

## BİLECİK İLİNDEN TOPLANAN ARI POLENLERİNİN BOTANİK ORJİNLERİ İLE TOPLAM FENOLİK VE FLAVONOİD İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Determination of Botanic Origins, Total Phenolic and Flavonoid Contents of Bee Pollen Collected from the Bilecik Province

Nazlı MAYDA<sup>1</sup>, Merve KESKİN<sup>2</sup>, Şaban KESKİN<sup>2</sup>, Aslı ÖZKÖK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Uygulamalı Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara/TÜRKİYE, ORCID No.: 0000-0002-7289-5830, E-mail: nazli.mayda@gmail.com

<sup>2</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Bilecik/TÜRKİYE, ORCID No.: 0000-0001-9365-334X, E-mail: merveozdemirkeskin@gmail.com; ORCID No.: 0000-0002-0287-4268, E-mail: sabahkeskin61@hotmail.com

<sup>3</sup>Hacettepe Üniversitesi, Arı ve Arı Ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (HARÜM), Ankara/TÜRKİYE, ORCID No.: 0000-0002-7336-2892, E-mail: asozkok@gmail.com

\*Corresponding Author/Yazışma Yazarı: E-mail: nazli.mayda@gmail.com.

Geliş tarihi / Received: 16.08.2019 Kabul Tarihi / Accepted: 11.10.2019 DOI: <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.605692>

### ÖZ

Bitki polenleri, yüksek protein içeriği ile bal arılarının temel besin kaynaklarından biridir. Bal arıları çiçek ziyaretleri sırasında bitki polenlerini toplayarak kovana getirmektedirler. Yüksek besinsel ve kimyasal içeriği sayesinde birçok terapötik etkiye sahip olan arı poleni insan beslenmesinde de önemli bir gıda takviyesi olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla, kovan girişlerine takılan polen tuzakları ile arıların bacaklarındaki polen peletleri toplanmakta ve tüketiciye sunulmaktadır. Arı poleninin içeriği, başta botanik orijin olmak üzere toplandığı bölgenin iklimi, coğrafi özellikleri, toplanma şekli ve arının türüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada Bilecik ilinin 5 farklı bölgesinden toplanmış arı poleni örneklerinin botanik orijinleri ile birlikte toplam fenolik ve flavonoid içerikleri belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, arı poleni örneklerinin 19 familya, 28 farklı taksona ait bitki poleni içerdiği saptanmış, bir bölge hariç diğer bölgelerde Fabaceae familyasının dominant olarak bulunduğu gözlenmiştir. Örneklerin toplam fenolik içeriği  $9,27 \pm 0,05$ - $18,37 \pm 0,06$  mg GAE/g; toplam flavonoid içerikleri ise  $3,16 \pm 0,0$ - $6,42 \pm 0,06$  mg KE/g arasında değişmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Arı poleni, botanik orijin, toplam fenolik içeriği, toplam flavonoid içeriği

### ABSTRACT

Plant pollen is one of the main nutritional sources of honey bees, which has high protein content. Honey bees collect plant pollen during flower visits and bring it back to the hive. Due to its high nutritional content, bee pollen, which has many therapeutic effects, is also used as an important food supplement in human nutrition. Because of this, pollen traps are attached to the hive entrance and the pollen loads from honey bee legs are collected and provided for human consumption. The content of bee pollen varies mainly depending on botanical origin, climate, geographical characteristics, and type of bee collecting it. In this study, the total phenolic and flavonoid content of bee pollen samples, collected from 5 different regions of the Bilecik province, were determined and compared. As a result, it was found that bee pollen samples contained 19 families and 28 different plant taxa. The Fabaceae family was the most dominant, except for one region.

**Key words:** Bee pollen, botanical origin, total phenolic content, total flavonoid content

## EXTENDED ABSTRACT

**Goal:** Pollen is the reproductive cells of flowering plants. According to its botanical origin, pollen has different nutritional and chemical contents. Honey bees collect plant pollen during their flower visits. Due to its high protein content, pollen is one of the main supply of nutrients for honey bees. Therefore, plant pollen is collected by honey bees and brought back to the hive. Bee pollen can also be used as a food supplement by humans. Consequently, bee pollen is collected from bees with the help of the traps attached to the entrance of the hive and then is sold for human consumption. Studies have shown that bee pollen has many therapeutic properties such as antioxidant, antibacterial, and antimicrobial processes. However, all of these properties are mainly affected by the botanical origin, the climate of the region where the bee pollen is collected, the geographical characteristics, the way the pollen is collected, and the type of bee in which the pollen is collected. Therefore, determining the botanical origin of pollen is very important. In this study, the botanical origin, and the total phenolic and flavonoid contents of bee pollen samples, collected from 5 different regions of the Bilecik province, were determined and compared.

**Materials and Methods:** Bee pollen samples were collected from 5 different regions of the Bilecik Province with the help of pollen traps. Botanical identification of the bee pollen samples were performed by the Barth method with slight modifications (Barth et al. 2010). Pollen frequencies were classified according to Corvucci et al. (2015). The total phenolic content was determined according to Singleton and Rossi (1965) and Singleton et al. (1999). Total flavonoid content was then determined by the Fukumoto and Mazza (2000) method.

**Results:** According to microscopic analysis, the bee pollen samples contained 19 different families and 28 different plant taxa. The samples generally contain mainly pollen from the Fabaceae plant family, except for the BP5 collecting region. Instead, the dominant plant family was from the Brassicaceae plant family in BP5. The total phenolic contents of the pollen samples varied between  $9.27 \pm 0.05$  mg GAE/g and  $18.37 \pm 0.06$  mg GAE/g. The total flavonoid content varied between  $3.16 \pm 0.0$  mg KE/g and  $6.42 \pm 0.06$  mg KE/g.

**Conclusion:** Bee pollen is an important bee product in apitherapy due to its high nutritional and antioxidant content. Especially in the prevention of damage caused by free radicals, products with high antioxidant capacity are effective because of their phenolic content. We found that the total phenolic and flavonoid content of bee pollen varied depending on the plant diversity of the region where the pollen samples were collected. In this study, both botanical origins and phenolic contents of the pollen samples were determined. Five different pollen samples were collected from the Bilecik province and samples other than from the BP1 region were found to have high phenolic content due to the high amount of plant diversity found in the region.

## GİRİŞ

Türkiye’de 12476 bitki türü olduğu ve bunların da yaklaşık 500 kadarının arı beslenmesinde önemli polen ve nektar kaynağı bitkiler olduğu bilinmektedir (Sorkun 2008). Marmara, Karadeniz, İç Anadolu ve Ege bölgeleri arasında bir geçiş bölgesi olarak bulunan Bilecik ilinde 3 farklı iklim tipi görülmektedir (Bilecik Valiliği). Yıllık ortalama sıcaklık  $12^{\circ}\text{C}$  ve ortalama yağış ise  $434,3$  mm’dir (Türe ve Tokur 2000). İlin %46’sını ormanlar, %31’ini ise tarım arazileri oluşturmakta, il genelinde yaklaşık 1500 bitki türünün varlığı bilinmektedir (BEBKA 2018, Özgür 2018).

Çiçekli bitkilerin üreme hücresi olan polen, yüksek protein içeriği sayesinde bal arılarının beslenmesinde, yavru gelişiminde, genç arıların kas ve sindirim sistemlerinin gelişiminde, arı sütü

üretiminde, kısacası koloninin devamlılığında önemli bir rol almaktadır (Pernal ve Currie 2001, Di Pasquale v.d. 2013). Bitki polenleri bal arıları tarafından toplanır, sindirim enzimleri eklendikten sonra, 3. çift bacaklarında depolanarak kovana getirilir (Thorp 1979). Bu şekilde toplanan arı poleni başta protein olmak üzere, karbonhidratlar, aminoasitler, lipitler, steroller, terpenler, fenolik maddeler ve vitaminler bakımından zengin bir içeriğe sahiptir (Nagai v.d. 2005, Rzepecka-Stojko v.d. 2015).

Yapılan çalışmalar arı polenin, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antitümöral, antifungal, antioksidan özellikler gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca antiprostatik, antianemik, antiaterosklerotik, antiosteoporoz, antialerjik ve karaciğer koruyucu gibi terapötik özelliklerinin olduğu da bildirilmiştir

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

(Campos v.d. 2010, Estevinho v.d. 2012, Tohamy 2014, Fatrcová-Šramkova v.d. 2013).

Hüresel metabolizma sonucu hücrelerde üretilen serbest oksijen radikalleri hücrelerin yaşlanmasına ve metabolik aktivitelerin yavaşlamasına neden olmaktadır (Nieto v.d. 1993). Antioksidan maddeler ise serbest oksijen radikallerini indirgeyerek, hücrelerdeki oksidasyonu engellemekte, geciktirmekte ve organizmayı dejeneratif hastalıklara karşı korumaktadır (Baublis v.d. 2000, Nieto v.d. 1993, Sivritepe 2000). Doğal antioksidanlar ve özellikle de flavonoidler, sayılan bu terapötik etkilerde önemli bir rol almaktadır (Cook ve Samman 1996). Arı polenin temel biyolojik etkisi ise yapısında bulunan besinsel maddelerin yanında fenolik asit türevleri ve polifenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Campos v.d. 1997, Han v.d. 2007).

Bu özellikleri nedeni ile arı poleni, kovan girişlerine takılan polen tuzakları yardımı ile toplanmakta ve gıda takviyesi olarak insan tüketimine sunulmaktadır (Almeida-Muradian v.d. 2005, Barth v.d. 2010, Tohamy 2014). Fakat tüm bu özellikleri arı polenin botanik orijinine, toplandığı bölgenin iklimsel ve coğrafi özelliklerine, toplanma şekli gibi birçok parametreye bağlı olarak değiştiğinden dolayı arı polenin botanik orijininin belirlenmesi son derece önemlidir (Abarca 2004, Morais v.d. 2011, Nisbet v.d. 2013).

Yapılan bu çalışmada, Bilecik ilinde 5 farklı bölgeden toplanan arı poleni örneklerinin botanik orijinleri belirlenerek toplam fenolik ve flavonoid içerikleri karşılaştırılmıştır.

### GEREÇ-YÖNTEM

#### Örneklerin toplanması

Arı poleni örnekleri 2018 yılında, Bilecik ilinde 5 farklı bölgedeki [Dodurga (BP1), İnhisar (BP2), Karasu (BP3), Koyunköy (BP4), Vezirhan (BP5)], yerel arıcılardan temin edilmiştir. Örnekler -18° C'de saklanmıştır.

#### Botanik orijinin belirlenmesi

#### Bazık fuksinli gliserin jelatin matriksinin hazırlanması

Toz halindeki jelatinden 7 g tartılmış, içinde 43 ml distile su bulunan bir erlen içerisinde karıştırılmıştır. Eriyen jelatin üzerine 50 ml gliserin ve birkaç damla bazık fuksin eklenmiş, uygun renk ve kıvama gelene

kadar karıştırılmıştır. Hazırlanan solüsyon petrilere dökülerek ağızları kapatılmış, soğuduktan sonra buzdolabında (+4°C) saklanmıştır.

#### Polen preparatlarının hazırlanması

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda arı polenin botanik orijininin belirlenmesinde birkaç farklı yöntem kullanılmıştır (Wodehouse 1935, Almeida-Muradian 2005, Barth v.d. 2009, Modro v.d. 2009a, De Novais v.d. 2009). Bu çalışmada ise Barth yönteminde ufak değişiklikler yapılarak uygulanmıştır (Barth v.d. 2010). Karışık polen örnekleri 2 gr tartılarak üzerine 13 ml etanol eklenmiş, homojenize olana kadar vortekslenildikten sonra 20 dakika 3500 rpm'de santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra süpernatant kısmı atılarak kalan pelet üzerine 13 ml %50 gliserin-su karışımı eklenmiş, yaklaşık bir dakika kadar vortekslenerek 20 dakika 3500 rpm'de santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra süpernatant kısmı dökülmüş, tüpler bir kurutma kağıdı üzerine ters çevrilmiş ve pelet kuruyana kadar beklenmiştir. Diseksiyon iğnesi yardımıyla alınan yaklaşık 1 mm<sup>3</sup>lük gliserin-jelatin matriksi ile tüplerin dibindeki polenler alınmış, hot-plate üzerinde erimesi sağlanmış ve üzerine lamel kapatılarak preparat haline getirildikten sonra kuruması için ters çevrilerek beklenmiştir. Her örnek için 3 adet preparat hazırlanmıştır.

#### Polen preparatlarının sayılması ve sınıflandırılması

Preparatlar Nikon Eclipse E400 mikroskop ile incelenmiştir. Her preparatta 500 polen sayılmış, sayımlar 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Polen tanelerinin teşhisleri için referans preparatlardan ve ilgili kaynaklardan yararlanılmıştır (Erdtman 1969, Markgraf ve D'Antoni 1978, Faegri v.d. 1989, D'Albore 1997). Teşhis edilerek sıklıkları belirlenen polenler Corvucci v.d., 2015'e göre sınıflandırılmıştır. Buna göre; (>%45) dominant (D), (%16–45) sekonder (S), (%3–15) minör (M) ve (%1–3) eser (E) olarak değerlendirilmiştir.

#### Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Polen örneklerinin toplam fenolik madde miktarını belirlemek amacıyla etanol ekstraktları hazırlanmıştır. Her bir polen örneğinden ayrı ayrı 5 g tartıldıktan sonra örnekler 25 ml %95'lik etanol ile 200 rpm sabit hızda karıştırılarak 24 saat ekstrakte edilmiştir. İlgili süre sonunda her bir karışım watman no 1 süzgeç kâğıdı ile süzümüştür. Ekstraktların fenolik madde miktarı için folin metodu kullanılmış (Singleton ve Rossi 1965, Singleton v.d. 1999),

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

standart olarak gallik asit (GA) kullanılmıştır. Sonuçlar mg GAE/g polen olarak ifade edilmiştir.

### Toplam Flavonoid Madde Miktarının Belirlenmesi

Flavonoid miktarı tayini Fukumoto ve Mazza (2000)'ya göre yapılmıştır. Standart olarak farklı konsantrasyonlarda (0,25; 0,125; 0,0625; 0,03125; 0,015625 ve 0,0078125 mg/mL) kuersetin (KE) kullanılmış, toplam flavonoid miktarı mg KE/g polen olarak ifade edilmiştir.

### BULGULAR

Botanik orijinin belirlenmesi amacıyla yapılan mikroskopik analizler doğrultusunda, arı polenlerinin 19 familya, 28 farklı taksona ait bitki poleni içerdiği tespit edilmiştir. BP5 dışında tüm örnekler dominant olarak Fabaceae familyasına ait bitki polenlerini içerirken; BP5 dominant olarak Brassicaceae familyasının polenlerini içermektedir (Şekil 1, Tablo 1).

BP1, 12 familyaya ait 16 bitki taksonu içermekte ve *Coronilla* sp. dominant olarak bulunmaktadır. *Onobrychis* sp. sekonder, *Hypericum* sp. ve *Centaurea aggregata* minör, diğer bitki taksonları ise eser miktarlarda bulunmuştur (Tablo 1).

BP2, 13 familyaya ait 13 bitki taksonu içermektedir, Fabaceae familyasına ait bir takson dominant olarak

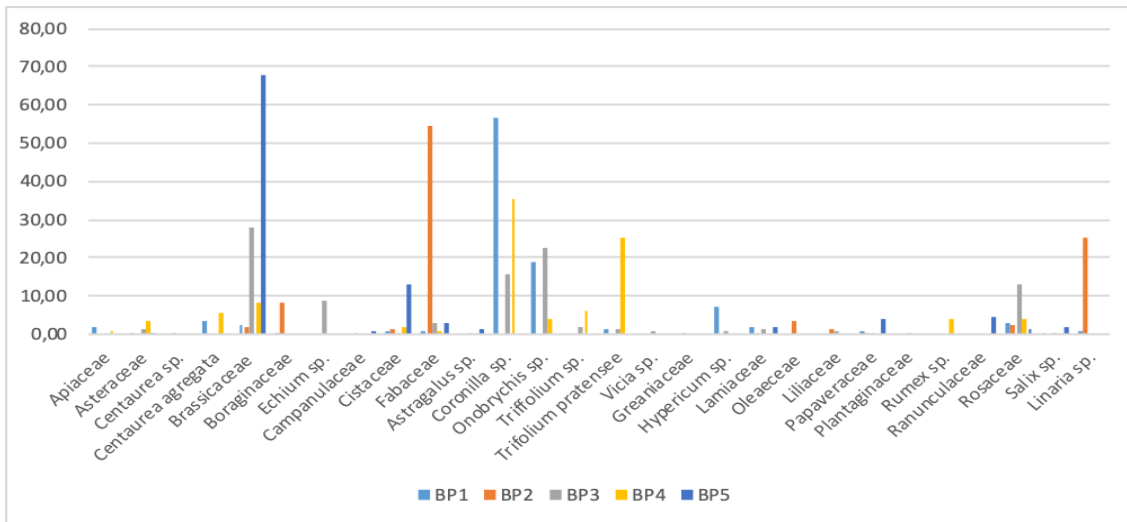
bulunurken, *Linaria* sp. sekonder, *Boraginaceae* familyasına ait bir takson ise minör olarak bulunmuştur. Diğer taksonlar ise eser miktarlarda bulunmaktadır (Tablo 1).

BP3, 12 familyaya ait 18 bitki taksonu içermektedir. *Onobrychis* sp. ve Brassicaceae familyasına ait bir takson sekonder; *Echium* sp. ve *Coronilla* sp. ise minör olarak bulunmaktadır. Dominant bitki poleni bulunmamakla birlikte diğer taksonlar eser miktarlarda saptanmıştır (Tablo 1).

BP4, 7 familyaya ait 12 bitki taksonu içermektedir. *Coronilla* sp. ve *Trifolium pratense* sekonder; Asteraceae familyasına ait bir takson, *Centaurea aggregata*, Brassicaceae, *Trifolium* sp., *Onobrychis* sp., *Rumex* sp. ve Rosaceae minör; diğer taksonlar ise eser olarak bulunmuş, dominant bitki polenine rastlanmamıştır (Tablo 1).

BP5, 10 familyaya ait 10 bitki taksonu içermektedir. Brassicaceae familyası dominant, Cistaceae, Ranunculaceae, Papaveraceae familyaları ise minör olarak bulunmaktadır (Tablo 1).

Toplam fenolik madde miktarı  $18,37 \pm 0,06$  mg GAE/g (BP4) ile  $9,27 \pm 0,05$  mg GAE/g (BP1) arasında değişmektedir. Toplam flavonoid madde miktarı ise  $6,42 \pm 0,06$  mg KE/g (BP4) ile  $3,16 \pm 0,02$  mg KE/g (BP1) olarak belirlenmiştir (Tablo 2).



Şekil 1. Bilecik ilinden toplanan arı poleni örneklerinin bitkisel içerikleri

Figure 1. Botanical origins of bee pollen samples collecting from Bilecik province

# ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

**Tablo 1.** Bilecik ilinden toplanan arı polenlerinin bitkisel içeriği ve sınıflandırılması

**Table 1.** Botanical origin and classification of bee pollen samples collecting from Bilecik province

Family/Genus	BP1			BP2			BP3			BP4			BP5		
	% Ortalama	±Standart sapma	Sınıflandırma	% Ortalama	±Standart sapma	Sınıflandırma	% Ortalama	±Standart sapma	Sınıflandırma	% Ortalama	±Standart sapma	Sınıflandırma	% Ortalama	±Standart sapma	Sınıflandırma
<b>Apiaceae</b>	2,05	1,29	E							0,73	0,45	E			
<b>Asteraceae</b>	0,20	1,18	E				1,28	1,27	E	3,31	0,73	M	0,40	0,12	E
<i>Centaura sp.</i>				0,09	0,16	E									
<i>Centaura aggregata</i>	3,73	1,89	M							5,84	1,39	M			
<b>Brassicaceae</b>	2,66	1,29	E	1,83	0,60	E	27,70	1,72	S	8,25	0,28	M	67,76	6,39	D
<b>Boraginaceae</b>	0,07	1,11	E	8,40	3,79	M									
<i>Echium sp.</i>							8,70	0,70	M						
<b>Campulaceae</b>				0,46	0,20	E							0,56	0,54	
<b>Cistaceae</b>	0,62	0,38	E	1,58	0,70	E	0,29	0,51	E	1,66	0,82	E	12,94	5,83	M
<b>Fabaceae</b>	0,70	0,94	E	54,72	7,02	D	3,02	1,22	E	0,86	0,58	E	2,95	2,58	E
<i>Astragalus sp.</i>							0,14	0,24	E				1,61	2,79	E
<i>Coronilla sp.</i>	56,49	9,47	D				15,66	4,03	M	35,60	1,03	S			
<i>Onobrychis sp.</i>	19,12	2,91	S				22,47	3,46	S	3,99	0,92	M			
<i>Trifolium sp.</i>							1,87	1,13	E	6,12	0,56	M			
<i>Trifolium pratense</i>	1,27	0,44	E				1,29	1,14	E	25,40	0,80	S			
<i>Vicia sp.</i>							1,00	0,51	E						
<b>Greaniaceae</b>				0,20	0,18	E									
<b>Hypericaceae</b>	7,05	2,32	M				0,99	0,64	E						
<b>Lamiaceae</b>	1,72	0,84	E	0,09	0,16	E	1,30	0,78	E				2,10	0,45	E
<b>Oleaceae</b>				3,61	1,68	M									
<b>Liliaceae</b>				1,17	0,68	E	0,56	0,49	E						
<b>Papaveraceae</b>	0,77	0,68	E	0,22	0,39	E	0,43	0,01	E				3,83	1,44	M
<b>Plantaginaceae</b>							0,15	0,45	E						
<b>Polygonaceae</b>										3,99	2,33	M			

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Family/Genus	BP1			BP2			BP3			BP4			BP5		
	% Ortalama	±Standart sapma	Sınıflandırma	% Ortalama	±Standart sapma	Sınıflandırma	% Ortalama	±Standart sapma	Sınıflandırma	% Ortalama	±Standart sapma	Sınıflandırma	% Ortalama	±Standart sapma	Sınıflandırma
Ranunculaceae													4,70	1,23	M
Rosaceae	2,72	0,37	E	2,58	1,15	E	12,99	0,95	M	4,26	1,63	M	1,34	1,26	E
Salicaceae	0,13	0,23	E				0,14	0,24	E				1,80	1,25	E
Scrophulariaceae	0,70	0,33	E	25,14	11,16	S									

**Tablo 2.** Arı poleni örneklerinin fenolik ve flavonoid madde miktarları

**Table 2.** Total phenolic and flavonoid contents of bee pollen samples

Örnek	Fenolik madde miktarı	Flavonoid madde miktarı
	mg GAE/g	mg KE/g
<b>BP1</b>	9,27 ± 0,05	3,16 ± 0,02
<b>BP2</b>	11,68 ± 0,03	5,01 ± 0,02
<b>BP3</b>	12,04 ± 0,08	3,45 ± 0,03
<b>BP4</b>	18,37 ± 0,06	6,42 ± 0,06
<b>BP5</b>	11,19 ± 0,06	6,18 ± 0,03

### TARTIŞMA

Bilecik ilinden toplanan arı poleni örnekleri 19 familya, 28 farklı taksona ait bitki poleni içermektedir. BP5 dışında tüm örnekler dominant olarak Fabaceae familyasına ait bitki polenlerini içerirken; BP5 dominant olarak Brassicaceae familyasının polenlerini içermektedir.

Bal arılarının polen tercihleri buldukları bölgenin florasına, iklimsel özelliklerine ve polenin içeriğine bağlı olarak değişmektedir (Baydar ve Gürel 1998, Devci v.d. 2015). Doğal mera alanlarında bulunan Fabaceae türleri de arılar tarafından tercih edilmekte, nektar ve polen kaynağı olarak kullanılmaktadır (Cengiz 2013). Baydar ve Gürel (1998), çalışma alanlarındaki arıların birincil olarak Asteraceae ve Fabaceae, daha sonra ise Rosaceae, Lamiaceae, Brassicaceae familyası üyelerini tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada besinsel içerikleri yönünden Fabaceae ve Asteraceae

familyalarına ait polenlerin daha yüksek değerlere sahip oldukları saptanmıştır.

BP1, BP3 ve BP5 eser oranlarda *Salix* sp., BP4 ise minör oranda *Rumex* sp. polenlerini içermektedir (Tablo 1). Yapılan araştırmalar *Salix* sp. polenlerinin genellikle entomofil, bazı türlerinin ise anemofil olduğunu göstermektedir (Sacchi ve Price 1988). *Rumex* sp. ise anemofil bir bitkidir (Št'astná v.d. 2010). Atmosferik polenlerin büyük kısmını anemofil bitkiler oluştururken %2'lik kısmı entomofil bitkilerden oluşabilir (Mullins ve Emberlin 1997, Tormo Molina v.d. 2001). Türe ve Böcük (2009)'un Bilecik ili atmosferinde yaptığı çalışmada, polenlerin %67 oranla arboreal formlardan kaynaklandığını ve *Salix* sp.'nin de majör polen grupları arasında bulunduğunu bildirmiştir. Diğer polen grupları ise Poaceae, Urticaceae, Chenopodiaceae, Asteraceae ve *Rumex* sp. taksonlarına aittir.

Chanda v.d. (2010), Fabaceae familyasına ait bitkilerin farklı çözücülerdeki total fenolik içeriklerinin 4,35 ±0,06 ile 74,86 ±0,32 mg/g aralığında

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

değiştiğini bildirmiştir. Brassicaceae taksonlarına ait farklı bitki polenleri ile yapılan bir çalışmada ise örneklerin toplam fenolik içeriğinin 5,31-13,80 mg GAE/g aralığında ve toplam flavonoid madde miktarının ise 1,35-6,71 mg KE/g aralığında değiştiği bildirilmiştir (Heimler v.d. 2006). Bu çalışmada elde edilen veriler incelendiğinde BP4 örneği toplam fenolik madde içeriği açısından en zengin örnek olduğu görülmüştür. Toplam fenolik madde miktarı en düşük olarak BP1 örneğinde bulunmuştur. Bu durum, polen örneklerinin bitkisel kaynağına bağlı olduğu şeklinde izah edilebilir. BP4 örneğinin fenolik madde miktarının daha yüksek olması sonucu, bu örneğin daha fazla sayıda familyaya ait bitki polenlerini içeriyor olmasından ileri geldiği söylenebilir.

### SONUÇ

Arı poleni yüksek besinsel içeriği nedeni ile apiterapide önemli bir arı ürünüdür. Özellikle serbest radikallerin yol açtığı rahatsızlıkları önlemede fenolik içeriği dolayısı ile antioksidan kapasitesi yüksek ürünler öne çıkmaktadır. Arı polenlerinin toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları, polen örneklerinin toplandığı bölgenin bitkisel çeşitliliğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu açıdan çalışmada kullanılan örneklerin hem botanik orijinleri hem de fenolik madde miktarları belirlendi. Bilecik ilinden toplanan 5 farklı polen örneğinden BP1 dışındaki örneklerin yüksek bitkisel çeşitliliğe dolayısı ile yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu saptandı.

### KAYNAKLAR

- Abarca, NA., da Graça Campos, M., Reyes, JAÁ., Jiménez, NN., Corral, JH., Valdez, LSG. 2004. Variability of antioxidant activity among honeybee-collected pollen of different botanical origin. *Interciencia*, 29(10): 574-578.
- Almeida-Muradian, L., Pamplona, LC., Coimbra, SI., Barth, OM. 2005. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of food composition and analysis*, 18(1): 105-111.
- Barth, OM., Freitas, AS., Oliveira, ÉS., Silva, RA., Maester, FM., Andrella, RR., Cardozo, GM. 2010. Evaluation of the botanical origin of commercial dry bee pollen load batches using pollen analysis: a proposal for

technical standardization. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82(4): 893-902.

- Barth, OM., Munhoz, MC., Pinto da Luz, CF. 2009. Botanical origin of Apis pollen loads using colour, weight and pollen morphology data. *Acta Alimentaria*, 38(1): 133-139.
- Baublis, A., Clydesdale, F., Decker, E. 2000. Antioxidants in wheat-based breakfast cereals. *Cereal Foods World*.
- Baydar, H., Gürel, F. 1998. Antalya doğal florasında bal arısı (*Apis mellifera*)'nın polen toplama aktivitesi, polen tercihi ve farklı polen tiplerinin morfolojik ve kalite özellikleri. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22(1998): 475-482.
- BEBKA. Bilecik Retrieved from [https://www.bebka.org.tr/admin/datas/yayin/s/197/2018-12-doga-bilecik-I\\_1545052305.pdf](https://www.bebka.org.tr/admin/datas/yayin/s/197/2018-12-doga-bilecik-I_1545052305.pdf) (acces date 15.08.19).
- T.C. Bilecik Valiliği. Retrieved from <http://www.bilecik.gov.tr/cografi-yapi> (acces date 15.08.19).
- Campos, MG., Markham, K., Proença da Cunha, A. 1997. Quality assessment of bee-pollens using flavonoid/phenolic profiles. *Polyphenol Communications*, 96, 53-54.
- Campos, MGR., Frigerio, C., Lopes, J., Bogdanov, S. 2010. What is the future of Bee-Pollen. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 2(4): 131-144.
- Cengiz, MM. 2013. Doğal Mera Alanlarının Arıcılık ve Organik Bal Üretimi Açısından Önemi. *Araştırma*, 13.
- Chanda, S., Dudhatra, S., Kaneria, M. 2010. Antioxidative and antibacterial effects of seeds and fruit rind of nutraceutical plants belonging to the Fabaceae family. *Food & function*, 1(3): 308-315.
- Cook, NC., Samman, S. 1996. Flavonoids—chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *The Journal of nutritional biochemistry*, 7(2): 66-76.
- Corvucci, F., Nobili, L., Melucci, D., Grillenzoni, FV. 2015. The discrimination of honey origin using melissopalynology and Raman spectroscopy techniques coupled with multivariate analysis. *Food chemistry*, 169, 297-304.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- D'Albore, GR. (1997). Textbook of melissopalynology. Apimondia Publishing House, Bucharest, Romania
- De Novais, JS., Cristina Lima e Lima, L., De Assis Ribeiro dos Santos, F. 2009. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in a semi-arid area from Bahia, Brazil. *Grana*, 48(3): 224-234.
- Deveci, M., Cinbirtoğlu, Ş., Demirkol, G. 2015. İlkbahar dönemi bitkileri ve arıcılıkta polen kaynağı bakımından önemi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 4(1): 1-12.
- Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, LP., Decourtye, A., Kretzschmar, A., Alaux, C. 2013. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter? *PLoS one*, 8(8): e72016.
- Erdtman, G. 1969. Handbook of palynology: morphology, taxonomy, ecology.
- Estevinho, LM., Rodrigues, S., Pereira, AP., Feás, X. 2012. Portuguese bee pollen: palynological study, nutritional and microbiological evaluation. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(2): 429-435.
- Faegri, K., Iversen, J., Kaland, PE., Krzywinski, K. 1989. Textbook of Pollen Analysis. Caldwell. In: NJ: Blackburn Press.
- Fatrcová-Šramková, K., Nôžková, J., Kačániová, M., Máriássyová, M., Rovná, K., Stričík, M. 2013. Antioxidant and antimicrobial properties of monofloral bee pollen. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 48(2): 133-138.
- Fukumoto, L., Mazza, G. 2000. Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(8): 3597-3604.
- Han, X., Shen, T., Lou, H. 2007. Dietary polyphenols and their biological significance. *International Journal of Molecular Sciences*, 8(9): 950-988.
- Heimler, D., Vignolini, P., Dini, MG., Vincieri, FF., Romani, A. 2006. Antiradical activity and polyphenol composition of local Brassicaceae edible varieties. *Food chemistry*, 99(3): 464-469.
- Markgraf, V., D'Antoni, H. L. 1978. *Pollen flora of Argentina: modern spore and pollen types of Pteridophyta, Gymnospermae, and Angiospermae.*
- Modro, AF., Silva, IC., Luz, CF. 2009. Analysis of pollen load based on color, physicochemical composition and botanical source. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 81(2): 281-285.
- Morais, M., Moreira, L., Feás, X., Estevinho, LM. 2011. Honeybee-collected pollen from five Portuguese Natural Parks: Palynological origin, phenolic content, antioxidant properties and antimicrobial activity. *Food and Chemical Toxicology*, 49(5): 1096-1101.
- Mullins, J., Emberlin, J. 1997. Sampling pollens. *Journal of Aerosol Science*, 28(3): 365-370.
- Nagai, T., Nagashima, T., Suzuki, N., Inoue, R. 2005. Antioxidant activity and angiotensin I-converting enzyme inhibition by enzymatic hydrolysates from bee bread. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 60(1-2): 133-138.
- Nieto, S., Garrido, A., Sanhueza, J., Loyola, LA., Morales, G., Leighton, F., Valenzuela, A. 1993. Flavonoids as stabilizers of fish oil: an alternative to synthetic antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 70(8): 773-778.
- Nisbet, C., Güler, A., Yarım, GF., Cenesiz, S., Ardali, Y. 2013. Çevre ve flora kaynaklarının arı ürünlerinin mineral madde içerikleri ile ilişkisi. *Turkish Journal of Biochemistry/Turk Biyokimya Dergisi*, 38(4).
- Özgür, EM. (2018). Bilecik İlinde Şekerpançarı Tarımı. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 35(2).
- Pernal, SF., Currie, RW. 2001. The influence of pollen quality on foraging behavior in honeybees (*Apis mellifera* L.). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 51(1): 53-68.
- Rzepecka-Stojko, A., Stojko, J., Kurek-Górecka, A., Górecki, M., Kabała-Dzik, A., Kubina, R., Buszman, E. 2015. Polyphenols from bee pollen: structure, absorption, metabolism and biological activity. *Molecules*, 20(12): 21732-21749.
- Sacchi, CF., Price, PW. 1988. Pollination of the arroyo willow, *Salix lasiolepis*: role of insects and wind. *American Journal of Botany*, 75(9): 1387-1393.



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in enzymology*, Vol. 299, 152-178. Elsevier.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3): 144-158.
- Sivritepe, N. 2000. Asma, üzüm ve şaraptaki antioksidantlar. *Gıda. Dünya Yayınları*, 12, 73-78.
- Sorkun, K. 2008. *Türkiye'nin nektarlı bitkileri, polenleri ve balları*: Ankara Palme Yayıncılık.
- Št'astná, P., Klimeš, L., Klimešová, J. 2010. Biological flora of Central Europe: *Rumex alpinus* L. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 12(1): 67-79.
- Thorp, RW. (1979). Structural, behavioral, and physiological adaptations of bees (Apoidea) for collecting pollen. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 788-812.
- Tohamy, AA., Abdella, EM., Ahmed, RR., Ahmed, YK. 2014. Assessment of anti-mutagenic, anti-histopathologic and antioxidant capacities of Egyptian bee pollen and propolis extracts. *Cytotechnology*, 66(2): 283-297.
- Tormo Molina, R., Silva Palacios, I., Muñoz Rodríguez, AF., Tavira Muñoz, J., Moreno Corchero, A. 2001. Environmental factors affecting airborne pollen concentration in anemophilous species of *Plantago*. *Annals of Botany*, 87(1): 1-8.
- Türe, C., Böcük, H. 2009. Analysis of airborne pollen grains in Bilecik, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 151(1-4): 27-35.
- Türe, C., Tokur, S. 2000. The Flora of the Forest Series of Yırce-Bürmece-Kömürsu and Muratdere (Bilecik-Bursa, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 24(1): 47-66.
- Wodehouse, RP. 1935. Pollen grains. *Their structure, identification and significance in science and medicine*.