

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**ALIAĞA GÜZELHİSAR ÇAYI VE ÇEVRESİNİN
KİMİ KİRLETİCİLER BAKIMINDAN
İNCELENMESİ**

Mustafa Onur SAYAN

Danışman: Prof. Dr. Dilek ANAÇ

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Bitki Besleme Yüksek Lisans Programı

İzmir
2019



Mustafa Onur SAYAN tarafından **Yüksek Lisans** tezi olarak sunulan “**Aliğa Güzelhisar Çayı ve Çevresinin Kimi Kirleticiler Bakımından İncelenmesi**” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve **15.02.2019** tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/~~oyçokluğu~~ ile başarılı bulunmuştur.

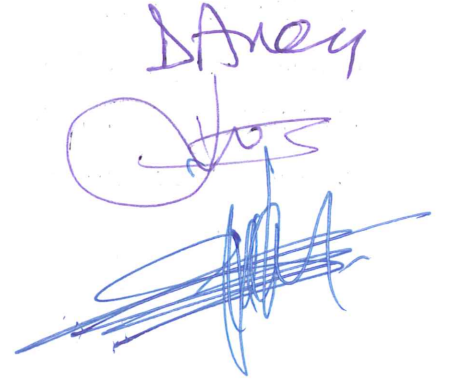
Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Dilek ANAÇ

Raportör Üye : Prof. Dr. Yusuf KURUCU

Üye : Prof. Dr. İbrahim YOKAŞ

İmza

Three handwritten signatures are present on the right side of the page. The top signature is in purple ink and appears to be 'D. Anaç'. The middle signature is also in purple ink and is more stylized. The bottom signature is in blue ink and is very dense and scribbled.

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Aliğa Güzelhisar Çayı ve Çevresinin Kimi Kirleticiler Bakımından İncelenmesi**” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

15.02.2019



Mustafa Onur SAYAN



ÖZET**ALIAĞA GÜZELHİSAR ÇAYI VE ÇEVRESİNİN KİMİ
KİRLETİCİLER BAKIMINDAN İNCELENMESİ**

SAYAN, Mustafa Onur

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Dilek ANAÇ

Şubat 2019, 71 sayfa

Ege Bölgesi'nde bulunan İzmir'in il sınırları içerisindeki ilçesi Aliağa'nın Güzelhisar Havzası'nda belirlenen birbirinden bağımsız 12 adet noktadan toprak numuneleri 3 aylık periyotlarla, bitki ve su numuneleri ise 1,5 aylık periyotlarla alınmış olup, toprak, bitki ve suların ağır metal içerikleri ile ayrıca suların bor ve nitrat içerikleri tespit edilerek çalışma alanının kirlilik vaziyeti saptanmıştır.

Çalışmalar sonucu belirlenen verilere göre bölge toprakları genel itibariyle alınabilir ağır metal ve toplam ağır metal içerikleri bakımından sorunlu bulunmamıştır. Ancak toplam Ni sadece 5 no'lu istasyondan alınan toprak örneğinde yüksek bulunmuştur. En düşük ağır metal içerikleri 4.istasyondan alınan topraklarda, en yüksek ise genel bir dağılım gösterse de daha çok 5.istasyonda saptanmıştır. Araştırma bölgesi zeytin ağaçlarından alınan yaprakların ağır metal kirliliği yönünden uluslararası değerlendirmelere göre Cd, Co, Ni, Pb ve Cr bazı dönemler haricinde normal sınırlar içinde bulunmuştur. Zeytin yapraklarında Co içeriği 7.istasyon'da Ocak ve Ni içeriği 3,6 ve 9.istasyon'da Mart, Nisan, Haziran aylarında limit değerlerini biraz aşmıştır. Sulara ağır metal içerikleri "iz" değerlerde bulunmuş ve ağır metal kirliliği bakımından sorun saptanmamıştır. Bor içerikleri incelendiğinde 1,6,7,8,9,10,11,12 no'lu istasyonlarda sorun bulunmamış ancak 2,3,4,5 no'lu istasyonlarda üst sınır aşılmış ve kirlilik tespit edilmiştir. Suların NO₃⁻ içerikleri bakımından sorunlu olmadığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak, ağır metaller, zeytin, bor, nitrat, su



ABSTRACT**A RESEARCH ON SOME POLLUTANTS OF ALIAGA
CREEK AND ITS ENVIRONS**

SAYAN, Mustafa Onur

MSc in Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Dilek ANAÇ

February 2019, 71 pages

Güzelhisar Creek and its environs in the city of Aliğa-İzmir were studied via its soils, vegetation and waters in order to determine the heavy metal pollution if there is. From 12 localities, every 3 months soil samples and every 1.5 months olive leaf and water samples were collected for one year. Boron and nitrate contents of the water samples were also determined.

According to the results, the soils of the region had almost no problem in terms of total heavy metals and infact none interms of plant available (extractable) heavy metal contents. Only in some of the soils total Ni contents were slightly over the reference values. Generally the soils sampled from the 5th location some times had high total heavy metal contents.

The heavy metal contents of the olive leaves were measured generally within the range reported by different authors. In some sampling dates of some localities, the Ni and Co contents of the olive leaves were slightly over the limits. No heavy metals were detected in the water samples. Their nitrate contents were also low. However, in some of the water samples boron was found high.

Keywords: Soil, heavy metals, olive, boron, nitrate

ÖNSÖZ

Son yıllarda teknolojinin gelişmesi, tüketimin artması ile insanlık artık yeni kaynaklar aramaya başlamışlardır, ancak tüketim ürünümüz olan yiyecekler hep aynı kalmaktadır. Gelişen ve yaygınlaşan endüstriyel çalışmaların olumlu yanları olduğu gibi kontrollü davranılmazsa çevreye olumsuz sonuçları da yansımaktadır. Bu vesileyle üniversitede yüksek lisans aşamamda değerli danışman hocam Prof. Dr. Dilek ANAÇ ile hangi konularda çalışmalar yapılabileceğini araştırdık ve sanayileşmenin yoğun olduğu yer olan Aliğa Havzası'nda bazı ağır metal kirleticilerinin toprak, bitki ve su kaynakları üzerine olan etkilerini saptamaya karar verdik. Aliğa çiftçileri, sanayileşmenin ve endüstri firmalarında iş bulmanın etkisiyle tarımı bırakmış ve neredeyse çoğunluğu sadece zeytin üretimi yapmaya devam etmiştir. Sözünü ettiğimiz tüm koşulları göz önüne alarak bu çalışmayı gerçekleştirdik. Ülkemiz ve bölge insanı için önemli sonuçlar elde ettiğimiz araştırmamızda, havzanın zor ulaşılabilen noktalarından dahi örneklemeler yaparak, elde edilebilecek en homojen sonuca ulaşmaya çalıştık. Her istasyonda denk geldiğimiz yöre halkıyla sohbetlerimiz olduğu gibi onların yardımını da aldık. Bu vesileyle onların değerini bir kez daha anlamış olduk. Başkomutan büyük önder Mustafa Kemal Atatürk'ün de dediği gibi “Köylü milletin efendisidir” sözünü sonuna kadar hissettik. Çalışma sonuçlarımızın yeni nesillere aktarılması ve onlara yardımcı olması dileğiyle, esen kalın.

İZMİR

Mustafa Onur SAYAN

15.02.2019



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
İÇİNDEKİLER	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1 Topraklarda Ağır Metal Kirliliği İle İlgili Çalışmalar	5
2.2 Zeytin Bitkisinde Ağır Metal Kirliliği İle İlgili Çalışmalar.....	9
2.3. Sularda Ağır Metal, Bor ve Nitrat Kirliliği İle İlgili Çalışmalar	13
2.3.1 Sularda ağır metal kirliliği ile ilgili çalışmalar	13
2.3.2 Sularda bor kirliliği ile ilgili çalışmalar	14
2.3.3 Sularda nitrat kirliliği ile ilgili çalışmalar.....	16

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1 Materyal	19
3.2 Yöntem.....	26
3.2.1 Toprak numunelerinin analizinde kullanılan yöntemler	26
3.2.2 Bitki numunelerinin analizinde kullanılan yöntemler.....	27
3.2.3 Su numunelerinin analizinde kullanılan yöntemler	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	29
4.1. Toprak Numunelerinin Ağır Metal İçerikleri.....	29
4.1.1 Toprak numunelerinin kadmiyum içerikleri	33
4.1.2 Toprak numunelerinin kobalt içerikleri	34
4.1.3 Toprak numunelerinin nikel içerikleri	35
4.1.4 Toprak numunelerinin kurşun içerikleri	37
4.1.5 Toprak numunelerinin krom içerikleri	39
4.2 Yaprak Numunelerinin Ağır Metal İçerikleri	40
4.2.1 Yaprak numunelerinin kadmiyum içerikleri	42
4.2.2 Yaprak numunelerinin kobalt içerikleri	43

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.2.3 Yaprak numunelerinin nikel içerikleri.....	43
4.2.4 Yaprak numunelerinin kurşun içerikleri.....	44
4.2.5 Yaprak numunelerinin krom içerikleri	45
4.3 Su Numunelerinin Bor, Nitrat ve Ağır Metal İçerikleri	46
4.3.1 Su numunelerinin bor içerikleri	49
4.3.2 Su numunelerinin nitrat içerikleri.....	50
4.3.3 Su numunelerinin ağır metal içerikleri	52
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	59
TEŞEKKÜR	70
ÖZGEÇMİŞ.....	71

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Çalışma alanı Aliğa'nın lokasyonu	19
3.2.Çalışma alanındaki Güzelhisar Çayı'nın konumu.....	20
3.3. Çalışma alanındaki örnek alım istasyonları	20
3.4. Zeytin bitkisi morfolojik durumu.....	22
3.5. Zeytin bitkisi örnek alınımı.....	22
3.6. Toprak materyali örneklemesi	23
3.7. Zeytin bitkisi örneklemesi.....	24
3.8. Güzelhisar Çayı'ndaki herhangi bir istasyon noktası	24
3.9. Güzelhisar Çayı'ndaki herhangi bir istasyondan su alım noktası	25
3.10. Su örneğinin alınması.....	25
3.11. Su örneğinin alınması.....	26

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Endüstriyel metal çeşitleri	2
2.1. Türkiye Çevre ve Orman Genel Müdürlüğü'nün topraklarda izin verilen bazı metal kriter(sınır) değerleri	9
2.2. Bazı ağır metallerin bitkilerdeki sınır derişimleri.....	13
2.3. Bitkilerin bünyesinde normal, toksik ve tolere edilebilen kimi ağır metal derişim aralığı sınır değerleri	13
2.4. Sulama suyu örneklerinin bor konsantrasyonu açısından sınıflandırılması ...	14
3.1. Araştırma materyali örneklerinin alınış zamanları	21
3.2. Araştırma materyali örnekleme istasyonları	21
4.1. Toprakların toplam ağır metal içerikleri.....	30
4.2. Toprakların alınabilir ağır metal içerikleri	32
4.3. Zeytin yapraklarının ağır metal içerikleri	41
4.4. Araştırma su numunelerinin bor ve nitrat içerikleri	47
4.5. Sulama suyu değer değişkenleri	49

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
Ag	Gümüş
Al	Alüminyum
As	Arsenik
B	Bor
BO_3^{-3}	Borat
Be	Berilyum
Cu	Bakır
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cd	Kadmiyum
Fe	Demir
H_3BO_3	Borik Asit
HCl	Hidroklorik Asit
Hg	Civa
HClO_4	Perklorik Asit
HNO_3	Nitrik Asit

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
Mn	Mangan
Mo	Molibden
N	Azot
NaOH	Sodyum Hidroksit
Ni	Nikel
NO ₃ ⁻	Nitrat
Pb	Kurşun
Sb	Antimon
Se	Selenyum
Sn	Kalay
Tl	Talyum
V	Vanadyum
Zd	Çinko

Kısaltmalar

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
cm	Santimetre

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
DSİ	Devlet Su İşleri
DTPA	Pentetik Asit (Dietilentriamin pentaasetik asit)
EEC	Avrupa Ekonomik Komitesi (European Economic Community)
EPA	Çevre Koruma Örgütü (Environmental Protection Agency)
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü (Food And Agruculture Organization)
g	Gram
kg	Kilogram
km	Kilometre
l	Litre
ml	Mililitre
mg	Miligram
mm	Milimetre
nm	Nanometre
ppb	Milyarda Bir
ppm	Milyonda Bir
TS	Türk Standardı

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
Vd	Ve Diğerleri
WHO	Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)



1.GİRİŞ

Son yıllarda nüfusun ciddi bir şekilde ve düzensiz artması sonucunda, insanlar için toprak, su ve yiyecek kaynaklarının değeri gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle nüfus artışına bağlı endüstriyel faaliyetler de paralel olarak artışa geçince başta su, hava ve toprak gibi doğal kaynaklarımız ciddi şekilde kirlenmeye başlamış ve canlı hayatını büyük bir tehdit altına sokmuştur. Son yıllarda dünyadaki bu durumlara paralel ülkemizin de nüfusu artmış ve endüstriyel faaliyetlerin çoğalması ile Türkiye’de söz konusu tehditten payını almış, tüm kaynaklarımız bir bir kirlenmeye başlamış ve ciddi olarak gündem olmuştur. Kirlilik kaynaklarından en tehlikeli olanı ise ağır metal kirliliğidir ki bu da ciddi derecede endüstriyel faaliyetler sonucu hava, su ve toprak etmenlerinin kirlenmesine sebebiyet vermiştir.

Ağır metaller, periyodik cetvelin üçüncü veya daha üst periyodunda sınıflandırılmış metaller için isimlendirilmiştir. Genellikle doğaya zararı olan ve çevreyi kirleten tüm metallere ağır metaller denmektedir. Ağır metallerin fiziksel özellik bakımından; yoğunlukları 5 g/cm^3 ’ten daha fazladır. Bu grup içerisinde kurşun, kadmiyum, krom, kobalt ve nikel gibi 60 üzeri metal bulunmaktadır. Ekolojik yapı düşünüldüğünde, bu ağır metallerin etkileri, yer aldığı grubun biyolojik olarak değerlendirilmesi çok çok önemli ve etkilidir (Kahvecioğlu vd., 2004).

Atom kütlesi 20’den ve özkütleleri 5 gr/cm^3 ’ten fazla olan bu grup elementler, periyodik cetvel göz önüne alındığında yerini geçiş elementleri (metalleri) olarak almış ve cetvelde geniş bir yere sahip olmuştur. Ağır metaller aslında, literatüre çevreye verdiği zarar ve kirlilik üzerine giriş yapmıştır. Yarattığı kirlilik ve toksisite açısından tam bir dolaylı anlam taşımaktadır. Bu geçiş metalleri adını verdiğimiz grup içerisinde yaklaşık 70 civarında element bulunmaktadır, ancak ekolojiye etkileri düşünüldüğünde 20 kadar element en önemli noktalarda bulunmaktadır (Fe, Cu, Zn, Cr, Ni, Co, Pb, Mn, V, Be, Mo, Cd, Sn, Ag, Al, As, Sb, Hg, Tl, Se). Hayvanlar ve bitkiler için bazıları da mikrobesein maddesi (Fe, Zn, Cu, Ni, Mo) olmakla birlikte, toksisite sınırlarını aşmadığı sürece bir sorun teşkil etmemektedir (Yıldız, 2004).

Ağır metaller olarak sınıflandırdığımız bu elementlerin çevreye zararında ve yayılımında, çimento üretimi, plastik sanayi, atık tesisleri gibi endüstriyel çalışmalar en önemli noktalar olarak yer almıştır. Bu ağır metaller havaya salındığında, doğanın bir gereği olarak önce topraklarımıza ardından da bitkiler ile ye da besin alınımı vasıtasıyla tüm canlılara ulaşmaktadır. Ayrıca aerosol olarak veya toz halinde de canlılar tarafından solunumla vücuda alınmaktadır. Ağır metal grubu elementler içme sularına, endüstriyel atıkların karışmasıyla olduğu gibi ağır metal içeren kimi atıkların partikül tozu vasıtasıyla da hayvan ve insanlara ulaşabilirler (Şener, 2007).

Çizelge 1.1. Endüstriyel metal çeşitleri (Rether, 2002).

Endüstri	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Sn	Zn
Kağıt Endüstrisi	-	+	+	+	+	+	-	-
Petrokimya	+	+	-	+	+	-	+	+
Klor-alkali Üretimi	+	+	-	+	+	-	+	+
Gübre Sanayi	+	+	+	+	+	+	-	+
Demir-Çelik San	+	+	+	+	+	+	+	+
Enerji Üretimi (Termik)	+	+	+	+	+	+	+	+

Genellikle ağır metal birikimi topraklarda, yüzeyde ya da yüzeye yakın derinliklerde olmaktadır. Ağır metallerin topraklarda birikimi daha çok yüzey kısımlarda olmaktadır. Çünkü topraklardaki ağır metaller kil mineralleri üzerinde adsorbe olur veya organik bileşikler vasıtasıyla organomineral bileşikler yaratarak kararlı forma geçiş yapmaktadır. Topraklarda derine gidildikçe ağır metal birikimleri de doğru orantılı olarak düşmektedir (Tok, 1997; Adiloğlu ve ark, 2011).

Bitkilerin bünyelerine topraklarda var olan ağır metaller giriş yaparak doku ve organlarda fazlasıyla birikmesiyle, bitkilerde vejetatif ve generatif gelişimler durur ya da olumsuz bir şekilde etkilenir (Gür ve ark., 2004). Bununla birlikte bitkilerde terleme, su alımı, fotosentez enzim çalışmaları gibi birçok fizyolojik durum da olumsuz bir şekilde etkilenmektedir (Kennedy ve Gonsalves, 1987; Öktüren ve Sönmez, 2007).

Ağır metaller bitki bünyelerinde farklı konsantrasyonlarda bulunabilirler, ancak bazı durumlarda beklenen seviyenin üstüne ulaşırlar. Bitki metabolizması açısından ağır metal kirlilik araştırma çalışmaları uzun seneler devamlılık göstermiştir (Markert, 1993). Kirlilik, tarımın yoğun olduğu bölgelerde daha da önem kazanır, çünkü elde edilen mahsulü olumsuz bir şekilde etkileyerek canlıların sağlığını büyük ölçüde tehdit altına alır (Spona ve Baum, 1993).

Tarımın yapıldığı bölgelerde evsel veya endüstriyel atıkların bir şekilde alıcı bölgelere ve topraklara ulaşması bu ortamların kirlenmesine sebebiyet vermektedir. Bu ortamlar ağır metal kirliliklerini taşıyan akarsu ve nehirler gibi akışkan ortamlar olduklarından, geçiş yaptığı veya ulaştığı bu gibi ortamlarda kirlilikle ilgili sorunlar başlamaktadır. Özellikle suya benzer homojen yapıya sahip bu ortamlar en hızlı biçimde kirlenmektedir ancak kirliliğe sebebiyet veren kaynak bir şekilde ortadan kaldırıldığında ise süratle ve kolayca kendilerini temizleyebilmektedirler. İnsan vücudunun %75'ini oluşturan ve insanlık için büyük önem taşıyan su, hayvan ve bitki aleminin yaşamını devam ettirebilmesi açısından da en gerekli maddedir ve bu madde endüstriyel ve ekonomik çalışmalar içinde kesinlikle bulunmalıdır (Dhaimat, 1997).

Sularda ve tabii kaynaklarda bulunan bor, daha çok borik asit (H_3BO_3) halinde bulunur. Toprakta ise genellikle borik asit (H_3BO_3) veya borat (BO_3^{-3}) olarak bulunan bor, serbest anyon formunda çözültüde ya da silikatların yapısında bulunabilir. Ülkemizde su kaynaklarını en çok tehdit eden ve kirleten toksik elementin en başında genellikle bor bulunmaktadır. Genelde sulama suyu kaynaklarının çoğunluğu bor ihtiva eder ancak, konsantrasyon seviyesi oldukça azdır. Bor elementi, doğal biçimde yer altı sularında, endüstriyel kirletici olarak ya da tarımda yüzelsel sulama akışları ve çürümüş bitkilerin bir ürünü olarak yüzey sularında ortaya çıkabilir (Provin ve Pitt, 2002). Yeraltı sularında sekonder çözülmüş bir yapı şeklinde 0.01-10.0 mg/l aralığında bor elementi bulunabilir (Anonymous, 2004).

Bu araştırmanın amacı, önemli derecede biyoçeşitliliğe ve tarım potansiyeline sahip olan Aliğa Güzelhisar Çayı havzasından periyodik olarak alınan toprak, su ve bitki örneklerinin toprak ağır metal kirliliği (Ni, Co, Cd, Pb, Cr) durumunun tespit edilmesidir. Bu bağlamda havza, tarafından kirlilik açısından incelenmiştir. Söz konusu ağır metallerin topraktaki toplam miktarları ile alınabilir miktarlarının saptanması ve değerlendirilmesi de bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Ayrıca su örneklerinde bor (B) ve nitrat (NO_3^-) analizleri yapılarak bu suların tarımsal alanların sulanmasına uygun olup olmadığını da saptamaktır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Topraklarda Ağır Metal Kirliliği İle İlgili Çalışmalar

Tao ve arkadaşları (2007), Shanghai (Çin)'deki topraklarda ağır metal toksisitesini belirlemek amacıyla örneklemeler yaparak Cd, Ni, Pb, Cu, Zn ve Cr analizlerini yapmışlardır. Çalışma sonuçlarının ise oldukça yüksek seviyelerde olduklarını rapor etmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda topraklarda bulunan ağır metal kirliliğinin kaynağının sanayileşme ve trafik olduğunu bildirmişlerdir.

Möller ve arkadaşları (2004), Trafiğin en yoğun olduğu Damascus Ghouta ilinde 22 ayrı lokasyondan 51 çeşit toprak numunesinde Zn, Cu ve Pb analizleri gerçekleştirmiş ve bu elementlerin derişiminin oldukça yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Sezgin ve arkadaşları (2003), Topkapı-Avcılar (İstanbul) güzergâhında bulunan E-5 karayolu üzerindeki 18 km alandan 22 ayrı istasyondan aldıkları toprak numunelerinde; Zn, Cu ve Pb derişimlerinin sınır seviyelerinin çok üstünde bulunduğunu belirlemişlerdir.

Başka bir çalışmada ise Macaristan'da ağır metal toksisitesi kaynaklı toprak kirliliğinin, topraklarda varolan mikroorganizmalara olan etkisi araştırılmıştır. Kirlilik bulunan toprak örneklerinde alınabilir ağır metal toksisitesi düşük derişimlerde bulunurken Cd ve Cr seviyeleri Macar Toprak Kirliliği Yönetmeliği açısından oldukça fazla tespit edilmiştir. Kirli toprak numunelerinde bulunan Zn değeri (123 mg kg^{-1}) kirlilik içermeyen topraklardaki değerle yakın değerde bulunmakla birlikte, Cd (2.3 mg kg^{-1}) ve Cr (83.6 mg kg^{-1}) değerleri ciddi oranda fazla bulunmuştur. Topraklardaki ağır metak kirlilikleri, toprakta varolan mikroorganizmalarının, metabolik aktivitelerini etkilemektedir (Mathe ve ark., 2005).

Kadmiyum, endüstriyel çalışmalar veya ana materyaller, çeşitli fosfor ihtiva eden gübrelerin bilinçsiz kullanımları gibi insan kaynaklı faaliyetler ile topraklarda var olmaktadır. İnsanlar vasıtasıyla toprakta oluşan Cd'un kaynağının,

%54-58'i fosfor içerikli gübreleme, %39-41'i atmosfer kaynaklı depolanma, %2-5'i ise atıklar veya çiftlik gübresi kullanımı gibi faaliyetler sonucu ortaya çıkmaktadır (Yost ve Miles, 1979).

Üzerinde bulunduğumuz yer kabuğu kadmiyum içeriği yaklaşık 0.1 mg kg^{-1} , tarım topraklarında da 0.53 mg kg^{-1} Cd bulunduğu, toprak içeriğinde 3 mg kg^{-1} 'dan yüksek değerlerde toplam Cd'un zehir etkisine sebebiyet verebileceği, bununla birlikte geçen 20-30 yıllık zaman zarfında dünyadaki toprak varlığının içerdiği Cd seviyesinin yükseldiği, Cd ağır metalindeki bu denli yükselişin de en büyük sebebinin bilinçsiz kullanılan fosforlu gübreler ve sözde arıtma çamurlarının ciddi derecede kullanılması durumundan kaynaklandığı rapor edilmektedir (Özbek ve ark., 1995).

Tarım topraklarında toplam kabul edilebilir Cr seviyesi 100 mg kg^{-1} ve alınabilir Cr seviyesi de 1 mg kg^{-1} derişimlerindedir. Ana materyali serpantin olan toprakların Cr içeriği yüksektir (Bowen, 1966; Tok, 1997).

Şeftali yetiştiriciliği yapılan Bursa ilinde, ağır metal toksisitesi üzerine çalışmalar yapan Başar ve Aydınalp (2005), toprak numunelerinde ihtiva eden alınabilir Cr'un $0.03-0.08 \text{ mg kg}^{-1}$ aralığında bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Toprak örneklerinde bulunan Ni'in izin verilebilir toplam değeri 50 mg kg^{-1} (Kabata Pendias ve Pendias, 2001); alınabilir değeri de 10 mg kg^{-1} 'dir (Gerendas ve ark., 1999). Araç trafiğinin çok yoğun bulunduğu bölgelerde, yol kenarlarından uzaklaştıkça toprak örneklerindeki Ni seviyesi azalmaktadır ve bunun sebebi Ni içeren yakıtların kullanılması ile açıklanmıştır (Tok, 1997).

Kurşun, atmosfere karıştığında toksik etki yarattığı için çevresel kirliliğe sebep olan en etkili ağır metal kaynağıdır. Endüstriyel atıklar ile öncelikle suya, ardından toprak ve bitki ortamlarına geçen Pb kemik dokusunda birikerek zehirlenmeye sebebiyet vermektedir (Kahvecioğlu, 2010). Tarım topraklarında izin verilen sınır değerleri 2-200 ppm Pb olarak bildirilmiştir (Mengel ve Kirkby, 1987).

Tarım alanlarında bulunan topraklardaki toplam ağır metal Pb içeriğinin 100 mg kg⁻¹, bitki tarafından alınan Pb içeriğinin de 4 mg kg⁻¹ seviyesinin üstüne çıkmadığı müddetçe tüm canlıların sağlığı açısından herhangi bir sorun teşkil etmeyeceği, ancak bu seviyelerin üstüne çıktığında potansiyel olarak insan sağlığının tehlike altında olabileceği düşünülmektedir (Chapman 1971; Dürüst ve ark. 2004).

Kabata-Pendias ve Pendias (1992), dünyadaki toprak numunelerinin yaklaşık toplam Ni miktarının 2.20 mg kg⁻¹ civarında bulunduğunu bildirmişlerdir. Bergmann (1993) da bir çalışmada olağan koşullarda toprakların Ni içeriğini 5-500 mg kg⁻¹ aralığında bildirmiştir. Toprak numunelerindeki toplam Ni kirlilik sınır seviyeleri, El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata-Pendias (1979), Kitagishi ve Yamane (1981) ve Linzon (1978) aracılığıyla 100 mg kg⁻¹, Goncharuk ve Sideronko (1986) aracılığıyla 35 mg kg⁻¹, Schachtschabel ve Blume (1984) ve Kloke (1979) aracılığıyla 50 mg kg⁻¹, Bergmann (1993) aracılığıyla da 40 – 50 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Ülkemizin tarım topraklarındaki ağır metal toksisitelerini tayin etmek için yapılan araştırmalarda ise Ni toksisitesinin kabul edilebilir sınır değeri 50 mg kg⁻¹ belirlenip, kabul görmüştür (Saatçi vd., 1988; Hakerlerler vd., 1994; Elmacı, 1995).

Alloway (1990) bir çalışmada, toprakların toplam Cr içeriğinin 5–1500 mg kg⁻¹ aralığında değişim gösterdiğini rapor etmiştir. Mengel ve Kirkby (1987) de başka bir çalışmada, toprakların Cr miktarlarının 100 mg kg⁻¹'den oldukça yüksek seviyede bulunduğunu bildirmişlerdir. Birçok araştırmacı ise, topraktaki toplam Cr değerleri için kabul edilen üst sınır değerini 100 mg kg⁻¹ şeklinde rapor etmişlerdir (El-Bassam ve Tietjen, 1977; Kabata-Pendias, 1979; Kloke, 1979; Schachtschabel ve Blume, 1984).

Bergmann (1993), kirlilik arz etmeyen topraklardaki toplam Pb miktarlarını 1 – 20 mg kg⁻¹, Alloway (1990) de 2 – 300 mg kg⁻¹ aralığında tespit etmiştir. El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata-Pendias (1979), Kloke (1982) ve Schachtschabel ve Blume (1984), topraklardaki Pb ağır metali birikim belirtisi anlamında 100 mg kg⁻¹, Kitagishi ve Yamane (1981) de 400 mg kg⁻¹ seviyelerini

bildirmektedirler. Ülkemizin tarımsal topraklarındaki ağır metal Pb miktarını belirlemek ve yorumlamak için çalışmalar yapılmış olup, sınır değeri 100 mg kg^{-1} olarak kabul görmüştür. (Saatçi vd., 1988; Hakerlerler vd., 1994; Elmacı, 1995).

Toprak numunelerinin toplam ağır metal Co miktarı $1 - 40 \text{ mg kg}^{-1}$, alınabilir ağır metal Co miktarı da $0.03 - 0.09 \text{ mg kg}^{-1}$ aralığında değişim göstermektedir. Topraklarda alınabilir Co'nun izin verilebilir sınır miktarı 0.09 mg kg^{-1} 'dir (Carrigan ve Erwin 1951).

Düşük düzeylerde de olsa Co'a ihtiyaç duyan bitkilerin, yüksek değerlerde Co'nun etkisine maruz kalmaları durumunda, bu bitkilerde Fe eksikliği ortaya çıkabildiği görülmüştür. Bu durum bitkilerde klorotik semptomların meydana gelmesine sebep olmaktadır. Çoğu kültür bitkisinin gereksinim duyduğu Co'nun değeri toprakta 0.1 mg kg^{-1} 'dan daha azdır. Kobaltın bitkideki değeri ise çoğunlukla $0.02 - 0.5 \text{ mg kg}^{-1}$ seviyelerindedir (Tok 1997).

Şeftali yetiştiriciliği yapılan Bursa ilinde ağır metal toksisitesi çalışmaları yapan Başar ve Aydınalp (2005), toprakların ihtiva ettiği toplam Co değerinin $14 - 16 \text{ mg kg}^{-1}$ ve DTPA ile alınabilir Co değerinin ise $0.2 - 0.3 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmaların sonucunda şeftali bahçelerinde yüksek derecede Co kirliliğinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Scheffer ve Schachtshabel (1989), ana materyallerin kaynağına bağlı olarak toprak örneklerinin Co içeriklerinin çoğunlukla $5 - 15 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişim gösterdiğini bildirilmiştir. Alloway (1990) ise topraklardaki normal Co sınır değerini $0.5 - 65 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında bildirmiştir. El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata ve Pendias (1979), Kitagishi ve Yamane (1981), Kloke (1982) tarafından, topraklarda kirlilik sayılan Co sınır seviyesi 50 mg kg^{-1} seviyesinde belirlenmiştir.

Topraklardaki Cd kirlilik sınır seviyeleri, Kloke (1982) aracılığıyla 3 mg kg^{-1} , Feige ve Grunwaldt (1977) aracılığıyla da 100 mg kg^{-1} olduğu ileri sürülmüştür.

Türkiye Çevre ve Orman Genel Müdürlüğü'nün topraklarda izin verilen bazı ağır metal kriter(sınır) değerleri Çizelge 2.1.'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Türkiye Çevre ve Orman Genel Müdürlüğü'nün topraklarda izin verilen bazı metal kriter (sınır) değerleri.

Ağır Metal	pH 5-6 (mg/kg kuru toprak)	pH >6 (mg/kg kuru toprak)
Pb	50	300
Cd	1	3
Ni	30	75
Cr	100	100
Co	80	80
Cu	50	140
Fe	4,5	4,5
Zn	150	300
Mn	70	70

Anonim, 2005. Resmi Gazete. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. Sayı: 25831, Tarih: 31.05.2005.

2.2 Zeytin Bitkisinde Ağır Metal Kirliliği İle İlgili Çalışmalar

Öncelikle ağır metaller, bitkilerde gereklilik durumuna bağlı olarak görev alabilirler. Ancak, her ne kadar gerekli olsa da, ağır metallerin hepsi belli bir düzeyden sonra kirletici ve toksik etkiye sahiptir.

Bitkilerin vejetatif ve generatif gelişimi için mutlak gereksinim duyduğu elementler: Cu, Fe, Mo, Mn ve Zn, gelişimi teşvik eden elementler: Co, Ni ve V, bitkide doğrudan zehir etkisi yapan elementler: Hg, Pb, As, Cr ve Cd (Kafadar ve Saygıdeğer, 2010).

Bitkilerde bulunan kabul edilebilir ağır metal elementi miktarlarının olağan aralık değerleri, Cr için 0.1-1.0 mg kg⁻¹, Cd için 0.05-0.4 mg kg⁻¹, Ni için 0.1-3.9 mg kg⁻¹ ve Pb için 0.1-6.0 mg kg⁻¹ olarak belirtilmiştir (Özbek ve ark., 2000).

Bouat et al. (1951), Fransa'daki bir araştırmada, zeytin bitkisinde yaprak örneklemesinin Ekim-Mart ayı aralığındaki kış dinlenme periyodunda ve bir

yaşındaki genç sürgünler seçilerek, uçtan itibaren üçüncü ve dördüncü yaprakların çiftlerinden alınarak yapılmasını tavsiye etmişlerdir.

Yoğun derişimlerdeki kimi ağır metaller, özellikle bitkileri ve bunlarla beslenen canlıları olumsuz bir şekilde etkileyebilmektedir. Topraklarda, kurşun, krom ve nikel değerleri 10-100 mg kg⁻¹ aralığında, kadmiyum da 1 mg kg⁻¹ altındaki seviyelerdeyse bu değerler olağan değerler sınıfında değerlendirilmektedir. Kurşun ve kadmiyum insanlarda ciddi sağlık sorunları doğuran çevresel kirletici etkisine sahiptir; mutlak gerekli bir mikroelement olan krom ise yüksek konsantrasyonlarda tüm canlılar için zehirleyici bir element olmakla birlikte, nikel de canlılar için kanserojen etkiye sahip bir ağır metaldir. Ancak bununla birlikte, yüksek uzunluklara sahip bitkiler için nikel mutlak gerekli besin elementi olarak kabul görmektedir.

Toprak örneklerinde alınabilir ağır metal derişimleri; kobalt için 10 mg kg⁻¹, kadmiyum için 1 mg kg⁻¹, nikel için 100 mg/kg, bakır için 0.1 mg kg⁻¹'in üzerindeki değerlerde olduğunda toksisite meydana gelebilmektedir (Yıldız, 2001). Zehir etkisi en yüksek olan ağır metallerin de Cd, Pb ve Hg olduğu bildirilmiştir (Çepel, 1997).

Akdeniz Bölgesi Hatay İlinde bulunan ve en önemli körfezlerimizden biri olan İskenderun Körfezi'nde gübre ve çimento fabrikaları, demir-çelik endüstrisi ile birçok haddehane bulunmaktadır. Bundan dolayı Örnektekin ve ark. (1999), bir çalışmada sanayi merkezlerinin sebep verdiği hava kirliliğini, partiküler maddelerdeki ağır metal içeriklerinin belirlenmesi ve değerlendirmesi amacıyla araştırmalar yapmış ve bu lokasyonda çok yüksek değerlerde Al, Pb, Cd, Cr, Ag vb. ağır metal konsantrasyonları bulunduğunu bildirmişlerdir.

Ayrıca, Örnektekin ve ark. (1999), aynı çalışma alanındaki ağır metal element konsantrasyonlarının Karadeniz Bölgesi, Türkiye'nin ve Orta Avrupa'nın Orta Akdeniz bölgesi ve Tokyo gibi büyük metropollere karşılık oldukça fazla seviyelerde bulunduğunu tespit etmişlerdir.

2007 yılında Yunanistan'da gerçekleştirilen bir araştırmada da marketlerde satılan, organik üretim gıdalarında Pb ve Cd miktarları tespit edilmiştir. Bu miktarlar; yapraklı sebzelerde 15.4 mg kg^{-1} Cd, hububatlar için 21.7 mg kg^{-1} Cd, alkollü içkilerde 20.0 mg kg^{-1} Pb ve bakliyalarda 21.4 mg kg^{-1} Pb olarak en yüksek derişimlerde çıkmıştır. Konvansiyonel ve organik ürün olanlar karşılaştırılmasında ise, konvansiyonel ürünlerde, ağır metal yüzdeleri organik ürünlere karşılık fazla bulunurken, konvansiyonellerdeki yüzde içerikleri; %61 Pb ve %64 Cd değerlerinde tespit edilmiştir (Sakellari ve ark., 2008).

Doğada varolan tüm bitkiler, su ve toprak kaynaklarından, generatif ve vejetatif büyümeleri amaçlı zaruri olan tüm ağır metalleri toplama kabiliyetlerine sahip olup, sözü geçen ağır metalleri Zn, Mo, Mg, Ni, Mn, Fe ve Cu olarak sıralayabiliriz (Langille ve MacLean, 1976). Kimi bitki türleri ise biyolojik açıdan faaliyetleri belinmeyen ağır metalleri toplama özelliğindedir. Bu metaller ise Ag, Hg, Se, Cd, Cr, Co ve Pb olarak sıralanmaktadır (Hana ve Grant, 1962; Baker ve Brooks, 1989). Yüksek derişimlerdeki ağır metallerin kabul edilebilir ve alınabilir üst sınır değerleri, bitkilerin türleri farklılıkları açısından değişim göstermektedir (Ernst ve ark., 1992).

Scheffer ve Schachtschabel (1989) bir çalışmasında bitkilerdeki $0.1-3.0 \text{ mg kg}^{-1}$ Ni içeriğini sınır değerleri olarak kabul görmüşlerdir. Alloway (1990), kabul edilebilir Ni içeriğini $0.02-5.00 \text{ mg kg}^{-1}$, Kabata Pendias-Pendias (1984) ise $0.10-5.00 \text{ mg kg}^{-1}$ aralıklarında öngörmüşlerdir. Hutchinson (1981) havuç, soğan ve marul bitkilerinde bulunan Ni ağır metalinin kabul edilebilir değerlerini 2.80 ile 6.20 mg kg^{-1} arasında bildirmektedirler. Almanya Tarımsal Araştırma Kurumları Birliği ise, otsu bitkilerde kabul edilebilir Ni içeriğini 90 mg kg^{-1} , diğer bitki türlerindeki Ni içeriğini de $20-30 \text{ mg kg}^{-1}$ aralığında belirlemişlerdir (Anonim, 1982). Bitkilerde kabul edilebilir Ni derişimlerini 20 ile 30 mg kg^{-1} arasında olduğuna da bildirmişlerdir (Mengel, 1991). Nikelin, kök, yaprak ve sürgünde büyümeyi ve gelişmeyi geriletteği ayrıca (Mishra ve Kar, 1974, Seregin ve Kozhevnikova, 2006) verimsel kayıpların yaşanmasına (Molas, 1997, Gerendas ve ark., 1999) sebep olduğu tespit edilmiştir.

Lepp (1981) kabul edilebilir Cr aralığını yüksek bitkiler olarak nitelendirdiğimiz ağaçlar için 0.2 ile 0.6 mg kg⁻¹ aralığında belirlemişlerdir. Özbek ve ark. (1995) ise bitki bünyelerinde 100 mg kg⁻¹'e kadar Cr kabul edilebilir değerde olduğunu rapor etmektedirler. Almanya Tarımsal Araştırma Kurumları Birliği verileri ise bitki bünyelerindeki Cr içeriklerinin 1-2 mg kg⁻¹ aralığında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir (Anonim, 1982).

Haktanır (1987) herhangi bir toksisitenin olmadığı topraklarda yetiştirilmiş bitkilerin Pb 10 mg kg⁻¹ ihtiva edebileceğini bildirmektedirler. Almanya Tarımsal Araştırma Kurumları Birliği (Anonim, 1982) ise otsu bitki türlerinde, Pb'un 67 mg kg⁻¹, diğer bitki türlerinde ise 10-20 mg kg⁻¹ aralığında olabileceğini öngörmüşlerdir. Kabata Pendias and Pendias (1984) bitki bünyelerinde doğal şekilde 0.1-10 mg kg⁻¹ aralığında Pb ağır metalinin varolabileceğini rapor etmişlerdir. Scheffer ve Schachtschabel (1989)'in yaptıkları çalışmada ise bitki bünyesindeki Pb ağır metal sınır seviyesi 6 mg kg⁻¹'dir.

Mengel ve Kirkby (2004) bir çalışmasında Co'nun baklagiller ve otlarda sırasıyla 0.15-0.30 mg kg⁻¹ ve 0.04-0.08 mg kg⁻¹ değerlerinde olabileceğini bildirmektedirler. Scheffer ve Schachtschabel (1989) bitki bünyesindeki kabul edilebilir Co sınır değerini 0.02- 0.5 mg kg⁻¹ seviyesinde, Kabata Pendias ve Pendias (1992) ise 10-20 mg kg⁻¹ seviyesinde belirlemişlerdir. Topraklarda Co içeriğinin fazla olması bitkilerde toksik etki yaratmakta olup, Co'nun bitkilerde yeteri kadar bulunmaması durumunda da geviş getiren hayvanlar için iştahsızlık ve bunun devamı olarak da ölümler meydana gelmektedir (Gençkan, 1985).

Anonim (1982) bitkilerin bünyesinde 5-10 mg kg⁻¹ Cd ağır metali tespit edildiğini bildirmektedir. Haktanır (1987) da bir araştırmasında bitki örneklerinde kabul edilen Cd sınır içeriğini 0.05 mg kg⁻¹ değerinde belirtmektedir. Alloway (1995) ise bitki örneklerinin Cd içeriklerinin 0.1-1 mg kg⁻¹ aralığında bulunduğunu bildirmiştir.

Çizelge 2.2. Bazı ağır metallerin bitkilerdeki sınır derişimleri.

Bitki	Cr (ppm)	Cd (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Co (ppm)
Buğday	>0.6	>0.05	>5	>6	>0.3
Mısır	>0.6	>0.05	>5	>6	>0.3
Domates	>0.6	>0.05	>5	>6	>0.3
Kabak	>0.6	>0.05	>5	>6	>0.3
Patlıcan	>0.6	>0.05	>5	>6	>0.3
Hıyar	>0.6	>0.05	>5	>6	>0.3
Biber	>0.6	>0.05	>5	>6	>0.3
Fasulye	>0.6	>0.05	>5	>6	>0.3
Yonca	>0.6	>0.05	>5	>6	>0.3
İncir	>4.5	>0.10	>5	>6	>0.3
Zeytin	>4.5	>0.10	>5	>6	>0.3
Asma	>4.5	>0.10	>5	>6	>0.3

Çizelge 2.3. Bitki bünyesinde normal, toksik ve tolere edilebilen kimi ağır metal derişim aralığı sınır değerleri (mg kg^{-1}).

Element	Normal	Toksik	Tolere Edilebilen
Co	0.02-1	15-50	5
Cu	5-30	20-100	5-20
Mn	30-300	400-1000	300
Zn	25-150	100-400	50-100

2.3 Sularda Ağır Metal, Bor ve Nitrat Kirliliği İle İlgili Çalışmalar

2.3.1 Sularda ağır metal kirliliği ile ilgili çalışmalar

Gediz Nehri'nin bulunduğu İzmir'in Menemen (İzmir) Ovası'nda yapılan arazi çalışmasında tespit edilen değerlere göre nehirde yaklaşık Cr, Cd, Pb ve Cu içerikleri sırasıyla; 7 ppb, 5 ppb, 30 ppb, 17 ppb iken, toprak örneklerinde ise ortalama Cr, Cd, Pb ve Cu içerikleri sırasıyla; 499 ppm, 16 ppm, 15 ppm, 63 ppm değerlerinde belirlenmiştir (Bakaç ve Kumru, 2000).

İskenderun Körfezi'nde yapılan araştırmada ise deniz suyu örneklerinde tespit edilen ağır metal derişimleri; Pb: 0,6173; Fe: 0,2995; Al: 0,1875; Cu: 0,0652; Cd: 0,0550; Zn: 0,0709; Co: 0,2589; Cr: 0,1689; Ni: 0,2769; ve Mn:

0,1079 mg/L seviyelerinde rapor edilmiştir (Türkmen, 2003). Ayrıca Gemlik Körfezi bölgesindeki, Kacaali yöresinde yapılan bir çalışmada da deniz suyu örneklerindeki ortalama ağır metal derişimleri farklı aylarda; Pb: 202-574 (Ocak-Temmuz); Cu: 0,050 (Şubat, Mart), 0,096 (Aralık); Cd: 0,085-0,228 (Aralık-Ağustos) mg/L olarak rapor edilmiştir (Atayeter, 1996). Bununla birlikte, başka bir çalışmada ise Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisi'nin direkt olarak Gediz Nehri sularına bıraktığı sulardan alınan numunelerde elde edilen verilere göre; su numunelerinde ağır metallerin yaklaşık içerikleri; nikel 0,0796 ppm, demir 0,0103 ppm, çinko 1,0579 ppm, bakır 0,0161 ppm, kobalt 0,0063 ppm, krom 0,1055 ppm, mangan 0,0075 ppm, kurşun 0,2183 ppm, kadmiyum 0,0036 ppm değerlerinde tespit edilmiştir (Minareci ve ark., 2004).

2.3.2 Sularda bor kirliliği ile ilgili çalışmalar

Çizelge 2.4. Sulama suyu örneklerinin bor konsantrasyonu açısından sınıflandırılması (Richards, 1954).

Suyun Sınıfı	Bor (B) Konsantrasyonu (ppm)		
	Duyarlı Bitkiler	Yan Duyarlı Bitkiler	Dayanıklı Bitkiler
I. Çok İyi	<0.33	<0.67	<1.0
II. İyi	0.33-0.67	0.67-1.33	1.0-2.0
III. Kullanılabilir	0.67-1.0	1.33-2.0	2.0-3.0
IV. Şüpheli	1.0-1.25	2.0-2.5	3.0-3.75
V. Uygun Değil	>1.25	>2.5	>3.75

Tarımsal sulamalarda sadece uygulanan sulama yöntemleri, sulama zamanı belirlenmesi, sulama suyu miktarı gibi kriterler değil, bununla birlikte kullanılmakta olan suyun kalitesi de en önemli etkenlerdendir. Gelişmekte olan tarımsal çalışmalar ve diğer sektörlerin de katılımı ile üzülmeye başlanmıştır ki çevre kirlilikleri de hat safhada artmaktadır. Bitkilerin gereksinim duyduğu, fakat 1 ppm'den yüksek bor değerindeki suların sulamada tercih edilmesi bitki ve topraklarda olumsuz sonuçlar gösterebilmektedir (FAO, 1976).

DSİ (1970), bir çalışmada Kırka bölgesinde bulunan ETİ-Bor tesisindeki kullanım suyu ihtiyacını yeraltı suyu ile karşılamak için uygulanan deneme çalışmalarında bor analiz çalışmaları yapılmış ve hidrojeolojik açıdan etüt raporları düzenlenmiştir. Bölgede yüzey suları örneklerindeki bor içeriklerinin 0.60 – 18.75 ppm aralığında değişim gösterdiği bildirilmiştir.

Çoğunlukla kanalizasyon atık sularında da B'a rastlanmaktadır ve B derişimleri genellikle 5-100 mg B/l arasında olduğu belirlenmiştir. Sonuçlara göre bu derişim göz önüne alındığında bu elementin zehir karakteri, tüm canlılar için, içme ve sulama suları da dahil olmakla birlikte atık olan sularda ise bor miktarı 1,0 mg B/l 0,2 seviyesinde bir sabit değer olarak gösterilebilir (Kabay ve ark., 2006).

Altınbaş ve ark. (1994;1997) yıllarındaki araştırmalarında Büyük Menderes ve Gediz Nehri ile yan kollarından aldıkları örneklerde en yüksek bor miktarlarını 2.80 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Börekçi (1986) bir çalışmasında, bor rezervlerinin incelenmesinde, Kütahya Simav Çayı sularında meydana gelen bor miktarının artmasının, bu su kaynağının sulama suyu olarak tarımda kullanılması durumunda bölge topraklarında bor artışına sebebiyet vermesi konusunda toprak kolonlar ile yürüttüğü araştırmada, farklı içeriklerde (0, 8, 160, 240, 320,400 cm) Simav Çayı (Bor düzeyi 6.15 ppm) suyu uygulamıştır. Sonuç olarak uygulanan su miktarı ile doğru orantılı olarak bor miktarının toprak örneklerinde arttığını, birçok bitki için toksik sınır değerlerine çıktığı ve kolonlarda derine indikçe bor toksisite seviyelerinin düştüğünü belirlemiştir. Simav Çayı'nda bulunan Kaletepe Regülatörü'nün drenaj sularından ve yöredeki su kaynaklardan elde edilen numunelerin bor seviyesinin 3.5-6.2 ppm aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Çatören ve Kunduzlar baraj sularında yürütülen bir araştırmada, ortalama bor derişimleri Çatören'de 5.43 mg/l, Kunduzlar'da ise 1.84 mg/l tespit edilmiştir (Özkurt, 2000). Bir diğer çalışmada da, Kunduzlar'da aylık ortalama bor içeriği 1.50 mg/l, Çatören'de ise 4.00 mg/l seviyelerinde gözlemlenmiştir (Özkurt ve Solak, 1993).

Su kalitesi göz önüne alınarak Gediz Nehri'nin bor içeriğinin tespit edildiği diğer bir araştırmada, bor içerikleri 0.19–2.25 mg/l aralığında bulunmuş, kimi noktalarda ise bor içeriklerinin yüksek çıkmasının nedeninin endüstriyel uygulamalar veya doğal durumlar kaynaklı olduğu sonucuna karar verilmiştir (Demirbaş ve Orhun, 2008). Büyük Menderes Nehri suları üzerinde yapılan bir çalışmada, bor içerikleri 0.33–6.41 mg/l aralık değerlerinde belirlenmiş ve özel olarak termal yer altı su kaynaklarının olduğu kesimlerdeki su örneklerinde bor içeriklerinin daha fazla değerlerde gözlemlendiği rapor edilmiştir (Aydın ve Seferoğlu, 2000).

Tatlı su örneklerindeki bor içerikleri ortalama 0.01-1.5 ppm, deniz suyu örneklerinde ise 4.5 ppm aralıklarında bulunmuştur. Bütün dünyadaki yer altı suları baz alındığında bor derişimleri 0.3-100 ppm arasında değişim göstermektedir. Bununla birlikte kanalizasyon atık suları da bor elementine rastlanmaktadır ve bor içerikleri 5-100 ppm arasında değişim göstermektedir (Ünlü ve ark., 2011).

2.3.3 Sularda nitrat kirliliği ile ilgili çalışmalar

Temelde nitrat kaynaklı kirliliğin dört ana nedeni vardır. İlk olarak, tarımsal çalışmalarda azot içerikli gübrelerin yanlış veya bilinçsiz kullanımı, ikincisi sulamanın pek olmadığı çorak olarak nitelendirdiğimiz topraklarda dopal olarak azotun bağlanması, üçüncü neden olarak nitratın var olmaması durumunda topraktaki organik maddenin bozulması, son olarak da insanların ve hayvanların atıkları, dışkıları sonucunda bozulmaların yaşanmasıdır (Smith ve ark., 1999).

Sularda nitrat kirliliği üzerine yapılan çoğu araştırma, nitrat kirliliği ile tarımsal uygulamaların arasında doğru orantılı ve yüksek bağlantılı bir ilişkinin var olduğunu bizlere sunmaktadır (Almasri, 2007 ve Liu ve ark., 2005).

Üzücüdür ki, azot yer altı sularına genellikle nitrat formunda karışmaktadır ve bunun sebebi azot içeriği yüksek gübrelerin bitkilerin ihtiyacından fazla kullanılmasıdır (Almasri ve Kaluarachchi, 2007).

Dağoğlu ve ark. (1995) bir çalışmada Van yöresindeki kaynak sularından alınan örneklerde nitrat içeriğinin 50 ppm'den düşük, kuyu suyu örneklerinde %46'sının 50 ppm'den düşük, %6'sının da 100 ppm'in üstünde tespit edildiği, nitrit bakımından da kaynak suyu örneklerinin tamamının 50 ppb'den düşük, kuyu suyu örneklerinin %55'inin 50 ppb'den düşük, %10'unun da 101 ppb'den yüksek bulunduğu rapor edilmiştir.

Logan ve ark. (1980) Kuzey Amerika'daki birçok alanda gerçekleştirdikleri araştırmalarda azot ihtiva eden gübrelerin kullanımının artması üzerine drenaj kanallarındaki nitrat seviyesinin arttığını ve bundan dolayı hektarda 20 ila 100 kg arası nitrat kaybı yaşandığını tespit etmişlerdir.

Vclav ve ark. (1989) yaptıkları bir çalışmada Çekya'da bulunan içme sularındaki nitrat için kabul edilebilir en yüksek sınır seviyesinin 50 mg/l, ayrıca çocuklar göz önüne alındığında ise bu seviyenin st sınırını 15 mg/l olarak belirtmişlerdir. Çalışmada azot içerikli gübrelerin bilinçsiz kullanımı sonucu yer altı sularında ve beslenme zincirinde NO_3^- miktarının yükselmesine sebep verdiğini bildirerek içme suyu amacıyla kullanılan yer altı su kaynaklarında bulunan yüksek seviyedeki NO_3^- 'ın bebekler için lme sebep olan methemoglobinemia adlı hastalıkla yakın ilişkisinin bulunduğunu bildirmişlerdir.

Antalya-Kumluca bölgesinde yapılan bir araştırmada, kuyu sularından alınan örneklerdeki nitrat miktarlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Kuyu suyu örneklerinde nitrat miktarlarının 2.46-164.91 mg/l aralığında değişim gösterdiği gözlemlenmiş ve bölge kuyu suyunun yaklaşık % 50'sinde nitrat kirliliğinin var olduğu, bu sulama suyu nitrat miktarlarını gübre uygulamalarında baz alınması gerektiğini bildirilmiştir (Kaplan vd. 1999).

Benzer bir araştırmada Antalya-Demre bölgesinde bulunan toprak ve kuyu suyu, nitrat derişimlerinin incelendiği bir çalışmada toprak ve kuyu sularından alınan örneklerde nitrat derişimlerinin periyodik bir şekilde arttığı ve kuyu suyu örneklerinin yaklaşık %45'inin WHO aracılığıyla izin verilen 50 mg/l sınır değerinin üstünde olduğu tespit edilmiştir. Bazı bölgelerde yöre halkının bu suları

içme suyu olarak kullandığı gözlemlenmiş ve bu durumun çok büyük bir tehlike arz ettiği belirlenmiştir (Sönmez vd. 2007).

Ülkemizde geçerliliği kabul edilmiş içme suyu kriterlerinde (TS 266), kabul edilebilir nitrat içeriğinin en yüksek değeri 45 mg/l olarak belirtilmektedir. Avrupa Birliği üst sınırı 50 mg/l olarak belirlerken, EPA ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise üst sınırı 10 mg/l Nitrat-N (45 mg/l Nitrat) değerinde belirtmektedir (Othmer, 1984)

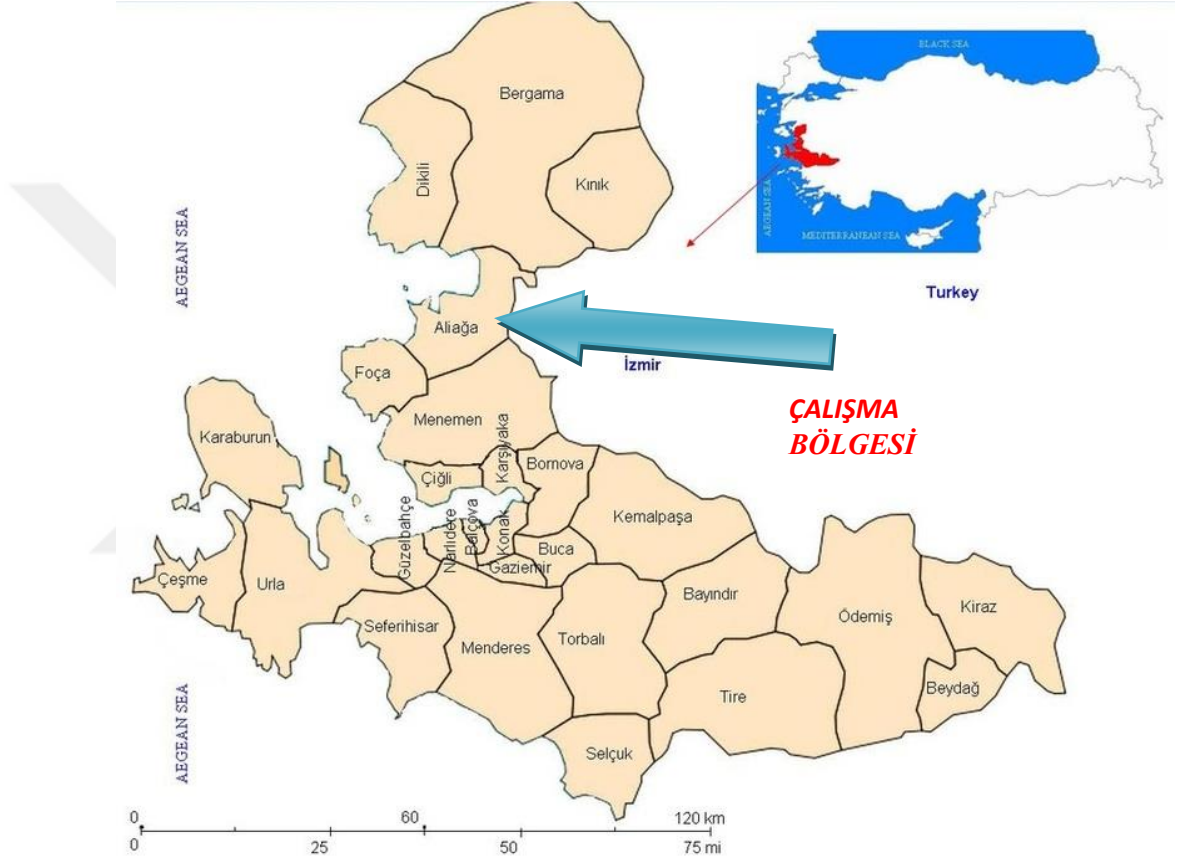
Yahşi (1981); Kaçaroğlu ve Günay (1997), Eskişehir ve çevresinde yaptığı bir araştırmada 51 kuyudan elde edilen su numunelerinin nitrat içeriklerinin 2.2-2.57 mg/l aralığında değişim gösterdiği, yeraltı su numunelerinin ise %34.2'sinde nitrat içeriğinin sınır değerinden fazla çıktığı rapor edilmiştir. Yer altı su kaynaklarının genellikle endüstriyel, evsel atık ya da tarımsal uygulamalarla kirletilmesinin bu sonuçları doğurduğu kanısına varmışlardır. Aynı araştırmada Porsuk Çayı'ndaki örneklerde nitrat miktarının ise 1,5-63,3 mg/l aralığında değişim gösterdiğini bildirilmiştir. Bununla birlikte araştırmacılar kuyu sularını mevsimlere göre değerlendirdiklerinde nitrat içeriklerinin değişim gösterdiğini bildirmişlerdir (Saatçi ve ark., 1988).

Amerika Birleşik Devletleri'ne (ABD) bağlı Çevre Koruma Örgütü (EPA) sular için verdikleri kriterlerde nitrat için en yüksek 10 mg/l, nitrit için de 1 mg/l seviyelerinde bir sınır belirlemiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), içme suyu kalitesi dergisinin ikinci baskısının tavsiye ettiği nitrat değeri ise 50 mg/l olarak bildirilmiştir. Ayrıca Avrupa Ekonomik Komitesi de (EEC) içme sularındaki nitrat için sunulan sınır değerini 50 mg/l olarak belirlemiştir (Haugen vd., 2002; Speijers, 2002) Ülkemizin İçme Suyu Yönetmeliği bakımından sularda izin verilen nitrit değeri en yüksek 0.05 mg/ l, nitrat değeri de 45 mg/l'dir (Sağlam, 2000).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışma alanı olan Aliğa ilçesi, İzmir'in nüfus olarak 14. sırasında yer alan, coğrafi olarak kuzeyinde Bergama, güneyinde ise Menemen ve Foça gibi komşu ilçelerin bulunduğu, büyük bir sanayiye ve limana sahip ilçedir.



Şekil 3.1. Çalışma alanı Aliğa'nın lokasyonu.

Güzelhisar Çayı, Yunt Dağı'nın eteği ve çevresindeki volkanik kayaları aşındırarak taşıdığı suyu ve sedimentleri ve de Dumanlı Dağ'dan kaynağını alan Sirçe Çayı'nın taşıdığı alüvyonlar, Güzelhisar mahallesinin kuzeyinde var olan doğu-batı düzlemindeki tektonik çukura taşınmaktadır ve Güzelhisar Ovası'nı şekillendirmektedir.



Şekil 3.2. Çalışma alanındaki Güzelhisar Çayı'nın konumu.



Şekil 3.3. Çalışma alanındaki örnek alım istasyonları.

Araştırmanın materyallerini, Aliağa Güzelhisar Çayı ve çevresinden alınan toprak, su ve bitki numuneleri oluşturmaktadır. Güzelhisar Çayı'ndan su numuneleri, çayın etrafındaki tarımsal arazilerdeki topraklarda 0-30 cm

derinlikten toprak numuneleri alınmış olup, çayın etrafında yetiştirilen zeytin ağaçlarından da bitki numune alımı yapılmıştır.

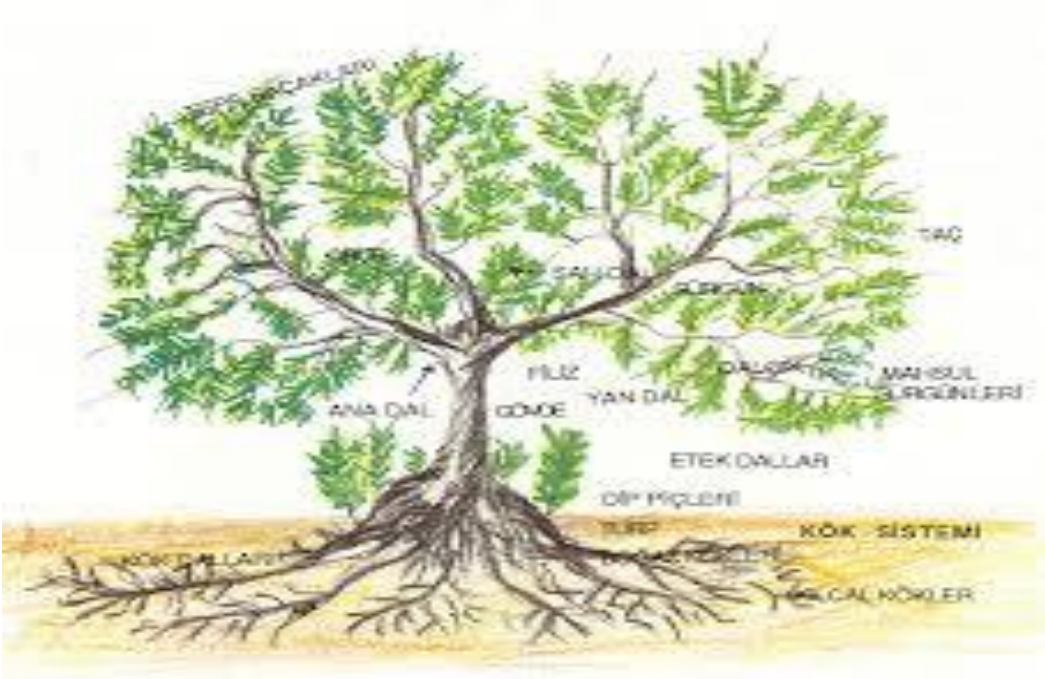
Araştırmanın materyalleri olan bitki ve su numuneleri 1,5 aylık periyotlarla toprak numuneleri de 3 aylık periyotlarla seçilmiş 12 değişik istasyondan temin edilmiştir. Araştırmanın örnekleme Kasım 2014 tarihiyle başlayıp, örnekleme Temmuz 2015 tarihi itibarıyla son bulmuştur. Araştırmada 36 tane toprak, 54 tane bitki ile 70 tane su numunesi alımı yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Araştırma materyali örneklerinin alınış zamanları.

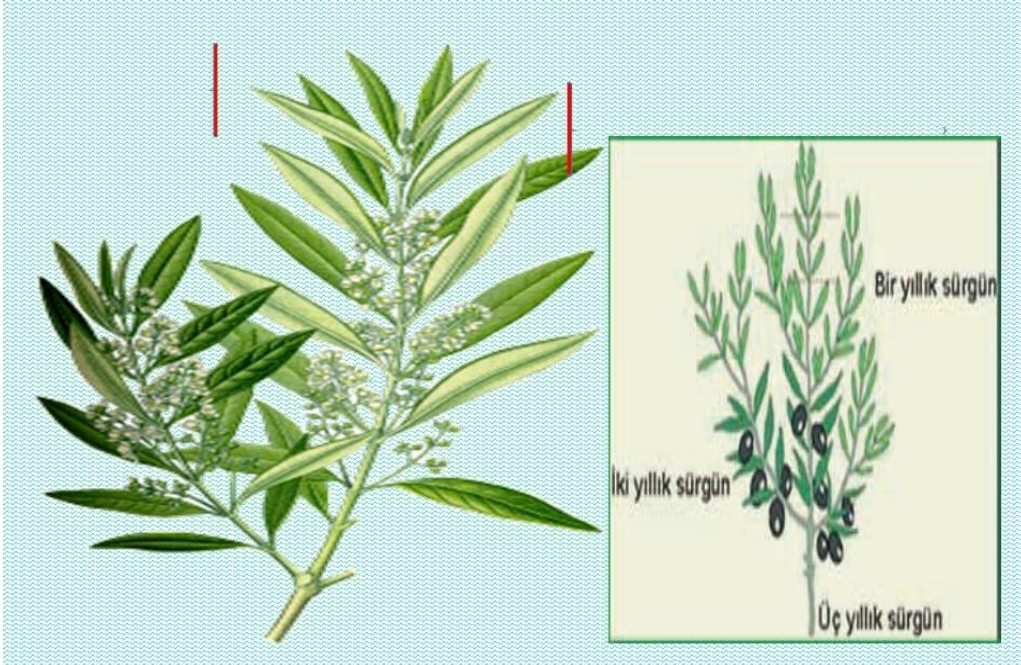
Numune	30.11.2014	15.01.2015	01.03.2015	15.04.2015	01.06.2015	15.07.2015
Toprak	+	-	-	+	-	+
Bitki	+	+	+	+	+	+
Su	+	+	+	+	+	+

Çizelge 3.2. Araştırma materyali örnekleme istasyonları.

İstasyonlar	Toprak	Bitki	Su
S-1	+	+	+
S-2	+	-	+
S-3	+	+	+
S-4	+	-	+
S-5	+	-	+
S-6	+	+	+
S-7	+	+	+
S-8	+	+	+
S-9	+	+	+
S-10	+	+	+
S-11	+	+	+
S-12	+	+	+



Şekil 3.4. Zeytin bitkisi morfolojik durumu.



Şekil 3.5. Zeytin bitkisi örnek alınımı.



Şekil 3.6. Toprak materyali örneklemesi.



Şekil 3.7. Zeytin bitkisi örneklemesi.



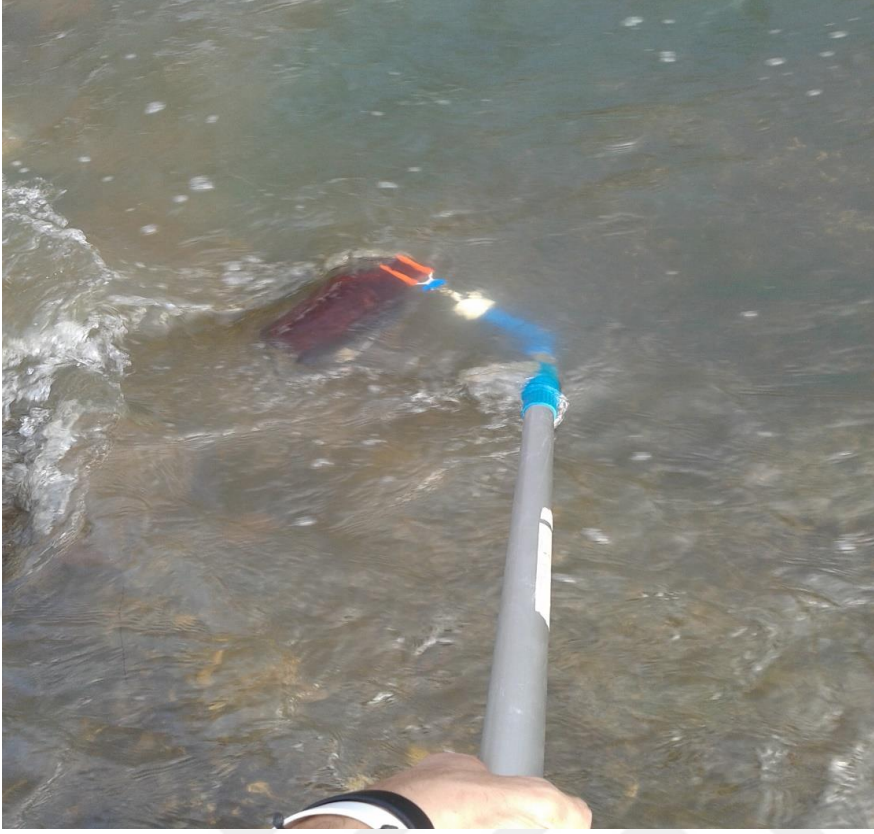
Şekil 3.8. Güzelhisar Çayı'ndaki herhangi bir istasyon noktası.



Şekil 3.9. Güzelhisar Çayı'ndaki herhangi bir istasyondan su alım noktası.



Şekil 3.10. Su örneğinin alınması.



Şekil 3.11. Su örneğinin alınması.

3.2 Yöntem

3.2.1 Toprak numunelerinin analizlerinde kullanılan yöntemler

Araştırma alanından elde edilen toprak numunelerine laboratuvar şartlarında kurutma işlemi yapılmış ve 2 mm çapına sahip elekler kullanılarak analizlere hazır duruma getirilmiştir. Laboratuvar analizleri aşağıdaki belirtilmiş olan standart yöntemlere göre uygulanmıştır.

Alınabilir ağır metal elementlerinin (Cd, Co, Ni, Pb ve Cr) (mg kg^{-1}) analizi: DTPA çözeltisiyle ekstrakte edilerek elde edilmiş süzüntü Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi kullanılarak ölçülmüştür (Kaçar, 1972).

Toplam ağır metal elementlerinin (Co, Ni, Pb, Cr, Cd) (mg kg^{-1}) analizi: Kral suyu ($\text{HNO}_3 + 3 \text{HCl}$) ile ekstraksiyon yöntemine dayanarak Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi'nde tayin edilmiştir. (Slawin, 1955; Kick ve ark., 1980).

3.2.2 Bitki numunelerinin analizlerinde kullanılan yöntemler

Çalışma alanından elde edilen zeytin bitkisinin yaprak numuneleri saf su vasıtasıyla yıkanıp, 70⁰C sıcaklığındaki etüvlerde kurutulmuştur ardından numuneler öğütme işlemleriyle yapılacak olan analizler için uygun duruma getirilerek aşağıdaki kullanılan yöntemler baz alınarak uygulamalar yapılmıştır.

Kurşun (Pb), Kobalt (Co), Nikel (Ni), Krom (Cr) ve Kadmiyum (Cd) belirlemeleri (mg kg⁻¹): Bitki numuneleri 4'de 1 oranında konsantre perklorik (HClO₄) asit ve konsantre nitrik (HNO₃) asitle hazır hale gelen asitle hot plate üstünde bekletilip, yaş yakma yöntemiyle yakılıp mavi bant filtre kağıdıyla süzme işlemi yapılarak, saf suyla hacmi 100 ml'ye tamamlanmıştır (Kaçar, 1972).

Yöntem olarak, yaş yakma uygulanıp analiz için hazır hale getirilen numunelerde, Kurşun (Pb), Kobalt (Co), Nikel (Ni), Krom (Cr) ve Kadmiyum (Cd) tespitleri atomik absorpsiyon spektrofotometresiyle ölçülmüştür (Kaçar, 1972).

3.2.3 Su numunelerinin analizlerinde kullanılan yöntemler

Çalışma alanı Güzelhisar Çayı sularından elde edilen su numuneleri çeşitli analizler amacıyla üniversite laboratuvarına getirilip, analizler aşağıda bulunan standart yöntemler baz alınarak uygulanmıştır.

Sularda ağır metal tayini: Suların, ağır metal analizleri için 1000 ml'lik örnekleme şişeleri kullanılıp, su örneklerinde buharlaşma bakiyesi hesap yoluyla su örneklerindeki Cd, Cr, Co, Mn ve Ni elementleri atomik absorpsiyon spektrofotometrede (Slavin, 1968) analiz edilerek, topraktaki akümülayonu değerlendirilmiştir.

Bor tayini: Suların B içeriğini tespit etmek için, Spektrofotometrik Azomethin-H uygulaması baz alınarak, su numunesinden 1 ml alınmış olup, örnek üstüne 1 ml tampon çözeltisi ile 1 ml azomethin-H eklenerek yaklaşık 30 dakika

bekletip ardından 420 nm'de ölçme işlemi uygulanmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Nitrat tayini: Her örnekten tüplere 0.5 ml konulup, üzerine 1 ml Salisilik Asit konulup Vartext'te karıştırılıp, 5-10 dakika sonra üzerine 10 ml NaOH konulup tekrar karıştırılıp 5-10 dakika bekledikten sonra 410nm'de okunmuştur (Cataldo vd., 1975).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Verilere ait bulgular ve değerlendirmeler, Toprak Kontrol Yönetmeliği, WHO-FAO ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği kriterleri ile karşılaştırmalar yapılarak değerlendirilmiştir.

Topraklarda izin verilen ağır metal sınır değerleri Çizelge 2.1.'de verilmiş olup, sonuçlar bu değerlere göre yorumlanmıştır.

Ayrıca zeytin bitki örneklerinin ağır metal içerikleri Çizelge 2.2. ve Çizelge 2.3.'e göre yorumlanmıştır.

4.1 Toprak Numunelerinin Ağır Metal İçerikleri

Araştırma bölgesinden 3 ayrı periyotta (Kasım 2014 - Nisan 2015 - Temmuz 2015) ve 12 ayrı istasyon noktasından elde edilen toprak numunelerinin toplam ve bitkiler tarafından alınabilir ağır metal içerikleri belirlenmiştir. Bulgular, Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Toprakların toplam ağır metal içerikleri.

	AYLAR	Cd mg kg ⁻¹	Co mg kg ⁻¹	Ni mg kg ⁻¹	Pb mg kg ⁻¹	Cr mg kg ⁻¹
1. İSTASYON	Kasım 14	0.18	13.21	39.35	38.07	24.12
	Nisan 15	0.15	14.73	42.86	31.22	20.84
	Temmuz 15	iz	15.02	46.31	31.24	26.35
2. İSTASYON	Kasım 14	0.52	13.34	32.80	28.03	22.83
	Nisan 15	0.13	11.64	31.00	25.01	23.29
	Temmuz 15	0.25	15.27	39.54	29.70	24.96
3. İSTASYON	Kasım 14	0.50	14.52	30.01	26.24	21.14
	Nisan 15	0.25	11.44	27.96	19.01	19.99
	Temmuz 15	0.25	14.52	34.80	18.00	21.72
4. İSTASYON	Kasım 14	0.06	8.41	19.04	24.04	17.32
	Nisan 15	iz	7.56	20.42	22.55	16.90
	Temmuz 15	iz	8.67	23.03	18.57	19.45
5. İSTASYON	Kasım 14	0.74	19.21	94.04	54.76	47.32
	Nisan 15	0.24	16.92	87.76	27.70	43.44
	Temmuz 15	0.03	19.04	85.07	17.21	37.48
6. İSTASYON	Kasım 14	1.82	15.01	36.44	iz	21.57
	Nisan 15	0.64	10.69	27.91	17.72	20.05
	Temmuz 15	0.14	13.17	31.87	19.73	19.79
7. İSTASYON	Kasım 14	0.84	15.84	33.00	35.21	22.18
	Nisan 15	0.72	11.64	29.91	47.09	20.08
	Temmuz 15	0.25	13.57	33.52	27.54	20.98

Çizelge 4.1. Toprakların toplam ağır metal içerikleri (devamı).

	AYLAR	Cd mg kg ⁻¹	Co mg kg ⁻¹	Ni mg kg ⁻¹	Pb mg kg ⁻¹	Cr mg kg ⁻¹
8. İSTASYON	Kasım 14	0.12	13.27	31.17	37.28	21.56
	Nisan 15	0.22	13.29	33.89	23.76	21.15
	Temmuz 15	0.16	14.38	35.38	25.54	23.49
9. İSTASYON	Kasım 14	0.38	13.33	32.15	30.21	21.82
	Nisan 15	iz	11.61	28.11	17.73	19.25
	Temmuz 15	0.02	14.25	37.48	20.70	24.18
10. İSTASYON	Kasım 14	0.76	13.07	31.36	34.09	20.91
	Nisan 15	0.28	12.27	32.37	33.73	20.32
	Temmuz 15	0.12	14.97	36.83	20.27	22.21
11. İSTASYON	Kasım 14	0.50	15.26	31.74	25.26	21.20
	Nisan 15	0.30	18.15	33.37	18.53	19.94
	Temmuz 15	0.08	18.02	35.60	16.27	22.00
12. İSTASYON	Kasım 14	0.58	12.85	31.04	26.28	21.87
	Nisan 15	0.46	13.27	29.25	33.51	20.16
	Temmuz 15	iz	14.19	33.71	iz	20.65

Çizelge 4.2. Toprakların alınabilir ağır metal içerikleri.

	AYLAR	Cd mg kg ⁻¹	Co mg kg ⁻¹	Ni mg kg ⁻¹	Pb mg kg ⁻¹	Cr mg kg ⁻¹
1. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.096	0.716	3.44	0.014
	Nisan 15	iz	0.122	0.948	2.68	0.016
	Temmuz 15	iz	0.150	0.752	2.54	0.017
2. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.068	0.904	1.96	0.014
	Nisan 15	iz	0.106	0.768	1.92	0.016
	Temmuz 15	iz	0.046	0.928	1.45	0.015
3. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.202	1.842	1.98	0.016
	Nisan 15	iz	0.152	1.046	1.23	0.015
	Temmuz 15	iz	0.218	1.196	1.24	0.015
4. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.106	0.500	1.62	0.015
	Nisan 15	iz	0.012	0.546	1.32	0.016
	Temmuz 15	iz	0.058	0.570	1.37	0.016
5. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.114	1.964	3.11	0.014
	Nisan 15	iz	0.106	1.204	1.84	0.017
	Temmuz 15	iz	0.058	0.778	1.10	0.016
6. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.236	iz	iz	iz
	Nisan 15	iz	0.084	1.034	0.96	0.018
	Temmuz 15	iz	0.112	0.860	0.86	0.016
7. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.090	0.996	2.20	0.014
	Nisan 15	iz	0.210	1.508	2.34	0.016
	Temmuz 15	iz	iz	0.842	1.15	0.017

Çizelge 4.2. Toprakların alınabilir ağır metal içerikleri (devamı).

	AYLAR	Cd mg kg ⁻¹	Co mg kg ⁻¹	Ni mg kg ⁻¹	Pb mg kg ⁻¹	Cr mg kg ⁻¹
8. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.134	0.920	2.18	0.016
	Nisan 15	iz	0.212	0.968	2.00	0.016
	Temmuz 15	iz	0.056	0.898	1.52	0.016
9. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.078	0.982	1.68	0.010
	Nisan 15	iz	0.034	0.904	1.22	0.016
	Temmuz 15	iz	0.010	0.834	1.34	0.015
10. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.128	1.336	1.98	0.015
	Nisan 15	iz	0.104	0.830	1.65	0.006
	Temmuz 15	iz	İz	1.138	1.02	0.016
11. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.190	1.818	1.37	0.016
	Nisan 15	iz	0.214	1.224	1.33	0.016
	Temmuz 15	iz	0.082	1.066	1.12	0.016
12. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.118	1.742	1.65	0.015
	Nisan 15	iz	0.270	1.634	2.12	0.013
	Temmuz 15	iz	iz	1.200	iz	0.012

4.1.1 Toprak numunelerinin kadmiyum içerikleri

Araştırma bölgesinden alınan toprak numunelerinin toplam kadmiyum (Cd) içeriklerinin 0.00-1.82 mg kg⁻¹ aralığında olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1.). Toprakların toplam Cd içerikleri, en yüksek Kasım'da 6.İstasyon'da (1.82 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. En düşük değerler ise Temmuz'da 1., 4. ve 12.istasyonlarda ve Nisan'da 4. ve 9. istasyonlarda "iz" olarak tespit edilmiştir. Toprak numunelerinin

yaklaşık toplam Cd değerleri Kasım'da 0.58 mg kg^{-1} , Nisan'da 0.28 mg kg^{-1} ve Temmuz'da 0.11 mg kg^{-1} değerinde tespit edilmiştir.

Araştırma topraklarının toplam Cd içerikleri, Türkiye Çevre ve Orman Genel Müdürlüğü'nün topraklarda izin verilen bazı ağır metal kriter(sınır) değerleri olan Çizelge 2.1. baz alındığında "kabul edilebilir" düzeyde olduğu ve herhangi bir kirlilik yaratmadığını göstermektedir.

Topraklardaki Cd kirlilik sınır seviyeleri, Kloke (1982) aracılığıyla 3 mg kg^{-1} , Feige ve Grunwaldt (1977) aracılığıyla da 100 mg kg^{-1} olduğu ileri sürülmüştür.

Üzerinde bulunduğumuz yer kabuğu kadmiyum içeriği yaklaşık 0.1 mg kg^{-1} , tarım topraklarında ise 0.53 mg kg^{-1} Cd bulunduğu, toprak içeriğinde 3 mg kg^{-1} 'dan yüksek değerlerde toplam Cd'un zehir etkisine sebebiyet verebileceği, bununla birlikte geçen 20-30 yıllık zaman zarfında dünyadaki toprak varlığının içerdiği Cd seviyesinin yükseldiği, Cd ağır metalindeki bu denli yükselişin de en büyük sebebinin bilinçsiz kullanılan fosforlu gübreler ve sözde arıtma çamurlarının ciddi derecede kullanılması durumundan kaynaklandığı rapor edilmektedir (Özbek ve ark., 1995).

Çalışmamıza ait toprak örneklerinin alınabilir ve toplam Cd içerikleri genel olarak değerlendirildiğinde yukarıda belirtilen çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür.

Araştırma topraklarının alınabilir Cd içerikleri "iz" değerinde tespit edilmiştir.

4.1.2 Toprak numunelerinin kobalt içerikleri

Araştırma bulguları toprak örneklerinde toplam kobalt (Co) içeriğinin $7.56-19.21 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişim gösterdiğini belirtmektedir. (Çizelge 4.1.). Örnekler incelendiğinde en fazla Co, Kasım (19.21 mg kg^{-1}) ve Temmuz (19.04 mg kg^{-1}) aylarında 5.istasyonda tespit edilmiştir. En düşük değerler ise 4. istasyonda Nisan (7.56 mg kg^{-1}) ayında belirlenmiştir. Toprak örneklerinin

ortalama toplam Co değerleri Kasım'da 13.94 mg kg⁻¹, Nisan'da 12.77 mg kg⁻¹ ve Temmuz'da 14.59 mg kg⁻¹ değerinde tespit edilmiştir.

Toprak örneklerinin alınabilir Co içerikleri 0.00-0.27 mg kg⁻¹ değer aralığında değişmiştir (Çizelge 4.2.). Sonuçlar incelendiğinde en fazla alınabilir Co içeriğinin Nisan (0.270 mg kg⁻¹) ayında 12. istasyondan, Kasım (0.236 mg kg⁻¹) ayında 6.istasyondan ve Temmuz (0.218 mg kg⁻¹) ayında 3.istasyondaki örneklerde bulunduğu görölmüştür. En düşük içerikler ise Temmuz ayında 7., 10. ve 12.istasyonlarda "iz" olarak tespit edilmiştir. Örneklerin ortalama alınabilir Co değerleri Kasım'da 0.130 mg kg⁻¹, Nisan'da 0.135 mg kg⁻¹ ve Temmuz'da 0.066 mg kg⁻¹ değerinde tespit edilmiştir.

şeftali yetiştiriciliği yapılan Bursa ilinde ağır metal toksisitesi çalışmaları yapan Başar ve Aydınalp (2005), toprakların ihtiva ettiği toplam Co değerinin 14 - 16 mg kg⁻¹ ve DTPA ile alınabilir Co değerinin ise 0.2 – 0.3 mg kg⁻¹ arasında olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmaların sonucunda şeftali bahçelerinde yüksek derecede Co kirliliğinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Carrigan ve Erwin (1951) tarafından rapor edilen alınabilir Co sınır değerine göre, örneklerimizin Co içerikleri, aylık ortalamalara göre Kasım ve Nisan aylarında "kirlilik düzeyi"nde bulunduğu tespit edilmiştir.

Scheffer ve Schachtshabel (1989), ana materyallerin kaynağına bağlı olarak toprak örneklerinin Co içeriklerinin çoğunlukla 5 – 15 mg kg⁻¹ arasında değişim gösterdiğini bildirilmiştir. Alloway (1990) ise topraklardaki normal Co sınır değerini 0.5–65 mg kg⁻¹ arasında bildirmiştir.

Toprak numunelerinin toplam ağır metal Co miktarı 1-40 mg kg⁻¹, alınabilir ağır metal Co miktarı da 0.03–0.09 mg kg⁻¹ aralığında değişim göstermektedir. Topraklarda alınabilir Co'nun izin verilebilir sınır miktarı 0.09 mg kg⁻¹'dir (Carrigan ve Erwin 1951).

Araştırma topraklarının toplam Co içerikleri, Türkiye Çevre ve Orman Genel Müdürlüğü'nün topraklarda izin verilen bazı metal kriter(sınır) değerleri

olan (Çizelge 2.1.) ve Kloke (1980) tarafından belirtilen (50 mg kg^{-1}) sınır değere göre “kabul edilebilir” düzeyde olduğu ve herhangi bir kirlilik yaratmayacağı tespit edilmiştir.

Çalışmamıza ait toprak örneklerini toplam ve alınabilir Co içerikleri genel olarak değerlendirildiğinde yukarıda belirtilen çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür.

4.1.3 Toprak numunelerinin nikel içerikleri

Araştırma bölgesinden alınan toprak örneklerinin toplam nikel (Ni) içerikleri $20.42-94.04 \text{ mg kg}^{-1}$ aralığında değişim göstermiştir. (Çizelge 4.1.). Toprak numunelerinin toplam Ni değerleri, en yüksek Kasım’da (94.04 mg kg^{-1}) 5.İstasyonda, en düşük ise Nisan ayında (20.42 mg kg^{-1}) 4.İstasyonda tespit edilmiştir. Ortalama olarak toplam Ni Kasım ayında 36.84 mg kg^{-1} , Nisan’da 35.40 mg kg^{-1} ve Temmuz’da 39.43 mg kg^{-1} tespit edilmiştir.

Araştırma topraklarının toplam Ni içerikleri, Türkiye Çevre ve Orman Genel Müdürlüğü’nün topraklarda izin verilen bazı metal kriter(sınır) değerleri (Çizelge 2.1.) ve Kloke (1980) tarafından bildirilmiş olan topraklarda kabul edilebilir toplam Ni içeriğinin üst sınırı (50 mg kg^{-1}) baz alındığında, 5.İstasyon hariç diğer tüm istasyonlardan alınan örneklerin Ni içeriklerinin “kabul edilebilir” düzeyde olduğu tespit edilmiştir. 5.İstasyon ise Aliğa körfezine ve araç trafiğine çok yakın olduğundan dolayı Ni içeriğinin bu denli “kirlilik” düzeyinde olduğu düşünülmektedir.

Toprak örneklerinin alınabilir nikel (Ni) içerikleri $0.000-1.964 \text{ mg kg}^{-1}$ değer aralığında bulunmuştur (Çizelge 4.2.). Numunelerden en fazla alınabilir Ni Kasım’da 5.istasyon (1.964 mg kg^{-1}), 3.istasyon (1.842 mg kg^{-1}) ve 11.istasyonlarda (1.818 mg kg^{-1}) bulunmuştur. En az içerik de Kasım’da ve “iz” değer olarak 6.istasyonda tespit edilmiştir. Örneklerin ortalama olarak alınabilir Ni değerleri Kasım’da 1.143 mg kg^{-1} , Nisan’da 1.051 mg kg^{-1} ve Temmuz’da 0.921 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir.

Gerendas ve ark. (1999)'ı tarafından belirtilen ekstrakte (alınabilir) edilebilir Ni miktarına göre (10 mg kg^{-1}) toprak örneklerimizin alınabilir Ni içerikleri “kabul edilebilir” düzeyde tespit edilmiştir.

Toprak örneklerinde bulunan Ni'in izin verilebilir toplam değeri 50 mg kg^{-1} (Kabata Pendias ve Pendias, 2001); ekstrakte edilebilir değeri de 10 mg kg^{-1} dir (Gerendas ve ark., 1999). Araç trafiğinin çok yoğun bulunduğu bölgelerde, yol kenarlarından uzaklaştıkça toprak örneklerindeki Ni seviyesi azalmaktadır ve bunun sebebi Ni içeren yakıtların kullanılması ile açıklanmıştır (Tok, 1997).

Kabata-Pendias ve Pendias (1992), dünyadaki toprak numunelerinin yaklaşık toplam Ni miktarının 2.20 mg kg^{-1} civarında bulunduğunu bildirmişlerdir. Bergmann (1993) da bir çalışmada olağan koşullarda toprakların Ni içeriğini $5-500 \text{ mg kg}^{-1}$ aralığında bildirmiştir. Toprak numunelerindeki toplam Ni kirlilik sınır seviyeleri, El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata-Pendias (1979), Kitagishi ve Yamane (1981) ve Linzon (1978) aracılığıyla 100 mg kg^{-1} , Goncharuk ve Sideronko (1986) aracılığıyla 35 mg kg^{-1} , Schachtschabel ve Blume (1984) ve Kloke (1979) aracılığıyla 50 mg kg^{-1} , Bergmann (1993) aracılığıyla da $40-50 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Ülkemizin tarım topraklarındaki ağır metal toksisitelerini tayin etmek için yapılan araştırmalarda ise Ni toksisitesinin kabul edilebilir sınır değeri 50 mg kg^{-1} belirlenip, kabul görmüştür (Saatçi vd., 1988; Hakerlerler vd., 1994; Elmacı, 1995).

Çalışmamıza ait toprak örneklerindeki toplam ve alınabilir Ni içerikleri genel olarak değerlendirildiğinde yukarıda belirtilen çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür.

4.1.4 Toprak numunelerinin kurşun içerikleri

Araştırma sonuçları, topraklarımızın toplam kurşun (Pb) içeriklerinin $0.00-54.76 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değiştiğini göstermiştir (Çizelge 4.1.). En fazla Pb Kasım ayında (54.76 mg kg^{-1}) 5.istasyondan, en düşük Pb ise Kasım ayında 6.istasyondan ve Temmuz ayında 12.istasyondan alınan örneklerde ölçülmüş ve

“iz” değerde tespit edilmiştir. Toprak rneklerinin ortalama toplam Pb değerleri, Kasım’da 29.95 mg kg⁻¹, Nisan’da 26.46 mg kg⁻¹ ve Temmuz’da 20.40 mg kg⁻¹ saptanmıştır.

Bu alışma topraklarının toplam Pb içerikleri, Türkiye evre ve Orman Genel Müdürlüğü’nün topraklarda izin verilen bazı metal kriter (sınır) değerleri (izelge 2.1.) ve Kloke (1980) tarafından bildirilmiş olan topraklarda kabul edilebilir toplam Pb içeriğinin st sınırı (100 mg kg⁻¹) baz alındığında, tüm örneklerin “kabul edilebilir” düzeyde Pb içerdiği tespit edilmiştir.

Bergmann (1993), kirlilik arz etmeyen toprakların toplam Pb miktarlarını 1–20 mg kg⁻¹, Alloway (1990) de 2–300 mg kg⁻¹ aralığında tespit etmiştir. El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata-Pendias (1979), Kloke (1982) ve Schachtschabel ve Blume (1984), topraklardaki Pb ağır metali birikim belirtisi anlamında 100 mg kg⁻¹, Kitagishi ve Yamane (1981) de 400 mg kg⁻¹ değerlerini bildirmektedirler. Ülkemizin tarımsal topraklarındaki ağır metal Pb miktarını belirlemek ve yorumlamak için çalışmalar yapılmış olup, sınır değeri 100 mg kg⁻¹ olarak kabul grmştir. (Saatçi vd., 1988; Hakerlerler vd., 1994; Elmacı, 1995).

Tarım alanlarında bulunan topraklardaki toplam ağır metal Pb içeriğinin 100 mg kg⁻¹, bitki tarafından alınan Pb içeriğinin de 4 mg kg⁻¹ seviyesinin üstüne çıkmadığı müddetçe tüm canlıların sağlığı açısından herhangi bir sorun teşkil etmeyeceği, ancak bu seviyelerin üstüne çıkıldığında potansiyel olarak insan sağlığının tehlike altında olabileceği düşünülmektedir (Chapman 1971; Dürüst ve ark. 2004).

Araştırma topraklarında alınabilir Pb lmlerinin 0.00-3.44 mg kg⁻¹ aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir (izelge 4.2.). En fazla alınabilir Pb Kasım ayı içinde 1.istasyonda (3.44 mg kg⁻¹) ve 5.istasyonda (3.11 mg kg⁻¹), en düşük içerik ise yine Kasım ayında 6.istasyon ve Temmuz ayında 12.istasyonda “iz” olarak bulunmuştur. Ortalama alınabilir Pb değerleri, Kasım’da 1.93 mg kg⁻¹, Nisan’da 1.72 mg kg⁻¹ ve Temmuz’da 1.23 mg kg⁻¹ dır.

Chapman (1971); Dürüst ve ark. (2004)'ı tarafından belirtilen alınabilir Pb içeriği üst sınır değerine göre (4 mg kg^{-1}), tüm örneklerin “kabul edilebilir” düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Kurşun içeren bazı bitki koruma ilaçlarının, gübrelerin ve kompostların tarım topraklarına önemli miktarlarda Pb bulaştırabileceği, PbAsO_4 'lı pestisitlerin kullanılması sonucunda toprağa 20 mg kg^{-1} gibi yüksek değerlerde Pb ilave olabileceği bildirilmektedir. (Kabata- Pendias ve Pendias 1992).

Çalışmamıza ait toprak örneklerinin toplam ve alınabilir Pb içerikleri genel olarak değerlendirildiğinde yukarıda belirtilen çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür.

4.1.5 Toprak numunelerinin krom içerikleri

Bölge topraklarında toplam krom (Cr) 'un $16.90\text{-}47.32 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.1.). Alınan örnekler incelendiğinde, en yüksek toplam Cr'un Kasım'da (47.32 mg kg^{-1}) 5.İstasyondaki örnekte, en düşük toplam Cr içeriğinin ise Nisan'da (16.90 mg kg^{-1}) 4.İstasyonda ölçüldüğü belirlenmiştir. İçerik ortalaması baz alınarak toplam Cr içerikleri Kasım'da 23.65 mg kg^{-1} , Nisan'da 22.12 mg kg^{-1} ve Temmuz'da 23.60 mg kg^{-1} bulunmuştur.

Alloway (1990) bir çalışmada, toprakların toplam Cr içeriğinin $5\text{-}1500 \text{ mg kg}^{-1}$ aralığında değişim gösterdiğini rapor etmiştir. Mengel ve Kirkby (1987) de başka bir çalışmada, toprakların Cr miktarlarının 100 mg kg^{-1} den oldukça yüksek seviyede bulunduğunu bildirmişlerdir. Birçok araştırmacı ise, topraklardaki toplam Cr değerleri için izin verilen üst sınır değerini 100 mg kg^{-1} şeklinde rapor etmişlerdir (El-Bassam ve Tietjen, 1977; Kabata-Pendias, 1979; Kloke, 1979; Schachtschabel ve Blume, 1984).

Çalışma alanı topraklarının alınabilir Cr içerikleri $0.00\text{-}0.018 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.1.). En yüksek Cr içeriği, Nisan (0.018 mg kg^{-1}) ayında 6.istasyonda, en düşük Cr içeriği ise yine 6.istasyonda Kasım ayındaki örneklerde “iz” değerinde ölçülmüştür. Toprak örneklerinin ortalama

alınabilir Cr değerleri Kasım'da 0.013 mg kg⁻¹, Nisan'da 0.015 mg kg⁻¹ ve Temmuz'da 0.016 mg kg⁻¹ değerlerinde tespit edilmiştir.

şeftali yetiştiriciliği yapılan Bursa ilinde, ağır metal toksisitesi üzerine çalışmalar yapan Başar ve Aydınalp (2005), toprak numunelerinde ihtiva eden alınabilir Cr'un 0.03-0.08 mg kg⁻¹ aralığında bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Araştırma topraklarının toplam Cr içerikleri, Türkiye evre ve Orman Genel Müdürlüğü'nün topraklarda izin verilen bazı metal kriter (sınır) değerleri (izelge 2.1.) ve Kloke (1980) tarafından bildirilmiş olan topraklarda kabul edilebilir toplam Cr miktarının st sınırı (100 mg kg⁻¹) baz alındığında, tüm örneklerin "kabul edilebilir" düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Bowen, 1966; Tok, 1997 tarafından belirtilen izin verilen alınabilir Cr st sınırı (1 mg kg⁻¹) baz alındığında, tüm örneklerin "kabul edilebilir" düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

4.2 Yaprak Numunelerinin Ağır Metal İçerikleri

Araştırma bölgesinden 6 ayrı zamanda (30 Kasım 2014, 15 Ocak 2015, 01 Mart 2015, 15 Nisan 2015, 01 Haziran 2015, 15 Temmuz 2015) ve 9 ayrı noktadan bitki örnekleri olarak alınmış, toplam ağır metal analizleri uygulanmış ve değerler tespit edilmiştir. Veri sonuçları ise izelge 4.3.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Zeytin yapraklarının ağır metal içerikleri.

	AYLAR	Cd mg kg ⁻¹	Co mg kg ⁻¹	Ni mg kg ⁻¹	Pb mg kg ⁻¹	Cr mg kg ⁻¹
1. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.20	2.35	1.05	0.22
	Ocak 15	iz	0.07	1.40	1.85	0.18
	Mart 15	iz	İz	4.75	1.90	0.22
	Nisan 15	iz	0.02	5.85	1.75	0.28
	Haziran 15	iz	0.10	5.80	2.20	0.82
	Temmuz 15	iz	0.22	6.50	2.10	0.52
3. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.10	2.55	1.10	0.85
	Ocak 15	iz	0.04	4.35	1.50	1.20
	Mart 15	iz	0.07	5.30	1.70	1.41
	Nisan 15	iz	0.22	5.65	2.00	1.57
	Haziran 15	iz	0.15	5.45	2.20	1.60
	Temmuz 15	iz	0.08	5.98	2.32	1.64
6. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.08	1.75	1.10	0.45
	Ocak 15	iz	0.23	4.95	1.60	0.52
	Mart 15	iz	0.20	6.20	1.85	0.51
	Nisan 15	iz	iz	6.60	1.70	0.54
	Haziran 15	iz	0.07	5.95	1.54	0.60
	Temmuz 15	iz	0.21	5.20	2.10	0.78
7. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.11	3.65	1.60	0.41
	Ocak 15	iz	0.31	3.65	1.85	1.10
	Mart 15	iz	0.19	3.54	1.85	1.12
	Nisan 15	iz	iz	4.30	1.95	1.24
	Haziran 15	iz	0.11	4.45	2.20	1.33
	Temmuz 15	iz	iz	4.25	2.40	1.44
8. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.13	1.70	1.50	0.51
	Ocak 15	iz	0.25	3.60	2.00	0.55
	Mart 15	iz	0.03	3.60	1.80	0.61
	Nisan 15	iz	0.16	3.10	1.90	0.60
	Haziran 15	iz	0.24	3.25	2.00	0.58
	Temmuz 15	iz	0.19	3.00	1.50	0.78

Çizelge 4.3. Zeytin yapraklarının ağır metal içerikleri (devamı).

	AYLAR	Cd mg kg ⁻¹	Co mg kg ⁻¹	Ni mg kg ⁻¹	Pb mg kg ⁻¹	Cr mg kg ⁻¹
9. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.17	2.05	1.40	0.48
	Ocak 15	iz	0.23	3.40	1.55	0.64
	Mart 15	iz	iz	5.60	1.95	0.75
	Nisan 15	iz	0.13	5.15	1.95	0.75
	Haziran 15	iz	0.12	5.40	2.05	0.79
	Temmuz 15	iz	0.08	5.80	2.00	0.81
10. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.19	1.80	1.14	0.32
	Ocak 15	iz	0.14	3.40	1.43	0.38
	Mart 15	iz	iz	3.45	1.78	0.48
	Nisan 15	iz	0.02	4.20	1.85	1.01
	Haziran 15	iz	iz	4.90	2.05	1.12
	Temmuz 15	iz	0.13	3.85	2.25	1.21
11. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.17	3.15	1.13	0.18
	Ocak 15	iz	0.07	3.20	1.77	0.24
	Mart 15	iz	iz	3.70	1.54	0.54
	Nisan 15	iz	0.12	3.55	1.82	0.55
	Haziran 15	iz	0.07	4.75	2.12	0.54
	Temmuz 15	iz	0.03	4.40	2.05	0.58
12. İSTASYON	Kasım 14	iz	0.07	3.10	1.01	1.00
	Ocak 15	iz	0.08	3.70	2.10	1.12
	Mart 15	iz	0.11	3.25	2.14	1.10
	Nisan 15	iz	0.23	3.85	1.31	0.99
	Haziran 15	iz	0.08	3.50	2.24	1.13
	Temmuz 15	iz	0.13	4.10	2.12	1.25

4.2.1 Yaprak numunelerinin kadmiyum içerikleri

Çalışma alanındaki zeytin yapraklarının kadmiyum (Cd) içerikleri Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Yaprakların Cd içerikleri tüm örneklerde “iz” değerinde tespit edilmiştir.

Anonim (1982) bitkilerin bünyesinde 5-10 mg kg⁻¹ Cd ağır metali tespit edildiğini bildirmektedir. Haktanır (1987) da bir araştırmasında bitki örneklerinde kabul edilen Cd sınır içeriğini 0.05 mg kg⁻¹ değerinde belirtmektedir. Alloway

(1995) ise bitki örneklerinin Cd içeriklerinin 0.1-1 mg kg⁻¹ aralığında bulunduğunu bildirmiştir.

Bitkilerde bulunan kabul edilebilir ağır metal elementi miktarlarının olağan aralık değerleri, Cr için 0.1-1.0 mg kg⁻¹, Cd için 0.05-0.4 mg kg⁻¹, Ni için 0.1-3.9 mg kg⁻¹ ve Pb için 0.1-6.0 mg kg⁻¹ olarak belirtilmiştir (Özbek ve ark., 2000).

Sonuçlar değerlendirildiğinde tüm aylar için yaprak örneklerinde Cd içeriği “iz” olarak belirlenmiştir ve kirlilik durumuna göre bir sıkıntı teşkil etmediği bulunmuştur.

4.2.2 Yaprak numunelerinin kobalt içerikleri

Yaprak örneklerinin kobalt (Co) içerikleri Çizelge 4.3.’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; en yüksek Co değeri Ocak ayında ve 7. İstasyon’daki örneklerde 0.31 mg kg⁻¹, diğer dönemlerde ise özellikle Mart ayında “iz” olarak tespit edilmiştir. En çok değişim 7.İstasyon’da olmuş ve değerler 0.00-0.31 mg kg⁻¹ arası bulunmuştur.

Mengel ve Kirkby (2004) bir çalışmada Co’nın baklagiller ve otlarda sırasıyla 0.15-0.30 mg kg⁻¹ ve 0.04-0.08 mg kg⁻¹ değerlerinde olabileceğini bildirmektedirler. Scheffer ve Schachtschabel (1989) bitki bünyesindeki kabul edilebilir Co sınır değerini 0.02- 0.5 mg kg⁻¹ seviyesinde, Kabata Pendias ve Pendias (1992) ise 10-20 mg kg⁻¹ seviyesinde belirlemişlerdir.

Çizelge 2.2.’deki sınır değerlerine göre, zeytin yapraklarında ki Co’nın “kabul edilebilir” düzeyde olduğu tespit edilmiş, ancak sadece 7.İstasyon’da Ocak ayında sınır değerini aştığı görülmüştür.

4.2.3 Yaprak numunelerinin nikel içerikleri

Yaprak örneklerinin aylık ortalama nikel (Ni) içerikleri 2.45-4.82 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3.). En yüksek Ni’in 6. İstasyon’dan Nisan ayında (6.60 mg kg⁻¹) ve 1.İstasyon’dan Temmuz ayında alınan örneklerde

(6.50 mg kg⁻¹), en düşük ise Ocak ayında 1.İstasyon (1.40 mg kg⁻¹) ile 8.İstasyon'da (1.70 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2.2.'ye göre değerlendirme yapıldığında yaprak örneklerinin Ni içerikleri "kabul edilebilir" düzeydedir. Ancak 1.İstasyon'dan Nisan, Haziran ve Temmuz aylarında, 3., 6. ve 9.İstasyonlarda Mart, Nisan, Haziran ve Temmuz aylarında alınan zeytin yapraklarında Ni sınır değeri aşılmıştır.

Mengel (1991) tarafından önerilen Ni sınır değerleri göz önüne alındığında, bitki örneklerinin her dönemdeki Ni içerikleri "kabul edilebilir" düzeyde olduğu saptanmıştır.

Almanya Tarımsal Araştırma Kurumları Birliği ise, otsu bitkilerde kabul edilebilir Ni içeriğini 90 mg kg⁻¹, diğer bitki türlerindeki Ni içeriğini de 20-30 mg kg⁻¹ aralığında belirlemişlerdir (Anonim, 1982).

Yaprak örneklerinin Ni içerikleri, her istasyonda Ocak ayından Temmuz ayına doğru sürekli bir yükselişe geçmiştir. Ocak ayında her noktada Ni içeriği en düşükken, Temmuz ayında her noktada en yüksek içeriğe ulaştığı gözlemlenmiştir.

Bu bağlamda mevsimsel yağışların arttığı sonbahar ve kış aylarında Ni içeriğinin seyreltiği ve düzenli bir düşüş gösterdiği tespit edilmiştir.

4.2.4 Yaprak numunelerinin kurşun içerikleri

Yaprak örneklerinin aylık ortalama kurşun (Pb) içerikleri 1.23-2.09 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3.). En yüksek Pb değeri Temmuz ayında, 7.İstasyon (2.40 mg kg⁻¹) ile 3.İstasyon'da (2.32 mg kg⁻¹), en düşük Pb içeriği ise Ocak ayında 12.İstasyon'da (1.01 mg kg⁻¹) bulunmuştur.

Bitkilerde bulunan kabul edilebilir ağır metal elementi miktarlarının olağan aralık değerleri, Cr için 0.1-1.0 mg kg⁻¹, Cd için 0.05-0.4 mg kg⁻¹, Ni için 0.1-3.9 mg kg⁻¹ ve Pb için 0.1-6.0 mg kg⁻¹ olarak belirtilmiştir (Özbek ve ark., 2000).

Haktanır (1987) herhangi bir toksisitenin olmadığı topraklarda yetiştirilmiş bitkilerin Pb 10 mg kg⁻¹ ihtiva edebileceğini bildirmektedirler. Almanya Tarımsal Araştırma Kurumları Birliği (Anonim, 1982) ise otsu bitki türlerinde, Pb'un 67 mg kg⁻¹, diğer bitki türlerinde ise 10-20 mg kg⁻¹ aralığında olabileceğini öngörmüşlerdir. Kabata Pendias and Pendias (1984) bitki bünyelerinde doğal şekilde 0.1-10 mg kg⁻¹ aralığında Pb ağır metalinin varolabileceğini rapor etmişlerdir. Scheffer ve Schachtschabel (1989)'in yaptıkları çalışmada ise bitki bünyesindeki Pb ağır metal sınır seviyesi 6 mg kg⁻¹'dir.

Özbek ve ark., (2000) tarafından verilen sınır değerlerine ve Çizelge 2.2.'de belirtilen değerlere göre zeytin yapraklarından alınan tüm dönem örneklerinde sınır değerleri aşılmamış ve "kabul edilebilir" düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Yaprak örneklerinin Pb içerikleri, her istasyonda Ocak ayından Temmuz ayına doğru sürekli bir yükselişe geçmiştir. Ocak ayında her noktada Pb içeriği en düşükken, Temmuz ayında her noktada en yüksek içeriğe ulaştığı gözlemlenmiştir. Bu bağlamda mevsimsel yağışlar ile sonbahar-kış aylarında Pb içeriğinin seyreltiği ve bu nedenle azalmış olabileceği düşünülmektedir.

4.2.5 Yaprak numunelerinin krom içerikleri

Yapraklardaki aylık ortalama krom (Cr)'un 0.49-1.00 mg kg⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.3.). En yüksek Cr değerine 3.İstasyon'dan Haziran (1.60 mg kg⁻¹) ve Temmuz (1.64 mg kg⁻¹) ayları ile 7.İstasyon'dan Temmuz (1.44 mg kg⁻¹) aylarında alınan örneklerinde rastlanmıştır. En düşük Cr içeriği ise Ocak ayında 1.İstasyon'da (0.18 mg kg⁻¹) ve Kasım ayında 11.İstasyon'da (0.18 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir.

Yaprak örneklerinin Cr içerikleri, her istasyonda Ocak ayından Temmuz ayına doğru düzenli bir yükselişe geçmiştir. Ocak ayında her noktada Cr içeriği en düşükken, Temmuz ayında neredeyse her noktada en yüksek içeriğe ulaştığı gözlemlenmiştir.

Lepp (1981) kabul edilebilir Cr aralığını yüksek bitkiler olarak nitelendirdiğimiz ağaçlar için 0.20 ile 0.60 mg kg⁻¹ aralığında belirlemişlerdir. Özbek ve ark. (1995) ise bitki bünyelerinde 100 mg kg⁻¹'e kadar Cr kabul edilebilir değerde olduğunu rapor etmektedirler. Almanya Tarımsal Araştırma Kurumları Birliği verileri ise bitki bünyelerindeki Cr içeriklerinin 1-2 mg kg⁻¹ aralığında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir (Anonim, 1982).

Bitkilerde bulunan kabul edilebilir ağır metal elementi miktarlarının olağan aralık değerleri, Cr için 0.1-1.0 mg kg⁻¹, Cd için 0.05-0.4 mg kg⁻¹, Ni için 0.1-3.9 mg kg⁻¹ ve Pb için 0.1-6.0 mg kg⁻¹ olarak belirtilmiştir (Özbek ve ark., 2000).

Çizelge 2.2.'deki değerlere göre, zeytin yapraklarındaki Cr'un "kabul edilebilir" düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

4.3 Su Numunelerinin Bor, Nitrat ve Ağır Metal İçerikleri

Araştırma bölgesinden 6 ayrı zamanda (30 Kasım 2014, 15 Ocak 2015, 01 Mart 2015, 15 Nisan 2015, 01 Haziran 2015, 15 Temmuz 2015) ve 12 ayrı noktadan sular örneklenmiş olup kirlilik durumları belirlenmiştir. Üçüncü, 4. ve 5. istasyonlardan örnekler denizden, diğer su örnekleri ise Güzelhisar Çayı ve Aliğa Güzelhisar Barajı'ndan temin edilmiştir. Çalışma alanının 5. istasyonu Aliğa Kuş Cenneti'ne ev sahipliği yapmaktadır ve bu noktadan yaz aylarında suyun buharlaşığı çekilmesi sebebiyle Haziran ve Temmuz dönemlerinde numune alımı yapılamamıştır. Tüm su örneklerinin nitrat ve bor değerleri tespit edilmiş ve veriler Çizelge 4.4.'de sunulmuştur. Ancak ağır metal içeriklerine ait sonuçlar "iz" miktarda çıktığı için herhangi bir çizelge yapılamamıştır. Bununla birlikte Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği aracılığıyla belirlenen sulama suları kalite kriteri olarak göz önünde bulundurulması gereken Bor ihtiva aralıkları Çizelge 4.5.'de belirtilmiştir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2015).

Çizelge 4.4. Araştırma su numunelerinin bor ve nitrat içerikleri.

	AYLAR	B (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)
1. İSTASYON	Kasım 14	0.40	3.41
	Ocak 15	0.26	1.50
	Mart 15	0.21	0.66
	Nisan 15	0.18	0.51
	Haziran 15	0.19	1.79
	Temmuz 15	0.62	1.49
2. İSTASYON	Kasım 14	3.00	2.50
	Ocak 15	2.76	3.81
	Mart 15	2.15	iz
	Nisan 15	2.38	iz
	Haziran 15	2.86	3.09
	Temmuz 15	3.06	2.90
3. İSTASYON	Kasım 14	2.25	2.01
	Ocak 15	3.40	2.92
	Mart 15	2.43	0.48
	Nisan 15	2.55	2.10
	Haziran 15	2.59	2.60
	Temmuz 15	3.26	2.86
4. İSTASYON	Kasım 14	3.20	1.88
	Ocak 15	4.70	3.33
	Mart 15	3.53	iz
	Nisan 15	3.78	1.38
	Haziran 15	3.87	3.27
	Temmuz 15	4.80	2.35
5. İSTASYON	Kasım 14	5.85	1.99
	Ocak 15	3.74	4.83
	Mart 15	4.45	iz
	Nisan 15	5.49	iz
	Haziran 15	ÖRNEK ALINAMAMIŞTIR	
	Temmuz 15	ÖRNEK ALINAMAMIŞTIR	
6. İSTASYON	Kasım 14	0.72	3.01
	Ocak 15	0.53	2.82
	Mart 15	0.22	0.52
	Nisan 15	0.75	3.00
	Haziran 15	1.04	3.39
	Temmuz 15	1.05	4.34

Çizelge 4.4. Araştırma su numunelerinin bor ve nitrat içerikleri (devam).

	AYLAR	B (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)
7. İSTASYON	Kasım 14	0.24	2.06
	Ocak 15	0.18	3.24
	Mart 15	0.13	iz
	Nisan 15	0.19	iz
	Haziran 15	0.44	2.21
	Temmuz 15	0.35	1.76
8. İSTASYON	Kasım 14	0.11	2.88
	Ocak 15	0.19	4.16
	Mart 15	0.36	iz
	Nisan 15	0.21	1.67
	Haziran 15	0.53	3.41
	Temmuz 15	0.35	3.30
9. İSTASYON	Kasım 14	0.18	2.24
	Ocak 15	0.20	3.74
	Mart 15	0.60	1.78
	Nisan 15	0.33	iz
	Haziran 15	0.52	2.52
	Temmuz 15	0.34	2.52
10. İSTASYON	Kasım 14	0.14	4.62
	Ocak 15	0.24	3.38
	Mart 15	0.22	iz
	Nisan 15	0.30	1.25
	Haziran 15	0.49	1.78
	Temmuz 15	0.35	2.23
11. İSTASYON	Kasım 14	0.13	3.89
	Ocak 15	0.10	3.56
	Mart 15	0.13	iz
	Nisan 15	0.20	iz
	Haziran 15	0.36	2.22
	Temmuz 15	0.27	2.69
12. İSTASYON	Kasım 14	0.12	2.55
	Ocak 15	0.18	4.66
	Mart 15	0.32	iz
	Nisan 15	0.17	iz
	Haziran 15	0.34	1.96
	Temmuz 15	0.43	2.11

Çizelge 4.5. Sulama suyu değer değişkenleri.

Kalite kriteri	Sınıfsal değerlendirme			
	1.Sınıf	2. Sınıf	3. Sınıf	4. Sınıf
Bor derişim aralıkları (ppm)	0 – 0.5	0.5 – 1.12	1.12 – 2.0	> 2.0

4.3.1 Su Numunelerinin bor içerikleri

Çalışma alanı su örneklerindeki bor (B) değerleri Çizelge 4.4.'de belirtilmiştir. Sonuçlara bakıldığında B miktarının en yüksek olduğu dönem 5. istasyonda Kasım'da (5.85 ppm), en düşük olduğu 11. İstasyonda ise Ocak'ta (0.10 ppm) alınan su örneklerinde tespit edilmiştir. Ay bazında ortalama B değerleri 1.20 – 1.37 ppm aralığında değişim göstermiştir.

Su numunelerindeki B miktarı tüm dönemler baz alındığında 2., 3., 4. ve 5. noktalarda kirletici etki değerinin (1 ppm) üzerinde belirlenmiştir. Ayrıca 6. noktadan elde edilen su örneğinde ise B miktarları Haziran ve Temmuz aylarında 1 ppm'in üzerinde olduğu tespit edilmiştir. (Çizelge 4.4.). B miktarlarının 1ppm'in altında olduğu örnekler ise, 1, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. noktalardan elde edilen su numunelerinde tüm dönemler olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.5.'deki verilere göre bu numunelerin 1. Ve 2. Sınıf kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Bütün dönemlerde elde edilen su numuneleri B miktarları değerlendirildiğinde de Haziran ve Temmuz dönemleri en yüksek değerlerin olduğu dönemler olarak belirlenmiştir. Bu durum yaz döneminde sularda artan buharlaşma kaynaklı kayıpların numunelerdeki B miktarını arttırmış olabileceğini düşündürmektedir.

Richards (1954) tarafından belirlenen B sınır değerlerine göre, Güzelhisar Çayı'nın 1-6-7-8-9-10-11-12. İstasyon'lardan alınan su örneklerinde toksik etki

görülmemiş ve “kabul edilebilir” düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Ancak Aliğa Körfezi’ne çok yakın kaynaklar olan 2-3-4-5 no’lu istasyonlardaki suların B içerikleri tüm aylarda sulamaya “uygun değil” sınıfında bulunmuştur.

Özellikle 5.İstasyon’dan Kasım ve Nisan aylarında alınan su örneklerinde, B’un yüksek bulunması, söz konusu istasyonun denize yakınlığından kaynaklandığını düşündürmektedir.

DSİ (1970), bir çalışmada Kırka bölgesinde bulunan ETİ-Bor tesisindeki kullanım suyu ihtiyacını yeraltı suyu ile karşılamak için uygulanan deneme çalışmalarında bor analiz çalışmaları yapılmış ve hidrojeolojik açıdan etüt raporları düzenlenmiştir. Bölgede yüzey suları örneklerindeki bor içeriklerinin 0.60 – 18.75 ppm aralığında değişim gösterdiği bildirilmiştir.

Altınbaş ve ark. (1994;1997) yıllarındaki araştırmalarında Büyük Menderes ve Gediz Nehri ile yan kollarından aldıkları örneklerde en yüksek bor miktarlarını 2.80 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Su kalitesi göz önüne alınarak Gediz Nehri’nin bor içeriğinin tespit edildiği diğer bir araştırmada, bor içerikleri 0.19–2.25 ppm aralığında bulunmuş, kimi noktalarda ise bor içeriklerinin yüksek çıkmasının nedeninin endüstriyel uygulamalar veya doğal durumlar kaynaklı olduğu sonucuna karar verilmiştir (Demirbaş ve Orhun, 2008). Büyük Menderes Nehri suları üzerinde yapılan bir çalışmada, bor içerikleri 0.33–6.41 ppm aralık değerlerinde belirlenmiş ve özel olarak termal yer altı su kaynaklarının olduğu kesimlerdeki su örneklerinde bor içeriklerinin daha fazla değerlerde gözlemlendiği rapor edilmiştir (Aydın ve Seferoğlu, 2000).

4.3.2 Su Numunelerinin nitrat içerikleri

Suların nitrat (NO_3^-) değerleri Çizelge 4.4.’de gösterilmiştir. Tüm sonuçlar baz alındığında nitrat değeri en fazla (4.83 ppm) 5.İstasyondan Ocak’ta, en az ise (iz) 1., 3.ve 6. İstasyonlar dışındaki her istasyondan genellikle Mart-Nisan

aylarında alınan su örneklerinde ölçülmüştür. Aylık ortalama nitrat miktarları 0.28 – 3.50 ppm arasında değişmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sınır değerlerine göre, tüm istasyonlardan alınan su örneklerinde sulama suyu kalite kriterleri ve toksik etki değerleri göz önüne alındığında, tüm aylarda nitrat içeriği 5 ppm'i geçmediği için nitrat kirliliğinin olmadığı saptanmıştır.

Bu bağlamda bölgede Petkim ve sanayileşme dolayısıyla tarım dışı faaliyetlere yönelmeyle çiftçiliğin azalması ve genellikle zeytin tarımında kullanılması gerekmesine rağmen, çok fazla azotlu (N) gübreleme yapılmamasından dolayı herhangi bir nitrat kirliliği ve sulama sularına karıştığı saptanmamıştır.

Amerika Birleşik Devletleri'ne (ABD) bağlı Çevre Koruma Örgütü (EPA) sular için verdikleri kriterlerde nitrat için en yüksek 10 mg/l, nitrit için de 1 mg/l seviyelerinde bir sınır belirlemiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), içme suyu kalitesi dergisinin ikinci baskısının tavsiye ettiği nitrat değeri ise 50 mg/l olarak bildirilmiştir. Ayrıca Avrupa Ekonomik Komitesi de (EEC) içme sularındaki nitrat için sunulan sınır değerini 50 mg/l olarak belirlemiştir (Haugen vd., 2002; Speijers, 2002) Ülkemizin İçme Suyu Yönetmeliği bakımından sularda izin verilen nitrit değeri en yüksek 0.05 mg/ l, nitrat değeri de 45 mg/l'dir (Sağlam, 2000).

Antalya-Kumluca bölgesinde yapılan bir araştırmada, kuyu sularından alınan örneklerdeki nitrat miktarlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Kuyu suyu örneklerinde nitrat miktarlarının 2.46-164.91 mg/l aralığında değişim gösterdiği gözlemlenmiş ve bölge kuyu suyunun yaklaşık % 50'sinde nitrat kirliliğinin var olduğu, bu sulama suyu nitrat miktarlarını gübre uygulamalarında baz alınması gerektiğini bildirilmiştir (Kaplan vd. 1999).

Benzer bir araştırmada Antalya-Demre bölgesinde bulunan toprak ve kuyu suyu, nitrat derişimlerinin incelendiği bir çalışmada toprak ve kuyu sularından alınan örneklerde nitrat derişimlerinin periyodik bir şekilde arttığı ve kuyu suyu

örneklerinin yaklaşık %45'inin WHO aracılığıyla izin verilen 50 mg/l sınır değerinin üstünde olduğu tespit edilmiştir. Bazı bölgelerde yöre halkının bu suları içme suyu olarak kullandığı gözlemlenmiş ve bu durumun çok büyük bir tehlike arz ettiği belirlenmiştir (Sönmez vd. 2007).

4.3.3 Su numunelerinin ağır metal içerikleri

Araştırma bölgesinden alınan su örneklerinde tüm ağır metal değerleri (Ni, Co, Cd, Pb, Cr) her dönemde "iz" değerde çıkmıştır. Bundan dolayı çalışmaya ek olarak bir çizelge yapılmamıştır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma alanı olan Aliğa Güzelhisar Çayı ve çevresinden 3 ayrı periyotta (Kasım 2014 - Nisan 2015 - Temmuz 2015) toprak numunesi, 6 ayrı periyotta da (30 Kasım 2014, 15 Ocak 2015, 01 Mart 2015, 15 Nisan 2015, 01 Haziran 2015, 15 Temmuz 2015) bitki ile su numuneleri alınmış, ağır metal analizleri uygulanarak bölgedeki aylık değişimlere göre kirlilik durumu belirlenmiştir.

Araştırma bölgesinden alınan toprak numunelerinin toplam kadmiyum (Cd) içerikleri 0.00-1.82 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Ortalama olarak toplam Cd miktarları Kasım'da 0.58 mg kg⁻¹, Nisan'da 0.28 mg kg⁻¹ ve Temmuz'da 0.11 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının toplam Cd içeriklerinin, “kabul edilebilir” düzeyde olduğu ve herhangi bir kirlilik yaratmadığı sonucuna varılmıştır.

Araştırma topraklarının bitki tarafından alınabilir Cd içerikleri ise “iz” değerinde tespit edilmiştir.

Araştırma bulguları toprak numunelerinde toplam kobalt (Co) içeriğinin 7.56-19.21 mg kg⁻¹ arasında değişim gösterdiğini belirtmektedir. Ortalama olarak toplam Co miktarları Kasım'da 13.94 mg kg⁻¹, Nisan'da 12.77 mg kg⁻¹ ve Temmuz'da 14.59 mg kg⁻¹ değerlerinde saptanmıştır.

Araştırma topraklarının toplam Co içerikleri, sınır değerlerine göre “kabul edilebilir” düzeyde bulunmuş ve herhangi bir kirlilik yaratmadığı tespit edilmiştir.

Toprak numunelerinin bitki tarafından alınabilir Co miktarları 0.00-0.27 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Ortalama alınabilir Co miktarları Kasım'da 0.130 mg kg⁻¹, Nisan'da 0.135 mg kg⁻¹ ve Temmuz'da 0.066 mg kg⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir.

Sınır değerine ve aylık ortalamalar göre alınabilir Co içeriklerinin Kasım ve Nisan aylarında “kirlilik düzeyi”nde olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Araştırma bölgesinden alınan toprak numunelerinin toplam nikel (Ni) içerikleri 20.42-94.04 mgkg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Ortalama olarak toplam Ni Kasım'da 36.84 mg kg⁻¹, Nisan'da 35.40 mg kg⁻¹ ve Temmuz'da ise 39.43 mg kg⁻¹ tespit edilmiştir.

Araştırma topraklarının toplam Ni içeriklerine göre, 5.İstasyon hariç tüm istasyonlardan alınan numuneler "kabul edilebilir" düzeyde olduğu yorumlanmıştır. 5.İstasyon ise Aliğa körfezine ve araç trafiğine çok yakın olduğundan dolayı Ni içeriğinin bu denli "kirlilik" düzeyinde olduğu düşünülmüştür.

Toprak örneklerinin bitki tarafından alınabilir nikel (Ni) içerikleri 0.000-1.964 mg kg⁻¹ arasında bulunmuştur. Ortalama olarak alınabilir Ni miktarları Kasım'da 1.143 mg kg⁻¹, Nisan'da 1.051 mg kg⁻¹ ve Temmuz'da 0.921 mg kg⁻¹ tespit edilmiştir.

Ancak toprak örneklerinin alınabilir Ni içerikleri "kabul edilebilir" düzeyde yorumlanmıştır.

Araştırma sonuçları toprakların toplam kurşun (Pb) içeriklerinin 0.00-54.76 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini göstermiştir. Örneklerin ortalama olarak toplam Pb miktarları, Kasım'da 29.95 mg kg⁻¹, Nisan'da 26.46 mg kg⁻¹ ve Temmuz'da 20.40 mg kg⁻¹ saptanmıştır.

Topraklarda bitki tarafından alınabilir Pb ölçümlerinin 0.00-3.44 mg kg⁻¹ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ortalama alınabilir Pb değerleri, Kasım'da 1.93 mg kg⁻¹, Nisan'da 1.72 mg kg⁻¹ ve Temmuz'da 1.23 mg kg⁻¹ şeklinde ölçülmüştür.

Araştırma topraklarının toplam ve alınabilir Pb değerlerinin, tüm örneklerde "kabul edilebilir" düzeyde olduğu yorumlanmıştır.

Bölge topraklarında toplam krom (Cr) 'un 16.90-47.32 mg kg⁻¹ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ortalama olarak toplam Cr değerleri Kasım'da

23.65 mg kg⁻¹, Nisan'da 22.12 mg kg⁻¹ ve Temmuz'da 23.60 mg kg⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir.

Çalışma alanı topraklarının bitki tarafından alınabilir Cr değerleri 0.00-0.018 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Ortalama alınabilir Cr değerleri Kasım'da 0.013 mg kg⁻¹, Nisan'da 0.015 mg kg⁻¹ ve Temmuz'da 0.016 mg kg⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir.

Araştırma topraklarının toplam ve alınabilir Cr içeriklerinin, tüm örneklerde “kabul edilebilir” düzeyde olduğu yorumlanmıştır.

Tüm yaprak örneklerinin Cd içeriği “iz” olarak belirlenmiştir ve kirlilik durumuna göre bir sıkıntı teşkil etmediği saptanmıştır.

Yaprakların en yüksek Co değeri Ocak ayında ve 7. İstasyon'daki örneklerde 0.31 mg kg⁻¹, diğer dönemlerde ise özellikle Mart ayında “iz” olarak tespit edilmiştir. En çok değişim 7.İstasyon'da tespit edilmiş ve değerler 0.00-0.31 mg kg⁻¹ arası bulunmuştur. Buna göre, zeytin yapraklarında ki Co'ın “kabul edilebilir” düzeyde olduğu tespit edilmiş, ancak sadece 7.İstasyon'da Ocak ayında sınır değerini aştığı belirlenmiştir.

Yaprakların aylık ortalama nikel (Ni) içerikleri 2.45-4.82 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Buna göre, yaprakların Ni içeriklerinin “kabul edilebilir” düzeyde olduğu ancak 1.İstasyon'dan Nisan, Haziran ve Temmuz aylarında, 3., 6. ve 9.İstasyonlarda Mart, Nisan, Haziran aylarında alınan zeytin yapraklarında Ni'in sınır değeri aştığı görülmüştür.

Yaprak örneklerinin aylık ortalama kurşun (Pb) içerikleri 1.23-2.09 mg kg⁻¹ aralığında bulunmuştur. Buna göre, zeytin yapraklarından alınan tüm örneklerde sınır değeri aşılmamış ve “kabul edilebilir” düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Yapraklardaki aylık ortalama krom (Cr)'un 0.49-1.00 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. Yaprak örneklerinin Cr içerikleri, her istasyonda Ocak ayından Temmuz ayına doğru düzenli bir yükselişe geçmiştir. Ocak ayında her noktada Cr

içeriği en düşükken, Temmuz ayında neredeyse her noktada en yüksek içeriğe ulaştığı gözlemlenmiştir. Buna göre, zeytin yapraklarındaki Cr'un sınır değerleri baz alındığında "kabul edilebilir" düzeyde olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Suların bor (B) değerleri ve değişimleri incelendiğinde en yüksek (5.85 ppm) B değeri 5. İstasyon numunesinde Kasım'da, en düşük (0.10 ppm) B değeri de 11. İstasyondaki numunelerden Ocak'ta elde edilen su numunesinde tespit edilmiştir. Ay bazlı ortalama B değerleri 1.20 – 1.37 ppm aralığında belirlenmiştir.

Su numunelerindeki B değerleri, tüm dönemler baz alındığında 2., 3., 4. ve 5. noktalarda kirletici etki değerinin (1 ppm) üzerinde belirlenmiştir. Ayrıca 6. noktadan elde edilen su örneğinde ise B değerleri Haziran ve Temmuz aylarında 1 ppm'in üzerinde olduğu gözlemlenmektedir. Su numunelerinin B değerlerine bakıldığında en yüksek sonuçlar Haziran ve Temmuz dönemlerinde elde edilen numunelerde saptanmıştır. İşte bu koşulların da yaz döneminde suların buharlaşmasının artması sebebiyle B değerini de arttırmış olabileceğini düşündürmüştür. Buna göre, su örneklerinde toksik etki görülmemiş ve "kabul edilebilir" düzeyde olduğu yorumlanmıştır. Ancak Aliğa Körfezi'ne çok yakın kaynaklar olan 2-3-4-5 no'lu istasyonlardaki suların B içerikleri tüm aylarda sulamaya "uygun değil" sınıfında bulunduğu yorumlanmıştır.

Ayrıca 5.İstasyon'dan Kasım ve Nisan aylarında alınan su örneklerinde, B'un yüksek bulunması, söz konusu istasyonun denize yakınlığından kaynaklandığını düşündürmüştür.

Suların nitrat (NO_3^-) içerikleri incelendiğinde nitrat miktarı en yüksek (4.83 ppm) 5.İstasyondan Ocak ayında, en düşük ise (iz) 1., 3.ve 6. İstasyonlar dışındaki her istasyondan genellikle Mart-Nisan aylarında alınan su örneklerinde ölçülmüştür. Aylık ortalama nitrat miktarları 0.28 – 3.50 ppm arasında değişmiştir. Tüm istasyonlardan alınan su örneklerinde sulama suyu kalite kriterleri ve toksik etki değerleri göz ününe alındığında, tüm aylarda nitrat içeriği 5 ppm'i geçmediği için nitrat kirliliğinin olmadığı yorumlanmıştır.

Ayrıca bölgede Petkim ve sanayileşme dolayısıyla tarım dışı faaliyetlere yönelmeyle çiftçiliğin azalması ve genellikle zeytin tarımında çok fazla azotlu (N) gübreleme yapılmamasından dolayı herhangi bir nitrat kirliliği ve sulama sularına karıştığı saptanmadığı düşünülmüştür.

Araştırma bölgesinden alınan su örneklerinde, tüm ağır metal değerleri (Ni, Co, Cd, Pb, Cr) her dönemde “iz” değerinde çıktığı ve herhangi bir kirliliğin olmadığı yorumlanmıştır.

Genel olarak sonuçlar incelendiğinde topraklarda toplam ve alınabilir Cd, Pb ve Cr içerikleri açısından problem olmadığı, ancak bazı dönemlerde Co ve Ni içeriklerinin üst sınır değerlerini aştığı ve toksik etki yarattığı görülmüştür. Kobalt ve Ni içerikleri daha çok denize yakın bölge topraklarında ortaya çıkmış, deniz suyunun böyle bir durum yaratabileceği düşünülmüştür. Özellikle 1982 yılında yapımı tamamlanan Güzelhisar Barajı’ndan önce, Güzelhisar Çayı ve çevresindeki örnek alınan istasyonlarda ve yağışların yoğun olduğu dönemlerde sel baskınları yaşanmaktaydı. Baraj yapımı sonrası taşkınlar ve baskınlar minimize edilmiş olup, ağır metal içeriklerinin sadece yağışların etkisiyle değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yağışların azaldığı yaz mevsimine doğru geçişlerde ise ağır metal akümüasyonu artmış ve içerikler yükselmiştir. Ayrıca bölge toprakları, etrafında var olan volkanik dağlar ve yapılar sebebiyle genellikle alüvyeldir. Yüksek yerlerden akarsu, taşkın ve sellerle taşınan materyaller, jeolojik olarak alçak yerlerde birikmiştir. Volkanik dağlarda var olan belli başlı ağır metaller buralarda toplanmış ve bulgularımızda da açığa çıkmıştır. Deniz seviyesindeki alçak yerlerde genellikle kirlilik ve birikimin kaynağının bu durumlar olduğu düşünülmektedir. Araştırma bölgesi içerisinde, denize yakın olan arazilerde çiftçilerin daha dikkatli olması ve buna göre önlemler alması gerekmektedir.

Çalışma süresince alınan yaprak örneklerinde yapılan ağır metal analizleri sonucunda, Co ve Ni içerikleri genellikle kabul edilebilir düzeyde belirlense de bazı dönemlerde üst sınır değerini aştığı saptanmıştır. Buna karşın Cd, Pb ve Cr içerikleri tüm dönemlerde kabul edilebilir düzeyde bulunmuştur. Bitki numunesi olan zeytinde yaprak numunesi alma dönemi Kasım-Ocak periyodu şeklinde kabul görmektedir ve bu bağlamda topraktan alınabilir ağır metal içerikleri

yapraklarda da etkisini göstermiştir. Bu bağlamda araştırma alanı çiftçilerinin bilgilendirilerek yaprak uygulamalarında dikkatli olmaları önerilmektedir.

Araştırma alanından elde edilen su numunelerinde B, NO_3^- ve ağır metal analizleri yapılmış ve değerlendirilmiştir. Buna göre 2, 3, 4 ve 5. İstasyonlardaki noktalardan elde edilen numunelerin B değeri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği aracılığıyla belirlenmiş verilere dayanarak yüksek tespit edilmiş ve bu su kaynaklarının tarım amaçlı kullanımının doğru olmadığı belirlenmiştir. Tarım amaçlı kullanımı doğru görülen sular 1. ve 2. Sınıf su kaynakları şeklinde sınıflanmıştır. Buna dayalı olarak B değerleri bakımından 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. İstasyon noktalarından elde edilen sular tarım amaçlı kullanılabilir. Nitrat içerikleri baz alındığında ise su örneklerinin hiçbirinde kirliliğe rastlanmadığı tespit edilmiştir.

Güzelhisar Çayı ve Güzelhisar Barajı, ilk olarak doğduğu yerden denize ulaşana dek tarım arazilerinin birçoğundan geçmekte ve onlara etki etmektedir. Son dönemlerde çoğu tarımsal alanları ve Güzelhisar Havzası'nın ekosistemini olumsuz bir şekilde etkileyen ana sebep, su kalitesi bakımından yaşanan bozulmalar ve bilinçsiz yapılan sulama ve tarımsal uygulamaların sonucu artan ağır metal kirlilikleridir. Tüm dünyadaki toprak, bitki ve su gibi vazgeçilmez kaynaklarımız için her türlü kirlilik düzeyi ve sulama suyu kalitesi üzerine tüm kirlilik nedenlerin belirlenmesi çok büyük bir önem taşımaktadır. Topraklarımızın, bitkilerimizin ve su kaynaklarımızın korunması, bu vasıta ile da kaliteli ve temiz su kaynaklarının bizden sonraki nesillerimize devredilmesine çok çok özen gösterilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Adiloglu A., Adiloglu S., Bellitürk K., Karakas Ö., Sümer A., Gönülsüz E., and Sari H.,** 2011, Tekirdag ili kıyı seridi topraklarında ağır metal kirliliği. 1. Kıyı Bölgelerinde Çevre Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, Tekirdag, 351-365 ss.
- Alloway, B.,** 1990, Heavy Metals in Soils. Blackie and Sou Ltd. Glasgow and London.
- Alloway B.J.,** 1995, Cadmium In BJ Alloway (Ed.). Heavy Metals İn Soils. Blackie, London. Alparslan M, Günes A ve Đnal A (1988). Deneme Tekniđi. A.Ü. Ziraat Fakóltesi Yayın No:1501, Ankara.
- Almasri, M. N.,** 2007, Nitrate contamination of groundwater: a conceptual management framework. Environmental Impact Assessment Review. 27, Issue 3: 220-242 pp.
- Almasri, M. N. and Kaluarachchi, J. J.,** 2007, Modeling nitrate contamination of groundwater in agricultural watersheds. Journal of Hydrology. 343: Issues: 3-4: 211-229 pp.
- Altınbaş, Ü., Hakerlerler, H., Anaç, D., Tuncay, H. ve Okur, B.,** 1994, Gediz Havzası Sulanabilir Tarım Alanlarında Ağır Metal Kirliliği ve Nedenleri Üzerine Araştırmalar. E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 91-ZRF-51, İzmir.
- Altınbaş, Ü., Kurucu, Y., Bolca, M. ve Türk, T.,** 1997, “Büyük Menderes Irmağının Oluşturduğu Çevresel Sorunlar” Söke Tarım ve Çevre 97 Sempozyumu, Söke-Aydın.
- Anonim.,** 1982, Schwermetalle in der Nahrung – Akute gefaehrdung für Mensch und Tier.
- Anonymous.,** 2004, Nitrate: Health Risks to Consumer. www.nitrate.com/nitrate1.htm (Erişim Tarihi: 9 Aralık 2015)
- Anonim.,** 2005, Resmi Gazete. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. Sayı: 25831, Tarih: 31.05.2005.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Atayeter S.**, 1996, Gemlik Körfezi Karacaali Yöresi Su, Sediment ve Bazı Balık Türlerinde Pb, Cu, Cd ve Hg Düzeylerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 97s., Ankara.
- Aydın G. and Seferoğlu S.**, 2000, Investigation of Boron Concentration of some Irrigation Waters Used in Aydın Region for Plant Nutrient and Soil Pollution. Proceedings of International Symposium on Desertification, 13-17 June, Konya, Türkiye.
- Bakaç, M. ve Kumru, M.N.**, 2000, Menemen (İzmir) Ovası Su ve Topraklarında Radyoaktivite Araştırılması ve Ağır Metal Kirliliği. Ekoloji Çevre Dergisi, 9 (35), 26-30 ss.
- Baker, A.J.M. and Brooks R.R.**, 1989, Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements- A review of their distribution, ecology and phytochemistry. Biorecovery. 1:81-126 pp.
- Basar, H., and Aydınalp C.**, 2005, Heavy metal contamination in peach trees irrigated with water from a heavily polluted creek. J. of Plant Nutrition, 28 (11): 2049-2063 pp.
- Bergmann, W.**, 1993, Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen, Dritte Erweiterte Auflage, Gustav Fisher Verleag Jena, Stuttgart.
- Bouat, A., Renaut, P., Dulac. I.I.**, 1951, Etude Sur La Physiologie De La Nutrition De La I'oliver Ann. Agronomy Series A₂ – A₄, 2208p.
- Bowen HJM.**, 1966, Trace element in Biochemistry, Academic Press, London.
- Börekçi, M.**, 1986, Borla Kirlenen Simav Çayının Sulamada Kullanılmasının Toprakta Oluşabilecek Bor Birikmesine Etkilen TGAE. Müd. Yay. Genel Yay.no:113, R. Sen No: 51, Ankara.
- D. A. Cataldo, M. Haroon, L. E. Schrader, V.L. Youngs.**, 1975, Rapid Colorimetric Determination of Nitrate in Plant Tissue by Nitration of Salicylic Acid, Commun Soil Sci, and Plant Analysis 6(1):71-80 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Carrigan, R.A. and Erwin, T.C.**, 1951, Cobalt determination in soils by spectrographic analysis following chemical preconcentration. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 15: 145- 149 pp.
- Çepel, N.**, 1997, Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar. TEMA Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları No:14 İstanbul.
- Çevre ve Orman Bakanlığı.**, Su ve Toprak Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. ([Http://Www.Styd-Cevreorman.Gov.Tr](http://www.styd-cevreorman.gov.tr)). (Erişim Tarihi: 09 Aralık 2015).
- Chapman HD.**, 1971, Proc. Intern. Symp. Soil Fert. Evaln. New Delhi 1: 927-947pp.
- Dağoğlu G, Bildik A, Aksoy A.**, 1995, Van yöresindeki sularda nitrat ve nitrit düzeyi. Fırat Üniv Sağlık Bil Derg, 9,240-244 pp.
- Demirbaş P. ve Orhun Ö.**, 2008, Kuzey Ege, Gediz ve Küçük Menderes Havzalarında 2003–2007 Yılları Arasında Su Kalitesi Açısından Bor İçeriğinin Spektrofotometrik Analiz Metodu İle Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi. 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci, Havza Kirliliği Konferansı, İzmir.
- Dhaimat, Q.**, 1997, “Water Resources in Jordan” Int. Conference on Water Problem in The Mediterranean Countries, 17-21 November, Nicosia, North Cyprus.
- DSİ**, 1970, Etibank-Kırka Hidrojeolojik Etüt Raporu. Boraks Tesisleri
- DSİ**, 1983, Kırka Yöresi Bor Kirliliği Araştırması Raporu. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bak., DSİ, İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Bask. Ankara.
- Dürüst, N., Dürüst, Y., Tuğrul, D And Zengin, M.**, 2004, Heavy Metal Contents of Pinus radiata Trees of İzmit (Turkey), Asian Journal of Chemistry, 1128-1134 pp, İzmit.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- El-Bassam, N. and Tğetjen, C.** 1977, Municipal Sludge as Organic Fertilizer with Special Reference to the Heavy Metals Constituents in Soil Organic Matter Studies. Vol. 2. IAEE. Vienna . 253p.
- Elmacı, Ö. L.,** 1995, Güney Marmara Bölgesi Sanayi Domates Alanlarındaki Toprak, Sulama Suyu ve Domates (*Lycopersicum esculentum*) Meyvelerinde Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bornova.
- Ernst WHO, Verkleji JAC, Schat, H.,** 1992, Metal Tolerance in Plants. Acta Bot Neerl 41: 229-248 pp.
- FAO,** 1976, Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper 29, Rome, 81.
- Feige, N. and Grunwaldt, H.S.,** 1977, Einordnung von Abfallstoffen in Belastungsgrade im Erlass des Hessischen ministers für. Landsentwicklung, Umwelt, Landwirtschaft Forsch (4)-34179.
- Gençkan, M. S.,** 1985, Çayır-Mera Kültürü, Amenajmanı ve Islahı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 483, İzmir
- Gerendas J, Polacco JC, Freyermuth SK and Sattelmacher B.,** 1999, Significance of nickel for plant growth and metabolism. J. Plant Nutr. Soil Sci. 162: 241- 256 pp.
- Goncharuk, E.J. and Sideronko, G.J.,** 1986, Hygienic Regulation for Chemic Substance in Soils. Medicina. Moscow. 320p.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö Ve Çobanoğlu, D.,** 2004, Ağır Metal İyonlarının (Cu+2, Pb+2, Hg+2, Cd+2) *Clivia Sp.* Bitkisi Polenlerinin Çimlenmesi.
- Hakerlerler, H., D. Anaç, B. Okur. ve N. Saatçi.,** 1994, Gümüldür ve Balçova'daki Satsuma Mandarin Bahçelerinde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 92 – ZRF – 47. Bornova - İzmir.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Haktanır, K.**, 1987, Çevre Kirliliği. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Notu, Teksir No:140., Ankara.
- Hana, W.J. and Grant C.L.**, 1962, Spectrochemical analysis of the foliage of certain trees and ornamentals for 23 elements. Bull Torrey Bot Club. 89: 293-302 pp.
- Haugen KS, Semmens MJ, Novak pJ.**, 2002, A novel in situ technology for the treatment of nfrate contaminated groundwater. Water Res, 36, 3497-3506 pp.
- Hilal, N., Kim, G.J., Somerfield, C.**, 2011, “Boron removal from saline water: A comprehensive review”, Desalanition, 273 (1), 23-25 pp.
- Hutchinson, T.C.**, 1981, Nickel. in Effect of Heavy Metals on Plants.(ed) N:W. Lepp.Applied Science Publishers. London.
- Kabata Pendias, A. and Pendias, A.**, 1979, Current Problems in Chemical Degration of Soils. Paper Presented at the Conf. on Soil and Plant Analyses in Environment Protection. Falenty/Warsaw. October 29.7.
- Kabata- Pendias A. and Pendias H.**, 1992, Trace Elements in Soils and Plants, 2nd Edition CRC Press, Boca Raton, Ann Arbor, London.
- Kabata-Pendias A., and Pendias H.**, 2001, Trace elements in soils and plants. 3rd edition. CRC Press, Boca Raton, Florida, 413p.
- Kacar, B.**, 1972, Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, II. Bitki Analizleri, A.Ü: Zir. Fak. Yayınları, 453s.
- Kaçaroğlu, F. ve Günay, G.**, 1997, Groundwater nitrate pollution in an alluvium aquifer, Eskisehir urban area and its vicinity, Turkey
- Kafadar, F. ve Saygıdeğer, S.**, 2010, Gaziantep İlinde Organize Sanayi Bölgesi Atık Suları İle Sulanan Bazı Tarım Bitkilerinde Kurşun (Pb) Miktarlarının Belirlenmesi, 90 Gaziantep Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 27310. Ekoloji 19, 75, 41-48 ss, Gaziantep.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S.**, 2004, Metallerin Çevresel Etkileri –I, İTÜ Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kahvecioğlu, Ö.**, Metallerin Çevresel Etkileri. İTU Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü.
http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf (Erişim tarihi: 17 Mart 2010)
- Kaplan, M.**, 1999, Accumulation of Copper in Soils and Leaves of Tomato Plants in Greenhouses in Turkey. *Journal of Plant Nutrition**, 22(2), 237-244 pp.
- Karavoltos, S., Sakellari, A., Dassenakis, M., Scoullas, M.**, 2008, Cadmium and lead in organically produced foodstuffs from the Greek market. *Food Chemistry*, 106, 843-851 pp.
- Kennedy, C.D. and Gonsalves, F.A.N.**, 1987, The action of divalent zinc, cadmium, mercury, copper and lead on the trans-root potential and efflux of excised roots, *J.Exp. Bot.*, 38, 800-817 pp.
- Kick, H., Bürger, H., Sommer, K.**, 1980, Gesamtgehalte an Pb, Zn, Sn, As, Cd, Hg, Ni, Cr und Co in Landwirtschaftlich und Gaertnerisch Genutzen Böden Nordrhein Westfallens. *Land Forschung*. 33(1): 12 – 22 pp.
- Kitagishi, K. and Yamane, I.**, 1981, Heavy Metal Pollution in Soils of Japan. Japon Science Society Press., Tokyo, 302p.
- Kloke, A.**, 1979, Content of Arsenic. Cadmium. Chromium. Fluorine. Lead. Mercury and Nickel in Plants Grown on Contaminated Soil. Paper Presented at United Nations-ECE Symp. on Effect of Air-Borne. Pollution on Vegetation. Warsaw. August 20. 192p.
- Kloke, A.**, 1980, Orientierungsdaten für Tolerierbare Gesamtgehalte Einiger Elemente in Kulturböden. *Mitt. VDLUFA H. 1*: 9 – 11 pp.
- Kloke, A.**, 1982, Erläuterungen Zur Klärschlamm Verordnung and wirtsch. Forsch.. *Soderhs*. 39: 302-308 pp.
- Langille, W.M. and MacLean, K.S.**, 1976, Some essential nutrient elements in forest plants as related to species, plant part, season and location. *Plant Soil*. 45: 17-26 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lepp, N. M.**, 1981, Lepp In: N.W. Lepp, Editor, Effect of Heavy Metal Pollution on Plants Effects of Trace Metal Pollution on Plant Function Vol. 1, Applied Science Publishers, London (1981), pp. 352–367 pp.
- Linzon, S.N.**, 1978, Phytotoxicology Excessive Levels for Contaminants in Soil andVegetation. Report of Ministry of the Environment. Ontorio. Canada.
- Logan, T.J., Randall, G.W., Timmons, D.R.**, 1980, Nutrient content of tile drainage from cropland in the north central region. North Central Regional Research Pub. 268, Ohio Agric. Research and development Center, Wooster, OH, 16 p.
- Markert, B.**, 1993, Plants as Biomonitors: Indicators for Heavy Metals in Terrestrial Environmetal. VCH Verlagslesellschaft, Weinheim.
- Mathe-Gasper, G., Mathe, P., Szabo, L., Orgovanyi, B., Uzinger, N., Anton, A.**, 2005, Heavy methal pollution. Acta Biologica Szegediensis, 49(1-2): 71.73 pp.
- Mengel, K. and E. A. Kirkby.**, 1987, Principles of Plant Nutrition. Publ. Int. Potash Inst. Bern. Switzerland.
- Mengel, K.**, 1991, Ern ährung und Stoff wechsel die Pflanze. Gustav Fischer Verlag, Jena, Germany.
- Mengel, K., Kirkby, E.A.**, 2004, Principles of Plant Nutrition. Kluwer, The Netherlands.
- Minareci O, Öztürk M, Minareci E.**, 2004, Manisa Belediyesi Eysel Atık Su Arıtma Tesisi'nin, Gediz Nehri'nin Ağır Metal Kirliliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi. Trakya Univ J Sci, 5: 135-139 ss.
- Mishra, D. and Kar, M.**, 1974, Nickel in plant growth and metabolism. Bot. Rev., 40: 395-452 pp.
- Molas, J.**, 1997, Changes in morphological and anatomical structure of cabbage (Brassica oleracea L.) outer leaves and in ultrastructure of their chloroplasts caused by an in vitro excess of nickel. Photosynthetica 34 (4): 513-522 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Möller, A., Müler, H.W., Abdullah, A., Abdelgawad, G., Uterman, J.,** 2004, Urban Soil Pollution in Damascus Ghovta. *Geoderma*, 124: 63-71 pp.
- Kabay, N., Yilmaz, I., Bryjak, M., Yüksel, M.,** 2006, Removal of boron from aqueous solutions by ion exchangemembrane hybrid process, *Desalination* 198, 74-81 pp.
- Othmer, K.,** 1984, ‘‘Encyclopedia of Chemical Technology’’, 10. Cilt, John Wiley & Sons, New York, ABD.
- Öktüren Asri, F. ve Sönmez, S.,** 2006, Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. *Derim23* (2): 36-45 ss.
- Örnektekin, Ş., Mıstıkoğlu, S. ve Özyılmaz, G.,** 1999, İskenderun Körfezinde kurulu endüstrilerin hava kirlenmesine etkilerinin partiküler madde içeriği açısından incelenmesi. Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu. 27- 29 Eylül 1999, İzmir
- 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.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H.,** 2000, Toprak Bilimi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, Genel Yayın No. 73, Yayın No. 16, Adana.
- Özkurt Ş. ve Solak K.,** 1993, Kırka Yöresi (Eskişehir) Sularında Bor Kirliliğinin Tespiti. Süleyman Demirel Üniversitesi, 12. Mühendislik Haftası, Isparta.
- Özkurt Ş.,** 2000, Çatören ve Kunduzlar (Kırka-Eskişehir) Baraj Göletlerindeki Sazanların (*Cyprinus carpio* L., 1758) Dokularında Bor Birikimi. *Turkish Journal of Biology*, 24:663-676 ss.
- Provin, T. L and Pitt, J. L.,** 2002, Description of Water Analysis Parameters. Soil and Crop Science Department, The Texas A&M University.
- Rether, A.,** 2002, Entwicklung und Charakterisierung Wasserlöslicher Benzoylthioharnstoffunktionalisierter Polymere zur Selektiven Abtrennung von Schwermetallionen aus Abwassern und Prozesslösungen. Doktora Tezi. Münih Teknik Üniversitesi.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Richards, LA.**, 1954, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S.D.A Handbook, No:60.
- Saatçi, F., Hakerlerler, H., Tuncay, H., Okur, B.**, 1988, İzmir İli ve Civarındaki Bazı Önemli Endüstri Kuruluşlarının Tarım Arazileri ve Sulama Sularında Oluşturdukları Çevre Kirliliği Sorunu Üzerinde Bir Araştırma. E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 127. Bornova – İzmir.
- Saatçi, F., Altınbaş, Ü., Anaç, D., Vural, S.**, 1988, Melez Çayı (İzmir) İçeriğindeki Bazı Organik ve İnorganik Kökenli Maddeler İle Ağır Metallerin Nitelik ve Nicelik Dağılımları Üzerine Araştırmalar. E. Ü. Z. F. Dergisi, Cilt: 25, No: 1, Bornova, İzmir.
- Sağlam ÖF.**, 2000, İçme Sularının Nitelikleri. Türk Gıda Mevzuatı. Ankara.
- Schachtschabel, P. and Blume, H.P., Hartge, K.H. und Schwertmann, U.**, 1984, Lehrbuch der Bodenkunde, F. Enke Verlag, Stuttgart, 441p.
- Scheffer, F. and P. Schachtschabel.**, 1989, Lehrbuch der Bodenkunde.12 Aufl., Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart. 442p.
- Seregin, Kozhevnikova A.D.**, 2006, Physiological role of nickel and its toxic effects on higher plants. Russian Journal of Plant Physiology 53 (2): 257-277 pp.
- Sezgin N, Ozcan H K, Demir G, Nemlioğlu S & Bayat C.**, 2003, Determination of heavy metal concentrations in street dusts in İstanbul E-5 Highway. Environment International 29: 973-985 pp.
- Slawin, W.**, 1955, Atomic Absorbtion Spectroscopy Interscience Publishers. New York-London Sydney.
- Slawin, W.**, 1968, Atomic absorbtion spectroscopy. Interscience Publishers, New York – London- Sydney.
- Smith, G. D., Wetselaar, R., Fox, J. J., Robert, H. M., Moeljohardjo, D., Sarwono, J., Wironto, Asj'ari, Tjojudo, S., Basuki.**, 1999, The Origin and distribution of nitrate in groundwater from village wells in Kotagede, Yogyakarta, Indonesia. Hydrogeology Journal. 7: 576-589 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Soil Survey Staff.**, 1951, Oil Survey Manual, U.S, Dep, Agric, Handbk, No, 18, U.S, Government Printing Office, Washington, D.C, 503p.
- Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S.**, 2007, An Investigation Of Seasonal Changes İn Nitrate Contents Of Soils and Irrigation Waters in Greenhouses Located in Antalya-Demre Region. Asian Journal of Chemistry, Vol. 19, No. 7, 5639-5646 pp.
- Speijers GJA**, 2002, Nitrate and nitrite. http://www.lho.intlwater_sanitation_health/GDWQ/Chemicals/nitratenitritefull.htm, (Erişim tarihi: 15 Kasım 2002)
- Spona, K. D. and Baum, G.**, 1993, Untersuchungen zur Pflanzverfolgbarkeit von Blei, Cadmium, Kupfer und Zink auf Kontaminierten Böden den in Enimen Industriellen Ballungsgebeit. Duseldörfer Geographische Schriften, 203–222 pp.
- Şener, Ş.**, 2007, Ağır Metallerin Özellikleri ve Çevresel Etkileri, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Semineri, 42s.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği**, 2004, Sayı: 25687
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü**, 2015, Elektronik Bilgi İşlem Müdürlüğü, Meteorolojik Verileri, Ankara.
- Tao, S.G., Lou, C.Z., Yuan, X.S., Li, W., Ju, Z., Wen, H.L.**, 2007, Characteristics of Heavy Metal Pollution in Soil and Dust of Urban Parks in Shanghai. Environmental Science, 53: 250-330 pp.
- Tok, H. H.**, 1997, Çevre Kirliliği. Anadolu Matbaacılık, İstanbul.
- Türkmen A.**, 2003, İskenderun Körfezi'nde Deniz Suyu, Askıdaki Katı Madde, Sediment ve Dikenli Taş İstiridyesi'nde (Spondylus spinosus Schreibers, 1793) Oluşan Ağır Metal Birikimi Üzerine Araştırma. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 152s, Erzurum
- U.S Salinity Lab. Staff.**, 1954, Diagnosis Improvement Of Saline And Alkali Soils Agriculture Handbook No:6 U.S. Govt. Print. Office Washington D.C.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ünlü, M.Ü., Bilen, M., Gürü, M.,** 2011, “Kütahya-Emet bölgesi yeraltı sularında bor ve arsenik kirliliğinin araştırılması”, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 26, (4), 753-760 ss.
- Vàclav, B., Vladimir, P., Jaroslav, S., Jaroslav, U.,** 1989, Impact of diffuse nitrate pollution sources on groundwater quality some examples from Czechoslovakia. Environmental Health Perspectives Vol. 83, 5–24 pp.
- WHO,** 1999, WHO Monographs on Selected Medicinal Plants, Vol. I, Geneva, Switzerland. 1-295 pp.
- WHO,** 2007, WHO Guidelines for Assessing Quality of Herbal Medicines with Reference to Contaminants and Residues. Spain. 1-105 pp.
- WHO,** 2012, Effect of Increased Potassium Intake on Cardiovascular Disease, Coronary Heart Disease and Stroke. Geneva, World Health Organization.
- Xu, J., Yang, L., Wang, Z., Dong, G., Huang, J and Wang, Y.,** 2006, Toxicity of copper on rice growth and accumulation of copper in rice grain in copper contaminated soil. Chemosphere 62:602-607 pp.
- Yahşi, R.,** 1981, Su ve toprak kaynaklarının kirlenmesi ve su ürünleri genel müdürlüğünün su kirliliği ile ilgili çalışmaları. Su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi konferansı bildirileri. Cilt II., sayfa 661–679 ss.
- Yıldırım, S.,** 2016, Aliğa Güzelhisar Çayı ve Çevresinin Tarımsal Verimlilik ve Mevsimsel Dinamiğinin Belirlenmesi.
- Yıldız, N.,** 2001, Toprak Kirleticisi Bazı Ağır Metallerin (Zn, Cu, Cd, Cr, Pb, Co ve Ni) Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32 (2), 207-213 ss.
- Yıldız N.,** 2004, Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller. Yüksek Lisans Ders Notları, Erzurum.
- Yost, K.J. and Miles, L.J.** 1979, Journal of Environmental Science and Health A.14: 285-311 pp.

TEŞEKKÜR

Öğrenim hayatım ve çalışmalarım boyunca bilgi ve tecrübelerini içtenlikle aktaran, yolumu aydınlatan, sonsuz saygı duyduğum proje yöneticim, değerli öğretmenim Prof. Dr. Dilek ANAÇ'a, mümkün olduğu her anda benimle birlikte olan ve bilgisini, desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Nevin ERYÜCE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez projemin ilerlemesinde, çalışmalarda ve yazım döneminde desteğiyle her zaman yanımda olan öğretmenlerim Doç. Dr. Bihter ÇOLAK ESETLİLİ ve Doç. Dr. Tolga ESETLİLİ'ye de ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma alanında ve üniversite laboratuvarlarında gerçekleştirilen tüm çalışmamda desteğiyle, fedakarlıklarıyla yanımda yer almış olan dostum Sevda YILDIRAN'a, müsait olduğu bütün zamanlarında yanımda bulunan, desteği ve yardımını çokça olan dostlarım Mehmet ONAT ve Rüveyda ASLANKARA'ya gönülden teşekkürlerimi sunarım. Son olarak da tüm hayatım süresince yardımlarını ve emeklerini sürekli hissettiğim ve benim bu noktalara gelmemde, payın en fazlasına sahip olmuş değerli aileme canı gönülden teşekkür ederim.

Ayrıca projemi destekleyerek bana katkıda bulunan BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)'a teşekkürler ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Afyonkarahisar'ın Emirdağ ilçesinde doğdu. 1991 yılında ailesiyle birlikte İzmir'e taşındı. İlköğretimi Piyale İlkokulu'nda başlayıp, Selçuk Yaşar Alaybey İlköğretim Okulu'nda tamamladıktan sonra, 2000-2001 yılları arasında Fransa'da College Jean Rostand'da dil eğitimi alarak orta öğretimini, ardından lise öğrenimi de Bayraklı Lisesi'nde tamamladı. 2007-2008 öğretim yılında Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği Bölümü'ne yerleşti. 2011 yılı yaz döneminde Tariş AR-GE Genel Müdürlüğü'nde 45 iş günü staj yaptı. 2012 yılında Ziraat Mühendisliği Toprak Alt Programından Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. 2014 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı. 2014 yılı yaz döneminde Almanya Giessen'daki Justus Von Liebig Üniversitesi'nde IAESTI programı ile staj yaptı.