

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**BAL ARISI, BİTKİ VE PROPOLİS ÖRNEKLERİNDE  
ÇEVRE KİRLİLİĞİ DÜZEYLERİNİN SEÇİLMİŞ BAZI  
ELEMENT VE AĞIR METAL ANALİZLERİYLE  
BELİRLENMESİ**

**Golnar MATIN**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hasan Baha BÜYÜKİŞİK**

**Çevre Bilimleri Anabilim Dalı**

**Bilim Dalı Kodu : 615.01.00**

**Sunuş Tarihi :28.08.2014**

**Bornova-İZMİR**

**2014**



## YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY SAYFASI

MATIN, Golnar tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “**BAL ARISI, BİTKİ VE PROPOLİS ÖRNEKLERİNDE ÇEVRE KİRLİLİĞİ DÜZEYLERİNİN SEÇİLMİŞ BAZI ELEMENT VE AĞIR METAL ANALİZLERİYLE BELİRLENMESİ**” 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 28.08.2014 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

### Jüri Üyeleri:

### İmza

**Jüri Başkanı** : Prof. Dr. Hasan Baha BÜYÜKİŞİK.....  
**Raportör Üye** : Doç. Dr. Ebru Yeşim ÖZKAN.....  
**Üye** : Prof. Dr. Aynur KONTAŞ.....



## EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

### ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “BAL ARISI, BİTKİ VE PROPOLİS ÖRNEKLERİNDE ÇEVRE KİRLİLİĞİ DÜZEYLERİNİN SEÇİLMİŞ BAZI ELEMENT VE AĞIR METAL ANALİZLERİYLE BELİRLENMESİ” 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.

28/08/ 2014

İmzası

Adı-Soyadı



**ÖZET**  
**BAL ARISI, BİTKİ VE PROPOLİS ÖRNEKLERİNDE ÇEVRE**  
**KİRLİLİĞİ DÜZEYLERİNİN SEÇİLMİŞ BAZI ELEMENT VE AĞIR**  
**METAL ANALİZLERİYLE BELİRLENMESİ**

MATIN, Golnar

Yüksek Lisans Tezi, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hasan Baha BÜYÜKİŞİK

Ağustos 2014, 47 sayfa

Bu çalışma insani faaliyetlerinin çevre sağlığı üzerinde yarattığı olumsuz etkilere dikkat çekerek çevresel izlemenin önemini ve çevresel izlemede canlı organizmaların özellikle bitki ve bal arısının biyoindikatör olarak kullanılabilirliklerini vurgulamaktadır.

Bu tez projesi kapsamında İzmir'in sanayi bölgelerinden biri olan Aliğa bölgesinin çevre kirliliği biyoizleme yöntemi ile değerlendirilmiştir. Yoğun sanayi çalışmaları yapılan bölgede yaklaşık 10 kilometrelik bir alan belirlenerek bu alan içerisinde 5 farklı noktadan daha önce yerleştirilmiş olan kovanlardan bal arısı, propolis ve propolisin muhtemel kaynağı olan bitkilerden örnekler alınıp bazı ağır metallerin (As, Hg, Pb ve Cd) analizi yapılmıştır.

Bitki, arı ve propolis arasında olan ilişkiyi göz önüne alarak, örneklerin kirlilik düzeyleri kıyaslanmıştır ayrıca çevresel izleme programlarında indikatör olarak kullanılabilirlikleri tartışılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Çevresel izleme, biyoindikatör, bal arısı, propolis, bitki, ağır metal





**ABSTRACT****DETERMINATION OF ENVIRONMENTAL POLLUTION LEVELS IN  
HONEY BEES, PLANTS AND PROPOLIS SAMPLES BY ANALYSIS  
SOME SELECTED ELEMENTS AND HEAVY METALS**

MATIN, Golnar

MSc in Environmental Science

Supervisor: Prof. Dr. Hasan Baha BÜYÜKİŞİK

August 2014, 47 pages

In this thesis, the negativ impact of human activities on environmental health were considered , also environmental monitoring and using organisms like honey bees and plants for biomonitoring has been emphasized.

Environmental pollution of Aliaga, one of Izmir's industrial regions, was evaluated by case monitoring program. First of all identified an area with almost 10 kilometers extent in intensive industries region in Aliaga then, 5 honey bee hives placed in 5 different location; worker honey bees, propolis and plants which could be the possible source of propolis were sampled from this area in active period of bees life. After sampling, some important heavy metals (As, Hg, Pb and Cd) have been analysed.

Results of analyses defined by considering relationship between plants, honey bees and propolis; their usefulness as indicators of environment monitoring programs also has been discussed

**Keywords:** Environmental monitoring, biyoindicator, honey bee, plant, heavy metal



## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasını tım zorlukları ve sorunlarına rağmen destekleyen ve yřrőtőlmesini sağlayan sayın Prof. Dr. Hasan Baha BŐYŐKIŐIK hocama sonsuz teőekkőrlerimi sunarım.

Tez için gerekli őrnelerin toplanmasında kolaylık sağlaması için sayın Dr. Nurdan ERDOėAN'a ve analizlerin yapılmasını űstlenen sayın Doç. Dr. Amir Abbas MATIN'e teőekkőr ederim.

Hayatımın tım dőnemlerinde sevgi ve sabırla beni destekleyen eőime tım kalbimle teőekkőr ederim.



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
TEŞEKKÜR.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. ÇEVRESEL İZLEME .....	2
2.1. Biyoizleme.....	2
2.1.1. Biyoindikatörler.....	2
2.1.2. Biyoindikatörlerin özellikleri .....	3
3. BAL ARISI VE ÇEVRESEL İZLEME.....	5
3.1. Bal Arısının Taksonomisi.....	5
3.2. Bal Arısı Kolonisi.....	5
3.2.1. Ana arı .....	5
3.2.2 Erkek arı .....	6
3.2.3. İşçi arılar .....	6
3.3. Aıların Biyoindikatör Olarak Rollerini.....	7
3.3.1. Bal arıları ve zirai mücadele ilaçların denetimi.....	8
3.3.2. Bal arısı ve ağır metal denetimi.....	8
3.3.3. Bal arısı ve polisiklik aromatik hidro karbonların denetimi.....	9
3.3.4. Bal arıları ve radyonüklitlerin denetimi.....	10
4. PROPOLİS VE ÇEVRESEL İZLEME .....	11
4.1 Propolisin Tanımı .....	11
4.2. Propolisin Fiziksel Özellikleri .....	11
4.3. Propolisin Kimyasal Bileşimi.....	11

## İÇİNDEKİLER (DEVAM)

4.4. Propolisin Kullanım Alanları.....	11
4.5. Propolisin Çevre Kirliliği Denetiminde İndikatör Rolü.....	12
5. BİTKİLER VE ÇEVRESEL İZLEME .....	13
5.1. Bitkilerin Genel Ekolojik Özellikleri.....	13
5.2. Bitkilerin Yapısı.....	13
5.3. Bitkilerde Su Ve Minerallerin Taşınması .....	13
5.4.Bitkiler Ve Ağır Metallerin İlişkisi.....	14
5.5. Bitki Ve Biyoizleme .....	16
6. AĞIR METALLER .....	18
6.1 Ağır Metallerin Doğada Bulunuşu Ve Yayılımı .....	18
6.2. Ağır Metallerin Çevre Sağlığı Üzerinde Etkileri .....	18
7. PROJENİN YÜRÜTÜLDÜĞÜ BÖLGENİN TANITIMI .....	22
7.1. Aliğa İlçesinin Tarihçesi .....	22
7.2. Aliğa İlçesinin Coğrafik Konumu .....	22
7.3. Aliğa İlçesinin İklimi .....	22
7.4. Aliğa İlçesinin Doğal Varlıkları.....	22
7.5. Aliğa İlçesinin Sanayisi.....	23
7.6. Aliğa İlçesinin Çevresel Durumu .....	24
7.7 Karaburun İlçesinin Tarihçesi.....	24
7.8. Karaburun İlçesinin Coğrafik Konumu .....	25
7.9. Karaburun İlçesinin İklimi .....	25
7.10. Karaburun İlçesinin Doğal Özellikleri.....	25
7.11. Karaburun’da Bulunan Madenler Ve Çevresel Sorunları .....	26
8. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	28
9. MATERYAL VE YÖNTEM.....	30
9.1. Çalışmanın Yapıldığı Bölge Ve Örnekleme .....	30

**İÇİNDEKİLER (DEVAM)**

9.2 Numune Hazırlama Ve Kimyasal Analiz İçin Gerekli Materyaller .....	31
9.3 Analiz Yöntemi.....	31
10. KİMYASAL VE İSTATİSTİK ANALİZ SONUÇLARI VE TARTIŞMA....	34
10.1. Bal Arısı Örneklerinin Ağır Metal Değerleri .....	34
10.2. Propolis Örneklerinin Ağır Metal Değerleri.....	34
10.3 Bitki Örneklerinin Ağır Metal Değerleri .....	35
10.4. Örnekleme İstasyonlarında, Farklı Örneklerde Bulunan Ağır Metal Değerlerinin Karşılaştırılması.....	35
10.5. İstatistik Analizle Sonuçların Değerlendirilmesi.....	38
11. SONUÇ.....	41
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	43

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
9.1.1 Aliğa sanayi bölgesinde alınmış örneklerin konumu.....	30
9.1.2 Örneklerin alındığı bölgeler.....	31
10.4.1 Altı farklı istasyon örneklerinde kurşun değerleri .....	36
10.4.2 Altı farklı istasyon örneklerinde kadmiyum değerleri.....	37
10.4.3 Altı farklı istasyon örneklerinde arsenik değeri.....	38
10.5 Karaburun yarımadasında civa madenleri ve örnekleme alanının rüzgara karşı konumu.....	39



**ÇİZELGELER DİZİNİ**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
9.3. Arsenik ölçüm parametreleri .....	32
9.3. Civa ölçüm parametreleri .....	32
10.1. Bal arısı örneklerinin ağır metal değerleri.....	34
10.2. Propolis örneklerinin ağır metal değerleri.....	35
10.3. Bitki örneklerinin ağır metal değerleri.....	35



## 1. GİRİŞ

İnsanođlu dñnyayı gereksinimlerine göre Őekillendirip insan merkezli bakıŐ aşınsına sahip olduđu ićin, gñnñmñzde ćevresel kirlenme, ćevresel bozunma ve kaynakların tñkenmesi gibi ćevre sorunları ile karŐı karŐıyayız. Her gećen gñn ùssel artıŐla artan nñfus, bñyñyen kentler ve hızla geliŐmekte olan sanayiler bu ćevresel problemleri kriz dñzeyine ulaŐtırmıŐtır ve artık sñrdñrñlebilir bir dñnya ićin, ćevreyi gñz ardı etmeden geliŐimin yapılması gerektiđi, tñm dñnya tarafından kabul gñrñlmñŐtñr.

GeliŐen teknoloji, planlı kentleŐme ve nñfus kontrolñ ile beŐeri faaliyetlerin ćevre ve dođa üzerinde yarattıđı olumsuz etkiler, minimize edilmelidir ayrıca sñrekli ćevre koŐulları incelenip sorunların en kısa zamanda giderilmesi gerekmektedir. ćevre sorunlarını kontrol altına alabilmek ićin birćok teknoloji ve bilimsel yñntem geliŐtirilmiŐtir ve bu alanda gñnñmñzde biyoizleme en ćok kullanılan yñntemlerden biridir. Bu yñntemde canlıların, biyosferdeki deđiŐimlerden etkilenmelerini inceleyerek ćevre sađlıđı ile ilgili øzellikle ađır metaller, pestisitler, PAH'lar, ftalatlar, perfluorlu kimyasallar (PFCs) ve polibrominat difenil eterler (PBDEs) gibi kimyasal maddelerin varlıđıyla ilgili gñvenilebilir bilgiler elde etmek mñmkñndñr.

1962 yılından beri bal arılarından yaygın bir Őekilde ćevre kirliliđi denetimlerinde yararlanılmıŐtır. Balarısı øzel ùrñnlerinin yanı sıra bitkilerin tozlaŐmasında da etkin bir role sahiptir; ayrıca nektar, polen ve propolis toplama sırasında kilometrelerce ućuŐ yapabilmesi ve bir ćok ćevresel faktñrlerle temas etmesi onun gñćlñ bir biyoindikatñr olmasına sebeb olmuŐtur.

## 2. ÇEVRESEL İZLEME

Çevre kirliliği küresel bir sorun olarak tanımlanmaktadır. Her sene binlerce farklı kimyasal madde, insan faaliyetleri sonucunda çeşitli kaynaklardan üretilip, hava, su ve toprağı kirletmektedir. Çevre kirleticilerin zararlarını ve etkilerini incelemek, bu kirletici maddelerin kaynaklarını belirlemek ve doğada var olan ölçülerini denetim altına almak, her hangi bir kritik durum oluşmadan, çevre kalitesini kontrol altına alabilmenin en doğru yöntemlerindedir (Bromenshenk and Preston, 1986).

Çevresel etki değerlendirme (ÇED), insan faaliyetleri ve doğal afetlerin muhtemel etkilerini ve boyutlarını değerlendiren bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Dale and Beyeler, 2001). ÇED süreci iki adımda uygulanmaktadır: Öncelikle bilimsel araştırmalarla yapılacak olan aktivitenin muhtemel riskleri ve bu risklerin boyutu tahmin edilerek hesaplanır (risk analizi), ikinci adımda bu riski kontrol altına alabilmek ve hatta minimize etmek için alternatif yöntemler ve kontrol sistemleri oluşur (risk yönetimi), çevresel izleme bu sürecin tüm aşamalarında büyük önem taşımaktadır (Oost et al., 2003).

İzleme (monitoring), standart metodları kullanarak, tekrarlanan gözlem ve denetim sürecini geçirerek, bir ya da kaç kimyasal ya biyolojik elementin zaman ve mekan içinde değişimlerini ve etkilerini inceleyen bir yöntemdir. Çevresel izleme, lokal ölçekte toplum temelli izleme ve ya büyük ölçekli küresel izleme programları kapsamında yapılmaktadır (Conrad, 2008). Çevresel izleme programları çevrede hakim olan koşulları ve etkilerini incelemek, süreçleri kontrol etmek, çevre durumu hakkında toplumu bilinçlendirmek, durumu incelemek, kararlar almak ve politikalar düzenlemek, insan faaliyetlerinin etkisini incelemek, doğal kaynakların durumunu incelemek vb. gibi amaçlarla uygulanmaktadır.

### 2.1. Biyoizleme

Düzenli ve sistematik bir şekilde bir organizmadan yararlanarak çevresel izleme programı, biyoizleme olarak adlandırılmaktadır. Biyoizleme, hayvanlardan ve bitkilerden yararlanarak geçmiş, bu gün ve gelecekte yaşanan süreçler hakkında tahminde bulunabilmeyi sağlamaktadır.

#### 2.1.1. Biyoindikatörler

Biyoidikatörler uzun süre çevresel değişimlere ve farklı koşullara dayanıklı olan ve bu durumlar hakkında bilgi sağlayan canlı organizmalar olarak tanımlanmaktadır (McGeoch, 1998). Biyoidikatörler, bir veya bir grup canlı organizmadan oluşmaktadır, bu organizmaların farklı koşullarda gösterdikleri reaksiyonlardan, ortamda oluşan özel durumları değerlendirmek mümkündür. Genel olarak biyoidikatör “Bir ortamın abiyotik ve biyotik durumunu yansıtan, bir habitat, topluluk ya da ekosistem üzerindeki çevresel değişimin etkisini temsil eden veya bir alanda takson veya bütün çeşitliliğin alt kümesi çeşitliliğinin göstergesi olan bir tür veya tür grubu” olarak tanımlanmaktadır (Gerhardt, 2009). Biyoidikatörler günümüzde hava, su ve toprak kirliliği denetimi için kullanılmaktadırlar (Davami and Gholami, 2012).

Kullanım alanı ve izleme programının amacına bağlı olarak biyoidikatörler 3 kategoride sınıflandırılmaktadırlar:

- 1) Uyum sağlayan indikatörler: Belli çevresel streslere karşı daha fazla üreme ile adaptasyon sağlayabilmektedirler.
- 2) Tanı indikatörleri: Bu indikatörlerin varlığı yada yokluğu özel bir çevresel durumun göstergesi olarak algılanmaktadır.
- 3) Erken uyarıcı indikatörler: Yüksek hassasiyetleri nedeniyle değişikliklere karşı çok hızlı tepki göstererek çevresel değişikliklerle ilgili bilgi sağlamaktadırlar.

### **2.1.2. Biyoidikatörlerin özellikleri**

Biyozilemede indikatör olarak uygun görülen organizma, bir dizi özelliklere sahip olmalıdır ve bu özellikleri dikkate alarak özel çevresel izleme programlarında yer almalıdır. Genel olarak ideal bir biyoidikatörün bu şartlara uyması gerekmektedir:

- \_Geniş ve kozmopolit dağılıma sahip olmalı ve uluslararası incelemeler ve karşılaştırmalarda kullanılabilir olmalı,
- \_Bölgeye ait olmalı ve sınırlı alanda hareket etmeli,
- \_En az genetik çeşitliliğe ve ekolojik çeşitliliğe sahip olmalı,
- \_Ekolojik talepleri az, özel ve en az toleransa sahip olmalı,
- \_Besin talebi spesifik olmalı, her şey yiyen (omnivore) olmamalı,
- \_Sabit metabolizma hızına sahip olmalı ve diapause aşamaları olmamalı,
- \_Orta ve uzun üretim sürecine sahip olmalı,

\_Ekoloji, fizyoloji ve türün dağılımı hakkında iyi ve yeterli bilgi elde olmalı,

\_Ekosistemde ekolojik bağları olmalı,

\_Özel bir kirleticiye hassas olmalı ve biyoindikatörün verdiği tepki diğer taksonların tepkisinide temsil etmeli,

\_Ekoloji, fizyoloji ve türün dağılımı hakkında iyi ve yeterli bilgi elde olmalı,

\_Ekosistemde ekolojik bağları olmalı,

\_Kolayca örneklemesi mümkün olmalı,

\_Kolayca ve uzmana gerek olmadan tanınması ve sınıflandırılması gerekiyor,

\_Sağlam ve güçlü olmalı, kolayca laboratuvarında geliştirilip yetiştirilebilmeli,

\_Düşük maliyet ve işgücü etkinliği olmalı,

\_Politika veya yönetim kararlarına uygun olmalı,

\_Kaynak ya zararlı olarak ekonomik öneme sahip olmalı, tarım ya çevre bakımından önemli olmalı,

\_Organizma kirletici etkisinden bozulmamalı ve ölçülebilir miktarda toksik maddeleri kendi içinde biriktirebilmeli.

Genellikle bölgede çok yaygın olan türler güçlü üreme ve yayılma özelliklerine sahip oldukları için çevre kirliliğine çok fazla tepki vermeyebilirler bu nedenle biyoindikatör olarak doğru bir tercih olmayabilirler; diğer taraftan nadir türlerde çevre kirliliği dışında başka bir dizi çevre koşullarına hassas olabildikleri için uygun indikatörler olamazlar, sonuçta orta derecede bolluğa sahip olan türler daha iyi bir seçim olabiliyorlar.

### 3. BAL ARISI VE ÇEVRESEL İZLEME

#### 3.1. Bal Arısının Taksonomisi

Hayvanların neredeyse 4/5'ü böcekler sınıfına girmektedir. Çeşitli biyotoplara uyum sağlamış toplam tür sayısı 2.000.000 civarındadır. Tür sayısı kadar birey sayısı bakımından da çok yüksek sayılara ulaşabilmektedir. Böcekler sınıfına ait olan yaklaşık 23.000 arı ailesi bulunmaktadır, bu aileye ve Apis cinsine ait olan Apis mellifera türü bal taşıyan ya da bal arısı olarak tanımlanan türdür. Dünyada yaygın olan ve ticari arıcılıkta kullanılan Apis mellifera kendi içerisinde birçok ırklara ayrılmaktadır ve kolonileri 100.000'den fazla birey içerebilmektedir (Silici, 2009).

Bal arısına ilk defa 1758 yılında Linnaeus tarafından "Bal taşıyan arı" anlamında Apis mellifera adı verilmiştir. Arılar beslenmek için polen ve nektar toplayarak yaşamlarını sürdürürken bitkilerin de tozlaşmaları ve üreyebilmeleri için bu arıları cezp etmek amacıyla renk, şekil ve koku bakımından özelleşmeleri, çiçek ve arıların gelişimi arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu iki canlı grubunun ortak evrimi son yılların önemli konularından biri olmuştur. Bal arıları çiçeklerden alınan nektarla beslenirken ağız parçaları yalamaya ve emmeye iyi adapte olmuştur. Ağız yapıları ile birlikte genişleyen arka bacakları besin toplayıp yuvalarına dönen arılarda polenin transportu ile polenle beslemeye bir adaptasyon olarak gelişmiştir.

#### 3.2. Bal arısı kolonisi

Bal arıları ergin hale gelinceye kadar sırasıyla yumurta, larva ve pupa dönemlerinden geçmektedirler, bu gelişme evrelerinin tümü ana arı, erkek arı ve işçi arıda aynıdır.

##### 3.2.1. Ana arı

Normal koşullarda her bal arısı kolonisinde sadece bir ana arı bulunmaktadır. Ana arı döllenmiş yumurtalardan gelişmekte ve gelişmesini 16 günde tamamlamaktadır. Ana arının kolonideki en önemli görevi yumurtlayarak neslin devamını sağlamaktır. İşçi arılar gibi kovan içi ve dışı faaliyetlerine katılmazlar çünkü bu faaliyetleri yapmak için polen sepetleri, mum salgı bezleri ve arı sütü salgı bezlerine sahip değildirler, iğnelerini de sadece kovandaki diğer

rakip ana arılara ve ana memelerini bozmak amacıyla kullanılmaktadırlar. Genç ve çalışkan bir ana arı bir günde 1500–2000 yumurta yumurtlayabilmektedir. Dölllenmiş yumurtalardan işçi arılar ve döllenmemiş yumurtalardan ise erkek arılar oluşmaktadır. Ana arılar salgıladıkları feromonlarla kovan içerisinde birlik ve düzeni sağlamaktadırlar. Ana arılar normal olarak 3–5 yıl yaşayabilmektedirler ancak yaşlı ana arılarında yumurtlama hızı ve döllenmiş yumurta yumurtlama oranı azalmaktadır, bununla birlikte yaşlı ana arılı kolonilerin gelişme hızları yavaşlamakta ve kolonideki erkek arı sayısı artmaktadır (Silici, 2009).

### **3.2.2 Erkek arı**

Erkek arılar, döllenmemiş yumurtalardan oluşmakta ve gelişmelerini 24 günde tamamlamaktadırlar. Koloninin en iri bireyleridirler. Dilleri kısa olduğu için nektar toplayamayıp bu şekilde beslenemeyip İşçi arılardan ya da onların petek gözlerine koydukları bal ile beslenmektedirler. İşçi arılarda bulunan polen sepetleri, mum salgı bezleri ve arı sütü salgı bezlerine sahip değildirler, bu sebeple de kovan görevlerinin hiçbirine katılamazlar. Kovadaki tek görevleri ana arıyı dölmek olan erkek arılar çiftleşme mevsiminden sonra kovanda sadece hazır yiyici olarak bulunurlar bu nedenle de birçoğu işçi arılar tarafından kovan dışına sürüklenmektedir. İşçi arılar kovan içinde erkek arı gözü yapımını sınırlandırarak erkek yavru üretimini düzenleyip, ergin erkek arıları kovandan atmak suretiyle kovadaki erkek arı sayısını ayarlamaktadırlar. Erkek arıların yaşam süreleri ortalama 54–59 gündür (Silici, 2009).

### **3.2.3. İşçi arılar**

Kolonideki en büyük topluluğu oluşturan işçi arılar döllenmiş yumurtalardan çıkan diploid kısır dişilerdir. Ana arı ile işçi arılar arasında genetiksel olarak hiçbir fark yok iken sınıf farklılaşması, beslenme farklılığından kaynaklanmaktadır. İşçi arılar 4–5 hafta yaşamaktadırlar. Kovadaki diğer bireylerden farklı olarak polen ve propolis toplamaya yarayan polen sepetine sahiptirler. Düşmanlarına karşı kullanabildikleri iğneye sahiptirler. Mum salgı bezleri sayesinde salgıladıkları mum ile petek örebilmektedirler. Kendi aralarında iş bölümü yaparak kovadaki pek çok işi bir uyum ve düzen içerisinde gerçekleştirmektedirler. İşçi arı olacak larvalar yumurtadan çıktıktan sonra ilk üç



gün arı sütü ile beslenmekte ve 8. güne kadar bal ve polen karışımıyla beslemesine devam edilmektedir; sekizinci günde gözler kapatılır, 21. günde işçi arılar gözden çıkarlar. Gözlerden çıkan işçi arılar ilk gün kendilerini temizleyip, yavru peteklerinin üzerinde durarak yavru peteklerin ısınmasını sağlarlar; biraz daha büyüüp 2–3 günlük olduklarında yaşlı işçi arılar tarafından beslenip, çevreye alışma uçuşlarına çıkarlar, bu dönemde ana arının yumurtlayacağı gözleri temizleyerek cilalandırır; 4–6 günlük olduklarında polen ve bal karışımıyla yaşlı larvaları beslerler, bu sırada yedikleri polen sayesinde, arı sütü salgılayan bezleri gelişir ve 10–13 günlük oluncaya kadar genç yavruları beslemeye devam ederler; 12–18. günlerde kovan temizliği, havalandırma, mum üretimi ve petek yapımını üstlenirler, 18–20. günlerde kovana dış tehlikelerden korumak amacıyla bekçilik görevlerini üstlenirler. 20 gün boyunca kovan içi görevlerini tamamlayan genç arılar 21 günlük olduklarında nektar, polen, propolis ve su toplama gibi kovan dışı görevleri yapmaya başlarlar. Hayatlarının son iki haftasını da bu işlerle geçirmekte olan işçi arılar yaşam döngülerini tamamlarlar (Silici, 2009).

### **3.3. Aıların Biyoindikatör Olarak Rollerı**

Biyozleme, bir canlı organizmadan yararlanarak, biyosferle ilgili bilgi elde etmek demektir. Uygun biyoindikatör seçme durumunda, organizmada meydana gelen kalıcı ve yaygın durumların çevre ile ilişkisi denetlenip, biyozleme daha rahat örnek toplama, daha basit ve ucuz tekniklerle uygulanabilmektedir (Ruschioni et al., 2013). Bal arısı (*A.mellifera*) doğrudan doğruya çevresindeki toksikolojik koşullardan etkilenmektedir. Bal arısının çevre koşullarına ve çevresel değişikliklere karşı hassas olması onun en etkin biyoindikatör olmasını sağlamaktadır. Kolay yetiştirilebilmek ve neslin devamını sağlayabilmek, yüksek oranda üreyebilmek, bir çok bölgede yaşamı sürdürebilmek, mütevazı gıda gereksinimine sahip olmak, geniş uçuş mesafeleri, kıllı ve tüylü vücuda sahip olmak ki temas ettiği maddeleri daha iyi üzerinde tutmasına yardımcı olmakta, bitki koruma ürünlerine karşı hassas olmak, ortalama kısa ömürlü olmak ve bir çok başka etolojik ve morfolojik özellikler bal arısının güvenilir indikatör olmasını sağlamaktadır (Porrini et al., 2003; Lambert et al., 2012).

Tarlacı arılar besin arama uçuşlarında, besin kaynaklarından polen ve nektar alırken ya da su toplarken çeşitli kirliliklere maruz kalmaktadırlar, tüylü vücutları atmosferde bulunan süspanse katı maddeleri içine alıp saklıyor bu yüzden tarlacı

arılar doğada bulunan su, toprak, bitki ve hatta atmosfer kirliliklerinden birer iyi örnektirler; bu nedenle 1970'li yılların sonundan itibaren bal arıları karasal ve kentsel alanlarda pestisitler, ağır metaller, polisiklik aromatik hidrokarbonlar ve radyonüklitlerin denetimlerinde yaygın şekilde kullanılmaktadırlar (Ruschioni et al., 2013; Porrini et al., 2003; Formicki et al., 2012; Steen et al., 2011; Fakhimzadeh, 2000; Celli and Maccagnani, 2003; Lambert et al., 2012). Bal arısının vücudunda bulunan makro ve mikro elementlerin türü ve miktarı, arıcılığın bulunduğu bölgenin özellikleri (sanayi ve ziraai faaliyetlerine yakın olup olmaması, toprak özelliği ve bitki örtüsüne), arı kolonisinin yetiştirilme yöntemi, işçi arıların yaşı, koloninin ve alınan örnek arıların fizyolojik ve sağlık durumları gibi bir takım faktörlerle ilişkilidir (Zhelyazkova, 2012). Biyoizleme yönteminde, indikatör olarak seçilen bal arısının davranış değişiklikleri göz önüne alınarak, kolonide gerçekleşen ölüm oranını takip ederek ya da çevre kirliliklerinin kalıntılarını işçi arılar ya da kovan ürünlerinde inceleyerek çevre koşulları hakkında bilgi elde edilmektedir (Ruschioni et al., 2013).

### **3.3.1. Bal arıları ve zirai mücadele ilaçların denetimi**

Pestisitler mekansal ve zamansal dağılım gösterebilmektedirler, kimyasal yapıları ve istikrarlarına göre, hedef organizma ve çevresine yakınlığına bağlı, zaman içinde çevresel faktörlerin etkisi altında kalarak başka bileşiklere değişebilmektedirler. Pestisit ve insektisitlerle doğrudan temas eden arılar kovanlarına varamadan, yolda ölürlere, nektar ve polen toplarken daha düşük dozda pestisite maruz kalan arılar ise kovanlarına yetişebilirler ama sonuçta bir kaç saat içinde ölürlere. Kovan önünde bulunan ölü arıların sayısı çevrede pestisit kirliliğinin en büyük göstergesidir. Arıların pestisitlerden etkilenmelerinde, kullanılan kimyasalın arılar üzerinde toksisite derecesi, zirai ve ekilmiş bitkilerin ve spontan bitkilerin çiçekli dönemleri ve bu dönemlerin uzunluğu, ilaç kullanıldığı zaman arıların bölgede olup olmadıkları, ilaç dağıtımını için kullanılan araçlar, rüzgar ve bir çok faktör etkilemektedir. Mantar ilaçlarının arılar için zararsız oldukları düşünülmektedir ama yapılarında bulunan triazoller, bitkilerde bulunan piretroid için sinerjistik olabilir ve bu şekilde arılar üzerinde negatif etki yaratabilir. Bazı yeni nesil insektisitler arılarda ölüme sebep olmayıp davranışlarını etkilemektedir (Ruschioni et al., 2013; Porrini et al., 2003).

### **3.3.2. Bal arısı ve ağır metal denetimi**

Ağır metaller çeşitli doğal ve antropojenik kaynaklar tarafından sürekli çevreye salınmaktadırlar. Ağır metaller doğada kalıcıdır, çürümezler ya da basit bileşimlere değişmezler ve gizli toksisite karakterine sahiptirler bu sebeple doğada bulunup biyolojik döngülere dahil olmaktadır. Genellikle ağır metaller bal arılarının ölümlerine sebep olmazlar ama atmosferde bulunan ağır metaller solunum yoluyla arıların vücutlarında ya da tüylü vücutları üzerinde toplanıp arıyla birlikte kovan içine taşınabilirler, nektar ve polende bulunan ağır metaller de beslenme yoluyla arılar tarafından alınmaktadır (Ruschioni et al., 2013). Tüm araştırmalar sonucunda, bal arısının diğer kovan ürünlerine göre çok daha iyi ve etkili indikatör olduğu ispatlanmıştır. 2012 yılında Zhelyazkova'nın yaptığı araştırmada işçi arıların tüm vücutları ve dışkılarında ayrı ayrı bakır, çinko, kurşun, kadmiyum, kobalt, nikel, magnezyum ve demir içeriği bakımından incelenmiştir; sonuçlar, incelenen tüm ağır metallerin özellikle nikel, kadmiyum, kobalt ve kurşunun en fazla arıların dışkısında biriktiklerini ve arı vücudunun dışkıya göre daha az ağır metal içerdiğini açıklamaktadır. Bir başka araştırmada kurşun, nikel ve krom kalıntıları arı vücudunda ve vücudunun tüylü kısmında incelenmiştir; sonuçlar nikel ve kromun vücut dışında, içine göre daha fazla depolandığını ve kurşunun vücut içinde daha fazla bulunduğunu göstermektedir (Porrini et al., 2003). Bal arısının vücut dokuları üzerinde yapılan çalışmalarda, incelenen ağır metallerin hepsinin vücutta bulunmasının yanısıra kadmiyum ve kurşunun özel bir şekilde arının bağırsağında ve demirin yağ dokularında toplandığı gösterilmiştir ve bu doğrultuda bir çok bilim adamı arının bu ağır metaller konusunda bir süzgeç görevi yaptığında hem fikirdir (Al-Naggar et al., 2010).

### **3.3.3. Bal arısı ve polisiklik aromatik hidro karbonların denetimi**

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAHs) iki ya daha fazla karbon halkalarından oluşan en büyük organik bileşikler grubudur, varlıkları çevre ve gıda kirliliklerine sebep olmaktadır. PAH bileşikleri doğal süreçler yada beşeri faaliyetler sonucu üretilmektedirler; organik maddelerin yanmasından ve sanayi faaliyetlerden oluşan en yaygın çevre kirleticilerindendirler. Bal arıları besin arama uçuşlarında atmosferde bulunan PAH'lara maruz kalıyorlar; tüylü vücutları, onların bu maddelerle kirlenmelerinde en büyük etkendir, diğer taraftan, polenin yağ içeriği yüksek olduğu için PAH'ları absorbe etme özelliğine sahiptir

ve arılar poleni besin olarak kullandıklarında PAH bileşiklerini vücutlarına almış bulunuyorlar. Literatürlerde, arıların PAH denetiminde etkin biyoindikatör oldukları gösterilmektedir, hatta kovanlar kirlilik kaynağına göre uzak bir alanda konumlanmış olsalar bile yine PAH'ların denetimi için güvenilir indikatörler olabildikleri belirlenmiştir. Bazen propolis yerine aldıkları yol katranı gibi petrol ürünleri arılarda bulunan PAH kirliliğinin sebeplerinden olabilir (Lambert et al., 2012).

#### **3.3.4. Bal arıları ve radyonüklitlerin denetimi**

Bal arısı ve arı ürünlerinden radyonüklitler denetiminde yararlanmak 1950'lerin son yıllarına dayanıyor, bu konuda yapılmış olan fazla literatür bilgisi bulunmamaktadır ama yapılan sınırlı çalışmalarda bal arısı ve özellikle arı ürünlerinden olan polenin radyonüklitlerin denetiminde etkin indikatör olduğu kanıtlanmıştır (Porrini et al., 2003).

## **4. PROPOLİS VE ÇEVRESEL İZLEME**

### **4.1 Propolisin Tanımı**

Propolis, çam, meşe, huş, okaliptüs, kavak, kestane vb. gibi ağaçlar ve bazı otsu bitkilerin tomurcuk, yaprak ve benzeri kısımlarından arılar tarafından toplanan ve mumla karıştırılarak kovan içerisinde bir çok amaca yönelik olarak kullanılan bir arı ürünüdür.

### **4.2. Propolisin Fiziksel Özellikleri**

Propolis zambak gibi yapışkan, reçinemsi, kokulu ve renkli bir maddedir. Propolisin rengi sarıdan koyu kahverengine kadar, bitki kaynağına bağlı olarak değişmektedir. Genelde 10°C'nin altında sert ve kırılabilir, 15-25°C arasında mum gibi, 30-40°C'da yumuşak ve yapışkan ve 80°C'da erimektedir.

### **4.3. Propolisin Kimyasal Bileşimi**

Propolisin makro bileşenlerinin miktarı coğrafi özelliklere ve kimyasal bileşenleri ise coğrafi faktörlere, bitki türüne, toplandığı mevsime ve arı türüne bağlıdır ama genel olarak içinde 50-55% reçine, 30-40% mum, 10% esansiyel yağlar, 5% polen ve 5% organik bileşikler ve mineraller bulunmaktadır (Alvarez et al., 2011). Propoliste Flavonoidler, Krizin, Apigenin, Acacetin, Quercetin, Kaempferide, Kaemperol-7,4'-dimethyl ether, Ermanin, Golangin, Pinochembrin, Pinobanksin, Pinobanksin-3-acetate, Pinostrobin, 3',4'-dihydroxy flavanoids, Flavan-3-ols, Pectolona ringenin, Luteolin, 3,4-dimethyl ether-luteolin, Artepillin, Eriodictyol, Pinosylvin, Ferulic asit, Isoferulic asit, Benzoik asit, Cinnamic asit, Isopentyl ferulate, P-coumaric asit benzyl ester, Caffeic asit, Prenyl caffeate, 3-methyl-but-2-enyl caffeate, Caffeic asit phenetyl ester, Methyl caffeate, Diterpenoid-clerodan ve Eterik yağlar gibi kimyasal maddeler bulunmaktadır. Propoliste bulunan mineraller ise bitki kaynağına ve toprak örtüsüne bağlıdır ve aynı zamanda çevre koşullarından etkilenerek (hava, su ve toprak kirliliği), değişebilmektedir (Finger et al., 2014).

### **4.4. Propolisin Kullanım Alanları**

Arılar, propolisi kovan iç yüzeyinin kaplanması, yarık ve çatlakların kapatılması, petek kenarlarının sertleştirilip onarılması, yaz sonunda çerçevelerin

bağlanması, kovan giriş deliğinin kolaylıkla savunacakları duruma getirilmesi, petek gözlerinin ana arı yumurtlamadan önce temizlenip cilalanmasını sağlamak amacıyla kullanılmaktadırlar. Kovana giren büyük düşmanlarını öldürdükten sonra dışarı atamadıkları için propolisle mumyalamaya çalışırlar. Propolisin anti bakteriyel ve anti fungal etkileri olduğu için koloniyi hastalıklara karşı korumaktadır. Ayrıca propolis kovan içi nemi de belli bir düzeyde tutma özelliğine sahiptir.

Propoliste flavonoidler en önemli biyoaktif bileşimler olarak bulunmaktadır; flavonoidler antioksidan ve antimikrop özellikleri taşımaktadırlar. Ayrıca bu ürün anti bakteri, anti fungus, anti virüs özelliklerine sahiptir ve bu nedenle tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır. Green ve Romans, propolisin cilt absesi üzerinde iyileştirici etkisi olduğunu açıklamışlardır (Stancio and Mititelu, 2004). Yapılmış olan testlerin sonucunda çeşitli propolis özlerinin farklı miktarlarda organizmaların kontrolü üzerinde pozitif etki yaratabildiğine saptanılmıştır. Dokularda yenilendirici ve onarıcı etkisi olduğu için dermatoloji ve kozmetik ürünlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Stancio and Mititelu, 2004; Sales et al., 2006). Gıda sektöründe dondurulmuş etlerin daha uzun süre korunması için katkı madde olarak kullanılmaktadır ayrıca propolisin tavuk yemine eklenerek kilo artışını 20% arttırabildiği bilinmektedir (Stancio and Mititelu, 2004).

#### **4.5. Propolisin Çevre Kirliliği Denetiminde İndikatör Rolü**

Çevresel kirliliğin propolis üzerinde etkisini incelemiş olan pek fazla literatür bulunmamaktadır. Propolisin bileşenleri, bitki türü ve toprak kaynağının kalitesinden etkilenmektedir. Propolisin önemli bileşenlerinden olan flavonoidlerde, kimyasal reaksiyonlarda katalitik bileşikler olan bazı metalleri absorbe etmek özelliği bulunmaktadır. Aynı özellikle flavonoidler, demir, bakır ve propolisin en önemli kirleticilerinden olan kurşunun propoliste bulunmasının en büyük nedenidir. Atmosfer kirliliği ve propolisin hasatı için uygulanan yöntemler, propolisin kurşun ve diğer ağır metal içeriğinin kaynakları olarak kabul edilmektedir (Sales et al., 2006).

## **5. BİTKİLER VE ÇEVRESEL İZLEME**

### **5.1. Bitkilerin Genel Ekolojik Özellikleri**

Bu güne kadar dünyada yaklaşık 350,000 tür bitki tanınmıştır. Bitkiler kendi aralarında çeşitlilik ve farklılıklar göstermelerine karşılık, ortak özelliklere de sahiptirler:

- 1) Güneş enerjisini alıp kimyasal enerjiye dönüştürüp bu enerjiyi karbohidratların üretiminde kullanıyorlar.
- 2) Hareket kabiliyetleri yoktur ama ışık, su ve besin almak için kaynağa doğru gelişebilme özelliğine sahiptirler.
- 3) Yer çekimine karşı dayanıklı yapıya sahiptirler.
- 4) Her zaman buharlaşarak dokularda su kaybı yaşanmasına rağmen kurumaya karşı savunma mekanizmalarına sahiptirler.
- 5) Su ve besin elementlerini topraktan alıp diğer dokulara taşıyabilmek için özel mekanizmalara sahiptirler.

### **5.2. Bitkilerin Yapısı**

Bitkilerin toprak altı bölümü kök sistemi, toprak üstü bölümü ise sürgün sistemi olarak adlandırılmaktadır. Kök, gövde ve yaprak temel bitki organlarıdır. Kökler bitkilerde çeşitli görevler yapmaktadırlar. Bitkinin toprağa bağlanması, su ve mineral maddelerin alınması, besin maddelerinin depolanması, hormonların ve bazı kimyasal bileşiklerin sentezlenmesi, gövdenin desteklenmesi ve oksijen alınması bunlardan bazılarıdır. Gövde, tomurcukları, yaprakları, çiçekleri ve meyveleri taşımak, bitkide boy, yüzey alanı ve kütle artışına olanak sağlamak, yapraklarla kökler arasında su, mineral ve organik bileşiklerin taşınmasını sağlamak şeklinde görevler yapmaktadır, ayrıca bazı gövdeler besin depolayabilir veya fotosentetik organ gibi çalışabilir. Yapraklar başlıca fotosentez organlarıdır. Bu organ ayrıca gaz alışverişinin ve terlemenin yapıldığı yerdir. Yapraklar bunlara ilave olarak değişik bitkilerde böcekleri kendine cezbetmek, besin ve su depolamak, bitkiyi hayvanlardan korumak ve böcek yakalamak gibi birçok görevi gerçekleştirebilir.

### **5.3. Bitkilerde Su Ve Minerallerin Taşınması**

Bitkiler topraktaki su ve suda çözülmüş mineralleri emici tüyleri ile alır; bunlar, ksileme ulaştıktan sonra bitkinin yaprak ve gövdesine taşınır. Su ve minerallerin ksilemde taşınmasında kök basıncı, kılcallık, terleme-çekim, kohezyon vb. kuvvetleri etkilidir. Ksilemde taşıma tek yönlüdür.

Yapraklarda üretilen organik ürünlerin diğer organlara taşınması ve kökte üretilen amino asitlerin bitkinin üst yapılarına taşınması floemlerle gerçekleşmektedir. Floemde taşıma çift yönlüdür ve ksileme göre taşıma daha yavaş gerçekleşir. Floem hücreleri canlı olduklarında, aktif taşıma ve difüzyonla taşıma görülebilir. Taşıma floem hücrelerindeki sıvı basıncı farklılığına dayanır ve bu olay basınç-akış teorisi ile açıklanır.

#### **5.4.Bitkiler Ve Ağır Metallerin İlişkisi**

Metaller diğer organizmalarda olduğu gibi bitkilerde de fizyolojik sistemlerinde sahip oldukları rollerden dolayı önem taşımaktadırlar, onları yaşam için vazgeçilmez yapan özellikler aynı zamanda çok fazla dozda mevcut oldukları durumda toksik etki yaratmalarına da sebep olmaktadır. Ağır metallein bitkiler üzerinde etkisi toprak tipine, bitki türüne ve ağır metal türüne bağlıdır. Toprağın pH'sı ilkbaharda yüksek ve son baharda en düşük miktarındadır. Sonbaharda toprak asitliğinin yüksek olması o dönemde bitkilerin toprağa asit bırakmaları nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Toprakta ve dolayısıyla bitkide ilkbahar mevsiminde düşük ağır metal seviyesi gözlemlenmiştir (Buszewski et al., 2000).

Ağır metallerin serbest oksijen üretme güçleri organizmalar için en büyük tehdittir. Ağır metallerin bazıları (demir, manganez, molibden, bakır, çinko ve nikel) enzim ve protein yapısında buldukları için bitkilerin doğal gelişimi için önemlidirler; gümüş, altın ve alüminyum bitkilerin gelişimlerini tetikledikleri bilinmektedir ama gerekli elementlerden değildirler; bitkilerin arsenik, kadmiyum, krom, civa ve kurşun gibi yaşamları için gerekli olmayan hatta toksik etkiye sahip olan elementleri de topraktan almaları bir gerçektir (Peralta-Videa et al., 2009). Toprakta bulunan ağır metal, bitkiler tarafından alınarak insanların ve hayvanların besin zincirine girmektedir. Hem gerekli metaller hem gerekli olmayanların yüksek dozda bulunmaları, bitkinin gelişmesinde negatif etkiler yaratabilmektedir. Ağır metaller bazı işlevleri engelleyerek, enzimleri etkisiz hale getirerek, normal fizyolojik mekanizmaları engelleyerek veya başka elementlerle yer değiştirerek fizyolojik süreçlerde sorun yaratmaktadırlar. Ağır metallerin



sebepler oldukları en yaygın sorunlardan biri reaktif oksijen üretimidir; reaktif oksijenin artışı hücrelerde oksidatif strese sebep olup, yağ peroksidasyonu, biyolojik makromoleküllerin bozulması, hücre membranlarının sökülmesi ve tahrip olması, iyon sızıntısı ve DNA parçalanması gibi negatif durumlara sebebiyet verebilmektedir (Zitka et al., 2013). Kloroz, bitkinin zayıf yetişmesi, veriminin azalması, daha az besin alması, metabolizmasının bozulması ve baklagiller familyasına ait bitkilerde azot moleküllerini sabitleme özelliğinde azalma, ağır metallerin etkisi altında kalan bitkilerde görülmüştür. Ağır metallerin bitkiler tarafından topraktan alınmaları durumunda bu ağır metaller sitoplazmada serbest iyonik formlardan çıkartılarak toksisite özellikleri azalmaktadır. Bazı bitkiler, ağır metallerin varlığından etkilenirken bazı bitkiler hiç tepki göstermeden ağır metalleri kendi bünyelerinde depolayabilmektedirler.

Genellikle Mn, Zn, Cd, B, Mo ve Se, bitkilerin sürgünlerinden çok hızlı alınıp bitkide hareket edebiliyorlar Ama toprakta demirin bulunması kadmiyumun alınmasını azaltır, Ni, Co, Cu'ın bitkiler tarafından alınmaları ve hareketleri orta hızla yapılmaktadır, Cr, Pb ve Hg en düşük hızla hareket edebilirler. Kurşun kökün üzerinde olan musilaj üronik asitte olan karboksilik grubuna bağlanır ama hala nasıl kökten alındığı bilinmemektedir ve bitkinin gelişiminde ve klorofil sentezinde negatif etki yaratmaktadır. Bitkiye alınan kurşunun büyük kısmı köklerde birikir ama bir kısmında kalsiyum kanallarından bitkinin diğer kısımlarına taşınır. Arsenik toksik etkisi yüksek olan ağır metallere dendir, hareketliliği ve kullanılabilirliği kimyasal formuna bağlıdır. İnorganik Ar (III)'ün taşınma ve hareket kabiliyeti çok azdır ama toksik etkisi fazladır, arsenikin bu formu enzim ve proteinlerde bulunan sulfor gruplarına bağlanır; Ar (III)'ün metilasyon yoluyla toksik etkisi azaltılmaktadır. As (V)'in toksik etkisi daha azdır ama amino ve nitrojen gruplarına bağlanır. As (V) en çok toprakta ve dolayısıyla bitkilerde bulunan arsenik formudur. Arsenikin topraktan alınması, toprağın pH'sına bağlıdır. Düşük pH'da demirle ve yüksek PH'da kalsiyumle birleşir, ayrıca toprakta demir ve mangan oksitlerinin bulunması, arsenikin kullanılabilirliğini arttırmaktadır. Arsenik, fosfatla olan kimyasal benzerliğinden dolayı, fosfatla rekabet eder, kökten alınır ve bitkide ATP sentezine girer. Bitkide arsenikin detoks işlemi onun kökten alınıp bitkinin diğer dokularına taşınması ile başlar ve As (V), Ar (III)'e yada DMA ve MMA gibi daha az toksik maddelere dönüşür (Peralta-Videa et al., 2009).

Ağır metalleri topraktan alıp kendi bünyesinde tutma kabiliyetine sahip olan bitkilerde toplanan ağır metal yoğunluğu toprakta bulunan miktardan fazla olabilir (akümülatif bitkilerle). Akümülatif bitkiler ile ilgili, toprakta bulunan ağır metal konsantrasyonuna karşı her accumulate bitki türünün absorpsiyon kabiliyeti, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, bitkinin aldığı ağır metalin özellikleri, ağır metallerin bitki tarafından alınıp depolanmasında fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler mekanizmalar ve metal birikiminin biyolojik ve evrimsel önemi gibi bazı faktörlere dikkat etmek gerekmektedir.

Ağır metallere karşı dayanıklı olan yaklaşık 400 tür bitki doğal çevrede tanınmıştır, bu bitkilerin gelişme hızı düşüktür ve daha az biyokütle verimine sahiptirler. Kültür bitkiler, biyokütle verimleri maksimum düzeyine ulaştığı zaman hareket arttırıcı ajanların çoğalmasi ile topraktan fazla ağır metal alabilmektedirler. Her bitki türü bir takım özel metala karşı dayanıklıdır; henüz tüm ağır metalleri barındırabilen bitki bulunmamıştır (Zitka et al., 2013).

### **5.5. Bitki Ve Biyoizleme**

Bitkiler direkt toprak ve hava kirliliğinden etkilendikleri için pasif indikatörler olarak kullanılmaktadırlar. Ağır metalleri topraktan alıp kendi bünyesinde tutan bitkiler çevresel problemler için indikatör olarak kullanılmaktadırlar. Organik ve inorganik kirlilikler, atmosferde taşınarak yağ ve kuru çökürtücülerde çökme ile bitkilerde birikebilirler. Bitkiler yapraklarında bulunan deliklerin yardımıyla havadan direkt ağır metal ve PAH bileşiklerini absorbe edebilirler bu nedenle çevresel kirliliğin, özellikle kirletici emisyon kaynaklarına yakın bölgelerde göstergesi olabilirler. Yapılan araştırmalar sanayi bölgelerde bulunan bitkilerde yüksek miktarda PAH ve ağır metal birikimi olduğunu göstermektedir.

Toprakta bulunan toksik maddelerin araştırmasında 3 şekilde bitkilerden yararlanmak mümkündür: 1) Özel bir alanda hangi bitkinin olup olmadığı bazı çevresel koşulların göstergesi olabilir (indikatör bitkiler). 2) Bitkilerin farklı dokularında toksik maddelerin ölçülmesi o maddelerin çevrede var olduklarının göstergesi olabilir (akümülatif biyoindikatörler). 3) Hassas indikatörlerin var olan çevre koşullarına gösterdikleri tepkinin (biyomarkerler) incelenmesi çevresel izlemede yardımcı olabilir (Buszewski et al., 2000).

Kozalaklı ağaçlar, epikütiküllerinde bulunan waks örtüsünden dolayı, geniş dağılımları ve rahat tanınmaları nedeniyle atmosferik kirlilikler için uygun indikatör olabilirler. Çam ve ladin iğneleri, yosun ve otlar çevresel indikatörler olarak yaygın şekilde kullanılmaktadırlar; okaliptus, yapraklarının geometri ve epidermal özelliklerine göre hem organik ve hem inorganik bileşikleri absorbe edip biriktirebilir, bu sebeple çevresel denetimlerde yer almaktadır.

## 6. AĞIR METALLER

Ağır metal tanımı fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm<sup>3</sup>'ten daha yüksek olan metaller için kullanılmaktadır. Bu gruba Kurşun, Kadmiyum, Krom, Demir, Kobalt, Bakır, Nikel, Civa ve Çinko olmak üzere 60' tan fazla metal dahildir.

### 6.1 Ağır Metallerin Doğada Bulunuşu Ve Yayılımı

Her gün yüzlerce kirlenici doğaya deşarj edilmektedir, yaşamı tehdit eden kirlenicilerin en önemlileri; petrol, yağ, klorlu hidrokarbonlar, radyoaktif atıklar, sentetik deterjanlar, pestisitler, yapay ve doğal tarımsal gübreler, ağır metaller, bakteri ve virüs gibi hastalık yapıcı canlılardır. Bu kirlenicilerin içinde yer alan ağır metallere alıcı ortamların en ciddi kirlenicileri gözüyle bakmak gerekmektedir, çünkü ağır metaller bir çok faaliyet sonucu ortaya çıkıp çevrede yayılıp birikme özelliğine ve en düşük dozda bile toksik etkiye sahiptirler. Demir ve bakır gibi bazı ağır metaller canlıların yaşam döngülerinde önemli role sahiptirler ama bazıları ise canlılar için hiç bir fizyolojik yararları yoktur hatta kurşun ve civa gibi en düşük dozda bile toksik etki yaratmaktadırlar ayrıca canlılar için gerekli olan metallerin yüksek dozda bulunmaları toksik etki yaratabilmektedir (McCally, 2002). Ağır metallerin çevreye yayılımında etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler, çimento üretimi, demir çelik sanayisi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir. Farklı yollardan ağır metallere maruz kalınabilir, bazen ağır metaller toz ve duman şeklinde (kurşunlu benzinlerin yakılması sonucu ortaya çıkan kurşun oksitleri gibi), bazen buhar şeklinde (floresan lambaların üretiminde buharlaşan civa gibi) solunum sistemi ile alınır, bazen beslenme yoluyla da vücuda alınabilir. Canlıların vücutlarına alınan ağır metaller hemen doku ve organlarda yayılıp karaciğer, böbrekler ve diğer dokularda birikmektedir (Mc Cally, 2002).

### 6.2. Ağır Metallerin Çevre Sağlığı Üzerinde Etkileri

Metallerin ekolojik sistemde ve özellikle insan vücudunda yarattıkları etkiler, oldukça önemlidir.

Kurşun (Pb) : Kurşun insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal olmak özelliğini taşımaktadır. Kurşun yıllarca sıhhi tesisat, gıda

konserva kutuları, lehimleme, boya, seramik ve bir çok daha kullanım alanına göre madenlerden çıkartılmıştır, özellikle 1923 yılında kurşunlu benzinlerin üretilmesi başladıktan sonra kurşun kirliliği büyük bir artış göstermiştir. Yaklaşık yıllık 5.4 milyon ton kurşun dünya çapında üretilmektedir ve bu miktar her sene artmaktadır. Kurşun kirliliği yüksek toksik etkisinden dolayı insan ve çevre sağlığı alanında yapılan araştırmalarda dikkate alınmaktadır. İnsanlar maruz kaldıkları kurşunun dozuna göre konvülsiyon, koma, böbrek yetmezliği ve ölüm riskleri ile karşılaşabilmektedirler, özellikle çocuklar ve hamile kadınlar kurşun kirliliğinden en çok etkilenen gruplardır (McCally, 2002).

Civa (Hg) : Metal civa (Hg), termometrelerde, diş amalgamlarında, ve bazı pillerde kullanılmaktadır. Metal civa normal şartlarda sıvı şeklindedir ve bu şekilde yenilmesi vücutta absorbe olmadığı için toksik etkisi bulunmamaktadır ama buhar formuna dönüşünce hemen akciğer tarafından absorbe olup zararlı etkiler yaratmaktadır. Civa kirliliği her geçen gün artmaktadır; Civanın atmosferde dağılımı en çok atıkların yakılması ve ilaç endüstrisinden oluşmaktadır. Civa insanlarda solunum ve nörolojik sistemlere zarar vermektedir, hamile bayanların beslenme yoluyla civaya maruz kalmaları, çocukların zihinsel geriliklerine yol açmaktadır (McCally, 2002).

Arsenik (As) : Çevrede bulunan arsenik doğal veya beşeri kaynaklı olabilir. Döküm sanayilerinde, mikroelektronik sanayilerinde, ahşap koruyucu maddelerde, pestisitlerde, herbisitlerde, mantar ilaçlarında ve boyalarda arsenik kullanılmaktadır ayrıca fosil yakıtların yakılması sonucunda da arsenik çevreye salınmaktadır. Arsenikin toksik etkisi değerine (zero-valent, trivalent, or pentavalent), organik veya inorganik olmasına ve absorbe olmasına yardımcı olan faktörlere bağlıdır. Arsenik vücuda alındığı zaman akciğer, karaciğer, böbrek ve dalakta birikir ama en uzun süre cilt, saç ve tırnak gibi keratin bakımından zengin olan dokularda birikmektedir. Cilt'te pigmentasyon artışı, eller ve ayaklarda güçsüzlük hissi, diyabet, damarların zarar görmesi sonucu kangren, kanser ve bir çok sağlık sorunu arsenik zehirlenmesinden kaynaklanmaktadır (McCally, 2002).

Kadmiyum (Cd) : Kadmiyumun doğada tek başına bulunduğu mineralı yoktur. Kadmiyum metal kaplamalarda, plastik ve bazı pillerde bulunmaktadır. Genellikle beslenme yoluyla ve en çok tahıl, hububat ve yapraklı sebzeleri tüketerek vücuda alınır, ayrıca plastik ve nikel-kadmiyum içeren pillerin atık olarak yakılmaları ve sigara dumanı atmosferde oluşan kadmiyum kirliliğine

maruz kalmanın sebeplerindedir. Yüksek dozda kadmiyuma maruz kalmak, böbreklere ve akciğere zarar verip solunum sorunları, testiküler dejenerasyonu ve prostat kanserine yol açmaktadır (McCally, 2002).

**Krom (Cr) :** Krom içeren minerallerin endüstriyel oksidasyonu, fosil yakıtlar, ağaç ve kağıt ürünlerinin yakılması neticesinde doğada altı değerlikli krom oluşmaktadır. Okside krom havada ve saf suda nispeten kararlı iken ekosistemdeki organik yapılarda, toprakta ve suda üç değerliğe geri redüklenir. Kromun kayalardan ve topraktan suya, ekosisteme, havaya ve tekrar toprağa dönmek üzere doğal bir döngüsü vardır, ancak yılda yaklaşık olarak 6700 ton krom bu çevrimden ayrılarak denize akar ve okyanus tabanında çöker. Laboratuvar denemelerinde kromun kanserojen özelliği tespit edilmiştir ve kanserojen etkisi özellikle bronş sisteminde etkindir.

**Bakır (Cu) :** Doğada 200'den fazla bakır minerali bulunmakla beraber sadece 20 tanesi bakır cevheri olarak endüstriyel öneme sahiptir. Bakırın bitkiler ve canlılar üzerindeki etkisi, kimyasal formuna ve canlının büyüklüğüne göre değişir; küçük ve basit yapılı canlılar için zehir özelliği gösterirken büyük canlılar için temel yapı bileşenidir, bu nedenle bakır ve bileşikleri fungusit, biyosit, anti bakteriyel madde ve böcek zehri olarak tarım zararlılarına ve yumuşakçalara karşı yaygın olarak kullanılmaktadır. Pestisitlerde yer alan bakır iyonları sağlık açısından çok tehlikelidirler; az miktarda bakır iyonunun alınması vücudun bakır dengesini bozup, enzim aktivitesini engellemektedir ve karaciğer, beyin ve böbreklerin normal çalışmasını bozmaktadır, ayrıca bakır iyonu bitkilerde uzun süre kalabilir.

**Kobalt (Co) :** Yeryüzünde 25 mg/ton ortalama ile kobalt en az sıklıkla bulunan elementler grubundadır. Kobalt ve kobalt bileşiklerinin insanlarda kansere neden olduklarına dair henüz kesin bulgular olmamasına rağmen, kobalt bileşikleri risk teşkil etmektedirler.

**Nikel (Ni) :** Nikelin organik formu, inorganik formundan daha zehirleyicidir, deriyi tahriş etmesinin yanında kalp damar sistemi için çok zararlıdır ve kanserojen bir metaldir. Zararlı etkilerine rağmen nikel ve tuzlarıyla zehirlenme nadir rastlanan bir vakadır. Nikelin toksikolojik etkileri temel olarak 3 grupta incelenebilmektedir, bunlar; (1) Kanserojen etkiler, (2) Solunum sisteminde yarattığı etkiler, (3) Dermatolojik (alerjik) etkiler.

Çinko (Zn) : Çinko metalı ve birçok bileşigi diğer ağır metallerle karşılaştırıldıklarında düşük zehirlilik etkisi göstermektedirler. Çinko tuzlarının toksikliği çinkodan daha fazla, yapısında bulunan bileşigin anyonik kısmının toksikliğine bağlıdır.

Alüminyum(Al) : Alüminyumun insan ve çevre sağlığı üzerinde negatif etkileri, artan yoğunluğuyla birlikte her geçen gün artmaktadır; özellikle yiyecekler için kullanılan alüminyum kaplar ve bu metali içeren deodorantların kullanımı alüminyuma maruz kalmanın en yaygın yollarındandır. Beyin disfonksiyonu ve alzheimer alüminyum kirliliğinin sebep olduğu en yaygın sağlık problemleri olarak bilinmektedir (McCally, 2002).

## 7. PROJENİN YÜRÜTÜLDÜĞÜ BÖLGENİN TANITIMI

### 7.1. Aliğa İlçesinin Tarihçesi

Aliğa, tarih boyunca insanlık tarihinin en önemli uygarlıklarının kurulduğu Aiolis bölgesinde kurulmuştur. Aiolis kentlerinden Kyme ve Myrina, günümüzde Aliğa ilçe sınırları içinde yer almaktadır. Aliğa, osmanlı döneminde bir çiftlik halindeyken süreç içinde küçük bir köye, cumhuriyet döneminde 1937'den itibaren bir balıkçı bucağına dönüşmüştür. Aliğa, 1960'lı yıllarda hayata geçirilen 1. beş yıllık kalkınma planı uyarınca sanayileşme için uygun yer olarak seçilmiş ve bu tarihten itibaren sanayi kimliği ile öne çıkmaya başlamıştır; bu yıllara kadar Menemen'e bağlıyken, 1982 yılında ilçe statüsüne kavuşmuştur.

### 7.2. Aliğa İlçesinin Coğrafik Konumu

İzmir kentinin ilçelerinden olan Aliğa, Ege Denizi'nin kıyısında yer almaktadır. İlçe, Güney Doğusunda Dumanlı Dağı ve Kuzey Doğusuna düşen Yunt Dağı ile çevrelenmiş olup, Batısında Ege Deniz'i bulunmaktadır. İlçe, 38 derece 56 Kuzey, 37 derece Güney enlemleri ile 26 derece 53 dakika Batı, 27 derece 10 dakika Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Aliğa, uygulanan imar planları ve konut politikalarından dolayı, önceleri Kuzey-Güney yönünde genişlerken, son yıllarda Doğu yönünde genişlemeye başlamıştır; yeni konut alanları bu yönde konumlanmaktadır. Aliğa'nın yüzölçümü 412,5 km<sup>2</sup>'dir (TMMOB İzmir İKK Aliğa Bölgesi Değerlendirme Raporu-1, 2012)

### 7.3. Aliğa İlçesinin İklimi

İlçeye ılıman Akdeniz iklimi hakimdir, kışlar genellikle yağmurlu geçerken, yaz mevsimleri kuraktır. Kışın, Kuzey rüzgarları hakimdir, yazın ise Batıdan esen İmbat ilçeye serinlik getirir. Yazları ortalama sıcaklık 24-27 derece arasındadır, gündüzleri bu sıcaklığın 35 dereceyi geçtiği görülmektedir. Kış aylarının sıcaklık ortalaması 7 °C dir. Aliğa'da en soğuk ay Ocak ayıdır, <http://www.izmirkulturturizm.gov.tr/TR,77438/aliaga.html>, (Erişim tarihi: 1 Mayıs 2014)

### 7.4. Aliğa İlçesinin Doğal Varlıkları



Akarsu: Güzelhisar Çayı ilçe sınırları içinde akan tek çaydır. Yunt Dağlarından doğup, yaz-kış kurumadan akmaktadır; çevresindeki ovalarda yetişen ürünleri sulamada kullanılır ve üzerinde Güzelhisar Barajı bulunmaktadır.

Bitki Örtüsü: Aliğa, tipik Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Yüzyıllardır aşırı otlatma, yangın ve tarla açma nedeni ile ormanlar hemen hemen yok denecek kadar azalmıştır; ormanların yerini, ardıç, pırnal, sakız, akçakesme, katır tırnağı, tesbih gibi maki türü bitkiler almıştır, yalnız Bozköy yakınlarında 9500 dönüm kızılçam ormanlığı vardır. Samurlu ve Güzelhisar Köyleri arasındaki kızılçam ormanı oluşum halindedir.

Dağlar ve Ovalar: Dağ sıraları birbirine koşut ve kıyıya dik bir takım çöküntü çukurları arasında kalmış horst bölgeleri vardır. Bakırçay Ovasının daha Güneyinde bulunan Yunt Dağları Aliğa'nın Kuzeyine dayanır, Güneyinde ise yüksekliği 1098 metreyi bulan Dumanlı Dağı bulunmaktadır. Bunların dışında Karahasan Dağı (423), Dedetaşı Dağı (341), Ardış Tepe (334), Akademik Dağı (497), Halkalı Tepe (789), Sıyırdım Dağı (610) ve Karagöl Tepe gibi dağ ve tepeler de bulunmaktadır.

Gediz Nehrinin Kuzeyinde birinci derece tarım bölgesi olan Helvacı Ovası bulunmaktadır. Güzelhisar Çayı Ovası tarım yapılan ikinci verimli alandır.

Güzelhisar Barajı: Petkim ile diğer Sanayi tesislerinin su ihtiyacını sağlamak amacıyla Petkim tarafından inşaat montajı yapılmış olup, işletme hakkı D.S.İ.'de olan temel su kaynağıdır. 1981 yılında işletmeye açılmış olup, 158 milyon m<sup>3</sup> hacimlidir. Güzelhisar Barajı'ndan, içme, kullanma ve sanayi suyu sağlanmaktadır, <http://www.izmirkulturturizm.gov.tr>, (Erişim tarihi: 1 Mayıs 2014).

### **7.5. Aliğa İlçesinin Sanayisi**

Aliğa ilçesi 1960 yılına kadar ekonomisini tarım ağırlıklı sürdürmekte-yken; 1961 Anayasası uyarınca, "Ağır Sanayi Bölgesi" olarak kabul edilmiş ve sonucunda 1970'lerden itibaren sanayi yoğunluklu ekonomiye dayalı bir süreç başlatılmıştır. Petrokimya sanayisinin kurulması ile 15-20 yıl gibi kısa bir süre içerisinde bir sanayi kentine dönüşmüştür. Özel şirketler de 1970'li yılların sonuna doğru bölgede fabrikalar kurmaya başlamış ve 1980'lerde Çukurova, İzmir Demir Çelik, Ege Metal, Çebitaş, Habaş gibi özel demir-çelik fabrikaları işletmeye açılmıştır, Makine Kimya Kurumu'na ait döküm tesisleri ve hurda

işletmesi, Petrol Ofisi ile çok sayıda özel dolun tesisleri ve iki adet gaz tribünün kurulmasıyla, Aliğa sanayi merkezi olmak sürecine, hızla devam etmiştir. Aliğa'da, 1530 MW'lık ENKA doğalgaz çevrim santrali, Aliğa organize sanayi bölgesi'nde kurulan 105 MW'lık Çakmaktepe doğalgaz çevrim santrali (34,5 MW'lık bölümü hizmete girmiş, santralin 2. etap bölümü devam etmektedir) ile PETKİM ve HABAŞ'ın kendilerine ait çevrim santralleri bulunmaktadır. Ege gaz sıvılaştırılmış doğalgaz (LNG) terminali de Aliğa'da kuruludur. ENKA doğalgaz çevrim santrali, Egegaz doğalgaz, depolama terminaline sadece 5 km uzaklıktadır.

### **7.6. Aliğa İlçesinin Çevresel Durumu**

Tüm bu gelişmelerin doğal sonucu olarak Aliğa bölgesi de plansız sanayileşmenin getirdiği çevre kirliliğinden payını almış ve bölgesel olarak çevresel kirlilik kapasitesi sınır değerlere ulaşmıştır. Ekonomik büyümenin yaşama getirdiği rahatlığın yanında çevreye olan baskısı da her geçen gün hızla artmaktadır. Bu gelişmelerin hem kırsal hem de kentsel alanlarda doğal kaynaklara (su, hava, toprak), bitki ve hayvan varlıklarına zarar verdiği görülmektedir. Aliğa'daki tesislerden atılan bazı zehirli organikler, önce havaya oradanda toprağa karışmaktadır. Bu şekilde havaya ve toprağa ulaşan PCB, PAH, ağır metaller ve bazı klorlu organiklerin bölge için verdiği zararlar çok fazladır. Prof. Dr. Gürdal Tuncel 2008 yılında, Aliğa'daki 55 nokta üzerinde çalıştıklarını, 40'a kadar uçucu organik bileşik tespit ettiklerini, bunların içinde kansere neden olan maddelerin de bulunduğunu belirtmiştir.

### **7.7 Karaburun İlçesinin Tarihçesi**

Karaburun adının nereden geldiği konusunda çok değişik görüşler ve varsayımlar mevcuttur; bir varsayıma göre, deniz yoluyla yarımada ilk varışta "Kömür Burnu" denilen mevkinin görülmesi nedeniyle, kayaların rengi esas alınarak "Karaburun" denildiği şeklindedir. Bir başka varsayım da eski Türk adlandırma usullerinde, Kuzey yönünün "Kara" ve Güney yönünün ise "Ak" olarak adlandırılması mantığına dayalıdır. Şimdiki ilçe merkezi eski haritalarda "Karaburun", Eşendere burnu ise "Akburun" olarak geçmektedir.

Karaburun yarımadasındaki insan yerleşiminin çok eski olduğu sanılmaktadır. Yarımada bazı yerleşimlerin Milattan 25-30 asır evvel yaşamış

bulunan Hititler tarafından başlatıldığı ve devrin en ileri kültür merkezi olduğu zaman zaman iddia edilmektedir.

### **7.8. Karaburun İlçesinin Coğrafik Konumu**

İzmir Körfezinin Batısında, Urla yarımadasının Kuzeye doğru uzanan parçasıdır. Güneyde Urla ilçesi, Batı ve Kuzeyde Ege Denizi, Doğusunda da İzmir Körfezi ile çevrilidir. Doğu, Batı ve Kuzeyi denizlerle çevrili olan, İzmir Körfezinin girişinde yer alan ve körfezin Güney kıyılarının büyük bir bölümünü oluşturan Karaburun Yarımadası, 36-38° Doğu boylamları arasında yer almakta olup, 415 km<sup>2</sup> yüz ölçümüne sahiptir. Deniz seviyesinden yüksekliği 50 metredir. Akdağ'ın Kuzey yamacında yer alan Karaburun kırsal nitelikli küçük bir balıkçı kasabası görünümü taşır ve il merkezi İzmir'e 109 km uzaklıktadır. Yarımada vadiler ve ovalar kalker ve andezitlerden oluşan dağlarla çevrilmiştir.

### **7.9. Karaburun İlçesinin İklimi**

Karaburun yarımadasının iklim koşulları Batı Anadolu'nun Ege kıyı kesiminin iklim koşullarına yaklaşık değerler göstermektedir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçen Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Genel olarak Karaburun yarımadasında sıcaklık dağılışına bakıldığında ortalama yıllık sıcaklık 17 °C dir. Son 5 yılın ortalamalarına göre yıllık yağış miktarı 650-750 mm, en düşük sıcaklık -2 °C ve en yüksek sıcaklık ise 35 °C dir. Karaburun'da iklimsel ve topografik özelliklerden dolayı Güney ve Kuzeydoğu rüzgarları hakimdir. Yıllık ortalama rüzgar hızı 3.6 m/sn dir.

### **7.10. Karaburun İlçesinin Doğal Özellikleri**

**Yükseklikler:** Urla yarımadasının Kuzey kesimini oluşturan Karaburun yöresi deniz kıyısından ani yükselen tepelere sahiptir. Eğimlerin %300'e yaklaştığı yarımada orta kesiminde Kuzey-Güney doğrultusunda Akdağ (1.218 m) bulunmaktadır. Bu dağlık kütle Güneye doğru hafifçe alçalarak Güneye kadar devam etmektedir. Kuzey'de 1200 metreyi geçen kütle Güneyde 700 metre civarında değişim gösterir. Kıran Dağ 662 m., Kaneli Dağ 665 m.ve Veli Dağ 602 metre yükseklikle bu yörenin en yüksek kısımlarını oluşturmaktadırlar.

**Yer altı zenginlikleri:** Yarımada'nın büyük bir bölümü litolojik yapı nedeni ile yer altı suyu bakımından zengin değildir. Karaburun Yarımada'sının Gülbahçe

köyünün 200 metre uzağında Gülbahçe ilçası bulunmaktadır, kaynayan suyun miktarı azdır ve sıcaklığıda 17,5°C dir. Litrede anyon ve katyon miktarı 42.9 gr dır. Yer altı kaynağı olarak ilçede civa madenleri de bulunmaktadır.

Akarsular ve dereler: Akdağ'dan kısa akışlı birkaç dere kaynaklanmaktadır. Daimi akışı olan iki akarsuyun birincisi Sazadin Deresi, yörenin Batı'sında Parlak köyün gerisindeki yamaçlardan doğmaktadır. Bu yörenin daimi akışı olan ve en büyük akarsuyu olarak bilinen Camiboğazı Deresi ise Harlık Dere, Değirmendere, Karan Deresi ve İris Gölünden beslenmektedir. Bozdağ, Pirenli Dağ ve Akdağ yakınlarından küçük dallar alan akarsu bu sahada sayısız küçük eğim kırıklarından çavlanlar yaparak akar. Birleşen bu küçük kollar tek akarsu halinde derin bir boğazla eski Karareis köyüne gelir.

Flora varlığı: Karaburun Yarımada'sının florasını tipik bir Akdeniz Bitki örtüsü oluşturmaktadır. Yüzlerce şifalı otu, onlarca çeşit kekik ve adaçayını, kır çiçeğini, Karaburun yarımadası bünyesinde barındırmaktadır. Karaburun Yarımada'sının bitki örtüsünü genellikle makiler oluşturur. Ormanlar bakımından fakirdir, yaklaşık 27.000 hektar kızılçam ormanı mevcuttur.

Bölgesel bazı değişiklikler göstermekle birlikte bitki örtüsünü oluşturan bitkiler çoğunlukla deliceler, kocayemiş, sandal, menengiç, kermez meşesi, tesbih, akça ağaç, sakız, laden gibi bitkilerdir. Şifalı otlar açısından oldukça zengin bir yapıya sahiptir. Yarımada da yetiştiği bilinen ve bugün fitoterapik değeri olan yaklaşık 47 tür şifalı ot vardır. Sütleşen, yarpız, gelincik otu, kantaron otu, kapari, kekik, kenger, sığırotu, ada soğanı, adaçayı bu tür bitkilere örneklerdir. Karaburun Yarımadası geçmişinde bağları ve zeytinlikleri ile tanınan bir yöre iken aradan geçen uzun zaman içinde bağ alanlarının miktarı oldukça azalmıştır.

Fauna varlığı: Yarımada'daki biyolojik çeşitlilik de dikkat çekmektedir. Bölgede 200'ün üzerinde kuş ve yaklaşık 380 bitki türü yaşamaktadır. Akdeniz foku (*Monachus monachus*) ve Avrasya su samurunun (*Lutra lutra*) bölgenin tehlike altında bulunan türleridirler <http://www.izmirkulturturizm.gov.tr> , (Erişim tarihi: 15 Temmuz 2014).

### **7.11. Karaburun'da bulunan madenler ve çevresel sorunları**

Karaburun ilçesinde üç tane civa madeni bulunmaktadır. Kalecik madeni yarımada nın Kuzeydoğusunda, Karareis ve Küçükbahçe madenleri ise yarımada nın Batısında bulunuyorlar. 1906-1970 yılları arası yaklaşık 700 ton civa

kalecik madeninden çıkartılmıştır. Maden çalışmaları sonucunda civa sızıntıları Karaburun bölgesinin yüzey sularına karışarak önemli çevresel sorunlara yol açmıştır, bu sorunlar sonucunda 1990'lı yıllarda maden işletmeleri kapanmıştır ama halen civa içerikli sızıntılar İzmir Körfezi'ne akmaya devam etmektedir ve akuatik ortamda fauna ve florayı olumsuz yönde etkilemektedir (Gemici ve Oyman, 2003).

## 8. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Tez çalışmasında incelenmiş olan bitki, propolis ve işçi arı ilişkisi ve çevresel kirlilik düzeylerinin kıyaslanması yeni bir çalışma olduğu için bu döngünün yer aldığı bir literatüre proje sırasında rastlanılmamıştır, bu nedenle bu ögelerin ayrı ayrı incelendikleri çalışmaların sonucu dikkate alınmıştır.

Conti and Botrè (2000), Roma kentinin 5 farklı noktasından kovan ürünü toplayarak balarısı ve ürünlerinin çevresel izlemede kullanılabilirliklerini incelemiştir; araştırma sonucu kovan ürünlerinin çevre kirliliği özellikle ağır metalleri yansıtmada başarılı olduklarını göstermiştir, aynı zamanda Fakhimzadeh (2000), Finlandiya’da yürüttüğü araştırmada bal, polen ve işçi arının indikatör gücünü karşılaştırarak, balın güvenilir indikatör olmadığını ama aynı zamanda bal arısının güçlü biyoindikatör olduğunu öne sürmüştür; başka bir çalışmada farklı çevre koşullarına sahip olan bölgelerde bal, propolis, arı mumu ve polende ağır metal analizleri yapılmıştır ve diğer araştırmalarla paralel sonuçlar elde edilmiştir (Farmicki et al. 2012). Lambert et al. (2012), işçi arı, bal ve polen üzerinde yaptığı çalışmada kovan ürünlerinin çevresel kirlilikleri yansıtılabildiklerini ve işçi arının çevresel izlemede güvenilir indikatör olduğunu vurgulamıştır. Bal arısının çevresel izlemede kullanılabilirliği, bir çok araştırma sonucunda ispatlanmıştır (Van der steen et al. 2011; Ruschioni et al. 2013).

Çevresel araştırmalarda bitkiler iki yönden önem taşımaktadırlar: 1) Biyoindikatör rolüne sahip olabilirler. 2) Topraktan ağır metal, radyoaktif ve diğer kirlleticileri alıp bünyelerinde depolama özelliğine sahip olup toprağı temizleyip kalitesini arttırabilirler. Tüm bitki türleri bu özelliklere sahip değildirler. Tez projesinin yürütüldüğü Aliğa bölgesinde propolis kaynağı olarak belirlenen bitki, çam ağacıdır. Çin’de yapılan bir araştırmada üç farklı endüstriyel bölgede çam ağacı üzerinde ağır metal ve PAH analizi yapılmıştır, bu çalışmada hem atmosferik ve hem topraktan alınan ağır metal ve PAH incelenmiştir ve sonuç olarak çam ağacının her iki yöndende çevresel araştırmalarda yer alabileceği gösterilmiştir (Sun et al. 2010). Rodriguez et al. (2012), okalıptus, çam ve kavak bitkilerinin ağır metal ve PAH içeriklerini alüminyum döküm tesisine yakın bölgede incelemiştir, incelenen faktörleri her üç bitki türünün de yansıtmalarına rağmen çam ağacının iğneleri en doğru sonuçları göstermiştir. Başka çalışmalarda

da aynı sonuçları elde ederek, am ağacı iğnelerinin atmosfer kirliliğinde iyi indikatör olduğunu ispatlamışlardır (Serbula et al. 2013).

## 9. MATERYAL VE YÖNTEM

### 9.1. Çalışmanın Yapıldığı Bölge Ve Örneklemeye

Bu tez çalışmasında İzmir kentinin Aliğa ilçesinin Bozköy köyünden, sanayi bölgeye yakın olan 10 kilometre kare içersinde 5 bal arısı kovanı yerleştirilerek kovanlardan işçi arı ve propolis örnekleri alınmıştır (1: 38°43'44.7"N 26°58'44.8"E, 2: 38°43'11.0"N 26°58'33.7"E, 3: 38°43'33.5"N 26°57'38.8"E, 4: 38°43'38.5"N 26°57'04.6"E, 5: 38°43'29.0"N 26°56'56.1"E). Aynı dönemde bölgede propolisin kaynağı olan çam ağaçlarının yeni dallarının ucunda olan iğneler ve dalın bir kısmından örnekler alınmıştır. Karşılaştırma ve durumu daha iyi inceleyebilmek için aynı işlemler temiz bir bölgeden şahit örnekler alınarak uygulanmıştır. Şahit örnekler Karaburun bölgesinde, Salman Köyü'nde organik üretim yapan arıcılıktan alınmıştır (38°35'46.5"N 26°23'01.9"E).

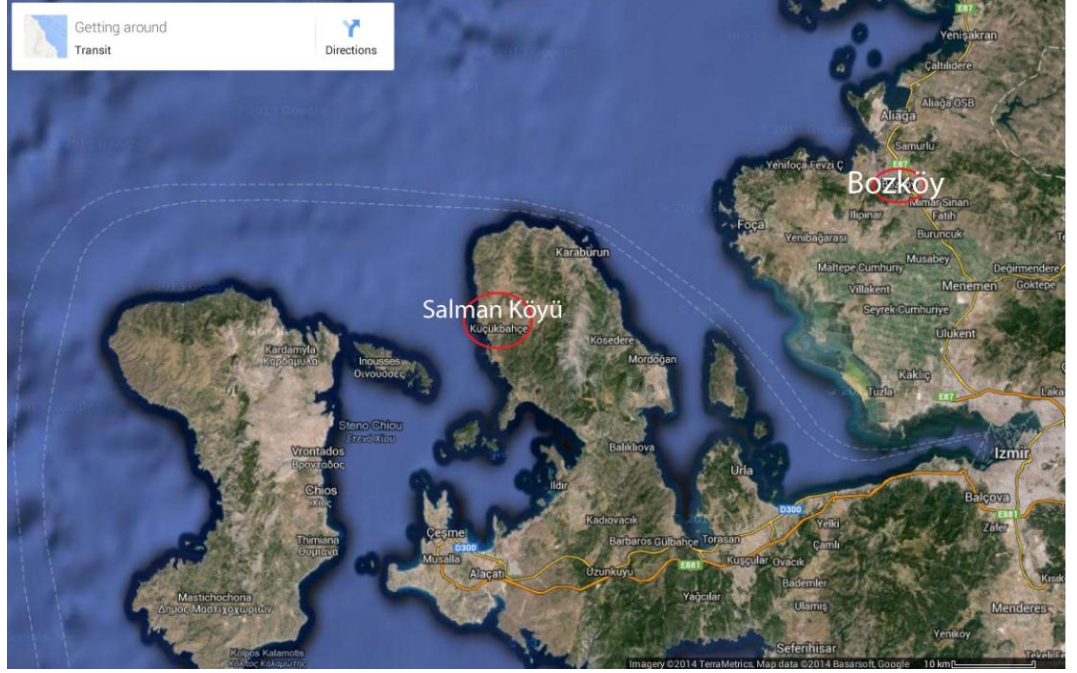


Şekil 9.1. 1. Aliğa sanayi bölgesinde alınmış örneklerin konumu

Örnekler arıların aktif oldukları ve propolisin maksimum düzeyde üretildiği mevsimde alınmıştır. Örneklemeye 2014 yılının Nisan–Mayıs aylarında bir kere uygulanmıştır. Örnek elde etmek için, 9 çerçeveli ve güçlü kolonilere sahip olan kovanlar seçilmiştir; bu süreçte kovanlarda ilaçlama uygulanmamıştır ve kovan kontrolleri, kovanlara duman verilmeden yapılmıştır. Alınan arıların işçi arı olduklarından emin olmak için arı örnekleri uçuş tahtası üzerinden ve kovan giriş



deliği önünden alınmıştır. Propolis örnekleri kovanların çatısında yerleştirilmiş olan plastik tuzaklardan toplanılmıştır ve hasat zamanı hiç bir şekilde metal aletlerle temas etmemiştir. Bitki örneklerinin bir yıllık olmalarına dikkat edilmiştir. Tüm örnekler Liyofilizasyon cihazında kurutulurken (Vacuum: 0.027, Collector: -48 °C), analizler yapılanakadar -20 °C’de muhafaza edilmiştir.



Şekil 9.1.2. Örneklerin alındığı bölgeler

## 9.2 Numune Hazırlama Ve Kimyasal Analiz İçin Gerekli Materyaller

Kadmiyum, arsenik, civa ve kurşun metallerinin analizler için 1000 mg/ li yoğunlukta olan standartlar (Prkyn Elmer Corporation, US), nitrik asit, magnezyum nitrat, palladyum klorür, amonyum pirolidin di teorik karbamat, karbon tetraklorür (Merk, Germany) ve 999/99 saflıkla argon gazı (Air Products, UK) ve asetilen gazı (Iran) kullanılmıştır. Kalibrasyon çözeltiler, gerekli olan miktara ulaşmak için ana çözeltilerin seyreltilmesi ile elde edilmiştir.

Analizlerin yapılması için civa ve arsenik için HCL lambalara ve grafit fırına sahip AAnalyst 600 model Elektro Termal Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre cihazı (Prkyn Elmer Corporation, US), kadmiyum ve kurşun analizleri için, HCL lambalara sahip 3300 AA model Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre cihazı (Prkyn Elmer Corporation, US) tercih edilmiştir.

## 9.3 Analiz Yöntemi

Öncelikle örnekler ağır metal analizi için hazırlanmıştır. Arsenik, civa kadmiyum ve kurşun analizi için kurutulmuş örnekler dikkatle tartılmıştır (en az 2 gr) ve bir test tüpü içine koyulduktan sonra üzerine 5 ml saf nitrik asit ilave edilmiştir, bu karışım önce 2 saat, 50 °C ve daha sonra 18 saat, 110 °C'ta ısıtılmıştır. Bu aşamadan sonra 5 ml hidrojen peroksit ilave edilerek tekrar 6 saat ısıya tabii tutulmuştur; elde edilen çözelti soğutulup, filtre edilerek 25 mili litrelik balonda gerekli hacme ulaştırılmıştır (Fakhimzadeh and Lodenius, 2000).

Aşağıdaki tablolarda görüldüğü gibi arsenik ve civa ölçüm koşulları ayarlanmıştır (Chen et al., 2003; Alexiu et al., 2004):

9.3. Çizelge 1: Arsenik ölçüm parametreleri

Arsenik ölçümü (enjeksiyon hacmi: 20 mikrolitre) 5 µl palladyum klorür ve magnezyum nitrat karışımı düzenleyici olarak ilave edilmiştir				
Koruyucu gaz (akış oranı:ml/dakika)	Süre (saniye)	Sıcaklık (°C)	Sıcaklık artış hızı (°C/ saniye)	Fırının planlama aşamaları
Argon, 250	30	110	1	1.Aşama Kurutmak
Argon, 250	30	130	15	2.Aşama yakmak
Argon, 250	20	1250	10	3.Aşama Kül
Argon, 250	3	2250	1	4.Aşama Atomizasyon
Argon, 250	3	2450	1	5.Aşama Temizleme

9.3. Çizelge 2: Civa ölçüm parametreleri

Civa ölçümü (enjeksiyon hacmi: 20 mikrolitre) 5 µl palladyum klorür ve magnezyum nitrat karışımı düzenleyici olarak ilave edilmiştir				
Koruyucu gaz (akış oranı:ml/dakika)	Süre (saniye)	Sıcaklık (°C)	Sıcaklık artış hızı (°C/ saniye)	Fırının planlama aşamaları
Argon, 250	30	110	1	1.Aşama Kurutmak
Argon, 250	20	130	15	2. Aşama yakmak
Argon, 250	20	250	10	3.Aşama kül
Argon, 250	3	1950	1	4.Aşama Atomizasyon
Argon, 250	3	2450	1	5.Aşama Temizleme

Aşağıda açıklanmış olan yöntemle kadmiyum ve kurşun değerleri ölçülmüştür:

Hazırlanan örneklerin (çözeltilerin) düşük yoğunlukları nedeniyle kurşun konsantrasyonu sıvı-sıvı ekstraksiyonu yoluyla yapılmıştır; bu amaçla sindirilmiş numune, 10 ml'lik bir deney tüpü içine döküldükten sonra 0.2 mg Theo pirolidin di-amonyum karbamat ligand içinde çözülmüştür. Ekstraksiyon çözücüsü olarak 1 ml karbon tetra klorür ve 3 ml Metanol kullanılmıştır. Bu aşamalardan sonra 1/5 ml organik faz, test tüpünde çökelmiştir. Organik faz ayrılarak kurşun ölçümü için Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre cihazına enjekte edilmiştir (AOAC official method; Naseri et al., 2008).

Hazırlanan numunelerde kadmiyum'un yüksek konsantrasyonu nedeniyle sindirilmiş numune çözeltileri doğrudan Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre cihazına enjekte olmuştur.

## 10. KİMYASAL VE İSTATİSTİK ANALİZ SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 10.1. Bal Arısı Örneklerinin Ağır Metal Değerleri

Yapılan çalışmada bal arı örneklerinde minimum 30.36 ( $\mu\text{g/kg}$ ) ve maksimum 52.06 ( $\mu\text{g/kg}$ ) kurşun, 0-4.46 ( $\mu\text{g/kg}$ ) arsenik, 0.59-1.63 ( $\text{mg/kg}$ ) kadmiyum ve 0 ( $\mu\text{g/kg}$ ) civa bulunmuştur. Bu değerler diğer yapılmış olan çalışmalarla karşılaştırıldığında tüm incelenen ağır metaller yüksek yoğunluk göstermektedirler. Conti et al. (2000), Roma kentinin etrafı ve merkezinden aldığı bal arısı örneklerinde 0.52-1.25 ( $\mu\text{g/kg}$ ) kurşun, 2.89-4.23 ( $\mu\text{g/kg}$ ) kadmiyum bulunduğunu açıklamıştır. Lambert et al. (2012), Fransa'da uygulanmış olan çalışmada farklı çevre koşullarına sahip olan bölgelerin bal arısı örneklerinde 0-4 ( $\mu\text{g/kg}$ ) kurşun yoğunluğuna rastlandığını açıklamıştır.

10.1. Çizelge 1: Bal arısı örneklerinin ağır metal değerleri (A=Bal arısı, A1-A5: Aliğa bölgesinin örnekleri, Aş: Şahit numune)

	Pb ( $\mu\text{g/kg}$ )	As ( $\mu\text{g/kg}$ )	Cd ( $\mu\text{g/kg}$ )	Hg ( $\mu\text{g/kg}$ )
A1	43,88	BDL	1636,00	BDL
A2	51,14	4,56	1229,00	BDL
A3	36,35	1,51	801,52	BDL
A4	30,36	4,46	637,75	BDL
A5	52,06	2,84	844,93	BDL
Aş	45,00	BDL	595,46	BDL

### 10.2. Propolis Örneklerinin Ağır Metal Değerleri

Alınan propolis örneklerinde minimum 23.81 ( $\mu\text{g/kg}$ ) ve maksimum 961.04 ( $\mu\text{g/kg}$ ) kurşun, 0-578.46 ( $\mu\text{g/kg}$ ) arsenik, 1.69- 76.69 ( $\text{mg/kg}$ ) kadmiyum ve 0 ( $\mu\text{g/kg}$ ) civa bulunmuştur. Conti et al. (2000), yaptığı araştırmada 1.06-4.32 ( $\mu\text{g/kg}$ ) kurşun ve 0.62-6.59 ( $\mu\text{g/kg}$ ) kadmiyum yoğunluğunu tesbit etmiştir.

10.2. Çizelge 1: Propolis örneklerinin ağır metal değerleri (P=Propolis, B1-B5: Aliğa bölgesinin örnekleri, Bş: Şahit numune)

	Pb (µg/kg)	As (µg/kg)	Cd (µg /kg)	Hg (µg/kg)
P1	607,39	146,24	19388,00	BDL
P2	45,85	43,55	1695,00	BDL
P3	961,04	578,46	76691,00	BDL
P4	115,58	28,81	2229,00	BDL
P5	55,21	18,99	2882,00	BDL
Pş	23,81	BDL	1783,00	BDL

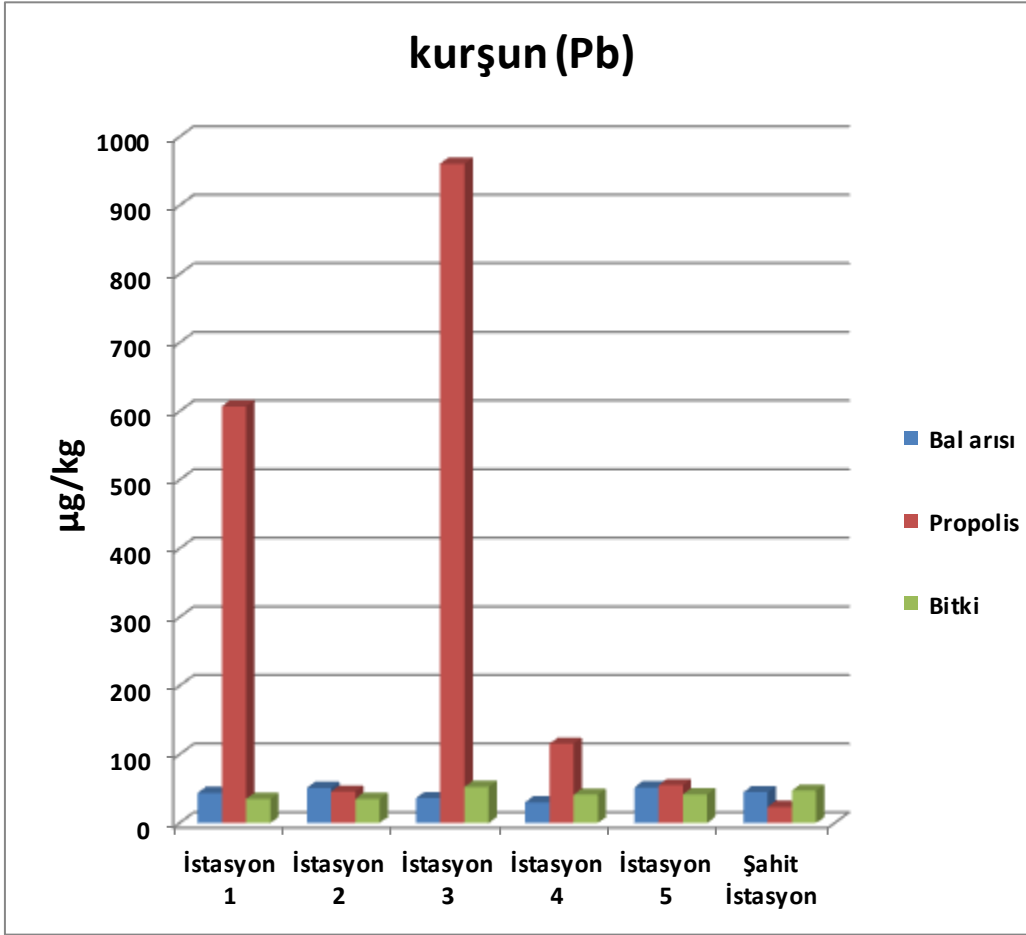
### 10.3 Bitki Örneklerinin Ağır Metal Değerleri

Propolis kaynağı olarak alınan bitki örnekleri Aliğa bölgesinde çam ağaçlarından ve Karaburun bölgesinde ise badem ve pınar ağaçlarından elde edilmiştir; bu örneklerde minimum 35.18 (µg/kg) ve maksimum 52.78 (µg/kg) kurşun, 2.37-19.20 (µg/kg) arsenik, 0.66-1.19 (mg/kg) kadmiyum ve 0 (µg/kg) civa yoğunluğuna rastlanılmıştır.

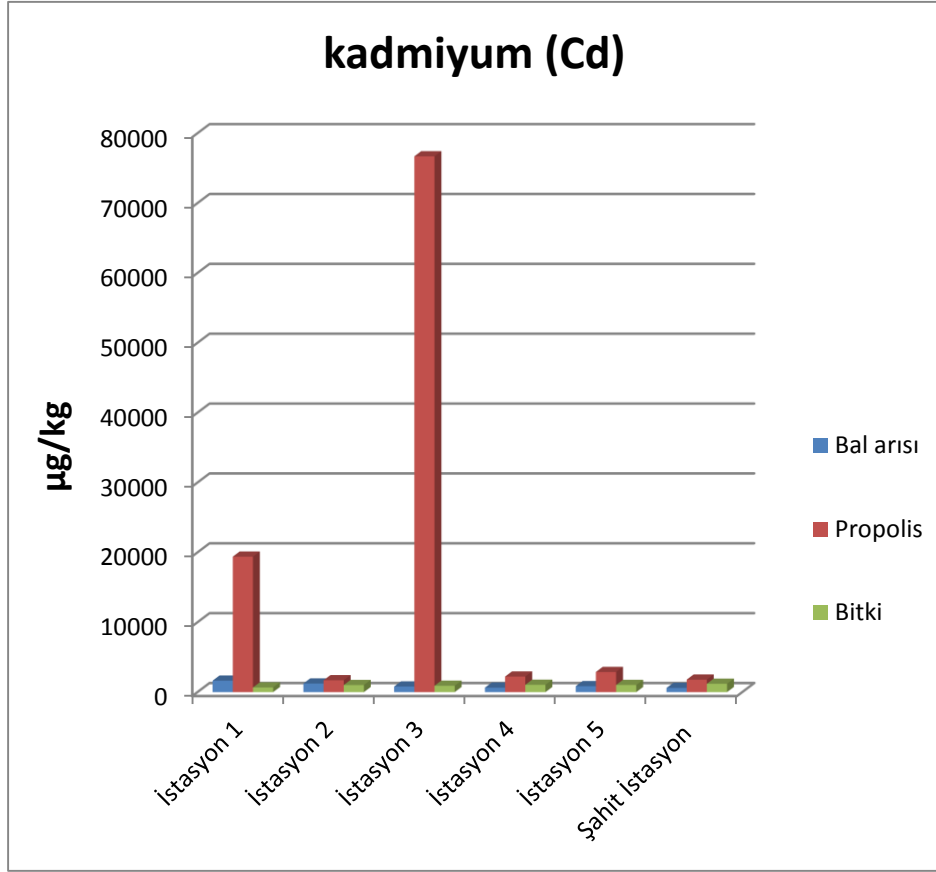
10.3. Çizelge 1: Bitki örneklerinin ağır metal değerleri (B=Bitki, B1-B5: Aliğa bölgesinin örnekleri, Bş: Şahit numune)

	Pb (µg/kg)	As (µg/kg)	Cd (µg/kg)	Hg (µg/kg)
B1	35,18	12,94	665,02	BDL
B2	35,36	6,30	1015,00	BDL
B3	52,78	10,59	911,33	BDL
B4	41,45	2,37	1045,00	BDL
B5	41,87	19,20	1018,00	BDL
Bş	47,38	19,01	1194,00	BDL

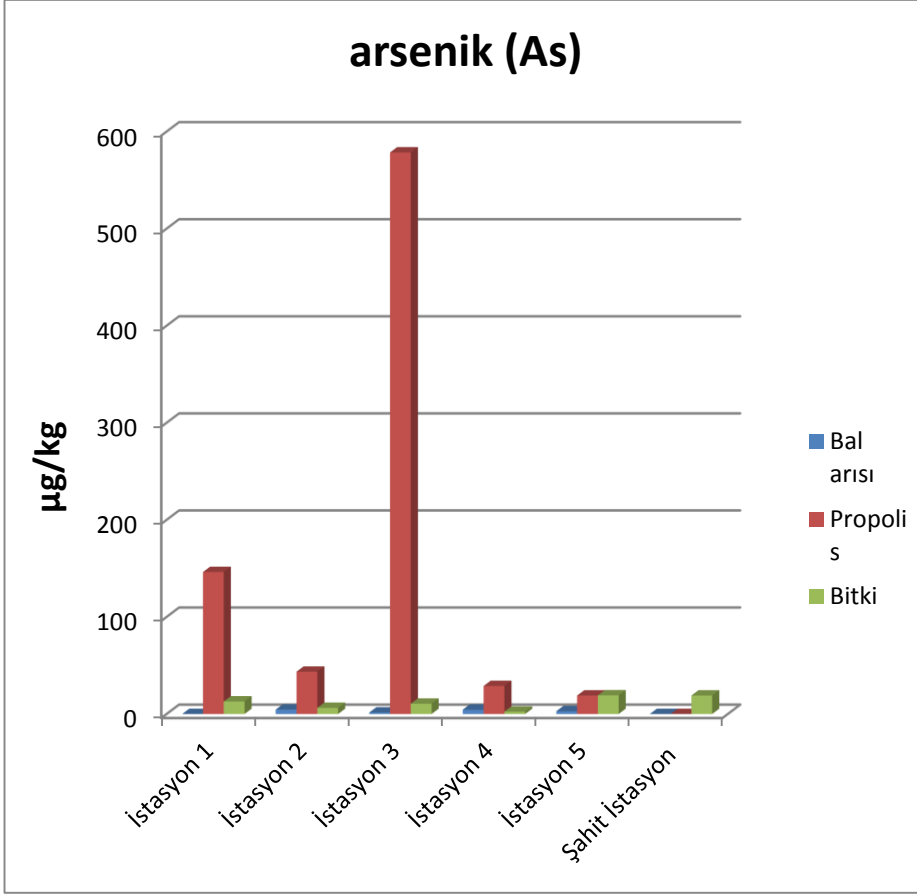
### 10.4. Örnekleme İstasyonlarında, Farklı Örneklerde Bulunan Ağır Metal Değerlerinin Karşılaştırılması



Şekil 10.4.1 Altı farklı istasyon örneklerinde kurşun değerleri



Şekil 10.4.2 Altı farklı istasyon örneklerinde kadmiyum değerleri



Şekil 10.4.3 Altı farklı istasyon örneklerinde arsenik değerleri

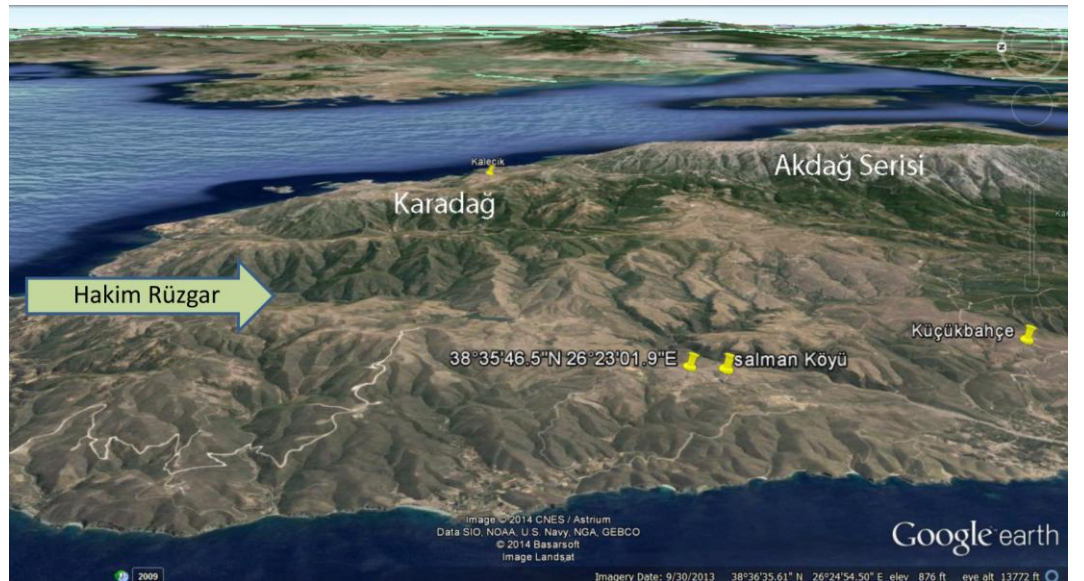
## 10.5. İstatistik Analizle Sonuçların değerlendirilmesi

Çevresel izleme ile ilgili daha önce yapılan çalışmaların hiç biri, uygulanan bölge, bitki örtüsü ve çevre şartları bakımından tam olarak bu çalışmayla kıyaslanamaz, ama genel olarak bu çalışmanın yapıldığı bölgelerden alınan örneklerde mevcut ağır metal değerlerinin çok yüksek olduğu söylenebilir. FAO/WHO tarafından düzenlenen gıda katkı maddeleri kodeksine göre insan kullanımı için haftalık, en fazla her 1 kilogram vücut ağırlığına karşı 25 ( $\mu\text{g}$ ) kurşun, 6.7 ( $\mu\text{g}$ ) kadmiyum, 2 ( $\mu\text{g}$ ) arsenik ve 1.75 ( $\mu\text{g}$ ) civa vücuda alınabilir <http://inchem.org>, (Erişim tarihi: 30 Haziran 2014), Bu değerlere istinaden, araştırmanın yapıldığı bölgelerden elde edilen propolis bu alanda kullanım için uygun değildir. Aliğa bölgesinden alınan örneklerde tesbit edilmiş olan ağır metal değerleri, yoğun sanayi bölgesi olduğu için ve ayrıca bölgede bulunan işletmelerde çevresel sorunları engellemek için pek çok tedbir alınmamış



olduğunu göz önünde bulundurarak açıklamak mümkün olsada Türkiye'nin doğal ve temiz bölgeleri arasında yer alan Karaburun yarımadasından alınan örneklerin ağır metal içeriği tahmin edilmiş olan değerlerin üstündedir ve bölgede ağır metal bakımından atmosfer kirliliği gözlemlenmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarından elde edilen değerleri açıklamak gerekirse, ilk etapta Karaburun-Salaman köyünden alınan bitki örneklerinde bulunan arsenik değerleri dikkat çekmektedir, bitki örneklerinde bulunan yüksek arsenik değerleri, bölgede yapılan geniş zirai faaliyetler nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Kimyasal analiz sonuçlarına göre her iki bölgede, alınan örnekler civa içermemektedir. Fosil yakıtlar ve maden işletmeleri atmosferde civa kirliliği kaynağı olabilirler ama civa kirliliğinin en önemli kaynağı katı atıkların yakılmasıdır. Atık yakma tesisleri araştırmanın yapıldığı bölgelerde mevcut olmadığı bilinmektedir ama Karaburun'da hala sızıntıları olan civa madenlerinin etkisinin örneklerde bulunmaması hava akışı yönüyle açıklanmaktadır; bölgede hakim rüzgarın Kuzey-Güney yönünde esmesi alandan alınan örneklerin civa içermemesine sebep olmaktadır (Şekil 10.4.), ayrıca yarımadada bulunan maffik kayalar, nikel, kobalt ve civa içermektedirler. Bu kayaların zaman içinde iklim şartları ve su dalgaları ile aşınmaları civanın doğaya bırakılmasına neden olmaktadır ama bırakılan civa deniz suyuna karışıp deniz altı sedimentlerde birikmektedir (Büyükişik, 2013); bu sebeple atmosfer kirliliğine sebep olmadığı tahmin edilmektedir.



Şekil 10.5. Karaburun yarımadasında civa madenleri ve örnekleme alanının rüzgara karşı konumu

Yapılan korelasyon analizi sonucunda; ağır metaller arasında aşağıdaki ilişkiler gözlemlenmiştir:

1-Pb ile As arasında doğru yönlü ve kurşundaki değişimler, arsenikteki değişimleri %94,3 oranında açıklamaktadır ( $p=0,00<0,05$ ).

2-Pb ile Cd arasında doğru yönlü ve kurşundaki değişimler, kadmiyumdaki değişimleri %94,5 oranında açıklamaktadır ( $p=0,000<0,05$ ).

3-As ile Cd arasında doğru yönlü ve arsenikteki değişimler, kadmiyumdaki değişimleri %99,7 oranında açıklamaktadır ( $p=0,000<0,05$ ).

Ağır metaller arasında yüksek oran ve pozitif bulunan ilişki, incelenen ağır metallerin kaynaklarının aynı olması yönünde tahminleri doğrulamaktadır.

Kimyasal analiz ile elde edilen sonuçlar, propolis örneklerinin diğer numunelere göre en yüksek ağır metal yoğunluğuna sahip olduğunu göstermektedir ve bu sonuç kovan ürünleri üzerinde yapılmış olan diğer araştırmalarla aynı yöndedir. İstatistik analiz sonuçlarına göre, ağır metal değerleri bakımından bal arısı, bitki ve propolis grupları arasında kurşun ( $p=0,143>0,05$ ) ve civa ( $p=1,000>0,05$ ) bakımından anlamlı bir fark mevcut değildir; arsenik ( $p=0,020<0,05$ ) ve kadmiyum ( $p=0,003<0,05$ ) bakımından ise anlamlı fark tespit edilmiştir. Sonuçta göre propoliste arsenik değerlerinin en yüksek ve bitki örneklerinde ise arsenik değerlerinin en düşük olduğu söylenebilir. kadmiyum ise propoliste en yüksek ve bal arısında en düşük değerlere sahiptir. Bu çalışma da, daha önce yapılmış olan çalışmalarda olduğu gibi propolis yüksek ağır metal yoğunluğuna sahiptir. Bu yüksek değerler propolisin özel yapısı ve kaynağıyla açıklanabilmektedir; arının propolis ihtiyacını karşılamak için, bitkisel kaynaklar yetersiz kaldıkları zaman, petrol ürünleri ve yol katranını topladığı bilinmektedir. Bu ürünlerin içerdikleri PAH bileşikleri, ve yapışkan yapılarına göre yüzey tabakalarında bulunan ağır metaller, propoliste yüksek derecede kirliliğine neden olmaktadır (Lambert et al. 2012; Wess et al. 2005).

İki farklı bölgeden alınan bal arılarında, yapılan istatistik analiz sonucuna göre barındırdıkları ağır metal yükleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ( $p=0,968>0,05$ ).

## 11. SONUÇ

Günümüzde nüfus artışı, bu nüfusun gereksinimlerinin karşılanması için sanayileşmenin hızla gelişmesi, tüketim olgularının değişmesi ve her geçen gün insan refahı için artan çabalar doğal yaşamı olumsuz etkilemektedir. Bu süreci ve doğadan yararlanmayı tamamen durdurmak mümkün değildir ama gelişen teknolojiye bitraftan doğa ve yer küresinin zenginliklerinden faydalanmak için yararlanırken diğer taraftan onu restore etmek için de faydalanmak gerekmektedir. Doğal kaynaklar hızla tükenirken, aşırı fosil yakıt kullanımı, enerji üretimi, maden faaliyetleri, ziraai faaliyetler ve bir çok sanayi faaliyetleri sebebiyle her geçen gün hava, su ve toprak kirliliği artmaktadır ve bu olumsuz gelişimin sonucunda insan ve diğer canlıların, genel olarak çevre sağlığı kötü yönde etkilenmektedir.

Doğru teknoloji ve bilimsel bilgilerden yararlanmanın yanısıra kontrollü üretim ve tüketim çevre üzerinde baskıyı azaltabilir; bu doğrultuda yapılan diğer çalışmalarla paralel olarak çevre kalitesi, daima kontrol altına alınmalıdır. Düzenli olarak alınan ölçümler, çevresel faktörlerin denetim ve kontrolü yönünde yardımcı olmaktadır; bu denetimler, doğru indikatörlerle de yapılabilmektedir. Bal arısı ve genel olarak kovan ürünleri çevresel izleme indikatörleri arasında yer almaktadırlar ama yapılan çalışmalar ve literatürler bal arısının diğer kovan ürünlerine göre daha doğru bir indikatör olduğunu göstermektedirler. En önemli kovan ürünlerinden olan balın kalitesi toprak ve bitki örtüsü, bitki morfolojisi ve balın yapısına bağlıdır ayrıca yapılan çalışmalarda arıların bal yaparken süzgeç görevi yapıp ağır metalleri kendi bünyelerine aldıklarına dair varsayım bulunmaktadır, bu nedenle iyi bir çevre indikatörü değildir; Propolis özel kullanımı için her zaman kovan içinde gereklidir ama her zaman tüm bölgelerde bitki örtüsü, propolis üretimi için uygun olmayabilir ve arı propolis ihtiyacını yol katranı ve petrol ürünlerinden karşılamak zorunda kalabilir, bu maddeler yapışkan yapıya sahip oldukları için çevrede bulunan ağır metalleri yüzeylerinde barındırabilirler ve analiz sonuçlarında ortaya çıkan ağır metal değerleri sadece çevresel şartlardan kaynaklanmış olmayabilir. Arı mumu özel yapısı ve polen kaynak ve özel yapısı nedeniyle çevresel izleme için güvenilir indikatörler değildir. Bal arıları uçuş yaparken doğrudan çevre kirlilikleriyle temas ettiklerinden dolayı çevre koşulları ile ilgili daha doğru bilgi verebiliyorlar ayrıca arıları biyoizleme için rahatca özel koşullarda yetiştirilip araştırmanın yapılacağı

bölgeye götürülerek biyoizleme yapmak mümkündür, bu avantajlardan dolayı bal arıları karasal ortamda çok etkin biyoindikatörler olarak tanınmaktadırlar.

Bu Konuda, halen yapılan araştırmalar çok sınırlıdır, gelecekte yapılacak olan çalışmalar, bal arılarının yaygın olarak biyoizlemede kullanılmasını sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

**Alexiu, V., Chirtop, E., Vladescu, L. and Simion, M.,** 2004, Determination of mercury in pharmaceuticals by graphite furnace atomic absorption spectrometry with chemical modifier, *Acta Chim. Slov.* 2004, 51, 361-372 pp.

**Al-Naggar, Y., Mona, M., Naiem, E. and Seif, A.,** 2011, Honey bee tissues as a biomarker for environmental pollution with heavy metals, *Proc. 7 th Int. Con. Biol.Sci. (Zool).*

**Alvarez, A., Sales, A., Maldonado, L., Rodriguez Areal, M., Salomón, V., Marchisio, P., Rodriguez, M. and Bedascarrasbure, E.,** 2011, Influence of phitogeographical regions on heavy metals content in propolis from argentine northwest, *Apiacta*, 38 (2003) 63-70 pp.

**AOAC official method**, 999.11, Determination Of Lead, Cadmium, Copper, Iron, And Zinc In Foods By Flame Atomic Absorption Spectroscopy (FAAS) And By Graphite Furnace Atomic Absorption Spectroscopy (GFAAS).

**Bromenshenk, J. and Preston, E.,** 1986, Public participation in environmental monitoring: a means of attaining network capability, *Environmental Monitoring and Assessment* 6 (1986) 35-47 pp.

**Buszewski, B., Jastrzębska, A., Kowalkowski, T. and Górna-Binkul, A.,** 2000, Monitoring of selected heavy metals uptake by plants and soils in the area of Toruń, Poland, *Polish Journal of Environmental Studies* Vol. 9, No. 6 (2000), 511-515 pp.

**Büyükişik, H. B.,** 2013, Kapatılmış Kalecik Civa Madenlerinin Deniz Sedimentleri Üzerindeki Etkisi, *Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje*, Proje No: 2012 Bil/033

**Celli, G. and Maccagnani, B.,** 2003, Honey bees as bioindicators of environmental pollution, *Bulletin of Insectology* 56, ISSN 1721-8861, 137-139 pp.

**Chen, S., Cheng, C. and Chou, S.,** 2003, Determination of arsenic in edible oils by direct graphite furnace atomic absorption spectrometry, *Journal of Food and Drug Analysis*, Vol. 11, No. 3, 2003, 214-219 pp.

**Conrad, C.,** 2008, A fish kill related to an acid-metal spill, *Journal Of*

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Water Science, vol.21, n° 3, 2008,337-347 pp.

**Conti, M. and Botrè F.**, 2000, Honey bees and their products as potential bioindicators of heavy metals contamination, *Environmental Monitoring and Assessment* 69: 267–282 pp.

**Dale, V. and Beyeler, S.**, 2001, Challenges in the development and use of ecological indicators, *Ecological Indicators*, 1 (2001) 3–10 pp.

**Davami, A. and Gholami, A.**, 2012, Biomonitoring of heavy metals in environment by button mangrove plant, *International Conference on Nuclear Energy, Environmental and Biological Sciences (ICNEEBS'2012)* September 8-9, 2012 Bangkok (Thailand).

**Fakhimzadeh, K. and Lodenius, M.**, 2000, Heavy metals in finnish honey, pollen and honey bees, *Apiacta*, 2000, 35 (2), 85-95 pp.

**Fakhimzadeh, K.**, 2000, Honey, pollen and bees as indicator of metal pollution, *Acta Univ.Carolinae Environ.*, 14: 13-20 pp.

**FAO/WHO, International Programme on Chemical Safety (IPCS)**, <http://www.inchem.org>, (Erişim tarihi: 30 Haziran 2014).

**Finger, D., Filho, I., Torres, Y. and Quina'ia, S.**, 2014, Propolis as an indicator of environmental contamination by metals, *Bull Environ Contam Toxicol*, (2014) 92:259–264 pp.

**Formicki, G., Gren, A., Stawarz, R., Zysk, B. and Gal, A.**, 2012, Metal content in honey, propolis, wax, and bee polen and implications for metal pollution monitoring, *Pol. J. Environ. Stud.*, vol. 22, No. 1, 99-106 pp.

**Gemici, Ü., Oyman, T.**, 2003, The influence of the abandoned kalecik hg mine on water and stream sediments (Karaburun, Izmir, Turkey), *The Science of the Total Environment* 312 (2003) 155–166 pp.

**Gerhardt, A.**, 2009, Bioindicator species and their use in biomonitoring, *Environmental Monitoring*, Vol.1.

**İzmir İK Kültür Ve Turizm Müdürlüğü**, <http://www.izmirkulturturizm.gov.tr>, (Erişim tarihi: 1 Mayıs 2014).

**Lambert, O., Piroux, M., Puyo, S., Thorin, C., Larhantec, M., Delbac, F. and Pouliquen, H.**, 2012, Bees, honey and pollen as sentinels

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

for lead environmental contamination, *Environmental Pollution*, 170 (2012) 254e259 pp.

**Lambert, O., Veyrand, B., Durand, S., Marchand, P., Bizec, B., Piroux, M., Puyo, S., Thorin, C., Delbac, F. and Pouliquen, H.**, 2012, Polycyclic aromatic hydrocarbons: bees, honey and pollen as sentinels for environmental chemical contaminants, *Chemosphere* 86 (2012) 98–104 pp.

**McCally, M.**, 2002, Human Health And Heavy Metals Exposure, Chapter 4 In: *Life Support: The Environment and Human Health*.

**McGeoch, M. A.**, 1998, The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators, *Biol. Rev.* 73, 181-201 pp.

**Naseri, M., Hemmatkhah, P., Milani Hosseini, M. and Assadi, Y.**, 2008, Combination of dispersive liquid–liquid microextraction with flame atomic absorption spectrometry using microsample introduction for determination of lead in water samples, *Analytica Chimica Acta* 610(2008)135–141 pp.

**Oost, R., Beyer, J. and Vermeulen, N.**, 2003, Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review, *Environmental Toxicology and Pharmacology* 13 (2003) 57 /149 pp.

**Peralta-Videa, J., Lopeza, M., Narayana, M., Saupea, G., and Gardea-Torresdey, J.**, 2009, The biochemistry of environmental heavy metal uptake by plants: implications for the food chain, *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology* 41 (2009) 1665–1677 pp.

**Porrini, C., Sabatini, A., Girotti, S., Ghini, S., Medrzycki, P., Grillenzoni, F., Bortolotti, L., Gattavecchia, E. and Celli, G.**, 2003, Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination, *Apiacta*, 38 (2003) 63-70 pp.

**Rodriguez, J., Wannaz, E., Salazar, M., Pignata, M., Fangmeier, A. and Franzaring, J.**, 2012, Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metals in the tree foliage of eucalyptus rostrata, pinus radiata and populus hibridus in the vicinity of a large aluminium smelter in argentina, *Atmospheric Environment* 55 (2012) 35-42 pp.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**Ruschioni, S., Riolo, P., Minuz, R., Stefano, M., Cannella, M., Porrini, C. and Isidoro, N.**, 2013, Biomonitoring with honeybees of heavy metals and pesticides in nature reserves of the marche region (Italy), *Biol. Trace. Elem. Res.*, DOI 10.1007/s12011-013-9732-6.

**Sales, A., Alvarez, A., Areal, M., Maldonado, L., Marchisio, P., Rodríguez, M. and Bedascarrasbure, E.**, 2006, The effect of different propolis harvest methods on its lead contents determined by et aas and uv–viss, *Journal of Hazardous Materials A137* (2006) 1352–1356 pp.

**Serbula, S., Kalinovic, T., Ilic, A., Kalinovic, J., Steharnik, M.**, 2013, Assessment of airborne heavy metal pollution using pinus spp. and tilia spp., *Aerosol and Air Quality Research*, 13: 563–573 pp.

**Silici, S.**, 2009, *Bal Arısı Biyolojisi Ve Yetiştiriciliği*, Eflatun Yayınevi, Ege Üniversitesi 174 nolu yayın.

**Stanciu, G. and Mititelu, M.**, 2004, Study of some heavy metals from propolis and honey, Adnan Menderes University, 4th AACD Congress, 29 Sept-3 Oct.2004, Kuşadası-AYDIN, TURKEY, *Proceedings Book* 298 p.

**Sun, F., Wen, D., Kuang, Y., Li, J., Li, J. and Zuo, W.**, 2010, Concentrations of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in needles of masson pine (*Pinus Massoniana* l.) growing nearby different industrial sources, *Journal of Environmental Sciences* 2010, 22(7) 1006–1013 pp.

**TMMOB İzmir İKK Aliğa Bölgesi Değerlendirme Raporu-1**, 2012.

**Van der Steen, J., Kraker, J. and Grotenhuis, T.**, 2011, Spatial and temporal variation of metal concentrations in adult honeybees (*Apis mellifera* L.), *Environ Monit Assess*, DOI 10.1007/s10661-011-2248-7.

**Wess, J., Olsen, L. and Sweeney, M.**, 2005, ASPHALT (BITUMEN), *Concise International Chemical Assessment Document* 59 p.

**Zhelyazkova, I.**, 2012, Honeybees – bioindicators for environmental quality, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18 (No 3) 2012, 435-442 pp.



**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

**Zitka, O., Krystofova, O., Hynek, D., Sobrova, P., Kaiser, J., Sochor, J., Zehnalek, J., Babula, P., Ferrol, N., Kizek, R. and Adam, V.,** 2013, Metal T- Ransporters İn Plants, <http://www.springer.com/978-3-642-38468-4>.