

Çevre ve flora kaynaklarının arı ürünlerinin mineral madde içerikleri ile ilişkisi

[Relationship between environmental and flora change with mineral content of honey bee products]

Cevat Nisbet¹,
Ahmet Güler²,
Gül Fatma Yarım¹,
Sena Cenesiz¹,
Yüksel Ardalı³

Ondokuzmayıs Üniversitesi, ¹Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, ²Ziraat Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, ³Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 55139 Atakum, Samsun

Yazışma Adresi
[Correspondence Address]

Dr. Cevat Nisbet

Ondokuzmayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, 55139 Atakum, Samsun
Tel: 0 362 312 1919/3908
E-posta. cevatisbet@gmail.com

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı bitki türü ve coğrafi farklılıkların arı dokusu ve balın mineral düzeyleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi, ayrıca çevre kirliliğinde risk oluşturan minerallerin ve ağır metallerin tespitinde arı ve arı ürünlerinin biyoindikatör olarak kullanma etkinliğinin saptanmasıdır.

Yöntemler: Bu amaçla Türkiye’de Karadeniz Bölgesi’nde farklı çevresel özelliklere sahip dört alan seçildi. Bu alanlara dört ay süre ile toplam 22 arı kolonisi yerleştirildi. Bu süre sonunda arı dokusu ve bal örneklerinde demir (Fe), nikel (Ni), bakır (Cu), çinko (Zn), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) düzeyleri Plazma Optik Emisyon Spektrometresi (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry=ICP-OES) kullanılarak ölçüldü

Bulgular: Koloniler yerleştirildiği alandaki bitki türüne bağlı olarak mineral düzeylerinin değiştiği belirlendi (P<0.05). Çalışma alanlarındaki çevre kalitesinin, arı dokusu ve bal örneklerinde analizi yapılan mineral ve mineral düzeyleri ile paralellik gösterdiği anlaşıldı (P<0.05)

Sonuç: Bulgular doğrultusunda arı ve arı ürünlerinin mineral içeriklerinin bitki çeşidine bağlı olarak değiştiği görüldü. Diğer yandan arı ve balın çevre kirliliğinin belirlenmesinde biyoindikatör olarak kullanılabileceği kanaatine varıldı.

Anahtar Kelimeler: biyomonitör, çevre kirliliği, ağır metal, balarısı, mineral
Çıkar Çatışması: Yazarların çıkar çatışması bulunmamaktadır.

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study is to investigate effects of the geographic diversity and plant species on the mineral levels of the honey and honey bee tissues. Furthermore we investigated the effectiveness of honey bees and honey bee products to use as bioindicators for the determination of minerals and heavy metals which carry risk for the environmental pollution.

Methods: For this purpose, four different sites were selected in the Black Sea region, with different environmental features in Turkey. A total of 22 bee colonies in these areas were placed for a period of four months. At the end of this period, iron (Fe), nickel (Ni), copper (Cu), zinc (Zn), cadmium (Cd) and lead (Pb) levels in bee tissue and honey samples were measured by Plasma Optical Emission Spectrometer (Inductively Coupled Plasma Optical Spectrometry Emission = ICP-OES).

Results: Mineral levels changed depending on the type of plants where colonies placed (P <0.05). Environmental quality in working areas were correlated with results of the tissue mineral analysis and mineral levels of the honey bee and honey samples (P <0.05).

Conclusion: Present findings indicate that mineral contents of the honey bee and honey bee products can vary depending on the type of plants. These results also showed that honey bees and honey could effectively be used as bioindicators for monitoring environmental pollution.

Key Words: biomonitoring, environmental pollution, heavy metal, honeybees, mineral

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest.

Giriş

Bal arıları yiyecek aramak için konaklama yerinin çevresiyle sürekli bir ilişki içerisinde [1-4]. Bir bal arısı yarıçapı 7-10 kilometrelik olan bir alanda uçabilmekte, her kovanda yaklaşık 10-40 bin arı bulunmakta, her bir arı günlük olarak 10-15 kez kovandan çıkmakta ve her çıkışında 80-100 çiçeği gezmektedir [1,5,6]. Böylece bir kovanda günlük üretilen balın, arıların yaklaşık 1.000.000 kez bitkilerle etkileşiminin sonucu olarak elde edildiği kabul edilebilir. Bal arıları farklı türden çiçeklerden polenleri toplayarak bu bitkilerin bünyesinde bulunan kimyasal maddeleri bal içeriğine aktarmaktadır [2,3,7]. Bu nedenle arı ürünlerinin kimyasal özellikleri çevre kalitesi ile doğrudan ilişkilendirilmiştir [2,3,8,9]. Diğer bir deyişle farklı polen kaynakları bal içeriğini etkilemektedir [10]. Bu yüzden balların pH, şeker içeriği, elektriksel iletkenlik, enzimatik aktiviteler, su ve mineral içeriği gibi fiziko-kimyasal özellikleri ile polen analizleri botanik orijinin belirlenmesinde önemli bir kriter oluşturmaktadır [9]. Diğer taraftan bal arılarının sağlıklı yaşamları, kuluçka oluşturmaları ve bal verimlilikleri, buldukları ortamın bitki çeşidine ve içerdiği besin değerlerine bağlı olduğundan bitki örtüsünün zayıf olması veya yetersizliği de arı yaşam döngüsünü olumsuz etkilemektedir [9,11]. Bu nedenle bal arıları doğal alanların, habitatın ve biyolojik çeşitliliğin korunması için halkanın etkili parçasını oluşturmaktadır [12]. Özellikle son yıllarda milyonlarca arı kolonisinin ölümünün küresel ısınmaya, çevre ve iklim değişikliğine ilişkin bitkilerde oluşan yaşam döngüsündeki değişikliğe bağlı olabileceği düşünülmektedir [11]. Çevre değişiminde rolü olan kirleticiler ister hava, ister toprak ve su olsun sonuçta bir taraftan doğada bulunan canlılarda hücresel ve moleküler düzeyde yapısal tahribata yol açarak ekosistemde denge bozukluklarına neden olmakta diğer yandan da besin zincirinin önemli halkasını oluşturan tarım ürünleri aracılığı ile insanlar ve hayvanlarda toksisiteye yol açarak sağlığı ve yaşamı tehdit eder duruma gelmiştir [3,13,14]. Kirlenmeyi ve etkilerini belirleme çalışmalarında biyolojik sistemler büyük duyarlılık göstermektedir. Bu yüzden çevre kirletici maddelerin tespiti ve değerlendirilmesi için biyoindikatör kaynaklı tekniklere ilgi giderek artmaktadır. Bu yöntemle bazı kirlenme durumlarını, biyolojik sistemlerdeki değişimler ile kimyasal kalıntıları belirleyerek ortaya çıkarmak mümkün olabilmektedir [1,4,15,16]. Bal arılarının bitki ve çevre arasındaki bu dengeli ve hassas etkileşimini göz önünde bulunduklarında, ekosistemde oluşan olası değişimler bu organizmaların izlenmesi ile gözlemlenebilir [11]. Bu çalışmada, bitki türü ve coğrafi farklılığın arı dokusu ile balın mineral düzeyleri üzerindeki etkilerini incelenmesi yanı sıra çevre kirliliğinde risk oluşturan minerallerin, ağır metallerin tespitinde arı ve arı ürünlerinin biyoindikatör olarak kullanma etkinliğinin araştırılması hedeflenmiştir.

Gereç ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada 4 farklı lokasyona toplam 22 arı kolonisi yerleştirildi. Kolonilerin taşındıkları bu alanların özellikleri aşağıda sunuldu;

1-(5 koloni): deniz seviyesinden 400 m rakımda, orman alanı içerisinde, arkası dağ ve iyi sayılabilecek nektar kaynağı bitki mevcuttu,

2- (5 koloni): Karadeniz sahil yoluna 15 m, rakımı 50 m, bakır işletmesine 300 m, termik santrale 250 m mesafede, aile işletmesi şeklinde tütün, sebze ve meyve tarımı, ağaçlandırma, suni gübre ve pestisit kullanımı yoğun, çok yoğun trafik güzergahı,

3- (7 koloni): karayolundan 3 km içerde, rakım 50 m, tarla tarımı ağırlıklı, hayvancılık (koyun ve sığır yetiştiriciliği) çok yoğun

4-(5 koloni): rakım 2.000 m, düşük yoğunlukta tarımsal faaliyet, tarımsal ilaç ve suni gübre kullanımı yoktu, zengin nektar kaynağı bitki tür ve alt türü mevcuttu.

Kolonilere ilkbaharda aynı genetik kaynaktan larva transferi ile yetiştirilen ana arılar kazandırıldı. Koloniler kovan tip ve materyali, arılı, yavrulu çerçeve ve gıda stokları yönünden eşitlendi ve aynı düzeyde besleme yapıldı ve aynı firma üretimi temel petek verildi [17,18]. Belirlenen lokasyonlara taşınmadan önce kolonilerde yavrulu çerçeveler dışındaki tüm çerçeveler alındı. Koloniler bu lokasyonlarda yaklaşık 4 aylık süre boyunca gözlemlendi ve analizler gerçekleştirildi.

Örnek Alınışı ve Yöntem: Biyokimyasal analizlerin yapılması için her bir koloniden hasat edilen baldan 300'er gramlık örnekler sterilize edilmiş kavanozlara aktarıldı. Numuneler kristalleşmenin giderilmesi için 90°C deki su banyosunda bırakılarak homojenizasyonu sağlandı. Bu örneklerden 5 g alınarak 450 °C otoklavda 24 saat kül haline getirilmesi sağlandı. Kül haline getirilmiş numuneler nitrik asit içerisinde çözündürülerek analizleri yapıldı. Doku analizlerinde örnekleme ise her koloniden 10 örnek, bir örnek 10 arıdan teşekkül etti. Alınan örnekler 450±30 °C otoklavda kül haline getirilmesi sağlandı. Kül haline getirilmiş numuneler 1N HCl ile dilüe edildikten sonra Fe, Ni, Cu, Zn, Cd ve Pb konsantrasyonu Plazma Optik Emisyon Spektrometre (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry=ICP-OES) cihazı ile yapıldı [19].

İstatistiksel Değerlendirme: Dört lokasyonda barındırılan arı kolonilerinden alınan petekli bal ve arı doku örneklerinde metal değerlerinin karşılaştırılmasında Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanıldı [20] .

Bulgular

Balda ağır metal düzeyleri

Gruplara ait petekli bal örneklerinde belirlenen Fe, Ni, Cu, Zn, Cd ve Pb düzeylerine ilişkin ortalama değerler Tablo 1'de sunuldu. Örneklerdeki Fe konsantrasyonu 1. ve 2. gruplar arası fark önemsiz bulunurken (P>0.05), diğer gruplar ile fark önemli bulunmuştur (P<0.05). Bakır dü-

zeyi 1.2.3. bölgelerden elde edilen örneklerde fark bulunmamış ($P>0.05$), aynı grupların 4. grup ile farkı ise önemli ($P<0.05$) dir. Çinko miktarı 3. grup ile diğer gruplar arası fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$). İkinci ve 3. gruplarda Cd düzeyi diğer gruplardan farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Bölgeler arası Pb düzeyi 1. ve 4. gruplar arası fark bulunmaz iken ($P<0.05$), diğer gruplar ile anlamlı fark tespit edilmiştir ($P<0.05$).

İşçi arı doku örneklerinde ağır metal düzeyleri Gruplara ait işçi arı doku örneklerinde metal düzeylerine ilişkin ortalama değerler Tablo 2'de sunuldu. Örneklerdeki Fe konsantrasyonu 1. ve 2. gruplar arası fark önemsiz bulunurken ($P>0.05$), aynı grupların 3. ve 4. gruplar ile fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Nikel konsantrasyonu sadece 4. grupta farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Bakır düzeyi 1. ve 2. gruplar arası fark önemsiz ($P>0.05$) diğer gruplar ile fark anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). Çinko düzeyi ise sadece 4. bölgede farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Kadmiyum ve kurşun konsantrasyonu 2. ve 3. bölgeler arası fark önemsiz bulunurken ($P>0.05$) bu grupların diğer gruplar arası fark ise önemli tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Tartışma

Pek çok çalışma flora ve çevrenin arı kolonilerin yaşam döngüsüne etkisi konusunda hem fikir olduğunu göstermektedir [3,9,11,12]. Bazı araştırmacılar ise bal-

lardaki mineral madde içerikleri ile bitkisel ve toprak kaynakları arasındaki ilişkiyi araştırmışlar ve balların mineral profilinin bölgenin bitki ve toprak mineral değerlerini yansıttığını ve taşıdığı polen nedeniyle botanik sınıflandırmalarda etkili rol oynayabileceğini rapor etmişlerdir [4,21,22]. Sunulan çalışmada arı kolonilerinin aynı ırka ait olması ve aynı şartlarda üretilmiş olmalarına rağmen bölgeler arası bal örneklerinin Fe, Zn, Ni ve Cu düzeylerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Birinci bölgenin bitki örtüsünün 4. bölgenin bitki örtüsünden farklı oluşu, bu bölgelerdeki arılardan elde edilen balardaki Fe (1.04 ± 0.16 , 0.59 ± 0.13), Ni (0.12 ± 0.03 , ND), Cu (0.15 ± 0.03 , 0.11 ± 0.01) ve Zn (0.79 ± 0.44 , 0.55 ± 0.24) düzeylerinin de birbirinden istatistiksel olarak farklı olmalarına yol açmıştır ($p<0.05$). Diğer taraftan 1. bölge ile 2. bölgede mevcut ağaç ve bitki örtüsünün birbirine yakın olması ballardaki bu mineral düzeylerinin de birbirine yakın değerde olmasıyla sonuçlanmıştır ($p>0.05$). Bu sonuçlar bölgelerin bitki örtüsünün farklılığı ile bal mineral içeriği arasında bir korelasyon olduğunu ($P<0.05$) ve bal içeriğinin bölgesel ve bitki çeşidine bağlı olarak değişebileceği hipotezini güçlendirmektedir. Nitekim Freitas ve ark [23] bal mineral düzeyi ile flora arasında korelasyon bulunduğunu ve baldaki eser elementlerin düzeyinde çevrenin etkisinin büyük ve önemli olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada 2. bölge ile 3. bölge mevcut ağaç ve bitki örtüsü birbirine yakın olmasına

Tablo 1. Farklı bölgelerde barındırılan kolonilerin ürettikleri bal örneklerinde farklı metallerin belirlenen ortalama ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$) düzeyleri (ppm)

element	1. bölge	2. bölge	3. bölge	4. bölge
Fe	1.04 ± 0.16^a	1.05 ± 0.16^a	0.38 ± 0.15^b	0.59 ± 0.13^b
Ni	0.12 ± 0.03^a	0.13 ± 0.05^a	0.17 ± 0.05^a	ND
Cu	0.15 ± 0.03^a	0.16 ± 0.02^{ab}	0.12 ± 0.01^a	0.11 ± 0.01^b
Zn	0.79 ± 0.44^a	0.79 ± 0.27^a	0.35 ± 0.27^b	0.55 ± 0.24^a
Cd	0.27 ± 0.07^a	1.28 ± 0.55^b	1.01 ± 0.5^b	ND
Pb	0.07 ± 0.02^a	0.73 ± 0.11^b	0.49 ± 0.12^b	0.04 ± 0.01^a

a,b,c,: aynı sütundaki farklı harfler farklı ortalamaları gösterir ($P<0.05$) ND: tespit edilemedi

Tablo 2. Farklı bölgelerde barındırılan koloni işçi arı örneklerinde farklı metallerin belirlenen ortalama ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$) düzeyleri (ppm)

Element	1. bölge	2. bölge	3. bölge	4. bölge
Fe	1.67 ± 0.28^a	1.26 ± 0.19^a	0.61 ± 0.21^b	0.67 ± 0.18^b
Ni	0.15 ± 0.08^a	0.82 ± 0.12^a	0.23 ± 0.07^a	0.05 ± 0.01^b
Cu	0.36 ± 0.17^a	0.51 ± 0.04^a	0.11 ± 0.02^b	0.82 ± 0.02^c
Zn	0.43 ± 0.15^a	0.60 ± 0.12^a	0.43 ± 0.11^a	0.87 ± 0.10^b
Cd	0.97 ± 0.11^a	1.70 ± 0.22^b	1.23 ± 0.24^b	ND
Pb	0.32 ± 0.12^a	0.56 ± 0.09^b	0.71 ± 0.11^b	0.13 ± 0.10^c

a,b,c,: aynı sütundaki farklı harfler farklı ortalamaları gösterir ($P<0.05$) ND: tespit edilemedi

rağmen 3. bölgede aşırı otlama nedeniyle bitki örtüsünün azalması sonucu bu bölgelerin mineral düzeyleri Fe (1.05 ± 0.16 , 0.38 ± 0.15), Ni (0.13 ± 0.05 , 0.17 ± 0.05), Cu (0.16 ± 0.02 , 0.12 ± 0.01), Zn (0.79 ± 0.27 , 0.35 ± 0.27) birbirinden farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Güney Afrika bölgesinde yapılmış bir araştırmada arazi kullanım alışkanlıklarının (hayvancılık ve aşırı otlama) değiştirilmesi sonucu bölgenin biyolojik çeşitliliğinin değiştiği ve bu durumun sonucunda balarısı koloni popülasyonunun ve koloni yaşam gücü ile üretiminin olumsuz yönde etkilendiği rapor etmişlerdir [24]. Murry ve ark. [12] da balarısı kolonilerinin geçerli bir nüfus aralığında yaşamını sürdürmesi için bitki çeşidi, çiçek miktarı ve çevrenin doğrudan en önemli belirleyici unsur olduğunu bildirilmişlerdir. Çalışmamızda bölgeler arası arı doku örneklerinden elde edilen mineral düzeyleri bal analiz sonuçları ile paralellik gösterdi. Bu analizlere göre 1. ve 2. bölgelerde Fe (1.67 ± 0.28 , 1.26 ± 0.19), Ni (0.15 ± 0.08 , 0.82 ± 0.12), Cu (0.36 ± 0.17 , 0.51 ± 0.04) ve Zn (0.43 ± 0.15 , 0.60 ± 0.12) birbirine yakın değerlerde olması ($p>0.05$) ve 4. bölge Fe (0.67 ± 0.18), Ni (0.05 ± 0.01), Cu (0.82 ± 0.02), Zn (0.87 ± 0.10) değerleri ile arasında farklılık olması ($p<0.05$) kolonilerin bulunduğu bölgenin bitki örtüsü ve habitatına bağlı olabilir. Çalışmamızın bulguları bu yönde daha önce yapılmış çalışmaların verileri ile paralellik göstermektedir [4,9,12,23,24].

Arı ürünlerinin kimyasal özellikleri çevre kalitesi ile doğrudan ilişkili olması nedeniyle [3,7,25] bal arı ve ürünleri çevresel kirliliğin tespitinde kullanılabilir en önemli biyolojik araçların başında gelmektedir [26-30]. Fredes ve ark [31] hava kirliliğinin göstergesi olarak arı ve arı ürünlerinden biyolojik bir indikatör olarak yararlanılabileceğini bildirilmiştir. Hatta genetik olarak değiştirilmiş [GDO] bitkilerin tespitinin bu yolla mümkün olduğu bildirilmiştir [27]. Çernobil kazasından sonra 1986-1989 yılları arasında yapılan çalışma Ukrayna bölgesinde bulunan ballarda radyoaktif izotoplara rastlandığını ve böylece hala radyoaktif etkinliğin sürdüğünü bildirmişlerdir [30]. Bu çalışmada Cd ve Pb kabul edilebilir toksin madde olması ve balarılarının en çok maruz kaldıkları kirletici olmasından dolayı [32] arı dokusunda ve ürünlerinde Cd ve Pb seviyeleri temsili ağır metal olarak seçilmiştir. Bal örneklerinde mevcut Cd sırasıyla (0.27 ± 0.07 , 1.28 ± 0.55 , 1.01 ± 0.5 , ND) ve Pb ise (0.07 ± 0.02 , 0.73 ± 0.11 , 0.49 ± 0.12 , 0.04 ± 0.01) bulundu. Elde edilen sonuçlara göre kirlilik riski yüksek olan 2. bölgede bulunan mobil santraller, azot fabrikası, trafik ve diğer kimya sanayi birimlerinin mevcut olması ve bu bölgeye yakın mesafede yer alan 3. bölgede bulunan kolonilerde tespit edilen ağır metal (Cd ve Pb) düzeyleri ile kirliliği düşük düzeyde olan 1. bölge ile kirliliğin minimum düzeyde olduğu 4. bölgede bulunan koloniler arasında anlamlı bir şekilde fark bulunmuştur ($p<0.05$). Bu farkın kolonilerin yerleşmiş oldukları bu dört bölgenin kirlilik kaynağı açısından birbirinden tamamen farklı olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. 2. ve 3. bölgeler arası ağır metal konsantrasyonunun farklı çıkmasının ($p>0.05$)

nedeni ise arıların 7-10 km yarı çapta uçabilme kapasitesine sahip olmaları olabilir. Bu iki bölgenin birbirinden mesafe farkının 3-3.5 km olması 3. bölgeye yerleştirilen kolonilerin kirliliğe ulaşabilmelerine bağlı olabilir [1,5,6]. Petekli balda ve arı doku örneklerinde tespit edilen ağır metal konsantrasyonunun sadece bitkiye has bir durumu olmadığı, aynı zamanda bölgenin hava, su ve toprağın muhtemel kirliliği hakkında da bilgi verdiği tespit edilmiştir. Nitekim Fredes ve ark. [31] da yaptıkları çalışmada balda mevcut olan elementlerin kaynağı olarak bitkiler dışında bölgedeki hava ve toprağın da etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bogdanov ve ark [21] ballarda bulunan Pb ve Cd'un doğal olmadığını, genellikle potansiyel bir kirlilik belirtisi olduğunu bildirmiştir. Devillers [22] ve Stankovska [4] yaptıkları ayrı ayrı çalışmada da ballardaki ağır metallerin endüstriyel ve metalurjik faaliyetlerin bir sonucu olduğunu vurgulamışlardır. Elde ettiğimiz sonuçlara paralel pek çok çalışmada da bal arılarının çevrede meydana gelen kimyasal bozulmaların belirlenmesinde iyi bir biyolojik indikatör olarak, pestisit, organik kirleticiler, ağır metal ve radyoaktif gibi kontaminantların ortaya çıkarılmasında uygun bir tespit yöntemi olabileceği vurgulanmıştır [3,6,7,27-29,33,34]. Bizim çalışmamızın bulguları bal ve arı dokularında belirlenen ağır metal düzeylerinin bölgenin çevresel değerleri açısından iyi bir gösterge olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmamızda kirliliğin hem dokuda hem de balda bulunması arı yaşam gücü ve çevre döngüsü ile ilişkisinin bir göstergesidir. Bu çalışmada balda ağır metal düzeyinin arı dokusundan daha düşük olduğu belirlendi. Görece olarak ballardaki metal yoğunluğunun dokudan daha düşük çıkmasının nedeni ağır metallerin arılar tarafından bir çeşit filtrasyon işleminden geçirildikten sonra bala aktarıldığı için monitör olarak bal dokudan sonra 2. derecede önem taşımaktadır [6,28,32]. Bu durum, çevrenin kirlilik derecesinin değerlendirilmesinde, arı dokusunun baldan daha hassas olduğunu göstermektedir. Fakat Cd ve Pb ne düzeyde olursa olsun dokuda ve balda bulunması doğal olmadığından her ikisi de çevre kirlilik göstergesinde önemli bir parametre olarak kullanılabilir [5]. Diğer yandan bu değerlerin kolonilerin arıcılık sezonunda ve belirli mevsimde (Nisan-Eylül) taze nektardan elde edilen sonuçlar olması mevcut dönemin kirliliğinin bir göstergesi olması açısından önem arz etmektedir. Çalışmamızın bulguları, balların mineral içeriğinin o bölgede yetişen bitkinin mekansal dağılımına ve polen kompozisyonuna bağlı olarak değişebileceğini gösterdi. Elde edilen bu bulgular doğrultusunda arı ve arı ürünlerinin, habitat çeşidi ve çevre kirliliğinin belirlenmesinde biyoindikatör olarak kullanılabilirliği kanaatine varıldı.

Sonuç

Çalışmamızın bulguları, balların mineral içeriği nitelik ve nicelik oranları açısından o bölgede yetişen bitkinin mekansal dağılımına ve polen kompozisyonuna bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Bu çalışmada ayrıca baları ve arı ürünlerinin çeşitli çevresel kirleticiler için

uygun bir gösterge olabileceği ve bu yöntemin çevresel kirliliğin izinin sürülmesinde pratik, ucuz ve etkili bir tarama yöntemi olarak kullanılabilirliğini düşünmekteyiz.

Bilgi ve Teşekkür

Bu proje Ondokuzmayıs üniversitesi BAP desteği ile yapılmıştır

Çıkar Çatışması: Yazarların çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- [1] Conti ME, Botre F. honeybees and their products as potential bioindicators of heavymetals contamination Environmental Monitoring and Assessment 2001; 69: 267–282.
- [2] Staniskiene B, Matusevicius P, Budreckiene R. Honey as an Indicator of Environmental Pollution. Environmental research, Engineering and Management 2006; 2(36):53-58.
- [3] Ardalı Y, Nisbet C, Güler A, Yarım GF, Cenesiz S. Abstracts of papers, Investigation of the Use of Honey Bees and Honey to Ases Pesticide Residues, 5th Black Sea Basin Conference On Analytical Chemistry, Fatsa-Ordu/ Turkey,2009; Abstract pp:211- 2.
- [4] Stankovska E, Stafilov T, Sajn R. Monitoring of trace elements in honey from the Republic of Macedonia by atomic absorption spectrometry. Environ Monit Assess 2008; 142:117–126.
- [5] Celli G, Maccagnani B. Honey bees as bioindicators of environmental pollution. Bulletin of Insectology 2003; 56 (1): 137-139.
- [6] Rashed MN, El-haty MTA, Mohamed SM. Bee honey as environmental indicator for pollution with heavy metals. Toxicological & Environmental Chemistry 2009; 91(3):389 – 403.
- [7] Johnson RM, Ellis MD, Mullin CA, Frazier M. Pesticides and honey bee toxicity – U.S.A. Apidologie 2010; 41: 312–331.
- [8] Şahinler N, Sahinler S, Gül A. Hatay yöresi ballarının bileşimi be biyokimyasal analizi. MKU Ziraat Fakültesi Dergisi 2001; 6: 93-108.
- [9] Conti ME, Stripeikis J, Campanella L, Cucina D, Tudino MB. Characterization of Italian honeys (Marche Region) on the basis of their mineral content and some typical quality parameters. Chemistry Central Journal 2007; 1:14-15.
- [10] Brodschneider R, Karl Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees. Apidologie 2010; 41: 278–294.
- [11] Harries-Jones P. Honey bee, communicative order and the collapse of ecosystems. Biosemiotics 2009; 2:193-204.
- [12] Murray TE, Kuhlmann M, Potts SG. Conservation ecology of bees: populations, species and communities. Apidologie 2009; 40: 211–236.
- [13] Bennet WF. Plant Nutrient Utulisation and Diagnostic Plant Symptoms. Nutrient. Mutation Research 1993; 533, 67-97.
- [14] Duruibe JO, Ogwuegbu MO, Egwurugwu JN. Heavy Metal Pollution and Human Biotoxic Effects. International Journal of Physical Sciences 2007; 2:112-118.
- [15] Atay D, Pulat S. Su kirlenmesi ve Kontrolü. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Yayını 2000; 1513:1-178.
- [16] Yap CK, Ismail A, Tan SG, Omar H. Correlations between speciation of Cd, Cu, Pb And Zn in sediment and their concentrations in total soft tissue of green-lipped mussel *Perna viridis* from the west coast of Peninsular Malaysia. Environ Int 2002; 28(1-2):117-26.
- [17] Guler A. The effects of narrowed area and additional feeding on some physiological characteristics of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 2000; 24: 1-6.
- [18] Guler A, Arslan S. Balarısı (*Apis mellifera* L.)'nda suni oğulların farklı yaşlardaki performanslarının belirlenmesi üzerinde araştırmalar. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2004; 21(1): 73-80.
- [19] Vaidya OC, Rantala RT. A comparative study of analytical methods: Determination of heavy metals in mussels (*Mytilus edulis*) from Eastern Canada. Int J Environ An Ch 1996; 63:179-185.
- [20] Moore DS, McCabe GP. Introduction to the Practice of Statistics 1993; pp.228-9, Freeman Company, Press New York.
- [21] Bogdanov S, Max haldimann M, Werner Iuginbühl W, Gallmann P. Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects. Journal of Apicultural Research and Bee World 2007; 46(4): 269–275.
- [22] Devillers J, Dorea J.C, Marengo M, Poirier-ducheöne F, Galland N, et al. Chemometrical Analysis of 18 Metallic and Non-metallic Elements Found in Honeys Sold in France.J. Agric. Food Chem 2002; 50: 5998-6007.
- [23] Freitas MC, Pacheco AMG, Ferreira E. Nutrients and other elements in honey from Azores and mainland Portugal , Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 2006; 270(1):123–130.
- [24] Vaudo AD, Ellis JD, Cambray GA, Hill M. The effects of land use on honey bee (*Apis mellifera*) population density and colony strength parameters in the Eastern Cape, South Africa. Journal Insect Conserv 2011; 16(4): 601-611.
- [25] Şahinler N, Güler A. Abstracts of papers, Biochemical composition honey from sunflower, cotton orange and pine produced in turkey. European Conference of Apidology, Udine, Italy, 2004; Abstract PP19-23.
- [26] Jelechovska O, Vorlova L. Groups of Honey-Physicochemical Properties And Heavy Metals. Acta Vet. BRNO 2001; 70: 91-95.
- [27] Williams IH. Cultivation of GM crops in the EU, farmland biodiversity and bees. Bee World 2002; 83(3): 119-133.
- [28] Porrini C, Sabatini AG, Girotti S, Ghini S, Medrzycki P, et al. Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination. Apiacta 2003; 38: 63-70.
- [29] Luliana B, Cecilia G. Chemical contramination of bee honey-identifying sensor of the environmental pollution.Journal Central European. Agriculture 2005; 6: 467-70.
- [30] Villa S, Vighi M, Finizio A, Bolchi serini G. Risk assessment for honey bees from pesticide-exposed pollen. Ecotoxicology 2000; 9:287–297.
- [31] Fredes C, Montenegro G. Heavy metals and other trace elements contents in Chilean honey. Cien. Inv. Agr 2006; 33(1): 50-58.
- [32] Bogdanov, S. Contaminants of bee products. Apidologie 2006; 37: 1-18.
- [33] Demirezen D, Aksoy A. Determination of heavy metals in bee honey using by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (icp-oes) g.u. Journal of science 2005; 18(4): 569-575.
- [34] Balayiannis G, Balayiannis P. Bee Honey as an Environmental Bioindicator of Pesticides' Occurrence in Six Agricultural Areas of Greece. Arch Environ Contam Toxicol 2008; 55: 462–470