

T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TEKİRDAĞ İLİ ŞARKÖY YÖRESİNDE YETİŞTİRİLEN ZEYTİNLERDE BAZI  
AĞIR METALLER İLE MİKROBESİN ELEMENTLERİNİN BELİRLENMESİ**

Burcu TUNA

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Yrd. Doç. Dr. ÜMİT GEÇGEL

TEKİRDAĞ - 2011

Her Hakkı Saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Ümit Geçgel danışmanlığında, Burcu Tuna tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Yrd. Doç. Dr. Nesimi Uludağ

İmza :

Üye : Doç. Dr. Murat Taşan

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ümit Geçgel

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun

tarikh ve

sayılı

kararıyla onaylanmıştır.

Yukarıdaki sonucu onaylarım

**Enstitü Müdürü**

# ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

## **TEKİRDAĞ İLİ ŞARKÖY YÖRESİNDE YETİŞTİRİLEN ZEYTİNLERDE BAZI AĞIR METALLER İLE MİKROBESİN ELEMENTLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Burcu TUNA**

**Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ümit GEÇGEL**

Ağır metaller doğada son derece kalıcıdır; biyolojik ve ısı yoluyla parçalanamazlar ve bu nedenle kolayca toksik seviyelerde birikebilirler. Sanayi için önemli olan ağır metaller, havaya, toprağa ve suya karışıklarında, insan ve hayvan sağlığı açısından tehlike oluşturmaktadır. Diğer gıdalarda olduğu gibi zeytinin bileşimi de çevre koşullarından etkilenmektedir. Bu çalışmada; yol, fabrika arazisi, sulama kanalı yakınında yetiştirilen sofralık zeytinlerin ağır metal (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Zn, Ni ve Pb) ve mikro besin (Mn, S, Mg, Ca, P ve K) element konsantrasyonları araştırılmıştır. Buna göre ağır metal ve mikrobesein elementlerinin konsantrasyonları sırasıyla  $0.60 \pm 0.14$ - $3.85 \pm 1.76$ ,  $14.51 \pm 0.42$ - $64.82 \pm 4.23$ ,  $2.36 \pm 0.91$ - $7.66 \pm 2.09$ ,  $0.100 \pm 0.064$ - $0.415 \pm 0.049$ ,  $0.245 \pm 0.065$ - $0.876 \pm 0.081$ ,  $3.20 \pm 0.82$ - $8.29 \pm 0.41$ ,  $544.0 \pm 136.1$ - $923.6 \pm 145.3$ ,  $365.6 \pm 148.6$ - $789.3 \pm 185.3$ ,  $780.6 \pm 102.8$ - $1245.6 \pm 107.8$ ,  $901.6 \pm 194.0$ - $1617.6 \pm 149.8$  ve  $17953.3 \pm 3893.4$ - $34430.0 \pm 7818.4$  mg/kg Cu, Fe, Zn, Ni, Pb, Mn, S, Mg, Ca, P ve K için bulunmuştur. Zeytin örneklerinde Cd, Co ve Cr'a rastlanmamıştır. Yapılan analiz sonucunda Pb, Cu'ın Codex Alimentarius ve Türk Sofralık Zeytin Standartları'na göre yasal sınırlarda olduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytin, ağır metal, Şarköy, kirlilik

**2011, 60 sayfa**

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **DETERMINATION OF SOME HEAVY METALS AND MICRONUTRIENT ELEMENTS IN OLIVES GROWN IN THE SARKOY REGION**

**Burcu TUNA**

**Namık Kemal University Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Main Science Branch of Food Engineering**

**Counsellor: Assist. Prof. Ümit GEÇGEL**

Heavy metals are extremely persistent in the environment; they are non-biodegradable and non-thermo degradable and thus readily accumulate to toxic levels. When released into open areas, there is a risk that some heavy metals that are important for industry will pass into human and animal bodies. Like that of other foods, olive composition is also influenced by various environmental conditions. The concentration of heavy metals (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Zn, Ni and Pb) and micronutrients (Mn, S, Mg, Ca, P and K) in table olive samples grown in different conditions, such as on a main road, in factory areas and on irrigated land, was investigated. The concentrations of heavy metals and micronutrients in the samples were found to be  $0.60 \pm 0.14$ - $3.85 \pm 1.76$ ,  $14.51 \pm 0.42$ - $64.82 \pm 4.23$ ,  $2.36 \pm 0.91$ - $7.66 \pm 2.09$ ,  $0.100 \pm 0.064$ - $0.415 \pm 0.049$ ,  $0.245 \pm 0.065$ - $0.876 \pm 0.081$ ,  $3.20 \pm 0.82$ - $8.29 \pm 0.41$ ,  $544.0 \pm 136.1$ - $923.6 \pm 145.3$ ,  $365.6 \pm 148.6$ - $789.3 \pm 185.3$ ,  $780.6 \pm 102.8$ - $1245.6 \pm 107.8$ ,  $901.6 \pm 194.0$ - $1617.6 \pm 149.8$  and  $17953.3 \pm 3893.4$ - $34430.0 \pm 7818.4$  mg/kg for Cu, Fe, Zn, Ni, Pb, Mn, S, Mg, Ca, P and K, respectively. Cd, Co and Cr were not detected in all olive samples. The analytical results obtained for Pb, Cu levels show that they were below the legal limits established by the Codex Alimentarius and Turkish local table olive standards.

**Additional key words:** Olive, heavy metal, Şarköy, pollution

**2011, 60 pages**

## İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii, iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	v, vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
<b>1. GİRİŞ</b>	1
<b>2. KURAMSAL TEMELLER</b>	7
2.1. Zeytinin Beslenme Değeri ve Önemi	7
2.2. Dünyada Zeytin ve Zeytinyağı Üretimi	7
2.3. Türkiye’de Zeytin ve Zeytinyağı Üretimi	8
2.4. Ülkemizde Zeytin Yetiştirilen Bölgeler	9
2.5. Ağır Metallerin Bulaşma Kaynakları	11
2.5.1. Hava Kirliliği, Su ve Toprak Kirliliği	11
2.6. Ağır Metaller	13
2.6.1. Kobalt (Co)	13
2.6.2. Krom (Cr)	14
2.6.3. Kadmiyum (Cd)	16
2.6.4. Nikel (Ni)	18
2.6.5. Kurşun (Pb)	18
2.6.6. Bakır (Cu)	20
2.6.7. Çinko (Zn)	21
2.6.8. Demir (Fe)	22
2.7. Ağır Metallerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	23
2.8. Bitki Beslenmesi İçin Gerekli Olan Elementler	27
2.8.1. Makro Elementler	27
2.8.2. Mikro Elementler	28
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b>	29
3.1. Materyal	29
3.1.1. Çalışma Sahası	29
3.1.2. Araştırmanın Yapıldığı Şarköy ve Yöresi Hakkında Bilgiler	30
3.1.3. Şarköy İlçesinin Genel Coğrafyası ve Yeryüzü Şekilleri	31
3.1.4. Şarköy’ün İlçesinin İklimi ve Bitki Örtüsü	31
3.1.5. Eriklice Köyü	32
3.1.6. Aşağı Kalamış Köyü	32
3.1.7. Mürefte Beldesi	32
3.1.8. Hoşköy Beldesi	32
3.2. Metod	33
3.2.1. Örnekleme	33
3.2.2. Amaç ve Kapsam	33
3.2.3. Prensipler	34
3.2.4. Alet ve Ekipman	34
3.2.4.1. ASS	34
3.2.4.2. Boş Katod Lambası veya Elektropsuz Deşarj Lambası (EDL Lambası)	34
3.2.4.3. Grafit Tüpleri	34
3.2.4.4. Mikrodalga Fırın	34
3.2.4.5. Yakma Veselleri	34
3.2.5. Kullanılan Sarf Malzemeler	34

3.2.5.1. Su	35
3.2.5.2. Nitrik Asit	35
3.2.5.3. Nitrik Asit 0,1 mol/L	35
3.2.5.4. Nitrik asit 3 mol/L	35
3.2.5.5. Hidrojen Peroksit	35
3.2.5.6. Kurşun Standart Çözeltisi	35
3.2.5.7. Kadmiyum Standart Çözeltisi	35
3.2.5.8. Çinko Standart Çözeltisi	35
3.2.5.9. Bakır Standart Çözeltisi	35
3.2.5.10. Demir Standart Çözeltisi	35
3.2.6. Standart Çözeltilerle Çalışma	35
3.2.6.1. Grafit Fırını Analizleri için	35
3.2.6.2. Alev Analizleri için	35
3.2.7. Uygulama	36
3.2.7.1. Numunelerin Ön İşlemi	36
3.2.7.2. Yaş Yakma	36
3.2.7.3. Seyreltme	37
3.2.7.4. Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi (AAS)	37
3.2.7.5. Alev Tekniği	37
3.2.7.6. Grafit Fırın Tekniği	38
3.2.8. Veri Analizi ve Sonuçların Hesaplanması	38
3.2.8.1. Sonuçların Değerlendirilmesi	38
3.2.8.2. Teşhis Limitinin Tahmin Edilmesi	38
3.2.9. İstatistiksel Analiz	41
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA</b>	42
4.1. Zeytinlerde Ağır Metal Dağılımı	42
4.2. Analiz Sonuçlarına Göre Sofralık Zeytinde Ağır Metal Dağılımı	42
4.3. Zeytinlerdeki Mikrobelerin Element Sonuçları	46
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	49
<b>6. KAYNAKLAR</b>	52
ÖZGEÇMİŞ	59
TEŞEKKÜR	60

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Al	Alüminyum
As	Arsenik
B	Bor
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Cl	Klor
Co	Kobalt
Cu	Bakır
Cr	Krom
Fe	Demir
H	Hidrojen
Hg	Civa
K	Potasyum
Mo	Molibden
Mn	Mangan
Mg	Mağnezyum
N	Azot
Ni	Nikel
O	Oksijen
P	Fosfor
Pb	Kurşun
S	Kükürt
Sn	Kalay
Sr	Stronsiyum
Se	Selenyum
Si	Silisyum
Ti	Titanyum
V	Vanadium
Zn	Çinko
CO <sub>2</sub>	Karbon dioksit
CrO	Kromoksit
H <sub>2</sub> O	Di hidrojen monoksit
° C	Santigrat derece
%	Yüzde
g	Gram
g/cm <sup>3</sup>	Gram/santimetreküp
kg	Kilogram
km	Kilometre
lt	Litre
mg/kg	Miligram/kilogram
mg/l	Miligram/litre
pH	Power of hydrogen (hidrojenin gücü)
ppb	Parts per billion (hacim olarak milyarda kısım)
ppm	Parts per million (milyonda bir)
Psi	Pounds per inch square (basınç birimi)
mol/L	Molarite

ml	Mililitre
MPa	Megapaskal
$\mu$ mol/g	Mikro molekül/gram
$\mu$ g	Mikrogram
>	Büyük
<	Küçük
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ATP	Adenozintrifosfat (hücre içinde bulunan çok işlevli bir nükleotittir)
AAS	Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi
CAC	Kodeks Alimentarius Komisyonu
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
FAO	Food and Agriculture Organisation (B.M. Gıda ve Tarım Örgütü)
HDL	High Density Lipoprotein (yüksek yoğunluklu lipoprotein)
IAEA	International Atomic Agency (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı)
LDL	Low Density Lipoprotein (düşük yoğunluklu lipoprotein)
LSD	Least Significant Deviation farklılık (anlamli en az farklılık)
RNA	Ribonükleik Asit
SPSS	Statistical Package For The Social Sciences
TEM	Trans European Motor Way (Avrupa Transit Kara Yolu)
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)



## ŞEKİLLER DİZİNİ:

Sayfa No

Şekil 1. Dünya Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin Üretimi	8
Şekil 2. Ülkemizde Zeytin Üretimini Yapıldığı Yerler	9
Şekil 3. Türkiye'nin Zeytin Üretim Alanlarını Gösteren Harita	10
Şekil 4. Araştırmanın Yapıldığı Yörenin Türkiye Haritasındaki Yeri	29
Şekil 5. Tekirdağ'ın İlçeleri	30
Şekil 6. Şarköy, Eriklice, Aşağı Kalamış, Mürefte ve Hoşköy'ün Haritadaki Yeri	30

**ÇİZELGELER DİZİNİ:****Sayfa No**

Çizelge 1. Ülkemizde Bölgeler İtibariyle Zeytin Üretimi	11
Çizelge 2. FAO/WHO'nun Önerdiği Gıdalarda Bulunabilecek Maksimum Metal Miktarları	26
Çizelge 3. Mikrodalga Fırın Programı (Yakma Programı)	36
Çizelge 4. Metot ile İlgili Bilgiler	40
Çizelge 5. Farklı Koşullarda Yetiştirilen Zeytinlerde Ağır Metal Konsantrasyonları (mg/kg)	43
Çizelge 6. Farklı Koşullarda Yetiştirilen Zeytinlerin Mikrobesein Konsantrasyonları (mg/kg)	48

## GİRİŞ

Akdeniz usulü diyet son yıllarda bilimsel anlamda önemli ölçüde ilgi odağı haline gelmiştir (Şahan ve Başoğlu 2009). Bu tarz beslenmede meyve, sebze ve tam tahılların tüketimi genellikle yüksek, hayvansal ürünler ve doymuş hidrojene yağların tüketimi ise düşüktür (Kiritsakis, 1998). Antik çağlardan bu yana zeytin meyvesi (*Olea europaea*) gıda olarak tüketilmekte ve zeytinyağı üretiminde kullanılmaktadır (Nergiz ve Asigöz 2008). Zeytin, insan sağlığı açısından mükemmel bir besin kaynağıdır. İçeriğinde yüksek seviyelerde tekli doymamış yağ asitleri ve bilhassa fenolik bileşikler, skualen, karoten ve E vitamini gibi antioksidan moleküller içeren sayısız mikroelement barındırır (Boskou 2009). Akdeniz ülkeleri arasında yapılan detaylı araştırmalar; yüksek yağ tüketimine dayalı beslenme alışkanlığına sahip farklı bölgelerde, kullanılan miktarın hemen hemen tamamı zeytinyağı olan yerlerde, koroner kalp hastalığı, meme ve kolon kanserinin neden olduğu ölüm vakalarının, toplam yağ tüketiminde zeytinyağı kullanımının düşük olduğu yerlere kıyasla en düşük seviyelerde olduğu öne sürülmüştür (Kiritsakis, 1998).

Zeytin, 2009 yılında 18 milyon ton üretim ile dünya ölçeğinde önemli meyvelerden biri konumuna erişmiştir (FAOSTAT 2011). Dünya çapındaki en büyük zeytinyağı üreticileri Akdeniz bölgesinde bulunmaktadır (Pagnanelli ve ark. 2002). Zeytin ve zeytinyağı; İspanya, İtalya, Yunanistan, Tunus, Türkiye, Suriye ve Portekiz gibi Akdeniz ülkelerinde diyetin vazgeçilmez bir parçasıdır. Zeytinyağı son yıllarda Kuzey Avrupa, Çin, Japonya, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'daki tüketiciler arasında da popüler hale gelmiştir (Karaosmanoğlu ve ark. 2010). Zeytin Türkiye'de arkeolojik verilere göre 8000 yılı aşkın bir süredir yetiştirilmektedir. Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve özellikle Hatay, Mardin ve Maraş illeri çevresinin zeytinin anavatanlarından biri olduğu bildirilmiştir. (Dıraman 2010). Buna ek olarak, üretim Ege, Akdeniz ve Marmara bölgesinde yoğunlaşmaktadır (Göğüş ve ark. 2009). 2009 yılında Türkiye'de 1.290.654 ton zeytin üretimi gerçekleşmiştir (FAOSTAT 2011). Türkiye, sofralık zeytin üretiminde dünyada ikinci sırada (% 12) yer alıp, diğer ülkeler kendi aralarında İspanya (% 25), ABD (% 10), İtalya, Yunanistan (% 7), Suriye ve Fas (% 8) şeklinde sıralanmaktadır (Nergiz ve Asigöz 2008). Türkiye aynı zamanda önemli zeytinyağı üreticilerinden biri olup, dünyada 5. sırada yer almaktadır (Karaosmanoğlu ve ark. 2010). Üretimini çoğunluğunu ihraç eden Türkiye, zeytinyağında toplam dünya ihracatının % 10'unu gerçekleştirmektedir (İlyasoğlu ve ark. 2010). Türkiye'de zeytinyağı tüketimi kişi başına yıllık 1.0 kg'dır. Öte yandan, Yunanistan

zeytinyağı tüketiminde kişi başı yıllık 20,18 kg ile başı çekmekte, İspanya 12.16 kg, İtalya 11.30 kg ile takip etmektedir (Anonim 2011).

Doğal çevreyi meydana getiren öğeler, insanlar, hayvanlar ve bitkilerdir. Bu öğelerin, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, hayati aktivitelerinin olumsuz yönde etkilenmesi ve değişmesi olayına çevre kirliliği denir. Canlılar, doğada yaşamlarını hava, su ve topraktan oluşan bir ekosistem içerisinde sürdürürler. Bu üçlü ekolojik denge o kadar düzenlidir ki, bu sayede doğa kendi kendine yenileme ve atıkları asimile etme özelliğine sahip olmuştur. İnsanoğlunun teknoloji ile tanışmasından sonra çevre kirlenmesi ve dolayısıyla doğal dengenin bozulması süreçleri hızla artmış, günümüzde insan ve çevre sağlığını tehdit eder duruma gelmiştir. Günümüz teknolojisine paralel olarak toprak, su ve atmosfere bırakılan ağır metal iyonu miktarının ve çeşidinin artması; maden alanlarının işletimi, endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan katı, sıvı ve gaz atıkların çevreye kontrolsüzce bırakılması, artan nüfus ile birlikte fosil yakıtların konutlarda ve araçlarda kullanım miktarının artması, tarımda zirai ilaçlama ve gübreleme faaliyetlerinin bilinçsizce yapılmasından ileri gelmektedir (Şişli 1999).

Zeytin meyvesi çevresel ve zirai farklılıklardan etkilenmektedir (Nergiz ve Engez 2000). Sofralık zeytinin bileşimi; cinsi, yetiştirildiği coğrafi bölgeler, çevresel şartlar, ürün işleme yöntemi, paketleme malzemesi, ve kullanılan kimyasallardan kaynaklanan farklılıklar gösterebilir (Şahan ve ark. 2007). Tarım alanları yol, yerleşim, ve sanayi bölgelerine yakın ise tarım ürünleri ağır metallere nispeten daha fazla etkilenmektedir (Şahan ve Başoğlu 2009). Zeytinin bileşimindeki elementler ile ilgili bazı çalışmalar olmasına karşın, farklı yerlerde yetiştirilen sofralık zeytinlerin metal içeriği hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. Buna ilave olarak, farklı koşulların sofralık zeytinde ağır metallere ve mikrobelerin oluşumuna etkisi hakkındaki çalışmalar hala yeterli düzeyde değildir.

Ağır metaller çevre kirliliğine yol açan en önemli etkenler arasındadır ve bunların çoğu çok düşük konsantrasyonlarda bile toksiktir. Ağır metallere biyosferin kirlenmesi endüstri devriminin başlangıcından beri hızlı biçimde artmıştır. Ağır metallere neden olduğu çevre kirliliği endüstri, trafik, evsel atıklar, enerji sağlanması ve çok değişik etkenlerden kaynaklanmaktadır. Nitekim trafik kaynaklı ağır metal kirliliği, ağır metallere dağınık bir biçimde çevreye yayılmasına güzel bir örnek oluşturmaktadır. Kurşunlu ve kurşunsuz benzinde, dizel yağında, aşınmayı önleyici yağlarda, fren balataları ve lastik aşınmaları

sonucunda çok sayıda ağır metal çevreye yayılmaktadır. Ağır metaller ince partiküller halinde ya da çözülmüş olarak çevreye yayılabilirler (Lombardo ve ark. 2001). Ağır metaller toprağa da geçtiği için toprak vasıtası ile bitkilere bulaşmaktadır (Caselles ve ark. 2002).

Toprak, su ve havada değişik oranlarda bulunabilen ağır metaller belirli konsantrasyonun üzerinde kirliliğe yol açarlar. Ağır metallerin çevrede yaygın bir şekilde birikmesi, tüm canlılar için boyutları giderek artan bir tehlike oluşturmaktadır. Çevreyi kirleten bütün unsurlar bitkilerde strese neden olur. Stres ise bitkilerin fizyolojisini etkiler, onların genetik potansiyellerini değiştirir, verimliliklerini kısıtlar ve ölümlerine yol açarak büyük oranlarda ürün kayıpları meydana getirir (Munzuroğlu ve Zengin 2004).

Çevresel kirliliğe sebep olan ve insan vücudu için esansiyel olmayan metaller, vücutta metal yükü oluşturmaktadır. Bu metallere Al, V, Ti, Cr, Sr, Sn, Cd ve Pb gibi bazıları ise insan vücudunda ortalama 40 yaşına kadar sürekli birikmekte ve dolayısıyla vücuttaki konsantrasyonları artmaktadır (Vural 1996).

Metaller, özellikle "iz metaller" en yaygın çevre kirleticiler arasında yer almaktadır (Tuna ve ark. 2007). Eser elementlerin önemi ile ağır metallerin insan sağlığı ve beslenmesi üzerindeki toksik etkileri konulu çalışmalar son yıllarda artmıştır (Mendil ve ark. 2009). Vücutta yeterince sentez edilemedikleri için Se, Fe, Cu ve Zn gibi gerekli bazı iz elementler insan biyolojisinde önemli bir rol oynamaktadır. Besin işlevi gördüklerinden dolayı insan sağlığı açısından da önemlidirler. Öte yandan, Pb, Ni, As, Cd ve Hg gibi toksik elementler insanın yaşam fonksiyonları bakımından gerekli değildir. Sağlığa faydalı etkileri bulunmadığı gibi, aşırı miktarda alınmaları durumunda vücutta zararlı etkilere neden olabileceği bilinmektedir (Mendil ve ark. 2009, Nardi ve ark. 2009).

Birçok metal, besinlerin normal bileşeni olabileceği gibi kirlilik sonucu olarak da gıdalarda bulunabilir. Besinlerdeki metal kirliliğinin nedeni; metal ve tuzlarını içeren gübreler ve pestisit kalıntıları, metalden yapılmış besin kapları ve ambalajın besin maddelerine teması, çevre kirliliği nedeniyle toprak ve suda bulunan metallerin bitki ve hayvanlarda biyolojik olarak birikmesi sonucunda besin zincirine geçmesidir (Işık ve ark. 1996).

Çevresel olarak ağır metallere maruz kalan insanlarda, en doğru risk tahminini yapmak

için izlenmesi gereken yöntem; ağır metal konsantrasyonlarının kaynaklarını, çevrede izledikleri yolu, ölçülebilen minimum konsantrasyonu, insana ulaşma şekli ve maruz kalan popülasyonun özellikleri gibi ayrıntıları içermelidir (Clarkson 1992).

Maden yataklarından geçen akarsuların buradaki metalleri çözerek ( As, Cd, Hg v.b.) doğal olarak kirlenmesinin yanı sıra endüstriyel atıkların akarsu, deniz ve göllere kontrolsüzce atılması, kirliliğin boyutunu giderek arttırmaktadır. Doğal ve insan aktiviteleri sonucu kirlenmiş akarsuların, tarım sulama amacı ile, bitkide biriken metaller besinler yoluyla insana ulaşmış olur (WHO ve FAO 1972). Metallerin biyolojik parçalanmaya dayanıklı olduğu bilinmektedir. Fakat akarsularda ve toprakta bileşik veya metalik halde bulunan metaller, anaerobik bakteriler ve bitkiler yardımıyla lipofil özellik kazanarak besin zincirine dahil olurlar (Krauss ve Diez 1997).

Farklı yollarla toprağa ulaşan ağır metallerin topraktan uzaklaştırılmasının çok zor olması nedeniyle toprak kirliliği önemli bir kirlilik sorunu oluşturmaktadır. Topraklar sorbsiyon kapasitelerine göre az veya çok miktarda ağır metalleri tutmaktadırlar. Tutma gücü az olan, bu nedenle düşük tamponlamaya sahip kumlu topraklar özellikle asit reaksiyonda çabucak ağır metallere ait tehlike sınır değerlerine kolayca erişebilirler. Buna bağlı olarak ağır metallerin ve bileşiklerin çevreye yapacağı zararlar hakkında kesin bilgileri elde etmek zordur. Bilindiği gibi ağır metallerden bazıları bitki besin maddesi olarak mutlak suretle gereklidir (Zn, Mn, Fe, Cu). Ağır metallerin toprağa bitkinin alabileceği formdan farklı bileşikler halinde gelmeleri, toprakta diğer kimyasal bileşiklere dönüşecek şekilde reaksiyona girmeleri ve işlevleri nedeniyle ağır metallerin topraktaki etkileri konusunda bir yargıya ulaşmak güçtür. Topraktaki ağır metallerin en tehlikeli yanı, bitkilerin yapılarına girmeleri, hareketli hale geçtiklerinde (serbest iyon hali) taban suyuna karışarak suyun kalitesini bozmaları, mikroorganizmalara zarar vermeleri ve besin zinciri olarak tanımlanan olay sonucunda zincirin üst halkasını oluşturan insan bünyesine ulaşmalarıdır (Çepel 1997).

Havanın metallerle kirlenmesinde ise en önemli faktör, fosil kaynaklı yakıtların kullanılmasıdır. Katı ve sıvı yakıtların içerdiği As, Se, Pb ve Cd gibi metaller baca ve egzoz gazları ile havaya karışmaktadır. Ayrıca metal endüstrisinde metal filizlerinin kavrulması sırasında ortama salınan baca gazları ve tozlar hava kirliliğine neden olan önemli faktörleri oluşturmaktadır (Mor 2002).

Endüstriyel faaliyetler, atık birikimi, taşıt trafiği ve tarımda kullanılan kimyasallar (gübre ve zirai ilaç) topraktaki metal kirliliğinin ana kaynakları olarak kabul edilmektedir (Clemente ve ark. 2007). Tarımda güvenli ve rasyonel kullanım bakımından toprağın toksik metaller ile kirlenmesi, çevre açısından ciddi bir endişe kaynağıdır (Sinha ve ark. 2006). Örneğin, Cd, Pb ve Cu gibi tarım topraklarının kirlenmesine neden olan ağır metallerin, hayvanlar ve bitkilerde yüksek konsantrasyonlarda toksik etkileri olduğu bilinmektedir (Zheljazkov ve ark. 2006). Bundan başka, toprak ve bitkilerde toksik etki yaratan metaller ile çözülebilir tuzları yüksek seviyelerde içermesi sebebiyle kanalizasyon suları, yeraltı sularına karışma riski nedeniyle kirlenmenin başlıca sebeplerindendir (Gasco ve Lobo 2007). Kanalizasyon ve endüstriyel atık sularının tarım arazilerini sulamada sıkça kullanılması, toprakta ve sebzelerde ağır metal birikimine yol açabilir (Singh ve ark. 2010). Çevresel açıdan ağır metallerin yok edilmesi mümkün değildir. Az miktarda da olsa yeme-içme, soluk alma ve benzeri yollarla vücuda girmektedirler (Mendil ve ark. 2009, Angioni ve ark. 2006). Ağır metaller; böbrekler, kemik ve karaciğer gibi insan vücudunda yaşamsal organlarda birikerek birçok ciddi sağlık sorunlarına sebep olmaktadır (Singh ve ark. 2010). Ayrıca, ağır metallerin (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Al, Mn v.b.) besinlerle vücuda alınması neticesinde metabolizma bozulmasından kaynaklanan bağışıklık sistemi zayıflığı, doğum öncesi gelişme geriliği, psikososyal işlev bozuklukları, yetersiz beslenme sonucu sakatlıklar ve yaygın kanser etkileri oluşabileceği belirtilmiştir (Khan ve ark. 2010).

Başta gıda maddeleri olmak üzere su ve hava yolu ile vücuda alınan ağır metaller, konsantrasyonlarına bağlı olarak vücutta çeşitli düzensizlikler ve zararlar oluşturabilmektedirler. Bu düzensizlikler; uyku bozuklukları, merkezi sinir sistemi bozuklukları, baş dönmesi, iştahsızlık, nefes darlığı ve hafıza yetersizliği gibi belirtilerle ortaya çıkmaktadır (Clayton ve Clayton 1994, Klaassen 1996). Ağır metaller, kalp ve damar hastalıklarının ortaya çıkmasında ve kan oluşum sistemlerinin bozulmasında da rol oynayabildikleri gibi anemi, zehirlenme ve erken ölüm gibi olaylara da neden oldukları belirtilmektedir (Işık ve ark. 1996, Kılıçel ve ark. 2000). Ayrıca bu metaller, proteinlerin fonksiyonel gruplarına bağlanarak birçok biyokimyasal reaksiyonu etkileyebilir, farklı yollardaki enzimatik aktivitelerde rol alabilir, çekirdek metabolizmasına ve ATP sentezine müdahale edebilirler (Viarengo 1985).

Özellikle metallerin insan sağlığı üzerinde olan etkilerinin ortaya konulmasıyla birlikte, belirli bir dozun üzerine çıkıldığında sağlık açısından tehlike oluşturabilecek kurşun,

kadmiyum, krom, arsenik ve civa gibi toksik metallere, demir, bakır, çinko, magnezyum, mangan, potasyum, sodyum gibi metallerin gıdalardaki düzeylerinin belirlenmesi yoluna gidilmiş ve yasal sınırlamalar oluşturulmuştur (Sajit 2003).

WHO ve FAO kontaminantlar üzerinde ısrarla durmakta ve bu konuda bir seri çalışmalar yapmaktadırlar. Özellikle ağır metal iyonları, bunların gıdalarla bulaşması ve günlük tolere edilebilir sınırların üzerine çıktığında sorun oluşturması, bu örgütlerin üzerinde durduğu öncelikli konulardır. FAO ve WHO'nun ortaklaşa kurmuş oldukları ve dünya standartlarını oluşturmaya yönelik çalışmaların yapıldığı Kodeks Alimentarius Komisyonu (CAC), belirli gıdalarda ağır metaller için limit değerlerin ve bazı ülkelerin kendilerine özgü maksimum değerlerin belirlenmesine yönelik çalışmalarını halen sürdürmektedirler (Yüzbaşı 2001).

Ülkemiz 1946 yılında FAO'ya üye olmuş, bu çerçevede Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği 16.11.1997 tarih ve 23172 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan "Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliği" ile gıda maddelerinde bulunabilecek maksimum metal ve metaloid konsantrasyonları belirlenmiştir (Anonim 2002).

İnsan sağlığına olumsuz etkileri olan ağır metaller ile bazı önemli mikro besin elementlerin, özellikle sanayileşmenin, gübreleme ve ilaçlamanın yoğun olarak yapıldığı tarımsal ürünlerde aranması bazı ağır metal kontaminasyonlarını ortaya çıkartabilecektir. Tekirdağ-Şarköy yöresi, ülkemizde Trakya Bölgesinde bağcılık ile birlikte zeytin yetiştiriciliğinin yoğun olarak gerçekleştirildiği bir bölge olarak ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı, ülkemizin Tekirdağ-Şarköy yöresinde üretilen ve 2010 yılı hasat dönemi mahsulü olan zeytinlerde (fabrika çevresi, ana yolların etrafında ve sulama kanallarında) bazı ağır metaller ile mikrobesein elementlerinin varlığının belirlenmesidir.



## **2. KURAMSAL TEMELLER**

### **2.1. Zeytinin Beslenme Değeri ve Önemi :**

Zeytin, çeşidine göre şekli ve rengi değişen, besin değeri açısından oldukça zengin bir üründür. Zeytinin yapısında önemli miktarda su ve yağ bulunurken protein, selüloz, şeker, mineral maddeler, hidrokarbonlar, fenolik bileşikler ve tokoferoller de bulunmaktadır. Bunlar arasında zeytinde iz miktarda bulunduğu halde özellikle yağı oksidasyona karşı koruyarak antioksidan özellik gösteren fenolik bileşikler, yağın rengi, lezzeti, oksidatif stabilitesi ve besin değeri açısından önemli rol oynamaktadır (Kristakis, 1998).

### **2.2. Dünyada Zeytin ve Zeytinyağı Üretimi**

Zeytin, zeytingiller ailesinden 35 türü bulunan bir bitki cinsidir. Zeytinin ana yurdu Anadolu'dur. Yayılma alanı ise Türkiye, Yunanistan, İtalya, Kuzey Afrika, Portekiz, İspanya ve Güney Fransa'dır (Kavaklı 2002).

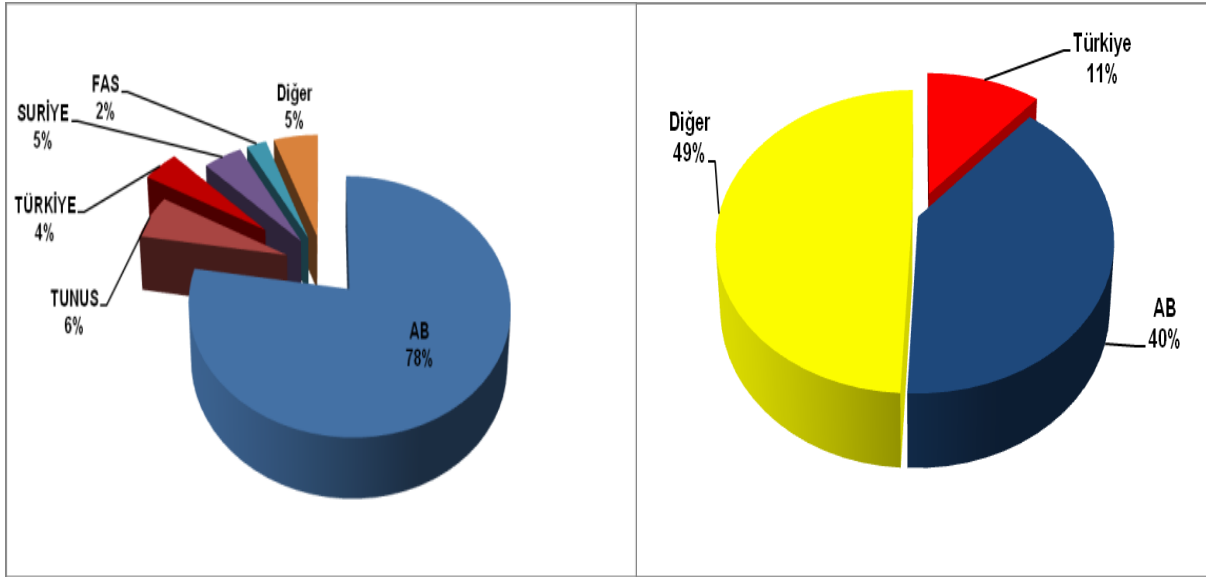
Zeytin ağacı zahmetli büyümekle birlikte, uzun ömürlü bir ağaç olup, olgun bir zeytin ağacından 15-20 kg zeytin elde edilmektedir. Ortalama 5 kg zeytinden 1 lt. zeytinyağı çıkarıldığı düşünülürse, 1 zeytin ağacı yılda ortalama 3 lt. ya da 4 lt. zeytinyağı üretebilmektedir. En fazla yağ içeren meyvelerden biri olan zeytin, ağırlığının % 20-30'u kadar yağ içermektedir (Anonim 2001a).

Zeytin ve zeytinyağı tüketiminin sürekli artışı nedeniyle, zeytin yetiştiriciliği ve zeytin üretimi de 1950'den bugüne kadar devamlı artış göstermektedir. Örneğin; 1945-1970 tarihleri arasında ağaç sayısı 2,5 kat, zeytin üretimi ise 4 kat artmıştır. Böylelikle zeytin yetiştiriciliği gelişmiş, ticarete yalnızca bir gıda maddesi olarak değil, aynı zamanda tıbbi özellikleri ve kozmetik uygulamaları açısından da önem kazanmıştır. Elde edilen zeytinin büyük bir kısmı yağ üretiminde, diğer kısmı ise sofralık zeytin ve ezme olarak kullanılmaktadır. Dünyada yıllık zeytinyağı üretimi 1.800.000 ton kadar olup, bunun % 80'den fazlası Akdeniz ülkelerinde gerçekleşmektedir (Hamdi 1993).

Dünyada, çoğunluğu Akdeniz yöresinde olan yaklaşık 750 milyon verimli zeytin ağacından üretilen zeytinyağı üretimi, 2002 yılı için 2.546.306 ton'dur. Avrupa Birliği

ülkeleri (AB) % 80-84'ünü üretirken, yalnız Akdeniz ülkeleri toplam zeytinyağı üretiminin % 97'sini üretmektedir (Paraskeva ve Diamadopoulos 2006).

Dünya zeytinyağı üretiminde Avrupa Birliği üyesi ülkelerden İspanya (% 50), İtalya (% 30) ve Yunanistan (% 18), daha sonra Tunus (% 6), Suriye (% 5), Türkiye (% 4) önemli üreticiler iken; sofralık zeytinde ise İspanya başta olmak üzere AB ülkeleri (% 39), Türkiye (% 11), ABD, Fas, Suriye, Yunanistan ve Mısır önemli üretici ülkelerdir (Şekil 1) (Anonim 2008).



Şekil 1. Dünya Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin Üretimi (%) (Anonim 2011g)

### 2.3. Türkiye’de Zeytin ve Zeytinyağı Üretimi

Zeytin ağacı genellikle eğimli, kireçli ve zayıf topraklarda, sulanmayan yerlerde yetiştiği için, ülkemiz büyük bir zeytin üretim potansiyeline sahiptir (Kavaklı 2002). Türkiye, zeytin ağacı sayısı (yaklaşık 88 milyon) ve zeytinyağı üretimi (ortanca=60000 ton/kampanya) ile Akdeniz ülkeleri arasında İspanya, İtalya ve Yunanistan’dan sonra Tunus’un yanında en önemli zeytin üreticisi ülkeler arasında bulunmaktadır (Oruç 2002).

Türkiye dünya sofralık zeytin üretiminde ikinci, yağlık zeytin ile zeytinyağı üretiminde ise dördüncü büyük üretici konumundadır (Şengül ve ark. 2003). Ülkemiz, 2002 yılı istatistiklerine göre, Dünya zeytin üretimine % 11,62 oranında, zeytinyağı üretimine ise % 6,73 oranında katkıda bulunmaktadır (Anonim 2005).

Zeytin ve zeytinyağı üretimi daha çok Ege ve Marmara bölgesinde gerçekleşmektedir. Aydın, İzmir, Muğla, Balıkesir, Manisa ve Çanakkale üretimin gerçekleştiği başlıca illerimizdendir. Türkiye’de zeytin yetiştiriciliği 35 ilimizde yapıldığı göz önüne alınırsa, zeytin ve zeytinyağının ekonomiye katkısı son derece önemlidir (Şengül ve ark. 2003).

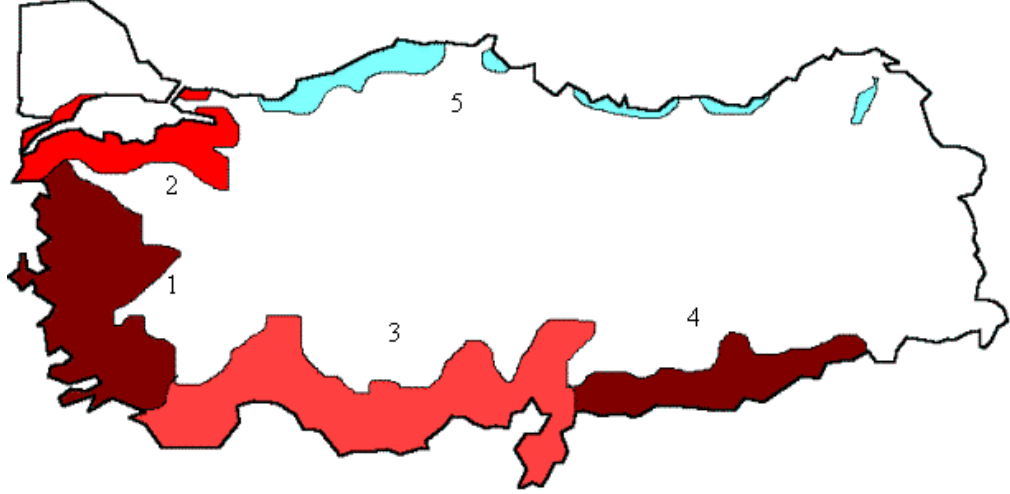
Zeytin ağacının özelliğinden kaynaklanan periyodisiteden dolayı zeytin üretimi yıllara göre inişli çıkışlı bir grafik izlemekte ve üretime bağlı olarak bir yıl düşük (yok yılı) bir yıl yüksek (var yılı) ürün alınmaktadır. Zeytin ağacında görülen periyodisiteden doğal olarak zeytinyağı üretimi de etkilenmektedir. Zeytinyağı üretiminde büyük yükselişler ve düşüşler olmasına rağmen var ve yok yılları ayrı ayrı incelendiğinde üretimde son beş yıldır artış gözlenmektedir. Yeni teknolojiyle donatılmış, rafine zeytinyağı işleme ve zeytin sıkma tesislerinin devreye girmesi ile üretimde ve kalitede artış sağlanmıştır (Şengül ve ark. 2003).

#### 2.4. Ülkemizde Zeytin Yetiştirilen Bölgeler

Ülkemizde 5 bölgede zeytincilik yapılmaktadır. Zeytin üretim alanları önem sırasıyla Ege, Marmara, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Karadeniz bölgeleridir (Şekil 3). Zeytin üretiminin % 45,4’ü Ege, % 24,8’i Akdeniz, % 25’i Marmara ve % 4,1’i Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve çok az bir oranda da Karadeniz ve İç Anadolu bölgesinde yetişir (Şekil 2) (Anonim 2011e).



Şekil 2. Ülkemizde Zeytin Üretimini Yapıldığı Yerler (Anonim 2011e)



Şekil 3. Türkiye'nin Zeytin Üretim Alanlarını Gösteren Harita

1. Ege, 2. Marmara, 3. Akdeniz, 4. Güneydoğu Anadolu, 5. Karadeniz (Numaralar bölgelerin ağaç sayısı ve üretim miktarına göre çoktan aza doğru verilmiştir) (Anonim 2011f)

Şarköy İlçesinin yıllık zeytin üretimi 5.000 ton civarında gerçekleşmektedir. Üretimde bir önceki yılda yaşanan düşük sıcaklık – donlar üretim miktarında yıllar itibariyle farklılıklar ortaya çıkarmaktadır. (Anonim 2011d).

2006 yılı itibariyle Şarköy ilçesinde 17.247,5 dekarlık alandaki kapama zeytinlik ile dağınık durumdaki toplam meyve veren 452.672 zeytin ağacından, 5.322,7 tonu sofralık, 1.955,6 tonu da yağlık olmak üzere toplam 7.278,3 ton zeytin elde edilmiştir. (Anonim 2011k).

Ege ve Marmara bölgesi 2010 yılı zeytinyağı rekoltesi; 114.664 ton, sofralık zeytin rekoltesi: 210.143 ton'dur. Ege ve Marmara bölgesi zeytinyağı rekoltesinin toplam zeytinyağı rekoltesine oranı: % 72, sofralık zeytin rekoltesinin toplam sofralık zeytin rekoltesine oranı; % 69 dur (Anonim 2011h).

Çizelge 1. Ülkemizde Bölgeler İtibariyle Zeytin Üretimi (Anonim 2001).

Bölgeler	Toplam Ağaç Sayısı	Meyve Veren Yaştaki Ağaç Sayısı	Meyve Vermeyen Yaştaki Ağaç Sayısı	Üretim ton
Ege	70 382 781	65 880 590	4 502 191	1 384 667
Akdeniz	15 920 254	12 961 205	2 959 049	298 081
Marmara	10 368 825	9 608 980	759 845	106 342
Ortagüney	125 055	112 480	12 575	4 119
Güneydoğu	205 161	164 296	40 865	2 079
Kuzeydoğu	180 750	156 900	23 850	1 855
Karadeniz	203 085	154 699	48 386	1 365
Orta Kuzey	220 479	138 755	81 724	1 331
Ortadoğu	163 610	22 095	141 515	161
<b>Türkiye Toplamı</b>	<b>7 770 000</b>	<b>89 200 000</b>	<b>8 570 000</b>	<b>1 800 000</b>

## 2.5. Ağır Metallerin Bulaşma Kaynakları

Bu tip kirlenmenin temel kaynakları fosil yakıtlar, gübreler, pestisitler, evsel atıklar, metal içeren maden filizlerinin eritilmesi yani madencilik faaliyetleri ve atmosferik depozisyonudur. Atmosferde ağır metaller genellikle partikül şeklinde bulunurlar. Atmosferden bu partiküllerin toprağa veya suya geçişi ıslak çökeltme (yağmur, kar), kuru çökeltme (gaz, toz) ve nemli çökeltme (sis, duman) ile olur (Shrivastav 2001).

### 2.5.1. Hava Kirliliği, Su ve Toprak Kirliliği

Toprak bitki örtüsünün beslendiği kaynaklarının ana deposudur. Toprak en önemli kaynaklardan biri olup; tarım dışı amaçlarla kullanılması, ağır metallerle kirlenmesi ve erozyon sonucu oluşan etkilerle kayıplara uğramakta ve verim düşmektedir. Dünya üzerindeki bütün topraklar çok yönlü baskı altında bulunmaktadır. Bunun sonucunda verimli toprakların yerini, kıraç ve çorak araziler ile çöller almaktadır. Hava ve su kirlenmesi, küresel iklim değişimi, hızlı nüfus artışı gibi temel ekolojik sorunlar hiç kuşkusuz toprak kirliliğinde

önemli roller oynamaktadır. Ancak bu faktörlerin yanında, yoğun tarım işletmeciliği uygulaması da etkili olmaktadır. Gerçekten, aşırı derecede mineral gübre kullanımı, hatalı sulama, tarımsal zararlılarla mücadelede kullanılan kimyasal maddeler, toprağın verimliliğini ve bunun sürekliliğini tehlikeye sokmaktadır. Toprağın kirlenmesine neden olan süreçler ve kaynaklar birbirinden farklı iki grupta toplanabilir, bunlardan birincisi toprak dışındaki ekosistemlerde meydana gelen çevre kirlenmesinden kaynaklanan kirleticilerdir. Diğeri ise, insanlar tarafından toprağın içine ve üstüne getirilen zararlı maddelerdir: Bunlar, tarımsal aktivitelerle toprağa verilen mineral gübreler, tarımsal endüstri atık maddeleri, sıvı ve katı gübreler gibi maddelerdir (Anonim 2011a).

Havadaki kirlenici maddelerin toprağı kirlenmesi; fabrika bacalarından, termik santrallerden ve konut bacalarından gaz, aerosol (gaz-toz veya gaz-sıvı karışımı) ve katı parçalar halinde çıkan zararlı maddeler, çeşitli yollarla toprağa ulaşarak, toprakta birikirler, bazı kimyasal ve biyolojik reaksiyonlara girerek toprağa zarar verirler. Zarar şekilleri toprağın verim gücü üzerinde rol oynayan fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerini bozmak, toprak canlılarını öldürmek şeklinde olabilir (Anonim 2011b).

Hava kirlenici olarak toprağa ulaşır, kirlilik yaratan gaz maddeler, özellikle sıvı maddelerden sülfürik asit içeren yağışlardır. Atmosferden toprağa ulaşan katı parçacıklar (tozlar), kimyasal bileşim bakımından çeşitlidir. Bunlar sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, alüminyum, mangan ve demir gibi mineral maddelerdir. Hava yoluyla toprağa gelen ağır metal parçacıkları toprağa çok yönlü zararlı etkilerde bulunmaktadır. Sulardaki toprak kirlenici maddeler, endüstriyel ve kentsel atık sular içindeki zararlı maddeler ile çöplerden kaynaklanan yüzey ve sızıntı sular, çiftlik gübrelerine ait çözeltiler, sulardaki toprak kirlenici başlıca kirlenicilerdir. Bunlar ya doğrudan, ya da kontrolsüz sulamalarla toprağa giderek, içerdikleri zararlı maddelerle toprağın doğal özelliklerini bozmakla ve verimini azaltmaktadır. Tarımsal aktivitelerin yarattığı toprak kirlenicileri bu hususta toprağı kirlenerek zarar veren başlıca kaynaklar şunlardır:

- Toprağa verilen mineral maddeler, özellikle azotlu gübreler,
- Tarımsal zararlılara karşı kullanılan kimyasal mücadele ilaçları,
- Tarımsal sanayi kuruluşlarında meydana gelen atık maddeler, bunlar genellikle, et kombineaları, deri işleyen sanayi, yağ ve yem fabrikaları, şeker ve bira sanayi üretim

işletmeleri, tekstil ve konserve fabrikalarıdır.

Diğer toprak kirletici madde kaynakları da petrol, mineral yağlar, radyoaktif maddeler, katı atık maddeler uçucu küller ve tuzlardır (Anonim 2011c).

## **2.6. Ağır metaller**

Yerkabuğunda, okyanuslarda ve atmosferde 92 ve ayrıca 22 kuramsal veya gözlenen element olduğu bilinmekte olup, bunların bir kısmının insan sağlığındaki rolü henüz keşfedilmemiş yüzlerce izotopu bulunmaktadır (Sarkar 2002, Selinus ve ark, 2005, Baba ve ark. 2009, Bakar ve ark. 2009, Howard 2001, Sienko 1983).

Ağır metal terimi fiziksel özellik açısından yoğunluğu  $5 \text{ g/cm}^3$  'ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Bu gruba kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, cıva ve çinko olmak üzere 60 'tan fazla metal dahildir. Bu elementler doğaları gereği yer kürede genellikle karbonat, oksit, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatlar içinde hapis olarak bulunurlar. Her ne kadar metallerin yoğunluk değeri üzerinden hareketle ekolojik sistem üzerindeki etkileri tanımlanmaya, gruplandırılmaya çalışılıyorsa da gerçekte metallerin yoğunluk değerleri onların biyolojik etkilerini tanımlamaktan çok uzaktır. Element ve minerallerin insan sağlığı ile olan ilişkisini, insan vücudundaki her doku, sıvı, hücre ve organda dengelerini koruduğunu bilmenin insan sağlığını korumada temel olduğu açıktır (Kahvecioğlu ve ark. 2009, Güven ve ark. 2009, Sarkar 2002, Selinus ve ark. 2005, Dökmeci ve Dökmeci 2005, Sienko 1983).

### **2.6.1. Kobalt (Co)**

Kobalt doğada yaygın bulunmakla birlikte yer kabuğunun yalnızca % 0,001'ini oluşturmaktadır. Yer ve gök taşı kökenli nikelde demirde, öbür elementlerle birleşmiş halde doğal sulara, toprakta, bitkilerde ve hayvanlarda az miktarda rastlanır. Çoğu demir, nikel bakır, gümüş, mangan, çinko ve arsenik cevherlerinde eser miktarda bulunur. Parlatılmış kobalt, maviye çalan gümüş beyazı rengindedir (Elçi ve Özcan 2002).

Kobalt, çevreye doğal kaynaklardan ve kömür, petrol ya da kobalt alaşımı ürünlerin yanmasıyla girer. Havada parçacık halinde bulunup, birkaç günde su veya

toprağa düşerek, parçacıklara bağlanır. Bazı kobalt bileşikleri suda çözülebilir, çevrede yok olmaz ancak form değiştirir. Çevredeki radyoaktif kobalt miktarının artmasının tek sebebi radyoaktif bozulmadır. Solunum, gıda ve içme suyuyla düşük miktarda kobalt alımı söz konusudur. İnsan sağlığına hem zararlı hem de faydalı olabilir (Anonim 2003). Yüksek düzeyde kobalt radyasyonu, hücrelerdeki genetik materyalleri değiştirerek, bazı kanser tiplerinin gelişmesine sebep olabilir (Özdilek 2002, Türkmen 2003, Anonim 2003).

Günlük besin ihtiyacımızda çok küçük bir yer teşkil eden kobalt, kırmızı kan hücrelerini üretiminin ve sinir düzenlenmesinde kullanılan B12 vitaminin bileşenidir. En fazla karaciğerde birikip, yüksek düzeylerde alımı, insanlarda akciğer, kalp, karaciğer, böbrek ve deri hastalıklarına sebep olabilir. Gıda yoluyla yüksek düzeyde radyoaktif olmayan kobalt alımının insanlarda kanserojen olmadığı bildirilmektedir (Özdilek 2002, Türkmen 2003, Anonim 2003).

### **2.6.2. Krom (Cr)**

Doğada hiçbir zaman katıksız halde bulunmaz; krom metali kromit cevherinden ya da kromitle karışık bir demir cevherinden elde edilir. Doğal topraklardaki kromun esas kaynağı ise toprağın aşınmasıdır. Çeşitli tür toprakta, bu elementin ortalama derişimi 0.02-58  $\mu$  mol/g arasında değişir. Toprakta, bölgesel krom derişimindeki artış, endüstriyel aktivitelerin atıklarından krom taşıyan tortular ve atmosferden kaynaklanır (Elçi ve Özcan 2002).

Doğal sulardaki krom, Cr(III) ve Cr(VI) şeklinde iki kararlı oksidasyon basamağında bulunur. Bu iki tür arasındaki bulunuş ve oran, kimyasal ve fotokimyasal redoks oluşumu, çöktürme, çözünme, adsorpsiyon, desorpsiyon reaksiyonlarını içeren çeşitli işlemlere bağlıdır.

Atık sularda bulunan çeşitli krom türlerinin özelliği, çeşitli endüstriyel kaynakların atıklarındaki değişik fizikokimyasal şartlardan dolayı, doğal sularda bulunduğundan bileşiklerine, pH'a, materyal işlemlerinden gelen organik ve/veya inorganik atıklara ve üretim endüstrisindeki (kromat renkli pigmentler ve korozyon önleyici pigmentler) atık suyunda bulunur. Çeşitli organik ve inorganik ligandların varlığı, krom tayininde suyuundaki Cr(III), en çok beklenen krom türü olmasına rağmen, tortuda meydana gelen redoks reaksiyonları, Cr(V)



derişimini artırabilir. Zayıf asidik veya nötr atık suda az çözünen Cr(III) bulunması ihtimali yüksektir. Fakat, materyal işleminde gelen yüksek miktardaki organik madde derişimi, çözünen Cr(III) komplekslerinin oluşmasında etkili olur (Elçi ve Özcan 2002).

Nehir, göl ve okyanus olmak üzere, üç farklı doğal suya krom taşınabilir. Taşıma yönleri, bu alt sistemlerdeki sıcaklık, derinlik, karışım derecesi, oksidasyon şartları, organik madde miktarı gibi spesifik şartlar ile kontrol edilebilir.

Krom, kayalar, hayvan, bitki, toprak, volkanik toz ve gazlarda doğal olarak bulunan bir element olup, çevrede birkaç formu olabilir. Bunlardan en yaygını; CrO, Cr<sup>+3</sup>, Cr<sup>+6</sup>'dır. Çelik üretiminde, alaşım yapımında, metal endüstrisinde, krom kaplamada ve paslanmayı kontrol edici madde olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda boya, tuğla ve deri endüstrisi ile gıda koruyucu madde olarak kullanılmaktadır. Kromun farklı tipleri organizmalarda farklı toksik etkilere sahiptir (Anonim 2003).

3 ana şekilde (Cr<sup>0</sup>, Cr<sup>+3</sup>, Cr<sup>+6</sup>) bulunabilen krom bileşikleri tatsız ve kokusuzdur. Sadece Cr<sup>+3</sup> bileşikleri vücut için diyetle eser miktarlarda alınması gerekli elementlerdir. Diğer formlardaki kroma vücudun ihtiyacı yoktur. Krom partikülleri havaya karıştığında 10 gün kadar kalabilir. Toprak partiküllerine sıkıca yapışır. Suda dibe çöker, topraktan küçük miktarlarda sulara karışabilir. Havadan solunarak, suyla ve besinlerle vücuda alınabilir (Anonim 2005a). Cr<sup>+3</sup> doğal olarak pek çok taze meyve, sebze, et, bira mayası ve hububat tohumlarında bulunabilir. Farklı işleme, depolama ve hazırlama metotları gıdanın krom içeriğini değiştirebilir. Paslanmaz çelik kutular ve pişirme kaplarında depolanan asitli gıdalar paslanmaz çelik kaplardan dolayı yüksek miktarda krom içerebilir (Anonim 2003).

Krom vücutta insulin hareketini sağlayarak karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkiler. Başta insan bünyesinde olmak üzere canlı organizmalardaki davranışı oksidasyon kademesine ve oksidasyon kademesindeki kimyasal özelliklerine ve bulunduğu ortamdaki fiziksel yapısına bağlıdır. Günde krom alımı ortalama 30-200 µg'dır. Hegzavalent krom (Cr<sup>+6</sup>) trivalent kroma (Cr<sup>+3</sup>) göre daha toksiktir. Cr<sup>+6</sup>'nın hava yoluyla vücuda alınması ile burun akmaları, burun kanamaları, kaşınma ve üst solunum yollarında delinmelerin yanı sıra kroma karşı alerji gösteren insanlarda da astım krizleri görülebilir (Kahvecioğlu ve ark. 2006).

### 2.6.3. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum gümüş beyazı renginde bir metaldir. Havada hızla kadmiyum oksite dönüşür. Kadmiyum sülfat, kadmiyum nitrat, kadmiyum klorür gibi inorganik tuzları suda çözünür. Kadmiyum doğada çinko ile birlikte bulunur. Çinkonun rafinasyonu sırasında yan ürün olarak elde edilir. Kadmiyum bileşikleri; metallerin kaplanması, bakır gibi diğer metal alaşımlarında, alkali bataryalarında, plastiklerde stabilizer veya pigment olarak kullanılmaktadır. Kadmiyum kirliliğinin başlıca kaynakları lastik aşınması ve dizel yağlardır. Kadmiyum içeren madde veya eşyaların çevreye atılması ve kadmiyumun kullanımı sırasında yapılan aktiviteler de atmosferik kadmiyum kirliliğini meydana getirir (EPA 1987).

Kadmiyumun çevreye yayılmasında rol oynayan insan etkinlikleri olarak, sanayi faaliyetlerinde kadmiyum kullanımı, fosil yakıtların yakılması, tarımda arıtma çamuru uygulamaları ve fosfatlı gübrelerin kullanımı gösterilmektedir. Kadmiyum kalıntıları ile çevre kirlenmesine neden olan sanayi kuruluşlarının başında; gübre fabrikaları, kurşun-çinko maden ocakları ile demir-çelik ve çinko-kadmiyum işletmeleri gelmektedir. Kadmiyum atıklarının % 56'sı gübre sanayi atıklarından, bu miktarın da % 48'i ise fosfat üretiminden kaynaklanmaktadır (Anonim 2004a).

Kadmiyum toprak organik maddesine çok fazla ilgisi olan ağır metaldir. Toprak oluşumunun ileri kademelerinde miktarı artmaktadır. % 80'den fazla yağışlarla çözülmüş formda yeryüzüne ulaşır. Orman ağaçlarında intersepsiyon olayı nedeniyle konsantrasyonu daha fazladır (İntersepsiyon: Yağışların bir kısmının bitkilerin taç kısmı tarafından tutularak toprağa ulaşmadan buharlaşması olayı). En fazla yaprakta en az kökte birikim gösterir (Benavides ve ark. 2005).

Endüstri bölgelerinde kadmiyum içeriği bağlı olarak yüksektir. Atmosfere kadmiyum sıvı ve katı fosil yakıtların, odun ve kağıt ile tüm organik kökenli maddelerin yakılması sonucu karışır. Kömürde kadmiyum miktarının 50 ppm'e değin ulaşabilmektedir, petrol ve sıvı yakıtlarda ise kadmiyum içeriğinin ortalama 0,01 ppm'dir (Müezzinoğlu 1987).

Atmosferdeki kadmiyumun diğer bir kaynağı da motorlu kara taşıtlarının lastik

tekerleklerinin aşınması sonucu atmosfere karışan tozlardır. Motorlu kara taşıtlarının lastik tekerleklerindeki kauçukta 20-90 ppm kadmiyum bulunmaktadır. O nedenle trafiğin yoğun olduğu ana yol kenarlarına yakın bitkilerde kadmiyum içeriği bağıl olarak daha yüksektir (Alp 1991).

Topraktaki Cd kirliliğinin nedenleri Zn madenleri, arıtma çamuru ve fosforlu gübre uygulamalarıdır (Mengel ve Kirkby 1987). Arıtma çamurundaki Cd miktarının 1-3410 mg/kg aralığında bulunabileceğini, ortalama değerin 10 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir (Kabata-Pendias ve Pendias 1992). Azotlu gübrelere 0,05-8,5 mg /kg, fosforlu gübrelere 0,1-170 mg/kg ve atık sular ile sulama ile 20-1500 mg/kg toprağa Cd geçebileceğini bildirmişlerdir (Köleli ve Kantar 2005). Fosforlu gübre üretmek için tamamen yurt dışından ithal edilen ham fosfat kayasında Cd miktarının 358 mg/kg olduğunu saptamışlardır.

Kadmiyumu, çevre korumacılar tehlikeli bir ağır metal olarak nitelendirmişlerdir. Bitkilere, hayvanlara ve insanlara kuvvetli toksik etki yapabilmektedir. Kadmiyum, toksiklik bakımından kurşundan sonra ikinci sırada yer alır. İnsanlarda diyabetik böbrek komplikasyonları, yüksek tansiyon, osteoporozis, böbreklerde taş oluşumu, lösemi, akciğer, böbrek, idrar kesesi, pankreas, göğüs ve prostat gibi bazı organlarda kanser gelişimine neden olduğu yapılan bazı araştırmalarda ortaya konmuştur (Saffron 2001, Schwartz ve Reis 2000).

Kadmiyum vücutta %20 lik gibi bir oranla çok iyi absorbe edilemiyor olsa bile, bu diğer birçok metale kıyasla oldukça yüksek bir orandır. Kısa süreli olarak 0,05 mg/kg kadmiyum alınımı mide rahatsızlıklarına neden olurken, uzun süreli (>14 gün) 0,005 mg/kg/gün dozu karaciğer, böbrek ve kemiklerde önemli problemlere neden olmaktadır (Anonim 2010).

Kadmiyumun suda çözünürlüğü yüksektir. Bu nedenle bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınır. Normal olarak insan vücudunda 40 mg kadar kadmiyum bulunabilmektedir. Kadmiyum ve bileşikleri vücutta birikerek ilerleyen yaşlarda yüksek tansiyona da sebep olabilmektedir. Kronik kadmiyum zehirlenmesinde ortaya çıkan en önemli etki akciğer ve prostat kanseridir. Kemik erimesi, kansızlık, diş dökülmesi ve koku duyusunun yitirilmesi önemli etkilerindendir (Yağmur ve ark. 2003).

#### **2.6.4. Nikel (Ni)**

Günümüzde mutlak gerekli elementlerden biri olarak kabul edilen nikelin tarım topraklarındaki konsantrasyonu genelde çok azdır. Ancak, serpantin gibi ultra bazik püskürük kayalardan oluşan toprakların nikel içeriği 100-5000 mg Ni/kg arasında değişmektedir (Kacar ve Katkat 2006). Nikel kömür (10-50 mg Ni/kg), petrol (49-345 mg Ni/kg), çelik, alaşım üretimi, galvaniz ve elektronik endüstrisinde kullanılmaktadır. Kritik toksik düzey toprakta 100 mg/kg, duyarlı bitkilerde  $> 10 \mu\text{g/g}$  kuru madde ve orta düzeyde duyarlı bitkilerde ise  $> 50 \mu\text{g/g}$  kuru maddedir (Özbek ve ark. 1995). Nikel, kilyet bileşiklerini kolaylıkla oluşturması nedeniyle, bitkilerdeki enzimlerde ve fizyolojik aktif merkezlerde bulunan ağır metallere yer değiştirir. Nikel üreaz ve birçok hidrogenaz enzimlerinin metal yapı maddesidir. Bu nedenle nikel içerikleri az olan bitkiler üre şeklinde uygulanan azotlu gübreden yararlanamazlar bitkilere de toksik etki yaparlar (Kacar ve Katkat 2006).

Nikelin bilinen biyolojik fonksiyonu olmamakla birlikte orta seviyede zehirleyici özelliği vardır. Doğal yayılımı yanında insan aktivitelerine bağlı olarak doğada bulunmaktadır. Nikelin organik formu, inorganik formundan daha zehirleyicidir. Deriyi tahriş etmesinin yanında kalp-damar sistemine çok zararlı ve kanserojen bir metaldir. Zararlı etkilerine rağmen nikel ve tuzlarıyla zehirlenme nadir rastlanan bir vakadır. Nikel yakıtların yanması, madencilik ve rafinasyon işlemleri ve kentsel atıkların küllleştirilmesi ile atmosfere yayılmaktadır. Bunun yanı sıra lağım çamuru karışmış toprakta ve sigarada (0 - 0.51  $\mu\text{g/sigara}$ ) bulunmaktadır. Derideki etkileşim nikel içeren takı kullanımında ortaya çıkabilmektedir. Nikel madenciliği ve ergitme endüstrisinde mesleki maruziyet görülmektedir. Kimyasal endüstride ise nikel elektrolitik olarak kaplamada kullanılmaktadır (Anonim 2010a).

#### **2.6.5. Kurşun (Pb)**

Kurşun en yoğun metallere birisidir ve tüm dünyaya değişken konsantrasyonlarda yayılmıştır. Toprak ve suda bulunur. Sularda diğer bileşiklerle çözünmez bileşikler oluşturma eğilimindedir. Bitkilerde de bulunur. Kurşunsuz benzin kullanımının başlaması ile birlikte doğada yayılımları düşmeye başlamıştır (Kahvecioğlu ve ark. 2009, Dökmeci ve Dökmeci 2005, Klaassen 2009, Anonim 2009).

Mesleki maruziyet daha belirgin olarak kaynaklarda geçmekle beraber tüm dünyada yaygın olarak bulunması nedeni ile çok farklı maruziyet yolları da vardır. Ana maruziyet yolları olarak boyalar, konserveler, su tesisatı ve kurşunlu benzin gösterilmektedir. Her ne kadar kanunlar ile maruziyet dereceleri düşürülmeye çalışılmışsa da eskiden kullanımın olduğu yerlerde maruziyet devam etmektedir. Ayrıca kontamine toprakta yetişen sebzeler, kurşun kullanılan kristaller gibi başka nedenler ile maruziyet de gelişmektedir. Endüstriyel olarak ise inşaat, akü üretimi, boyacılık ve seramik sanayisinde hem çalışanlar hem de çevredekiler için risk mevcuttur (Kahvecioğlu ve ark. 2009, Bilir ve Yıldız 2004, Dökmeci ve Dökmeci 2005, Klaassen 2009).

Mavimsi veya gümüş grisi renge yumuşak bir metal olan kurşun özellikle kuru depozisyonla (çökelme) halojenürler formunda etkili olmaktadır. Son derece immobil bir elementtir. Toprak organik maddesine sıkıca bağlanmaktadır. Ağaçlarda ve dikenli-tüylü yapraklı, otsu bitkilerde diğer bitkilerden daha fazla birikim göstermektedir. En çok köklerde birikim gösterir. Bunu yaprak, gövde ve meyve izler. Başlıca kaynakları otomobil emisyonları, maden ocakları ve kurşun işleyen endüstri kuruluşlarıdır. Kurşunun tetraetil veya tetrametil gibi organik bileşenlerinin yakıt katkı maddesi olarak kullanılmaları nedeniyle kirletici parametre olarak önem gösterirler. Atmosferdeki kurşunun yaklaşık olarak % 80-90'ı yakıtlara katkı maddesi olarak ilave edilen alkil kurşunun yanması sonucunda meydana gelir. Motorlu taşıtlarda kullanılan yakıtların yanması ile atmosfere yayılan kurşun miktarı ülkeden ülkeye, kaynaktan kaynağa değişim gösterir. Ayrıca kurşun cevherinin çıkarılması amacı ile yapılan çalışmalar ve endüstriyel faaliyetler atmosferik kurşun emisyonuna katkıda bulunur (EPA 1987, Peng ve ark. 2005).

Doğal toprak oluşumu olayları dışında kurşun en fazla madencilik faaliyetleri sonucunda çevrede bulunmaktadır. Ancak kurşun içeren boyalar ve evsel atıkların içerisinde de önemli ölçüde kurşun bulunmaktadır. Kurşunun diğer kaynakları arasında da kurşun işleyen fabrika bacaları pil üretimi, metal işleme, gübreler ve pestisitler de sayılabilir. Kurşun oranı düşürülmüş benzinde bile yine belli oranda toksik olabilecek düzeyde kurşun bulunmaktadır. Kurşun içeren partiküller karayolları kenarından 30 metre mesafeye kadar yayılabilir ve hava hareketleri ile de atmosfere geçebilir (Sharma ve Dubey 2005).

İnsan vücudundaki kurşun miktarı tahmini ortalama olarak 125-200 mg civarındadır ve

normal koşullarda insan vücutu normal fonksiyonlarla günde 1-2 mg kadar kurşunu atabilme yeteneğine sahiptir. Birçok kişinin maruz kaldığı günlük miktar 300-400 mg'ı geçmemektedir. Buna rağmen çok eski iskeletler üzerinde yapılan kemik analizleri günümüz insanı kemiklerinde, atalarımızdakinin 500-1000 katı kadar fazla kurşun bulunduğunu göstermektedir (Bigersson ve ark. 1988, Duffus 1980).

Besin zincirinde kurşun yayılımını genellikle midye türü kalsiyumlu kabuklular üzerinden ve kalsiyuma bağılı olarak gerçekleştirir. Tek hücreli canlıların ve balıkların 0,04 – 0,198 mg/l inorganik kurşun içeren suları tolere edebildikleri ancak daha düşük miktarlarda kurşunun besin yoluyla alınmasında akut zehirlenme gösterdikleri bilinmektedir (Anonim 2002).

Kurşunun çoğu kemiklerde depolanmasına rağmen beyne, anne karnındaki cenine ve anne sütüne de geçebilmektedir. Bebekler ve çocuklarda düşük olan kurşun oranı, ilerleyen yaşla beraber, kurşuna maruz kalınmasıyla artış göstermektedir. Kanda 40 mg/l seviyesini aşınca tansiyon artırıcı etki de ortaya çıkar. Diğer taraftan kronik kurşun alınımı ile sperm sayısı ve morfolojisinde sınırlanır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Sınıflandırmasına göre (1995) kurşun 2. sınıf kanserojen gruptadır (Anonim 2002).

Kurşun elementinin insan sağlığı üzerine akut ve kronik dönemlerde farklı ve zararlı etkileri olduğu bilinmektedir. Bu etkiler polinöropati, ensefalit, anemi, hipertansiyon, bilişsel fonksiyonlarda bozulma (özellikle çocuklarda), ensefalit, böbrek fonksiyon bozuklukları, bağışıklık sistemi bozuklukları, üreme fonksiyonlarında muhtemel bozulmalar ve muhtemel kanserojen etki (sınıf 2B) olarak özetlenebilir (Kahvecioğlu ve ark. 2009, Dökmeçi ve Dökmeçi 2005, Klaassen 2009, Sönmez 2002, Paglia 1999).

#### **2.6.6. Bakır**

Bakır, organizmada her tür bakteri varlığı için gereklidir. İnsanlardaki yoğunluğu ağırlıkta 1,5–2,5 mg kadardır. Ancak yeni doğanlarda vücut önemli miktarda bakır rezervine sahiptir. Organizma ortalama bakır varlığına göre karaciğer, dalak, böbrekler, kıllar 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. Bakır varlığı bakır yetersizliği hakkında iyi bir göstergedir.

Bakır 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. Bakır kemik gelişimi üzerine etki etmektedir. Ayrıca merkezi sinir sisteminin düzenli çalışmasını sağlar. Birçok enzimlerin yapılarına girer ve aktivitelerini temin eder. Bakır kullanımından sonra genel olarak mikroorganizma sayısı azalır. Bu etki kullanılan bakır bileşiklerinin mide, bağırsak yolunda çözünme durumuna büyük ölçüde bağlılık gösterir. Karaciğer gibi bazı iç organlarda bakır içeriğinin artması hali pek arzu edilmez. İhtiyaçtan fazla alınan bakır, karaciğer ve diğer dokularda birikmeye başlar. Bakırın absorpsiyonu çok yavaş olduğundan ancak çok yüksek dozları zehirli 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. (Kılıç 1984).

Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) araştırmaları sonucu elde edilen verilerle bir özet yapmıştır. Buna göre, bütün IAEA verileri göz önüne alındığında, belirtilen ortalama bakır alımının %10'u, yetişkinler için alınması önerilen ortalama günlük bakır değeri olan 1,2 mg'ın altında olduğu, %25'inin ise ortalama bakır değeri olan 1,4 ün altında olduğu belirtilmiştir. Bazı toplumlarda günlük alınan bakır değerinin önerilen değerin 5 kat olduğu gözlemlenmiş fakat bu alımın yinede bakır alımındaki günlük maksimum sınır 12 mg'ı aşmadığı belirtilmiştir (Anonim 2006).

WHO ve FAO tarafından yiyecekler için izin verilen bakır seviyesi 4 mg/kg'dır. Çinko metalinde olduğu gibi bakır metalinin de fazlalığı kadar eksikliği de zararlıdır. (Anonim 2006).

### **2.6.7. Çinko**

Esansiyel bir element olan çinkonun vücuttaki ağırlığı 20–30 mg/kg canlı ağırlık arasındadır. Fizyolojik olarak farklı yoğunluklarda da olsa aktif tüm hücrelerde çinko bulunur. Fazla alınımı halinde kemik, diş, deri ve kıl yünde önemli miktarda depolanır. Her düzeyde emilir. Diğer bazı maddeler emilimi engelleyebilir. Phytin bunlardan en önemlisidir. Bazı yağ maddeleri de çinko emilimi üzerinde etkin rol alabilir. Boşaltma tamamen gübre ile olur.

Gübrede saptanan çinkonun bir kısmı sindirilmeyen diğer geri kalanı da pankreas sekretlerinden kaynaklanan yani endagon kaynaklı çinkodur (Kılıç 1984).

Vücuttaki pek çok fonksiyonda görev alan çinko, vücuttaki her hücrede bulunur. Çinko günlük anlamda alınması gereken bir mikro kimyasaldır (Anonim 2006a).

RNA ve DNA oluşumu ve proteinlerin enerjiye dönüştürülmesi için çok önemlidir. Özellikle kalp, beyin ve üreme sistemi çinkoya ihtiyaç duyar. Zihinsel fonksiyonlarda, vücudun kendi kendini iyileştirmesi ve yenilemesi gereken durumlarda, kanın stabilizasyonunda, vücuttaki alkali dengesinin korunmasında önemli roller üstlenir. Vücuttaki yoğunluğunun demirden sonra en fazla olan ikinci madde olan çinko, büyümenin ve cinsel gelişimin normal olmasını, yaraların iyileşmesini sağlar. Vücudumuzda en çok erkeklerde prostat bezinde bulunur. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından yiyecekler için izin verilen çinko seviyesi 60 mg/kg dır (Anonim 2006a).

#### **2.6.8. Demir (Fe)**

Demir, insan ve diğer pek çok canlı türü için temel bir elementtir. Erişkin bir insan vücudunda 3-4 gram demir vardır ki, vücudun % 0,004'ünü oluşturur. Tüm vücut tartısının % 7'sini oluşturan kan demirinin % 70'ini içerir. Kanın % 15'ini teşkil eden hemoglobinde % 0,335 demir vardır. Demir dokuya oksijen taşınması ve dokudaki oksidasyon olaylarının sürdürülmesi için gereklidir. Vücutta ve besinler içerisinde büyük kısmı organik maddelerle birleşmiş durumda bulunmaktadır. Vücutta demir, öncelikle ince bağırsaklarda kontrol edilir. İnce bağırsak demir için hem emilim hem de dışlama işlemini yapar (Ezer ve Laçin 2005).

Erişkin bir insanın günlük demir ihtiyacı 10 mg olarak hesaplanmaktadır. Kadın ve çocukların erkeklere göre demir ihtiyacı daha fazladır (Ezer ve Laçin 2005) .

Besinlerin çoğunda pek az demir vardır. Besin maddeleri arasında en fazla demir içerenler, kasaplık hayvanların karaciğer, böbrek, kalp ve dalak gibi iç organları, yumurta sarısı ve bira mayasıdır. Bitkisel besinlerden kuru baklagil tohumları da fazla demir içermektedir. Sayılan besinlerin 100 gramında bulunan demir miktarı 5 mg'ın üstündedir. Daha az oranda olmak üzere tavuk, balık, ve deniz ürünleri dahil bütün et ürünlerinde,



kabuğundan ayrılmış buğday tanesi ve ondan yapılan unda, yulafta, yeşil sebzelerde, incir, ceviz, fındıkta da bulunmaktadır. Buna karşılık sütte, süttten yapılan ürünlerde ve yeşil olmayan sebzelerin çoğunda demir miktarı düşüktür (Ezer ve Laçin 2005).

## 2.7. Ağır Metallerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Enüstriyel faaliyetler sonucunda hava, toprak ve su ortamlarına yayılan ağır metaller besin zinciri yoluyla ya da havadan aerosol olarak solunmaları sonucunda insan ve hayvanların bünyesine ulaşarak etkin olurlar. Ağır metaller biyolojik proseslere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir, ancak yüksek dozları insan sağlığını olumsuz etkiler. **Kurşun**, insan metabolizması ve ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal özelliğini taşımaktadır. İnsan vücudundaki kurşun miktarı ortalama olarak 125-200 mg civarındadır. Kurşun gastrointestinal ya da solunum yolu ile emilir. Organik kurşun ayrıca deriden de hızlıca emilir. Çocukların kurşunu absorbe etme oranı %50 iken bu oran erişkinlerde %10 olarak bulunmuştur. Kana karışan kurşun kemiklere ve diğer organlara yayılmaktadır. Kemiklerde biriken kurşun zamana bağlı olarak çözünerek böbreklerde tahribata neden olur. Ayrıca anne sütü, tükürük, saç ve tırnaklarda da bulunur. Kurşun toksisitesi hücre zarlarına ve mitokondrilere olan afinitesinden kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak oksidatif fosforilasyon ve ATP azlar üzerine etkileri ortaya çıkmaktadır. Ek olarak kurşun gen ekspresyonunu etkileyebilecek şekilde nükleuslar içine girmesini sağlayacak şekilde inklüzyon cisimcikleri oluşturmaktadır. Beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarının bozulmasına sebep olur (Kahvecioğlu ve ark. 2006).

Kurşun zehirlenmesi tarih boyunca bilinen mesleki bir hastalıktır. Hipokrat'tan Ramazin'niye kadar pek çok kaynakta belirtilmiştir (Kahvecioğlu ve ark. 2009, Bilir ve Yıldız 2004, Dökmeci ve Dökmeci 2005, Klaassen 2009).

İnsan vücudunda en fazla bulunan element olarak kabul edilen demir, hücre prosesinde, DNA, RNA ve protein sentezi, elektron taşınımı, hücre solumu ve çoğaltılması, gen düzenlenmesi gibi çok önemli roller üstlenmiştir. (Andrews 1999, Andrews ve Fleming 1999, Andrews ark. 1999, Boldt 1999, Conrad ark. 1999, Lieu ark. 2001).

Hücrelerdeki **demir** seviyesi çok yükseldiğinde toksik özellik göstermektedir. Demirin

toksik etkisi, DNA hasarı, protein, lipid ve karbonhidrat sentezinin bozulması, hücre çoğalmasındaki bozukluklar şeklindedir (Halliwell 1992, Halliwell ve Gutteridge 1992, McCord 1998, Schaich 1992, Smith ark. 1992). Ayrıca bazı kanser türleri özellikle kolon kanseri, Parkinson ve Alzheimer hastalıkları gibi rahatsızlıkların oluşum basamaklarında rol oynadığı bildirilmiştir. (Youdim 1988, Dexter ark. 1991, Smith ark. 1992, Sussman 1992, Knekt ark. 1994).

**Bakır** bitki ve hayvan dokularında bulunan eser elementlerdendir. Fazla alınan bakır vücut için toksiktir. Vücuttaki bazı enzimlerin çalışmasını engellemektedir. (Ponta ark. 2002). Bakırın seruloplazminle bileşik yapması vücut dengesi ve atılım için önemlidir. Atılım bloke edildiğinde veya azaldığında seruloplazmin sentezi azalmaktadır. Ayrıca sinir sistemini de etkileyerek dimans (bunama) ve karaciğer fonksiyon bozukluklarına yol açmaktadır. (Aksoy 2000). (Berg ve ark. 1998)'de yaptıkları araştırmada, kan serumda yüksek miktarda elementinin bulunması halinde kadınlarda kardiyovasküler ve trombotik riskin yükseldiğini saptamışlardır.

**Kadmiyumun** suda çözünürlüğü yüksektir. Bu nedenle bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınır. Normal olarak insan vücudunda 40 mg kadar kadmiyum bulunabilmektedir. Kadmiyum ve bileşikleri genellikle böbrekler ve karaciğerde birikirler ve ilerleyen yaşlarla böbreklerdeki birikim yüksek tansiyona da sebep olabilmektedir. Kronik kadmiyum zehirlenmesinde ortaya çıkan en önemli etki akciğer ve prostat kanseridir. Kemik erimesi, kansızlık, diş dökülmesi ve koku duyumunun yitirilmesi önemli etkilerindedir (Yağmur ve ark. 2003).

**Krom** vücutta insulin hareketini sağlayarak karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkiler. Başta insan bünyesinde olmak üzere canlı organizmalardaki davranışı oksidasyon kademesine ve oksidasyon kademesindeki kimyasal özelliklerine ve bulunduğu ortamdaki fiziksel yapısına bağlıdır. Günde krom alımı ortalama 30-200 µg'dır. Hegzavalent krom ( $Cr^{+6}$ ) trivalent kroma ( $Cr^{+3}$ ) göre daha toksiktir.  $Cr^{+6}$ 'nın hava yoluyla vücuda alınması ile burun akmaları, burun kanamaları, kaşınma ve üst solunum yollarında delinmelerin yanı sıra kroma karşı alerji gösteren insanlarda da astım krizleri görülebilir (Kahvecioğlu ve ark. 2006).

**Çinko** vücut dokuları için lüzumlu elementlerden biri olup eksikliği bazı sağlık problemlerine yol açarken fazlalığı ciddi toksik etkiler yaratmaktadır. Çinko fazla alımı ile beliren akut toksisite belirtileri arasında metalik tad, bulantı, kusma, abdominal kramplar, baş

dönmesi ve üşüme sayılabilir (Saldamlı 1998). Uzun süreli yüksek doz alımlarında (6-8 hafta) immun reaksiyonlarda azalma, bakır ve demir alımında azalmalar ve dolayısıyla hipokromik anemi, neutropenia, leukopenia ve HDL / LDL oranında arzu edilmeyen değişikliklere neden olmaktadır (Anonim 2001b, Sandström 2001).

**Civa**, az miktarlarda alındığında bile ciddi toksik etkilere neden olan iz elementlerden biridir (Aduna ve ark. 1997). Civa endüstride, ziraatta özellikle pestisitler ve furigüsidlerde sıklıkla kullanılmaktadır (Elson ve Haas 2001). İnsanların civaya maruz kalma yollarından biri diyetlerdir. Gıdalarda civa miktarı üretilen ürün, ve bu ürünün coğrafik durumuna, tarım ve endüstriyel tekniklere kadar bir çok değişik faktöre bağlıdır (Aduna ve ark. 1997).

Civanın temel fonksiyonları tam olarak bilinmemekle birlikte büyük olasılıkla protein yapısını etkilediği ve protein üretimiyle ilgili fonksiyonlara zarar verdiği tahmin edilmektedir. Civa sülfidril, amin ve karbonil gruplarına karşı kuvvetli bir eğilim sergilemekte, geniş sahadaki enzim sistemlerini inaktive etmekte ve hücre membranının zedelenmesine yol açmaktadır. Sinir sistemi üzerindeki etkileri sonucu görülen ana problemlere rağmen civanın vücut fonksiyonları üzerindeki özel etkisi henüz açıklanamamıştır (Elson ve Haas 2001). Ayrıca civa, kromozomları tahrip etmekte ve uzun süre metil civaya maruz kalanlarda somatik kromozom anormallikleri ortaya çıkmaktadır (Aksoy 1984).

Civanın toksitesi onun kimyasal formuna bağlıdır. Civanın organik formu olan metil civa en tehlikelidir (Ubillus ark. 2000). Civa zehirlenmesinin ilk belirtilerini; yorgunluk, uykusuzluk, alınganlık, sinirlilik, iştahsızlık, baş ağrısı ve zayıf hafıza oluşturur. Bunları baş dönmesi, titreme ürperme, koordinasyon bozukluğu ve depresyon gibi sinir sistemi semptomları izler. Daha ileri safhada çok sıklıkla el, ayak ve dudaklarda hissizlik, karıncalanma, kötü hafıza, duyma ve konuşmada azalma, felç ve psikoz görülür. Şiddetli civa zehirlenmesindeki diğer problemler böbrekler ve beyinde hasar ile hamilelerde doğum sorunlarıdır (Elson ve Haas 2001).

Civa zehirlenmesi bulguları karşımıza akut ya da kronik etkileşime bağlı olarak ya da elemental, organik veya inorganik civa formuna bağlı olarak farklı tablolar çıkarmaktadır. Akut etkilenimde saatler içinde güçsüzlük, ürperme, metalik tat, bulantı, kusma, ishal, solunum güçlüğü ve göğüs sıkışması görülebilir. Akciğer toksisitesi sonucu intersitisyel

pnönmoni ve buna bağlı da kalıcı hasar oluşabilir. Kronik etkilenimde ise daha yavaş gelişen bir tablo gözlenir. Nörolojik bulguların yanında guatr, troitte radyoaktif iyot tutulumu, taşikardi, düzensiz nabız, gingivitis, dermografi ve idrarda yüksek miktarda cıva bulunması, bunun dışında psikolojik semptomlar, unutkanlık, sabırsızlık, vazomotor rahatsızlıklar, şiddetli tükürük salgılaması ve gingivitis görülmektedir. Minamata hastalığında olduğu gibi cıva ile ilgili etkilenimlerin çoğu metilcıva ile ilgilidir. Metilcıva zehirlenmesi ağırlıklı olarak nörolojiktir. Görme bozukluğu, sinir sistemi bozuklukları, zihinsel bozukluklar, kas titremesi, hareket düzensizlikleri ve ölümler görülebilir. Bunun dışında anne karnında bebeği etkilediğinden teratojenik etkileri de bulunmaktadır. Tedavi için cıvanın vücuttan uzaklaştırılması ve semptomatik tedavi uygulanır. Öncelikle maruziyet engellenmelidir. Özellikle solunum sistemine yönelik solunum desteğinin verilmesi gerekmektedir (Sarkar 2002, Dökmeci ve Dökmeci 2005, Sienko 1983, Klaassen 2009, Eto 2000).

Gıda Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) bünyesindeki Gıda Kodeks Komisyonu günümüz teknolojisinin olanaklarını da dikkate alarak çeşitli gıdalarda ve kişilerin bünyelerinde bulundurabilecekleri maksimum dozdaki metal miktarlarını saptamışlardır (Çizelge 2). Bu saptamalarda gıda maddelerinin çeşidi ve çevresel elementlerin göz önüne alındığı belirtilmiştir (Ezer ve Laçin 2005).

Çizelge 2. FAO/WHO'nun Önerdiği Gıdalarda Bulunabilecek Maksimum Metal Miktarları (Anonim 1989)

Metal	Gıdalarda Bulunabilecek Maksimum Miktar (mg/kg)	Alınabilecek Maksimum Miktar Vücut Ağırlığı (mg/kg)
Demir	1,5 - 15,0	0,8 (Günlük)
Kurşun	0,1 – 2,0	0,05 (Haftalık)
Çinko	5,0	0,3-1,0 (Günlük)
Kalay	150 – 250	20 (Günlük)
Bakır	0,1-5,0*	0,005-0,5 (günlük)
*Fe, Cu, Zn nun toplamı	20	v.a=vücut ağırlığı

## 2.8. Bitki Beslenmesi İçin Gerekli Olan Elementler

Değişik bitki organlarındaki elementlerin sayısı oldukça fazladır. Yapılan çalışmalarda bitkinin değişik organları içerisinde 60 farklı elementin varlığı tespit edilmiştir. Ancak bitki bünyesinde bulunan bu denli çok sayıdaki elementin, sadece 16 tanesi bitki gelişmesi için mutlak gerekli olan elementlerdir (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Cl). Bunun dışında diğer birkaç elementin de (Al, Na, Si v.s.) mutlak gerekli elementler arasında yer alması gerektiği de ileri sürülmekte ise de, bu konuda kesin bir fikir birliği mevcut değildir. Mutlak gerekli olan bitki besin elementleri dışındaki diğer elementlerin, bitki içerisindeki fonksiyonlarının ne olduğu kesin olarak bilinmemektedir (Sağlam ve ark. 1993).

Bitki gelişmesi için mutlak gerekli olan elementlerden ilk 9 tanesi “**Makro Elementler**” olarak diğer 7 tanesi ise “**Mikro elementler**” olarak isimlendirilirler. Makro ve mikro kavramları, bu elementlerden bazılarının daha çok önemli olduğu biçiminde yorumlanmaktadır. Bu elementlerin tümü bitki gelişmesi için mutlak gerekli elementlerdir. Ancak bunlardan bir kısmı fazla miktarda, bir kısmı ise az miktarda kullanılır. Bunlardan hangisi olursa olsun, bitki tarafından yeterince alınmadığı takdirde ürünün miktar ve kalitesi olumsuz yönde etkilenir (Sağlam ve ark. 1993).

Bitkiler karbonu, CO<sub>2</sub> şeklinde atmosferden ve toprak parçacıkları arasındaki toprak havasından alırlar. Oksijen ve hidrojen H<sub>2</sub>O şeklinde alındığı gibi, atmosferden su buharı şeklinde de alınabilmektedir. Bunlar dışında bulunan toprak besin elementleri toprak çözeltisinde çözülmüş formda bulunabilecekleri gibi, toprağın adsorpsiyon kompleksleri üzerinde adsorbe edilmiş durumda olabilirler. Her iki durumdaki besin elementlerinden de bitkiler yararlanabilirler (Sağlam ve ark. 1993).

### 2.8.1. Makro Elementler

Bitkiler tarafından topraktan alınan 13 elementten altısı diğerlerine göre daha fazla kullanılmaktadır. Bu elementler; azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürttür. Bitki tarafından fazla miktarda kullanıldıklarından, bu elementler makro elementler olarak isimlendirilmiştir. Bu elementlerin toprakta yeterli düzeyde olmamaları, yavaş biçimde elverişli olmaları veya diğer besin elementleri ile dengeli olmamaları gibi durumlarda bitki

büyümesi yavaşlar. Bazı hallerde, sayılan bu üç olumsuz koşul birlikte bitkiyi etkileyebilir. Bu olay, özellikle azot için sık sık görülür (Sağlam ve ark. 1993).

N, P ve K genellikle gübreler yoluyla sağlandığından, bu elementlere gübre elementleri denir. Benzer şekilde Ca ve Mg kireç ile toprağa karıştığından bu elementlere de kireç elementleri adı verilir. S toprağa çok değişik yollardan girebilir. Sulama suları bir miktar kükürt içerebilir. Bunu dışında çiftlik gübresi, süperfosfat ve amonyumfosfat gibi gübreler önemli miktarda kükürt içerirler. Genellikle bu gübreler ile toprağa giren kükürt yeterli olmakla beraber, kükürt ilavesi yapılır (Sağlam ve ark. 1993).

### **2.8.1. Mikro Elementler**

Demir, mangan, bakır, çinko, bor, molibden ve klor bitkiler tarafından çok az miktarlarda kullanılan besin elementleridir. Bu nedenle bunlara mikro, minor veya eser elementler adı verilir. Bu elementlerin çok az miktarda kullanılmaları, daha az önemli oldukları şeklinde yorumlanmamalıdır. Mikro elementlerde, makro elementler kadar gerekli ve önemlidir (Sağlam ve ark. 1993).

Demir ve mangan hariç, çoğu topraklar yeterli miktarda mikro element içerirler. Ancak bunların bitkilere olan elverişliliği genellikle çok düşüktür. Az miktarda alınsa dahi, uzun yıllar yapılan yoğun tarım faaliyeti sonunda, bu elementlerin topraktaki miktarlarında önemli bir azalma olabilir. Bu gibi mikro element noksanlığının sorun olduğu üç tür toprak mevcuttur. Bunlar; kumlu topraklar, organik topraklar ve kuvvetli alkalın topraklardır. Bunun sebebi, kumlu topraklar ile organik topraklarda az miktarda mikro element bulunması ve kuvvetli alkalın koşullarda ise, bu elementlerin çoğunun elverişliliğinin düşük olmasıdır (Sağlam ve ark. 1993).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Çalışma Sahası

Araştırmanın materyalini 2010 yılı mahsulü olan zeytin meyvesi oluşturmuştur. Örnekler, bölgeyi tam olarak temsil edebilmesi için, bölgede bulunan ve zeytin yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Marmara Bölgesinde Tekirdağ İline bağlı Şarköy İlçe Merkezinden, İlçeye bağlı 2 belden (Mürefte ve Hoşköy), Şarköy İlçesine bağlı Eriklice ve Aşağı Kalamış Köyü'nden olmak üzere 5 yöreden numuneler toplanmıştır.



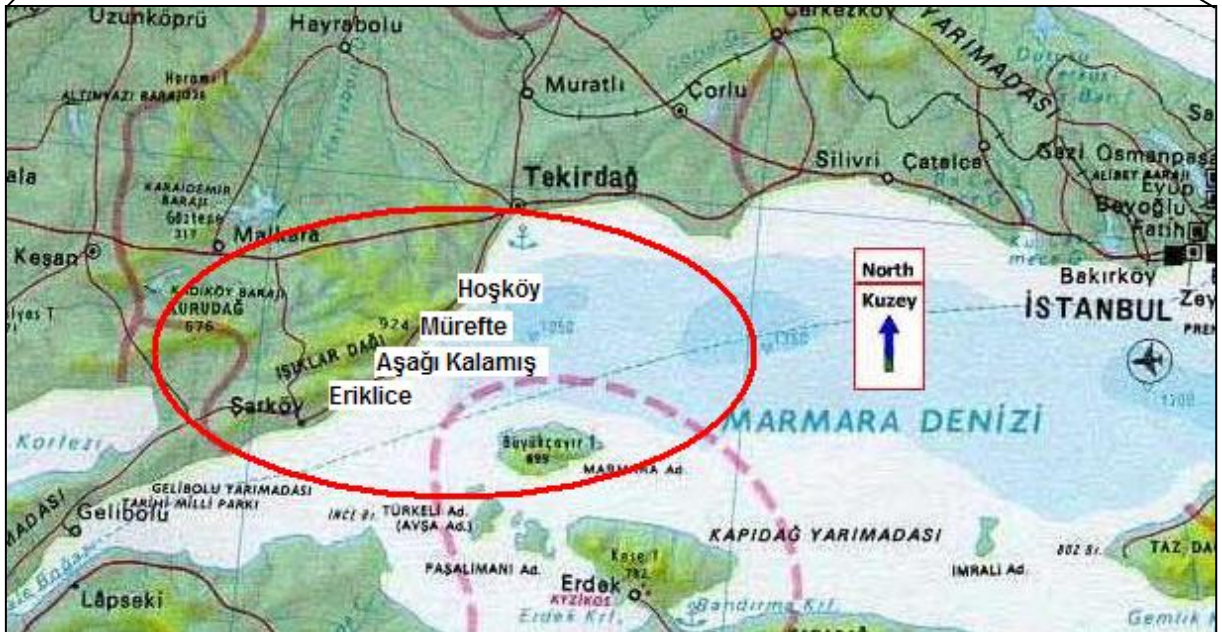
Şekil 4. Araştırmanın Yapıldığı Yörenin Türkiye Haritasındaki Yeri



### 3.1.2. Araştırmanın Yapıldığı Şarköy ve Yöresi Hakkında Bilgiler



Şekil 5. Tekirdağ'ın İlçeleri



Şekil 6. Şarköy, Erkllice, Aşağı Kalamış, Mürefte ve Hoşköy'ün Haritadaki Yeri



### **3.1.3. Şarköy İlçesinin Genel Coğrafyası ve Yeryüzü Şekilleri**

Şarköy İlçesi, Marmara Denizi'nin kuzey kıyısında 481 km<sup>2</sup> alan üzerindedir. Şarköy ilçe merkezi, kendi ismini taşıyan küçük ve sığ bir koy kıyısına yerleşmiştir. 2010 nüfus sayımına göre ilçe merkezinde 17.095 kişi, ilçe genelinde ise 30.409 kişi yaşamakta ve yaz aylarında bu rakam 3-5 misli artmaktadır (Anonim, 2011ı). İlçede bağcılık, şarapçılık, zeytincilik ve balıkçılık dışında turizm sektörü de son yıllarda gelişmektedir.

### **3.1.4. Şarköy İlçesinin İklimi ve Bitki Örtüsü**

Bölgede ılıman Marmara iklimi görülür. Buna bağlı olarak doğal bitki örtüsünü alçak kesimlerde Akdeniz kökenli bitkiler oluşturmaktadır. Mikroklima özelliği gösteren ilçede çok yönlü tarım yapılmaktadır. Her ne kadar ekiliş alanı olarak % 50,63 oranı ile ilk sırada tarla ürünleri yer alıyorsa da ekonomik yönden en çok gelir getiren ürünler sırasıyla üzüm, zeytin, buğday daha sonra ayçiçeği ve diğer tarla ürünleri yer almaktadır. Şarköy yöresinde üretilen üzümler şaraplık, sofralık, sirkelik olarak değerlendirilmektedir. İlçenin doğusunda kalan merkez arazisi ve sahil köylerinde bağcılık ve zeytincilik ön planda yer alırken diğer bölgelerde tarla ziraatı ağırlık kazanmıştır (Anonim 2011d).

Şarköy ilçe sınırları içinde kalan arazinin sahil şeridinde 25 km'lik ve 2,5-3 km derinliğinde zeytin üretimi yapılmaktadır. İlçedeki zeytin ağacı sayısı 354.350 adettir. 15.000 dekar alanda zeytin üretilmektedir. Zeytinyağı imalathaneleri ilçe ekonomisinde önemli bir yeri vardır. Kapama zeytin yetiştiriciliği yapılan alan 1500 Hektardır. Yöre koşullarında bağ-zeytin karışık yetiştirilmektedir. Bu durum çiftçinin zeytin ağaçları bahçeyi tamamen kapladığı 10-15 yıla kadar geçen süre içinde araziden maksimum fayda sağlamaya yöneliktir. Dağınık olarak bulunan bu zeytin ağaçları sayısının kapama bahçelerdeki sayıya yakın olduğu tahmin edilmektedir. İlçede yetiştiriciliği yapılan zeytin çeşidi gemlik tipi olup sofralık olarak tüketilmektedir. Elek altı diye tabir edilen ve sofralık olarak faydalanılmaya uygun olmayan zeytinlerle, ağaç altına dökülenler yağlık olarak değerlendirilmektedir (Anonim 2011d).

Zirai mücadele tarımsal ürün kaybını önlemek amacıyla uygulanan önemli bir üretim faktörüdür. Normal yıllarda ortalama devlet ve çiftçi mücadelesinde yaklaşık 80 ton zirai mücadele ilacı kullanılmaktadır (Anonim 2011d).

### **3.1.5. Eriklice Köyü**

Köyün iklimi, Marmara iklimi etki alanı içerisinde. Köyün ekonomisi % 70 zeytin % 30 üzüme dayalıdır. Zeytin kalitesi olarak Ege ve Akdeniz bölgelerinde yetişen zeytinlere göre daha lezzetli olup, etli ve ufak çekirdekli zeytindir. Türkiye'de yetiştirilen en kalite zeytin bölgesidir (Anonim 2011d).

### **3.1.6. Aşağı Kalamış Köyü**

Aşağı Kalamış, Tekirdağ ilinin Şarköy ilçesine bağlı bir köydür.

Köy 1924 senesinde mübadele ile Selanik, Mayadağ, Karacaova ilçelerinden gelen vatandaşlar tarafından kurulmuştur. Köyün kültürü Trakya yöresini barındırır, Şarköy'ün en güzel köyüdür denize sıfır konumdadır. Yazın nüfus yazlıkçıların gelmesiyle 3 katına çıkar. Köyün iklimi, Marmara Trakya iklimi etki alanı içerisinde (Anonim 2011d).

### **3.1.7. Mürefte Beldesi**

Mürefte, Tekirdağ ili Şarköy ilçesine bağlı bir beldedir. En büyük özelliği üzüm bağları ve şarap sahili tabir edilen bölgesidir. Türkiye'nin şarap üretiminin % 30 'u burada yapılmaktadır.

Yazlık bir belde olduğundan yazın nüfus sayısında artış yaşanmaktadır. Daha çok İstanbul ve çevresinden insanların rağbet ettiği, modern yerleşimi ile beğenilen Mürefte'nin denizi derin ve temizdir. Yaz kış yeşil kalan zeytin ağaçları ve masmavi denizi Mürefte'yi maviyle yeşilin böyle uyumlu bulunduğu ender yerlerden biri yapmaktadır. Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü Mürefte'de, ılıman iklim koşullarından ötürü genellikle zeytin üretimi ve üzüm üretimi gerçekleştirilmektedir. (Anonim 2011d).

### **3.1.8. Hoşköy Beldesi**

Tekirdağ'ın Şarköy ilçesine bağlı bir beldedir, 1969 yılında belediye ilan edilmiştir. 2010 nüfus sayımı sonuçlarına göre 1938 kişi yaşamaktadır (Anonim 2011ğ).

Bu bölgenin iklim koşulları Fransa'nın Bordeaux bölgesine çok benzemekle birlikte Bordeaux'dan daha ılıman olduğu söylenebilir. Yapılan bağcılık türü yine Fransa'nın Bourgogne bölgesiyle önemli benzerlikler gösterir.

Araziler oldukça küçüktür. Belde halkı geçimini genelde zeytin ve üzüm yetiştiriciliği ile sağlamaktadır. Bölgenin en büyük balıkçı barınağı da Hoşköy'de bulunmakta olup, her zaman taze balık bulma imkânı vardır Anonim (2011d).

## **3.2. Metod**

### **3.2.1. Örneklem**

Bu çalışmamızda Marmara Bölgesi'nin en yaygın çeşidi olan Gemlik çeşidi zeytin seçilmiştir. Gemlik zeytini bu bölgedeki zeytin ağaçlarının yaklaşık % 80 'ini oluşturmaktadır (Göğüş ve ark. 2009). Gemlik zeytini, Türkiye'nin zeytincilik yapılan diğer bölgelerinde de yaklaşık 20 yıldır yaygın olarak yetiştirilmektedir (Dıraman ve Dibeklioğlu 2009).

Siyah zeytin örnekleri, zeytin ağacının her bir tarafından Eylül-Ekim 2010 döneminde elle toplanarak alınmıştır. Üç farklı yerden rastgele toplanan zeytin örneklerinin alındığı yerler: 1) Anayola yaklaşık 30-50 m uzaklıktaki 10 farklı zeytin ağacından, 2) Şarap ve süt fabrikalarına yaklaşık 150-200 m mesafede bulunan 10 ayrı zeytin ağacından, 3) Bitki ve meyve-sebze sulama kanalına (derelere) yakın (evsel atık su ve kanalizasyon ile kontamine olmuş) 10 farklı zeytin ağacından toplanmıştır. Öncelikle 30 farklı zeytin ağacından (3 farklı yer x 10 zeytin ağacı) toplamda 90 zeytin örneği (30 zeytin ağacı x 3 tekerrür) toplanmıştır. Toplanan zeytin örnekleri polietilen plastik torbalara konarak 20° C'de muhafaza altına alınmıştır.

### **3.2.2. Amaç ve Kapsam**

Bu metot katı ve sıvı yağlar ile çok çeşitli tipteki gıdalarda demir, bakır, çinko, kadmiyum ve kurşunun miktar (kantitatif) tayini için kullanılmaktadır. Metot, basınç altında mikrodalga fırında yakmadan sonra AAS ile yürütülür. Metot yalnızca kuru maddeler için test edilmiştir, fakat kesin şartlar altında su içeren numuneler için de kullanılabilir.

### **3.2.3. Prensip**

Numune, mikrodalga tarafından ısıtılan kapalı bir kaptaki nitrik asit ve hidrojen peroksit ile yağ olarak yakılır. Numune çözeltisi su ile seyreltilir ve metal konsantrasyonu AAS grafit fırını veya alev ile belirlenir (Anonim 2011i).

### **3.2.4. Alet ve Ekipman**

Tüm plastik ve cam malzemeler dikkatlice temizlenmeli ve mesela metal bulaşmasından korunmak için 1/10 luk bir nitrik asit veya hidroklorik asitle çalkalanmalıdır. Ultra saf su ile durulanmalıdır.

#### **3.2.4.1. AAS**

Arka plan düzeltilmesi ve grafit fırını ile, alternatif olarak hava-asetilen ateşleyicisi veya nitro-asetilen ateşleyicisi, Varian 280 Zeeman model Atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) ile birlikte GTA-120 grafit fırın sistemli (GFA) atomizer kullanılmıştır.

#### **3.2.4.2. Boş Katod Lambası veya Elektropsuz Deşarj Lambası (EDL Lambası)**

( Pb, Cd, Zn, Cu, Fe için )

#### **3.2.4.3. Grafit Tüpleri**

Prolitik olarak kaplanmış, Pb ve Cd platformları için.

#### **3.2.4.4. Mikrodalga Fırın**

Laboratuvar kullanımı için tasarlanmış mesela CEM MDS-2000.

#### **3.2.4.5. Yakma Veselleri**

100 ml civarında 1.4 MPa (200psi) basınca dayanıklı.

### **3.2.5. Kullanılan Sarf Malzemeler**

Kimyasallar en az analitik seviyededir.

**3.2.5.1. Su,** tekrar distile veya deiyonize (millipor veya buna denk kalitede) olmalı,

**3.2.5.2. Nitrik asit,** konsantre (% 65 a/a),

**3.2.5.3. Nitrik asit 0,1 mol/L:** 7 ml konsantre nitrik asit 1000 ml suya tamamlanır,

**3.2.5.4. Nitrik asit 3 mol/L:** 200 ml konsantre nitrik asit 1000 ml suya tamamlanır,

**3.2.5.5. Hidrojen peroksit,** % 30 a/a,

**3.2.5.6. Kurşun Standart Çözeltisi,** 1000 mg/L: 1,000 g Pb 1000 ml volumetrik balon içinde 7 ml nitrik asitte çözülür, suyla tamamlanır.

**3.2.5.7. Kadmiyum Standart Çözeltisi** 1000 mg/L: 1,000 g Cd 1000 ml volumetrik balon içinde 14 ml su ve 7 ml nitrik asitte çözülür, suyla tamamlanır.

**3.2.5.8. Çinko Standart Çözeltisi** 1000 mg/L: 1,000 g Zn 1000 ml volumetrik balon içinde 14 ml su ve 7 ml nitrik asitte çözülür, suyla tamamlanır.

**3.2.5.9. Bakır Standart Çözeltisi** 1000 mg/L: 1,000 g Cu 1000 ml volumetrik balon içinde 7 ml nitrik asitte çözülür, suyla tamamlanır.

**3.2.5.10. Demir Standart Çözeltisi** 1000 mg/L: 1,000 g Fe 1000 ml volumetrik balon içinde 14 ml su ve 7 ml nitrik asitte çözülür, suyla tamamlanır.

### **3.2.6. Standart Çözeltilerle Çalışma**

**3.2.6.1. Grafit fırını analizleri için:** Tayin edilmek istenen elementin doğrusal bölgesini de kapsayacak şekilde 0,1 mol/L nitrik asitle seyreltilir.

**3.2.6.2. Alev analizleri için:** Tayin edilmek istenen elementin doğrusal bölgesini de kapsayacak şekilde 0,1 mol/L nitrik asitle seyreltilir.

**NOT:** Standart çözeltileri metal veya metal tuzlarından hazırlamak yerine, izlenebilirlik gereklerini sağlamak için AAS için ticari olarak elde edilebilir standart çözeltileri kullanılır.

### 3.2.7. Uygulama

#### 3.2.7.1. Numunelerin Ön İşlemi

Gerekliyse, numune belli bir ağırlığa kadar 105° C’de kurutulur. Alternatif olarak dondurarak kurutma yapılabilir. Dondurarak kurutma tercih sebebidir, çünkü numunenin daha kolay homojenize edilmesini sağlar ve daha az sıkı ve koyu numune sonucu verir. Her bir ürün için uygun olan aletle numune homojenize edilir. Eğer ekipman metal kısımlar içeriyorsa koroze edici metaller kontrol edilmelidir.

#### 3.2.7.2. Yaş Yakma

Yakma tüpünün içinde 0,2-0,5 g kuru numune tartılır. Numune kuru değilse numune miktarı 2 g ile sınırlandırılır ve kuru madde miktarı 0,5 g’ı asla geçmemelidir. % 50 su içeren bir numunenin max test miktarı 1 g (0,5 g kuru madde), % 95 su içeren bir numunenin test miktarı 2 g (< 0,5 g kuru madde) dir. Her bir çevrim için bir kör numune koyulur. Yakma tüpünün içine 5 ml konsantre nitrik asit ve 2 ml hidrojen peroksit ilave edilir. Tüp kapatılır ve mikrodalga fırın içine yerleştirilir ve fırının kapağını kapatılır. Çizelge 3’e göre fırın programı ayarlanır ve program başlatılır.

Çizelge 3. Mikrodalga Fırın Programı (Yakma Programı)

Adım	Basınç	Süre, dakika	Sıcaklık C°
1	350 psi	15	140
2	400 psi	15	180

Program 12 numunenin aynı anda yakılması için uygundur. Eğer daha az numune yakılacaksa kalan tüpler yukarıda tarif edildiği gibi doldurulmalı, suyla kesinlikle

doldurulmamalıdır. Basınç sensörü ve sıcaklık sensörü ile işlem koşulları takip edilmektedir. Sıcaklık 15 dakikada 140° C 'ye çıkar ve 5 dakika bu sıcaklıkta kalır. Daha sonra soğumaya geçer. İkinci aşamada benzer şekilde uygulanır.

### **3.2.7.3. Seyreltme**

Yakma tüpleri mikrodalga fırından alınır ve ağızları açılmadan önce soğumaları beklenir. Tüpler açılır, kapağı ve kabın çeperleri iyice çalkalanır. Çözelti 25 ml volumetrik balona (numunenin ihtiva ettiği metal konsantrasyonuna bağlı olarak seyreltme oranı değiştirilebilir, 50 ml 100 ml vs.) katılır ve işaretli yerine kadar suyla seyreltilir. Daha sonra çözelti plastik bir kaba aktarılır. Kör için de aynı işlemler uygulanır.

### **3.2.7.4. Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi (AAS)**

Atomik absorpsiyon spektroskopisi, ışığın gaz halindeki atomlar tarafından absorbe edilmesi ve bu absorpsiyonun ölçülmesi ilkesine dayanır. Işığı absorplayan atomlar temel enerji düzeyinden kararsız uyarılmış enerji düzeylerine geçerler. Metalin konsantrasyonu kullanılan teknik tarafından (alev veya grafit fırın ) belirlenir. Daha düşük konsantrasyonlarda çalışılmak istendiğinde Grafit AAS (ppb düzeyi), daha yüksek konsantrasyonlarda çalışılmak istendiğinde ise Flame AAS (ppm düzeyi) cihazları tercih edilir. Mümkün olduğunca alev tekniği kullanılır. Zira alev tekniği grafit fırına göre gürültü ve karışmalara karşı daha az hassastır.

### **3.2.7.5. Alev Tekniği**

Yakmadan sonraki numune çözeltisinin yüksek asit konsantrasyonunun hem sonuçlara hem çevreye zararlı etkileri vardır. Bu yüzden numunenin mümkün olduğunca seyreltilmesi ve standart ile numune çözeltisinin aynı asit konsantrasyonuna sahip olması oldukça önemlidir. Numune çözeltisi 0,1 mol/L nitrik asit ile ½ oranında seyreltilir. Standart çözeltileri 3 mol/L nitrik asit ile seyreltilir. (Seyreltmeler % 1'lik nitrik asit ile yapılır, sertifikalı standartlar nitrik asit ile hazırlanmıştır).

### 3.2.7.6. Grafit Fırın Tekniği

Bu metot genellikle, Pb ve Cd tayini için gereklidir. Genellikle platformlarla kaplanmış tüpler kullanılır. Metot, numunelerin büyük oranlarda seyreltilmesi sonucu teknik metal tayininde (mesela Cu) genellikle kullanışlı olmaktadır.

### 3.2.8. Veri Analizi ve Sonuçların Hesaplanması

#### 3.2.8.1. Sonuçların Değerlendirilmesi

Yükseklik değil, pik bölgesi ölçülmelidir. Standart bir eğri kurulmalı ve metalin konsantrasyonu eğriden okunmalıdır. Daha sonra metalin konsantrasyonu hesaplanır, C (mg/kg) olmak üzere:

$$C = [ ( a-b ) * V ] / m$$

a : numune çözeltisindeki konsantrasyon ( mg/L )

b : kör çözeltisinde ortalama konsantrasyon (mg /L)

V : numune çözeltisinin hacmi (ml)

m : numunenin ağırlığı (g)

Eğer numune seyreltilmişse seyreltme faktörü de katılır.

**Not:** Eğer kuru madde miktarı üzerinden hesap yapılıyorsa, yaş ağırlığın da hesaba katılması unutulmamalıdır.

#### 3.2.8.2. Teşhis Limitinin Tahmin Edilmesi

Her bir metal için en az 20 kör tayininin ortalamasının standart sapmasının 3 katı olarak tahmin edilir. Böylece çok sayıda kör tayininden sonra teşhis limiti hesaplanabilir. Teşhis limiti sabiti olmadığından, gözlenen seviyelerde değişiklik oldukça yeniden hesaplanmalıdır. Bilinmeyen numuneleri yakarken fazla miktardaki numune yakma tüplerinin çeperlerinin güvenliğini tehlikeye atabileceğinden dikkat edilmelidir. Mikrodalga fırını kullanırken, süre/sıcaklık programını ayarlamak gerekebilir. Mikrodalga fırının gücü istenen



verimi elde etmek için düzenli olarak kontrol edilmelidir. Ölçülen etki istenen özelliklerle uyuşmuyorsa, programı uygun şekilde ayarlanmalıdır.

Ayrıca, asidin cihaz ve laboratuvar ekipmanı için korozif etkisi vardır. Numune zelteleri tarif edildiği gibi AAS lmelerinden önce seyreltilmelidir. Standart ekleme metodunun basitleştirilmiş bir hali, aynı matrise ve aynı ağırlığa sahip matris-eşlemeli standart eğri kullanmaktır. Numune ve standart zelteler karışırılır ve standart ekleme eğrisi yapmak için kullanılır. Bu eğri orijine paralel olarak aktarılır ve aynı ölçüde seyreltilmiş sıradaki numunelerin standart eğrisi olarak kullanılır. Matris-eşlemeli standart eğride numune zelteleri böylece aynı matris konsantrasyonuna sahip olur. Bu fonksiyon genellikle modern AAS cihazlarının yazılımında mevcuttur.

Metotla ilgili cihaz teşhis limiti, tanımlama limiti (tespit limiti) ve geri dönüşüm ile ilgili bilgiler izelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. Metot ile İlgili Bilgiler (Nordic Committee On Food Analysis) (Anonim 2011i)

Metaller	Teşhis limiti	Tanımlama limiti	Geri dönüşüm (%)
Zn	10.0 ppb	3.0 ppb	80-110
Mn	0.35 ppm	0.10 ppm	80-110
Cu	4.0 ppb	1.2 ppb	80-110
Fe	2.0 ppb	0.6 ppb	80-110
Mg	0.015 ppm	0.0045 ppm	80-110
Ca	4 ppb	1.2 ppb	80-110
P	0.6 ppm	0.18 ppm	80-110
K	10.0 ppm	3.0 ppm	80-110
Cd	0.1 ppb	0.03 ppb	80-110
Co	0.3 ppm	0.09 ppm	80-110
Cr	0.15 ppm	0.40 ppm	80-110
Ni	9.0 ppb	2.0 ppb	80-110
Pb	0.4 ppb	0.1 ppb	80-100

### **3.2.9. İstatistiksel Analiz**

Çalışmada üç tekerrürlü olarak elde edilen verilerin ortalaması  $\pm$  standart sapmalar, varyans analizleri ve LSD çoklu karşılaştırma testleri Statistica istatistik paket programı ile yapılmıştır (Anonim 1999).

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Zeytinlerdeki Ağır Metal Dağılımı

Bu çalışmada 90 sofralık zeytin örneği, beş ağır metal ve dokuz mikrobesein elementi için analiz edildi. Ortalama ( $\pm$  standart sapma) ve zeytin elementlerinin konsantrasyon aralığı, Çizelge 5’de zeytin örneklerinin (mg / kg) ağır metal düzeyleri ve Çizelge 6’da Mikrobesein elementlerinin konsantrasyon düzeyleri (mg / kg) verilmiştir.

### 4.2. Analiz Sonuçlarına Göre Sofralık Zeytinde Ağır Metal Dağılımı

Zeytin örneklerinin (mg / kg) ağır metal düzeyleri Çizelge 5’de verilmiştir. **Anayol** için ortalama değerler (mg/kg): Fe (17.87c), Cu (1.73b), Zn (3.52c), Ni (0.207b), Pb (0.744a). **Fabrika yakını** ortalama değerleri (mg/kg): Fe (25.12b), Cu (2.89a), Zn (6.57a), Ni (0.317a), Pb (0.465c). **Kontamine olmuş arazi** için ortalama değerler (mg/kg): Fe (52.37a), Cu (1.30b), Zn (4.89b), Ni (0,197b), Pb (0.561b) olarak bulunmuştur.

Fe seviyeleri, Zn ve Cu düzeylerinden daha yüksek bulunmuştur. Sulanan topraklarda, zeytin örneklerindeki Fe miktarı (52.37 mg/kg) fabrika alanı (25.12 mg/kg) ve ana yola (17.87 mg/kg) göre daha yüksektir. Bunun yanı sıra, bazı çalışmalar, atık su ile sulanan topraklarda yetişen bitkilerin ağır metallerce kirletilmiş olup, önemli bir sağlık sorunu teşkil ettiğini göstermiştir (Aghabarati ve ark. 2008). Şahan ve Başoğlu’na göre (2009) bazı kirlilik faktörlerinin artması toprak asitliğini ve Fe hareketliliğini arttırmaktadır. Zeytinlerde bulduğumuz Fe düzeylerinin literatürle uyumlu olduğu görüldü (Şahan ve ark. 2007). Ancak (Şahan ve Başoğlu (2009) ile diğer bazı araştırmacılar tarafından bildirilen sonuçların yanında bizim bulduğumuz sonuçların daha düşük olduğunu (6.85-146.32 mg/kg), (Nergiz ve Asigöz 2008) (9.71-82.5 mg/kg) ve Demirkese ve ark. (2008) (126.2-165.6 mg/kg) gördük.

Zn ve Cu tüm bitkilerde esansiyel elementlerdir ve fotosentez, solunum ve protein metabolizması gibi birçok fizyolojik süreçlerde önemli fonksiyonları vardır. Bunun yanı sıra birçok enzimin önemli bileşenleri arasındadır (Şahan ve Başoğlu 2009). Zn, aynı zamanda biyolojik önemi nedeniyle canlı organizmalar arasında yaygındır. Öte yandan, Cu’ın birçok biyolojik sistem için hayati ve toksik olduğu bilinmektedir (Mendil ve ark. 2009). Bu elementin formülasyondaki önemli bir özelliği de, zeytin ağaçlarında mantar hastalığı ile

Çizelge 5. Farklı Koşullarda Yetiştirilen Zeytinlerde Ağır Metal Konsantrasyonları (mg/kg)

<b>Ağır Metaller</b>						
Yer Mevki	Fe	Cu	Zn	Ni	Pb	
	15.45 ± 1.18	1.92 ± 0.35	2.36 ± 0.91	0.243 ± 0.027	0.760 ± 0.117	
	15.66 ± 1.13	1.33 ± 0.31	2.57 ± 0.21	0.152 ± 0.022	0.685 ± 0.073	
	18.79 ± 1.79	2.30 ± 0.98	3.81 ± 0.18	0.235 ± 0.020	0.876 ± 0.081	
	19.69 ± 0.90	1.67 ± 0.26	4.68 ± 0.15	0.152 ± 0.035	0.843 ± 0.126	
	14.51 ± 0.42	1.50 ± 0.23	4.31 ± 0.49	0.260 ± 0.027	0.748 ± 0.044	
Ana yol	16.57 ± 0.70	2.23 ± 0.31	2.67 ± 0.08	0.227 ± 0.012	0.750 ± 0.052	
	20.10 ± 0.20	1.75 ± 0.10	3.61 ± 0.21	0.180 ± 0.004	0.763 ± 0.099	
	19.16 ± 0.93	2.26 ± 0.26	4.53 ± 0.19	0.163 ± 0.006	0.605 ± 0.022	
	18.48 ± 0.73	1.29 ± 0.21	3.87 ± 0.09	0.216 ± 0.008	0.740 ± 0.030	
	20.37 ± 1.14	1.15 ± 0.11	2.82 ± 0.42	0.244 ± 0.012	0.672 ± 0.030	
<b>Ortalama</b>	<b>17.87c</b>	<b>1.73b</b>	<b>3.52c</b>	<b>0.207b</b>	<b>0.744a</b>	
	24.66 ± 1.51	1.49 ± 0.22	5.50 ± 0.90	0.363 ± 0.078	0.439 ± 0.032	
	24.68 ± 1.04	3.48 ± 1.36	6.46 ± 1.37	0.237 ± 0.076	0.262 ± 0.118	
	25.14 ± 2.67	2.86 ± 0.61	6.77 ± 1.46	0.345 ± 0.048	0.544 ± 0.039	
	26.78 ± 2.33	3.46 ± 1.41	7.66 ± 2.09	0.415 ± 0.049	0.662 ± 0.103	
Fabrika	20.70 ± 1.11	3.85 ± 1.76	6.88 ± 0.44	0.219 ± 0.084	0.646 ± 0.031	
	23.52 ± 1.33	2.91 ± 0.19	5.48 ± 0.19	0.403 ± 0.028	0.446 ± 0.028	
	25.94 ± 0.50	3.53 ± 1.34	6.83 ± 0.60	0.325 ± 0.040	0.549 ± 0.024	
	27.71 ± 0.49	2.75 ± 0.43	7.92 ± 0.19	0.256 ± 0.025	0.484 ± 0.006	
	25.24 ± 0.36	1.36 ± 0.46	5.49 ± 0.32	0.264 ± 0.010	0.245 ± 0.065	
	26.90 ± 0.42	3.28 ± 1.25	6.80 ± 0.13	0.350 ± 0.034	0.373 ± 0.018	
<b>Ortalama</b>	<b>25.12b</b>	<b>2.89a</b>	<b>6.57a</b>	<b>0.317a</b>	<b>0.465c</b>	
	46.65 ± 1.64	0.94 ± 0.80	4.69 ± 0.38	0.275 ± 0.036	0.688 ± 0.068	
	45.53 ± 3.25	1.72 ± 1.10	3.79 ± 0.65	0.146 ± 0.131	0.590 ± 0.062	
	57.88 ± 7.80	1.91 ± 1.23	4.76 ± 0.22	0.186 ± 0.046	0.648 ± 0.074	
	45.75 ± 1.59	1.10 ± 0.64	5.00 ± 1.69	0.279 ± 0.074	0.459 ± 0.032	
Kontamine olmuş arazi	44.50 ± 2.97	2.20 ± 1.06	4.35 ± 0.62	0.177 ± 0.061	0.519 ± 0.051	
	55.86 ± 5.11	1.34 ± 0.65	5.41 ± 0.38	0.158 ± 0.021	0.451 ± 0.021	
	64.82 ± 4.23	0.60 ± 0.14	4.64 ± 0.29	0.246 ± 0.048	0.467 ± 0.013	
	53.54 ± 4.19	0.97 ± 1.48	6.28 ± 0.11	0.196 ± 0.063	0.548 ± 0.029	
	52.24 ± 5.79	0.81 ± 1.19	5.42 ± 0.19	0.214 ± 0.026	0.663 ± 0.017	
	56.99 ± 3.52	1.41 ± 0.66	4.55 ± 0.18	0.100 ± 0.064	0.572 ± 0.011	
<b>Ortalama</b>	<b>52.37a</b>	<b>1.30b</b>	<b>4.89b</b>	<b>0.197b</b>	<b>0.561b</b>	

Tüm tespitler üç tekrarlı icra edilmiş ve ortalama değerler±standart sapma (SD) olarak raporlanmıştır. Her durumla ilgili ortalama değerler 90 (30 örnek x 3 alan) veriye dayanarak hesaplandı±SD. Aynı satırda farklı harf taşıyan ağır metal ortalamaları arasındaki farklılık (P<0.01). Cd, Co ve Cr belirlenmemiştir.

mücadelede fungusit olarak kullanılmasıdır. (Şahan ve ark. 2007). Sonuç olarak gıdalarda yüksek dozda Zn ve Cu'nun bulunması, insan sağlığı üzerine olumsuz etkisi olduğu bilinmektedir (Şahan ve Başoğlu 2009), Demirbaş 2010). Zeytindeki bu yüksek oranın, fabrika arazilerine yakın olarak yetişen zeytin ağaçlarından kaynakladığı ileri sürülmektedir. ( $p < 0.001$ ). Bakır değeri (0.60-3.85 mg/kg), özellikle de (6 mg/kg)'den düşük olması Türk yerel sofralık zeytin standardına göre uygunluk göstermektedir (Anonim 2003a). Zn için ise zeytin standardında bir limit değeri bulunmamakla beraber, maksimum seviyesi 5.0 mg/kg olarak Kodeks Alimentarius Komisyonu ve Türk Gıda Kodeksinde belirtilmiştir (Nergiz ve Asigöz 2008). Ana yola yakın ve sulama arazilerindeki Zn limit değerleri Kodeks Alimentarius Komisyonu ile Türk Gıda Kodeksine uymakta, ancak fabrika alanına yakın yerlerde bu limit değerinin yüksek çıktığı gözlenmiştir. Çeşitli zeytin örneklerinde Zn ve Cu konsantrasyonları sırasıyla 0.77-1.98 mg/kg ve 1.61-4.51 mg/kg kabul edilebilir değerler arasındadır (Nergiz ve Asigöz 2008). Fakat Zn ve Cu değerleri, bizim çalışmamızda fabrika alanına yakın yerlerde daha yüksek gözlenmiştir. Cu için bu değerler (2.89 mg/kg) fabrika alanı, ana yol (1.73 mg/kg) ve sulama arazisinde (1.30 mg/kg) dır. Zn için ise (6.57 mg/kg) fabrika alanı, ana yol (3.52 mg/kg) ve sulama arazisinde (4.89 mg/kg) olarak ölçülmüştür. Zeytindeki Zn ve Cu'nun kabul edilebilir aralığı sırasıyla, 13.9-23.7 mg/kg ve 5.1-7.0 mg/kg dır (Demirkeser ve ark. 2008). Benzer bir şekilde (Şahan ve Başoğlu 2009)'nun çalışmalarında bu aralık 2.19-11.53 mg/kg ile 2.85-13.01 mg/kg bulunmuştur.

Diğer taraftan endüstriyel faaliyetlere bağlı olarak ortaya çıkan çevre faktörleri de ağır metal konsantrasyonuna sebep olmaktadır. Fabrika ve trafik yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde üretilen zeytin bitkisinde ağır metal içeriklerinin daha yüksek olduğu bilinen bir gerçektir. Ağır metallerin belirli miktarlardan fazla alınması ise zehirli ve katlanmış etkileri nedeniyle insan sağlığı üzerine olumsuz etki yaratmaktadır. (Özrenk ve Akyüz 2003) Zira insan yaşamını zorlaştıran ve sağlığı tehdit eden ağır metaller, biyolojik bozulmaya yatkın organik kirleticilerin aksine zararsız ürünlere dönüştürülemezler. Bu metaller, biyosorpsiyon, absorpsiyon, kimyasal çöktürme, iyon değiştirme, ters osmoz, ekstraksiyon ve bunun gibi farklı yöntemler kullanılarak uzaklaştırılabildiği ifade edilmektedir (Özrenk ve Akyüz 2003).

Bu çalışmadaki Ni değeri en yüksek değerden en düşük değere sırasıyla; fabrika alanı (0.317 mg/kg), ana yol (0.207 mg/kg) ve sulama arazisi (0.197 mg/kg) olmaktadır. ( $p < 0.001$ ) Sonuç olarak farklı koşullar sofralık zeytindeki Ni düzeyini etkilemiştir. Bu çalışmada Nikel

elementinin değeri (Demirkeser ve ark. 2008 ve Aghabarati ve ark. 2008) alışmalarına göre düşük çıkmıştır. Bu farklılık, hava ve toprak kompozisyonu olarak açıklanabilir. (şahan ve ark. 2007).

Toksik etkiye sahip Pb, bütün zeytin çeşitlerinde 1 mg/kg düzeyinin altında olmalıdır. Değişik koşullardaki istatistiksel anlamı ise ( $p < 0.001$ ) dır. Ana yol Pb değerinin en yüksek seviyede olduğu yerdir (0.744 mg/kg). Fabrika alanında (0.465 mg/kg), sulama arazisinde (0.561 mg/kg) dır. Yüksek Pb konsantrasyonu, ana yol üzerindeki araç trafiğinin yoğunluğundan kaynaklanmaktadır. Özellikle Marmara Bölgesinde bu yoğunluk diğer bölgelere göre artış göstermektedir (Nergiz ve Asigöz 2008). Literatürdeki diğer değerlere kıyasla Pb oranı, en düşük seviyede göstermektedir. Zeytindeki Pb elementi, Kodeks Alimentarius ve Türk Yerel Sofralık Zeytin Standartlarına göre güvenli sınırdan belirlenmiştir (Anonim 2003a, Anonim 2011j). Demirkeser ve ark. (2008), şahan ve ark. (2007) ve şahan ile Başoğlu (2009) sofralık zeytindeki kabul edilebilir Pb değerini 0.77-1.22, 0.57-0.91 ve 0.77-3.68 mg/kg olarak belirtmişlerdir. Bu alışmadaki Pb değerleriyle olan farklılık, yetiştirilme koşullarındaki farktan ileri gelmekte olduğu söylenebilir. Massadeh ve ark. (2009)'a göre ağır metal kirliliğinin biyokollektrlerdeki etkisini, nüfustan daha çok trafik ve endüstrileşme etkilemektedir. Buna ilaveten kimyasallarla muamele edilmiş zeytinlerde bu kalıntı, doğal yetiştirilen zeytinlere göre daha fazla olduğu rapor edilmiştir (şahan ve ark. 2007).

Tarımsal uygulamalarda fosfatlı gübre, arıtma çamuru ve Cd'nin endüstriyel kullanımları, iz metallerin dağılımıyla alakalı olarak evre ve insan gıdasını önemli yönde etkilemektedir (şahan ve Başoğlu 2009). Cd seviyesi bütün sofralık zeytin eşitleri için belirlenmemiştir. şahan ve Başoğlu (2009), Nergiz ve Asigöz (2008), ile Demirkeser ve ark. (2008) alışmalarında kabul edilebilir Cd değerini sırasıyla 0.05-0.369, 0.014-0.139, ve 0.014-0.032 mg/kg olarak belirtmişlerdir. Bu değişiklikleri bir çok faktör etkilemektedir. Öte yandan gıda örneklerinde, Cd'un toksik nitelikteki yüksek limit değerleri WHO/FAO tarafından belirlenmiştir. Yetişkinler için haftalık izin verilen Cd dozu 0.5 mg.'dır. Ancak bu miktara göre tavsiye edilen düzey en çok 1.5 mg kadardır (Mendil ve ark. 2009). Cd membran yapılarında ciddi preoksidasyonlara sebep olmaktadır. İnsan vücudunda birikerek, iskelette hasara ve üreme bozukluklarına neden olabilir (şahan ve Başoğlu 2009). Kronik Cd maruziyet sonucu olarak böbrek hasarı, kemik deformateleri ve kardiyovasküler sorunlar baş göstermektedir (Demirbaş 2010).

Co'ın B12 vitamini yönünden etkileşimi insan sağlığı açısından önem arz etmektedir (Mendil ve ark. 2009). Co seviyesi bütün sofralık zeytinler için belirlenmemiştir. Şahan ve ark. (2007) siyah ve yeşil zeytinlerde kabul edilebilir Co değerini 0.05-0.08 ile 0.05-0.09 mg/kg olarak belirtmiştir.

Burada açıklanan hiçbir ağır metal konantrasyonu yayınlanmış olan örneklerine göre daha yüksek değildir. Değerler arasındaki farkın oluşması güvenilir limitler altında değişik yetiştirilme koşullarından ileri geldiği rahatlıkla söylenebilir.

### 4.3. Zeytinlerdeki Mikrobesein Element Sonuçları

Farklı koşullarda yetiştirilen zeytinlerin mikrobesein konantrasyonları (mg/kg) izelge 6'da verilmiştir. **Anayol** için ortalama mikrobesein değerleri (mg/kg): Mn (5.87ns), Mg (622.90a), Ca (1003.36b), P (1291.26ns), K (21303.56b). **Fabrika alanı** için ortalama mikrobesein değerleri: Mn (6.24ns), Mg (561.00a), Ca (1139.50a), P (1231.53ns), K (24406.00a). **Kontamine olmuş arazi** için ortalama analiz sonuçları: Mn (6.11ns), Mg (471.56b), Ca (1096.36a), P (1189.70ns) K (25529.10a) olarak bulunmuştur.

Fabrika, sulama arazisi ile anayola yakın yerlerde yetiştirilen zeytinlerin kabul edilebilir mikrobesein konanstrasyon aralıkları şu şekildedir :  $3.20 \pm 0.82$ - $8.29 \pm 0.41$ ,  $365.6 \pm 148.6$ - $789.3 \pm 185.3$ ,  $544.0 \pm 136.1$ - $923.6 \pm 145.3$ ,  $780.6 \pm 102.8$ - $1245.6 \pm 107.8$ ,  $901.6 \pm 194.0$ - $1617.6 \pm 149.8$  ve  $17953.3 \pm 3893.4$ - $34430.0 \pm 7818.4$  mg/kg Mn, Mg, S, Ca, P ve K için bu sonuçlara göre, mineral seviyesi konantrasyonları evre koşullarından etkilenmektedir. Buna örnek olarak izelge 6'da K elementinin zeytin meyvesinde en çok bulunduğunu ve sırasıyla bunu P, Ca, S, Mg ve Mn 'nın takip ettiğini görüyoruz.

Sofralık zeytindeki S, Ca ve K içerikleri, fabrika ve sulama arazisine kıyasla ana yola göre daha düşük seviyelerde olduğu gözlenmiştir (izelge 6). Mg, ölçülebilir unsurlar arasında en bol bulunan elementtir (Şahan ve ark. 2007). alışmalar göstermiştir ki; fabrika arazisi ve ana yol düzergahı üzerindeki zeytinlerde seviyeler, sulama arazisine göre yüksek bulunmuştur (Nergiz ve Engez 2000), (Şahan ve ark. (2007). Kabul edilebilir Mg miktarını 109-372 ve 36.12-125.11 mg/kg olarak belirtmişlerdir. Öte yandan değişik koşullarda yetiştirilen sofralık zeytinlerde Mn ve P seviyelerinde önemli bir fark olmadığı görülmüştür. ( $p > 0.001$ ).



Çizelge 6. Farklı Koşullarda Yetiştirilen Zeytinlerin Mikrobesein Konsantrasyonları (mg/kg)

<b>Mikrobeseinler</b>						
Yer mevki	Mn	Mg	Ca	P	K	
Anayol	3.20 ± 0.82	479.6 ± 114.6	780.6 ± 102.8	1015.3 ± 167.0	17953.3±3893.4	
	4.44 ± 0.41	634.6 ± 191.0	840.0 ± 180.9	1384.3 ± 200.6	22013.3±5172.5	
	6.62 ± 1.80	712.6 ± 249.0	1000.3 ± 197.2	1212.6 ± 243.7	24710.0±6130.1	
	6.82 ± 1.82	623.3 ± 190.3	1205.0 ± 104.1	1329.0 ± 329.0	25130.0±7746.6	
	8.29 ± 0.41	678.0 ± 160.3	1208.0 ± 151.7	1617.6 ± 149.8	18680.0±4165.0	
	3.71 ± 0.94	494.6 ± 103.9	901.0 ± 159.1	1106.3 ± 122.6	23991.3±4597.4	
	6.07 ± 1.34	620.0 ± 167.5	896.0 ± 159.5	1305.6 ± 210.2	18813.6±3088.0	
	6.37 ± 0.76	702.3 ± 222.0	1144.3 ± 189.3	1193.3 ± 189.6	18641.6±2089.9	
	5.30 ± 0.90	613.3 ± 183.1	933.6 ± 133.4	1225.6 ± 131.3	19639.3±3195.4	
	7.96 ± 0.41	670.3 ± 185.2	1124.6 ± 109.4	1522.6 ± 146.3	23463.0±5041.5	
<b>Ortalama</b>	<b>5.87ns</b>	<b>622.90a</b>	<b>1003.36b</b>	<b>1291.26ns</b>	<b>21303.56b</b>	
Fabrika alanı	7.44 ± 0.80	741.0 ± 103.1	1219.6 ± 136.1	1476.3 ± 254.7	30963.3±5365.0	
	6.43 ± 2.89	506.3 ± 148.4	1089.6 ± 235.2	1003.0 ± 217.9	19436.6±5192.8	
	6.12 ± 1.92	772.0 ± 111.2	1121.3 ± 200.9	1267.3 ± 279.2	24110.0±5909.0	
	7.35 ± 1.60	849.0 ± 200.5	1166.3 ± 123.7	1425.0 ± 291.3	27433.3±6053.1	
	5.87 ± 2.11	591.6 ± 179.2	1091.3 ± 163.3	1099.0 ± 312.1	20165.0±4682.0	
	5.34 ± 1.20	789.3 ± 185.3	1145.6 ± 101.5	1426.6 ± 185.5	26379.3±3885.6	
	6.43 ± 1.59	476.0 ± 123.1	1154.6 ± 177.1	1045.3 ± 198.6	20336.3±4175.0	
	7.55 ± 0.68	645.0 ± 113.0	1079.6 ± 197.7	1205.3 ± 256.2	27822.3±2417.3	
	4.17 ± 1.57	451.6 ± 197.6	1103.6 ± 186.7	1408.6 ± 140.8	22977.0±5006.1	
	5.73 ± 1.71	460.6 ± 167.5	1223.0 ± 158.1	958.6 ± 235.4	24526.6±4240.2	
<b>Ortalama</b>	<b>6.24ns</b>	<b>561.00a</b>	<b>1139.50a</b>	<b>1231.53ns</b>	<b>24406.00a</b>	
Kontamine olmuş arazi	7.39 ± 1.97	551.0 ± 102.4	976.3 ± 109.7	1221.3 ± 266.5	23763.3±6148.2	
	5.53 ± 1.50	625.0 ± 146.8	1104.3 ± 128.9	901.6 ± 194.0	18940.0±3976.3	
	8.00 ± 0.76	419.6 ± 151.7	1159.0 ± 147.0	1594.0 ± 192.4	34430.0±7818.4	
	5.77 ± 3.15	520.6 ± 182.8	1160.0 ± 103.2	1085.3 ± 422.3	25823.3±6958.1	
	7.66 ± 1.11	457.0 ± 115.0	1245.6 ± 107.8	1364.3 ± 196.0	33170.0±5496.9	
	5.03 ± 1.41	405.6 ± 130.1	1056.0 ± 176.8	1182.3 ± 279.7	24652.6±6631.2	
	5.31 ± 1.65	524.3 ± 187.3	1082.6 ± 136.0	978.3 ± 112.1	22136.6±6408.7	
	5.02 ± 1.36	365.6 ± 148.6	1006.6 ± 117.2	1341.3 ± 329.9	26516.6±8457.2	
	6.04 ± 1.86	456.3 ± 194.2	1068.0 ± 188.8	1070.0 ± 261.8	24896.6±6821.3	
	5.34 ± 1.68	390.3 ± 116.1	1105.0 ± 156.0	1158.3 ± 348.3	20961.6±4303.9	
<b>Ortalama</b>	<b>6.11ns</b>	<b>471.56b</b>	<b>1096.36a</b>	<b>1189.70ns</b>	<b>25529.10a</b>	

Tüm tespitler üç tekrarlı icra edilmiş ve ortalama değerler±standart sapma (SD) olarak raporlanmıştır. Her durumla ilgili ortalama değerler 90 (30 örnek x 3 alan) veriye dayanarak hesaplandı±SD Aynı satırda farklı harf taşıyan ağır metal ortalamaları arasındaki farklılık (P<0.01).

Bazı sonuçların ağır metal ve mikrobesein element seviyelerinin literature uygun olduğu, bazılarının ise, literature göre yüksek ya da düşük olduğu saptanmıştır. Bu değişiklikler birkaç önemli faktörden ileri gelmektedir. Bazı araştırmacılar bu varyasyonların ham zeytin örnekleri ve çeşitlerinden, topraktaki elementlerin dağılımından, zeytinin olgunlaşmasından, örnekleme döneminde çevre ve iklim koşullarından kaynaklandığını öne sürmektedir (Nergiz ve Engez 2000), (Şahan ve ark. 2007), (Nergiz ve Asigöz 2008). Benzer, bitkisel ve katı yağlardaki çeşitli metal seviyeleri; tür ekimi için kullanılan toprak, sulama suyu, çeşit ve olgunluk evresi faktörlerinden etkilenmektedir (Mendil ve ark. 2009).

## 5. Sonuç ve Öneriler

Şarköy yöresinde çeşitli nedenlerle ortaya çıkan ve özellikle yaz aylarında almış olduğu yoğun nüfus artışından dolayı giderek artan toprak, su ve hava kirliliğinin bölgede en önemli tarımsal ürün olan sofralık zeytinde demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu), nikel (Ni), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) ve kobalt (Co), elementleri açısından değerlendirildiği bu araştırmada, bölgeden bir kesit sunmaktadır.

Sofralık zeytinlerdeki Mn ve P dışındaki bütün elementler anayol, fabrika, sulama arazilerine yakınlıkları dolayısıyla değerlerinde ölçülebilir değişiklikler göstermiştir. Mevcut verilere göre çevre şartlarının, ağır metal ve mikrobesein element seviyeleri üzerine önemli bir etkisinin olduğunu anlamış bulunmaktayız.

Farklı koşullar altında yetiştirilen sofralık zeytinlerdeki ağır metal ve mikrobesein element seviyeleri hakkında bilgi sahibi olduk. Sonuçlar sofralık zeytinlerde, bu elementlerin kullanılabilir toksidite düzeylerini göstermiştir. Kodeks Alimentarius ve Türk Yerel Sofralık Zeytin Standartlarına göre zeytinlerde kurşun ve bakır düzeylerinin güvenlik sınırları içinde olduğunu söyleyebiliriz.

Zeytinlerin mineral madde içeriğine toprağın bileşimi, coğrafik bölge, mevsimler, su kaynağı, gübre kullanımı, zirai mücadelede kullanılan fungusitler, diğer tarımsal ilaçlar ve zeytinin yapısı gibi birçok çevresel faktörün etkili olduğu bilinmektedir.

Zeytin ve zeytinyağının faydaları, sağlığımız açısından çok değerli bir yer teşkil etmektedir. İnsan sağlığına olumsuz etkileri sebebiyle, sofralık zeytinlere ağır metal bulaşmasının mümkün olan en az seviyede olması zorunluluktur. Zeytin ve zeytinyağında bulunabilecek metal içeriklerinin en az düzeye indirilebilmesi amacıyla tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu Şarköy yöresinde zeytin bitkisinin maruz kaldığı muhtelif ağır metal kontaminasyon kaynaklarına yönelik olarak etkin önlemlerin alınması gerekmektedir. Dolayısıyla, daha fazla metal çeşidini konu edinen ve çok sayıda örnek alınarak planlanan araştırmaların bölge için yapılması gerekmektedir. Bu konuda araştırma kurumlarına, üniversitelere, yayımcılara ve üreticilere büyük görevler düşmektedir (Üstbaş 2008).

Sanayilerin arıtma tesisleri verimli bir şekilde işletilmeli ve yeni kurulacak sanayi tesislerinin mutlaka arıtma üniteleri ile birlikte planlanması gerekmektedir. Ayrıca sanayi tesislerinin tarım alanları yakınına ve kent içine kurulmalarına izin verilmemesi gerekir.

Sanayi ve tarımda çalışanlar ile halkın çevre sorunlarına ilişkin bilgi ve kültür düzeyinin yükseltilmesi, çevre kirlenmesinin doğaya ve toplum sağlığına yansıyan tehlikeleri konusunda bilinçlendirilmesi, sayılan önlemler ve öneriler içinde, belki de en kısa sürede olumlu sonuçlar sağlayacak bir etmendir (Çalışkan 2007).

Kirliliğin kontrolünde; yasaklama, standartlar, para cezaları ve denetim gibi geleneksel araçlar ile vergiler, harçlar, depozito, geri ödeme sistemi, pazarlanabilir kirlilik izinleri, sübvansiyonlar ve krediler, piyasa oluşturma ve sorumluluk sigortaları gibi ekonomik araçlar kullanılabilir. En ucuz yol olması bakımından kirliliğin vergilendirilmesi sosyal olarak tercih edilmektedir. Vergilendirme nedeni ile işletmeler en uygun teknikleri kullanarak kirliliği azaltmak ve verginin etkisinden kurtulmak isteyecektir (Tanrıvermiş 2003).

Besin maddeleri arzını sınırlayan en önemli faktör, verimli tarım alanlarının amaç dışı kullanılması ile oluşan kayıplardır. Bu sorunların çözümü de tarımsal alanların optimal kullanımı için ulusal stratejilerin hazırlanması ve uygulanması, tarım alanlarının korunması ve tarım dışı amaçlarla kullanımının koşulsuz olarak önlenmesi, tarım tekniğinin rasyonelleştirilmesi ve tarıma yönelik ekonomik önlemlerin yeniden düzenlenmesi ile mümkün olabilecektir (Tanrıvermiş 2003).

Tarımın çevreye verdiği zararları önlemek için tarımsal tekniklerin gerektiği gibi uygulanması, tarımsal girdilerin bilinçli ve az kullanılması, organik tarımın yaygınlaşması ve gelecek kuşakların da kendi gereksinimlerini karşılayabilmeleri için sürdürülebilir tarım felsefesinin yaşama geçirilmesi gerekmektedir (Altan ve ark 2000).

Sulama, gübreleme, ilaçlama gibi toprağı güçlendirmek ve verimi artırmak için yapılan faaliyetler bilinçli ve kontrollü bir biçimde yapılmalıdır. Buna dikkat edilmediği takdirde, ekolojik dengenin bozulması sonucu toprak ve su kaynakları aşırı derecede kirlenecek, büyük çevre sorunları yaşanacak ve bir süre sonra artmış gibi görülen tarımsal üretimde de hızlı bir düşüş başlayacaktır (Yıldız, ve ark. 2000).

Kırsal nüfus önemli ölçüde doğal kaynaklara fiziki olarak yakın ve hatta bu kaynakların kullanıcısı durumundadır. Bu nedenle, tarım kesiminin de çevre koruma ve doğal kaynakların korunması konusunda eğitsel hizmetlerden yararlandırılması gereklidir. Üreticiler, üretimde buldukları faaliyet kollarında çevreye zarar vermeyecek düzeyde üretim girdilerini kullanmak durumundadırlar. Bunu sağlamak için üreticide çevre koruma ve optimum kaynak kullanım bilincini oluşturmak ve geliştirmek gereklidir. Bu ise eğitsel faaliyetleri gerekli kılmaktadır (Özçatalbaş 1996).

## 6. KAYNAKLAR

- Aduna de Paz L, Alegria A, Barbera R, Fare, R, Lagarda MJ (1997). Determination of mercury in dry-fish samples by microw ave digestion and flow injection analysis system cold yapar atomic absoption spectrometry. *Food Chemistry* 158(1 - 2), 169-172.
- Aghabarati A, Hosseini S.M., Maralian H (2008). Heavy metal contamination of soil and olive trees (*Olea europaea* L.) in suburban areas of Tehran, Iran. *Research Journal of Environmental Sciences* 2 (5), 323-329.
- Aksoy M (1984) . Beslenme ve Kanser. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.177s.
- Aksoy M (2000). Beslenme Biyokimyası. Hatipoğlu Basım ve Yayım San. Tic. Ltd. Şti. Ankara. 622 s.
- Altan T, Kanber R, Özbek H, Şekeroğlu E (2000). “Tarım ve Çevre”, Özgürlük Dünyası Dergisi, Sayı:102, Ağustos 2000, Ankara.
- Alp K (1991). “Taşıt Kaynaklı Kirleticiler ve Kontrol Yaklaşımları, Hava Kirliliği Kontrolü ve Denetimi” TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, İstanbul.
- Andrews NC (1999). Disorders of iron metabolism. *N. Engl. J Med.* 341, pp. 1986—1995.
- Andrews NC and Fleming MD (1999). Iran and erythropoiesis: lessoris from anernic mice. *Mol. Biol. Hematopoiesis* 6, pp. 363—370.
- Andrews NC, Fleming MD and Levy JE (1999). Malecular insights into mechanisms of Iran transport. *Curr. Opin. HematoL* 6, pp. 61—64.
- Angioni A, Cabitza M, Russo MT Caboni P (2006). Influence of olive cultivars and period of harvest on the contents of Cu, Cd, Pb, and Zn in virgin olive oils. *Food Chem* 99, 525-529.
- Anonim (1989). FAO-WHO Food Standart Programme. Codex Standart for Sugar (Honey).
- Anonim (1999). Statistica for the Windows Operating System Stat Soft Inc., Tulsa, OK.
- Anonim (2001). Tarımsal Göstergeler (1998-2004). T.C Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Anonim (2001a). İTO Raporu (2001): Zeytin- Zeytinyağı Sektör Arastırması, İzmir.
- Anonim (2001b). Altmed Watch. Contemporary. OB/GYN. Vol 46(2); 136-138.
- Anonim (2002). European Commission DG ENV. E3 Project ENV.E.3/ETU/2000/0058, “Heavy Metals in Waste” February 2002, Danimarka.
- Anonim (2003). Agency for Toxic Substances and Disease Registry, <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaq.html> ( accessed June 2011).
- Anonim (2003a). TS 774 Table olives. Turkish Standards. Ankara, Turkey.
- Anonim (2004a) “Türkiye Çevre Atlası, IX. Sanayi ve Çevre”, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Anonim (2005). Doğu Akdeniz Zeytin Birliği, 2005. <http://www.dazb.org.tr>. (erişim Haziran 2011).
- Anonim (2005a). <http://www.ttb.org.tr/bergama/5.html> (erişim Haziran 2011).
- Anonim (2006). [www.inchem.org](http://www.inchem.org) (erişim May 2011).
- Anonim (2006a). International Programme on Chemical Safety (IPCS) Environmental Health Criteria 17 manganez. [www.inchem.org](http://www.inchem.org) (erişim Haziran 2011).
- Anonim (2008). TBMM 23. Dönem. (11.03.2008- 11.07.2008) Türkiye Büyük Millet Meclisi Zeytin ve Zeytinyağı ile Diğer Bitkisel Yağların Üretiminde ve Ticaretinde Yaşanan Sorunların Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan (10/27,34,37,40,102) Esas Numaralı Meclis Araştırması Komisyon Raporu - Ankara-Türkiye.
- Anonim (2009). Çevre Orman ve Bakanlığı, 2009. Kurşunlu Benzin Tüketimi ve Kurşunun Etkileri, <http://www.cevreorman.gov.tr/Benzin.html>. (erişim Haziran 2011).

- Anonim (2010). [www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/minimize/cadmium.pdf](http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/minimize/cadmium.pdf) (accessed June 2011).
- Anonim (2010a). [www.portfolio.mvm.ed.ac.uk/studentwebs/session2/group29/nicktox.htm](http://www.portfolio.mvm.ed.ac.uk/studentwebs/session2/group29/nicktox.htm) (accessed June 2011).
- Anonim (2011). International Olive Council. Economics and statistics of olive oil in the world. <http://www.internationaloliveoil.org> (accessed January 2011).
- Anonim (2011a). (<http://www.manisacevreorman.gov.tr>) (erişim Haziran 2011).
- Anonim (2011b). <http://www.medicine.ankara.edu.tr> (erişim Haziran 2011).
- Anonim (2011c). <http://www.tarimsurasi.tarim.gov.tr> (erişim Haziran 2011).
- Anonim (2011d). [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) (erişim Mayıs 2011).
- Anonim (2011e). [www.agri.ankara.edu.tr/bahce/pratikbilgiler/meyve/zeytin/ekonomi.htm](http://www.agri.ankara.edu.tr/bahce/pratikbilgiler/meyve/zeytin/ekonomi.htm) (TÜİK, 2005) (erişim Mayıs 2011).
- Anonim (2011f). [www.agri.ankara.edu.tr/bahce/pratikbilgiler/meyve/zeytin/ekonomi.htm](http://www.agri.ankara.edu.tr/bahce/pratikbilgiler/meyve/zeytin/ekonomi.htm) (erişim Haziran 2011).
- Anonim (2011g). IOOC 2009. International Olive and Olive oil Council Madrid Spain. <http://www.internationaloliveoil.org/web/aaingles/corp/AreasActivitie/economics/Ar easActivitie.html> (accessed June 2011).
- Anonim (2011ğ). <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>
- Anonim (2011h). [www.zae.gov.tr](http://www.zae.gov.tr) 2010 zeytin ve zeytinyağı rekolte sonuçları (erişim Temmuz 2011.)
- Anonim (2011ı). [www.turkstat.gov.tr/IcerikGetir.do?istab\\_id=139](http://www.turkstat.gov.tr/IcerikGetir.do?istab_id=139) TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. (Erişim Mayıs 2011).
- Anonim (2011i). Nordic Committee on Food Analysis - Determination by Atomic Absorption Spectrophotometry after Wet Digestion in a Microwave Oven, Metals, 1998, Method no:161 (NMKL, Nordisk Metodikkomite for Næringsmidler, National Veterinary Institute-Oslo, Norwegian; <http://www.nmkl.org>.) (accessed January 2011).
- Anonim (2011j). Codex Standard for Table Olives. Codex Stan 66-1981. <http://www.codexalimentarius.net/search/advancedsearch.do> (accessed March 2011).
- Anonim (2011k). ([www.tekirdag.gov.tr/ekonomi.asp?id=6](http://www.tekirdag.gov.tr/ekonomi.asp?id=6)) (erişim Haziran 2011).
- Baba A, Gündüz O, Save D, Gürdal G, Sülün S, Bozcu M, Özcan H (2009). Madencilik faaliyetlerinin tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmesi: Biga Yarımadası (Çan-Çanakkale), 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, say.514-515, Ankara.
- Bakar C, Baba A, Karaman H.I.O, Şengunalp F (2009). The Neurotoxic Effect Of High Aluminum Levels In Drinking Water In Kirazli Area (Canakkale, Turkey), 12th World Congress On Public Health, 27 April- 1 May 2009, İstanbul, Turkey.
- Benavides MP, Gallego SM, Tomaro ML (2005). Cadmium toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 17: 21-34.
- Berg G, Kohlmeier L, Brenner (1998). Effect of oral contraceptive progestins on serum copper concentration. *European Journal of Clinical Nutrition*. Vol 52(10); 711-715.
- Bilir N, Yıldız AN (2004). İş Sağlığı ve Güvenliği, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Bigersson B, Sterner O, Zimerson E (1988). *Chemie und Gesundheit "Eine verständliche Einführung in die Toxikologie"*, VCH Verlagsgesellschaft. ISBN 3-527-26455-8.
- Boldt DH (1999). New perspectives on iron: an introduction. *Am. J. Med. Sci.* 318, pp. 207—212.
- Boskou D (2009). Olive oil minor constituents and health. Taylor & Francis Group, LLC.
- Caselles J, Colliga C and Zornoza P (2002). Evaluation of trace element pollution from vehicle emissions in *Petunia* plants. *Water, Air, and Soil Pollution* 136: 1-9.
- Clarkson TW (1992). "Principles of Risk Assessment", *Adv.Dent.Res.*, Vol. 6, p: 22-27.

- Clayton LW and Clayton FE (1994). "Patty's Industrial Hygiene and Toxicology", Vol: 2, New York.
- Clemente R, Paredes C, Bernal MP (2007). A field experiment investigating the effects of olive husk and cow manure on heavy metal availability in a contaminated calcareous soil from Murcia (Spain). *Agr Ecosyst Environ* 118, 319-326.
- Conrad ME, Umbreit, JN and Moore EG (1999). Iron absorption and transport. *Am. J. Med. Sci.* 318, pp. 213—229.
- Çalışkan S (2007). "Çorlu Civarında Yetişen Bitkilerde Ağır Metal Konsantrasyonunun Belirlenmesi" Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı Tekirdağ.
- Çepel N (1997). Toprak Kirliliği Erizyon ve Çevreye Verdiği Zararlar. TEMA (Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı) Yayınları, No:14, İstanbul.
- Demirbaş A (2010). Oil, micronutrient and heavy metal contents of tomatoes. *Food Chem* 118, 504-507.
- Demirköser TH, Özgen S, Torun AA, Erdem H, Gunduz K, Durgac C, Serce S (2008). Distribution of heavy metals in plant and media samples from a volcanic region in Hatay, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin* 17, 927-931.
- Dexter DT, Carayon A, Javay-Agid F, Agid Y, Wells FR, Daniel S.E, Lees AJ, Jenner P, and Marsden CD (1991). Alterations in the levels of iron, ferritin and other trace metals in Parkinson's disease and other neurodegenerative diseases affecting the basal ganglia. *Brain* 114, pp. 1953—1975.
- Diraman H, Dibeklioglu H (2009). Characterization of Turkish virgin olive oils produced from early harvest olives. *J Am Oil Chem Soc* 86, 663-674.
- Diraman H, (2010). Characterization by chemometry of the most important domestic and foreign olive cultivars from the National Olive Collection Orchard of Turkey. *Grasas Aceites* 61, 341-351.
- Dökmeçi İ, Dökmeçi AH (2005). Toksikoloji Zehirlendirmede Tanı ve Tedavi, 4. Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, 2005.
- Duffus John H (1980). "Environmental toxicology", New York : Wiley.
- Elçi L, Özcan B (2002). Tekstil Ürün ve Atıklarında Bazı Eser Elementlerin Birlikte Çöktürme ile Deriştirilmeleri ve Tayinleri, Kayseri.
- Elson M, Haas MD (2001). Toxic minerals and heavy metals. *Healthy World online* <http://www.healthy.net/soil/temnotes/article.asp?id=156081-leader+title=minerals+and+action>, 17 p. (accessed June 2011).
- EPA (Environmental Protection Agency) (1987). Indoor Air Quality Implementation Plan. Washington, D.C. June 1987 <http://www.rshh.gov.tr/hki/pdf/hava.pdf>.
- Eto K (2000). Minamata Disease, *Neuropathology* 2000; 20, S14-S19.
- Ezer M, Laçın A (2005). K.Maraş Bölgesindeki Keçi Sütünde Eser Element Analizi, K.Maraş. FAOSTAT. (2011). Agricultural production database. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx> (accessed January 2011).
- Gasco G, Lobo MC (2007). Composition of a Spanish sewage sludge and effects on treated soil and olive trees. *Waste Manage* 27, 1494-1500.
- Göğüş F, Özkaya M.T, Ötles S (2009). Zeytinyağı. Eflatun Yayınevi, Ankara (Turkish).
- Güven A, Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Timur S (2009). Metallerin Çevresel Etkileri-III [http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi138/d138\\_6471.pdf](http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi138/d138_6471.pdf), (Erişim tarihi: 12.06.2011).
- Halliwell B (1992). Oxygen radicals as key mediators in neurological disease: fact or fiction? *Ann. Neurol.* 32, pp. 10-15.
- Halliwell B and Gutteridge JM (1992). Biologically relevant metal ion-dependent hydroxyl radical generation. An update. *FEBS Lett.* 307, pp. 108—112.



- Hamdi M (1993). Thermoacidic Precipitation Of Darkly Coloured Polyphenols Of Olive Mill Wastewater. *Environmental Technology*, 14, 495-500.
- Howard H (2001). Heavy Metal Poisoning, Chapter 395 Harrison's Principles of Internal Medicine 15th Edition by The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Işık N, Konca R, Gümüş Y (1996). "Gıdalarda Katkı-Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi", T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü, Bursa.
- İlyasoğlu H, Ozcelik B, Hoed V.V., Verhe R, (2010). Characterization of Aegan Olive Oils by Their Minor Compounds. *J Am Oil Chem Soc* 87, 627-636.
- Kabata-Pendias A, Pendias H, (1992). "Trace Elements in Soils and Plants", 2nd Edition, CRC Pres Inc., Ann Arbor London.
- Kacar B ve Katkat V (2006). Bitki Besleme. Nobel Yayın No:849.
- Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A ve Timur S (2006). Metallerin Çevresel Etkileri-I. [www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136\\_4753.pdf](http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf). (erişim Mayıs 2011).
- Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S (2009). Metallerin Çevresel Etkileri-I, Metalurji, 136.Sayı, [http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136\\_4753.pdf](http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf). (erişim Mayıs 2011).
- Karaosmanoğlu H, Soyer F, Ozen B, Tokatlı F (2010). Antimicrobial and antioxidant activities of Turkish extra virgin olive oils. *J Agr Food Chem* 58, 8238-8245.
- Kavaklı M (2002). Zeytinyağ Üretiminden Kaynaklanan Çevre Sorunları ve Seçenekli Arıtım Çözüm Yaklaşımları. Zeytinyağı Üretiminde Çevre Sorunları ve Çözümleri Uluslararası Çalıştayı, Bildiriler Kitabı, 07-09 Haziran Zeytinli-Edremit, 109-120.
- Khan S, Rehman S, Khan AZ, Khan MA, Shah MT (2010). Soil and vegetables enrichment with heavy metals from geological sources in Gilgit, northern Pakistan. *Ecotox Environ Safe* 73, 1820-1827.
- Kılıç A (1984). Mineral Yemler, Yayın No:1.
- Kılıçel F, Türkoğan MK, Dağ B, Ağırtaş MS (2000). "Bazı Gastrointestinal Kanser Bölgelerindeki Toparklarda Toksik Ağır Metal Düzeyleri", XIV. Ulusal Kimya Kongresi, Diyarbakır.
- Kiritsakis AP (1998). Olive oil from the tree to the table. Food and Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut, USA.
- Kristakis AK (1998). Olive oil from tree to the table. 2nd Edition. Food and Nutrition Pres., Inc., 347 p.
- Klaassen CD (1996). "Casarett & Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons". International Edition.
- Klaassen CD (2009). (Çeviri: Kalkan Ş, Soner BC), Ağır Metaller ve Ağır Metal Antagonistleri (Konu:65), Brunton LL, Lazo JS, Parker.
- Knekt P, Reunanen A, Takkuner H, Aroma A, Heliovara M, Hakulinen T (1994). Body iron stores and risk of cancer. *Int. J. Cancer*. 56(1994), 379-382.
- Köleli N ve Kantar Ç (2005). "Fosfat Kayası, Fosforik Asit Ve Fosforlu Gübrelerdeki Toksik Ağır Metal (Cd, Pb, Ni, As) Konsantrasyonu", *Ekoloji Çevre Dergisi*, Sayı:55, 1-5.
- Krauss M, Diez T (1997). "Uptake of Heavy Metals by Plants From Highly Contaminated Soils", *Agrobiological-Research*, Vol: 50(4), p: 343-349.
- Lieu PT, Heiskala M, Peterson PA, Yang Y (2001). The roles of iron in health and disease. *Molecular Aspects of Medicine*. 22(1-2),1-87.
- Lombardo M, Melati RM. and Orecchio S (2001). Assessment of the quality of the air in the city of Palermo through chemical and cell analyses on *Pinus* needles Atmospheric Environment 35: 6435-6445.

- Massadeh AM, Jaradat QM, Moami KA, Saleem MA (2009). Distribution of heavy metals in some tree leaves along the main road in an agricultural area. *Commun Soil Sci Plan* 40, 1254-1267.
- Mendil D, Uluozlu OD, Tuzen M, Soylak M (2009). Investigation of the levels of some element in edible oil samples produced in Turkey by atomic absorption spectrometry. *J Hazard Mater* 165, 724-728.
- Mengel K and Kirkby EA (1987). "Principles of Plant Nutrition", International Potash Institute, Worblaufen-Bern Switzerland.
- Müezzinoğlu A (1987). "Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları", D.Ü Yayınları, İzmir.
- Mor F (2002). "Bursa'da Yoğun Araç Trafığı, Sanayi, Kentleşme ve Tarımsal Faaliyetlerin Etkileri Bakımından Sebzelerde ve Yem Bitkilerinde Kadmiyum ve Kurşunla Kontaminasyon" Uludağ Üniv., Sağ. Bil. Ens., Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bursa.
- Munzuroğlu FK ve Zengin Ö (2004). Effects of lead (Pb<sup>++</sup>) and copper (Cu<sup>++</sup>) on the growth of root, shoot and leaf of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 17: 1-10.
- McCord JM (1998). Iron, free radicals, and oxidative injury. *Seminars 1-tematol.* 35, pp. 5—12.
- Nardi EP, Evangelista FS, Tormen L, Saintpierre TD, Curtius AJ, De Souza SS, JR FB (2009). The use of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) for the determination of toxic and essential elements in different types of food samples. *Food Chem* 112, 727-732.
- Nergiz C, Engez Y (2000). Compositional variation of olive fruit during ripening. *Food Chem* 69, 55-59.
- Nergiz C, Asigoz T (2008). Research on the amount of trace elements in table olives commonly produced in Turkey. *La Rivista Italiana Delle Sostanze Grassa* 85, 39-44.
- Oruç N (2002). Zeytin Karasuyunun Olusumu ve Tarımda Kullanım Olanakları. Zeytinyağı Üretiminde Çevre Sorunları ve Çözümleri Uluslararası Çalıştayı, Bildiriler Kitabı, 07-09 Haziran Zeytinli-Edremit, 15-23.
- Özbek H, Kaya Z, Gök M ve Kaptan H (1995). Toprak Bilimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Genel Yayın No: 73 Ders Kitapları Yayın No:16, ADANA.
- Özçatalbaş O (1996). "Çevre Korumada Tarımsal Yayım", *Bilim ve Teknik Dergisi*, Nisan 1996.
- Özdilek HG (2002). Distribution and Transport of Copper and Lead in the Blackstone River (Doktora tezi, basılmamış). Massachusetts, Worcester Polytechnic Institute, USA.
- Özrenk E, Akyüz N (2003). Van ili ve çevrelerinde üretilen inek sütlerinin ağır metal kirlilik düzeyi ve bazı mineral madde içerikleri. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, 22-23 Mayıs 2003, İzmir.
- Paglia DE (1999). Differential effects of low-level lead exposure on the natural isozymes of erythrocyte 5-nucleotidase, *Clinical Biochemistry*, vol. 32, no. 3, pp193–199.
- Pagnanelli F, Toro L, Veglio F (2002). Olive mill solid residues as heavy metal sorbent material: a preliminary study. *Waste Manage* 22, 901-907.
- Paraskeva P, Diamadopoulos E (2006). Review Technologies for olive mill wastewater (OMW) treatment: a review. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 81, 1475–1485.
- Peng KJ, Li XD, Luo CL, Shen ZG (2005). Vegetation composition and heavy metal uptake by wild plants at three contaminated sites in Xiangxi Area, China. *Journal of Environmental Science and Health*, 41, 65-76.

- Ponta M, Frentiu T, Rusu AM, Cordes EA (2002). Trace of Cu, Mg, and Zn in Aquatic Animals and Sediments from the Cris River Basin West Romania. Part 1: Statistical Evaluation of Data Obtained by Atomic Emission Spectrometry with Radiofrequency Capacitively Coupled Plasma Source and Flame Atomic Absorption Spectrometry. *Croatica Chemica Acta* 75(1), 291-306.
- Saffron L (2001). "Australia Cuts Cadmium in Food", *Environ Health Perspect*, 109-158.
- Sağlam T, Bahtiyar M, Cangir C, Tok HA (1993). "Toprak Bilimi," *Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi*, 1, 2-3,17-23.
- Sajit F (2003). "Heavy Metal Ions Concentration in Wheat Plant (*Triticum Aestivum* L.) Irrigated with City Effluent", *Food Research International*, Vol: 46 (6), p:395-398.
- Saldamlı İ (1998). *Gıda Kimyası*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları. Ankara, 527 s.
- Sandersöm B (2001). Micronutrient interaction: effects on absorption and bioavailability. *British Journal of Nutrition*. Vol(2), 181-185.
- Sarkar B (2002). *Heavy Metals in the Environment*, Marcel Dekker, Inc. New York.
- Schaich KM (1992). Metals and lipid oxidation. *Lipids* 27, pp. 209-218.
- Schwartz GG, Reis IM (2000). "Is Cadmium A Cause Of Human Pancreatic Cancer", *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention*, Vol:9, p:139-145.
- Selinus O, Alloway B, Centeno JA, Finkelman RB, Fuge R, Lindh U, Smedley P (Editors) (2005). *Essentials of Medical Geology, Impacts of Natural Environment on Public Health*, Elsevier Academic Press.
- Sharma P and Dubey RS (2005). Lead toxicity in plants. *Braz. J. Plant Physiol*, 17(1):35-52.
- Shrivastav R (2001). Atmospheric heavy metal pollution. *Resonance*. 68:62-68.
- Sienko RA (1983). *Temel Kimya (Chemistry: Principles and Properties)*, (Çevirenler: Gündüz N., Gündüz T., Tüzün C., Pulat E., Üneri S., Zeren A., Özgüner S.), Savaş Yayınları, Fen Bilimleri Dizisi.
- Singh A, Sharma RK, Agrawal M, Marshall FM (2010). Health risk assessment of heavy metals via dietary intake of foodstuffs from the wastewater irrigated site of a dry tropical area of India. *Food Chem Toxicol* 48, 611-619.
- Sinha S, Gupta AK, Bhatt K, Pandey K, Rai UN, Singh KP (2006). Distribution of metals in the edible plants grown at Jajmua, Kanpur (India) receiving treated tannery wastewater: relation with physico-chemical properties of the soil. *Environ Monit Assess* 115, 1-22.
- Smith C, Mitchinson MJ, Aruoma OI and Halliwell B (1992). Stimulation of lipid peroxidation and hydroxyl-radical generation by contents of human atherosclerotic lesions. *Biochem. J.* 286, pp. 901-905.
- Sönmez F (2002). Lead exposure and Urinary N-Acetyl \_ D Glucosaminidase activity in adolescent workers in auto repair. *Workshops Journal of Adolescent Health* 30, pp 213-216.
- Sussman HH (1992). Iron in cancer. *Pathobiology* 60, pp. 2-9.
- Şahan Y, Başoğlu F, Güçer Ş (2007). ICP-MS analysis of metals (Namely: Mg, Cr, Co, Ni, Fe, Cu, Zn, Sn, Cd and Pb) in black and green olive samples from Bursa, Turkey. *Food Chem* 105, 395-399.
- Şahan Y, Başoğlu F (2009). Heavy metal pollution in olives grown in Bursa, Turkey. *Asian J Chem* 21, 3023-3029.
- Şengül F, Özer A, Çatalkaya E, Oktav E, Evcil H, Çolak O, Sağır Y (2003). Zeytin Karasuyu Arıtım Projesi. EBSO Projesi Kapsamındaki Zeytinyağı İşletmeleri için Durum Tespiti, Karasu Karakterizasyonu, Karasu Arıtılabilirlik Çalışmaları ve Sonuçları.
- Şişli MN (1999). "Çevre Bilim Ekolojisi", Hacettepe Üniv., Fen Fak., Biyoloji Böl., Gazi-Kitabevi, 2.Baskı, Ankara.

- Tanrıvermiş H (2003). “Doğal Kaynaklar ve Çevre Ekonomisi”, A.Ü.Z.F. Tarım Ekonomisi Bölümü Ders Notları, Yayınlanmamış, Ankara.
- Tuna AL, Yılmaz F, Demirak A, Ozdemir N (2007). Sources and distribution of trace metals in the sarıca stream basin of southwestern Turkey. *Environ Monit and Assess* 125, 47-57.
- Türkmen A (2003). İskenderun körfezi’nde deniz suyu, askıdaki katı madde, sediment ve dikenli taş istirdyesi’nde (*Spondylus Spinosus* Schreibers, 1973) oluşan ağır metal birikimi üzerine araştırma (Doktora tezi, basılmamış). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ubillus F, Alegria A, Barbera R, Fare R, Lagarda MJ (2000). Methylmercury and inorganic mercury determination in fish by cold vapour generation atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry*, 71,529-533.
- Üstbaş Y (2008). “Trakya Bölgesinde Üretilen Ayçiçeği Tohumu (*Helianthus annus* L.) Yağlarında Bakır, Demir, Kadmiyum ve Kurşun İçeriklerinin Belirlenmesi” Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümü Tekirdağ.
- Vural N (1996). “Toksikoloji”, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, s: 73,Ankara.
- Viarengo A (1985) “Biochemical Effects of Trace Metals”, *Marine Pollution Bulletin*. Vol.16(4), p: 153-158.
- WHO and FAO (1972). “Evaluation of Certain Food Additives and the Contaminants Mercury, Lead and Cadmium”, Sixteen Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, No.505:11-24, Geneva.
- Yağmur B, Hakerlerler H ve Kılınç R (2003). Gübreler ve İnsan Sağlığı. *Çiftçi Dergisi* sayı:2.
- Yıldız K, Sipahioğlu Ş, Yılmaz M (2000) “Çevre Bilimi”, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Sayfa: 91, Ankara.
- Youdim MB (1988). Iron in the brain: implications for Parkinson’s and Alzheimer’s diseases. *Mount Sinai J. Med.* 55, pp. 97-101.
- Yüzbaşı N (2001) “Kaşar Peynirinde Bazı Ağır Metal Düzeyi ve Prosesteki Değişimi”, Ankara Üniv. Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Zheljzakov VD, Craker LE, Xing B (2006). Effects of Cd, Pb, and Cu on growth and essential oil contents in dill, peppermit, and basil. *Environ Exp Bot* 58, 9-16.

## ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında İstanbul'da doğdu. İlkokulu Erenköy İlkokulu (1993-1998), ortaokulu Özel Kalamış Koleji (1998-2001), liseyi Özel Kalamış Fen Lisesi'nde (2001-2004) okuduktan sonra, 2004'de Trakya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2008 yılında iyi dereceyle mezun oldu. Laboratuvar stajını TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde (MAM), işletme stajını ise Kutman Şarapçılık'ta tamamladı. 2008 yılında yüksek lisans eğitimine başladı.

Yüksek lisans eğitimi sırasında M.E.B. Şarköy Lisesi'nde Matematik ve Analitik Geometri alanında vekil öğretmenlik yaptı. Şarköy Halk Eğitim Merkezi'nde 'Kantin İşletmeciliğinde Gıda ve Hijyen' konularında eğitim verdi. Tab Gıda A.Ş.'ye bağlı Burger King (Sabiha Gökçen Havalimanı) restoranında Asistan Müdür olarak olarak 1 seneye yakın bir süre çalıştı. İyi derecede İngilizce biliyor. Yüksek Lisansını bitirdikten sonra kariyerinde ilerlemek için azimle çalışmalarına devam etmek niyetindedir.

Burcu TUNA

Tekirdağ, 2011.

## TEŞEKKÜR

Araştırma konunun belirlenmesi, planlanması ve değerlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen, daha detaylı ve titiz çalışmayı bana öğrettiği için danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ümit Geçgel'e çok teşekkür ediyorum.

Ayrıca tezin kontrol aşamasındaki yardımından dolayı Sayın Doç. Dr. Murat Taşan'a çok teşekkür ediyorum.

Çalışmalarım sırasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, benim buralara gelmemde en büyük payı olan fedakâr anne ve babama da çok teşekkür ediyorum.

Burcu TUNA