer tüm mevsimlerde benzer bulunmuştur.
- Kontrol bölgesinden sağlanan yumurta örneklerinde gerçekleştirilen Cd analizleri, saptanan düzeylerin olduğunu göstermiştir.



Şekil 14. Aynı mevsim ve bölgede üründe (yem/yumurta) mevsimlere göre Cd ortalamaları (ppm).

#### 4.2.3. Bakır birikimine ilişkin bulgular

İrdelenen etkenlerin Cu birikimine olan olası etkilerinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda, mevsim x bölge x ürün interaksiyon etkisinin önemli olduğu görülmüştür. Bu, yem ve yumurtadaki Cu miktarının mevsim ve bölgelere göre farklılık gösterdiğine işaret etmektedir. Cu birikimine yönelik yapılan TUKEY çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 4' de verilmiştir.

Aynı mevsim ve bölgelerde ürünler (yem/yumurta) arasında Cu birikim düzeylerinin farklılaşma durumlarının incelenmesi sonucunda fabrikaya göre konum fark etmeksizin (kuzey, güney ve kontrol bölgesi) tüm mevsimlerde yem örneklerinde biriken Cu düzeylerinin, yumurta örneklerinde biriken Cu düzeylerinden istatistiksel olarak önemlidir (Çizelge 4 ve Şekil15).

Çizelge 4. Cu birikiminin mevsim, bölge ve ürüne (yem/yumurta) göre ortalama değerleri (ppm)

Mevsim	Ürün	BÖLGE		
		Kuzey	Güney	Kontrol
		$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kış	Yem	4,4984 ± 0,1518 AaI	4,5638 ± 0,2553 BaI	3,8817 ± 0,1810 BbI
	Yumurta	0,6212 ± 0,0753 AaII	0,6427 ± 0,0487 AaII	0,4345 ± 0,0711 AbII
İlkbahar	Yem	3,8741 ± 0,0941 BaI	3,9501 ± 0,0947 CaI	4,4110 ± 0,1363 ABaI
	Yumurta	0,4032 ± 0,0305 BCbII	0,7127 ± 0,0477 AaII	0,4338 ± 0,1246 AbI
Yaz	Yem	3,8468 ± 0,0928 BaI	3,7397 ± 0,0081 CaI	3,8456 ± 0,2782 BaI
	Yumurta	0,3779 ± 0,0288 CcII	0,6849 ± 0,0467 ABaII	0,4975 ± 0,1212 AbII
Sonbahar	Yem	3,9699 ± 0,1038 BbI	5,8502 ± 0,1083 ABaI	4,1327 ± 0,6635 ABbI
	Yumurta	0,4856 ± 0,0432 ABcII	0,6284 ± 0,0487 BaII	0,5943 ± 0,0978 AbII

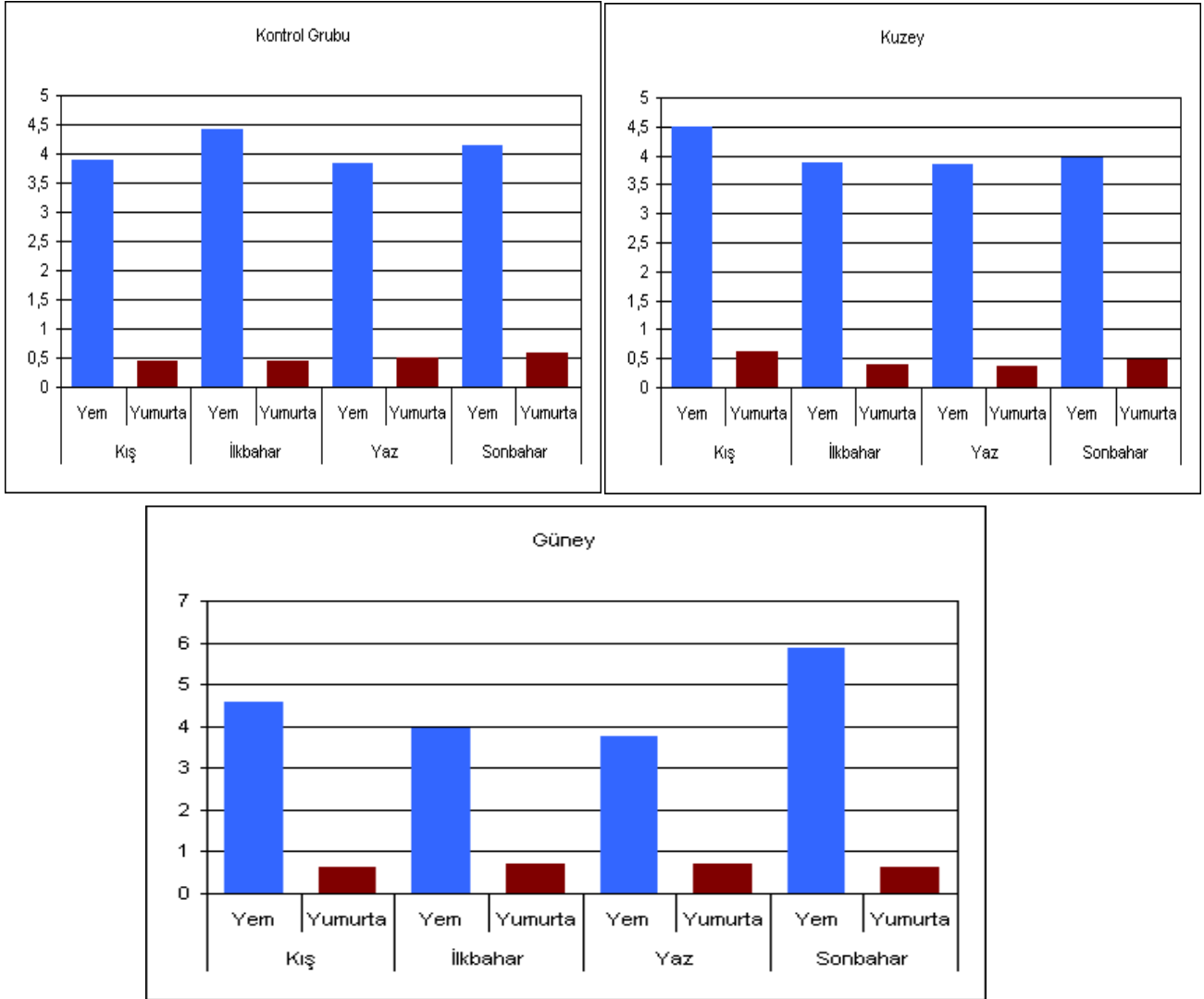
\*Aynı bölge ve ürün (yem/yumurta) da farklı büyük harflerle gösterilen mevsimler arasındaki fark önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

\*\*Aynı mevsim ve üründe (yem/yumurta) da farklı küçük harflerle gösterilen bölgeler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

\*\*\*Aynı mevsim ve bölgede farklı roma rakamı ile gösterilen ürünler (yem/yumurta) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

#### 4.2.4. Cr Birikimine ilişkin bulgular

Dikkate alınan faktörlerin biriken Cr miktarına etkisinin araştırılması amacıyla yapılan varyans analizi sonucunda Cr bakımından bölge x ürün ( $P=0,000$ ) interaksiyonunun ve yıl x mevsim x ürün ( $P=0,019$ ) interaksiyonunun önemli olduğu görülmüştür. Yani yem ve yumurtada biriken Cr miktarları yıllara ve mevsimlere göre değişmekte, ayrıca yem ve yumurtada biriken Cr miktarları, bölgelere göre de farklılık göstermektedir. Cr birikim düzeylerine yönelik yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testlerinin sonuçları Çizelge 5 ve Çizelge 16'da verilmiştir.



Şekil 15. Aynı mevsim ve bölgelerden elde edilen ürünleri (yem/yumurta) Cu birikim değerleri ppm.

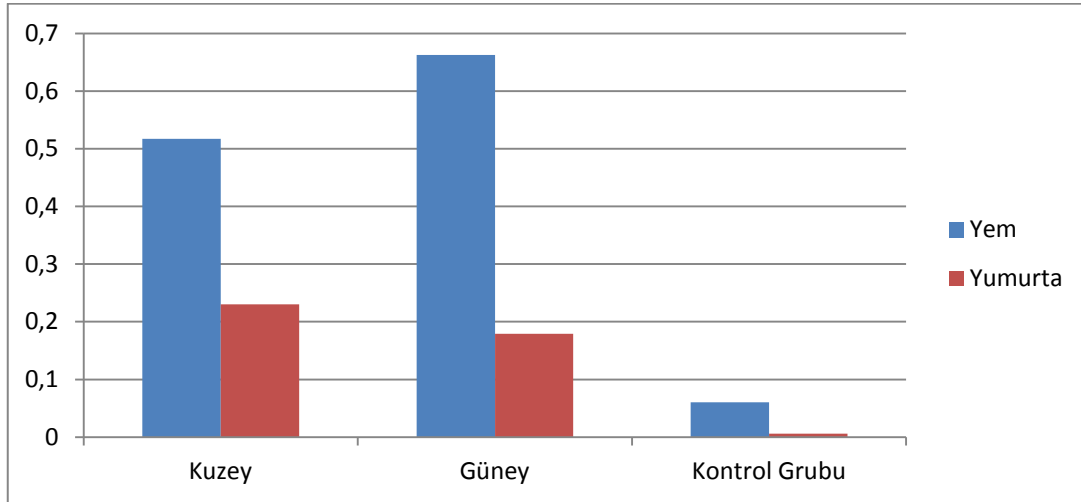
Aynı bölgede Cr birikiminin ürünler (yem ve yumurta) düzeyinde araştırılmasıyla kontrol grubu bölgesi örneklerinde saptanan Cr varlığının yem ve yumurta örneklerinde benzer olduğunu göstermektedir. Fabrikanın kuzey ve güneyindeki bölgelerden sağlanan yem örneklerinde araştırılan Cr düzeylerinin, yumurta örneklerindeki Cr düzeylerinden istatistiksel olarak farklılık arz edecek şekilde yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır (Çizelge 5 ve Şekil 16).

Çizelge 5. Cr birikiminin bölge ve ürünlere (yem/yumurta) göre ortalama değerleri, (ppm)

BÖLGE	Yem	Yumurta
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kuzey	0,5174 ± 0,0237 Ab	0,2300 ± 0,0088 Ba
Güney	0,6624 ± 0,0428 Aa	0,1790 ± 0,0102 Ba
Kontrol	0,0602 ± 0,0060 Ac	0,0061 ± 0,0009 Ab

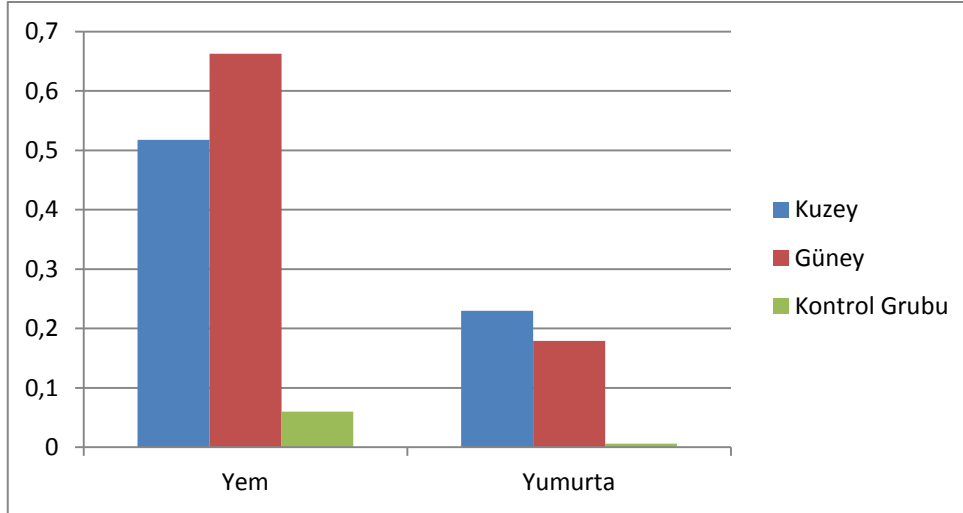
\* Aynı bölgede farklı büyük harflerle gösterilen ürün (yem/yumurta) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

\*\* Aynı üründe (yem/yumurta) farklı küçük harflerle gösterilen bölgeler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).



Şekil 16. Aynı bölgede ürüne (yem/ yumurta) göre Cr ortalamaları (ppm).

Aynı bölgede Cr birikiminin bölgelere göre ürünler (yem ve yumurta) düzeyindeki bulguları, yem örneklerinde en yüksek birikimin fabrikanın güney bölgesinden elde edilen örneklerde olduğunu bunu, kuzey bölgesi ve kontrol grubu bölgesinden elde edilen ürünlerin izlediğini göstermektedir. Bölgelere göre saptanan Cr birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Yumurta örneklerindeki Cr düzeylerinin ise fabrikanın kuzeyinde ve güneyinde benzer, kontrol grubu bölgesinde ise diğer bölgelere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde daha düşük olduğu saptanmıştır (Çizelge 7 ve Şekil 14).



Şekil 17. Aynı üründe (yem/yumurta) bölgelere göre Cr ortalamaları (ppm).

Çizelge 6. Cr birikiminin yıl, mevsim ve ürünlere (yem/yumurta) göre ortalamaları (ppm)

MEVSİM	ÜRÜN	YIL	
		2009	2010
		$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kış	Yem	0,0914 ± 0,0680 AbI	0,4161 ± 0,0392 AaI
	Yumurta	0,2575 ± 0,0218 AaII	0,1566 ± 0,0164 AaI
İlkbahar	Yem	0,5605 ± 0,0220 AaI	0,4806 ± 0,0660 AaI
	Yumurta	0,5640 ± 0,1050 AaI	0,1700 ± 0,0164 AaI
Yaz	Yem	0,2058 ± 0,0187 AaI	0,4546 ± 0,0417 AaI
	Yumurta	0,5705 ± 0,0449 AaI	0,1829 ± 0,0179 AaI
Sonbahar	Yem	0,0460 ± 0,0047 AaI	0,4945 ± 0,0473 AaI
	Yumurta	0,1752 ± 0,0157AaII	0,1936 ± 0,0193 AaI

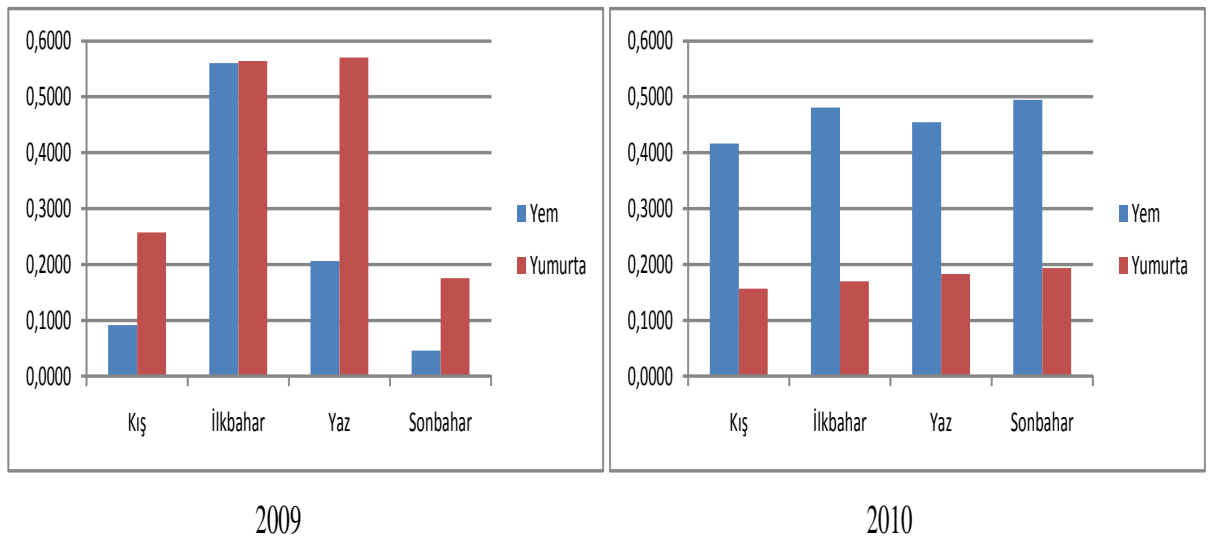
\*Aynı mevsim ve yılda farklı roma rakamları ile gösterilen ürünler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

\*\*Aynı mevsim ve üründe farklı küçük harflerle gösterilen yıllar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

\*\*\*Aynı yıl ve üründe farklı büyük harflerle gösterilen mevsimler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

Aynı mevsim ve yıl göz önüne alındığında yem ve yumurta düzeyindeki Cr birikimine ilişkin bulgular şu şekildedir.

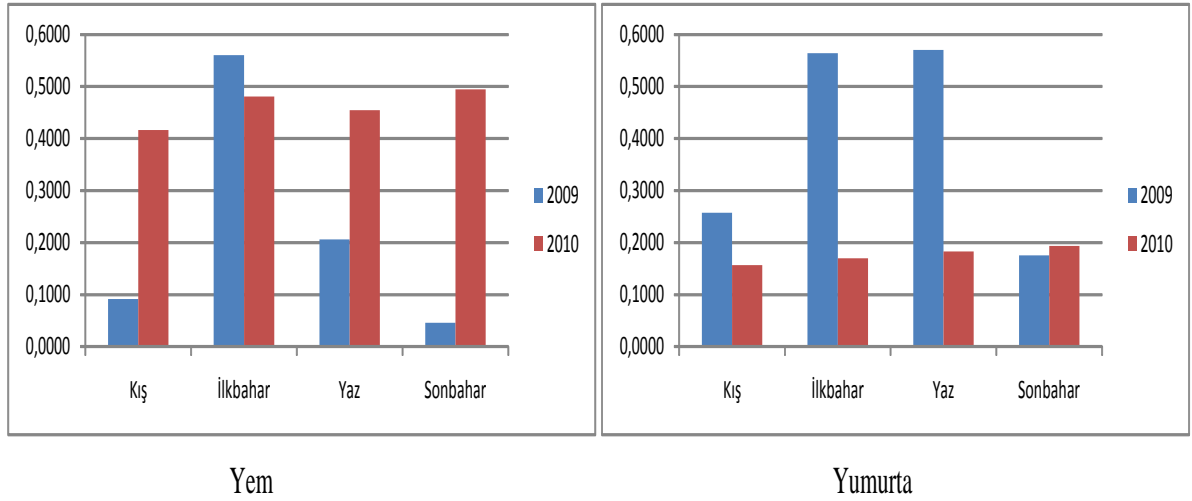
- 2009 yılının kış ve sonbahar mevsimlerinde yumurtada biriken Cr'un yemde birikenden istatistiksel olarak daha yüksek olduğu yönündedir. Bu ürünlerde saptanan Cr varlığı ilkbahar ve yaz mevsimlerinde istatistiki olarak farklılık göstermemektedir.
- 2010 yılında ise tüm mevsimlerde yem ve yumurta örneklerinde biriken Cr varlığı arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptanmamıştır.



Şekil 18. Aynı mevsim ve yılda ürünlere (yem/yumurta) göre Cr ortalamaları (ppm).

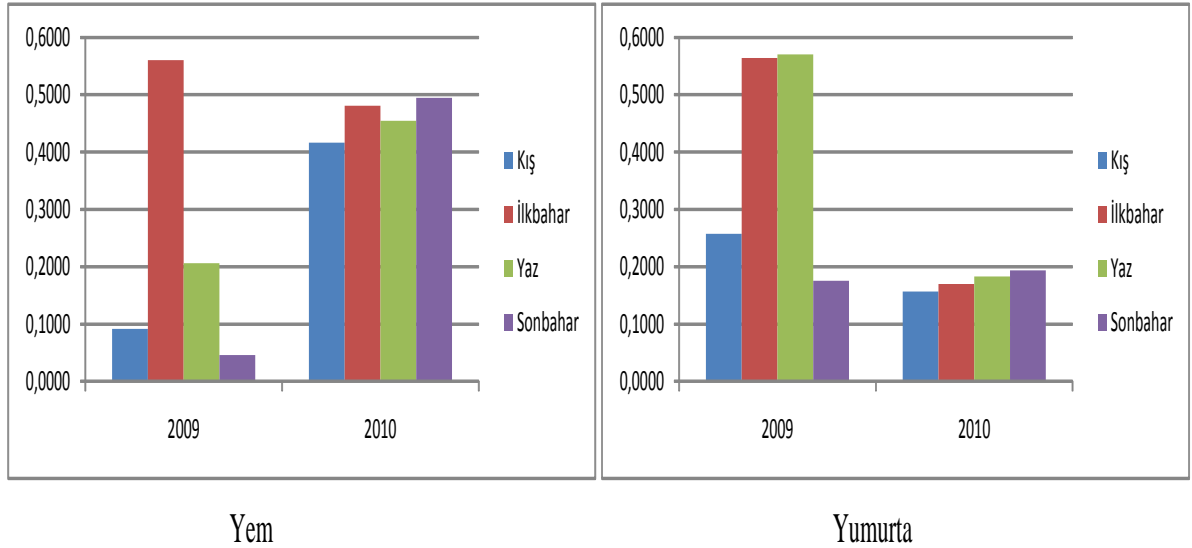
Aynı mevsimde irdelenen yem ve yumurta örneklerindeki Cr miktarı araştırıldığında, kış mevsimi yem örneklerindeki miktarın, 2010 yılında aynı ürünlerde saptanan Cr varlığından istatistiksel olarak farklı ve daha yüksek olmuştur.

İrdelenen mevsimlerde elde edilen yumurta ve yem örneklerinde saptanan Cr varlığı yıllara (2009 -2010) göre önemlidir (Çizelge 6 ve Şekil 19).



Şekil 19. Aynı mevsim ve aynı bölge ürünlerinin (yem/yumurta) yıllara göre Cr ortalamaları (ppm).

2009-2010 yıllarında örneklenen yem ve yumurtalarda yıl etkeni gözeticilerle yapılan Cr araştırması, bu yıllardan toplanan örneklerdeki Cr varlığının mevsimlere göre anlamlı farklılıklar göstermediği yönündedir (Çizelge 6 ve Şekil 20).



Şekil 20. Aynı yıl ve üründe (yem/yumurta) mevsimlere göre Cr ortalamaları (ppm).



**4.2.5. Co birikimine ilişkin bulgular**

Araştırmada irdelenen, etkili olduğu düşünülen etkenlerin örnekler düzeyindeki Co varlığına olan etkisinin ortaya konulması amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi, yalnızca bölge x ürün interaksiyonunun etkisinin önemli olduğu göstermiştir, (P=0,002). Diğer bir ifade ile, yem ve yumurtada biriken Co miktarları, bölgelere göre farklılık göstermektedir. Co düzeylerine yönelik yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testlerinin sonuçları çizelge 9’da verilmiştir.

Çizelge 7. Co içeriğinin bölge ve ürünlere (yem/yumurta) göre ortalamaları (ppm)

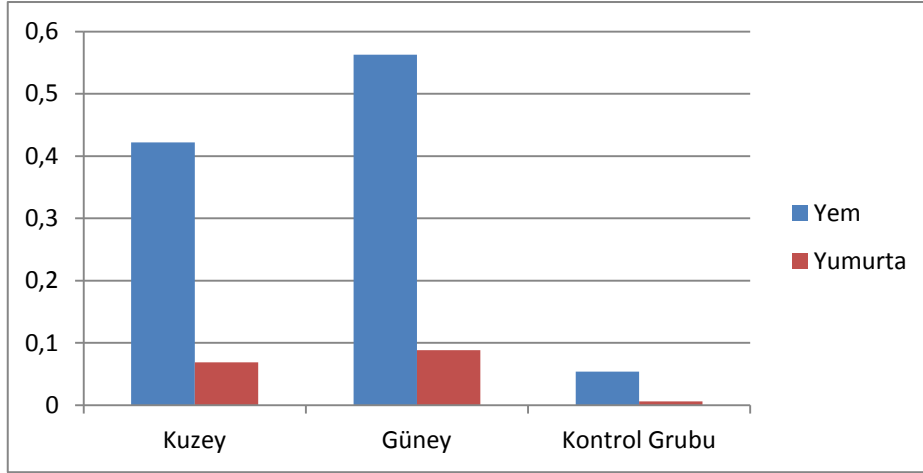
BÖLGE	Yem	Yumurta
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kuzey	0,4221 ± 0,0326 Ab	0,0688 ± 0,0058 Ba
Güney	0,5628 ± 0,0516 Aa	0,0884 ± 0,0104 Ba
Kontrol	0,0538 ± 0,0043 Ac	0,0061 ± 0,0006 Ab

\*Aynı bölgede farklı büyük harflerle gösterilen ürünler (yem/yumurta) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P≤0,01).

\*\*Aynı üründe (yem/yumurta) farklı küçük harflerle gösterilen bölgeler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P≤0,01).

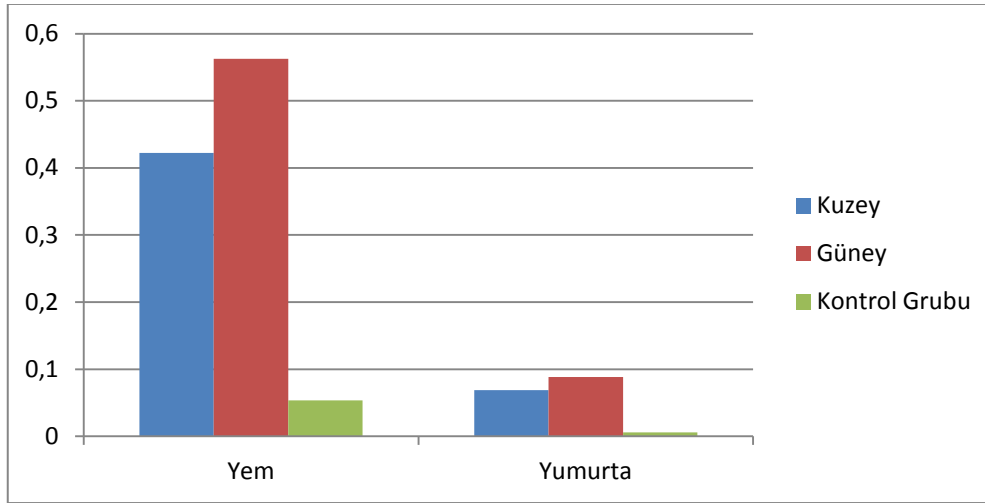
Yem ve yumurta örneklerindeki Co varlığının incelenmesi sonucunda, kontrol grubu ürünlerinde saptanan Co varlığının her iki üründe de benzer düzeylerde olduğunu, ancak fabrikanın kuzey ve güneyindeki bölgelerinden getirilen yem örneklerindeki Co varlığının, yumurta örneklerindeki Co miktarından istatistiksel olarak daha yüksek saptanmıştır (Çizelge 7 ve Şekil 21).

Yem ve yumurta örneklerindeki Co birikimi bölgelere göre incelendiğinde; yem örneklerindeki en yüksek Co birikiminin fabrikanın güney bölgesinden elde edilen örneklerde olduğu bunu kuzey bölgesi ve kontrol bölgesi örneklerinin izlediği saptanmış ve üç bölgeden elde edilen ürünlerdeki Co birikiminin istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır.



Şekil 21. Aynı bölge ürünlerinde (yem/yumurta) Co ortalamaları (ppm).

Yumurta örneklerindeki Co düzeylerinin ise, fabrikanın kuzey ve güney araştırma bölgelerinden elde edilen ürünlerde benzer, kontrol grubu bölgesi ürünlerinde ise diğer bölgelere kıyasla istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır (Çizelge 7 ve Şekil 22).



Şekil 22. Aynı bölgeden elde edilen ürünlerde (yem/yumurta) Co ortalamaları (ppm).

#### 4.2.6. Mo Birikimine ilişkin bulgular

İrdelenen etkenlerin Mo birikimine yönelik olası etkilerinin değerlendirilmesi için gerçekleştirilen varyans analizi, bölge x ürün interaksiyonunun önemli olduğunu göstermektedir (P=0,000). Bu, söz konusu etkenlerin yem ve yumurtada biriken Mo

miktarları değiştirebildiğini ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle Mo miktarı bölgelere göre farklılık göstermektedir. Mo düzeylerine yönelik yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 8’de verilmiştir.

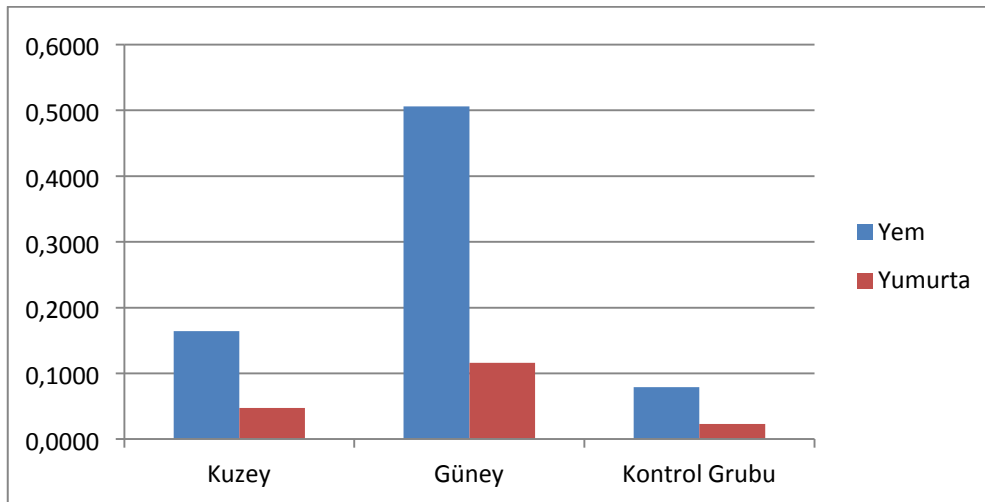
Çizelge 8. Mo birikiminin bölge ve ürünlere (yem/yumurta) göre ortalamaları (ppm)

BÖLGE	ÜRÜN	
	Yem	Yumurta
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kuzey	0,1642 ± 0,0137 Aa	0,0476 ± 0,0028 Ba
Güney	0,5061 ± 0,0559 Aa	0,1160 ± 0,0094 Ba
Kontrol	0,0791 ± 0,0068 Ab	0,0232 ± 0,0041 Aa

\*Aynı bölgede farklı büyük harflerle gösterilen ürünler (yem/yumurta) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

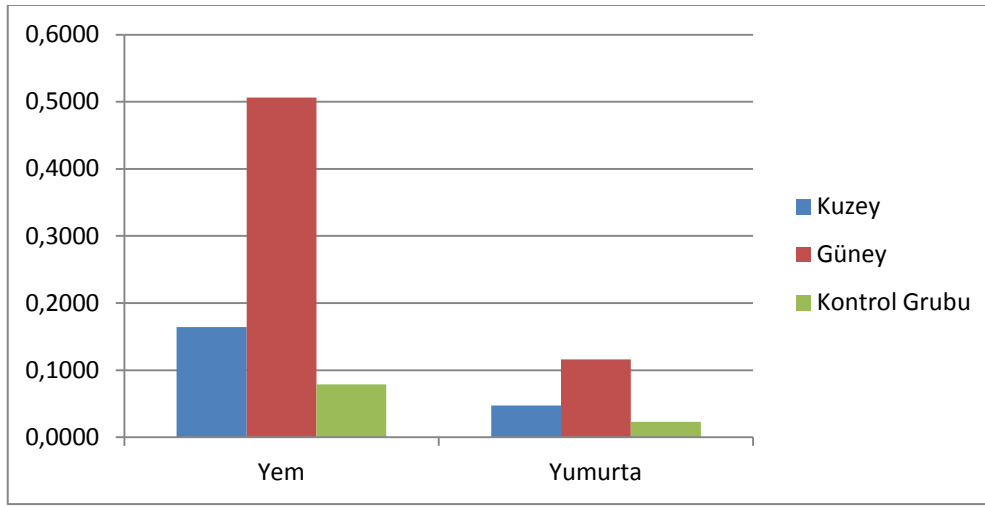
\*\*Aynı ürün (yem/yumurta) farklı küçük harflerle gösterilen bölgeler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

Gerçekleştirilen analizler, aynı bölgeden örneklenen ürünlerdeki Mo içeriğinin kontrol grubu bölgesinden toplanan yem ve yumurta örneklerindeki Mo miktarıyla benzer olduğunu, fabrikanın kuzey ve güneyindeki araştırma alanlarından sağlanan örneklerdeki Mo içeriklerinin ise, yumurta örneklerinde saptanan Mo miktarından istatistiksel olarak önemlidir (Çizelge 8 ve Şekil 23).



Şekil 23. Aynı bölgede ürünlere (yumurta/yem) göre Mo ortalamaları (ppm).

İrdelenen bölgelerden elde edilen yem ve yumurta örneklerindeki Mo düzeylerinin analizleri, kontrol grubu yem örneklerinde Mo miktarının, diğer bölgelerden elde edilen yem örneklerindeki Mo içeriğinden istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha düşük düzeylerde olduğu ancak, kuzey ve güney bölgelerden elde edilen ürünlerin Mo içerikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı saptanmıştır. Yumurta örneklerindeki Mo düzeylerinin ise bölgelere göre farklılık göstermediği saptanmıştır, (Çizelge 8 ve Şekil 24).



Şekil 24. Aynı üründe (yem/yumurta) bölgelere göre Mo ortalamaları (ppm).

#### 4.2.7. Ni birikimine ilişkin bulgular

Dikkate alınan etkenlerin ürünlerdeki Ni miktarına etkisinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi, bölge x ürün ( $P=0,000$ ) ve yıl x mevsim x ürün interaksiyonlarının önemli olduğunu göstermiştir ( $P=0,025$ ). Yani yem ve yumurtadaki Ni miktarları, bölgelere göre farklılık göstermektedir. Benzer şekilde yem ve yumurtada biriken Ni miktarları yıllara ve mevsimlere göre de farklılık göstermektedir. Ni düzeylerine yönelik yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 9’da ve Çizelge 10’de verilmiştir.

Bölge etkeni göz önüne alındığında, yem ve yumurta örneklerindeki Ni varlığının kontrol grubu örnekleriyle fabrikanın kuzey bölgesinden elde edilen benzer örneklerdeki

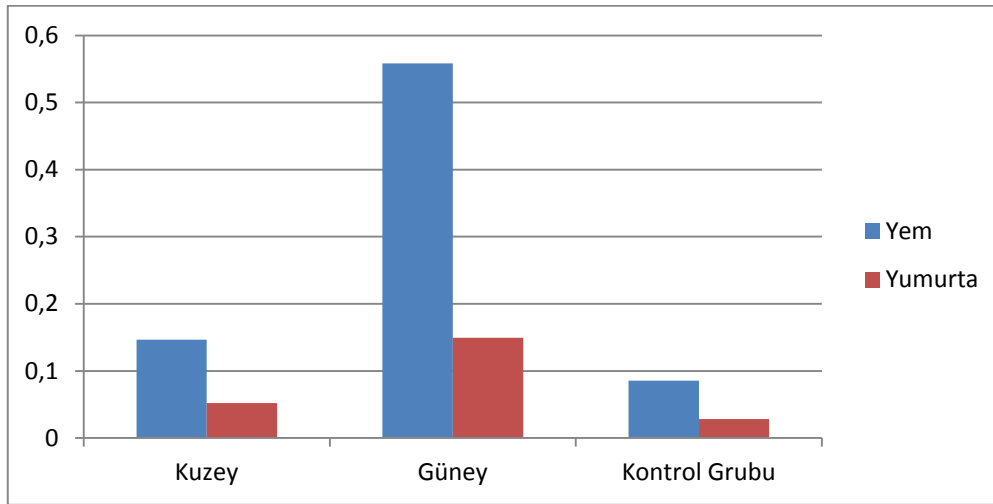
Ni düzeylerine yakın olduğu ancak, fabrikanın güneyindeki araştırma alanlarından örneklenen yemlerdeki Ni miktarının ise yumurta örneklerindeki Ni düzeyinden istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. (Çizelge 9 ve Şekil 25).

Çizelge 9. Ni birikiminin bölge ve ürünlere (yem/yumurta) göre ortalamaları (ppm)

BÖLGE	Yem	Yumurta
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kuzey	0,1467 $\pm$ 0,0205 Aa	0,0521 $\pm$ 0,0027 Ab
Güney	0,5584 $\pm$ 0,0485 Ab	0,1496 $\pm$ 0,0102 Ba
Kontrol	0,0854 $\pm$ 0,0037 Ac	0,0284 $\pm$ 0,0035 Ab

\*Aynı bölgede farklı büyük harflerle gösterilen ürünler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P $\leq$ 0,01).

\*\*Aynı üründe farklı küçük harflerle gösterilen bölgeler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P $\leq$ 0,01).



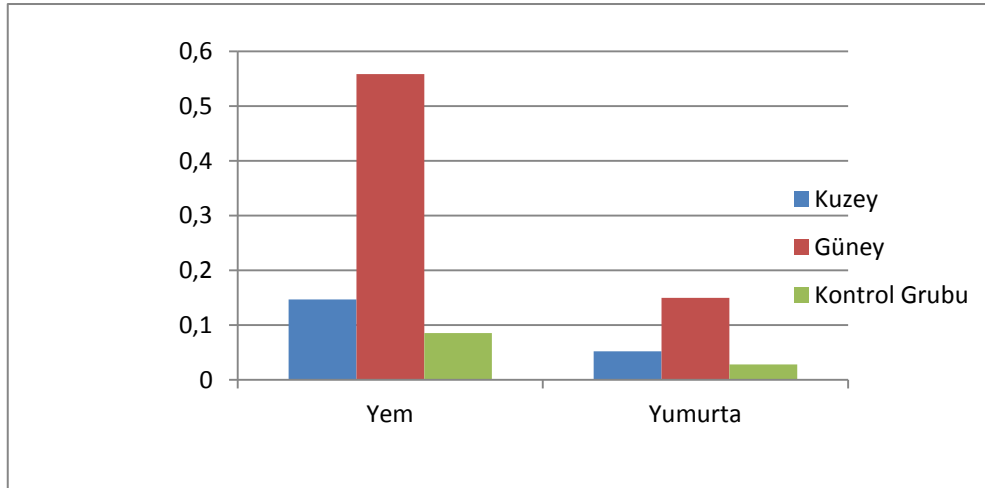
Şekil 25. Aynı bölgeden sağlanan ürünlerde (yem/yumurta) Ni ortalamaları (ppm).

Yem ve yumurta örneklerindeki Ni birikimleri bölgelere göre irdelendiğinde, en yüksek Ni varlığı fabrikanın güney bölgesinden elde edilen örneklerde saptanırken, bunu kuzey bölgesi ve kontrol grubu bölgesi örnekleri izlemiştir. Her üç bölgede de saptanan Ni içeriği, birbirlerinden istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Yumurta örneklerindeki Ni düzeylerinin ise fabrikanın kuzeyinden ve kontrol grubundan örneklenen

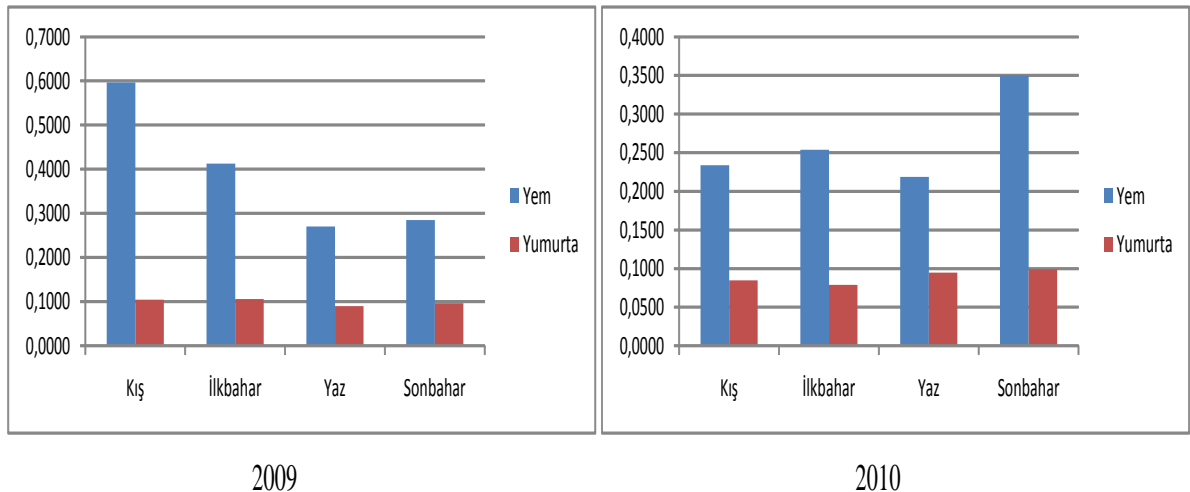
ürünlerde benzer, ancak fabrikanın güneyinden sağlanan örneklerdeki Ni içeriği ise, diğer bölgelere oranla istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır, (Şekil 25).

Aynı yıl ve mevsim etkenlerinin, yumurta ve yem örneklerindeki Ni varlığına olası etkilerinin araştırılmasının ortaya koyduğu bulgular, (Çizelge 9 ve Şekil 26).

- 2009 yılı irdelendiğinde, yalnızca kış mevsiminde yem örneklerinde saptanan Ni düzeyi, yumurta örneklerindeki Ni miktarından daha yüksek bulunmuştur, istatistiksel farklılıklar vardır. Diğer mevsimlerde sağlanan yem ve yumurta örneklerindeki Ni düzeyleri arasında farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir.
- Benzer biçimde 2010 yılında tüm mevsimlerde elde edilen yem ve yumurta örneklerindeki Ni düzeyleri arasında istatistiksel anlamda farklılıklar saptanmamıştır.



Şekil 26. Aynı üründe (yem/yumurta) bölgelere göre Ni ortalamaları (ppm).



Şekil 27. Aynı mevsim ve yılda ürünlere (yem/yumurta) göre Ni ortalamaları (ppm).

Çizelge 10. Ni birikiminin yıl, mevsim ve ürünlere (yem/yumurta) ortalamaları (ppm)

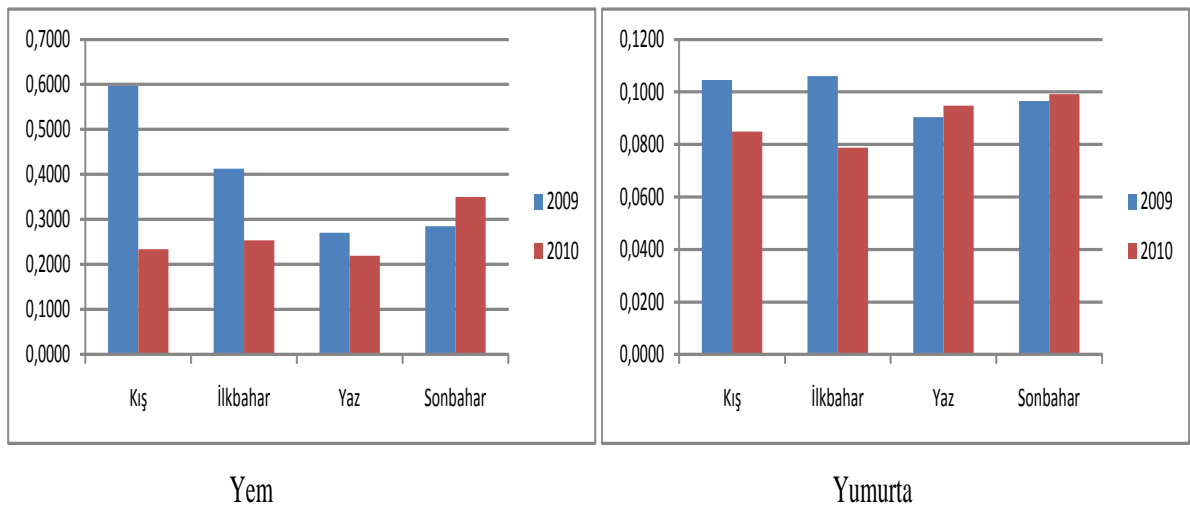
MEVSİM	ÜRÜN	YIL	
		2009	2010
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kış	Yem	0,5969 ± 0,0895 AaI	0,2338 ± 0,0294 AaI
	Yumurta	0,1045 ± 0,0123 AaII	0,0849 ± 0,0130 AaI
İlkbahar	Yem	0,4130 ± 0,1250 AaI	0,2536 ± 0,0399 AaI
	Yumurta	0,1061 ± 0,0159 AaI	0,0788 ± 0,0121 AaI
Yaz	Yem	0,2706 ± 0,0385 AaI	0,2189 ± 0,0287 AaI
	Yumurta	0,0904 ± 0,0114 AaI	0,0948 ± 0,0156 AaI
Sonbahar	Yem	0,2853 ± 0,0334 AaI	0,3500 ± 0,1070 AaI
	Yumurta	0,0965 ± 0,0169 AaI	0,0992 ± 0,0186 AaI

\*Aynı mevsim ve yılda farklı roma rakamları ile gösterilen ürünler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

\*\*Aynı mevsim ve üründe farklı küçük harflerle gösterilen yıllar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

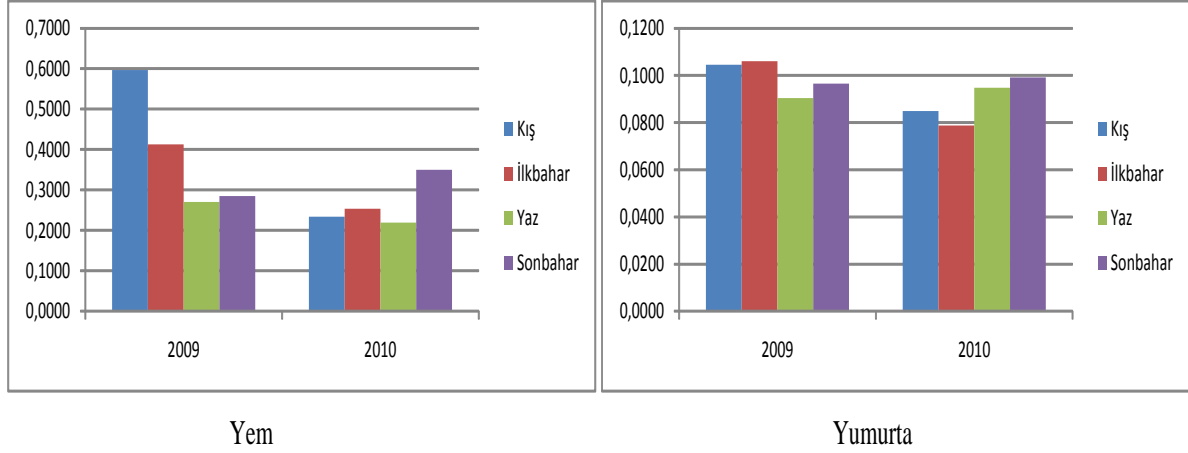
\*\*\*Aynı yıl ve üründe farklı büyük harflerle gösterilen mevsimler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P \leq 0,01$ ).

Mevsim etkenine göre, yem ve yumurta örneklerindeki Ni birikimleri 2009 ve 2010 yılları karşılaştırıldığında anlamlı farklılıklar göstermemiştir (Şekil 28).



Şekil 28. Aynı mevsim ve üründe (yem/yumurta) yıllara göre Ni ortalamaları (ppm).

Yem ve yumurta örneklerindeki Ni varlığı, 2009 ve 2010 yılları dikkate alındığında mevsimlere göre anlamlı farklılıklar göstermemiştir (Çizelge 10 ve Şekil 29).



Şekil 29. Aynı yıl ve üründe (yem/yumurta) mevsimlere göre Ni ortalamaları (ppm).

Yaşamın temel bileşenleri olan hava, toprak ve su arasında kuvvetli bir denge vardır. Bu bileşenlerin herhangi birinde meydana gelen kirlilik, diğerlerine eşdeğer veya daha ağır bir biçimde yansımaktadır. Hava, su ve besinde oluşan kirlilik, kirliliğe neden olan toksik maddenin yapı, bileşen ve miktarına göre canlı üzerinde çok kısa sürede etkisini gösterir. Buna paralel düşük dozda hava, su, besin, bitki, hayvan ve toprakta meydana gelen ve birikim özelliği gösteren kirlenme ise, canlılar üzerinde uzun zaman sonra geri dönüşümü olmayan işlevsel ve yapısal sorunlara neden olur. İnsan tarafından tek taraflı yaşam ve tüketim süreleri göz önüne alındığında, insan beslenmesinde kullanılan ve diğer canlılara göre yaşam süreleri daha kısa olan tavuklardan elde edilen ürünlerde (yumurta, et) ağır metal kirlilikleri genotip, beslenme, yetiştirme sistemi ve çevredeki kirliliklerden doğrudan etkilenmektedir, (Holeman ve ark., 1993; Şekeroğlu ve Akmaz 2009).

Bu araştırmada, Çanakkale ili Mahmudiye beldesinin de kurulu bulunan ve faaliyet gösteren çimento sanayi çevresine konumlu köy ve beldelerden toplanan tavukların karaciğerinde saptanan Pb, Cd, Cu, Cr, Co, Mo ve Ni miktarları, but ve göğüs dokusundaki söz konusu ağır metallere göre saptanmıştır. Ancak saptanan bu değerler, Türk Gıda Kodeksi (TGK) (2008/26 Tebliğ), maksimum bulaşanlar limiti verileri ve AB tebliğine göre tolerans limitlerinin altında belirlenmiştir. TGK tebliğinde, Pb için kanatlı eti 0,1 ppm, kanatlıların yenilebilir sakatatları (karaciğer, taşlık, yürek) 0,5 ppm, buğday



0,2 ppm, Cd için kanatlı eti 0,05 ppm, kanatlı hayvanların karaciğer 0,5 ppm, buğday danesi 0,1 ppm tolerans limiti verilmiştir. Bu durum, anılan ağır metaller için saptanan birikimlerin mevcut bilimsel verilerin ışığında şimdilik insan sağlığı yönünden sakıncalı bir duruma yol açmadığını işaret etmektedir. Tebliğde, tavuk eti, tavuk sakatatları ve dane buğday için Pb ve Cd tolerans limiti verilmesine karşın, Cu, Cr, Co, Mo ve Ni ile ilintili doku, sakatat ve dane buğday için tolerans limitleri verilmemiştir. Yumurta için ise hiçbir ağır metal limiti belirtilmemiştir. Özellikle sanayi yerleşimlerine yakın yörelerde gerçekleştirilen benzer çok sayıda araştırma, kronik düzeylerde ağır metal kirliliklerinin ileride insan ve canlı yaşamı ve sağlığı için tehdit oluşturacağı yönündedir.

Bu araştırmanın bulguları, irdelenen ağır metallerin dokulardaki birikimlerinin benzer araştırmalardaki gibi karaciğer>but>göğüs şeklinde olduğunu göstermiştir. Bu sonuç literatür verileriyle paralelik göstermekte ve yapılan çalışma sonucunu desteklenmektedir. 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 ifade edilmektedir. Bu araştırmanın bulguları, karaciğer ve kas dokusunda düşük düzeylerde Pb ve Cd varlığına işaret etmektedir. Bu nedenle iz düzeylerde de etkili olabilen bu metal birikimlerinin, hayvansal ürün tüketimi yüksek olan toplumlar için kronik düzeylerde etkili olabileceği göz ardı edilmemelidir.

Literatür verileri, toksik bir metal olan kurşunun birinci derecede etkilediği dokunun kemik olduğunu bildirmektedir. Bu nedenle kurşun en fazla kemikte birikim gösterir; vücutta tutulan kurşunun %90-95'i burada depolanır (Finley, 1978; Ozan, 1996). İkinci derecede kurşunun etkilediği organlar karaciğer ve böbreklerdir. (Humphereys, 1991; Roberts ve ark., 1978). Canlının vücuduna 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, Kurnaz,

2008) ileri sürdükleri görüşleri ile paralellik göstermektedir. 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 bildirilmiştir. Kurnaz (2008)' ın gerçekleştirdiği çalışma bulguları ağır metal birikim düzeyinin karaciğer dokusunda but dokusuna göre daha fazla olduğu ve TGK ve Avrupa Birliği tebliğine uygun olduğunu saptamış ve bizim çalışma sonuçlarımızı desteklemektedir.

Salisbury ve ark. (1991), Kanada' da kesilen tavukların iç organ ve dokularında yaptıkları ölçümlerde kadmiyumun karaciğerlerde ortalama  $0,03 \pm 0,04$   $\mu\text{g/g}$  ( $0,01-0,79$   $\mu\text{g/g}$  aralığında), bakırın karaciğerlerde ortalama  $3,97 \pm 0,90$   $\mu\text{g/g}$  ( $0,97-18,90$   $\mu\text{g/g}$  aralığında), kurşunun karaciğerlerde  $0,07 \pm 0,06$   $\mu\text{g/g}$  ( $0,04-0,39$   $\mu\text{g/g}$  aralığında), düzeyinde olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, bulgularımızı destekler niteliktedir.

Gonzalez- Weller ve ark. (2006), İspanya'nın Tenerife adasından toplanan 24 adet tavuk eti örneğinde ortalama Pb düzeyini  $6,94 \pm 4,63$   $\mu\text{g/kg}$ , Cd ise  $1,68 \pm 1,76$   $\mu\text{g/kg}$  bulunduğunu açıklamışlardır.

Falandysz (1991), Polonya'nın kuzey kesimlerinde kesilen hayvanların tavuk eti ve iç organlarında yaptığı analizlerde, karaciğerlerde ortalama  $3,8$   $\text{mg/kg}$  Cu,  $16$   $\text{mg/kg}$ , Cd ve  $120$   $\text{mg/kg}$  Pb varlığını bildirmişlerdir.

Nuurtamo ve arkadaşları (1980), Finlandiya'daki mezbahalarda kesilen tavukların etlerinde yaptıkları araştırmalarda bakır düzeylerinin  $0,49-1,9$   $\text{mg/kg}$  arasında olduğuna işaret etmektedirler.

Uysal ve ark., (2006)' da gerçekleştirdikleri çalışmada Çanakkale Çimento Fabrikası bacalarından salınan çimento tozlarının, yörede hakim rüzgarların yönü ve şiddetiyle bağlantılı olarak ulaştıkları zeytin bitkisinde sürgün ve yaprak büyüme-gelişmesini olumsuz etkilemekte, meyve tutumu ile gelişmesini engelleyerek önemli verim kaybına neden olduğunu ifade etmektedirler.

Demirulus ve ark., (2006)' da Van Gölü çevresinde buluna köy yumurtaları ile ticari amaçlı çeşitli illerde yetiştirilen ve Van' a satış amacıyla getirilen yumurtalarda, Zn, Cu, Cd, Mn ve Ni miktarlarını araştırmışlar ve elde ettikleri bulgular çalışmamıza paralellik göstererek bulguların Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği tebliğinin altında olduğu bildirilmiştir.

Şenavcı ve ark. (1997)'nın Ankara ve Bursa illerinde satışa sunulan kanatlı hayvanların karaciğer ve böbrek dokularında Pb, Cd ve Hg düzeylerini belirledikleri bir

çalışmada, kanatlı hayvanların karaciğer örneklerinde ortalama kurşun düzeyleri 0,84 mg/kg, kadmiyum düzeyi 0,52 mg/kg, ve civa düzeyi 0,03 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu araştırmadan elde edilen karaciğer bulguları, gerçekleştirdiğimiz çalışmamızdan elde edilen bulgularla benzer nitelik taşımamakta olup, birikim çok yüksek düzeyde bildirilmiştir.

Literatür verilerinde belirtildiği üzere gıdalar ile alınan Pb'nun, başta kemik olmak üzere kan, böbrek, karaciğer ve kas dokularında, Cd'un ise böbreklerde bunu takiben karaciğer, kan, kemik ve kaslarda biriktiği belirtilmiştir. Koşullarımızda gerçekleştirilen bu araştırmadan elde edilen bulgular Pb, Cd, Cu, Cr, Co, Mo ve Ni'in karaciğer ve kas dokusunda düşük düzeylerde de olsa saptandığı görülmüştür. Ayrıca yumurta ve buğday örneklerinde de söz konusu ağır metaller saptanmıştır. Bilindiği üzere ağır metaller küresel kirlilik etkenleri olarak insan ve tüm canlı yaşamında tehlike ve risk oluşturmaktadır. Kirli toprakta sağlıklı yetişen bitkisel ürünler ise insan ve hayvan yaşamını hem doğrudan hem de dolaylı yollardan olumsuz etkilemektedir. Ancak bilindiği gibi ağır metaller, insan ve hayvan gıdası olarak bilinen materyallerin tüketiminin dışında, solunum ve deri yoluyla da canlılara zarar verebilmektedir. Bu bağlamda araştırmanın gerçekleştirildiği yerleşim yerlerinin hava ve su kalitesinin de canlılar için en az toprak ve tüketilen ürünlerin kalitesi kadar önemli bir etken olduğu unutulmamalıdır.

**BÖLÜM 5 - SONUÇ VE ÖNERİLER**

Bu araştırmanın bulguları, Çanakkale ili Mahmudiye Beldesi' nde bulunan çimento fabrikasının kuzey ve güneyine konumlu köy ve beldelerden elde edilen numunelerde ağır metal kirliliğinin Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği tebliğinin belirlediği değerlerin altında olduğunu göstermektedir. Çanakkale ili merkezi itibarı ile hala Marmara bölgesinde bulunan illere göre bakırlığını ve doğallığını koruyan tek ildir. Fakat ilçeleri için aynı şeyi söylemek malesef mümkün değildir. Özellikle Çan ve Biga ilçeleri sahip oldukları termik santraller ve ağır sanayi varlığı ile endişe vermektedir. Buna paralel şirketler yatırımlarını ve büyümelerini her geçen gün artırarak sürdürmektedir. Gelibolu ilçesinin kıyı şeridinde olması Marmara bölgesinde faaliyet gösteren tersanelerin bu bölgeye yapılan çift yol ve enerji yatırımları sonucunda bölgeye yönelmelerine sebep olmaktadır. En önemlisi de İstanbul-Kocaeli-İzmir otobanı ve Çanakkale Boğazının proje ve ihale aşamalarının gerçekleştirilmesi bölgeyi Marmara merkezli sanayinin çekim alanı olarak görmeye başlamalarına sebep olmuştur. Bölgede yoğun bir şekilde gerçekleştirilen tarım sebebi ile kullanılan gübre ve kimyasallarda bu olumsuzluklara negatif yönde katkı yapacağı hiç kuşku götürmeyecektir.

Bölge sanayileşirken koruma ve arıtma faktörleri en üst seviyede tutulması sağlanmalı ve dönemler halinde bölgedeki hava, deniz, yer altı ve yerüstü sularından, bitki, ve hayvanlardan, insanlardan örneklemeler yapılarak ortamdaki değişmelerin gözlemlenmesi devam ettirilmelidir.

En önemli olan toplumun bilinçlendirilmesi ve bu yetinin çocuk yaşlardan itibaren aileler ile birlikte gerek milli eğitim müfredatı, gerek belediyeler, gerekse sivil toplum kuruluşları tarafından gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Abou-Arab A. A. K., 2001. Heavy Metal Contents in Egyptian Meat and the Role of Detergent Washing on Their Levels. *Food and Chemical Toxicology*, 39, 593-599.
- Akgün M., 2006. Sakarya Nehri Çeltikçi Çayındaki Tatlı Su Kefallerinin (*Leuciscus cephalus* L., 1758) Dokularındaki Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. ( Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Ankara.
- Akova İ., 2008. Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Al-Khashman O. A. ve Shawabkeh R. A., 2006. Metals Distribution in Soils around the Cement Factory in Southern Jordan. *Environmental Pollution*, 140, 387-394.
- Anonim, 2000. Çanakkale İli Çevre Durum Raporu. T.C. Çanakkale Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, 252, Çanakkale
- Anonim, 2007. Ağır Metaller. <http://lenntech.com/heavy-metals.htm> (12.04.2010)
- Anonymous, 1998. International Programme On Chemical Safety Information From Intergovernmental Organizations (INCHEM), <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc200.htm> (Erişim tarihi: 9 Mayıs 2010)
- Bakallı R. I., Pestı, G. M., Ragland, W. L. ve Konjufca.,V., 1995. Dietary Copper in Excess of Nutritional Requirement Reduces Plasma and Breast Muscle Cholesterol of Baldwin D.,R., Marshall WJ. “Heavy Metal Poisoning and Its Laboratory Investigation” (Review Article), *Annals of Clinical Biochemistry* 1999; 36: 267-300.
- Baş A.L. ve Demet, Ö.,1992. Çevresel toksikoloji yönünden bazı ağır metaller. *Ekoloji Dergisi*, 5:42-46.
- Bigersson B., Sterner O. ve Zimerson E., 1988. Chemie und Gesundheit. Eine Verständliche Einführung in die Toxikologie. VCHV erlagsgesellschaft. ISBN 3-527-26455-8.
- Buggiani S. S. ve Rındı, S., 1992. Lead Toxicosis and Salt Glands in Domestic Ducks. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 24: 152-155. Cadmium Environmental Aspects. Geneva.
- Casey A.L., Lambert P.A., Miruszenko, L. ve Elliott, T.S.J., 2008. Copper for Preventing Microbial Environmental Contamination, <http://www.uhb.nhs.uk/News/pdf/CopperContaminationPoster.pdf> (Erişim tarihi: 21 09 2011).

- Cook M.E. ve Morrow H., 1995. "Anthropogenic Sources of Cadmium in Canada, "National Workshop on Cadmium Transport Into Plants, Canadian Network of Toxicology Centres, Ottawa, Ontario, Canada, June 20-21.
- Coşkun M., Yurukova L. Çayır A., Coşkun M. ve Gecheva G., 2009. Cross-Border Response of Mosses to Heavy Metal Atmospheric Deposition in Southeastern Bulgaria and European Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 157, 529-537.
- Çayır A., 2005. Havadan Gelen Ağır Metallerin Trakya'daki Dağılımı. (Yüksek Lisans Tezi).
- Dağıstan M., 1996. Beyaz Leghorn Spf Tavuk Organlarında Ağır Metal Düzeylerinin Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresiyle Tayini. (Yüksek Lisans Tezi) Celal Bayar Üniversitesi, Türkiye.
- Demirbaş A., 1999. Proximate and Heavy Metal Composition in Chicken Meat and Tissues. *Food Chemistry*, 67, 27-31.
- Demirulus H. ve Kılıçel F., 2006. Van Gölü Havzasında Tüketilen Yumurtaların Ağır Metal İçeriği 5. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Dündar Y. ve Aslan R., 2005. Yaşamı Kuşatan Ağır Metal Kursunun Etkileri. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 6: 1-5.
- Falandysz J. (1991). Manganese, Copper, Zinc, Iron, Cadmium, Mercury and Lead in MuscleMeat, 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.
- Farmer A. A. ve Farmer A. M., 2000. Concentrations of Cadmium, Lead and Zinc in Livestock Feed and Organs Around a Metal Production Centre in Eastern Kazakhstan. *The Science of the Total Environment*, 257, 53-60.
- 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.
- Gonzalez-Weller, D., Karlsson, L., Caballero, A., Hernandez, F., Gutierrez, A., Gonzalez-Iglesias, T., Marino, M. ve 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.
- Gövercin İ., 2010. İzmir İlinde Sütlerde Bazı Ağır Metal (Kurşun, Kadmiyum, Arsenik, Civa, Bakır, Çinko) Düzeylerinin Belirlenmesi. (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi, Türkiye.

- Gültakti Y., 2006. Van Gölü Havzasında Yetiştirilen Bazı Tahıl ve Baklagillerin Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi) Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Hastaneciyiz (b.t.) 18. Kasım. 2010 <http://hastaneciyiz.blogspot.com/2010/11/agir-metaller-ve-sagliga-etkileri.html>
- Henry P., R., ve Miles, R., D., 2001. Heavy Metals – Vanadium Poultry. *Ciência Animal Brasileira*, 2, 11-26.
- Hızel S. ve Sanlı C., 2006. Çocuklarda Beslenme ve Kursorun Etkileşimi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 49: 333-338.
- Holeman A., Smadis, B., Anke, M., Meissner, D. ve Mills, C.F., 1993. Heavy metal content in hens' eggs. Trace elements in Man and Animals TEMA 8, Proc. 8th Int Symp. on Trace Elements in Man and Animals, 249-250, Gersord Germany.
- Humphreys D.J., (1991). Effects of Exposure to Excessive Quantities of Lead on Animals. *British Veterinary Journal*, 147:18-30, 1991.
- Irwin J. C. ve Karstad, L. H. (1989). The Toxicity for Ducks of Disintegrated Lead Shot in a Simulated- Mars Environment. In : Lead –Environmental aspects. Environmental Health Criteria 85. World Health Organization, Geneva.
- Islam M. S., Kazi M. A., Hossain M. M., Ahsan M. A. ve Hossain M. M. M., 2007. Propagation of Heavy Metals in Poultry Feed Production in Bangladesh. *Bangladesh J. Sci. Ind. Res.*, 42, 465-474.
- Işıklı B., Demir T. A., Akar T., Berber A., Ürer S. M., Kalyoncu C. ve Canbek M., 2006. Cadmium Exposure From The Cement Dust Emissions: A Field Study in Rural Residence. *Chemosphere*, 63, 1546-1552.
- Jeng S. L., Lee, S. J., Liu, Y. F., Yang, S. C. ve 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.
- Kahvecioğlu Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S., 2004a. Metallerin Çevresel Etkileri-I. *Metalurji Dergisi*, 47-53.
- Kahvecioğlu Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S., 2004b. Metallerin Çevresel Etkileri-II. *Metalurji Dergisi*, Sayı:137:46-51.
- Kalay M., Dönmez A.E. ve Koyuncu C.E., 2003. *Tilapia nilotica* (L.,1758)'nın Solungaç ve Karaciğer Dokularındaki Mangan, Demir ve Çinko Düzeyleri Üzerine Bakırın Etkisi. *Ekoloji Çevre Dergisi*. 13(49): 1-5.

- Kartal G., Güven, A., Kahvecioğlu, Ö. ve Timur, S.,2004, Metallerin çevresel etkileri-II, *Metalurji Dergisi*, 137: 46-51,  
[http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi137/d137\\_4651.pdf](http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi137/d137_4651.pdf) (Erişim tarihi: 9 Mayıs 2010)
- Kılıç A., 1984. *Mineral Yemler*, Yayın No:1. Lalahan, Zootečni Araştırma Enstitüsü Dergisi Cilt XIII sayı3-4
- Kınık Ö., Akbulut N., Karagözlü C., 2002. Süt ve Süt Ürünlerinde Kalıntı ve Kontaminantları, Yardımcı Ders Kitabı (Tercüme), E.Ü Ziraat Fakültesi, 551, İzmir, 140s.
- Koral M., Ors N., İşbilir F., Kalafatoğlu E., Munlafalıoğlu İ. ve Emir B.D., 2000. Türkiye’deki Bazı Çimento Fabrikalarının Eser Element Emisyonları. *Arıtım Dünyası*, 20, 45-51.
- Köleli N ve Kantar, Ç., 2005. Fosfat Kayası, Fosforik Asit ve Fosforlu Gübrelerdeki Toksik Ağır Metal (Cd, Pb, Ni, As) Konsantrasyonu. *Ekoloji Dergisi*, 14(55).
- Kurnaz E., 2008. Türkiyenin Farklı Bölgelerinde Üretilen Etlik Piliç Karkas ve Karaciğer Örneklerinde Bazı Metal Düzeylerinin Belirlenmesi (Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi, Türkiye.
- Li Y., McCrory D. F., Powell J. M., Saam H. ve Jackson-Smith D., 2005. A Survey of Selected Heavy Metal Concentrations in Wisconsin Dairy Feeds. *Journal of Dairy Science*, 88, 2911-2922.
- Manohan S.E., 2000. Water Pollution. Environmental Chemistry. Boca Raton: CRC. Pres LLC. 1-8
- Menzi H. ve Kessler J., 1998. Heavy metal content of manures in Switzerland. In Martinez J. and Maudet M.N. (eds). Proc. 8th International Conference on the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture (RAMIRAN 98), Rennes (F) May 26-29 1998, vol. 1, 495-506
- Migahid M. M. ve Darier, S. M., 1995. Effect of cement Dust on Three Halophytic Species of the Mediterranean Salt Marshes in Egypt. *Journal of Arid Environments*, 30, 361-366.
- Newman J. R., 1979. Effects of Industrial Air Pollution on Wildlife. *Biol. Conserv.*, 15, 181-190.



- Nicholson F. A., Chambers B. J., Williams J. R. ve Unwin R. J., 1999. Heavy Metal Contents of Livestock Feeds and Animal Manures in England and Wales. *Bioresource Technology*, 70, 23-31.
- Nordberg G., Jin T., Leffer P., Svensson M., Zhou T. ve Nordberg M., 2000. Metallothioneins and Diseases With Special Reference To Cadmium Poisoning. EDP Sciences, Wiley-VCH, 28 (5):396-400.
- Nuurtamo M., Varso, P., Saari, E. ve Koivistoimen, P., 1980. Mineral Element Composition of Finnish Foods. V. Meat and meat products. *Acta Agriculturae Scandinavica (Suppl.)*
- Nys Y., 2001. Composition And Nutritional Value Of The Hens Egg. *Proceedings Of IX European Symposium On The Quality Of Eggs And Egg Products*, 325-342. 9- 12
- Osborn D. ve Every, W. I. J., Bull, K.R.(1983). The Toxicity of Trialkyl Lead Compounds to Birds. *Environ. Pollut.* 31:261-275.
- Ozan K. ve Ünsal, A.(1996). Genel Toksikoloji. İ.Ü. Veteriner Fakültesi Yayını No.:48 s.: 2-70, İstanbul.
- Özbek T., 1993. Toprak Bilimi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi. No:458 Adana, 225.
- Paone P., 2008. Heavy Metals in the Cement Industry: A Look at Volatile Cycles and Simple Mitigation Techniques. IEEE/PCA Cement Industry Technical Conference.
- Pekin A., 2009. <http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/12323.pdf>. Erişim tarihi: 11.02.2009.
- Pelgrom S.M.G.J., Lamers, L.P.M; Garritsen, J.A.M, Pels, B.M., Lock, R.A.C., Balm,P.H.M. ve Wendelaar Bonga, S.E. 1994. Interactions Between Copper And Cadmium During Single And Combined Exposure In Juvenile Tilapia *Oreochromis mossambicus*: Influence Of Feeding Condition On Whole Body Metal Accumulation And The Effect Of The Metals On Tissue Water And Ion Content. *Aquatic Toxicology*, 30: 117-135.
- Pizarro F., Manuel O., Ricardo U., Patricia C., Adriana R. ve Virginia G., 1999. Acute gastrointestinal effects of graded levels of copper in drinking water. *Environmental Health Perspectives*, 107(2):117–121.
- Raikwar M. K., Kumar P., Singh M. ve Singh A., 2008. Toxic Effect of Heavy Metals in Livestock Health. *Veterinary World*, 1, 28-30.
- Robenson, J., W., 1983. Skelly Spectroscopic Letters 16, 117.

- Roberts R. D., Johnson, M. S. ve Hutton, M., 1978. Lead Contamination of Small Mammals from Abandoned Metalliferous Mines. *Environ. Pollut.* 15: 61-69.
- Salisbury Craig D. C., Chan, W. ve Saschenbrecker, P. W., 1991. *Multielement* Schroeder H., A., 1974 *The poisons around us. Toxic metals in food, air and water.* Indiana University Press, Bloomington, London.
- Schroeder H., A., 1974 *The poisons around us. Toxic metals in food, air and water.* Indiana University Press, Bloomington, London.
- Sevgican F., 1977. *İnorganik Elementler ve Metabolizması.* Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:270 İzmir.
- Shen J., 2003. "Biosorption of cupric and cadmium ions by corncob particles" (Master Thesis). Ottawa Üniversitesi, Kanada.
- Shrivastava V. S. ve Bhadane B. S., 2004. Heavy Metals in Cattles Milk Samples Collected from Naroda Industrial Area – A Statical Approach. *Environmental Contamination and Bioreclamation.* New Delhi: A. P. H. Publishing Corporation.
- Sıngoç-Gancnik K. ve 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.
- 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. 6th Internationale Trace Element Syposium. Vol.5. 567-1573.
- Şekeroğlu A. ve Sarıca M., 2007. Alternatif Üretim Metodu Olarak Köy Tavukçuluğu. 5. *Ulusal Zootekni Bilim Kongresi.* Van.
- Şekeroğlu A. ve Akmaz Y., 2009. Karayollarından Uzaklığın Yumurta Ağır Metal İçeriklerine Etkisi *Anadolu Tarım Bilim. Dergisi* 24(2):103-107.
- Şenavcı V., Gürsel, B., Erdiñç, S., Sonal, S. ve 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.
- Soltanpour P. N. ve Workman, S. M., 1981. Use of inductively-coupled plasma spectroscopy for the simultaneous determination of macro- and micronutrients in  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ -DPTA extracts of soils. In Barnes R.M. (ed). *Developments In Atomic Plasma Analysis, USA*, pp. 673-680.

- 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.
- Thornton I., 1990 Metal contamination of soils in urban areas. In Bullock P and Gregory PJ (ed) *Soils in the urban environment*. Springer-Verlag, New York.
- Topolska K., Sawicka-Kapusta K. ve Cieşlik E., 2004. The Effect of Contamination of the Krakow Region on Heavy Metal Content in the Organs of Bank Voles (*Clethrionomys Glareolus*, Schreber, 1780). *Polish Journal of Environmental Studies*, 13, 103-109.
- Toprak P., 2007. Karma Yemlerde Bulunan Ağır Metallerin Mevcut Durumu ve Hayvan Besleme Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi.
- Uysal İ., Müftüoğlu N., M., Demirer T., Karabacak E. ve Tütenocaklı T., 2006. Çanakkale’de Çimento Tozlarının Bazı Bitkilere ve Topraklara Etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 43(2):133-144 ISSN 1018-8851.
- Vural N., 1984. Toksikoloji. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, No.56.
- WHO., 1996. Zinc in Drinking-water, Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, WHO/SDE/WSH/03.04/17, English only. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/zinc.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/zinc.pdf)
- WHO., 2004. Copper in Drinking-water / Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO/SDE/WSH/03.04/88. English only. 1-31 [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/copper.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/copper.pdf)
- WHO., 2006. Protecting Groundwater for Health. Managing the Quality of Drinking-water Sources. *TJ International (Ltd), Padstow, Cornwall, UK*
- Winer, B. J., D. R. Brown ve K. M. Michels, 1991. *Statistical Principles in Experimental Design*. Third Ed., McGraw-Hill, Inc. USA, 1057 s.
- World Health Organization, 2000. Lead, IPCS Food Additives Series: 44.
- World Health Organization, 1992. IPCS Environmental Health Criteria No: 34.
- World Health Organization, 1987. Air Quality Guidelines for Europe. European Series No: 23. 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.

- Yapıcı G., Can G., Kızıler A.R., Demircan Ç. ve Timur H., 2004. Yatağan merkezde yaşayan 6 ay-altı yaş arası çocuklarda asemptomatik kurşun zehirlenmesi prevalansı. *MN-Klinik Bilimler&Doktor* 2004; 10: 60 -65. • Cilt 14 • sayı 4 • 75
- Yapıcı G., Can G. ve Şahin Ü., 2004. Çocuklarda Asemptomatik Kurşun Zehirlenmesi. *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, 33 (3): 197-204.
- Yarsan E., Özdemir M., ve Turhan E., 1996. Sığırlarda Kurşunla Akut Zehirlenme Olgusu. *Ankara Üniv.Vet. Fak. Derg.* Cilt: 43, Sayı:3, s.: 277-229, Ayrıbasım. Ankara.
- Yılmaz Ş., 1997. Bazı Metal Kombinasyonlarının Tavuk Embriyolarında Teratojenik Etkileri: Bakır, Molibden ve Kadmiyumun Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi) Ankara Üniversitesi, Türkiye.
- Zar J. H., 1999. *Biostatistical Analysis*.Fourth Ed.,Prentice-Hall, inc. USA, 683 s.
- Zinn R. A., Gill D. R., Owens F. N ve Poling K. B., 1979. Cement Kiln dust Trials. *Animal Science Research Report*, 37-41

Çizelge 1. Fabrikaya göre konumlu örneklenen tavukların but, karaciğer ve göğüs dokularında ağır metal ortalamaları (ppm) .....	38
Çizelge 2. Pb birikiminin bölgelere ve ürüne (yem/yumurta) göre ortalamaları (ppm) .....	44
Çizelge 3. Cd birikiminin mevsim, bölge ve ürüne (yem/yumurta) göre ortalama değerleri (ppm).....	46
Çizelge 4. Cu birikiminin mevsim, bölge ve ürüne (yem/yumurta) göre ortalama değerleri (ppm).....	50
Çizelge 5. Cr birikiminin bölge ve ürünlere (yem/yumurta) göre ortalama değerleri, (ppm) .....	52
Çizelge 6. Cr birikiminin yıl, mevsim ve ürünlere (yem/yumurta) göre ortalamaları (ppm) .....	53
Çizelge 7. Co içeriğinin bölge ve ürünlere (yem/yumurta) göre ortalamaları (ppm) .....	56
Çizelge 8. Mo birikiminin bölge ve ürünlere (yem/yumurta) göre ortalamaları (ppm) .....	58
Çizelge 9. Ni birikiminin bölge ve ürünlere (yem/yumurta) göre ortalamaları (ppm) .....	60
Çizelge 10. Ni birikiminin yıl, mevsim ve ürünlere (yem/yumurta) ortalamaları (ppm) ....	62

Şekil 1. Ağır metallerin doğaya yayılması (Kahvecioğlu ve ark 2004a).....	11
Şekil 2. Ağır metal etkilerinin derişimle değişimi (Kahvecioğlu ve ark., 2004a) .....	12
Şekil 3. Çanakkale ili Mahmudiye çimento fabrikasına konumlu köy ve beldeler. ....	34
Şekil 4. Fabrikanın kuzeyindeki bölgelere ait tavuklarda ağır metal ortalamalarının organlara göre dağılımı. ....	39
Şekil 5. Fabrikanın güneyindeki bölgelere ait tavuklarda ağır metal ortalamalarının organlara göre dağılımı. ....	39
Şekil 6. Kontrol grubu tavuklarında ağır metal ortalamalarının organlara göre dağılımı. ..	40
Şekil 7. Tavukların but bölgesinde ağır metal ortalamalarının bölgelere göre dağılımları. ....	41
Şekil 8. Karaciğer dokularında ağır metal ortalamalarının bölgelere göre dağılımları. ....	42
Şekil 9. Göğüs dokusunda ağır metal ortalamalarının bölgelere göre dağılımları. ....	43
Şekil 10. Bölgelere göre Pb ortalamaları (ppm). ....	44
Şekil 11. Ürünlerin (yem/yumurta) Pb ortalamaları (ppm). ....	45
Şekil 12. Aynı mevsim ve bölgelerden elde edilen ürünlerdeki (yumurta/yem) Cd ortalamaları (ppm). ....	47
Şekil 13. Aynı mevsim ve üründe (yumurta/yem) bölgelere göre Cd ortalamaları (ppm). ..	48
Şekil 14. Aynı mevsim ve bölgede üründe (yem/yumurta) mevsimlere göre Cd ortalamaları (ppm).....	49
Şekil 15. Aynı mevsim ve bölgelerden elde edilen ürünleri (yem/yumurta) Cu birikim değerleri ppm. ....	51
Şekil 16. Aynı bölgede ürüne (yem/ yumurta) göre Cr ortalamaları (ppm). ....	52
Şekil 17. Aynı üründe (yem/yumurta) bölgelere göre Cr ortalamaları (ppm). ....	53
Şekil 18. Aynı mevsim ve yılda ürünlere (yem/yumurta) göre Cr ortalamaları (ppm). ....	54
Şekil 19. Aynı mevsim ve aynı bölge ürünlerinin (yem/yumurta) yıllara göre Cr ortalamaları (ppm). ....	55
Şekil 20. Aynı yıl ve üründe (yem/yumurta) mevsimlere göre Cr ortalamaları (ppm). ....	55
Şekil 21. Aynı bölge ürünlerinde (yem/yumurta) Co ortalamaları (ppm). ....	57
Şekil 22. Aynı bölgeden elde edilen ürünlerde (yem/yumurta) Co ortalamaları (ppm). ....	57
Şekil 23. Aynı bölgede ürünlere (yumurta/yem) göre Mo ortalamaları (ppm). ....	58
Şekil 24. Aynı üründe (yem/yumurta) bölgelere göre Mo ortalamaları (ppm). ....	59
Şekil 25. Aynı bölgeden sağlanan ürünlerde (yem/yumurta) Ni ortalamaları (ppm). ....	60

Şekil 26. Aynı üründe (yem/yumurta) bölgelere göre Ni ortalamaları (ppm). .....	61
Şekil 27. Aynı mevsim ve yılda ürünlere (yem/yumurta) göre Ni ortalamaları (ppm). .....	62
Şekil 28. Aynı mevsim ve üründe (yem/yumurta) yıllara göre Ni ortalamaları (ppm). .....	62
Şekil 29. Aynı yıl ve üründe (yem/yumurta) mevsimlere göre Ni ortalamaları (ppm). .....	63

## Özgeçmiş

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: İsmail Erbil ERSOY  
Doğum Yeri: ELAZIĞ  
Doğum Tarihi: 02.04.1976

### Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri  
Enstitüsü, Zootekni ABD  
Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

### Bilimsel Faaliyetleri

#### Yayımlar:

- ERSOY İ.E., MENDEŞ M., KESKİN S., Estimation of parameters of linear and nonlinear growth curve models at early growth stage in California Turkeys. Arch. Geflügelk., 71. (2007) (SCI).
- ERSOY İ.E, MENDEŞ M.AND AKTAN S., Growth curve establishment for American Bronze Turkeys, Arch. Tierz., Dummerstorf 49 (2006) 3, 293-299 (SCI)
- MENDEŞ M., KARABAYIR A., ERSOY İ.E., ATAŞOĞLU C., Effects of Three Different Lighting Programs on Live Weight Change of Bronze Turkeys under Semi-Intensive Conditions. Arch. Tierz . Volume 48 86-93. (SCI)
- MENDEŞ M., KARABAYIR A., ERSOY İ.E., SAVAŞ, T., The Relationship Among Pre- and post Slaughter Traits of American Bronze Turkey. Arch. Tierz. 48: 283-289. (SCI)
- ÇELİK K., ERSOY, İ. E., SAVRAN F., (2003) Effets of Urea Treated Wheat Straw in Saanen Goat Male Kids Performance. Pak.J. Nutrition. 2(4) 258-261, 2003
- ÇELİK K. ERSOY, İ. E., UZATICI, A. The using of organic acid in California turkey chickc and its effects on performance before pasturing. Int. Journal of Poultry Sci 2(6) 446-448 2003.



- ÇELİK K., OKAN F., DENLİ M., ERSOY İ.E., Evaluation of raising dietary protein and izocaloric energy in the feed against aflatokxin B1 in broiler chicks. Second Joint Meeting of the Balkan Countries., 2003
- ÇELİK K., OKAN F., DENLİ M., ERSOY İ.E., Evaluation of raising dietary protein and izocaloric energy in the feed against aflatokxin B1 in broiler chicks. Second Joint Meeting of the Balkan Countries., 2003
- ÇELİK K., ERTÜRK, M., ERSOY, İ.E, (2003). Farklı yem fabrikalarından örneklenen karma yem ve yem ham maddelerinde bazı kalite öğelerinin kantitatif araştırılması. Akdeniz Üniv. Zir. Fak. Derg
- E.ARSLAN, E.DİNÇER, İ.E.ERSOY, M.MENDEŞ Ross 308 Erkek Etlik Piliçlerde bazı özellikler için büyüme modelleri. (Van Zootekni Kongresi Eylül 2007)
- KOYUNCU E., PALA A., SAVAŞ T., KONYALI A., ATAŞOĞLU C., DAŞ G., ERSOY İ., E., UĞUR F., YURTMAN İ. Y., YURT H Çanakkale Koyun ve keçi yetiştiricileri birliği üyesi keçicilik işletmelerinde teknik sorunların belirlenmesi üzerine bir araştırma. Araştırma makalesi Hayvansal üretim 47(1): 21-27, 2006.
- ÇELİK K., ERSOY, İ., E., SAVRAN F., Üre ile işlenmiş samanın saanen erkek oğlakların performansına etkisi Süt Keçiliği Ulusal Kongresi 2005.
- KOYUNCU E., PALA A., SAVAŞ T., KONYALI A., ATAŞOĞLU C., DAŞ G., ERSOY İ., E., UĞUR F., YURTMAN İ. Y., YURT H., Çanakkale Koyun ve keçi yetiştiricileri birliği üyesi keçicilik işletmelerinde teknik sorunların belirlenmesi üzerine bir araştırma. Süt Keçiciliği Ulusal Kongresi 2005.
- ERSOY, İ., E., KARABAYIR, A., MENDEŞ, M., DİKEN, F., 2004. Yarı Entansif Koşullarda Yetiştirilen Amerikan Bronz Hindilerde Gün Işığına İlaveten Farklı Aydınlatma Süresinin Canlı Ağırlık ve Karkas Özelliklerine Etkisi. IV. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 1-4 Eylül 2004, Isparta
- KARABAYIR A., TÖLÜ C., ERSOY İ., E., Merada Yetiştirilen Amerikan Bronz ve Beyaz (Kaliforniya) Hindilerde Bazı Davranış Özellikleri IV. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi,  
1-4 Eylül 2004, Isparta
- ÇELİK K., DENLİ, M., ERSOY İ., E., 2003. Yem mikotoksinleriyle savaşmada killerin ve değişik adsorbanların kullanımı. XI. Ulusal Kil Sempozyumu (Poster Bildiri) .3 –6 Eylül 2003. İzmir

ÇELİK K., DENLİ, M., ERSOY, İ. E., .,2003. Mikotoksinlerle savaşımında alternatif materyaller: farklı hayvan türlerinde performans ve dokular düzeyinde bulgular. Ulusal Toksikoloji ve Klinik Toksikoloji Sempozyumu 08.05.2003. Türkiye Klinikleri Journal of Pharmacology. S:1 (131) İzmir.

### **İş Deneyimleri**

- 1- Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü  
Araştırma Görevlisi / Çanakkale 2003 – 2005
- 2- Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Döner Sermaye İşletme Müdürlüğü  
Uzman / Çanakkale 2005-2011