

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TEKİRDAĞ İLİNDE, YERALTI SULARININ KİRLENMESİNE VE
HAVA KİRLİLİĞİNE SEBEP OLABİLECEK PESTİSİTLERİN
BİYOLOJİK İZLENEBİLİRLİLİĞİ**

Selim ESEN

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. EVREN CABI

TEKİRDAĞ-2016

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Evren CABİ danışmanlığında, Selim ESEN tarafından hazırlanan ‘Tekirdağ İlinde, Yeraltı Sularının Kirlenmesine ve Hava Kirliliğine Sebep Olabilecek Pestisitlerin Biyolojik İzlenebilirliği’ isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Yelda YALÇIN GÜRKAN *İmza :*

Üye : Doç. Dr. Evren CABİ *İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ersin KARABACAK *İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

TEKİRDAĞ İLİNDE, YERALTI SULARININ KİRLENMESİNE VE HAVA KİRLİLİĞİNE
SEBEP OLABİLECEK PESTİSİTLERİN BİYOLOJİK İZLENEBİLİRLİLİĞİ

Selim ESEN

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Evren CABI

Bu yüksek lisans tezinin amacı Tekirdağ ilinde hava ve yeraltı sularını kirletme potansiyeline sahip bazı pestisit gruplarının (Azol, Benzidiazamol prekürsörü, Kloroasetanilid, Ksil Alanin, Neonikotinoid, N-Metil Karbamat, Organofosfor, Pridazinon, Strobilin, Tiyo-karbamat, Triazin, Üre, diğer Karbamat ve Jüvenil hormon taklitçileri) karayoluna yakın ve tarıma açık arazideki liken ve ağaç örnekleri kullanılarak tespit edilmesidir. Araştırmada Sıvı Kromatografisi-Kütle/Kütle Spektrometresi (LC/MS/MS) kullanılmıştır. *Xanthoria parietina* (L.) Beltr., ve *Xanthoparmelia conspersa* (Ehrh. Ex. Ach) Hale için Temmuz ve Ağustos ayında elde edilen sonuçlar sırasıyla: 15,734- 21,528; 16,149-20,920 ; *Platanus orientalis* L. ve *Juniperus horizontalis* Moench.'de ise 10,071-9,129; 9,444-9,940 olarak tespit edilmiştir ($\mu\text{g g}^{-1}$, dwt). Azol, Kloroasetanilid, Piridazinon ve Strobilin grubu pestisitlerin varlığına rastlanılmamıştır. Elde edilen sonuçların ekolojiye ve insan sağlığına potansiyel etkileri kısaca tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Tekirdağ, pestisit, liken, biyomonitör

2016, 37 sayfa

ABSTRACT

Msc. Thesis

BIOMONITORING of PESTICIDES WHICH CAUSE POSSIBLE GROUNDWATER CONTAMINATION AND AIR POLLUTION in TEKIRDAG PROVINENCE

Selim ESEN

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Evren CABI

This research investigates some of pesticides groups (Azole, Benzimidazole precursor, Chloroacetanilide, Xylylalanine, Neonicotinoid, N-Methyl Carbamate, Organophosphorus, Pyridazinone, Strobil, Thiocarbamate, Triazine, Urea, Other Carbamate, Juvenile hormone mimic) which cause ground water contamination and air pollution of Tekirdag Provinence, by means of analyzing lichens and tree samples collected in the neighborhood of the highways and agricultural area. Liquid Chromatography-Mass / Mass Spectrometry (LCMSMS) is utilized in this research. The results for July and August have indicated that the *Xanthoria parietina* (L.) Beltr., and *Xanthoparmelia conspersa* (Ehrh. Ex. Ach) Hale respectively 15,734- 21,528; 16,149-20,920 ; while *Platanus orientalis* L. and *Juniperus horizontalis* Moench.; 10,071-9,129; 9,444-9,940 ($\mu\text{g g}^{-1}$, dwt). Azole, chloroacetanilides, pyridazinone and strobil were not detected.. The possible consequences of these results are briefly discussed from the point of potential hazards to ecology and human health.

Key Words: Tekirdag, pesticides, lichen, biomonitoring

2016, 37 pages

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	ii
ÇİZELGE DİZİNİ	iv
ŞEKİL DİZİNİ	v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÖNSÖZ	viii
1.GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı	1
1.2. Literatür Araştırması.....	1
1.2.1. Liken Biyolojisi	1
1.2.2. Pestisitler	2
1.2.3. Biyomonitör Olarak Kullanılan Türler	3
2.KAYNAK ÖZETLERİ	6
2.1. Organik Kirleticiler ve Pestisit Konsantrasyonlarının Tespit Edilmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar	6
2.2. Ağır Metal Konsantrasyonlarının Tespit Edilmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar	9
3.MATERYAL ve YÖNTEM	13
3.1. Çalışma Alanı	13
3.2. Kalibrasyon Eğrisinin Çizilmesi.....	13
3.3. Örnek Hazırlama ve Ekstraksiyon	14
4.BULGULAR ve TARTIŞMA	20
5.SONUÇ ve ÖNERİLER	29
6.KAYNAKLAR	30
EKLER	32
Ek 1. Analizi yapılan pestisitlerin kimyasal sınıfı, kullanım türü, insan ve çevre sağlığına üzerine etkisi.....	34
Ek 2. Analizi yapılan pestisitlerin kimyasal sınıfı ve yapısal formu.....	36
ÖZGEÇMİŞ	37

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Literatürde biyomonitör olarak kullanılan bazı türler	4
Çizelge 3. 1 : Taraması yapılan pestisitler ve tespit limitleri	14
Çizelge 3. 2 : LCMSMS için kromatografik şartlar	15
Çizelge 3. 3 : LCMSMS için gradient profili	15
Çizelge 3.4 : LCMSMS ‘de analizi yapılan pestisitlerin iyonizasyon kaynakları, hassasiyetleri ve MS/MS geçişleri	16
Çizelge 4.1 : Tekirdağ ilinde ağaç ve liken türlerinde tespit edilen pestisitlerin kimsayal sınıflara göre toplam konsantrasyonlarının periyodik değişimi	20
Çizelge 4.2 : <i>X. parietina</i> liken türündeki pestisitlerin kimyasal gruplara göre konsantrasyonlarının periyodik değişimi	21
Çizelge 4.3 : <i>X. conspersa</i> liken türündeki pestisitlerin kimyasal gruplara göre konsantrasyonlarının periyodik değişimi	22
Çizelge 4.4 : <i>P. orientalis</i> ağaç türündeki pestisitlerin kimyasal gruplara göre konsantrasyonlarının periyodik değişimi	23
Çizelge 4.5 : <i>J. horizontalis</i> ağaç türündeki pestisitlerin kimyasal gruplara göre konsantrasyonlarının periyodik değişimi	23
Çizelge 4.6 : Tekirdağ İli’nde biyomonitör olarak kullanılan liken ve ağaç türlerindeki toplam pestisit miktarlarının periyodik değişimi.....	24
Çizelge 4.7 : Tekirdağ İli’nde biyomonitör olarak kullanılan liken ve ağaç türlerindeki toplam pestisit konsantrasyonlarının bölgelere ve zaman göre değişimi	25
Çizelge 4. 8 : Tekirdağ İli’nde biyomonitör olarak kullanılan liken ve ağaç türlerindeki pestisit konsantrasyonlarının türlere göre ortalamaları ve dağılım aralıkları.....	25
Çizelge 4.9 : Tekirdağ İli’nde biyomonitör olarak kullanılan liken ve ağaç türlerinde tespit edilen pestisitlerin kimyasal gruplara göre toplam konsantrasyonlarının periyodik değişimi.....	28

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Tekirdağ ilindeki çalışma alanı	18
Şekil 3.2 : Çalışmada kullanılan örnekler.....	19
Şekil 4.1 : Tekirdağ İli'nde biyomonitör olarak kullanılan liken ve ağaç türlerindeki pestisit konsantrasyonlarının ve dağılımları.....	26
Şekil 4.2 : Tekirdağ İli'nde biyomonitör olarak kullanılan liken ve ağaç türlerindeki pestisit konsantrasyonlarının kimyasal gruplara göre ortalama ve dağılım aralıkları.....	27

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	: yüzde
Σ	: toplam
$^{\circ}\text{C}$: derece Celcius
Al	: Aliminyum
As	: Arsenik
CAS No	: Literatürde tanımlı her bir kimyasal bileşik için verilen numara
C18	: Ters faz kromatografide alkil grupların bağlanmış olduğu bir çeşit kolon
Cd	: Kadmiyum
$\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$: Sodyum asetat
Co	: Kobalt
Cu	: Bakır
Cr	: Krom
dwt	: kuru ağırlık
EDXRF	: Enerji Dağıtıcı X-ray Floroasan Spektrofotometresi
Fe	: Demir
FLU	: Floranten
g	: gram
Hg	: Civa
HF	: Hidrojen Florit
kg	: kilogram
LOD	: Limit of Detection (Tespit Limiti)
log	: logaritma
m	: metre
MAC	: Maksimum Konsantrasyon Değeri
Mg	: Magnezyum
mg	: miligram
MgSO_4	: Magnezyum sülfat
ml	: mililitre
mM	: miliMolar
Mn	: Mangan
Ni	: Nikel
nitro-PAH	: Nitranlanmış Polisiklik Aromatik Hidrokarbon
OCP	: Organoklorlu Pestisitler
PAH	: Polisiklik Aromatik Hidrokarbon
Pb	: Kurşun
PBDE	: Polibromlu Difenil Eter
PCB	: Poliklorlu Bifeniller
PCDD/F	: Poliklorlanmış Dibenzo-Dioksinler/Furanlar
PCN	: Poliklorlu Naftalinler
PHE	: Fenantrin
PHÖ	: Pasif Hava Örnekleyicisi
pLO	: buhar basıncı
ppm	: milyonda bir birim
PSA	: Primer Sekonder Amin
QSM	: Yüzeysel Toprak/Yosun Oranı
rubisco	: ribuloz 1,5 bifosfat karboksilaz
SCP	: Sfero Karbonlu Partiküller
SO_2	: Kükürt dioksit

Ti	: Titanyum
UK	: Birleşik Krallık
V	: Vanadyum
Zn	: Çinko
µg	: mikrogram
µm	: mikron

ÖNSÖZ

Bu çalışma Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmada hava ve yeraltı suyu kirleticisi ile potansiyel yeraltı suyu kirleticileri çalışılmıştır. Bu çalışma sanayiye yakın bölgelerde tarıma açık alanlar içerisinde artan pestisit kullanımının hava, yeraltı suyu ve çevreye olan etkilerini araştıran ilk çalışmadır. Bu yüzden sanayi ile iç içe olan bölgemizdeki tarım alanlarının, mevcut durumunu ortaya koyması açısından önemlidir.

Tez çalışmamda büyük emeği geçen, yol gösteren danışman hocam Doç. Dr. Evren CABİ'ye;

Örneklerin toplanması ve laboratuvar çalışmalarında desteklerini esirgemeyen, özveriyle çalışan değerli eski mesai arkadaşlarım Gıda Yük. Müh. Yasemin EREN ÖZKAN, Gıda Yük. Müh. Nilay KOCAÇINAR, Gıda Yük. Müh. Mehmet ÖZKAN'a,

Bu günlere gelebilmemi sağlayan sevgili ablam Müjgan ESEN KALE ve kardeşim Sultan ESEN ÖZDEMİR'e, anne ve babam ile eşimin anne ve babasına,

Ve ilk günden beri her zaman beni teşvik eden, desteğini ve yardımlarını büyük bir özveri ve anlayışla sunan sevgili eşim Uzman Biyolog Vasfiye ESEN ile biricik kızım Lalin ESEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2016

Selim ESEN
Biyolog

1.GİRİŞ

1.1. Tezin Amacı

Bu tezin amacı; Tekirdağ ilinde yaygın olarak bulunan *Xanthoria parietina* (L.) Beltr., 1858, *Xanthoparmelia conspersa* (Ehrh. Ex. Ach) Hale, *Juniperus horizontalis* Moench., 1978 ve *Platanus orientalis* (L.) türlerini kullanarak bazı tehlikeli hava kirleticileri (karbaril, propoksür), yer altı su kirleticileri (atrazin, diuron, simazine) ile potansiyel yeraltı su kirleticilerinin (alaklor, aldikarb, aseptat, azinfos metil, azoksistrobin, diazinon, dimetoat, Eptc, fenamifos, fenoksikarb, imidakloprid, karbofuran, kloridazon, linuron, malatıyon, metalaksil, methiokarb, methomil, metolaklor, metribuzin, molinat, prometryn, siyanazin, thiobenkarb, tiyametoksam, tiofanat metil, triflumizol) tespit edilmesi ve biyolojik izlenebilirliğinin sağlanmasıdır.

1.2. Literatür Araştırması

1.2.1. Liken Biyolojisi

Sistematik anlamda ‘Lichen’ sözcüğünü (Yunanca λειχήν - Leikhen -Yalamak anlamında) ilk defa M.Ö. IV. yüzyılda Aristoteles’in öğrencisi Theophrastus, Ciğerotları (*Hepaticae*) için kullanmıştır (Karamanoğlu 1971, Yavuz 2004).

İsveçli botanikçi, Carolus von Linnaeus’un 1753 de yayınlanan ‘Species Plantarum’ isimli eseri özellikle liken nomenklatürü bakımından başlangıç sayılır. Bu eserde seksen liken türü tek bir ‘*Lichen*’ cinsi altında toplanmıştır. İlk uygun liken sınıflandırmasını yapan kişi ise Linnaeus’un öğrencisi İsveçli Erich Acharius’tur (1757-1819). Acharius, likenolojinin babası kabul edilmiştir (Çobanoğlu 1996, Çobanoğlu 1999, Yavuz 2004).

Likenler birçok botanikçi tarafından Karayosunlarıyla (Musci) karıştırılmıştır. Alman botanikçi Schwendener (1867) ilk defa likenlerin alg ve mantardan meydana geldiğini keşfetmiştir (1867). Daha sonra sistematik botanikçiler Vainio (1890), Reinke (1894-1896), Zahlbruckner (1907-1926) tarafından yapılan çalışmalar sonucu, likenler mantar sistemi içinde likenleşmiş mantarlar (lichenized fungi) olarak diğer mantarlardan (non-lichenized fungi) ayrı bir grup olarak kabul edilmiştir (Çobanoğlu 1996, Çobanoğlu 1999, Yavuz 2004).

Sıra dışı canlılar olarak kabul edebileceğimiz likenler, alg ve mantar hücrelerinin karşılıklı fayda prensibine dayanan simbiyotik birliklikleri sonucu oluşmuşlardır. Bir likeni meydana getiren iki canlı da karşılıklı olarak birbirlerinden fayda elde etmektedirler. Mantar, algin gerçekleştirdiği fotosentez işlemi sonucunda besin elde ederken, alg de mantarın kendisine sağladığı su ve mineral sayesinde kurumaktan korunmakta ve kendisi için emin bir

yerde yaşamını sürdürmektedir (Aslan 1995, Çobanoğlu 1996, Çobanoğlu 1999, Özdemir 1987, Yavuz 2004).

Mantar bileşeni çoğunlukla Ascomycetes (% 98), Basidiomycetes (% 0,4) ya da Deuteromycetes (% 1,6) grubundan; alg bileşeni ise genellikle Chlorophyta (% 90), veya Cyanobacteria (% 10) grubundandır. Burada dikkati çeken en önemli husus, mantar ve alg hücrelerinin yalnızca morfolojik bir ilişki içinde olmayıp, aynı zamanda fizyolojik olarak da bir bütünlük gösteriyor olmalarıdır. Bazı araştırmacılara göre, likenler, mantarın alg üzerinde kurduğu kontrollü bir parazitlik örneği olarak görülmektedir (Ahmadjian 1982, Çobanoğlu 1996, Çobanoğlu 1999, Yavuz 2004).

Yeryüzünün hemen hemen tüm bölgelerinde yayılış gösteren likenler, farklı fizyolojik ve morfolojik özelliklerinden dolayı hava kirliliğine karşı oldukça duyarlı organizmalardır. Bu özelliklerinden ilki, gelişmiş yapıda köklerinin bulunmamasıdır. Bu nedenle fotosentez için gerekli besin maddeleri bakımından yalnız atmosfere bağımlıdır. İkinci olarak likenlerin dış yüzeyinde yüksek bitkilerde olduğu gibi yağmur suyunda ve havada bulunan kirleticilere engel olabilecek, koruyucu bir kutikula tabakası bulunmamaktadır. Bu özelliklerinden ötürü kirleticileri kolaylıkla içlerine alırlar (Bargagli ve ark. 2002).

Likenlerin kirleticileri bünyelerinde alması ise üç farklı mekanizma ile olur. Bunlar, (1) partiküllerin tallus yüzeyinden veya hücreler arası boşluklardan emilimi, (2) hücre dışındaki katyonlara bağlanma ve (3) hücre içine alım şeklindedir (Bargagli ve Mikhailova .2002, Nieboer ve ark. 1978).

1.2.2. Pestisitler

Mesken ve tarım alanlarında, insan sağlığı ve besinlere zarar veren böcek, kemirici ve diğer haşereleri öldürmek veya zararsız hale getirmek ve tarım alanlarının gereksiz ve zararlı bitkilerden temizlenmesi amacıyla kullanılan toksik kimyasal maddelere pestisit denmektedir (Yeşilleyen 2011).

Pestisitler kullanımına göre insektisit (zararlı böcekler için), herbisit (zararlı otlar için), rodentisit (kemiriciler için) fungusit (mantarlar için), akarasit (uyuz böcek ve parazitler için), mollulusit (yumuşakçalar için), toprak additifleri (katkı maddesi olarak) ağaç ve kereste koruyucuları gibi isimler alırlar. Pestisitlerin, kimyasal yapıları ve etki tarzları göz önüne alınarak ortak bir sınıflandırma yapılmaktadır (Yeşilleyen 2011).

Yerinde ve uygun dozlarda, bilinerek kullanıldığında insan sağlığı ve tarım için çok yararlı olan pestisitlerin bilinçsiz ve kontrolsüz kullanılışları çevre kirliliğine, doğanın dengesinin bozulmasına, kitle zehirlenmelerine neden olmaktadır. Aşırı ve bilinçsiz kullanım

sonucu artan pestisit tüketimi çevre kirlenmesi ve insan sağlığı açısından çeşitli sorunların ortaya çıkmasına yol açmıştır (Karaca ve ark. 2005, Yıldız ve ark. 2005, Delen 2008). Pestisitler kanser, doğum anormallikleri, sinir sistemi zararları ve uzun dönemde oluşan yan etkilere neden olurlar. Pestisitler ve parçalanma ürünleri toksik maddeleri içerirler. Parçalanma ürünlerinden bazıları ana pestisitten daha toksik ve kalıcıdır. Uygulanan pestisite ve uygulama koşullarına bağlı olarak, çevre kirliliğine neden olurlar. Aşırı buharlaşabilenler ise soluduğumuz havayı kirletebilirler. Aşırı kullanımı organizmalarda ilaca karşı direnç oluşturur, bu durumda pestisit uygulaması başarısız olabilmektedir. Hedef alınan ve alınmayan zararlıların doğal düşmanlarını ve faydalı organizmaları da öldürerek yeni salgınlar oluşturmaktadır (Ersoy ve ark. 2011).

Analizi yapılan pestisitlerin kimyasal sınıfları, kullanım türleri, CAS numaraları, akut toksisite seviyeleri, su kirletme özellikleri, gelişim veya üreme sistemi üzerinde toksik etkileri ile PAN kötü aktör, kanserojen, kolinesteraz inhibitörü ve endokrin bozucu özelliklerinin olup olmadığı hakkında ayrıntılı bilgi Ek 1’de; kimyasal sınıflarına göre yapısal formları ise Ek 2’de verilmiştir.

1.2.3. Biyomonitör Olarak Kullanılan Türler

‘Biyoundikatör’ terimi organizmaların farklı seviyelerdeki kirleticilere verdikleri cevap ile ilişkilidir. Organizmanın atmosferdeki kirleticilerin varlığını ve miktarını gösterme yeteneklerini ifade etmektedir. Ayrıca, çevresel değişiklikler veya çevre kalitesinin nicel etkileri üzerinde haber verici organizmalara ‘biyomonitör organizmalar’ denilmiştir. (Garty 2001). Başka bir deyişle biyoundikatör liken türleri kirlilik seviyesine bağlı olarak yayılış gösterir veya kirlilik yüksek olduğunda ortamdan yok olurlar, onların varlığı veya yokluğu hava kirliliği özellikle SO₂ (Kükürt dioksit = Sulfur dioxide) hakkında bilgi verir. Biyomonitör likenler ise talluslarında biriken kirletici maddelerin (metal, element, radyonükleidler gibi) ölçülmesiyle atmosferdeki oranları yansıtırlar. Literatürde bugüne kadar çevre kirliliğini izleme amacıyla kullanılan bazı türler Çizelge 1.1’de özet olarak verilmiştir.

Likenler, uzun yaşayan ve yavaş büyüyen çok yıllık canlılardır. Ayrıca birçok bitkide olduğu gibi dökülen kısımları yoktur ve bunun sonucu olarak yaşamları boyunca morfolojileri değişmeden kalır. Bu şekilde yüksek bitkilerden farklı olarak, atmosferik kirleticileri uzun süre biriktirebilirler (Zschau ve ark. 2003).

Çizelge 1. 1. Literatürde biyomonitör olarak kullanılan bazı türler

Karayosunu	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	Türkan İ ve ark. (1995); Koz B ve ark. (2012)
Kızılçam	<i>Pinus brutia</i> Ten.	Türkan İ ve ark. (1995)
Zakkum	<i>Nerium oleander</i> L.	Aksoy A ve Öztürk MA (1997)
Çobançantası	<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	Aksoy A ve ark. (1999)
Çayır otu	<i>Poa annua</i> L.	Aksoy A ve ark. (1999)
Saçlı meşe	<i>Quercus cerris</i> L.	Loppi S ve Pirintsos S (2003)
Avrupa kayını	<i>Fagus sylvatica</i> L.	Loppi S ve Pirintsos S (2003)
Pırnal meşe	<i>Quercus ilex</i> L.	Loppi S ve Pirintsos S (2003), Ugolini F ve ark. (2013)
Hurma	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Al-Khlaifat AL ve Al-Khashman OA (2007)
Saz	<i>Typha latifolia</i> L.	Sasmaz A ve ark. (2008)
İpliksi yeşil alg	<i>Spirogyra</i> sp	Rajfur M ve ark. (2010)
Çam	<i>Pinus</i> sp.	Sawidis T ve ark. (2011)
Çınar	<i>Platanus</i> sp.	Sawidis T ve ark. (2011)
Yalancı akasya	<i>Robinia pseudo-acacia</i> L.	Serbula SM ve ark. (2012)

150 yıl kadar önce likenlerin hava kirliliğine olan özel duyarlılıkları fark edilmiş; likenolojik çalışmalardan hava kirliliği izlemeye kadar sahip olunan bilgiler geniş bir alana yayılmıştır. Örneğin; atmosferdeki SO₂ seviyesiyle ilişkili olarak liken komünitelerinin gelişimi verilebilir. Şöyle ki; son yıllarda emisyonların kontrol altına alınması ve daha etkili dağılım stratejileriyle SO₂ seviyesi düşüş göstermiştir. Bunun sonucunda likenler daha önce kayb olduğu bölgelerde yeniden görülmeye başlamıştır ancak diğer faktörler nedeniyle tekrar kolonize olmaları tamamlanamamıştır (Nash III 2008). Sonuç olarak; türlere bağlı olarak likenlerin iyileştirilmiş koşullara cevap vermesi uzun sürelerde gerçekleşirken hava kirliliğindeki ani bir artış likenler üzerinde çok daha hızlı bir şekilde etki gösterir (Seaward, 1989).

1800'lü yılların başından itibaren; Avrupa'nın endüstriyel ve şehirleşmiş tüm bölgelerinde likenlerin uzun süre önce ortadan kaybolmaya başlanıldığı fark edilmiştir. Yapılan gözlem, araştırma ve deneyler sonucunda likenlerin hava kirlleticilerine karşı çok duyarlı canlılar olduğu ve bazı metaller, radyoaktif maddeler, asit yağmurları, HF (Hidrojen

Florit = Hydrogen Fluoride) tarımda kullanılan kimyasallar ve SO₂ gibi maddelerin likenler üzerinde çeşitli olumsuz etkileri olduğu anlaşılmıştır (Çobanoğlu 2009).

Modern kimya endüstrisi, pestisit geliştirme çalışmaları ve petrol işletmelerindeki uygulamalar sırasında bir takım organik kirleticiler açığa çıkmaktadır. Likenlerin organik kirleticileri biriktirme mekanizmalarıyla ilgili çalışmalar sınırlı sayıdadır. Yapılan bir çalışmada kıyı likenlerinin ham petrolü biriktirebilme yeteneğinde olduğu bulunmuştur. Herbisit ve pestisitlerinde etkileri incelenmiş, liken biyoçeşitliliğini ters oranda etkiledikleri tespit edilmiştir (Nash III 2008).

Pestisitler tüm dünyada yabancı ot, hastalık ve zararlılara karşı bitki ve halk sağlığını koruyarak yeterli ve kaliteli gıda üretimini sağlamak için yaygın olarak kullanılırlar. Tarım arazileri içerisine farklı pestisitlerin yüksek oranda girmesi agroekosistemlerin tahribatına yol açmıştır. Pestisitler hedef organizmaya karşı toksik etkilerini gösterirken aynı zamanda endokrin sistemini bozucu etkilerinden dolayı hedeflerinde olmayan memeliler, kuşlar ve diğer organizmalara karşı da zarar verebilirler (Fenner ve ark. 2013). Pestisit kullanımında temel prensip amaçlanan dönem içerisinde topraktaki yarılanma süresinin birkaç gün ile birkaç hafta arasında değişmesinden dolayı çevre üzerinde kalıcı etki göstermeme düşüncesidir. Ancak, aşırı ve yüksek dozda pestisit kullanımı ile iyi tarım uygulamalarındaki ihlaller sonucunda pestisitlerin çevreye uyguladığı bu gereksiz basınç insanlarda karaciğer, böbrek rahatsızlıkları ve kanser gibi akut hastalık ve sağlık sorunlarına neden olabilir.

1. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Organik Kirleticiler ve Pestisit Konsantrasyonlarının Tespit Edilmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Macaristan’da 29 bölgeden toplanan karayosunu (*Hypnum cupressiforme*) örnekleriyle yapılan bir çalışmada Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)’ın atmosferdeki depolanmaları incelemişlerdir ($0,1567-10,45 \times 10^4 \mu\text{g kg}^{-1}$). Çalışma sonuçlarında PAH konsantrasyonu ve nüfus popülasyonu arasında herhangi bir korelasyona rastlanmazken çalışma bölgelerinin çoğunda trafik yoğunluğuyla PAH konsantrasyonları arasında pozitif bir korelasyon ($r^2 = 0,83$; $P < 0,001$) olduğu belirtilmektedir (Ötvös ve ark. 2004).

Aralarında Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Polonya, Slovakya ve İsveç’in yer aldığı beş Avrupa ülkesinde 1999 ve 2000 yıllarında atmosferdeki PAH ve nitro-PAH seviyelerini belirlemek için yapılan çalışmada Pasif Hava Örnekleyicisi kullanılmıştır. Kentsel ve sanayi bölgelerinden başlayıp uzaklaşan 40 farklı lokasyondan elde edilen verilere göre (Polonya’da 1999 sonbahar, 2000 kış ve yaz dönemi hariç) toplam PAH ve nitro PAH konsantrasyonları $5,0-1,2 \times 10^3$ ve $1,1 \times 10^{-3}-4,0 \text{ ng PHÖ}^{-1} \text{ gün}^{-1}$ olarak ölçmüşlerdir. Doğu Avrupa ülkelerinde (Slovakya, Çek Cumhuriyeti ve Polonya) PAH ve nitro-PAH seviyelerinin İsveç ve Avusturya’ya göre 10 kat daha fazla olduğu belirtilmektedir (Söderström ve ark. 2005).

Kielce (Polonya)’de Holy Cross Mountains’dan toplanan 20 karayosunu (*Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G. ve *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.) örneğiyle yapılan bir çalışmada 16 PAH ve 33 iz elemente bakılmıştır. Elde sonuçlar *H. splendens*’in *P. schreberi*’ye göre daha fazla oranda PAH biriktirdiğini, buna karşın elementlerle aralarında herhangi bir korelasyon bulunmadığını göstermektedir. Bu farklılığın ise *H. splendens* ve *P. schreberi*’nin biyoakümülyasyon yeteneklerinin bitki toplulukları içerisinde farklılık göstermesinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Galuszka 2006).

Setubal (Portekiz)’de 44 farklı yerden alınan *Ramalina canariensis* Steiner liken türü kullanılarak yapılan bir çalışmada dioksin ve furan (PCDD/F) varlığının toprak ve hava örnekleriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Elde edilen veriler bibliyografik olarak farklı ülke ve lokasyonlardan elde edilen verilerle karşılaştırıldığında; Likenlerin çam iğnesi, meyve ve sebzelere oranla daha fazla birikim yaptığı; topraktaki kontaminasyonu yansıtmamasına rağmen hava kirliliğinde potansiyel bir biyomonitör olarak kullanılabileceğini belirtilmektedir (Augusto 2007).

Polonya ve Alaska’da aynı bitki türleri kullanılarak bölgeler ve kullanılan türler arasındaki farklılıkları yansıtmak amacıyla yapılan bir çalışmada karayosunu (*H. splendens*

and *P. schreberi*) türleri kullanılarak kimyasal kompozisyonlarına bakılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre Holy Cross Mountains (Polonya)'da total PAH 473-2970 $\mu\text{g kg}^{-1}$ iken Wrangell-Saint Elias Natinal Park and Preserve (Alaska) ve Denali National Park and Preserve (Alaska)'da 80-3390 $\mu\text{g kg}^{-1}$ 'dir. 3 ve 4 halkalı PAH'ların toplam PAH'a oranı Polonya'da (0,73), Alaska'da ise (0,91) olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda PAH kaynaklarının Alaska'da odun yakımı ve araçlardan çıkan partiküller ile buhar fazının; Polonya'da ise sanayi ve konutlarda yakılan kömür ile araç trafiğinin olduğu belirtilmektedir (Migaszewski ve ark.2008).

Fukuoka'da (Japonya) 2 yaşındaki Japon kızılçamının (*Pinus densiflora* Sieb. & Zucc.) kullanıldığı bir çalışmada çam iğnelerinin üzerine Fenantrin (PHE) ve Floranten (FLU)'in fotosentez üzerine etkilerinin etkileri araştırılmıştır. Her biri 10 mM PAH içeren üç aylık yaprak fumigasyonundan sonra FLU'in fotosentez, stomatal iletkenlik, klorofil flüoresansı, toplam klorofil varlığı, genç yapraklarda magnezyum (Mg) ve ribuloz 1,5 bifosfat karboksilaz (rubisco) enzimi üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu; PHE'nin ise yine benzer etkiler göstermesine rağmen FLU'dan daha az negatif etki gösterdiği belirtilmektedir (Oguntimehin ve ark. 2008).

Ottawa'da (Kanada) Şubat 2004-Haziran 2005 arasında ladin (*Picea abies*) iğneleri kullanılarak yapılan bir çalışmada polibromlu difenil eterler (PBDE) ve PAH konsantrasyonlarının vejetasyon ve atmosferik koşullara bağlı olarak mevsimsel değişimleri incelenmiştir. Elde edilen verilere göre PBDE ve PAH konsantrasyonlarının zamana bağlı olarak arttığı ve takip eden zaman dilimi içerisinde tomurcukların açarak karların eridiği zamanda azaldığını, en yüksek PAH konsantrasyonlarına ise ısınma kaynaklı emisyonun arttığı kış mevsiminde olduğu belirtilmektedir (St-Amand ve ark. 2008).

Portekiz'in güney batı kıyılarında 2008 yılında *Parmotrema hypoleucinum* (Steiner) Hale (n=34) liken türü kullanılarak yapılan bir çalışmada, likenlerin PAH birikimi bakımından hava, toprak ve çam iğneleriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Petro-kimya sanayinin yoğun olduğu bölgede yapılan çalışma sonuçlarına göre likenlerde biriken PAH düzeyi hava ve çam iğneleriyle benzerlik göstermesine karşın toprak örneklerinden tamamen farklıdır. Likenlerden elde edilen PAH konsantrasyonlarının diğerlerinden daha yüksek olduğu ve topraktan elde edilen PAH sonuçlarıyla lineer bir korelasyon gösterdiği belirtilmektedir (Augusto ve ark. 2009).

Çek Cumhuriyeti'nde 10 yıllık entegre izleme verileri kullanılarak yapılan bir çalışmada, sarı çam iğnelerinin (*Pinus sylvestris* L.) uzun süreli atmosferik kirlilik eğilimlerinin değerlendirilmesinde kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmıştır. Çalışma

sonuçları PAH'ın, Poliklorlu Bifenillerin (PCB), Organoklorlu Pestisitlerin (OCP) ibreliler tarafından eşit konsantrasyonlarda ve pasif hava örnekleycilerine göre daha yüksek oranda alındığı; çam iğneleri kullanılarak yapılan izlemenin kısa süreli yapılan izlemeler ile atmosferik kirliliği yansıtması açısından benzerlik gösterdiği belirtilmektedir (Klanova ve ark. 2009).

Almiralty Körfezi'nde (Antartika) sedimentle yapılan çalışmada PAH ve Sfero Karbonlu Partiküller (SCP)'in marker olarak kullanılması ile bölgedeki insan faaliyetleri ve uzun menzilli atmosferik taşınım ile ilişkisi incelenmiştir. Son 30 yılda SCP ve PAH seviyelerinin yüksek olmasında bölgede inşa edilen üç araştırma istasyonunun ve Güney Amerika'daki artan sanayi aktivitelerinin etkisinin olduğu belirtilmektedir. Elde edilen sonuçlar, SCP ve PAH konsantrasyonlarının kuzey yarım küredeki diğer yerlerden ve güney yarım kürede rapor edilenlerden çok daha düşük olduğunu; fosil yakıt ve petrol tüketimi ile kanalizasyonlarda oluşan PAH izomer oranının ise Brezilya Araştırma İstasyonları sonuçları ile örtüştüğünü göstermektedir (Martins ve ark. 2010).

Tarragona'da (İspanya) 2002 ve 2009 yıllarındaki PCDD/F, PCB, Poliklorlu Naftalinler (PCN), PAH ve bazı iz elementlerin toprak ve vejetasyon örnekleriyle karşılaştırılması amacıyla yapılan çalışmada çalışma alanı kimyasal, petro-kimyasal, kentsel ve temiz alan olarak dörde ayrılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kentsel alanda trafiğin önemli bir emisyon kaynağı olmasından dolayı PCDD/F, PCN ve PAH konsantrasyonlarının daha yüksek olduğu; petro-kimyasal alanda ise bazı iz elementlerin ve PAH'ların oldukça yüksek olduğu belirtilmektedir (Nadal ve ark. 2011).

Pekin'de (Çin) 2008 yılında 16 PAH bileşiğinin kaynağının, konsantrasyonunun, dağılımının ve sağlık riski oluşturup oluşturmadığının araştırıldığı bir çalışmada toplam PAH konsantrasyonu $1228 \mu\text{g kg}^{-1}$ ($93-13,141 \mu\text{g kg}^{-1}$) olarak bulunmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçlar PAH'ın birincil kaynağının egzoz gazları ve kömür, ikincil kaynağının ise atmosferde uzun süre depolanan PAH'ın olduğu; yaşam boyu kanser riski değerinin kentsel topraklarda yetişkinlerde normal ve ekstrem koşullarda $1,77 \times 10^{-6} - 2,48 \times 10^{-5}$, çocuklarda $8,87 \times 10^{-7} - 6,72 \times 10^{-6} \text{ g kg}^{-1}$ olduğu belirtilmektedir (Peng ve ark. 2011).

İzmit Körfezi'nin önemli sanayi kentlerinden biri olan Kocaeli'de yapılan bir çalışmada *Xanthoria parietina* liken türü biyomonitör organizma olarak kullanılmış ve bölgedeki potansiyel kirlenici kaynakları ile havayla taşınan metal birikim derecesi arasındaki ilişki incelenmiştir. Sanayi tesislerin yoğun olduğu Dilovası'nda havayla taşınan metal birikim derecesinin Kocaeli şehir merkezine göre 2-7 kat daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Mn (7), Pb-Cd-Zn (6), Fe-Ni-Cu (3), Al-Co-Ti-Hg-As-V (2)) (Demiray ve ark. 2012).

Cordoba’da (Şili) yapılan bir çalışmada *Tillandsia capillaris* Ruiz & Pav. yaprakları ve Pasif Hava Örnekleyici (PHÖ) kullanılarak PAH’ların konsantrasyonundaki mevsimsel değişiklikler ile sanayi ve araç trafiği ile yayılan PAH’ların biyolojik izlenebilirliği amaçlanmıştır. En yüksek konsantrasyondaki sonuçların biyomonitör tür ve pasif hava örnekleyicisi tarafından yağışın olmadığı antropik bölgelerde bulunduğu belirtilmektedir (Wannaz ve ark. 2013).

2.2. Ağır Metal Konsantrasyonlarının Tespit Edilmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar

İzmir’de endüstriyelmiş bir arazide demir çelik fabrikası yüzünden havayla gelen ağır metal kirliliğini pasif gözlem için *Hypnum cupressiforme* cinsi liken ve *Pinus brutia* ağacı kabuğunun kullanıldığı bir çalışmada altı metalin (Pb, Cd, Zn, Cr, Mn ve Fe) atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak tespiti amaçlanmıştır. 1992 ve 1993 yılları arasında fabrikadan 0.25, 1.0, ve 2.5 km uzaklıktaki beş bölgeden örnekler alınmıştır. Sonuçlara göre, altı metalin hepsinde birikim gözlemlendiği; fabrikadan uzaklaştıkça liken ve ağaç kabuğu örneklerinde ağır metal konsantrasyonunun ise azaldığı belirtilmektedir. (Türkan ve ark. 1995).

Antalya’da Akdeniz kıyıları boyunca uzanan *Nerium oleander* L.’in yapraklarının ağır metal kirliliği için uygun bir biyomonitör olup olmadığının test edildiği bir çalışmada 53 bölge (otoban kenarı, şehir, kent parkı, yarı kentsel bölge ve kırsal bölgeler) ve Antalya şehrinden örnekler alınmıştır. Yıkanmış ve yıkanmamış yapraklar ile topraktan alınan örneklerde Pb, Zn, Cd ve Cu ağır metalleri saptanmıştır. Yıkanmış ve yıkanmamış örnekler arasındaki farkın metal kirliliğine göre çeşitlendirildiği bu çalışmada, ağır metal konsantrasyonları bakımından yüzey toprağı ve yıkanmış yaprak örneklerinde anlamlı korelasyon elde edildiğinden *Nerium oleander*’in ağır metalleri saptamak için yararlı bir biyomonitör olduğu belirtilmektedir (Öztürk 1997).

Bradford (UK) şehrinde ağır metalleri tespit etmeye yönelik *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik’in benzer ekolojideki türlerden biri olan *Poa annua* L. ile karşılaştırılması amacıyla yapılan çalışmada Bradford etrafındaki 42 bölge (kent yol kenarları, kentler, şehir parkları, yarı kentsel bölge ve kırsal bölgeler) araştırılmıştır. Toprakta, yıkanmış ve yıkanmamış bitki yapraklarında Pb, Cd, Zn ve Cu konsantrasyonları saptanmıştır. Yıkanmış ve yıkanmamış örneklerde havadan yansıyan ve topraktan giren metal kirleticilere rastlanıldığı bu çalışmada, toprak yüzeyinden (derinlik 0-10 cm) alınan örneklerdeki ağır metal konsantrasyonları ile yıkanmış yapraklar arasında anlamlı ilişki tespit edilmiştir.

Şehirleşmiş bölgelerdeki konsantrasyonlar daha yüksektir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre; *Capsella bursa-pastoris*'in bu dört ağır metalin araştırıldığı çalışmalar için faydalı bir biyomonitör olduğu vurgulanmaktadır (Hale 1999).

Denizli'de yapılan bir çalışmada ağır metal kontaminasyonları için biyomonitör tür olarak *Robinia pseudoacacia* L. (Fabaceae) yaprakları değerlendirilmiştir. Farklı metal kirliliğine sahip bölgelerden (endüstriyel, otoyol kenarı, yarı kentsel) ve kontrol grubu olarak kırsal alandan alınan yıkanmış ve yıkanmamış yapraklarda Fe, Zn, Pb, Cu, Mn, ve Cd ağır metal seviyeleri atomik absorpsiyon spektrofotometre yöntemiyle ölçülmüştür. Endüstriyel bölgelerden alınan bütün örneklerde Pb ve Cu hariç diğer metaller yüksek seviyede gözlenirken, bu metaller otoyol kenarı ve trafiğin olduğu alanlarda konsantrasyonları daha yüksek seviyede gözlenmiştir. Kontaminasyon derecesi ve bütün bitki yapraklarındaki konsantrasyonlar arasında güçlü bir korelasyon tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre *R. pseudoacacia*'nın çevresel değişiklikleri gösteren etkili bir biyomonitör olduğu belirtilmektedir (Çelik 2005).

Konya şehir merkezinde yetiştirilen sedir ağaçlarının iğnelerinden kimyasal analizlerle elde edilen verilere göre yeşil aksamalarda hava kirliliğine sebep olan ağır metal birikiminin gözlemlendiği diğer bir çalışmada ise ağır metaller (Pb, Cu, Zn, Co, Cr, Cd, V) örnekleme zamanı, ağacın yaşı ve örnekleme yerine göre saptanmıştır. Ağır metal birikimlerinin yaşlı ağaçlarda genç ağaçlara göre daha fazla olduğu belirtilmektedir. Benzer olarak 2004 ilkbaharında alınan örneklerdeki birikimlerin, 2003 sonbaharında alınan örneklerdeki ağır metal birikimlerine göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Karatay Sanayi Parkı'ndan (3.53 ppm, 2004 yılında) alınan örneklerde Pb seviyesi çevrede yaşayan canlılar için bir risk oluşturduğu tespit edilmiştir. Diğer bir örnek bölgesi olan Krom-Manyezit fabrika bahçesindeki krom seviyesinin (87,15 ppm, 2004 yılında) ise bölgede çalışan insanlar için toksik risk taşıdığını belirtmişlerdir (Önder ve ark. 2006).

Akaba (Ürdün) şehrinde hurma ağacının yaprakları (*Phoenix dactylifera* L.) ağır metal kontaminasyonlarının biyomonitörü olarak değerlendirilmiştir. Farklı metal kirliliği olan farklı bölgelerden (kentsel, yarı kentsel, endüstriyel, demiryolu ve kırsal) yıkanmamış yaprak örnekleri toplanarak atomik absorpsiyon spektrofotometresinde Fe, Pb, Zn, Cu, Ni ve Cr konsantrasyonlarına bakılmıştır. Endüstriyel alandan alınan örneklerde Ni, Cu ve Pb hariç diğer bütün metal içerikleri yüksek bulunmuştur. Ni, Cu ve Pb ise demiryolu bölgesinde yüksek konsantrasyonda ölçüldüğü bu çalışmada hurma ağaçlarındaki ağır metal konsantrasyonları arasında anlamlı korelasyon gözlemlendiği belirtilmektedir (Al-Khlaifat, 2007).

Türkiye'nin ve dünyanın başlıca fındık yetiştirme bölgesi olan Batı Karadeniz Bölgesi 1986'da gerçekleşen Çernobil kazasından etkilenmiştir. Bundan dolayı bu bölgenin fındıkları üzerinde radyoaktivite seviyesinin incelenmesinin amaçlandığı çalışmada; radyoaktivitenin insan sağlığına etki edecek miktarda bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca, alınan örneklerde Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, ve Pb gibi ağır metallerin miktarları saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ise ağır metal konsantrasyonlarının günlük tavsiye edilen alımın altında olduğu belirtilmektedir (Çevik 2009).

Üç Avrupa şehrinin (Salzburg, Belgrad, Selanik) kirli ve kirli olmayan bölgelerinden toplanan ağaç yaprakları ve kabukları örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarının karşılaştırılmasının amaçlandığı bir çalışmada; Avrupa'nın kuzey ve güney şehir bölgelerinde yaygın olarak bulunan *Platanus orientalis* L. ve *Pinus nigra*'nın kaliteli bir biyomonitör olarak uygun olup olmadığı test edilmiştir. Yaprak ve kabuk örneklerinin herbirinden 30 g toplanarak sindirimden sonra elektrotermal atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile analiz edilmiştir. Bölgeye bağlı çeşitlenmelere göre en yüksek konsantrasyonlar Belgard, ardından Selanik ve Salzburg'da bulunmuştur. Yapraklara göre kabuklarda daha fazla ağır metal birikimi olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, çam ağacı kabuğunun çınar ağacı kabuğuna göre daha fazla metal konsantrasyonu biriktirdiği tespit edildiğinden şehir kirliliğini saptamak için çam ağacının daha etkili bir biyoindikatör olduğunu belirtilmektedir. Her iki indikatör tür de şehrin hava kirliliğinin biyoindikasyon çalışmalarında karşılaştırmalı çalışmalar için uygun bulunmaktadır (Breuste 2011).

Artvin Murgul'da Türkiye'nin en önemli maden bölgelerinden birisinin çevresinde ve farklı uzaklıktaki bakır madenine komşu toprak ve liken örneklerinin ağır metal araştırmasının Enerji Dağıtıcı X-ray Floroasan Spektrofotometresi (EDXRF) kullanılarak yapıldığı farklı bir çalışmada elde sonuçlar; liken ve toprak örneklerinin her ikisinde Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As ve Pb içerdiğini göstermiştir. Ağır metal konsantrasyonları dünyadaki diğer ölçümlerle karşılaştırıldığında bu bölgenin insan sağlığı için limit değerinde olduğu belirtilmektedir (Koz 2012).

Bor (Sırbistan) şehrinde 2008 yılı boyunca farklı kirlilik seviyelerindeki beş farklı bölgede on seçilmiş çalışma alanı üzerinde yapılan çalışmada; Pb, Cd ve Hg değerlerinin toprakta izin verilen Maksimum Konsantrasyon Değerlerini (MAC) aşmadığı saptanmıştır. Cu ve As sadece iki bölgede MAC değerlerindeyken, Zn iki bölgede MAC değerlerin üzerinde çıkmıştır. Toprakta bulunmalarına rağmen, *R. pseudoacacia*'nın bütün kısımlarında As, Cd, ve Hg limitin altında saptanmıştır. Cu ve Zn seviyesi en fazla Krivelj bölgesinde kırsal alanda ($6418,2 \pm 7355,4 \text{ mg kg}^{-1}$ ve $4699,8 \pm 7320,8 \text{ mg kg}^{-1}$) *R. pseudoacacia*'nın dallarında

saptanmıştır. *R. pseudoacacia*'nın bütün kısımlarında Pb seviyesi $4,9 \pm 0,3 \text{ mg kg}^{-1}$ 'den (turizm bölgesi) $66,9 \pm 5,3 \text{ mg kg}^{-1}$ ' ye (köklerde, endüstriyel alan) kadar saptanmıştır. Değişkenlik oranlarına göre *R. pseudoacacia*'nın dallarının Zn'nun indikatörü olarak görev alması hariç, dalları ve yapraklarının Cu, Zn, Pb için indikatör olabileceği belirtilmektedir. As havada ve toprağın üzerinde yüksek konsantrasyonda bulunmasına rağmen, *R. pseudoacacia*'nın çevresel kirliliği saptamak için ise uygun bir indikatör olmadığı belirtilmektedir (Serbula 2012).

2. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Tekirdağ İli Süleymanpaşa, Çorlu ve Muratlı ilçeleri seçilmiştir (Şekil 3.1). Çalışmada kullanılan örnekler (Liken türleri: *Xanthoria parietina* (L.) Beltr. ve *Xanthoparmelia conspersa* (Ehrh. ex Ach.) Hale. Ağaç türleri: *Juniperus horizontalis* Moench ve *Platanus orientalis* L. (Şekil 3.2)) tarıma açık araziden toplanmıştır.

Çalışmalarda *X. parietina* ve *X. conspersa* türlerinin tamamı ile *J. horizontalis* türünün yaprakları ve *P. orientalis* türünün ise sadece kabukları kullanılmıştır.

3.2. Kalibrasyon Eğrisinin Çizilmesi

Kalibrasyon eğrisi çizdirmek amacıyla, matrix etkisinin en aza indirilmesi için matrix uyumlu (matrix-matched) kalibrasyon grafiği kullanıldı. LC/MS-MS cihazı için vialde 50 µl standart, 950 µl kör matrix eklendi. Pestisit etken maddelerine ait standart çalışma çözeltileri (2,5 ile 100 ppb aralığındaki) matrix içerisinde hazırlanarak cihazda okutuldu ve kalibrasyon eğrisi çizildi. Çalışma kapsamında taraması yapılan pestisitler ve tespit limitleri (LOD) Çizelge 3.1’de; kimyasal sınıfı, kullanım türü, insan ve çevre sağlığına üzerine etkisi Ek 1’de; yapısal formları ise Ek 2’de verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Taraması yapılan pestisitler ve tespit limitleri

Pestisit Adı	LOD ($\mu\text{g g}^{-1}$, dwt)	Pestisit Adı	LOD ($\mu\text{g g}^{-1}$, dwt)
Karbaril	1,35	Karbofuran	0,28
Propoksur	1,39	Kloridazon	1,20
Atrazin	1,95	Linuron	0,80
Diuron	3,07	Malatyon	3,07
Simazin	0,98	Metalaksil	1,73
Asefat	1,95	Methiokarb	1,46
Alaklor	1,87	Methomil	1,05
Aldikarb	1,12	Metolaklor	1,47
Azinfos Metil	1,99	Metribuzin	1,59
Azoksistrobin	1,27	Molinat	2,18
Diazinon	2,5	Prometryn	1,35
Dimetoat	0,64	Siyanazin	1,20
Eptc	2,65	Thiobenkarb	2,55
Fenamifos	1,76	Tiyametoksam	2,01
Fenoksikarb	2,23	Tiofanat Metil	1,08
İmidakloprid	2,82	Triflumizol	1,72

3.3. Örnek Hazırlama ve Ekstraksiyon

Liken örnekleri laboratuvar ortamında plastik cımbız yardımıyla ağaç kabuklarından; ağaç kabukları yabancı maddeler ve likenlerden; yapraklar ile saplarından arındırıldıktan sonra blender ile küçük parçalara ayrıldı,

Homojenize edilen numuneden 50 ml' lik santrifüj tüplerine 7,5 g tartıldı ve üzerine 7,5 ml ultra saf su ilave edilerek 1 dakika süre ile karıştırıldı. Üzerine asetik asitli asetonitrilden (%1) 15 ml eklenerek 1 dakika vortekslendi. Daha sonra 1,5 g $\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$ ve 6 g MgSO_4 eklenerek 1 dakika daha çalkalandıktan sonra karışım 3000 devirde 3 dakika santrifüj edildi. Üst fazdan 8 ml alınıp 15 ml' lik santrifüj tüpüne aktarıldıktan sonra üzerine 0,3 g PSA; 0,9 g MgSO_4 ve 0,1 g C18 eklendi. Vortekste 1 dakika karıştırıldıktan sonra karışım 3000 devirde 2 dakika santrifüj edildi. Üst fazdan alınan örnek 0,2 μm ' lik filtrelerden süzülüp direkt viallere alındı ve Likit Kromatografi / Kütle-Kütle Spektrometresi'ne (LC/MS-MS) enjekte edildi. LC/MS-MS içi kromatografik şartlar Çizelge 3.2'de; gradient profili Çizelge3.3'de ve etken madde kütle geçişleri Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3. 2. LCMSMS için kromatografik şartlar

Kolon	Thermo Hypersil Gold UPLC 1,9 µm 2,1 x 50 mm Column
Mobil Faz A	4mM Amonyum format, % 0,1 Formik asit, (5:95) MeOH: H ₂ O
Mobil Faz B	4mM Amonyum format, % 0,1 Formik asit, (95:5) MeOH: H ₂ O
Kolon Fırın Sıcaklığı	40°C

Çizelge 3. 3. LCMSMS için gradient profili

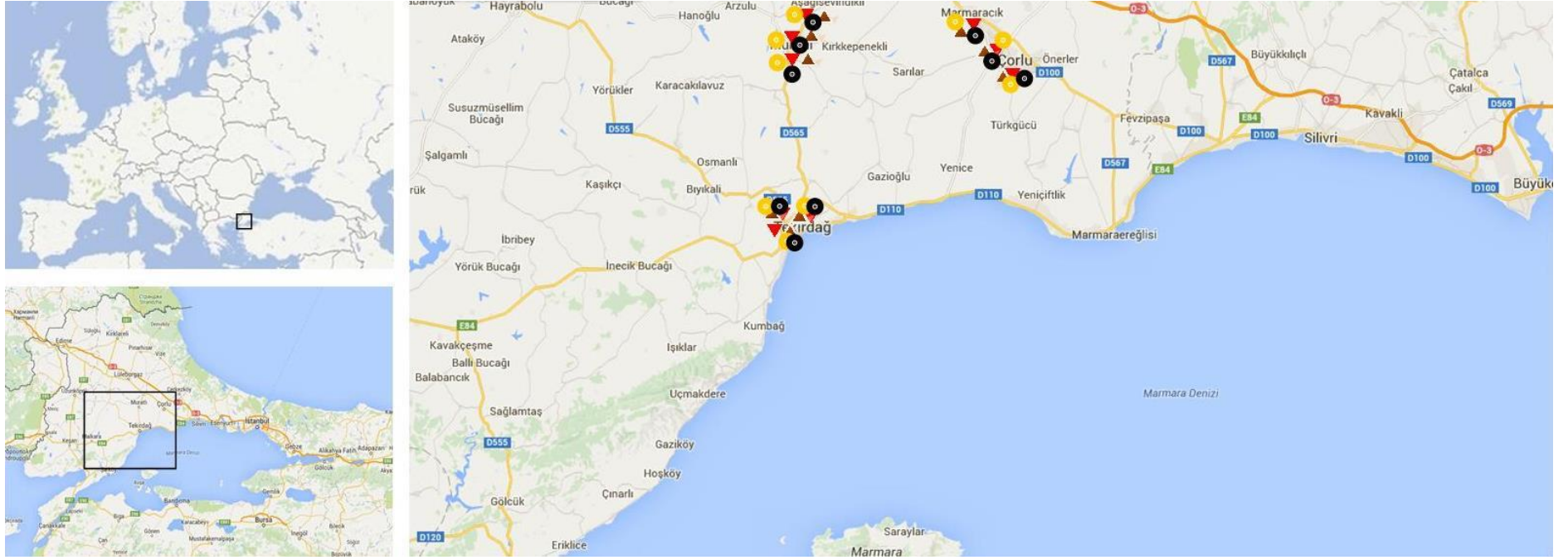
Retention (min.)	Flow (ml/min)	%A	%B
0,0	0,6	90	10
0,3	0,6	85	15
2,2	0,6	80	20
3,0	0,2	70	30
4,0	0,25	50	50
8,0	0,3	40	60
11,0	0,3	35	65
12,0	0,3	25	75
13,0	0,3	15	85
14,5	0,3	0	100
15,8	0,3	90	10
20,0	0,3	90	10

Çizelge 3.4. LCMSMS 'de analizi yapılan pestisitlerin iyonizasyon kaynakları, hassasiyetleri ve MS/MS geçişleri (DataPool, EURL for Residues of Pesticides, 2015)

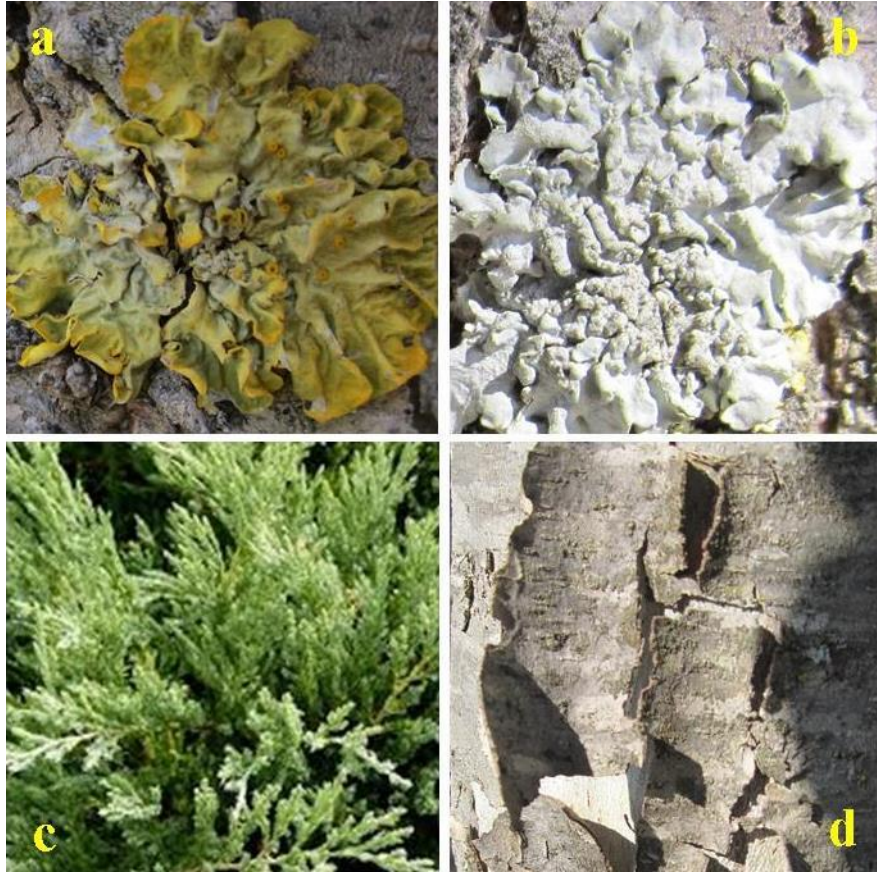
Pestisit Adı	İyonizasyon Kaynağı	Hassasiyet	MS/MS Geçişleri			Çarpışma Enerjisi-1 (V)	Çarpışma Enerjisi-2 (V)
Karbaril	ESI (+)	++++	202>145	202>127		30	12
Propoksur	ESI (+)	++++	210>111	210>168		16	10
Atrazin	ESI (+)	++++	216>174	216>104		20	16
Diuron	ESI (+)	++++	233>72	233>160	235>72	35	20
	ESI (-)		231>188	231>186	231>150		
Simazin	ESI (+)	+++	202>124	202>132	204>134	27	20
Asefat	ESI (+)	++++	184>125	184>143	184>113	20	10
Alaklor	ESI (+)	++++	270>238	270>162		19	15
Aldikarb	ESI (+)	++++	208>89	208>116	191>116	17	10
Azinfos Metil	ESI (+)	++++	318>132	318>160	318>125	19	8
Azoksistrobin	ESI (+)	++++	404>372	404>344		32	14
Diazinon	ESI (+)	++++	305>169	305>97	305>153	23	25
Dimetoat	ESI (+)	++++	230>125	230>199	230>171	20	10
Eptc	ESI (+)	+++	190>128	190>86		14	13
Fenamifos	ESI (+)	++++	304>217	304>202		24	8
Fenoksikarb	ESI (+)	++++	302>88	302>116	302>256	20	13
İmidakloprid	ESI (+)	+++	256>175	256>209	258>211	15	10

Çizelge 3.4. devamı LCMSMS 'de analizi yapılan pestisitlerin iyonizasyon kaynakları, hassasiyetleri ve MS/MS geçişleri (DataPool, EURL for Residues of Pesticides, 2015)

Pestisit Adı	İyonizasyon Kaynağı	Hassasiyet	MS/MS Geçişleri			Çarpışma Enerjisi-1 (V)	Çarpışma Enerjisi-2 (V)
Karbofuran	ESI (+)	++++	222>165	222>123		25	14
Kloridazon	ESI (+)	++++	222>92	222>104	224>104	25	25
Linuron	ESI (+)	++++	249>160	249>182	251>162	20	15
Malatıyon	ESI (+)	++++	331>127	331>99	331>285	25	13
Metalaksil	ESI (+)		280>220	280>160	280>192	16	16
Methiokarb	ESI (+)	++++	226>121	226>169	226>107	15	10
Methomil	ESI (+)	+++	163>106	163>88	163>122	10	10
Metolaklor	ESI (+)	++++	284>252	284>176	286>254	25	10
Metribuzin	ESI (+)	+++	215>187	215>84	215>74	17	17
Molinat	ESI (+)	+++	188>83	188>126		20	16
Prometryn	ESI (+)	++++	242>158	242>200	242>68	24	20
Siyanazin	ESI (+)	+++	241>214	241>104	243>216	20	17
Thiobenkarb	ESI (+)		258>125	258>89	260>127	10	15
Tiyametoksam	ESI (+)	++++	292>211	292>181	294>211	25	10
Tiofanat Metil	ESI (+)	++++	343>151	343>192	343>311	46	27
Triflumizol	ESI (+)	++++	346>278	346>73		20	10



Şekil 3.1. Tekirdağ ilindeki çalışma alanı (▲ *X. parietina*; ▼ *X. conspersa*; ● *J. Horizontalis*; ● *P. orientalis*)



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan örnekler (a: *X. parietina*; b: *X. conspersa*; c: *J. horizontalis*; d: *P. orientalis*)

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı; Tekirdağ İli Süleymanpaşa, Çorlu ve Muratlı ilçelerinden toplanan biyomonitör organizmaların; bünyelerinde biriktirmiş olduğu pestisit (hava kirletici, yeraltı suyu kirletici ve potansiyel yer altı suyu kirletici) konsantrasyonlarının hasat mevsiminin yoğun olarak yapıldığı birbirini takip eden zaman dilimlerinde (Temmuz ve Ağustos 2015) saptanmasıdır. Çalışmada kullanılan örnekler tarıma açık araziden toplanmıştır.

Literatürde bu tarz bir çalışmaya rastlanmadığından dolayı bu çalışmada elde edilen veriler sonraki çalışmalar için örnek teşkil edebilecektir. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

Çalışmada elde edilen verilere göre; Temmuz ve Ağustos ayında *X. parietina* ve *X. conspersa* liken türlerinde genel olarak *P. orientalis* ve *J. Horizontalis* ağaç türlerine göre daha fazla sayıda kimyasal gruba ait pestisit bulduklarını tespit edilmiştir. (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Tekirdağ ilinde ağaç ve liken türlerinde tespit edilen pestisitlerin kimsayal sınıflara göre toplam konsantrasyonlarının periyodik değişimi ($\mu\text{g g}^{-1}$, dwt)

	<i>P. orientalis</i>		<i>J. horizontalis</i>		<i>X. parietina</i>		<i>X.conspersa</i>	
	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos
Σ Azol								
Σ Benzimidazol prekürsörü					0,511		0,631	
Σ Kloroasetanilid								
Σ Ksil Alanin					0,896		0,735	
Σ Neonikotinoid	2,091	0,683	1,87	0,503	1,514	2,087	2,722	1,972
Σ N-Metil Karbamat	0,26		0,227			1,15		1,14
Σ Organofosfor	6,736	3,755	6,015	3,805	7,148	12,138	5,098	11,484
Σ Piridazinon								
Σ Strobin								
Σ Tiyokarbamat	1,678		1,546	1,314	1,565		0,753	
Σ Triazin	1,597	2,205	1,883	2,221	2,212	4,624	2,97	3,853
Σ Üre					0,74		0,142	0,698
Σ Diğer Karbamatlar, Jüvenil hormon taklitçileri					0,74			

Kocaeli’de *X. parietina* liken türü kullanılarak yapılan bir çalışmada havayla taşınan metal birikim derecesinin sanayinin yoğun olduğu Dilovası’nda şehir merkezinden 2-7 kat daha fazla olduğunu tespit edilmiştir (Mn (7), Pb-Cd-Zn (6), Fe-Ni-Cu (3), Al- Co-Ti-Hg-As-

V (2)) (Demiray ve ark. 2012). *X. parietina* liken türünün bünyesinde biriktirdiği toplam pestisit konsantrasyonunun Ağustos ayında Temmuz ayına göre Süleymanpaşa, Çorlu ve Muratlı ilçelerinde sırasıyla 8,74; 8,66; 7,97 kat arttığı belirlendiği bu çalışmada ise sanayinin yoğun olduğu Çorlu'daki toplam pestisit konsantrasyonunun Ağustos ayında Muratlı ve Süleymanpaşa ilçelerine göre 3,14- 4,04 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Süleymanpaşa ve Çorlu'da bu dönemde en fazla organofosfor, Muratlı'da ise üre kimyasal grubuna ait pestisitleri bünyelerinde biriktirdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Bu artışın muhtemelen hasat zamanında beklenmeyen yağmurların fazla olması sonucu artan pestisit kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.2. *X. parietina* liken türündeki pestisitlerin kimyasal gruplara göre konsantrasyonlarının periyodik değişimi ($\mu\text{g g}^{-1}$, dwt)

	Süleymanpaşa		Çorlu		Muratlı	
	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos
Σ Benzidimazol prekürsörü			0,511			
Σ Ksil Alanin			0,896			
Σ Neonikotinoid				4,866		1,514
Σ N-Metil Karbamat				1,150		
Σ Organofosfor		4,866		13,475		0,949
Σ Tiyokarbamat	0,709					
Σ Triazin		1,328		5,508		
Σ Üre				0,740		5,508
Σ Diğer Karbamatlar, Jüvenil hormon taklitçileri				0,740		
Σ Pestisit*	0,709	6,194	2,887	24,999		7,971

* Azol, kloroasetanilid, pridazinon, strobilin grubu pestisit varlığına rastlanılmamıştır.

X. conspersa liken türünde ise pestisit konsantrasyonunun Ağustos ayında Temmuz ayına göre Süleymanpaşa, Çorlu ve Muratlı ilçelerinde sırasıyla 2,68; 5,00; 14,24 kat arttığı saptanmıştır. Süleymanpaşa ve Çorlu'da bu dönemde en fazla organofosfor, Muratlı'da ise triazin kimyasal grubuna ait pestisitleri bünyelerinde biriktirdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Kolinesteraz inhibitörü ve kanserojen etkisinden dolayı organofosfor grubu pestisitlerin yanı sıra içme suyunu kirletmesi yüzünden 2005 yılında Avrupa Birliği tarafından

kullanılması yasaklanan atrazinin de içinde bulunduğu triazin grubu pestisitlerin kullanımında doğal yaşamın ve insan sağlığını korunması amacıyla daha dikkatli olunması gerekmektedir.

Çizelge 4.3. *X. conspersa* liken türündeki pestisitlerin kimyasal gruplara göre konsantrasyonlarının periyodik değişimi ($\mu\text{g g}^{-1}$, dwt)

	Süleymanpaşa		Çorlu		Muratlı	
	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos
Σ Benzidimazol						
prekürsörü			0,631			
Σ Ksil Alanin			0,735			
Σ Neonikotinoid				4,642		4,165
Σ N-Metil Karbamat				1,140		
Σ Organofosfor		4,575		10,312		0,745
Σ Tiyokarbamat					0,753	
Σ Triazin	1,708		1,708			5,115
Σ Üre			0,142			0,698
Σ Pestisit*	1,708	4,575	3,216	16,094	0,753	10,723

* Azol, kloroasetanilid, pridazinon, strobilin ve diğer karbamatlar ile jüvenil hormon taklitçileri grubu pestisit varlığına rastlanılmamıştır.

P. orientalis ağaç türünde en fazla birikimin Ağustos ayında Çorlu'da $9,799 (\mu\text{g g}^{-1}$, dwt) olmasına karşın tespit edilen bu konsantrasyonun *X. parietina* liken türünden 2,55; *X. conspersa* liken türünden ise 1,64 kat daha az olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. *P. orientalis* ağaç türündeki pestisitlerin kimyasal gruplara göre konsantrasyonlarının periyodik değişimi ($\mu\text{g g}^{-1}$, dwt)

	Süleymanpaşa		Çorlu		Muratlı	
	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos
Σ Neonikotinoid		0,349				2,71
Σ N-Metil Karbamat				0,260		
Σ Organofosfor		0,393		9,539		0,559
Σ Tiyokarbamat	1,678					
Σ Triazin		0,930				2,872
Σ Pestisit*	1,678	1,672		9,799		6,141

* Azol, benzidimazol prekürsörü, kloroasetanilid, ksil alanin, pridazinon, strobin, üre ve diğer karbamatlar ile juvenil hormon taklitçileri grubu pestisit varlığına rastlanılmamıştır.

J. horizontalis ağaç türünde en fazla birikimin Ağustos ayında Çorlu'da $13,41 (\mu\text{g g}^{-1}$, dwt) olarak saptanmıştır. Tespit edilen pestisit konsantrasyonlarının kimyasal gruplara göre yüzdesel dağılımı (%) organofosfor, tiyokarbamat, neonikotinoid ve N-metil karbamat sırasıyla 73,23; 21,33; 3,75; 1,69'dur (Çizelge 4.5). Kullanım türüne bakıldığında ise tespit edilen pestisit konsantrasyonlarının % 78,67'sini insektisitler % 21,33'ünü de herbisitler oluşturmaktadır.

Çizelge 4.5. *J. horizontalis* ağaç türündeki pestisitlerin kimyasal gruplara göre konsantrasyonlarının periyodik değişimi ($\mu\text{g g}^{-1}$, dwt)

	Süleymanpaşa		Çorlu		Muratlı	
	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos
Σ Neonikotinoid				0,503		1,87
Σ N-Metil Karbamat				0,227		
Σ Organofosfor				9,820		
Σ Tiyokarbamat				2,860		
Σ Triazin	0,809					3,295
Σ Pestisit*	0,809			13,410		5,165

* Azol, benzidimazol prekürsörü, kloroasetanilid, ksil alanin, pridazinon, strobin, üre ve diğer karbamatlar ile juvenil hormon taklitçileri grubu pestisit varlığına rastlanılmamıştır.

Likenler ağır metaller, kükürt, azot, flor, radyonüklidler ile dioksin, furan, poliklorlu bifeniller ve organoklorlu pestisitleri izlemek için kullanılmıştır (Villeneuve ve ark. 1988, Calamari ve ark. 1991, Garty 2000, Augusto ve ark. 2004, Augusto ve ark. 2007).

Likenlerde ölçülen ağır metal konsantrasyonlarının aritmetik ortalamasını her zaman ağaç kabuklarındakinden yüksek saptamışlardır (Türkan 1995). Tekirdağ ilinde biyomonitör olarak kullanılan liken ve ağaç türleri toplam pestisit birikimi açısından kıyaslandığında da liken türlerinin ağaç türlerine göre bünyelerinde daha fazla pestisit birikimi yaptığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Tekirdağ İli'nde biyomonitör olarak kullanılan liken ve ağaç türlerindeki toplam pestisit miktarlarının periyodik değişimi ($\mu\text{g g}^{-1}$, dwt)

	Σ Pestisit Konsantrasyonları	
	Temmuz	Ağustos
<i>X. parietina</i>	15,734	21,518
<i>X. conspersa</i>	16,149	20,92
<i>P. orientalis</i>	10,071	9,129
<i>J. horizontalis</i>	9,444	9,94

Pestisit konsantrasyonlarının bölgelere ve zamana göre değişimine bakıldığında ise *X. parietina* ve *X. conspersa* liken türlerindeki birikimin zamana bağlı olarak pek değişmediği ve *P. orientalis* ve *J. horizontalis* ağaç türlerine göre daha fazla miktarda pestisit biriktirebildiği gözlenmiştir (Çizelge 4.7). *H. splendens* ve *P. schreberi*'nin kullanılarak yapıldığı bir çalışmada bu durumun biyobirikim yeteneklerinin bitki toplulukları içerisinde farklılık göstermesinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Galuszka 2006). Bu çalışmada da ağaç türlerindeki pestisit konsantrasyonları arasındaki farkın yağışla beraber yıkanmaya bağlı olarak liken türlerinin bünyelerinde ağaçlara göre daha fazla birikim yapabilme özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.7. Tekirdağ İli'nde biyomonitör olarak kullanılan liken ve ağaç türlerindeki toplam pestisit konsantrasyonlarının bölgelere ve zaman göre değişimi ($\mu\text{g g}^{-1}$, dwt)

	Temmuz			Ağustos		
	Süleymanpaşa	Çorlu	Muratlı	Süleymanpaşa	Çorlu	Muratlı
<i>X. parietina</i>	2,800	11,637	1,297	4,103	10,741	6,674
<i>X. conspersa</i>	2,641	10,050	3,458	3,642	9,260	8,018
<i>P. orientalis</i>	1,678	6,177	2,216	1,672	3,622	3,925
<i>J. horizontalis</i>		7,561	1,883	0,809	5,849	3,282

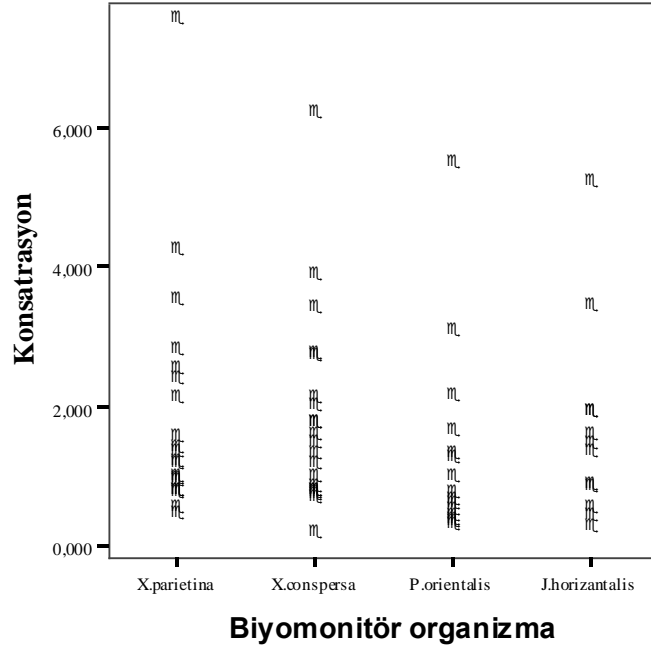
Tekirdağ İli'nde biyomonitör olarak kullanılan türlerde pestisit konsantrasyonlarının dağılımına baktığımızda ise en yüksek ortalamanın Çorlu'da *X. parietina* liken türünde ($2,238 \mu\text{g g}^{-1}$, dwt); en az ortalamanın ise Süleymanpaşa'da *P. orientalis* ($0,670 \mu\text{g g}^{-1}$, dwt) ağaç türünde olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.8). Elde edilen sonuçlar PAH, PCB, OCB, PBDE, PCDD/F ve iz elementlerin biyomonitör organizma olarak kullanıldığı çalışmalarda elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir.

Çizelge 4. 8. Tekirdağ İli'nde biyomonitör olarak kullanılan liken ve ağaç türlerindeki pestisit konsantrasyonlarının türlere göre ortalamaları ve dağılım aralıkları ($\mu\text{g g}^{-1}$, dwt)

	Süleymanpaşa		Çorlu		Muratlı	
<i>X. parietina</i>	1,151 (n=6)	0,414-2,340	2,238 (n=10)	0,511-7,504	1,993 (n=4)	0,949-4,211
<i>X. conspersa</i>	1,571 (n=4)	0,933-2,081	1,931 (n=10)	0,142-6,148	1,639 (n=7)	0,698-3,853
<i>P. orientalis</i>	0,670 (n=5)	0,349-1,206	1,960 (n=5)	0,260-5,451	1,228 (n=5)	0,559-2,091
<i>J. horizontalis</i>	0,809 (n=1)		1,676 (n=8)	0,227-5,177	1,722 (n=3)	1,412-1,883

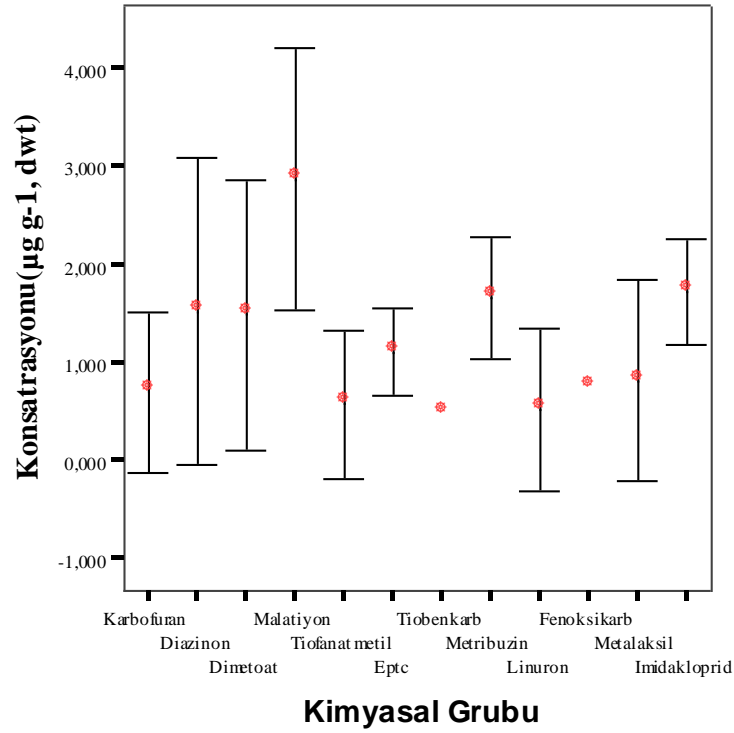
n= pestisit tespit edilen örnek sayısı

Tekirdağ İli'nde biyomonitör olarak kullanılan liken ve ağaç türlerindeki pestisit konsantrasyonları ve dağılımları Şekil 4.1'de verilmiştir. En yüksek dağılımı *X. parietina* liken türü, en düşük dağılımı ise *J. horizontalis* ağaç türü göstermiştir. *J. horizontalis*'in genç yapraklarının birikim yapma özelliğinin az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.1. Tekirdağ İli'nde biyomonitör olarak kullanılan liken ve ağaç türlerindeki pestisit konsantrasyonlarının ve dağılımları

Pestisit konsantrasyonlarının kimyasal gruplara göre dağılım aralıkları incelendiğinde en yüksek ortalamanın malatiyon, en düşük ortalamanın ise thiobenkarb pestisit grubunda olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Tekirdağ İli'nde biyomonitör olarak kullanılan liken ve ağaç türlerindeki pestisit konsantrasyonlarının kimyasal gruplara göre ortalama ve dağılım aralıkları.

Temmuz ayında *X. parietina* liken türününün üre, diğer karbamatlar ve juvenil hormon taklitçileri, ksil alanin ve organofosfor; *X. conspersa* liken türünün triazin, benzidimazol prekürsörü ve neonikotinoid; *P. orientalis* ağaç türününün ise tiyokarbamat grubu pestisitleri bünyelerinde daha iyi biriktirdiği saptanmıştır. Ağustos ayında *X. parietina* liken türününün triazin, N-metil karbamat ve organofosfor; *X. conspersa* liken türünün üre, neonikotinoid; *J. horizontalis* ağaç türününün ise tiyokarbamat grubu pestisitleri bünyelerinde daha iyi biriktirdiği saptanmıştır (Çizelge 4.9)

Çizelge 4.9. Tekirdağ İli'nde biyomonitör olarak kullanılan liken ve ağaç türlerinde tespit edilen pestisitlerin kimyasal gruplara göre toplam konsantrasyonlarının periyodik değişimi ($\mu\text{g g}^{-1}$, dwt)

	Σ Tiyokarbamat		Σ Triazin		Σ Üre		Σ Diğer Karbamatlar, Juvenil hormon taklitçileri		Σ Benzidimazol prekürsörü		Σ Ksil Alanin		Σ Neonikotinoid		Σ N-Metil Karbamat		Σ Organofosfor	
	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos
<i>X. parietina</i>	0,709		2,211	4,625	0,740		0,740		0,511		0,896		2,779	3,601		1,150	7,148	12,142
<i>X. conspersa</i>	0,753		4,678	3,853	0,142	0,698			0,631		0,735		4,113	4,694		1,140	5,097	10,535
<i>P. orientalis</i>	1,678		1,597	2,205									0,619	2,440		0,260	6,177	4,314
<i>J. horizontalis</i>	1,546	1,314	1,883	2,221										2,373		0,227	6,015	3,805

* Azol, kloroasetanilid, piridazinon, strobilin grubu pestisitlerin varlığına rastlanmamıştır.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Dünya üzerinde artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla sınırlı tarım alanlarından daha fazla üretim yapılabilmesi için kullanılan pestisitlerden vazgeçmek mümkün olmamakla beraber toksik etkilerinden dolayı kullanımın sınırlandırıldığı bir dönemde gerekli önlemleri alabilmek ve kullanımını kontrol altında tutabilmek adına biyomonitör organizmalarla kirlilik düzeyinin belirli aralıklarla tespit edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma Tekirdağ İli'nin yanı sıra ülkemizde hasatın yoğun olarak yapıldığı birbirini takip eden zaman dilimlerinde biyomonitör organizma kullanarak hava ve yer altı sularını kirletme özelliğine sahip pestisitlerin belirlenmesine yönelik yapılan ilk çalışma olması bakımından büyük önem arz etmektedir.

Yapılan bu çalışma sonucu elde edilen veriler PAH, PCB, OCB, PBDE, PCDD/F ve iz elementlerin tespitine yönelik yapılan çalışmalarda ki liken ve ağaç türlerinde biriken pestisit konsantrasyonları açısından paralellik gösterdiğinden potansiyel hava ve yeraltı sularını kirletme özelliğine sahip pestisitlerinin kontrolü amacıyla etkin bir şekilde kullanılabilirler.

Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda toprak ve yer altı sularına geçen pestisit konsantrasyonları ile likenlerde ki biyobirikim arasındaki korelasyonun tespit edilerek; çevre ve insan sağlığı için kritik kirlilik seviyelerin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Aşırı ve bilinçsiz kullanım sonucu artan pestisit tüketiminin çevre kirlenmesi ve insan sağlığı açısından zararları yapılan bilimsel çalışmalarla ortaya açıkça konulduğundan konuyla ilgili olan Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın hasat öncesi ve sonrasında; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın ise çevre kirliliğinin tespitine yönelik yapmış olduğu denetimleri periyodik hale getirmesi gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Ahmadjian V (1982). Algal/Fungal Symbioses. Progress in Phycological Research, 1: 179-233.
- Aksoy A ve Öztürk MA (1997). *Nerium oleander* L. as a biomonitor of lead and other heavy metal pollution in Mediterranean environments. The Science of the Total Environment, 205: 145-150.
- Aksoy A, Hale WHG, Dixon JM (1999). *Capsella bursa-patoris* (L.) Medic. as a biomonitor of heavy metals. The Science of the Total Environment, 226: 177-186.
- Al-Khlaifat AL ve Al-Khashman OA (2007). Atmospheric heavy metal pollution in Aqaba city, Jordan, using *Phoenix dactylifera* L. leaves. Atmospheric Environment, 41: 8891-8897.
- Aslan A (1995). Erzurum-Kars-Artvin Arasında Yer Alan Bölge Likenleri Üzerine Taksonomik İncelemeler. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Augusto S, Catarino F, Branguinho C (2007). Interpreting the dioxin and furan profiles in the lichen *Ramalina canariensis* Steiner for monitoring air pollution. Science of the Total Environment, 377: 114-123.
- Augusto S, Maguas C, Matos J, Pereira MJ, Branguinho C (2009). Lichens as an integrating tool for monitoring PAH atmospheric deposition: A comparison with soil, air and pine needles. Environmental Pollution, 158: 483-489.
- Augusto S, Pinho P, Branquinho C, Pereira MJ, Soares A, Catarino F (2004). Atmospheric dioxin and furan deposition in relation to land-use and other pollutants: a survey with lichens. Atmospheric Chemistry, 49: 53-65.
- Bargagli R, Mikhailova I (2002). Accumulation of inorganic contaminants. monitoring with lichens- Monitoring Lichens, Ed: Nimis PL, Scheidegger C, Wolseley PA, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 65-84.
- Bargagli R, Monaci F, Borghini F, Bravi F, Agnorelli C (2002). Mosses and lichens as biomonitors of trace metals. A comparison study on *Hypnum cupressiforme* and *Parmelia caperata* in a former mining district in Italy. Environmental Pollution, 116: 279-287.
- Breuste J, Sawidis T, Mitrovic M, Pavlovic P, Tsigaridas K (2011). Trees as bioindicator of heavy metal pollution in three European cities. Environmental Pollution, 159: 3560-3570.
- Calamari, D, Bacci, E, Focardi, S, Gaggi, C, Morosini, M, Vighi, M, 1991. Role of plant biomass in the global environmental partitioning of chlorinated hydrocarbons. Environmental Scientific Technology 25: 1489-1495.
- Çelik A, Kartal AA, Akdoğan A, Kaska Y (2005). Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using *Robinio pseudo-acacia* L. Environment International, 31: 105-112.
- Çevik U, Çelik N, Çelik A, Damla N, Coşkunçelebi K (2009). Radioactivity and heavy metal levels in hazelnut growing in the Eastern Black Sea Region of Turkey. Food and Chemical Toxicology, 47: 2351-2355.

- Çobanoğlu G (1996). İstanbul-Kınalı, Burgaz, Heybeli ve Büyükkada Likenleri Üzerinde Taksonomik İncelemeler. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çobanoğlu G (1999). Bolu-Abant Tabiat Parkı ve Çevresi Likenleri Üzerinde Taksonomik İncelemeler. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çobanoğlu G (2009). Hava Kirliliği ve Likenler. Ders Notları, İstanbul.
- Delen N (2008). Fungusitler. Nobel Yayınevi, İzmir.
- Demiray AD, Yolcubal İ, Akyol NH, Çob G (2012). Biomonitoring of airborne metals using the Lichen *Xanthoria parietina* in Kocaeli Province, Turkey. *Ecological Indicators* 18: 632-643.
- Ersoy N, Tatlı Ö, Özcan S, Evcil E, Coşkun LŞ, Erdoğan E, Keskin G (2011). Üzüm ve Çilekte Pestisit Kalıntılarının LC-MS/MS ve GC-MS İle Belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 25 (2): 70-80
- Fenner K, Canonica S, Wackett LP, Elsner M (2013). Evaluating pesticide degradation in the environment: blind spots and emerging opportunities. *Science* 341: 752-758.
- Galuszka A (2006). Distribution patterns of PAHs and trace elements in mosses *Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G. and *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. from different forest communities: A case study, South-central Poland. *Chemosphere*, 67: 1415-1422.
- Garty J (2000). Environmental and element content in lichens. *Trace Elements - Their Distribution and Effects in the Environment*, Ed: Markert B, Friese K. Elsevier Science, Amsterdam, 245-276.
- Garty J (2001). Biomonitoring atmospheric heavy metals with lichens: theory and application. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 20 (4), 309 -371.
- Hale WHG, Aksoy A, Dixon JM (1999). *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. as a biomonitor of heavy metals. *The Science of the Total Environment*, 226: 177-186.
- Karaca İ, Ay R, Karaca G (2005). Pestisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkileri. *Hasad, Bitkisel Üretim*, 21(245): 86-89.
- Karamanoğlu K (1971). Türkiyenin Önemli Liken Türleri. *Ankara Ecz. Fak. Mec.*, 1: 53-75.
- Klanova J, Cupr P, Barakova D, Seda Z, Andel P, Holoubek I (2009). Can pine needles indicate trends in the air pollution levels at remote sites? *Environmental Pollution* 157: 3248-3254.
- Koz B, Çevik U, Akbulut S (2012). Heavy metal analysis around Murgul (Artvin) copper mining area of Turkey using moss and soil. *Ecological Indicators*, 20: 17-23.
- Loppi S, Pirintsos S (2003). Epiphytic lichens as sentinels for heavy metal pollution at forest ecosystems (central Italy). *Environmental Pollution*, 121: 327-332.
- Martins CC, Bicego MC, Rose NL, Taniguchi S, Lourenço RA, Figueira RCL, Mahigues MM, Montone RC (2010). Historical record of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and spheroidal carbonaceous particles (SCPs) in marine sediment cores from Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Environmental Pollution*, 158: 192-200.
- Migaszewski ZM, Galuszka A, Crock JG, Lamothe PJ, Dolegowska S (2008). Interspecies and interregional comparisons of the chemistry of PAHs and trace elements in

- mosses *Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G. and *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. From Poland and Alaska. *Atmospheric Environment* 43, 1464-1473.
- Nadal M, Schuhmacher M, Domingo JL (2011). Long-term environmental monitoring of persistent organic pollutants and metals in a chemical/petrochemical area: Human health risks. *Environmental Pollution*, 159: 1769-1777.
- Nash III TH (2008). *Lichen Biology*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Nash III TH, Gries C (1995). The response of lichens to atmospheric deposition with an emphasis on the Arctic. *The Science of the Total Environment*, 160/161: 737-747.
- Nieboer E, Richardson DHS, Tomassini FD (1978). Mineral uptake and release by lichens: an overview. *The Bryologist* 81(2), 226-246.
- Oguntimhin I, Nakatani N, Sakugawa H (2008). Phytotoxicities of fluoranthene and phenanthrene deposited on needle surfaces of the evergreen conifer, Japanese red pine (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.). *Environmental Pollution*, 154: 264-271.
- Onder S, Dursun S (2006). Air borne heavy metal pollution of *Cedrus libani* (A. Rich) city center of Konya (Turkey). *Atmospheric Environment*, 40: 1122-1133.
- Ötvös E, Kozak I O, Fekete J, Sharma VK, Tuba Z (2004). Atmospheric deposition of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in mosses (*Hypnum cupressiforme*) in Hungary. *Science of the Total Environment*, 330: 89-99.
- Özdemir A (1987). Eskişehir İli'nde Bulunan Bazı Liken Türlerinin Taksonomisi, Ekolojisi ve Yayılış Alanları. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Öztürk MA, Aksoy A (1997). *Nerium Olander* L. as a biomonitor of lead and other heavy metal pollution in Mediterranean environments. *The Science of the Total Environment*, 205: 145-150.
- Peng C, Chen W, Liao X, Wang M, Ouyang Z, Jiao W, Bai Y (2011). Polycyclic aromatic hydrocarbons in urban soils of Beijing: Status, sources, distribution and potential risk. *Environmental Pollution*, 159: 802-808.
- Rajfur M, Klos A, Waclawek M (2010). Sorption properties of algae *Spirogyra* sp. and their use for determination of heavy metal ions concentrations in surface water. *Bioelectrochemistry*, 80: 81-86.
- Sasmaz A, Obek E, Hasar H (2008). The accumulation of heavy metals in *Typha latifolia* L. Grown in a stream carrying secondary effluent. *Ecological Engineering*, 33: 278-284.
- Sawidis T, Breuste J, Mitrovic M, Pavlovic P, Tsigaridas K (2011). Trees as bioindicator of heavy metal pollution in three European cities. *Environmental Pollution*, 159: 3560-3570.
- Seaward MRD (1989). Lichens as monitors of recent changes in air pollution. *Plants Today*, 2: 64-69.
- Serbula SM, Miljkovic D, Kovacevic RM, Ilic AA (2012). Assessment of airborne heavy metal pollution using plant parts and topsoil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 76: 209-214.
- Söderström H, Hajslova J, Kocourek V, Siegmund B, Kocan A, Obiedzinski MW, Tysklind M, Bergqvist PA (2005). PAH and nitrated PAHs in air of five European countries determined using SPMDs as passive samplers. *Atmospheric Environment*, 39 1627-1640.

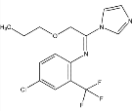
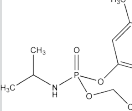
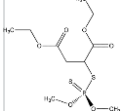
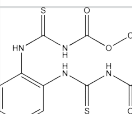
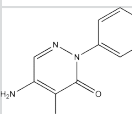
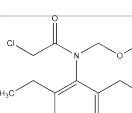
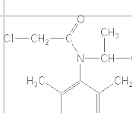
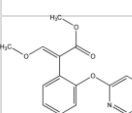
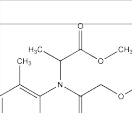
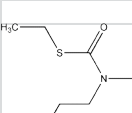
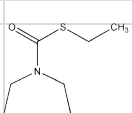
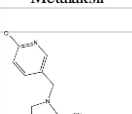
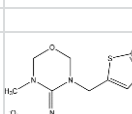
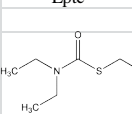
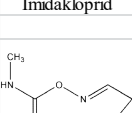
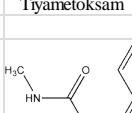
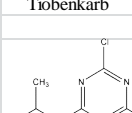
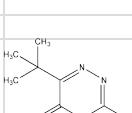
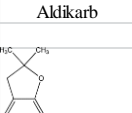
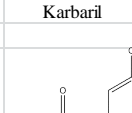
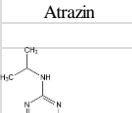
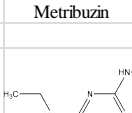
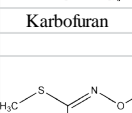
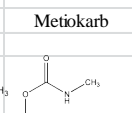
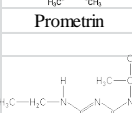
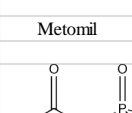
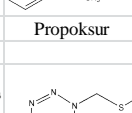
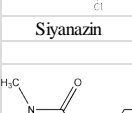
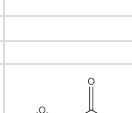
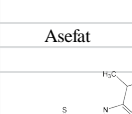
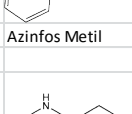
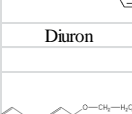
- St. Amand AD, Mayer PM, Blais JM (2008). Seasonal trends in vegetation and atmospheric concentrations of PAHs and PBDEs near a sanitary landfill. *Atmospheric Environment*, 42: 2948-2958.
- Türkan İ, Henden E, Çelik Ü, Kıvılcım S (1995). Comparison of moss and bark samples as biomonitors of heavy metals in a highly industrialised area in İzmir, Turkey. *The Science of the Total Environment*, 166: 61-67.
- Ugolini F, Tognetti R, Raschi A, Bacci L (2013). *Quercus ilex* L. as bioaccumulator for heavy metals in urban areas: Effectiveness of leaf washing with distilled water and considerations on the trees distance from traffic. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12: 576-584.
- Villeneuve J, Fogelqvist E, Cattini C (1988). Lichens as bioindicators for atmospheric pollution by chlorinated hydrocarbons. *Chemosphere*, 17: 399-403.
- Wannaz ED, Abril GA, Rodriguez JH, Pignata ML (2013). Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in industrial and urban areas using passive air samplers and leaves of *Tillandsia capillaris*. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 1: 1028-1035.
- Yavuz M (2004). Pamukkale Yöresi Likenleri Üzerinde Taksonomik ve Ekolojik Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yeşiltepe N (2011). Tarım İlaçlarının Mesleki İntoksikasyonları. *Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi* 39: 14-21.
- Yıldız M, Gürkan O, Turgut C, Ünal G (2005). Tarımsal Savaşımında Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları. TMMOB Ziraat Mühendisleri 6. Teknik Kongresi 3-7 Ocak, Ankara.
- Zschau T, Getty S, Ameron Y, Zambaro A, Nash III TH (2003). Historical and current atmospheric deposition to the epiphytic lichen *Xanthoparmelia* in Maricopa County; Arizona. *Environmental Pollution*, 125: 21-30.

Pestisit Adı	Kimyasal Sınıfı	Kullanım Türü	CAS No	PAN Kötü Aktör	Akut Toksosite	Kanserojen	Kolinesteraz İnhibitörü	Su Kirleticisi	Gelişme veya Üreme Toksini	Endokrin Bozucu
Karbaril	N-Metil Karbamat	İnsektisit, Bitki Büyüme Düzenleyicileri, Nematisit	63-25-2	√	++	O	√	F	√	!
Propoksür	N-Metil Karbamat	İnsektisit	114-26-1	√	+	M	√			
Atrazin	Triazin	Herbisit	1912-24-9	√	+	?		√		!
Diuron	Üre	Herbisit	330-54-1	√	+	B		√	√	!
Simazin	Triazin	Herbisit	122-34-9	√	+	?		√	√	!
Asefat	Organofosfor	İnsektisit	30560-19-1	√	+	O	√	F		!
Alaklor	Kloroasetanilid	Herbisit	15972-60-8, 15792- 50-8	√	+	O	√	F		!
Aldikarb	N-Metil Karbamat	İnsektisit, Nematisit	116-06-3	√	+ / +++++	?	√	√		!
Azinfos Metil	Organofosfor	İnsektisit	86-50-0	√	++++	OD	√	F		!
Azoksistrobin	Strobin	Fungusit	131860-33-8		+	OD		F		
Diazinon	Organofosfor	İnsektisit	333-41-5, 59928- 80-2	√	++	OD	√	F	√	!
Dimetoat	Organofosfor	İnsektisit	60-51-5	√	+++	O	√	F	√	!
Eptc	Thiocarbamate	Herbisit	759-94-4	√	++	OD	√	F	√	
Fenamifos	Organofosfor	İnsektisit, Nematisit	22224-92-6	√	++++	OD	√	F		
Fenoksikarb	Diğer Karbamatlar, Juvenil hormon taklitçileri	İnsektisit, Böcek Büyüme Düzenleyicileri	79127-80-3, 72490- 01-8	√	+	M	√	F	√	!
İmidakloprid	Neonikotinoid	İnsektisit	105827-78-9, 138261-41-3		++	OD		F		

Ek 1. Analizi yapılan pestisitlerin kimyasal sınıfı, kullanım türü, insan ve çevre sağlığına üzerine etkisi (U.S. EPA ve CA, 2015) (√ : Evet ; ? : Sınıflandırılmayan; ! : Şüpheli - : Toksik değil; F : Potansiyel; + : Çok az; ++ : Orta derecede; +++ : Yüksek; +++++ : Aşırı Yüksek; OD : Olası Değil; O : Olası; M : Muhtemel; B: Bilinen)

Pestisit Adı	Kimyasal Sınıfı	Kullanım Türü	CAS No	PAN Kötü Aktör	Akut Toksisite	Kanserojen	Kolinesteraz İnhibitörü	Su Kirlenici	Gelişme veya Üreme Toksini	Endokrin Bozucu
Karbofuran	N-Metil Karbamat	İnsektisit, Nematisit	1563-66-2	√	++++	OD		F		!
Kloridazon	Piridazinon	Herbisit	1698-60-8		+	OD		F		
Linuron	Üre	Herbisit	330-55-2	√	+	O		F	√	!
Malatyon	Organofosfor	İnsektisit	121-75-5	√	++	O	√	F		!
Metalaksil	Ksil Alanin	Fungusit	57837-19-1		++	OD		F		
Methiokarb	N-Metil Karbamat	İnsektisit, Mollusisit	2032-65-7	√	++++	?	√	F		
Methomil	N-Metil Karbamat	İnsektisit, Metabolit	16752-77-5	√	++++	OD	√	F		!
Metolaklor	Kloroasetanilid	Herbisit	51218-45-2	√	+	O		F		!
Metribuzin	Triazin	Herbisit	21087-64-9	√	++	?		F	√	!
Molinat	Tiyokarbamat	Herbisit	2212-67-1	√	++	O	√	F	√	!
Prometryn	Triazin	Herbisit	7287-19-6	√	+	OD		F	√	!
Siyanazin	Triazin	Herbisit	21725-46-2	√	++	O		√	√	!
Thiobenkarb	Tiyokarbamat	Herbisit	28249-77-6	√	++	?	√	F		
Tiyametoksam	Neonikotinoid	İnsektisit	153719-23-4		-	OD		F		
Tiofanat Metil	Benzimidazol prekürsörü	Fungusit	23564-05-8	√	+	O		F	√	
Triflumizol	Azol	Fungusit	68694-11-1, 99387-89-0		+	OD		F		

3 **Ek 1 devamı.** Analizi yapılan pestisitlerin kimyasal sınıfı, kullanım türü, insan ve çevre sağlığına üzerine etkisi (U.S. EPA ve CA, 2015) (√ : Evet ;
4 ? : Sınıflandırılmayan; ! : Şüpheli - : Toksik değil; F : Potansiyel; + : Çok az; ++ : Orta derecede; +++ : Yüksek; ++++ : Aşırı Yüksek; OD
5 : Olası Değil; O : Olası; M : Muhtemel; B: Bilinen)

Kimyasal Grubu	Yapısal Formu		Kimyasal Grubu	Yapısal Formu	
Azol			Organofosfor		
	Triflumizol			Fenamifos	Malatyon
Benzidimazol prekürsörü			Piridazinon		
	Tiofanat metil			Klordazon	
Kloroasetanilid			Strobin		
	Alaklor	Metolaklor		Azoksistrobin	
Ksil Alanin			Tiyokarbamat		
	Metaksil			Eptc	Molinat
Neonikotinoid			Tiyokarbamat		
	İmidakloprid	Tiyametoksam		Tiobenkarb	
N-Metil Karbamat			Triazin		
	Aldikarb	Karbaril		Atrazin	Metribuzin
N-Metil Karbamat			Triazin		
	Karbofuran	Metiokarb		Prometrin	Simazin
N-Metil Karbamat			Triazin		
	Metomil	Propoksür		Siyanazin	
Organofosfor			Üre		
	Asefat	Azinfos Metil		Diuron	Linuron
Organofosfor			Diğer Karbamatlar, Jüvenil hormon taklitçileri		
	Diazinon	Dimetoat		Fenoksikarb	

Ek 2. Analizi yapılan pestisitlerin kimyasal sınıfı ve yapısal formu (U.S. EPA ve CA, 2015)

ÖZGEÇMİS

1983 yılında Adana'da doğan Selim ESEN evli ve bir çocuk babasıdır. Lise öğrenimini 2002 yılında Tarsus Süper Lisesi'nde (Mersin) tamamladıktan sonra aynı yıl Abant İzzet Baysal Üniversitesi (Bolu) Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji (İngilizce) Bölümü'ne kayıt yaptırmıştır. Ocak 2008'de üniversiteden mezun olduktan sonra askerlik görevini yedek subay olarak Lüleburgaz'daki 65'nci Mekanize Piyade Tugay Komutanlığı'nda (Kırklareli) yapmıştır. Askerlik görevini yerine getirdikten sonra 2011 yılından itibaren sırasıyla Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı Kars Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü (Mart 2011-Ocak2013) ve Tekirdağ Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nde (Ocak 2013-Ağustos 2015) Biyolog olarak çalışmıştır.

Son görev yeri olan Bandırma Koyunculuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde ise Ağustos 2015'den itibaren Araştırmacı Biyolog olarak görev yapmakta olan Selim ESEN aynı zamanda 2012 yılından itibaren Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Mühendisliği'nde ikinci lisans eğitimine; 2013 yılından itibaren ise Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine devam etmektedir. Amatör futbola ilgisinden dolayı ise 2013 yılından itibaren ise amatör liglerde futbol hakemi olarak görev almaktadır.