

**ARI POLENİ VE ARI EKMEĞİNİN PALİNOLOJİK,
KİMYASAL VE ANTİOKSİDAN KAPASİTELERİNİN
BELİRLENMESİ**

**DETERMINATION OF PALYNOLOGICAL,
CHEMICAL AND ANTIOXIDANT CAPACITIES OF
BEE POLLEN AND BEE BREAD**

NAZLI MAYDA

PROF. DR. KADRIYE SORKUN

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

*Azmiyle bana ilham olan kardeşim Yiğit'e,
Beni sevgiyle yetiştiren annem ve babama...*

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

06 / 01 / 2019


Nazlı MAYDA

YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesi'ne verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan "*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi/H. Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- Enstitü/Fakülte yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ay ertelenmiştir.
- Tezim ile ilgili gizlilik kararı verilmiştir.

.06... / 01... / 2020


Nazlı MAYDA

ÖZET

ARI POLENİ VE ARI EKMEĞİNİN PALİNOLOJİK, KİMYASAL VE ANTIOKSİDAN KAPASİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Nazlı MAYDA

Yüksek Lisans, BİYOLOJİ Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kadriye SORKUN

Aralık 2019, 129 sayfa

Tohumlu bitkilerin erkek üreme hücresi olan polen işçi arılar tarafından toplanır, sindirim enzimleri eklenir ve bal arılarının 3. çift bacaklarında depolanarak kovana getirilir. Kovana getirilen bu polenler petek gözlerine depolanır, sindirim enzimleri ve bal eklendikten sonra petek gözleri bal mumu ile kapatılır. Arının sindirim içeriğinden gelen bakterilerin aktivitesi sonucunda bu petek gözlerinde fermentasyon oluşmaktadır. Fermentasyon sonucu oluşan bu ürüne arı ekmeği (perga) adı verilir. Yüksek protein, yağ asidi, lipit, sterol, vitamin, mineral vb. besin içeriği sayesinde arı poleni traplarla toplanır ve gıda takviyesi olarak tüketiciye sunulur. Son yıllarda yapılan çalışmalarla arı ekmeğinin biyoyararlanabilirliğinin arı polenine oranla daha yüksek olduğu ortaya atılmıştır. Bu nedenle arı poleni yerine arı ekmeğinin gıda takviyesi olarak kullanımı tercih edilmektedir.

Bu çalışmada arı poleni ve arı ekmeği örnekleri palinolojik yöntemlerle bitkisel orijinin belirlenmesinin yanı sıra kimyasal içerik ve antioksidan kapasite açısından değerlendirilerek karşılaştırılmıştır. Buna göre, aynı kovanlardan toplanan arı poleni

ve arı ekmeğinin bitkisel orijinleri benzer olmasına rağmen bazı taksonların % polen sıklığı oranlarında farklılıklar gözlenmiştir.

Arı ekmeği örneklerinin toplam (%) protein, (%) nem ve toplam yağ asidi içerikleri arı polenine oranla daha düşüktür. Arı poleni örneklerinin toplam protein içeriği % 17,5 - %21,7, toplam yağ asidi içeriği %67,6 - %86,5, nem içeriği ise %17,3 - %23 arasında değişmektedir. Arı ekmeği örneklerinin toplam protein içeriği %17,5 - %21,7, toplam yağ asidi içeriği %60,2 - %79,38, nem içeriği ise %17,5 ile %21,2 aralığında bulunmuştur.

Arı poleni örneklerinin toplam fenolik içeriği 266,93 - 434,24 mg GAE (gallik asit)/g, toplam flavonoid içeriği 2,62 - 4,44 mg QE (kuersetin)/g aralığında; arı ekmeği örneklerinde ise toplam fenolik içeriği 82,57 - 127,07, toplam flavonoid içerikleri ise 1,81 ile 3,74 aralığında bulunmuştur.

Antioksidan kapasite analizlerine göre, arı polenlerinin DPPH (2,2-Difenil-1-pikrihidrazil radikal süpürme) değerleri $3,08 \pm 0,47$ mg TEAC (trolox eşiti antioksidan kapasite)/g ile $3,85 \pm 0,63$ mg TEAC/g; arı ekmeğinde ise $1,29 \pm 1,13$ mg TEAC/g ile $3,82 \pm 0,26$ mg TEAC/g aralığında belirlenmiştir.

Arı polenlerinin ABTS (2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) kapasite değerleri $1,80 \pm 0,02$ mg TEAC/g ile $5,98 \pm 0,10$ mg TEAC/g; arı ekmeğinde ise $0,375 \pm 0,02$ mg TEAC/g ile $1,55 \pm 0,12$ mg TEAC/g aralığında belirlenmiştir.

Sonuç olarak aynı kovanlardan elde edilen arı poleni ve arı ekmeği örneklerinin botanik orijinlerinin benzerliği istatistiksel olarak ispatlanmıştır. Örneklerin botanik orijinleri açısından toplandıkları bölgenin florası ile uyumlu olduğu gözlenmiştir. Biyokimyasal içerikleri karşılaştırıldığında arı poleni örneklerinin toplam % ham protein ve toplam yağ asidi içeriğinin arı ekmeğine göre daha yüksek içeriğe sahip olduğu gözlenmiştir. Arı poleni ve arı ekmeği örneklerinde 22 farklı yağ asidinin varlığı tespit edilmiştir. Linoleik (ALA) asit ve palmitik asit tüm örneklerde yüksek

oranlarda bulunmaktadır. Bunu takiben linoleik asit, eikosanoik asit ve oleik asit varlığı tüm örneklerde gözlenmiştir. Toplam fenolik ve flavonoid madde açısından arı poleni örnekleri arı ekmeğine göre daha yüksek değerlere sahiptir. Ayrıca arı polenin antioksidan kapasitesi de arı ekmeğine oranla daha yüksek olarak bulunmuştur.

Yapılan bu çalışma sonucunda; arı poleni ve arı ekmeğinin bitkisel ve kimyasal içerik ile antioksidan kapasitesinin, ürünün temin edildiği arılığın bulunduğu yer, toplanma şekli, iklim, koloninin durumu, depolanma şekli ve en önemlisi de bitki örtüsü gibi birçok parametreye bağlı olarak büyük değişiklikler gösterdiği tespit edilmiştir.

Uluslararası literatüre göre arı ekmeği ve arı poleni örnekleri ile yapılan çalışmaların farklı bölgelerden ve farklı kovanlardan elde edilen örnekler ile yapıldığı gözlenmiştir. Bu çalışmada ise ilk kez aynı kovanlardan toplanan arı ekmeği ile arı poleni örneklerinin botanik orijinleri belirlenerek içeriklerinin karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir. Arı poleni ve arı ekmeği örneklerinin aynı bölgede, aynı ortamda hatta aynı kovan şartlarında karşılaştırılması; içerik belirleme, coğrafi işaret ve standardizasyon gibi çalışmalar için oldukça önemlidir. Tüm bu şartlar göz önüne alındığında yapmış olduğumuz bu çalışma alanında özgün bir çalışma özelliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arı poleni, arı ekmeği (perga), palinoloji, biyokimyasal içerik, antioksidan kapasite

ABSTRACT

DETERMINATION OF PALYNOLOGICAL, CHEMICAL AND ANTIOXIDANT CAPACITIES OF BEE POLLEN AND BEE BREAD

Nazlı MAYDA

Master, Department of BIOLOGY

Supervisor: Prof. Dr. Kadriye SORKUN

December 2019, 129 pages

Pollen which is a reproductive cell of angiosperms picks up during flower visits of honey bees. It is stored on the 3rd pair legs of honey bees, digestive enzymes are added and take into the hive. This pollen stored in honeycomb eyes, after digestive enzymes and honey added the honeycomb eyes are covered with wax. As a result of the activity of the bacteria coming from the digestive secretions of the bee, fermentation occurs in these honeycomb cells. The product formed after fermentation is called bee bread. Thanks to the high protein, fatty acid, lipid, sterol, vitamin, mineral, etc. content, pollen collected with the help of the traps is presented to the consumers as a food supplement. Recent studies have shown that the bioavailability of bee bread is higher than bee pollen. Therefore, it is preferred to use bee bread as a food supplement instead of bee pollen.

In this study, plant origin of bee pollen and bee bread samples were determined by palynological methods. In addition, chemical content and antioxidant capacity were

evaluated and compared. Although the bee pollen collected from the same hives and the plant origin of bee bread were similar, differences were observed in the pollen frequency % of some taxa.

Total protein (%), moisture (%) and total fatty acid contents of bee bread samples are lower than bee pollen. The total protein content of bee pollen samples ranged from 17,5% to 21,7%, total fatty acid content ranged from 67,6% to 86,5% and moisture content ranged from 17,3% to 23%. The total protein content of the bee bread samples ranged from 17,5% to 21,7%, the total fatty acid content ranged from 60,2% to 79,38 % and the moisture content ranged from 17,5% to 21,2%.

Total phenolic content of bee pollen samples ranged from 266,93 to 434,24 mg GAE (Gallic acid)/g, total flavonoid content ranged from 2,62 to 4,44 mg QE (Quercetin)/g. Total phenolic content of bee bread samples ranged from 82,57 to 127,07 mg GAE/g, total flavonoid content ranged from 1,81 to 3,74 mg QE/g.

According to antioxidant capacity analyzes, DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrihydrazil radical scavenging) values of bee pollen were $3,08 \pm 0,47$ mg TEAC (Trolox equal antioxidant capacity)/g and $3,85 \pm 0,63$ mg TEAC/g; In the bee bread, that values were determined between 1.29 ± 1.13 mg TEAC/g and 3.82 ± 0.26 mg TEAC/g.

ABTS (2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) capacity values of bee pollen were 1.80 ± 0.02 mg TEAC /g and 5.98 ± 0.10 mg TEAC /g; in bee bread that values were determined between 0.375 ± 0.02 mg TEAC /g and 1.55 ± 0.12 mg TEAC/g.

As a result, the similarity of botanical origins of bee pollen and bee bread samples obtained from the same hives has been proved statistically. It was observed that the samples were compatible with the flora of the region where they were collected in terms of botanical origins. When the biochemical contents were compared, it was observed that total crude protein and total fatty acid content of bee pollen samples were

higher content than bee bread. 22 different fatty acids were determined in bee pollen and bee bread samples. Linoleic (ALA) acid and palmitic acid were detected in high amounts in all samples. Followed by, the presence of linoleic acid, eicosanoic acid and oleic acid was observed in all samples. Total phenolic and flavonoid contents of bee pollen samples were higher than bee bread. In addition, antioxidant capacity of bee pollen was found to be higher than bee bread.

As a result of this project; botanical, chemical content and antioxidant capacity of bee pollen and bee bread samples depending on many parameters such as where is located, the way of gathering, climate, storage and most importantly flora. According to international literature, it was observed that the studies with bee bread and pollen samples were made with samples obtained from different regions and different hives. In our study, for the first time, the botanical origin was determined and compared of the bee bread and bee pollen samples which collected from the same hives. Because bee pollen and bee bread samples in the same region, the same flora or even in the same hive conditions to compare; content determination is very important for studies such as geographical indication and standardization. When all these conditions are evaluated, it has a unique working feature in this field of study.

Keywords: Bee pollen, bee bread (perga), palynology, biochemical content, antioxidant capacity

TEŞEKKÜR

Lisans ve Lisansüstü eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini paylaşarak destek olan tez danışmanım Prof. Dr. Kadriye Sorkun'a,

Lisansüstü eğitimim süresince ve tez projemde yanımda olarak, her zaman, her konuda yanımda olarak desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Aslı Özkök'e,

Arı ürünleri ve Palinoloji Laboratuvarına özel öğrenci olarak girdiğim günden beri desteklerini esirgemeyip, bilgilerini paylaşan Doç. Dr. Ömür Gençay Çelemlı ve Dr. Çiğdem Özenirler'e

Ankara/Kahramankazan'da kovanların temini ve bakımında destek veren İnci Fidancılık'tan Ahmet İnci ve Feride Kanik'e; Bursa/Cumalıkızık'ta bulunan kovanların temini ve bakımı için Dikbıyık Arı Çiftliği'nin sahibi İslam ve Nuran Dikbıyık'a; Rize/Ayder Bölgesindeki kovanların temini ve bakımı için Sıtkı Subay ve Recep Yaşar'a; Kırklareli/Çağlayık Bölgesinden toplanan örneklerin temini için Emrah ve Ceylin Akol'a,

Bitki ve polen teşhisleri için yardımcı olan Doç. Dr. Cahit Doğan, Uzm. Haşim Altınözlü ve Dr. Golshan Zare'ye; kimyasal analizlerin yapılmasında destek olan Dr. Öğr. Üyesi Nesrin Ecem Bayram'a,

Lisans ve lisansüstü eğitimim boyunca desteklerinden dolayı Doç. Dr. Aslı Özkırım, Dr. Aygün Schisser, Dr. Edibe Özmen Baysal, Dr. Emre Çilden'e,

Tanıştığımız ilk günden beri her an yanımda olan ve sonsuz desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Nilüfer Coşkun ve Arif Demir'e; çalışmam boyunca manevi açıdan beni yalnız bırakmayan ve desteklerini eksik etmeyen arkadaşlarım Edanur İnkaya ve Ali Kemal Kırçakçı'ya,

Teknik destekleri için Betül Altundal, Nilay Gaye Özdağ, Ceren Şengül, Ergün Ergenekon, Zafercan Erdoğan, Ufuk Topalan'a,

Kararlarım saygı duyarak beni yetiştiren, desteklerini esirgemedi her zaman yanımda olan annem Filiz Mayda ve babam Halil Mayda'ya, azmiyle bana ilham olan kardeşim Yiğit Mayda'ya teşekkürlerimi borç bilirim.

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FHD-2018-16748.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT..... | iv |
| TEŞEKKÜR..... | vii |
| İÇİNDEKİLER | viii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | xiii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | xiv |
| SİMGELER VE KISALTMALAR | xv |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. GENEL BİLGİLER | 4 |
| 2.1. Arıcılık | 4 |
| 2.1.1. Arıcılığın Tarihçesi ve Önemi | 4 |
| 2.1.2. Türkiye’de Arıcılık ve Dünya’daki Yeri | 5 |
| 2.2. Arı Ürünlerine Genel Bir Bakış | 6 |
| 2.3. Bitki Polenleri ve Polenin Yapısı | 7 |
| 2.4. Polinasyon | 9 |
| 2.5. Bal Arılarının Bitki Tercihleri ve Polen Toplama Davranışı | 9 |
| 2.6. Arı Poleni ve Arı Ekmeği | 12 |
| 2.6.1. Arı Ekmeğinde Fermentasyon | 13 |
| 2.6.2. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Biyokimyasal İçeriği | 14 |
| 2.6.3. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Antioksidan Özellikleri | 15 |
| 2.6.4. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Terapötik Özellikleri ve Gıda Takviyesi Olarak Kullanımı | 16 |
| 2.6.5. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Toplanması, Depolanması ve Tüketicieye Sunulması..... | 18 |
| 2.6.6. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Biyoyararlanabilirliği ve Sindirilebilirliği | 19 |
| 2.7. Çalışma Alanlarının Özellikleri | 20 |
| 2.7.1. Ankara İli Genel Özellikleri | 21 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.7.1.1. | Ankara/Beytepe | 22 |
| 2.7.1.2. | Ankara/Kahramankazan | 22 |
| 2.7.2. | Bursa/Cumalıkızık | 22 |
| 2.7.3. | Kırklareli/Çağlayık | 23 |
| 2.7.4. | Rize/Çamlıhemşin | 23 |
| 3. | GEREÇ VE YÖNTEM | 25 |
| 3.1. | Örneklerin Toplanması..... | 25 |
| 3.1.1. | Arı Poleni Örneklerinin Toplanması | 27 |
| 3.1.2. | Arı Ekmeği Örneklerinin Toplanması | 28 |
| 3.1.3. | Çalışma Alanında Bulunan Bitkilerin Toplanması..... | 29 |
| 3.2. | Botanik Orijinlerin Belirlenmesi..... | 29 |
| 3.2.1. | Bazık Fuksinli Gliserin-Jelatin Matriksinin Hazırlanması | 29 |
| 3.2.1.1. | Bazık Fuksin Boyasının Hazırlanması | 29 |
| 3.2.1.2. | Gliserin-Jelatin Matriksinin Hazırlanması | 29 |
| 3.2.2. | Referans Bitkilerin Teşhisi | 29 |
| 3.2.3. | Polen Teşhisleri İçin Referans Preparatların Hazırlanması..... | 29 |
| 3.2.4. | Arı Poleni Örneklerinde Mikroskopik İnceleme İçin Preparatların Hazırlanması | 30 |
| 3.2.5. | Arı Ekmeği Örneklerinde Mikroskopik İnceleme İçin Preparatların Hazırlanması | 31 |
| 3.2.6. | Preparatların Değerlendirilerek Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerindeki Polen Sınıflarının Belirlenmesi..... | 31 |
| 3.3. | Örneklerin Kimyasal ve Antioksidan Kapasite Analizleri İçin Ekstraksiyonu..... | 32 |
| 3.4. | Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin Biyokimyasal İçeriklerinin Belirlenmesi | 32 |
| 3.4.1. | Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin % Ham Protein İçeriklerinin Belirlenmesi | 32 |

| | |
|--|----|
| 3.4.2. Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin % Nem İçeriklerinin Belirlenmesi | 32 |
| 3.4.3. Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin Yağ Asidi Metil Esterleri İçeriklerinin Belirlenmesi | 33 |
| 3.4.3.1. Lipit Ekstraksiyonu | 33 |
| 3.4.3.2. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Hazırlanması | 33 |
| 3.4.3.3. GC/MS Analysis..... | 33 |
| 3.4.4. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Toplam Fenolik Madde İçeriklerinin Belirlenmesi | 34 |
| 3.4.5. Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin Toplam Flavonoid İçeriklerinin Belirlenmesi | 34 |
| 3.5. Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi..... | 35 |
| 3.5.1. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinde DPPH (2,2-Difenil-1-pikrihidrazil radikal süpürme) Kapasitenin Belirlenmesi | 35 |
| 3.5.2. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinde ABTS (2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) Kapasitesinin Belirlenmesi | 35 |
| 3.6. İstatistiksel Analizler..... | 36 |
| 4. SONUÇLAR | 37 |
| 4.1. Araştırma Alanlarından Toplanan Referans Bitkilerin Teşhisi..... | 37 |
| 4.1.1. Ankara/Beytepe | 37 |
| 4.1.2. Ankara/Kahramankazan | 37 |
| 4.1.3. Bursa/Cumalıkızık..... | 37 |
| 4.1.4. Kırklareli/Çağlayık | 37 |
| 4.1.5. Rize/Çamlıhemşin | 37 |
| 4.2. Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin Botanik Orijini..... | 38 |
| 4.2.1. Ankara/Beytepe'den (AP1 - AE1) Toplanan Örneklerin Botanik Orijini | 40 |

| | |
|---|-----|
| 4.2.2. Ankara/Kahramankazan'dan (AP2 - AE2) Toplanan Örneklerin Botanik Orijini..... | 44 |
| 4.2.3. Bursa/Cumalıkızık'tan (AP3 - AE3) Toplanan Örneklerin Botanik Orijini | 47 |
| 4.2.4. Kırklareli/Çağlayık'tan (AP4 - AE4) Toplanan Örneklerin Botanik Orijini | 51 |
| 4.2.5. Rize/Çamlıheşin'den (AP5 - AE5) Toplanan Örneklerin Botanik Orijini | 54 |
| 4.3. Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin Biyokimyasal İçeriği..... | 57 |
| 4.3.1. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin % Ham Protein İçeriği..... | 57 |
| 4.3.2. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin % Nem içeriği..... | 57 |
| 4.3.3. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Yağ Asitleri içeriği | 59 |
| 4.3.4. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Toplam Fenolik İçeriği..... | 61 |
| 4.3.5. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Toplam Flovanoid İçeriği..... | 61 |
| 4.4. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Antioksidan Kapasitesi | 62 |
| 4.4.1. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinde DPPH (2,2-Difenil-1-pikrihidrazil Radikal Süpürme) Kapasite..... | 62 |
| 4.4.2. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinde ABTS (2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) Kapasite..... | 62 |
| 5. TARTIŞMA | 64 |
| 6. KAYNAKLAR | 82 |
| EKLER..... | 95 |
| EK 1- Ankara/Beytepe'den Toplanan Bitkilerin Listesi..... | 95 |
| EK 2- Ankara/Kahramankazan'dan Toplanan Bitkilerin Listesi..... | 97 |
| EK 3- Bursa/Cumalıkızık'tan Toplanan Bitkilerin Listesi | 99 |
| EK 4- Kırklareli/Çağlayık Bölgesinden Toplanan Bitkilerin Listesi..... | 101 |
| EK 5- Rize/Çamlıhemşin Bölgesinden Toplanan Bitkilerin Listesi..... | 102 |
| EK 6- Arazi Çalışması Boyunca Toplanan Bitkiler..... | 107 |
| EK 7- Referans Bitkilerden Elde Edilen Polenlerin Mikrofotoğrafları | 114 |

| | |
|--|-----|
| Ek 8- Tezden Türetilmiş Bildiriler..... | 123 |
| EK 9- Tez Çalışması Orjinallik Raporu..... | 124 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 125 |



ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil 2.1. Sporodermin yapısı ve sınıflandırılması..... | 8 |
| Şekil 2.2. Heterofloral olarak elde edilmiş arı polenin farklı renklerdeki dağılımı.. | 8 |
| Şekil 2.3. Bal arılarının polen sepetinde depolanmış monofloral özellikteki polen yükleri..... | 10 |
| Şekil 2.4. Petek gözlerinde depolanmış arı ekmeği..... | 13 |
| Şekil 3.1. Örneklerin temin edildiği bölgelerin Türkiye haritası üzerinde gösterimi. | 25 |
| Şekil 3.2. Örneklerin toplandığı arılıkların genel görünümü..... | 26 |
| Şekil 3.3. Arı ekmeği örneklerinin petek gözlerinden çıkartılması | 28 |
| Şekil 4.1. Arı poleni ve arı ekmeği örneklerinden elde edilen preparatların genel görünümü | 38 |
| Şekil 4.2. Tüm arı poleni ve arı ekmeği örneklerinde polenlerine rastlanan familyaların % sıklıkları | 39 |
| Şekil 4.3. Örneklerdeki (AP1 ve AE1) polenlerin ait olduğu taksonların % bulunma sıklıkları..... | 43 |
| Şekil 4.4. Örneklerdeki (AP2 ve AE2) polenlerin ait olduğu taksonların % bulunma sıklıkları..... | 46 |
| Şekil 4.5. Örneklerdeki (AP3 ve AE3) polenlerin ait olduğu taksonların % bulunma sıklıkları..... | 50 |
| Şekil 4.6. Örneklerdeki (AP4 ve AE4) polenlerin ait olduğu taksonların % bulunma sıklıkları..... | 53 |
| Şekil 4.7. Örneklerdeki (AP5 ve AE5) polenlerin ait olduğu taksonların % bulunma sıklıkları..... | 56 |
| Şekil 4.8. Örneklerin % ham protein içerikleri..... | 58 |
| Şekil 4.9. Örneklerin % nem içerikleri | 58 |
| Şekil 4.10. Örneklerin toplam yağ asidi içerikleri | 61 |
| Şekil 4.11. Toplam fenolik ve flavonoid içeriği | 62 |
| Şekil 4.12. Örneklerin antioksidan kapasite içerikleri..... | 63 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Çizelge 2.1. Arı ailesinde başkalaşım süreleri ve gelişim | 11 |
| Çizelge 3.1. Örneklerin ve temin edildiği bölgelerin isimlendirilmesi..... | 26 |
| Çizelge 3.2. Arı poleni örneklerinin toplanma zamanları..... | 27 |
| Çizelge 4.1. Ankara/Beytepe'den toplanan örneklerinin botanik orijini, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması | 41 |
| Çizelge 4.2. Ankara/Kahramankazan'dan toplanan örneklerin botanik orijini, polenlerin % sıklıkları ve sınıflandırılması | 44 |
| Çizelge 4.3. Bursa/Cumalıkızık'tan toplanan örneklerin (AP3 - AE3) botanik orijini, polenlerin % sıklıkları ve sınıflandırılması | 48 |
| Çizelge 4.4. Kırklareli/Çağlayık'tan toplanan örneklerin botanik orijini, polenlerin % sıklıkları ve sınıflandırılması | 51 |
| Çizelge 4.5. Rize/Çamlıhemşin'nden toplanan örneklerin botanik orijini, polenlerin % sıklıkları ve sınıflandırılması | 54 |
| Çizelge 4.6. Örneklerin % nem ve % ham protein içerikleri | 57 |
| Çizelge 4.7. Örneklerin % ve toplam yağ asidi içerikleri | 60 |
| Çizelge 4.8. Örneklerin toplam fenolik, toplam flavonoid içerikleri ve antioksidan kapasiteleri..... | 63 |

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

| | |
|----|------------------|
| °C | Santigrat Derece |
| % | Yüzde |
| µg | Mikro gram |
| µm | Mikro metre |
| G | Gram |
| mg | Miligram |
| ml | Mililitre |

Kısaltmalar

| | |
|------|---|
| ABTS | 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid |
| AE | Arı Ekmeği |
| AP | Arı Polen |
| D | Dominant |
| DPPH | 2,2-Difenil-1-pikrihidrazil |
| E | Eser |
| GAE | Gallik Asit |
| M | Minör |
| QE | Quersetin (Kuersetin) |
| S | Sekonder |
| SEM | Taramalı Elektron Mikroskobu |
| Sp. | Tür |
| TEAC | Trolox Eišti Antioksidan Kapasite |
| TFC | Toplam Flavonoid İçeriği |
| TPC | Toplam Fenolik İçeriği |

1. GİRİŞ

Tohumlu bitkilerin erkek üreme hücresi olan polen bal arılarının gelişimi, üremesi ve kovanın devamlılığı için önemli bir besindir. Kovadaki protein ihtiyacını karşılamak için çeşitli bitkilerden polen toplayan arılar polen toplama faaliyeti sırasında farklı bitkileri ziyaret ederek tozlaşmada da önemli rol almakta ve ürün veriminin artmasını sağlamaktadır. Bitki ziyaretleri sırasında bal arıları, topladıkları polenleri tükürük sıvıları ile birleştirip 3. çift bacaklarındaki polen sepetinde depolamaktadırlar. Böylece milyarlarca poleni içeren bir kütle olarak polen peleti elde edilmekte ve kovana takılan tuzaklar yardımıyla bu peletler toplanabilmektedir.

Polenin rengi, şekli ve içeriği arının ziyaret ettiği bitki çeşidine göre farklılık göstermektedir. Her bir bitki türünün kendine ait bir polen morfolojisi bulunmaktadır. Farklı bitki türlerinin polen morfolojisinin birbirinden farklı olması sayesinde, mikroskopik incelemeler ile polenin botanik orijinini belirlemek mümkündür. Arı poleninin protein içeriği bitkisel orijine bağlı olarak %7 - %40 arasında değişmektedir. Proteinin yanı sıra polen içerisinde yaklaşık 28 farklı mineral, 11 enzim ve koenzim, 14 çeşit yağ asidi, 11 çeşit karbohidrat, çeşitli hormon ve vitaminlerin de bulunduğu tespit edilmiştir. Polen içerisindeki mineral madde içeriği arının topladığı ve bitkiden elle toplanan polen arasında farklılık göstermektedir. Yüksek protein içeriğinin yanı sıra çinko, demir ve zengin potasyum/sodyum oranı poleni önemli bir gıda maddesi haline getirmektedir.

Perga olarak da bilinen arı ekmeği arılar tarafından toplanan polenin, petek gözlerine getirilerek nektar, bal ve arının sindirim enzimlerinin de eklenmesiyle kovanda depolanan ve laktik asit fermentasyonuna uğrayan bir arı ürünüdür.

Laktik asit fermentasyonu nedeniyle arı poleni ve arı ekmeğinin içeriği birbirinden farklıdır. Polende bulunan % 0,56 oranındaki laktik asit içeriği arı ekmeğinde % 3,06-3,20 oranına yükselirken pH 3,6 – 4,3'e kadar düşmektedir. Arı poleni ile karşılaştırıldığında düşük pH'ın yanı sıra arı ekmeğinin daha az protein ve yağ içerdiği, laktik asit miktarı ve karbohidrat miktarının ise daha fazla olduğu görülmüştür. Arı

ekmeği lipitler, proteinler, aminoasitler, alifatik asitler, karbohidratlar, polifenoller, karatenoidler, makro-mikro elementler ve vitaminler açısından zengin bir içeriğe sahiptir. Geçirdiği fermentasyon sonucu arı ekmeğinin biyoyararlanabilirliğinin polene göre daha yüksek olduğu bilinmektedir.

Kimyasal içerik ve antioksidan kapasite açısından değerlendirilip karşılaştırılmadan önce botanik orijinin belirlenmesi son derece önem taşımaktadır. Arı poleni ve arı ekmeği ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde aynı kovandan toplanan polenler ve arı ekmeği içerisindeki polen çeşitliliğini karşılaştırmanın daha önceki yıllarda yapılmadığı saptanmıştır.

Hücresel metabolizma sonucu üretilen serbest oksijen radikalleri hücrenin yaşlanmasına ve metabolik faaliyetlerinin yavaşlaması sonucunda da hücre ölümlerine neden olmaktadır. Antioksidanlar ise hücrelerdeki oksitleyici zincir reaksiyonlarının başlatılmasını ve çoğalmasını inhibe eden veya geciktiren bileşiklerdir. Arı poleni ve arı ekmeğinde bulunan polifenoller serbest oksijen radikallerinin ve metal iyonlarının oluşumunu azaltmaktadır. Doğal antioksidanların özellikle de flavonoidlerin birçoğu antioksidan, antimikrobiyal, antiviral, antiinflamatuvar, antialerjik, antitrombotik ve vazodilatör etki gibi birçok biyolojik etki göstermektedir. Bal, propolis ve polen başta olmak üzere arı ürünlerinin antioksidan aktivite gösterdiği bilinmektedir. Yapılan alışmalar arı ekmeğinin de antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. Bu etkilerinin yanında arı ekmeğinin insan vücudunu koruyucu, metabolizmayı, karaciğer, sinir sistemi, endokrin sistemi düzenleyici ve doku yenileyici özellikte olduğu da bilinmektedir.

Türkiye, yaklaşık 12.000 bitki türünün doğal olarak yetiştiği ve değişik iklim koşullarına sahip oldukça verimli bir ülkedir. Çok sayıda kültür bitkisinin ve doğal formlarının bulunduğu Türkiye’de 3500’e yakın endemik bitki türü bulunmaktadır. Arıcılığın oldukça gelişmiş olduğu ülkemizde yaklaşık 500 bitki türünün nektarlı olduğu ve arıcılık için önem taşıdığı bilinmektedir. Bu zellikleri ile ülkemizde arıcılık, önemli bir tarımsal faaliyet olarak yerini almıştır. Dünya’da ki bal üretimi ve arılı kovan sayısı bakımından da lkemiz Çin’den sonra 2. sırada yer almaktadır. Bal

ve polen Türkiye’de yaygın olarak üretilmekte ve insan beslenmesinde gıda takviyesi olarak kullanılmaktadır. Arı ekmeği ise ülkemizde henüz bilinmemekte ve yaygın üretimi yapılmamaktadır.

Bu alışma ile aynı kovandan toplanan arı poleni ve arı ekmeklerinin botanik orijinleri, biyokimyasal ve antioksidan kapasite içerikleri belirlenmiş, botanik orijinin önemi vurgulanmak istenmiştir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Arıcılık

Genel anlamı ile arıcılık, ürünlerinin elde edilmesi amacıyla, bal arılarının kovanlara alınarak yetiştiriciliğinin yapıldığı önemli bir tarımsal ve hayvancılık faaliyetidir (Sancak, Sancak ve Aygören, 2013; Burucu ve Bal, 2017; Özenirler, 2018). Ayrıca, polinasyona olan katkıları sonucu tarımsal üretimde verimi artırmak için bal arısı dışındaki arı türlerinin (*Bombus* sp., *Osmia* sp., *Megachile* sp., *Xenoglossa* sp. gibi) kullanımı ve yetiştiriciliği de arıcılık faaliyetleri içerisine dahil edilebilir (Crane, 2009; Özenirler, 2018).

Arıcılık, düşük sermayeli, az maliyetli, topraktan bağımsız ve tarıma elverişli olmayan kırsal kesimlere istihdam sağlayan önemli bir ekonomik faaliyettir (Uzundumlu, Aksoy ve Işık, 2011). Polinasyona olan katkısı ile ürün verimini artırarak bitkisel üretime de destek olan çevreye duyarlı bir uygulamadır (Sancak, Sancak ve Aygören, 2013).

2.1.1. Arıcılığın Tarihçesi ve Önemi

Çiçekli bitkilerin günümüzden 100-150 milyon yıl önce ortaya çıktığı bilinmektedir (Reece ve ark., 2014). Arılar ise Kretase döneminin sonlarına doğru ortaya çıkmış ve polinasyona olan katkıları ile çiçekli bitkilerle birlikte evrimleşmişlerdir (Krebs, 1979).

Arı ve arı ürünlerinin insanlar tarafından kullanımına dair en eski kayıtlar İspanya'nın Valencia kentinde yapılan kazı çalışmaları sonucunda M.Ö. 7000 yılına dayandığını göstermektedir (Korkmaz, 2013). Ayrıca Anadolu/Çatalhöyük'te yapılan kazı çalışmaları M.Ö. 7000 yıllarına ait mağara resimlerinin varlığını ortaya çıkarmıştır (Sorkun ve ark., 2012). Arıcılığa dair en eski yazılı kayıtlara ise M.Ö 6200'de Sümer yazıtlarında ve M.Ö. 3100 yıllarına ait olduğu düşünülen Mısır tapınaklarında rastlanmıştır (Sorkun ve ark., 2012; Kuropatnicki, Klósek ve Kucharzewski, 2018).

M.Ö. 1300'lü yıllara ait kayıtlar Hititler'in arıcılıkla uğraşıp ticaretini yaptıklarını göstermiştir. Ayrıca balın Babil'liler tarafından ilaç ve gıda olarak kullanıldığı, Aristo'nun ise 'History and Animals' adlı kitabında kovan düzeni ve arılardan bahsettiği bilinmektedir (Sorkun ve ark., 2012; Sancak, Sancak ve Aygören, 2013).

İlkel insanlar, zamanla ağaç kovukları, kaya çatlakları, toprak altı gibi yerlerde bulunan arı kolonilerini kullanarak ürünlerinden faydalanmayı öğrenmiştir. Bilinen ilk kovan arıcılığına ise M.Ö. 2400'lerde Mısır'da rastlanmıştır (Crane, 2009).

Tüm bu bilgiler arı ürünlerinin tarih boyunca beslenme ve hastalıkların tedavisi gibi çeşitli alanlarda kullanıldığını göstermektedir.

2.1.2. Türkiye'de Arıcılık ve Dünya'daki Yeri

Türkiye, 500'ü nektar ve polen kaynağı olduğu bilinen yaklaşık 12.000 bitki taksonuna sahiptir (Sorkun, 2008). Ayrıca coğrafi konumu, iklim şartları ve farklı arı ırklarına ev sahipliği yapması Türkiye'yi önemli bir arıcılık merkezi haline getirmiştir (Sarıöz, 2006; Sorkun, 2008; Sıralı, 2010).

FAO (Food and Agricultural Organisation) verilerine göre 2017 yılı itibari ile Dünya'daki toplam koloni sayısı 90 999 730 adet olup, 7 769 666 koloni Türkiye'de bulunmaktadır. Toplam koloni sayısı bakımından Türkiye dördüncü sırada bulunurken; birinci sırada Hindistan, ikinci sırada Çin, üçüncü sırada ise Yeni Zellanda yer almaktadır (FAO, 2019). Muğla ili 985 bin kovan ile Türkiye'nin en fazla koloniye sahip şehri olup, Ordu ikinci, Adana ise üçüncü sıradadır (TÜİK, 2019).

2014 yılı verilerine göre Dünya bal üretiminin %30,6'sını oluşturan Çin birinci sırada, Türkiye ise yaklaşık 104 bin ton ile ikinci sıradadır (Burucu, Gülse ve Bal, 2017). Türkiye'nin 2018 yılı toplam bal üretimi ise 107 920 ton olarak hesaplanmıştır. Ordu ili yıllık 16,8 bin ton bal üretimi ile birinci sırada, Muğla ise ikinci sırada yer almaktadır (TÜİK, 2019) .

Türkiye’de arıcılık faaliyeti yapan işletme sayısı 2018 yılı itibari ile 163 660 olup, 11 865 işletme ile Ege Bölgesi birinci, 10 962 işletme ile Doğu Karadeniz ikinci, 10 002 işletme ile de Akdeniz Bölgesi üçüncü sıradadır (TÜİK, 2019).

2010 yılı Dünya bal ihracatı 482 149 ton olarak belirlenmiş, birinci sırada Çin yer almıştır (Sancak, Sancak ve Aygören, 2013). İthalatta % 20’lik pay ile ABD birinci sırada olmasına rağmen 2016 yılı itibari ile ABD’nin ithalat miktarı yarı yarıya azalmıştır. Bal üretimi açısından ikinci sırada yer alan Türkiye ihracat rakamları bakımından dünya sıralamasında yerini alamamıştır. 2015 yılında 7 192 ton ile maksimum seviyede olan ihracat, 2016 yılı itibari ile 3 623 tona kadar düşmüştür (Burucu, Gülse ve Bal, 2017; TÜİK, 2019).

2.2. Arı Ürünlerine Genel Bir Bakış

Bal arıları tarafından üretilen ürünler, arının doğadan toplayıp kendi salgılarını eklediği ya da arının vücut salgılarından ve direk arının kendisinden elde edilen ürünler olmak üzere iki grup altında özetlenebilir. Birinci grupta bal, arı poleni, arı ekmeği ve propolis; ikinci grupta ise arı sütü, bal mumu, arı zehri ve apilarnil bulunmaktadır (Schmidt, 1996).

Bu kadar çeşitliliğe rağmen arı ürünleri denince akla ilk gelen ve bilinirliği en yüksek ürün baldır. Baldan sonra bilinirliği en yüksek ürünler polen ve propolis olmasına rağmen bala kıyasla çok daha az bilinmekte ve tüketilmektedir (Bölüktepe ve Yılmaz, 2008; Tunca, Taşkın ve Karadavut, 2015; Niyaz ve Demirbaş, 2017). Ayrıca bilinirlik ve kullanımlarının eğitim, gelir düzeyi ve yaş gibi bazı demografik verilere bağlı olarak değiştiği de gözlenmiştir (Şahinler ve ark., 2004; Bölüktepe ve Yılmaz, 2008; Niyaz ve Demirbaş, 2017; Sayılı, 2013).

2.3. Bitki Polenleri ve Polenin Yapısı

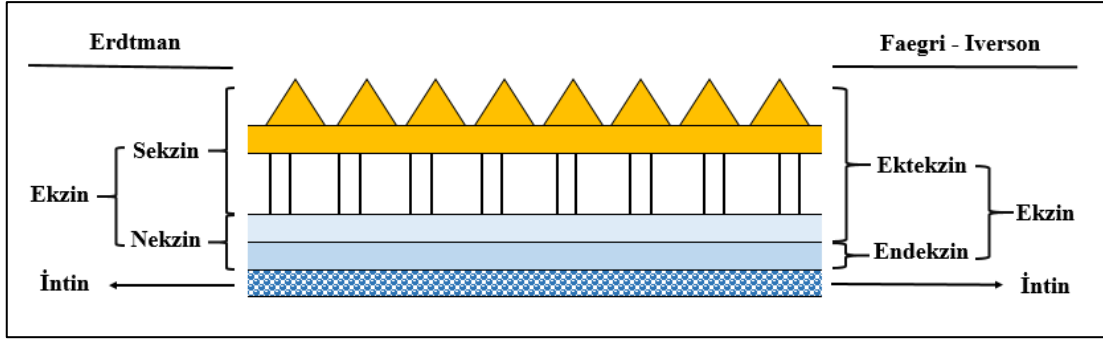
Tohumlu bitkilerin erkek üreme hücresi olan polen, bal arıları başta olmak üzere birçok canlının temel protein kaynağını oluşturmaktadır (T'ai ve Cane, 2000; Sorkun ve ark., 2012; De Grandi-Hoffman, Eckholm ve Huang, 2013).

Polenin dış tabakası olan sporoderm, ekzin ve intin olmak üzere iki kısımdan oluşur (Wiermann ve Gubatz, 1992; D'Albore, 1997). Sporoderm tabakası Faegri, Iverson ve Ertman'a göre iki farklı şekilde sınıflandırılmıştır (Heslop-Harrison, 1968; Faegri, Kaland ve Krzywinski, 1989). Sporodermin yapısı ve sınıflandırılması Şekil 2.1'de verilmiştir.

Ekzin tabakası; karbohidratlar, glikoproteinler, proteinler, lipitler, terpenoidler, uzun zincirli alifatik asitler ve fenolik maddeler içermektedir (Wiermann ve Gubatz, 1992; Halbritter ve ark., 2018). Ayrıca tapetum hücrelerinde üretilen uçucu maddeler, yüzey lipitleri, pigmentler, fenolik ve flavonoidler gibi ikincil ürünler için de oldukça uygun bir depolama ortamıdır (Wiermann ve Gubatz, 1992). Bu maddeler bitki türüne göre farklı kompozisyonlarda bulunur ve böceklerin bitki seçiminde oldukça etkilidir. Son derece kompleks bir yapıya sahip olan ekzin, oldukça dirençli, saflaştırılması ve sindirimi zor olan bir tabakadır (Havinga, 1967; Heslop-Harrison, 1968).

İntin ise ekzinin hemen altında, polenin protoplastını sarmaktadır. Polisakkaritlerce zengin olan bu tabaka proteinli bileşikler de içermektedir (Wiermann ve Gubatz, 1992; Halbritter ve ark., 2018).

Ekzin tabakası üzerinde polenin çimlenmesine imkan tanıyan küçük açıklıklar bulunur. Bunlar apertür olarak adlandırılmaktadır (D'Albore, 1997; Halbritter ve ark., 2018). Ayrıca ekzin üzerindeki maddelerin birikimine bağlı olarak farklı ornemantasyonlar görülmektedir (D'Albore, 1997; Halbritter ve ark., 2018).



Şekil 2.1. Sporodermin yapısı ve sınıflandırılması

Polen tanelerinin büyüklüğü (6 – 300 μm), şekli ve rengi de bitkisel kökenine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Anonim, 2019a). Bitki polenleri sarıdan siyaha, siyahtan kırmızıya kadar değişen geniş bir renk çeşitliliğine sahiptir (Almeida-Muradian ve ark., 2005; Mārghitaş ve ark., 2009; Salazar-González ve ark., 2018). Şekil 2.2’de heterofloral olarak elde edilmiş arı poleninin farklı renklerdeki dağılımı gösterilmiştir. Tüm bu farklılıklar türe özgüdür ve taksonomik çalışmalar için oldukça önem taşımaktadır (Rowley, 1981).



Şekil 2.2. Heterofloral olarak elde edilmiş arı poleninin farklı renklerdeki dağılımı

2.4. Polinasyon

Tohumlu bitkilerin erkek üreme hücresi olan polenin, anterden çıkıp stigmaya ulaşması polinasyon yani tozlaşma olarak isimlendirilir (Free, 1993). Bir çiçeğin kendine ait polen ile döllenmesi otogami olarak adlandırılır ve bu durum kendileşmeye neden olur. Çoğu bitki kendileşmeyi önleyerek genetik çeşitliliği artırmak amacıyla aynı bireyin polenleri ile döllenmesini engelleyecek çeşitli mekanizmalar geliştirmiştir (Mauseth, 2014). Çiçeğin aynı türe ait farklı bitkilerin polenleri ile döllenmesi ise allogami/heterogami (çapraz tozlaşma) olarak tanımlanır (Özbek, 1979). Bu şekilde döllenmiş bitkilerde daha verimli döller üretilir ve ürün verimi artar (Crane, 1972). Heterogami için bazı abiyotik ve biyotik faktörlere ihtiyaç vardır (Heinrich ve Raven, 1972). Bitkiler, tozlaşma şekline göre anemofil, hidrofil, entomofil veya ornitofil olarak sınıflandırılır. Anemofil bitkilerin tozlaşmasında rüzgar, hidrofil bitkilerin tozlaşmasında su, entomofil bitkilerin tozlaşmasında böcekler, ornitofil bitkilerin tozlaşmasında ise kuşlar rol almaktadır. Tarımı yapıp, insan beslenmesinde önemli rol alan bitkilerin büyük bir kısmının tozlaşmasında (%75'inin) böcekler etkili olurken, bal arılarının tozlaşmadaki önemi büyüktür (Faegri, Kaland ve Krzywinski, 1989; Bağrıaçık, 2017).

2.5. Bal Arılarının Bitki Tercihleri ve Polen Toplama Davranışı

Zengin besinsel içeriğe sahip bitki polenleri bal arılarının başlıca protein ihtiyacını karşılamasının yanında arı vücudunda sentezlenemeyen temel aminoasitler (arjinin, histidin, lizin, triptofan, fenilalanin, metionin, treonin, lösin, izolösin, valin) için de önemli bir kaynaktır (Groot, 1953; Standifer, 1980; Keller, Fluri ve Imdorf, 2005). Yeterli polen tüketiminin bal arılarında larval gelişimi desteklediği, immün sistemi düzenleyerek hastalıklara karşı korumada önemli bir rol aldığı, doku, iskelet ve hormonal sistemin gelişiminde katkı sağladığı bilinmektedir (Standifer, 1980; Keller, Fluri ve Imdorf, 2005; Dolezal ve Toth, 2018).

Bal arıları, bitki ziyaretleri sırasında topladıkları bitki polenlerini, tükürük salgıları ile birleştirip, 3. çift bacaklarında bulunan polen sepetlerinde depolayarak kovana getirmektedirler (Alataş, Yalçın ve Öztürk, 1997; Almeida-Muradian ve ark., 2005). Flora ve iklim koşullarının uygun olması durumunda, bal arıları aynı bitki türünün

bireylerini ziyaret etmektedir. Polen sepetinde depolanan polen yükleri monofloral (tek bitki türüne ait) özelliğindedir. Bal arılarının polen sepetinde depolanmış monofloral özellikteki polen yükleri Şekil 2.3’de görülmektedir. Fakat uygun olmayan koşullarda bazı polen yükleri heterofloral (karışık bitki türüne ait) olarak da depolanabilir (Percival, 1947).



Şekil 2.3. Bal arılarının polen sepetinde depolanmış monofloral özellikteki polen yükleri

Yumurtadan çıkan tüm arı larvaları ilk üç gün polen ve arı sütü ile beslenmektedir. Üçüncü günden sonra sadece ana arı larvası arı sütü ile beslenmeye devam ederken, diğer larvalar temel olarak polen ile beslenir (Standifer, 1980; Sorkun ve ark., 2012). Arı ailesinde başkalaşım süreleri ve gelişimleri Çizelge 2.1’de verilmiştir. 5. - 6. güne ulaşan larvaların polen tüketimleri ise maksimum seviyededir (Arslan, 2014; Standifer, 1980). Sağlıklı bir kolonide yıllık 30 kg’dan 75 kg’a kadar polen üretililebilir. Polen tüketimi ise ortalama 25 kg olarak bildirilmiştir (Alataş, Yalçın ve Öztürk, 1997; Dreller, Page Jr, ve Fondrk, 1999; Somerville, 2000).

Çizelge 2.1. Arı ailesinde başkalaşım süreleri ve gelişim (Sorkun ve ark., 2012)

| Arılı kovan/ Günler | Evreler | Başkalaşım Süreleri | |
|------------------------|--------------------|---|---|
| 0 | Yumurta bırakma | Yumurta süresi 3 gün, Ana arı ve işçi arılar döllenmiş yumurtadan, Erkek arılar partenogenez sonucu meydana gelir. | Açık Kuluçka (34,5 °C) bakım ve besleme |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | Yumurtadan çıkış | Larva süresi 6 gün, İlk üç gün bütün larvalar arı sütü, Ana arı larvaları hep arı sütü ile beslenir. 6 günde 1500 kat ağırlaşır. | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | Gözlerin kapanması | Ana arı pupa dönemi 7 gün, İşçi arı pupa dönemi 12 gün, Erkek arı pupa dönemi 15 gündür. | Kapalı Kuluçka (34,5 °C) |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | Ana arı doğumu | | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | | | |
| 20 | | | |
| 21 | İşçi arının doğumu | | |
| 22 | | | |
| 23 | | | |
| 24 | Erkek arı doğumu | | |

Bal arılarının bitki tercihlerinde birçok faktör etkilidir (Arslan, 2014). Flora ve iklim şartlarına da bağlı olarak öncelikle protein içeriği yüksek polenlere sahip bitkiler tercih edilmektedir (Ergül, Sıralı ve Deveci, 2012). 14-37 °C arasındaki hava sıcaklıkları polenin aktif olarak toplanabildiği sıcaklıklardır (Percival, 1947). Sıcaklığın 21 °C'nin altına düştüğü durumlarda ışık şiddeti polen toplama davranışını etkiler (Cınbirtoğlu ve ark., 2019). Bu değer altındaki sıcaklıklarda düşük ışık şiddeti nedeni ile polen toplanma azalır ve yavaşlar. 35-37 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise polen toplanmamaktadır (Percival, 1947; Cınbirtoğlu ve ark., 2019). Ayrıca, polenlerin sabah 07:00-15:00 saatleri arasında, rüzgar hızının 25 km/s'den düşük olduğu

dönemlerde aktif olarak toplandığı gözlenmiştir (Pervival 1947; Özenirler ve Sorkun, 2018; Cınbirtoğlu ve ark., 2019).

Polenin azot, yağ asitleri içeriği ile birlikte renk ve koku gibi özellikleri de bu seçimde etkili olmaktadır (Fewell ve Winston, 1992; Herbert, 1992; Ergül, Sıralı ve Deveci, 2012). Polen kaynağının özellikleri dışında kovanın durumu da bal arılarının polen toplama davranışlarını etkilemektedir. Kovanda depolanmış polen miktarı arttıkça, polen toplama davranışının azaldığı; polen stoğu yeterli olan kovanlarda protein içeriği daha yüksek bitkiler tercih edilirken, polen stoğunun yetersiz olması durumunda daha düşük protein içeriğine sahip polenlerin de tercih edilebileceği gözlenmiştir (Fewell ve Winston, 1992; Dreller ve Tarpy, 2000; Vaughan ve Calderone, 2002). Kovandaki kuluçka miktarının artışı arıların polen toplama davranışını indüklemektedir (Pernal ve Currie, 2001). Kovanlarda polen tuzaklarının varlığı da arıyı daha çok polen toplamaya teşvik eden faktörler arasındadır (Arslan, 2014).

2.6. Arı Polenini ve Arı Ekmeği

Çiçekli bitkilerden toplanarak arıların arka bacağına depolanan polen yükleri ‘arı poleni’ adını almaktadır (Kňazovická ve ark., 2019). Fuenmayor (2014), arı polenini ‘apicultural pollen’, ‘orbicular pollen’, ‘bee collected pollen’ olarak farklı şekillerde tanımlamıştır.

Kovana getirilen polen yüklerinin arılar tarafından kullanılabilmesi için fermentasyon sürecinden geçmeleri gerekir. Bunun için petek gözlerine depolanan polenler, işçi arılar tarafından sıkıştırılır, üzerine bir miktar sindirim içeriği ve bal eklendikten sonra petekler balmumu ile kapatılır (Nagai ve ark., 2004). Sindirim enzimlerinden gelen mikroorganizmalar sayesinde petek gözlerine depolanan polenler yaklaşık iki hafta içerisinde fermentasyon süreçlerini tamamlayıp olgunlaşarak arı tüketimine uygun hale gelmektedir (Nagai ve ark., 2004; Silici, 2014). Bu şekilde petek gözlerinde depolanan ve fermentasyon sonucu olgunlaşan polenler ise ‘arı ekmeği’ ya da ‘perga’ olarak adlandırılmaktadır (Herbert Jr ve Shimanuki, 1978). Petek gözlerinde depolanmış arı ekmeğinin fotoğrafı Şekil 2.4’te verilmiştir.



Şekil 2.4. Petek gözlerinde depolanmış arı ekmeçleri

2.6.1. Arı Ekmeçinde Fermentasyon

Laktik asit bakterileri (LAB), *Bifidobacterium* sp., *Saccharomyces* sp., *Pseudomonas* sp., *Streptococcus* sp. gibi bakteriler ile *Candida* sp., *Torulopsis* sp. gibi birçok maya bal arılarının sindirim sisteminde doğal flora elemanı olarak bulunmaktadır (Gilliam ve ark., 1974; Olofsson ve Vásquez, 2008). Bu mikroorganizmalardan özellikle LAB ve Bifidobacteriumların fermentasyonda önemli rol aldıkları bilinmektedir (Olofsson ve Vásquez, 2008). Fermentasyon için gerekli birçok enzim (esterazlar, lipazlar, fosfatazlar, glikozidazlar vb.) uygun substratların varlığında LAB'lar tarafından sentezlenerek süreci desteklemektedir (Chich, Marchesseau ve Gripon, 1997). Polen depolanmış petek gözlerinin mikroorganizmalar için uygun bir ortam oluşu ve baldan gelen şeker, fermentasyon için gerekli ortamı sağlamaktadır (Olofsson ve Vásquez, 2008).

Mikrobiyal aktivite sonucunda oluşan laktik asit ve diğer metabolitler arı polenininin (pH 4,1 - 5,9) pH'sını düşürerek arı ekmeçinin (pH 3,8 - 4,3) daha uzun süre depolanmasına imkan sağlamaktadır. (Herbert Jr ve Shimanuki, 1978). Ayrıca

fermentasyon sonucu arı polenin kimyasal yapısının da değiştiği bilinmektedir (Haydak ve Palmer, 1942).

2.6.2. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Biyokimyasal İçeriği

Arı poleni, proteinler başta olmak üzere; çeşitli aminoasitler, karbohidratlar, doymuş/doymamış yağ asitleri, lipidler, steroller, vitaminler, terpenler, fenolik maddeler, enzimler ve mineraller bakımından oldukça zengin bir içeriğe sahiptir (Villanueva ve ark., 2002; Campos ve ark., 2010; Fuanmayor ve ark., 2014; Conte ve ark., 2017). Arı ekmeği ve arı polenin içeriği birbirine benzemekle birlikte, fermentasyon sonucu oluşan yan ürünler iki ürünün içeriklerinde farklılıklara neden olabilmektedir (Nagai ve ark., 2004). Arı ekmeğinin yapısında da proteinler, aminoasitler, yağ asitleri, lipidler, steroller, enzimler, mineraller, vitaminler, fenolik maddeler bulunmaktadır. Bunlara ek olarak arı ekmeği içeriğindeki baldan dolayı daha fazla karbohidrat ve bal arısından gelen hormonları da içermektedir (Silici, 2014; Bobiş ve ark., 2017).

Arı ekmeğinin, arı polenine göre daha fazla K vitamini, lif ve indirgenmiş şeker içerdiği saptanmıştır (Silici, 2014; Ivanişov ve ark., 2015). Ayrıca içeriğinde bulunan LAB ve Bifidobakteriumlar nişastanın parçalanarak arı ekmeğinin daha az nişasta içermesine neden olmaktadır. Nişasta içeriğinde bitkisel orijin de etkilidir bu da fermentasyon sürecinde botanik orijinin etkisini ortaya çıkarmaktadır (Bobiş ve ark., 2017).

Ozmotik basınc sonucunda, baldan gelen şeker ve su polen üzerindeki açıklıklardan (apertür) emilerek arı ekmeğinin i kompozisyonunu zenginleştirmektedir (Bobiş ve ark., 2017). Arı polenin pH'sı bitkisel orijin ve iklim koşulları gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Gonçalves ve ark. (2018) arı polenin pH'sını 3,40 - 5,8; Fes ve ark. (2012) 4,3 – 5,2 aralığında, Fuenmayor ve ark. (2014) ise ortalama 4,6 olarak belirlemiştir. Fermentasyon sonucu oluşan asidik maddeler ise arı ekmeğinin, polene göre daha asidik olmasına neden olmaktadır (Ivanişov ve ark., 2015). Arı ekmeğinde pH 3,8 - 4,3 değerine ulaşmaktadır (Herbert Jr ve Shimanuki, 1978).

Arı ürünlerinde bulunan uçucu bileşenler tat ve koku gibi özelliklerin belirlenmesinde etkilidir. Kaškonienė, Venskutonis ve Čeksterytė (2008) arı poleni ve arı ekmeği içerisindeki uçucu bileşenleri tanımlayarak baldan farklı olduğunu bildirmiştir. Arı ekmeğinin alkoller, ketonlar, aldehidler, asitler, terpenler, hidrokarbonlar, benzen ve furan türevlerince zengin olduğu tespit edilmiştir.

Arı poleni ve arı ekmeđinin içeriđi; botanik orijin, cođrafik yapı, iklim, arı ırkı, ürünün toplanma, depolanma ve ekstraksiyon şekli gibi birçok parametreye bađlı olarak deđişiklik göstermektedir (Kaškonienė, Venskutonis ve Čeksterytė, 2008; Morais ve ark., 2011; Mărgăoan ve ark., 2014; Conte ve ark., 2017; Urcan ve ark., 2017).

Türkiye, Brezilya, Bulgaristan, Polonya ve İsviçre arı polenin özelliklerinin belirlendiği standart ve düzenlemelere sahiptir. Arı ekmeğinin özellikleri ile ilgili bir düzenleme henüz bulunmamaktadır (Bogdanov ve ark., 2004; TSE, 2006; Campos ve ark., 2008).

2.6.3. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Antioksidan Özellikleri

Oksijen, aerobik solunum yapan organizmalar için oldukça hayati, fakat bir o kadar da toksik bir maddedir. Canlılardaki döngüsel reaksiyonlar ve oksijenin biyokimyasal tepkimelerde kullanılabilmesi için metabolik ve fizyolojik faaliyetler sırasında serbest ve reaktif oksijen radikalleri (ROS) oluşmaktadır (Cheeseman ve Slater, 1993; Morrissey ve O'brien, 1998). Bunun yanında kirlilik, kimyasallara maruz kalma, radyasyon, uyuşturucu maddeler gibi dış kaynaklı faktörler de hücrelerdeki ROS'ların oluşumunu hızlandırabilmektedir (Meral, Doğan ve Kanberoğlu, 2012). Kararsız yapıda olan bu radikaller hücrelerdeki biyomoleküller (lipidler, proteinler, nükleik asitler gibi) ve diğer reaktiflerle etkileşime girebilir, zincir reaksiyonları başlatabilir ve oksidasyona sebep olabilmektedir (Cheeseman ve Slater, 1993). Zaman içerisinde hücrelerde biriken ROS'lar oksidatif stres ve buna bağlı olarak metabolik bozukluklar, yaşlanma, kronik kalp hastalıkları, kanser ve çeşitli dejeneratif hastalıklara zemin hazırlamaktadır (Cheeseman ve Slater, 1993; Morrissey ve O'brien, 1998; Clarkson ve Thompson, 2000).

Antioksidanlar ise hücrelerde bulunan ROS'ların zararlı etkilerini ortadan kaldıran maddelerdir. Polifenoller, bazı vitaminler, vitamin ön maddeleri, karetenoidler, mineraller, pigment ve enzimler antioksidan özelliğe sahip bileşiklerdir (Cheeseman ve Slater, 1993; Yılmaz, 2010).

Yapılan birçok araştırma arı ürünlerinin oldukça önemli ve doğal antioksidanları içerdiğini ortaya çıkarmıştır (Baltrušaitytė, Venskutonis ve Čeksterytė, 2007; Serra Bonvehi, Soliva Torrentó ve Centelles Lorente, 2001). Her arı ürününün antioksidan kapasitesi başta bitkisel orijini olmak üzere, temin edildiği bölgenin coğrafi ve iklimsel özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Arı poleni ve arı ekmeği de polifenolik maddeler, vitaminler ve pigmentler açısından oldukça zengin bir içeriğe sahiptir (Mărghitaş ve ark., 2009; Zuluaga, 2016; Bobiş ve ark., 2017).

2.6.4. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Terapötik Özellikleri ve Gıda Takviyesi Olarak Kullanımı

Zengin biyokimyasal ve antioksidan içeriğe sahip olan arı poleni ve arı ekmeğinin antimikrobiyal, antitumoral, antibakteriyel, immunomodulator, antiinflamatuvar gibi birçok terapötik özelliği bulunmaktadır (Morais ve ark., 2011; Markiewicz-Żukowska ve ark., 2013; Campos ve ark., 2008; Pascoal ve ark., 2014).

Arı poleni ve arı ekmeğinin asiditesi *Staphylococcus* sp., *Salmonella enterica* gibi bakteriler ve bazı mayaların üremesini inhibe etmektedir (Fatrcová-Šramková ve ark., 2013). Gr (-) bakterilere kıyasla Gr (+) bakteriler üzerinde daha fazla antimikrobiyal etki göstermektedir (Morais ve ark., 2011).

Arı polenin patojen olan *Echerichia coli* ve *Proteus* sp., bakterilerinin üremesini inhibe ettiği, X-ışınlarının zararlı etkilerinin giderilmesinde yardımcı olarak antiradyasyon aktivite gösterdiği gözlenmiştir (Campos ve ark., 1997).

Arı poleni içerisinde bulunan kuersetin antioksidan özellik göstermesinin yanı sıra vücutta histamin salgılanmasını baskılamaktadır. Arı poleni tüketimi anemofil bitki polenlerinin oluşturduğu alerjik reaksiyonların hafifletilmesinde antihistaminik etki göstermektedir (Özkök, 2018).

Arı ekmeğinin etanolik ekstraktı glioblastoma hücre hattı (U87MG) üzerinde % 49-% 66'ya kadar inhibitör etki yaratmıştır (Markiewicz-Żukowska ve ark., 2013).

Düzenli olarak arı poleni kullanımı sporcularda kas gücünü artırmaktadır (Cen, Wang ve Liu, 1982). Erdemir ve ark. (2005), düzenli polen tüketiminin maksimum oksijen kullanımını artırdığını gözlemiştir.

Kronik hepatit hastalarında 30 gün boyunca arı ekmeği kullanımının plazmadaki albümin/globulin oranını düzenlediği ve karaciğerin mikroskopik yapısı ile ölçülen klinik durumlarının düzeldiği belirtilmiştir. Antioksidan aktivite sayesinde lipid peroksidasyonu azalmış, karaciğer enzimleri normal düzeye ulaşmıştır (Ialomiteanu ve ark., 1976).

Geleneksel Çin tıbbında farklı botanik orijine sahip arı polenlerinin karıştırılması ile elde edilen bir karışım hafızayı kuvvetlendirmek amaçlı tüketilmektedir (Iversen ve ark., 1997).

Bu gibi özellikleri sayesinde arı poleninin gıda takviyesi olarak kullanımı yaygındır (Howell ve Champie, 1981). Ülkemizde çok iyi bilinip üretimi yapılmamasına rağmen Dünya'da arı ekmeğinin gıda takviyesi olarak kullanımı yaygınlaşmaya başlamış ve arı polenine göre tercih edilebilirliği artmıştır (Fuenmayor ve ark., 2014).

2.6.5. Arı Polenini ve Arı Ekmeğinin Toplanması, Depolanması ve Tüketiciye Sunulması

Arı polenlerinin toplanması için çeşitli polen tuzakları geliştirilmiştir. Delikli yapıdaki bu polen tuzakları kovan tabanına ya da kovan girişlerine takılır ve arının kovana girişi sırasında bacağından ayrılan polen yükleri altta bulunan tabla üzerinde toplanır (Fuenmayor ve ark., 2014).

Arı ekmeği ise bal hasadı sonrasında boşalan petek gözlerinden, kalem benzeri bir çubuk yardımı ile tek tek toplanmaktadır. Bazı firmalar arı ekmeğinin peteklerden kolayca çıkarılabilmesi için çeşitli ekipmanlar tasarlamıştır. Fakat bunların bir kısmı peteğe zarar vermekte ve bir sonraki yıl aynı peteğin kullanılmasını engellemektedir (Fuenmayor ve ark., 2014).

Kovan içerisindeki yüksek nem içeriği patojen mikroorganizmaların üremesi için ortam oluşturmakta ve bozulmalara yol açarak depolanma sürecini etkilemektedir (Szczésna, 2006; Campos ve ark., 2008; Human ve Nicolson 2006; Sagona ve ark., 2017). Polen tuzakları ile toplanan arı polenleri kurutulmuş, yaş ya da liyofilize halde tüketiciye sunulabilmektedir (Fuenmayor ve ark., 2014). Yaş arı poleni yaklaşık %20-30 arasında değişen bir nem içeriğine sahiptir, temin edildikten hemen sonra derin dondurucuda, -18 °C'de depolanması gerekmektedir (Szczésna, 2006; TSE, 2006; Campos ve ark., 2008). Uygun şekillerde depolanmış yaş arı poleni yaklaşık 2 sene boyunca tüketilebilir. Kurutulmuş depolanacak arı polenlerinin ise 42 °C'yi geçmeden kurutulması, nem içeriğinin maksimum % 6 olması gerekmektedir (Campos ve ark., 2008).

Arı ekmeğinde gerçekleşen fermentasyon asiditeyi artırarak patojen mikroorganizmaların üremesini büyük ölçüde inhibe etmekte ve arı ekmeğinin daha uzun süre depolanmasına imkan sağlamaktadır (Nagai ve ark., 2004).

Ürünlerin tüketiciye sunulmasından önce paketlemelerinin uygun şekillerde yapılması, hijyen kurallarına dikkat edilmesi ve etiket bilgilerinin doğru olarak tanımlanması gerekmektedir (Campos ve ark., 2008; Bobiş ve ark., 2017).

Tarımsal uygulamalarda kullanılan zirai ilaçlar ve gübreleme, arılığın bulunduğu bölgedeki sanayi faaliyetleri, arılığın karayollarına olan uzaklığı gibi bir çok faktör arı ürünlerinin ağır metallerce kirlenmesine neden olmaktadır (Campos ve ark., 2008).

Bu nedenlerle arılıkların sanayi kuruluşlarından, otoyollardan ve tarımsal uygulamaların yapıldığı bölgelerden uzak olarak konumlandırılması, ürünlerin doğru yöntemlerle ve hijyen kurallarına uygun şartlarda depolanması ve ürün bilgilerinin doğru olarak belirtilmesi son derece önem taşımaktadır (Nagai ve ark., 2004; Campos ve ark., 2008; Fuenmayor ve ark., 2014; Bobiş ve ark., 2017).

2.6.6. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Biyoyararlanabilirliği ve Sindirilebilirliği

Arı poleni, uzun yıllardır insan tüketiminde gıda takviyesi olarak kullanılmaktadır. Fakat son yıllaraki çalışmalar, polenin sahip olduğu geçirimsiz ve dayanıklı duvar yapısının canlı vücudundaki sindirim enzimleri tarafından parçalanamadığını, insan vücudunda %48 - %59 oranında ve kısmen sindirilebildiğini göstermiştir (Campos ve ark., 2010). Bell (1983), iki farklı ticari arı polenin farelerdeki biyoyararlanabilirliğini incelemiş ve ikisinin de oldukça düşük olduğunu gözlemlemiştir.

Arı poleni ve arı ekmeğinin besinsel içerikleri genel olarak benzerlik göstermesine rağmen; protein ve yağ asitleri açısından arı ekmeği daha düşük değerlere sahiptir. Buna rağmen fermente olan arı ekmeğinin biyoyararlanabilirliği arı polenine göre çok daha yüksektir. Zuluaga, Serrato ve Quicazan (2015), arı poleni ve arı ekmeğinin protein içerikleri açısından sindirilebilirliklerini araştırmış, arı polenine oranla arı ekmeğinin daha fazla sindirilebilir olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada arı poleni 63 g (sindirilmiş protein)/100 g (toplam protein) oranında sindirilirken; arı ekmeğinin 79 g (sindirilmiş protein)/100 g (toplam protein) oranında sindirildiği gözlenmiştir.

Arı ekmeğinin yüksek biyoyararlanabilirliği çeşitli araştırmacılar tarafından farklı şekillerde yorumlanmıştır. Bazı araştırmacılar, arı ekmeğinde fermentasyon sonucu oluşan asidik ürünlerin polen duvarında deformasyon ve parçalanmalara neden olduğu görüşündedir. Ekzin tabakasında oluşan bu deformasyon polen protoplastının ortaya çıkmasına böylece arı ekmeğindeki biyoyararlanabilirliğin daha yüksek olmasına olanak vermektedir (Zuluaga, Serrato ve Quicazan, 2015; Mutsaers, 2005).

Buna karşılık, ekzin tabakasının çeşitli asidik ve kimyasal uygulamalara oldukça dirençli olduğu da bilinmektedir. Arkeolojik çalışmalar, bitki polenlerinin dirençli duvar yapıları sayesinde çağlar boyunca deforme olmadan kalabildiğini ortaya çıkarmıştır. Özkök ve ark. (2018)'nin yaptıkları çalışmada arı poleni ve arı ekmeği örnekleri SEM (taramalı elektron mikroskobu) ile görüntülenmiş, arı ekmeğinde bulunan polenlerin duvar yapılarında deformasyon gözlenmemiştir.

Dustman (2007), arı ekmeğinin yüksek biyoyararlanabilirliğini içeriğindeki baldan gelen su ve şeker varlığı ile açıklamıştır. Baldan gelen şeker ve suyun polen hücreleri tarafından emilmesi sonucu oluşacak osmatik şok ile polenin içeriği serbest kalacak, mineraller, oligoelementler, amino asitler ve antioksidan maddelerin sindirimi sağlanacaktır.

2.7. Çalışma Alanlarının Özellikleri

Bir bölgedeki güneşlenme, sıcaklık, basınç, rüzgar, yağış miktarı, gibi bir çok etkenin birlikte değerlendirilmesi o bölgenin iklimini oluşturur. Farklı etmenlerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda çeşitli iklim sınıflandırmaları ortaya çıkmış, genellikle araştırmacının adı ile anılmaktadır. Köppen, Aydeniz, Erinç, Trewartha ve Thornthwaite iklim sınıflandırmaları bunlara örnek olarak verilebilir (Anonim, 2019b).

Asya ve Avrupa Kıtaları arasında bir köprü görevi gören Türkiye, ılıman ve subtropikal kuşak arasında yer almaktadır. Farklı yeryüzü şekilleri, dağların uzanış yönü ve üç tarafının denizlerle çevrili olması farklı iklim tiplerinin ve zengin bitki

örtüsünün ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Türkiye’de Akdeniz İklimi, Karasal İklim, Marmara İklimi ve Karadeniz İkliminin özellikleri görülmektedir (Davis, 1965; Şensoy ve ark., 2008, Anonim 2019b).

Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye’de 3 ana iklim tipine ait 10 farklı iklim tipi görülmektedir. Ilıman iklim tipi ülke genelinde geniş bir yayılıma sahiptir. İkincil olarak da karasal iklimin etkileri yaygındır. İç Anadolu Bölgesi kurak iklim özellikleri göstermekte, karadeniz kuşağında ise yağışlı iklim etkili olmaktadır (Öztürk, 2017).

Türkiye’nin bitki çeşitliliğine dair ilk çalışmalar 1842’de Boissier’in Anadolu’da gerçekleştirdiği araştırmalara dayanmaktadır. Yine aynı araştırmacı tarafından 1867-1888 yılları arasında ‘Flora Orientalis’ adlı eser Türkiye florasına ışık tutmuştur (Boissier, 1867). Davis editörlüğünde, 1965-1985 yılları arasında Türkiye florasını aydınlatan 9 ciltlik ‘Flora of Turkey and the East Aegean Islands’ eseri yayınlanmıştır (Davis, 1965-1985). Kitabın 10. Cildi Davis, Mill ve Kıt Tan tarafından 1988 yılında, 11. cildi ise Güner ve ark. Editörlüğünde 2000 yılında yayınlanmıştır (Davis, Mill ve Kıt Tan 1988; Güner ve ark., 2000).

2.7.1. Ankara İli Genel Özellikleri

Ankara ili, Türkiye’nin İç Anadolu Bölgesi’nde, 39°57’K enlemi ve 32°53’D boylamı arasında yer almaktadır. Orta Anadolu’nun Kuzeybatısında yer alan Sakarya ve Kızılırmak nehirleri’nin kollarının oluşturduğu engebeli bir yayla ve ovalarla kaplı bir bölgedir (Anonim 2019c).

Yüksek dağlarla çevrili olan bu bölgede karasal iklim hakimdir. Köppen iklim sınıflandırmasına göre yarı nemli iklim özelliğine sahiptir (Anonim, 2019b).

Orman ve bozkır alanları genellikle bir arada bulunmaktadır (Çiçek, Türkoğlu ve Gürgen, 2004). Yaygın olarak step formasyonu görülmektedir. *Stipa* sp., *Brassica* sp.,

Euphorbia sp., *Lamium* sp., *Artemisia* sp., *Spartium* sp., *Papaver* sp., *Peganum* sp., *Astragalus* sp., *Thymus* sp., *Berberis* sp., *Verbascum* sp., *Salvia* sp. gibi bitkiler ve kısa boylu çalılar yöre florasında hakimdir (Günel, 2013; Anonim, 2019d).

2.7.1.1. Ankara/Beytepe

Hacettepe Üniversitesi, Beytepe Kampüsü Ankara'nın Çankaya ilçesinde yer almaktadır. Bölgede 57 familyaya ait bitki taksonu bulunmaktadır. İran-Turan elementine ait 134, Avrupa-Sibirya elementi 24 ve Akdeniz elementi olan 21 taksonun varlığı saptanmıştır (Mutlu, Erik, Tarikahya, 2008). Kampüs içerisinde *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* ormanları hakimdir.

2.7.1.2. Ankara/Kahramankazan

Kahramankazan, Ankara'nın kuzey batısında, Akıncı Ovası üzerinde bulunmaktadır. Tarım ve hayvancılık bölge halkının temel geçim kaynağını oluşturmaktadır. *Beta vulgaris*, *Phaselous* sp. *Cucumis melo*, *Triticum* sp. tarımı yapılan bitkiler arasındadır (Anonim, 2019e).

Arıcılık bölgede önemli bir ekonomik faaliyet olup, yıllık bal üretimi ortalama 15 ton olarak gerçekleşmektedir (Anonim, 2019e).

2.7.2. Bursa/Cumalıkızık

Marmara Denizi'ne kıyısı olan Bursa ili bir geçiş iklimi olan Marmara ikliminin etkisi altındadır (Şensoy, 2008). İl sınırları içerisinde bulunan Uludağ'da (2543 m) ise daha sert bir iklim etkilidir. Yıl boyunca ortalama sıcaklık 14,5 °C, ortalama yağış 510 mm ile 607 mm arasında değişmektedir. Yörede ocak en soğuk, temmuz ise en sıcak ay olarak karşımıza çıkmaktadır (Anonim, 2019b).

Uludağ'ın oluşturduğu yükselti farkının da etkisi ile şehirde yükselti boyunca değişen zengin bir flora bulunmaktadır. Yörede 350 m'den itibaren *Laurus nobilis*, *Olea*

europaea, *Corylus* sp., *Thymus* sp., *Cercis* sp., *Taraxacum* sp., *Papaver* sp., *Malus* sp.; 700 m'ye kadar *Pinus nigra*, *Populus tremula*, *Cornus* sp. yayılışı bulunmaktadır. Aynı bölgede 700-1000 m arası, *Castanea sativa*, *Fagus orientalis*, *Populus tremula*, *Quercus petraea*, *Pinus nigra*, *Pinus brutia*, *Cornus mas*, *Mespilus germanica*; 1000-1500 m arası *Fagus* sp.; 1500-2000 m arasında ise *Vaccinium myrtillus*, *Malus sylvestris*, *Taraxacum* sp., *Thymus* sp., *Populus tremula*, *Papaver* sp., *Salix* sp. gibi bitkiler yayılış göstermiştir. Daha yüksek kesimlerde (2100 m den daha yüksek) kesimlerde bodur ağaçlar, sonrasında da alpinik çayırlar görülmektedir (Günel, 2013).

2.7.3. Kırklareli/Çağlayık

Trakya'da bulunan Istranca Sıradağları (1031 m) ve Ganos Dağı (945 m) bölgenin iklim koşulları ve tür çeşitliliği üzerinde oldukça etkilidir (Günel, 2013). Bölgede nemli ve kuru orman, step, maki ve kıyı bitkileri olmak üzere 5 farklı bitki örtüsü görülmektedir. Yörede 900 m'nin üzerinde nemli ormanlar yer almaktadır. Nemli ormanlarda sıklıkla *Fagus orientalis*, *Quercus petraea*, *Tilia argentea*, *Carpinus betulus* ve *Castanea sativa* ağaçlarına rastlanmaktadır. Güney yamaçlarda ise kuru ormanlar bulunmaktadır (Anonim, 2019f).

Kırklareli ili Trakya Bölgesinde 41°44'- 42°00' Kuzey Enlemleri ile, 26°53'- 41°44' Doğu Boylamları arasında 6.555 km²'lik yüz ölçümüne sahiptir. Bu alanda *Quercus* sp., *Carpinus* sp., *Pinus brutia*, *Ulmus* sp., *Paliurus spina-christi*, *Acer* sp., *Tilia* sp. gibi bitkiler geniş yayılım göstermektedir. Bölgede arıcılık önemli bir faaliyet olup Meşe (*Quercus* sp.) ve Ihlamur (*Tilia* sp.) balı üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2019f).

2.7.4. Rize/Çamlıhemşin

Yaklaşık 3920 km²'lik bir alan üzerinde Karadeniz Bölgesi'nin doğusunda yer alan Rize İli'nin kıyı şeridinde dağlar denize paralel uzanır, bölgede yükseklikler 3000 m'yi bulabilir (Anonim, 2019g).

Yıllık ortalama sıcaklık 14 °C, yıllık ortalama yağış ise 2300 mm'nin üzerindedir. Türkiye'nin en çok yağış alan ili Rize'dir. Havadaki bağıl nem miktarı %75'e kadar

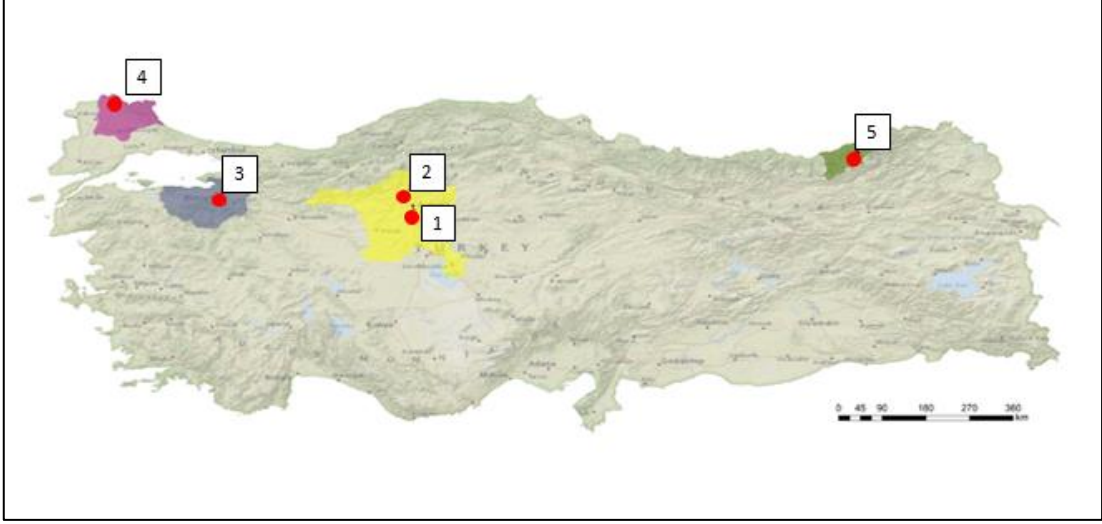
ulaşır ve Karadeniz ikliminin özellikleri görölmektedir (Anonim, 2019g). Bölgenin iklimsel özellikleri bitki örtüsü üzerinde oldukça etkili olmuştur. *Fagus orientalis*, *Carpinus betulus*, *Castanea sativa*, *Quercus petraea*, *Quercus pontica*, *Acer cappadocicum*, *Ulmus* sp., *Fraxinus* sp., *Salix* sp., *Tilia rubra*, *Diospyros lotus*, *Populus tremula* orman örtüsünü oluşturan önemli ağaç türleri arasındadır. *Rhododendron caucasicum*, *Rhododendron luteum*, *Rhododendron ponticum*, *Buxus* sp., *Vaccinium* sp., *Rubus* sp., *Ligustrum* sp., *Ilex aquifolium*, *Laurocerasus aculeatus*, *Malus silvestris*, *Viburnum* sp., *Rosa canina*, *Daphne pontica* taksonları da yaygın olarak bulunmaktadır (Günel, 2013).

İklimsel özellikleri ve zengin florası Rize’de tarımsal faaliyetlerin gelişmesine olanak sağlamıştır. Tarımsal faaliyetin %91’inden fazlasını çay üretimi oluşturmaktadır. Ayrıca arıcılık için de önemli bir merkezdir (Anonim, 2019h). Yoğun *Castanea sativa* ağaçlarının bulunduğu ormanlık alanlarda kestane balı üretimi yapılmaktadır. *Rhododendron* sp. türlerinin bulunduğu alanlarda ölkemiz Doğu Karadeniz Bölgesine özgü ‘Deli Bal’ olarak da bilinen ‘Ormangülü Balı’ üretilmekte ve çeşitli terapötik özellikleri sayesinde bölge halkı tarafından tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Ayrıca bölgedeki yaylaların zengin tür çeşitliliği sayesinde kaliteli çiçek balları da üretilmektedir.

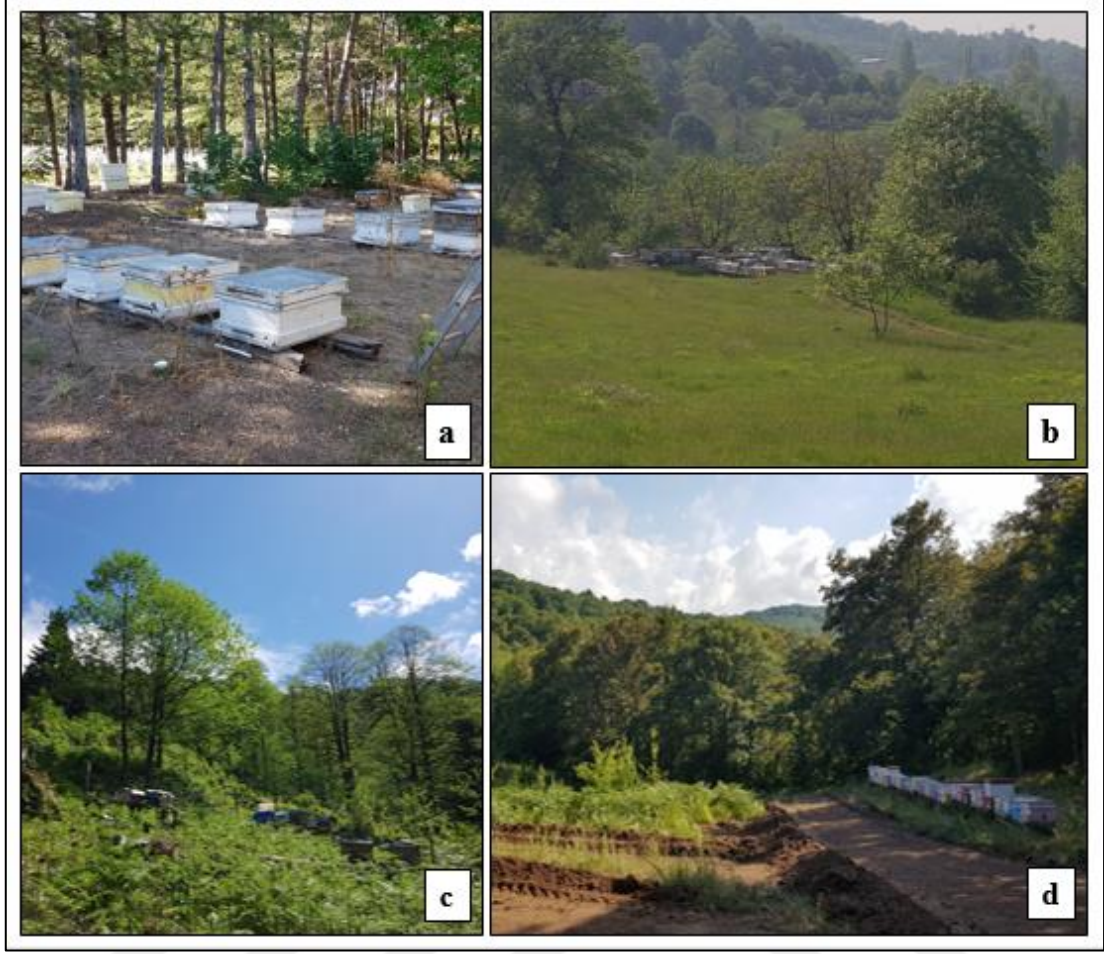
3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Örneklerin Toplanması

Arı poleni ve arı ekmeği örnekleri Ankara/Beytepe, Ankara/Kahramankazan, Bursa/Cumalıkızık, Kırklareli/Çağlayık, Rize/Çamlıhemşin olmak üzere Türkiye'nin 4 şehrinde, 5 farklı arılıktan toplanmıştır. Örneklerin temin edildiği bölgelerin Türkiye haritası üzerinde gösterimi Şekil 3.1; örneklerin toplandığı arılıkların genel görünümü ise Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Örneklerin ve temin edildiği bölgelerin isimlendirilmesi Çizelge 3.1'de belirtilmiştir.



Şekil 3.1. Örneklerin temin edildiği bölgelerin Türkiye haritası üzerinde gösterimi (1. Ankara/Beytepe, 2. Ankara/Kahramankazan, 3. Bursa/Cumalıkızık, 4. Kırklareli/Çağlayık, 5. Rize/Çamlıhemşin) (ArcGIS pro 2.2. yazılımı ile tasarlanmıştır).



Şekil 3.2. Örneklerin toplandığı arılıkların genel görünümü (a. Ankara/Kahramankazan, b. Bursa/Cumalıkızık, c. Rize/Çamlıhemşin, d. Kırklareli/Çağlayık)

Çizelge 3.1. Örneklerin ve temin edildiği bölgelerin isimlendirilmesi

| Örneğin ismi | Bölge | Arılık |
|--------------|------------|---------------|
| AP1 AE1 | Ankara 1 | Beytepe |
| AP2 AE2 | Ankara 2 | Kahramankazan |
| AP3 AE3 | Bursa | Cumalıkızık |
| AP4 AE4 | Kırklareli | Çağlayık |
| AP5 AE5 | Rize | Çamlıhemşin |

3.1.1. Arı Polenı Örneklerinin Toplanması

Arı poleni örnekleri 2018 yılının Nisan-Eylül ayları boyunca kovanlara takılan polen tuzakları yardımı ile toplanmıştır. İklim şartları nedeni ile arıların polen toplamaya başlaması ve polen akımının sonlanması her bölgede farklılık göstermiştir. Bu nedenle arı poleni örnekleri işçi arıların polen toplamaya başlamasından itibaren, yaklaşık 15 günlük aralıklarla temin edilmiştir. Arı poleni örneklerinin toplanma zamanları Çizelge 3.2’de ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Polen tuzakları arıların polen toplama davranışı dikkate alınarak 08.00-12.00 saatleri arasında açılmıştır (Özenirler, Barkan ve Sorkun, 2016). Periyodik olarak toplanan arı poleni örnekleri sezon sonunda homojen olarak karıştırılmıştır. Analiz süresine kadar da -18 °C’de muhafaza edilmiştir (TSE, 2006).

Çizelge 3.2. Arı poleni örneklerinin toplanma zamanları

| Tarih/ Lokasyon | Ankara | | Bursa/ Cumalıkızık (AP3) | Kırklareli/ Çağlayık (AP4) | Rize/ Çamlıhemşin (AP5) |
|--------------------|------------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| | Beytepe (AP1) | Kahramankazan (AP2) | | | |
| Nisan | - | - | - | - | - |
| Mayıs | 31 Mayıs | 16 Mayıs | 5 Mayıs | 20 Mayıs | - |
| | - | 31 Mayıs | 20 Mayıs | - | - |
| Haziran | 4 Haziran | 15 Haziran | 1 Haziran | 11 Haziran | 1 Haziran |
| | 12 Haziran | - | 24 Haziran | 27 Haziran | 13 Haziran |
| Temmuz | - | - | - | - | 30 Haziran |
| | 23 Temmuz | 3 Temmuz | 5 Temmuz | 7 Temmuz | 17 Temmuz |
| | 30 Temmuz | 17 Temmuz | - | - | - |
| Ağustos | 15 Ağustos | 1 Ağustos | 10 Ağustos | 3 Ağustos | 30 Temmuz |
| | - | 15 Ağustos | 20 Ağustos | - | 18 Ağustos |

3.1.2. Arı Ekmeği Örneklerinin Toplanması

Arı ekmeği örnekleri sezon sonunda (eylül ayının ilk haftası), peteklerdeki balın hasat edilmesinden hemen sonra temin edilmiştir. Her kovandan arı ekmeğlerinin yoğun olarak bulunduğu iki çerçeve seçilerek laboratuvara getirilmiş, örnekler kalem benzeri bir alet yardımı ile petek gözlerinden tek tek çıkartılmıştır. Arı ekmeği örneklerinin petek gözlerinden çıkartılması Şekil 3.3'te gösterilmiştir. Homojen olarak temiz bir kavanoz içerisinde biriktirilen örnekler, analiz sürecine kadar -18 °C'de muhafaza edilmiştir (TSE, 2006).



Şekil 3.3. Arı ekmeği örneklerinin petek gözlerinden çıkartılması

3.1.3. Çalışma Alanında Bulunan Bitkilerin Toplanması

Örneklerin bitkisel orijinleri ve kovanların buldukları bölgelerdeki floranın belirlenmesi amacıyla çalışma alanı taranarak nektarlı ve polenli bitkiler toplanmıştır (Percival, 1947). Bitkiler teşhis edilerek her bitki için referans preparatlar hazırlanmıştır.

3.2. Botanik Orijinlerin Belirlenmesi

3.2.1. Bazik Fuksinli Gliserin-Jelatin Matriksinin Hazırlanması

3.2.1.1. Bazik Fuksin Boyasının Hazırlanması

1 g Bazik fuksin 99 ml etil alkol ile karıştırılır, karışımın üst kısmı süzülür ve bu süzöntü kullanılır.

3.2.1.2. Gliserin-Jelatin Matriksinin Hazırlanması

7 g toz jelatin ve 43 ml distile su karıştırılarak ısıtılır. Jelatin eriyip homojen hale gelince 50 ml gliserin eklenerek karıştırmaya devam edilir. Karışım homojenize olduktan sonra birkaç damla bazik fuksin eklenir, ince bir tabaka halinde petrilere dökülerek +4 °C’de saklanır.

3.2.2. Referans Bitkilerin Teşhisi

Bölgenin Florasının belirlenmesi ve polen teşhisleri için kullanılacak referans preparatların hazırlanması amacıyla toplanmış bitkiler ‘Flora of Turkey and the East Aegean Islands’ isimli eser kullanılarak teşhis edilmiştir (Davis, 1965). Bitkilerin büyük bir kısmının teşhisleri Öğretim Görevlisi Haşim ALTINÖZÜ ve Dr. Öğr. Üyesi Golshan ZARE tarafından yapılmıştır.

3.2.3. Polen Teşhisleri İçin Referans Preparatların Hazırlanması

Bitkilerin olgun çiçekleri bir lamel üzerine alınmış ve üzerine bir damla %70’lik etil alkol damlatılmıştır. Materyal bir diseksiyon iğnesi yardımıyla ezilerek, anterlerdeki

polenlerin dışarı çıkması sağlanmıştır. Isıtıcı yardımı ile alkolün uçması sağlandıktan sonra bitkilerin vejetatif parçaları uzaklaştırılmıştır. Lam yüzeyinde polenlerin bulunduğu bölgeye 1 mm³ bazik fuksinli gliserin-jelatin matriksi eklenmiş, yaklaşık 45°C'deki ısıtma tablasında eridikten sonra üzerine lamel kapatılmıştır. Hazırlanan preparat gliserin-jelatinin donması ve polenlerin boyanarak lamel yüzeyine yaklaşması için 12 saat boyunca ters olarak bekletilmiştir (Brawn, 1960).

3.2.4. Arı Poleni Örneklerinde Mikroskopik İnceleme İçin Preparatların Hazırlanması

Arı poleni örneklerinin preparatları Barth (2010) yöntemi modifiye edilerek hazırlanmıştır. Preparatların kalıcı olması için Sorkun (2008) yöntemindeki gibi bazik fuksinli gliserin-jelatin kullanılmıştır. Buna göre; bütün bir sezon boyunca bir bölgeden toplanan polenler karıştırılmış, bu karışımdan 2 g arı poleni örneği tartılarak 15 ml'lik santrifüj tüpüne alınmıştır. Üzerine 13 ml %70'lik etil alkol eklenerek 30 dakika boyunca bekletilmiş, polen tanelerinin homojen dağılımı için 5 dakika boyunca ultrasonik su banyosunda tutulmuştur. Bu tüpler 20 dakika boyunca 3500 rpm'de santrifüj edilerek polen tanelerinin dibine çökmesi sağlanmıştır. Santrifüjden sonra süpernatant dökülmüş, kalan çökelti üzerine 1:1'lik gliserin-su çözeltisi eklenmiş, polen taneleri homojen olarak dağılıma kadar vortekslendikten sonra tekrar 20 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Süpernatant tekrar dökülerek tüpler bir kurutma kağıdı üzerine ters çevrilmiş, dipte kalan polenlerin kurumaması sağlanmıştır. Bir diseksiyon iğnesi yardımı ile iğnenin ucuna alınan gliserin-jelatin matriksi (1-2 mm³'lük) tüp dibindeki polenlere bulaştırılmıştır. Gliserin-jelatin bir lam üzerine alınmış, 40 - 45 °C'lik ısıtma tablası üzerinde eritilmiştir. Lam üzerine 18×18 mm²'lik bir lamel kapatılarak sabit preparat haline getirilmiştir. Hazırlanan preparatlar, eriyen gliserin-jelatinin donması ve polenlerin boyanarak lamel yüzeyine yaklaşması için ters çevrilerek 12 saat boyunca bekletilmiş, mikroskopik incelemeye hazır hale getirilmiştir. Preparatlar her örnek için üç tekrarlı olarak hazırlanmıştır.

3.2.5. Arı Ekmeği Örneklerinde Mikroskopik İnceleme İçin Preparatların Hazırlanması

Arı poleni örneklerinin mikroskopik incelemesi için birçok yöntem bulunmasına rağmen arı ekmeği örneklerinin mikroskopik incelemesi oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada arı poleni örneklerinin mikroskopik incelemesi ve preparasyonu için kullanılan yöntemler (Barth, 2010; Sorkun, 2008) çeşitli modifikasyonlarla arı ekmeği örneklerine de uygulanmıştır. Buna göre; sezon sonunda seçilen iki çerçeveden çıkarılan arı ekmeği örnekleri bir kavanoz içerisinde toplanmış, homojen olarak karışması sağlanmıştır. Bu karışımdan 2 g örnek tartılarak 15 ml'lik santrifüj tüpüne alınmıştır. Üzerine 13 ml %70'lik etil alkol eklenerek 30 dakika boyunca bekletilmiş, arı ekmeğinin parçalanması için 15 dakika boyunca ultrasound uygulanmıştır. Bu tüpler 20 dakika boyunca 3500 rpm'de santrifüj edilerek polenlerin dibe çökmesi sağlanmıştır. Santrifüjden sonra süpernatant dökülmüş, kalan çökelti üzerine 1:1'lik gliserin-su çözeltisi eklenmiş, çözelti homojen olana kadar vortekslenildikten sonra tekrar 20 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatant tekrar dökülerek tüpler bir kurutma kağıdı üzerine ters çevrilmiş, dipte kalan polenlerin kurumaması sağlanmıştır. Bir diseksiyon iğnesi yardımı ile iğnenin ucuna alınan gliserin-jelatin matrisi (1-2 mm³'lük) tüp dibindeki polenlere bulaştırılmıştır. Bu gliserin-jelatin parçası bir lam üzerine alınmış, 40 – 45 °C'lik ısıtma tablası üzerinde eritilmiştir. Lam üzerine 18×18 mm²'lik bir lamel kapatılarak preparat haline getirilmiştir. Hazırlanan preparatlar, eriyen gliserin-jelatinin donması ve polenlerin boyanarak lamel yüzeyine yaklaşması için ters çevrilerek 12 saat boyunca bekletilmiş, mikroskopik incelemeye hazır hale gelmiştir. Preparatlar her örnek için üç tekrarlı olarak hazırlanmıştır.

3.2.6. Preparatların Değerlendirilerek Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerindeki Polen Sınıflarının Belirlenmesi

Arı poleni ve arı ekmeği ile hazırlanan preparatlarda polenlerin morfolojik olarak değerlendirilip, bitkisel kökenlerinin belirlenmesi için mevcut literatür ve referans preparatlardan yararlanılmıştır.

Her preparatta en az 500 polen tanesi sayılmış bu polenler en az familya düzeyine kadar teşhis edilmiştir. Botanik orijinleri saptanan polenlerin preparatlardaki bulunma

yüzdeleri belirlenmiş, %45 ve %45'den büyük olanlar dominant (D), %44 - %16 arası olanlar sekonder (S), %15 - %3 arası minör (M) ve %3'den küçük olanlar ise eser (E) olarak sınıflandırılmıştır (Corvucci, 2015).

3.3. Örneklerin Kimyasal ve Antioksidan Kapasite Analizleri İçin Ekstraksiyonu

Ekstraksiyon Zhou ve ark. (2015) yönteminde yapılan modifikasyonlarla gerçekleştirilmiştir. Bir santrifüj tüpü içerisine homojen olarak karıştırılan arı poleni ve arı ekmeği örneklerinden 1,5 g tartılarak 10 ml (%95) etanol eklenmiştir. Bu karışımdaki örneklerin homojen olarak parçalanması için 40 °C'de 60 dakika boyunca ultrasonik banyo içerisinde bekletilmiştir. Bu tüpler 5000 rpm ve 40 °C'de 30 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Bu prosedür iki tekrarlı uygulanarak elde edilen süpernatantlar 25 ml'lik bir beher içerisinde toplanmıştır. Bu karışım %95'lik etanol ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Analizden önce 45 µm'lik naylon filtrelerden geçirilerek süzülmüştür.

3.4. Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin Biyokimyasal İçeriklerinin Belirlenmesi

3.4.1. Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin % Ham Protein İçeriklerinin Belirlenmesi

Ham protein içeriği T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Ankara Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nden hizmet alımı olarak, AOAC Official Method 990.03 (2007)'ye göre gerçekleştirilmiştir. Her bölgeden toplanan arı poleni ve arı ekmeği karışımlarından homojen olarak alınmış örneklerden 5'er g hazırlanarak analiz için ilgili birime teslim edilmiştir.

3.4.2. Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin % Nem İçeriklerinin Belirlenmesi

Arı poleni ve arı ekmeği örneklerde nem analizi EC152/2009'a göre yapılmıştır. (Commission 2009). Örnekler homojen olarak öğütülmüş, 103 °C'deki etüvde 4 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası 30 - 45 dakika bekletilerek soğuması sağlanan

örnekler hassas terazide tartılarak aşağıdaki formüle göre % nem içerikleri hesaplanmıştır.

$$x = \frac{m - m_0}{m} \times 100$$

m : örneklerin başlangıç ağırlığı (g)

m_0 : örneklerin inkübasyon sonrası ağırlığı (g)

3.4.3. Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin Yağ Asidi Metil Esterleri İçeriklerinin Belirlenmesi

3.4.3.1. Lipit Ekstraksiyonu

Önceden kurutulmuş homojen bir şekilde öğütülmüş arı poleni ve arı ekmeği örneklerinden 2 g tartılarak numune tüplerine aktarılmıştır. Tüpler soxhlet cihazının (Buchi B-811) ekstraksiyon odasına yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon çözücüsünden (n-hexan) 100 ml, çözücünün içine aktarılmış ve ısıtma plakaları üzerine yerleştirilmiştir. Sürekli modda ekstraksiyon için Büchi el kitabına göre seçilen çözücünün ve sıcaklığın sürekli geri dönüşümünü sağlamak için yoğunlaştırıcılara soğutma suyu beslemesi yapılmıştır.

3.4.3.2. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Hazırlanması

Lipid ekstraksiyonu yapılan 0.1 g örnek 20 ml'lik test tüplerine aktarılmış, 10 ml n-hexan ve 0,1 ml (2N) metanolik Potasyum hidroksit (KOH) çözeltisi eklendikten sonra 30 sn boyunca vortekslenmiştir. Ardından 3500 rpm'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası tüplerin içerisine 2 ml doymuş Sodyum Klorür (NaCl) çözeltisi eklenerek organik fazın ayrıştırılması sağlanmıştır. Bu çözeltinin 1 µl'si GC'ye enjekte edilmiştir (Commission EEC, 1991).

3.4.3.3. GC/MS Analysis

Metillenmiş yağ asidi örnekleri Agilent 6890 GC gaz kromatografisi ve 5973 MSD kütle spektrometrisi ile analiz edilmiştir. Kolon olarak DB-23 60 m x 0.25 mm İD,

0.15 µm (J&W 122-2361), taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Başlangıçta 50 °C'de tutulan fırın sıcaklığı 1 dakika sonra, dakikada 25 °C artış sağlanacak şekilde 175° C'ye yükselmeye ayarlanmıştır. Bu sıcaklığa ulaşıldıktan sonra 4 °C/dak'da 230 °C'ye yükseltilmiş ve 5 dakika 280 °C'de tutulmuştur. Enjeksiyon sıcaklığı 230 °C, enjeksiyon hacmi 1 µL ve ayrılma oranı 1/50 olarak belirlenmiştir (IUPAC, 1987).

3.4.4. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Toplam Fenolik Madde İçeriklerinin Belirlenmesi

Örneklerin toplam fenolik madde içerikleri Magalhães ve ark., (2010) tarafından uygulanan Folin-Ciocalteu metodunda çeşitli modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Standart olarak gallik asit kullanılmış, toplam fenolik madde içeriği standart eğri denklemi yardımı ile hesaplanmış ve sonuçlar mg GAE (Gallik asit eşdeğeri)/g olarak ifade edilmiştir.

3.3.'teki gibi ekstrakte edilen örneklerden 50 µl alınarak, 50 µl Folin-Ciocalteu reaktifi (1:5 oranında distile su ile hazırlanmış) ve 100 µl (0,35 M distile su ile hazırlanmış) sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi eklenmiştir. UV-vis Spektrofotometresi (Genesys 10S UV-VIS Spectrophotometer) kullanılarak 760 nm'de kör çözeltiliye karşı absorbans ölçümü yapılmıştır.

3.4.5. Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin Toplam Flavonoid İçeriklerinin Belirlenmesi

Toplam flavonoid içeriği Zhishen, Mengcheng ve Jianming (1999) yönteminde çeşitli modifikasyonlar ile gerçekleştirilmiştir. Standart olarak kuersetin (QE) kullanılmış, toplam flavonoid madde içeriği standart eğri denklemi yardımı ile hesaplanmış ve sonuçlar mg QE (kuersetin eşdeğeri)/g cinsinden ifade edilmiştir.

Kimyasal ve antioksidan kapasite analizleri için hazırlanan ekstraktan 1 ml santrifüj tüpü içerisine alınmış, üzerine 0,3 ml % 10'luk $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ (25 gr $AlCl_3$ 150 ml saf su ile çözülmüştür) ve 2 ml 1M NaOH çözeltisi (40,82 g NaOH suda çözülerek 1

litreye tamamlanmıştır) ve 2,4 ml distile su ilave edilerek yaklaşık 30 sn vortekslenmiştir. UV-vis Spektrofotometresi (Genesys 10S UV-VIS Spektrofotometresi) kullanılarak 510 nm’de kör çözeltiliye karşı absorbans ölçümü yapılmıştır.

3.5. Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi

3.5.1. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinde DPPH (2,2-Difenil-1-pikrihidrazil radikal süpürme) Kapasitenin Belirlenmesi

DPPH analizi Herald ve ark. (2012) yönteminde çeşitli modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Standart olarak trolox çözeltilisi kullanılmış, 50-500 µmol/L derişimlerdeki hazırlanan standartlardan elde edilen kalibrasyon eğrisi ile hesaplama yapılmıştır. Sonuçlar mg TEAC(trolox eşiti antioksidan kapasite)/g örneği cinsinden ifade edilmiştir.

Bir beher içerisine 6 mg 2,2-Di(4-tert-octylphenyl)-1-picrylhydrazyl (DPPH) tartılarak, 25 mL metil alkol içerisinde çözdürülmüştür. Bu karışımda 5 kat seyreltme yapılarak DPPH çözeltilisi elde edilmiştir.

Kimyasal ve antioksidan kapasite analizleri için hazırlanan örnek ekstraktlarından 15 µl alınmış, üzerine 185 µl DPPH (metanol ile hazırlanmış) çözeltilisi eklenmiş ve 10 saniye vortekslenmiştir. Oda sıcaklığında ve karanlık bir yerde 45 dakika bekletildikten sonra Epoch Microplate spektrofotometre ile (Biotek Instruments) 515 nm’de ölçüm yapılmıştır.

3.5.2. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinde ABTS (2,2’-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) Kapasitesinin Belirlenmesi

ABTS analizi Re ve ark. (1999) yönteminde çeşitli modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. ABTS reaktifi distile suda çözümlenerek 7 mM konsantrasyonunda hazırlanmıştır. ABTS katyonunun reaksiyona girmesi için karışıma 2.45 mM

potasyum persulfat eklenmiş, 12-16 saat karanlık ve oda sıcaklığında bekletilmiştir. ABTS çözeltisi 30 °C, 760 nm'de 0,70 absorbansa gelene kadar ethanol ile seyreltilmiştir. Bir santrifüj tüpü içerisine örnek ekstraktlarından 1 ml alınmış üzerine 1 ml ABTS çözeltisi eklenmiş, methanol ile 4 ml'ye tamamlanmıştır. Tüpler ağzı kapalı bir şekilde, oda sıcaklığında 6 dakika bekletildikten sonra 734 nm'deki absorbansları okunmuş ve örneklerin ABTS içerikleri standart eğri grafiğine göre hesaplanmıştır. Sonuçlar mg TEAC(trolox eşiti antioksidan kapasite)/g örneği cinsinden ifade edilmiştir.

3.6. İstatistiksel Analizler

Deneysel verilerin istatistiksel analizi, IBM® SPSS® STATISTICS 23 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Aynı kovanlardan toplanan arı poleni ve arı ekmeği örneklerinin botanik orijin açısından benzerliklerinin belirlenmesi için Wilcoxon testi kullanılarak bağımlı gruplar arasındaki farkın önemi analiz edilmiştir. Değerlendirmede anlamlılık derecesi olarak $p \leq 0,05$ kabul edilmiştir.

Örneklerin biyokimyasal ve antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması için tüm parametreler üç tekrarlı ölçülmüş ve sonuçlar ortalama \pm standart sapma (SD) olarak ifade edilmiştir. Veriler, tek yönlü varyans analizi (ANOVA), ardından Duncan'ın GraphPad Prism sürüm 8 (San Diego, CA, ABD) ile yapılan çoklu aralık testiyle analiz edilmiştir. Değerlendirmede anlamlılık derecesi olarak $p \leq 0,05$ kabul edilmiştir.

4. SONUÇLAR

4.1. Araştırma Alanlarından Toplanan Referans Bitkilerin Teşhisi

Toplanan bazı bitkilerin fotoğrafları EK-6'da; bu bitkilere ait polenlerin mikrofotoğrafları ise EK-7'de verilmiştir.

4.1.1. Ankara/Beytepe

Bu alandan 19 familyaya ait 46 bitki toplanmıştır. Toplanan bitkilerin listesi Ek-1'de verilmiştir.

4.1.2. Ankara/Kahramankazan

Bu alandan 12 familyaya ait 26 bitki toplanmıştır. Toplanan bitkilerin listesi Ek-2'de verilmiştir.

4.1.3. Bursa/Cumalıkızık

Bu alandan 20 familyaya ait 35 bitki toplanmıştır. Toplanan bitkilerin listesi Ek-3'te verilmiştir.

4.1.4. Kırklareli/Çağlayık

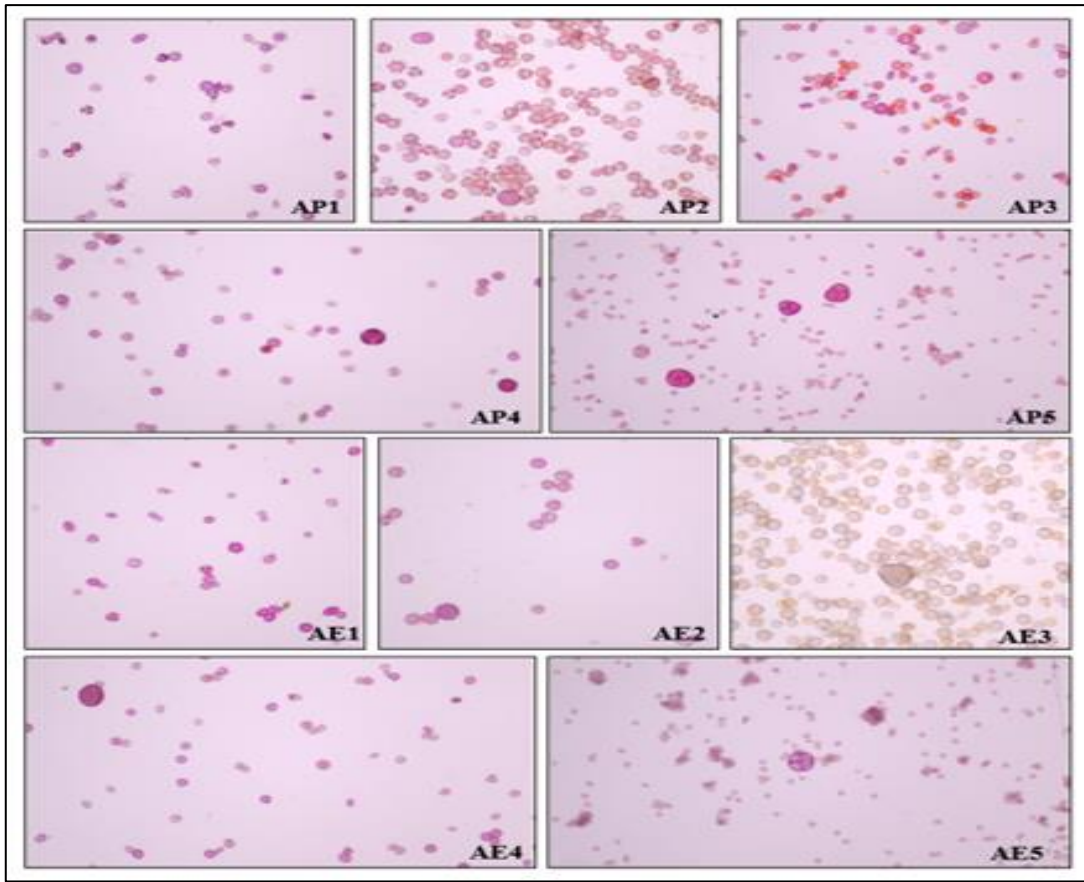
Bu alandan 12 familyaya ait 22 bitki toplanmıştır. Toplanan bitkilerin listesi Ek-4'te verilmiştir.

4.1.5. Rize/Çamlıhemşin

Bu alandan 44 familyaya ait 114 bitki toplanmıştır. Toplanan bitkilerin listesi Ek-5'de verilmiştir.

4.2. Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin Botanik Orijini

Çalışma alanlarımız olan tüm bölgelerden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, Fabaceae ve Asteraceae familyalarına ait taksonların polenlerine birincil olarak tüm örneklerde rastlanmıştır. Bu polenleri sırasıyla Brassicaceae, Rosaceae, Ranunculaceae, Apiaceae, Lamiaceae, Cistaceae familyalarına ait taksonların polenleri takip etmiştir. Arı poleni ve arı ekmeği örneklerinden elde edilen preparatların genel görünümü Şekil 4.1’de verilmiştir. Tüm arı poleni ve arı ekmeği örneklerinde polenlerine rastlanan familyaların % sıklıkları Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Arı poleni ve arı ekmeği örneklerinden elde edilen preparatların genel görünümü (AP1-AE1. Ankara/Kahramankazan; AP2-AE2. Ankara/Beytepe; AP3-AE3. Bursa/Cumalıkızık; AP4-AE4. Kırklareli/Çağlayık; AP5-AE5. Rize/Çamlıhemşin’den temin edilen arı poleni ve arı ekmeği örnekleri (Fotoğraflar 40× büyütme ile çekilmiştir))

4.2.1. Ankara/Beytepe'den (AP1 - AE1) Toplanan Örneklerin Botanik Orijini

Ankara/Beytepe'den toplanan arı poleni örneğinde 15 familyaya ait 27 taksonun polenleri teşhis edilmiştir. *Centaurea* sp. ve Brassicaceae familyasına ait bir tür sekonder, *Euphorbia* sp., *Lotus* sp. ile Apiaceae, Boraginaceae, Fabaceae ve Rosaceae familyalarından 4 taksonun polenleri ise minör olarak saptanmıştır. Diğer taksonların polenlerine ise eser miktarlarda rastlanmıştır.

Ankara/Beytepe'den toplanan arı ekmeğinde 13 familyaya ait 27 taksonun polenleri teşhis edilmiştir. *Carduus* sp., *Coronilla* sp. ve Ranunculaceae familyasından bir takson sekonder, *Teucrium* sp., ile Cistaceae, Fabaceae familyalarından 2 taksonun polenleri ise minör olarak belirlenmiştir. Diğer taksonların polenlerine ise eser miktarlarda rastlanmıştır.

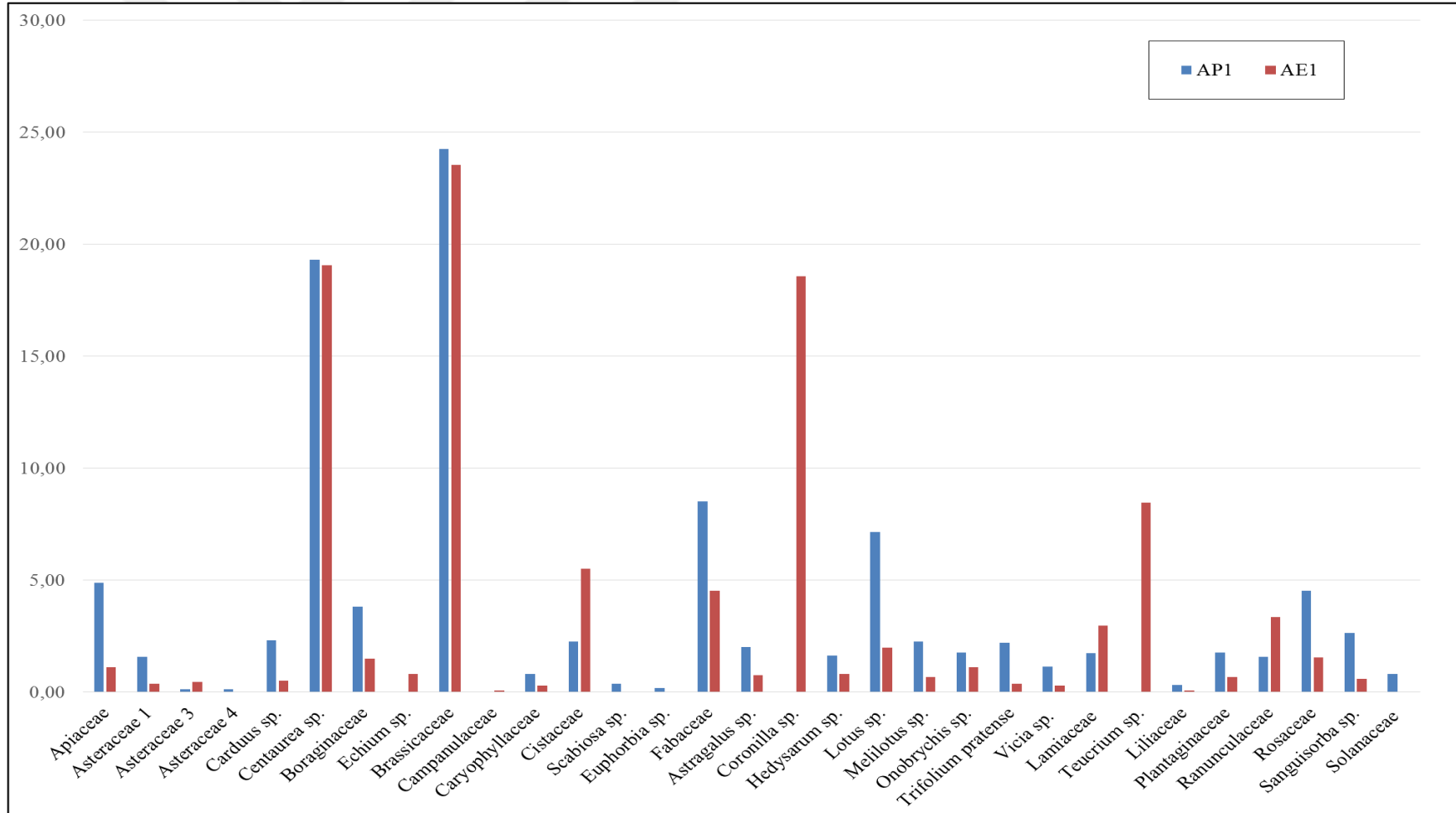
Scabiosa sp., *Euphorbia* sp. ve Asteraceae, Solanaceae familyalarına ait 2 tür sadece arı poleni örneğinde bulunmuştur. *Echium* sp., *Coronilla* sp. *Teucrium* sp. ve Campanulaceae'ye ait bir türün polenleri sadece arı ekmeğinde gözlenmiştir. Ankara/Beytepe'den toplanan örneklerin botanik orijinleri, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması Çizelge 4.1'de verilmiştir. Ankara/Beytepe'den toplanmış arı poleni ve arı ekmeği örneklerindeki (AP1 ve AE1) polenlerin ait olduğu taksonların % bulunma sıklıkları ise Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Ankara/Beytepe'den toplanan örneklerinin botanik orijini, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması

| Familya/Cins | | % Polen sıklığı ve sınıflandırma | | | |
|------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------|------------------|---------------|
| | | Arı poleni (AP1) | Sınıflandırma | Arı ekmeği (AE1) | Sınıflandırma |
| Apiaceae | Apiaceae | 4,89 ±0,54 | M | 1,12 ±0,90 | E |
| Asteraceae | Asteraceae 1 | 1,56 ±0,85 | E | 0,37 ±0,50 | E |
| | Asteraceae 3 | 0,12 ±0,11 | E | 0,45 ±1,20 | E |
| | Asteraceae 4 | 0,13 ±0,11 | E | - | - |
| | <i>Carduus</i> sp. | 2,32 ±0,66 | E | 0,52 ±0,66 | E |
| | <i>Centaurea</i> sp. | 19,30 ±0,96 | S | 19,07 ±2,30 | S |
| Boraginaceae | Boraginaceae | 3,82 ±0,38 | M | 1,49 ±2,11 | E |
| | <i>Echium</i> sp. | - | - | 0,82 ±1,36 | E |
| Brassicaceae | Brassicaceae | 24,26 ±1,96 | S | 23,54 ±2,16 | S |
| Campanulaceae | Campanulaceae | - | - | 0,08 ±0,26 | E |
| Caryophyllaceae | Caryophyllaceae | 0,81 ±0,11 | E | 0,30 ±0,25 | E |
| Cistaceae | Cistaceae | 2,25 ±0,54 | E | 5,51 ±5,70 | M |
| Dipsacaceae | <i>Scabiosa</i> sp. | 0,38 ±0,19 | E | - | - |
| Euphorbiaceae | <i>Euphorbia</i> sp. | 0,19 ±0,19 | E | - | - |
| Fabaceae | <i>Fabaceae</i> | 8,52 ±1,76 | M | 4,53 ±1,42 | M |
| | <i>Astragalus</i> sp. | 2,00 ±0,28 | E | 0,74 ±0,70 | E |
| | <i>Coronilla</i> sp. | - | - | 18,56 ±0,16 | S |
| | <i>Hedysarum</i> sp. | 1,63 ±0,39 | E | 0,81 ±1,56 | E |
| | <i>Lotus</i> sp. | 7,15 ±1,36 | M | 2,00 ±2,33 | E |
| | <i>Melilotus</i> sp. | 2,25 ±0,37 | E | 0,67 ±0,43 | E |
| | <i>Onobrychis</i> sp. | 1,76 ±0,30 | E | 1,11 ±1,19 | E |
| | <i>Trifolium pratense</i> | 2,19 ±0,26 | E | 0,37 ±0,93 | E |
| <i>Vicia</i> sp. | 1,13 ±0,20 | E | 0,29 ±0,67 | E | |

| | | | | | |
|----------------|------------------------|---------------|---|---------------|---|
| Lamiaceae | Lamiaceae | 1,75 ±0,94 | E | 2,97 ±2,06 | E |
| | <i>Teucrium</i> sp. | - | - | 8,46 ±1,23 | M |
| Liliaceae | Liliaceae | 0,31 ±0,28 | E | 0,08 ±0,26 | E |
| Plantaginaceae | Plantaginaceae | 1,76 ±0,30 | E | 0,67 ±0,44 | E |
| Ranunculaceae | Ranunculaceae | 1,56 ±0,58 | E | 3,34 ±1,30 | S |
| Rosaceae | Rosaceae | 4,51 ±0,88 | M | 1,56 ±0,77 | E |
| | <i>Sanguisorba</i> sp. | 2,63 ±0,18 | E | 0,59 ±0,67 | E |
| Solanaceae | Solanaceae | 0,82 ±0,22 | E | - | - |





Şekil 4.3. Örneklerdeki (AP1 ve AE1) polenlerin ait olduğu taksonların % bulunma sıklıkları

4.2.2. Ankara/Kahramankazan'dan (AP2 - AE2) Toplanan Örneklerin Botanik Orijini

Ankara/Kahramankazan'dan toplanan arı poleni örneğinde 13 familyaya ait 21 taksonun polenleri teşhis edilmiştir. *Centaurea* sp. ve Brassicaceae familyasına ait bir tür sekonder, *Crepis* sp., *Lotus* sp. ile Rosaceae, Ranunculaceae ve Lamiaceae familyalarına ait 3 taksonun polenleri ise minör olarak saptanmıştır. Diğer taksonlara ait polenler eser miktarlarda bulunmuştur.

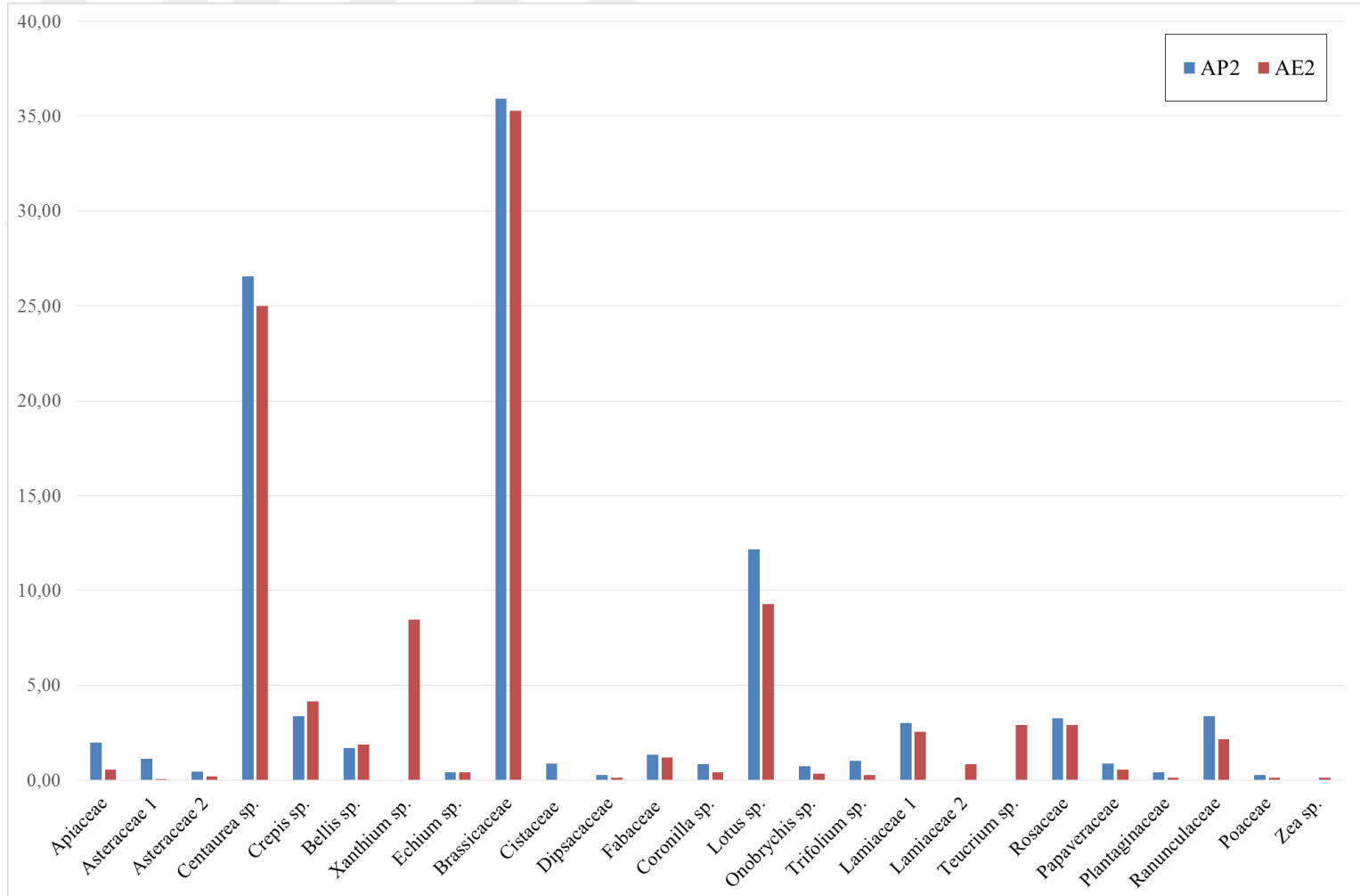
Ankara/Kahramankazan'dan toplanan arı ekmeğinde 12 familyaya ait 24 taksonun polenleri teşhis edilmiştir. *Centaurea* sp. ve Brassicaceae familyasına ait bir türün polenleri sekonder, *Lotus* sp., *Xanthium* sp., *Crepis* sp. polenleri ise minör olarak belirlenmiştir. Diğer taksonların polenlerine eser miktarlarda rastlanmıştır.

Cistaceae familyasına ait bit taksonun polenleri sadece arı poleni örneğinde bulunmuştur. *Teucrium* sp., *Xanthium* sp., *Zea mays* ve Lamiaceae familyasına ait bir türün polenleri ise sadece arı ekmeğinde gözlenmiştir. Ankara/Kahramankazan'dan toplanan örneklerin botanik orijinleri, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması Çizelge 4.2'de verilmiştir. Ankara/Kahramankazan'dan toplanmış arı poleni ve arı ekmeği örneklerindeki (AP2 ve AE2) polenlerin ait olduğu taksonların % bulunma sıklıkları ise Şekil 4.4'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Ankara/Kahramankazan'dan toplanan örneklerin botanik orijini, polenlerin % sıklıkları ve sınıflandırılması

| Familya/Cins | | % Polen sıklığı ve sınıflandırma | | | |
|--------------|--------------|----------------------------------|---------------|------------------|---------------|
| | | Arı poleni (AP2) | Sınıflandırma | Arı ekmeği (AE2) | Sınıflandırma |
| Apiaceae | Apiaceae | 1,98 ±0,45 | E | 0,56 ±0,63 | E |
| Asteraceae | Asteraceae 1 | 1,13 ±0,18 | E | 0,07 ±0,25 | E |
| | Asteraceae 2 | 0,44 ±0,18 | E | 0,20 ±0,70 | E |

| | | | | | |
|----------------|-----------------------|----------------|---|----------------|---|
| | <i>Centaurea</i> sp. | 26,57 ±0,84 | S | 24,99 ±2,27 | S |
| | <i>Crepis</i> sp. | 3,36 ±0,36 | M | 4,16 ±0,49 | M |
| | <i>Bellis</i> sp. | 1,70 ±0,52 | E | 1,87 ±1,08 | E |
| | <i>Xanthium</i> sp. | - | - | 8,48 ±3,25 | M |
| Boraginaceae | <i>Echium</i> sp. | 0,41 ±0,26 | E | 0,41 ±0,40 | E |
| Brassicaceae | Brassicaceae | 35,93 ±1,17 | S | 35,28 ±2,94 | S |
| Cistaceae | Cistaceae | 0,89 ±0,37 | E | - | - |
| Dipsacaceae | Dipsacaceae | 0,28 ±0,19 | E | 0,14 ±0,24 | E |
| Fabaceae | Fabaceae | 1,33 ±0,64 | E | 1,18 ±1,26 | E |
| | <i>Coronilla</i> sp. | 0,85 ±0,25 | E | 0,41 ±1,07 | E |
| | <i>Lotus</i> sp. | 12,16 ±1,20 | M | 9,29 ±0,80 | M |
| | <i>Onobrychis</i> sp. | 0,73 ±0,12 | E | 0,35 ±0,65 | E |
| | <i>Trifolium</i> sp. | 1,01 ±0,18 | E | 0,27 ±0,63 | E |
| Lamiaceae | Lamiaceae 1 | 3,00 ±0,47 | M | 2,54 ±2,24 | E |
| | Lamiaceae 2 | - | - | 0,83 ±0,81 | E |
| | <i>Teucrium</i> sp. | - | - | 2,92 ±0,41 | E |
| Rosaceae | Rosaceae | 3,28 ±0,54 | M | 2,91 ±1,42 | E |
| Papveraceae | Papaveraceae | 0,89 ±0,07 | E | 0,56 ±0,63 | E |
| Plantaginaceae | Plantaginaceae | 0,40 ±0,07 | E | 0,14 ±0,24 | E |
| Ranunculaceae | Ranunculaceae | 3,36 ±0,29 | M | 2,16 ±0,95 | E |
| Poaceae | Poaceae | 0,28 ±0,14 | E | 0,14 ±0,24 | E |
| | <i>Zea mays</i> | - | - | 0,14 ±0,47 | E |



Şekil 4.4. Örneklerdeki (AP2 ve AE2) polenlerin ait olduğu taksonların % bulunma sıklıkları

4.2.3. Bursa/Cumalıkızık'tan (AP3 - AE3) Toplanan Örneklerin Botanik Orijini

Bursa/Cumalıkızık'tan toplanan arı poleni örneğinde 20 familyaya ait 31 taksonun polenleri teşhis edilmiştir. *Castanea* sp., *Teucrium* sp. sekonder, *Cichorium* sp. ile Apiaceae, Brassicaceae, Plantaginaceae ve Ranunculaceae familyalarından 4 taksonun polenleri minör oranlarda bulunmuştur. Diğer taksonların polenlerine ise eser miktarlarda rastlanmıştır.

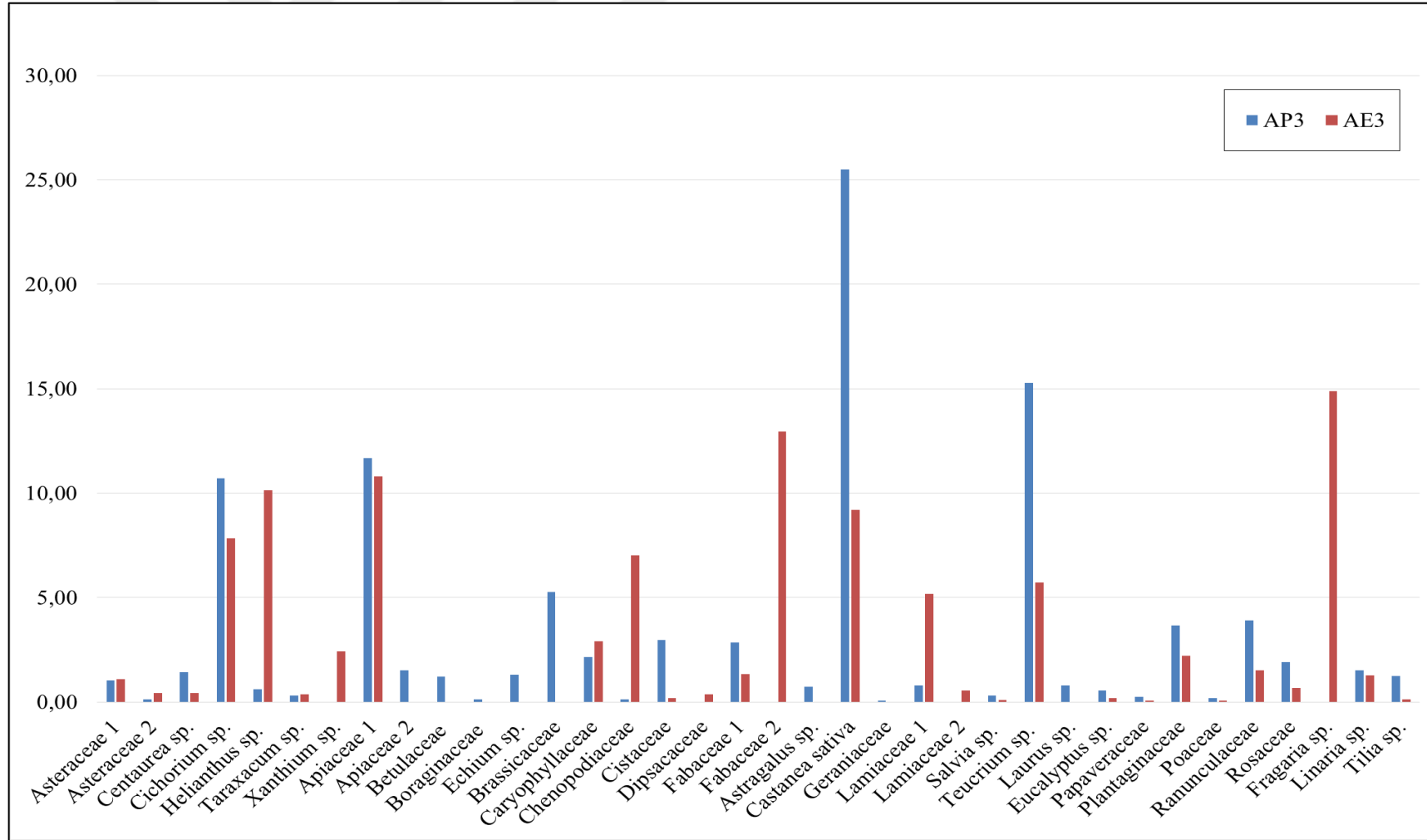
Bursa/Cumalıkızık'tan toplanan arı ekmeklerinde 21 familya ait 28 taksonun polenleri teşhis edilmiştir. *Cichorium* sp., *Castanea sativa*, *Helianthus* sp., *Teucrium* sp., *Fragaria* sp., ile Apiaceae, Chenopodiaceae, Fabaceae, Lamiaceae'ye ait 4 taksonun polenleri minör olarak belirlenmiştir. Diğer taksonlara ait polenlere ise eser miktarlarda rastlanmıştır.

Arı poleninde sekonder olarak bulunan taksonların polenleri arı ekmeğinde minör oranda bulunmuştur. *Echium* sp., *Astragalus* sp., *Laurus* sp. ve Apiaceae, Betulaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Geraniaceae Familyalarına ait 6 taksonun polenleri sadece arı poleni örneklerinde bulunmuştur. *Fragaria* sp., ve Dipsacaceae, Fabaceae, Lamiaceae familyalarına ait 3 taksonun polenleri ise sadece arı ekmeğinde gözlenmiştir. Bursa/Cumalıkızık'tan toplanan örneklerin botanik orijinleri, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması Çizelge 4.3'de verilmiştir. Bursa/Cumalıkızık'tan toplanmış arı poleni ve arı ekmeği örneklerdeki (AP3 ve AE3) polenlerin ait taksonların % bulunma sıklıkları ise Şekil 4.5'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Bursa/Cumalıkızık'tan toplanan örneklerin (AP3 - AE3) botanik orijini, polenlerin % sıklıkları ve sınıflandırılması

| Familia/Cins | | % Polen sıklıkları ve sınıflandırma | | | |
|-----------------|------------------------|-------------------------------------|---------------|------------------|---------------|
| | | Arı poleni (AP3) | Sınıflandırma | Arı ekmeği (AE3) | Sınıflandırma |
| Asteraceae | Asteraceae 1 | 1,03 ±0,50 | E | 1,10 ±0,81 | E |
| | Asteraceae 2 | 0,12 ±0,11 | E | 0,44 ±0,15 | E |
| | <i>Centaurea</i> sp. | 1,42 ±1,10 | E | 0,43 ±0,13 | E |
| | <i>Cichorium</i> sp. | 10,70 ±0,17 | M | 7,83 ±3,56 | M |
| | <i>Helianthus</i> sp. | 0,60 ±0,43 | E | 10,13 ±4,43 | M |
| | <i>Taraxacum</i> sp. | 0,30 ±0,19 | E | 0,38 ±0,41 | E |
| | <i>Xanthium</i> sp. | - | - | 2,42 ±0,33 | E |
| Apiaceae | Apiaceae 1 | 11,69 ±0,38 | M | 10,79 ±2,94 | M |
| | Apiaceae 2 | 1,50 ±0,65 | E | - | - |
| Betulaceae | Betulaceae | 1,22 ±0,20 | E | - | - |
| Boraginaceae | Boraginaceae | 0,12 ±0,10 | E | - | - |
| | <i>Echium</i> sp. | 1,31 ±0,97 | E | - | - |
| Brassicaceae | Brassicaceae | 5,28 ±1,96 | M | - | - |
| Caryophyllaceae | Caryophyllaceae | 2,16 ±0,83 | E | 2,91 ±1,43 | E |
| Chenopodiaceae | Chenopodiaceae | 0,12 ±0,10 | E | 7,01 ±1,28 | M |
| Cistaceae | Cistaceae | 2,97 ±1,20 | E | 0,18 ±0,02 | E |
| Dipsacaceae | Dipsacaceae | - | - | 0,38 ±0,66 | E |
| Fabaceae | Fabaceae 1 | 2,84 ±0,52 | E | 1,33 ±0,95 | E |
| | Fabaceae 2 | - | - | 12,94 ±0,57 | M |
| | <i>Astragalus</i> sp. | 0,73 ±0,17 | E | - | - |
| Fagaceae | <i>Castanea sativa</i> | 25,49 ±3,30 | S | 9,19 ±1,37 | M |

| | | | | | |
|----------------|-----------------------|----------------|---|----------------|---|
| Geraniaceae | Geraniaceae | 0,07 ±0,11 | E | - | - |
| Lamiaceae | Lamiaceae 1 | 0,78 ±0,38 | E | 5,17 ±2,48 | M |
| | Lamiaceae 2 | - | - | 0,55 ±0,06 | E |
| | <i>Salvia</i> sp. | 0,29 ±0,27 | E | 0,11 ±0,19 | E |
| | <i>Teucrium</i> sp. | 15,28 ±0,59 | S | 5,71 ±0,54 | M |
| Lauraceae | <i>Laurus</i> sp. | 0,80 ±0,16 | E | - | - |
| Myrtaceae | <i>Eucalyptus</i> sp. | 0,55 ±0,33 | E | 0,20 ±0,20 | E |
| Papveraceae | Papaveraceae | 0,23 ±0,26 | E | 0,07 ±0,12 | E |
| Plantaginaceae | Plantaginaceae | 3,67 ±1,51 | M | 2,21 ±0,61 | E |
| Poaceae | Poaceae | 0,18 ±0,18 | E | 0,05 ±0,09 | E |
| Ranunculaceae | Ranunculaceae | 3,90 ±1,39 | M | 1,52 ±0,17 | E |
| Rosaceae | Rosaceae | 1,90 ±0,98 | E | 0,67 ±0,12 | E |
| | <i>Fragaria</i> sp. | - | - | 14,89 ±2,24 | M |
| | <i>Linaria</i> sp. | 1,51 ±0,29 | E | 1,27 ±0,60 | E |
| Tiliaceae | <i>Tilia</i> sp. | 1,25 ±0,88 | E | 0,12 ±0,11 | E |



Şekil 4.5. Örneklerdeki (AP3 ve AE3) polenlerin ait olduğu taksonların % bulunma sıklıkları

4.2.4. Kırklareli/Çağlayık'tan (AP4 - AE4) Toplanan Örneklerin Botanik Orijini

Kırklareli/Çaylayık'tan toplanan arı poleni örneğinde 20 familyaya ait 26 taksonun polenleri teşhis edilmiştir. *Cistus* sp. ve *Pyrus* sp. sekonder, *Coronilla* sp., *Linaria* sp., *Onobrychis* sp., *Salix* sp., *Trifolium* sp., *Thymus* sp., *Tilia* sp. ile Ranunculaceae, Rosaceae familyalarına ait 2 taksonun polenleri minör oranlarda bulunmuştur. Diğer taksonların polenlerine ise eser miktarlarda rastlanmıştır.

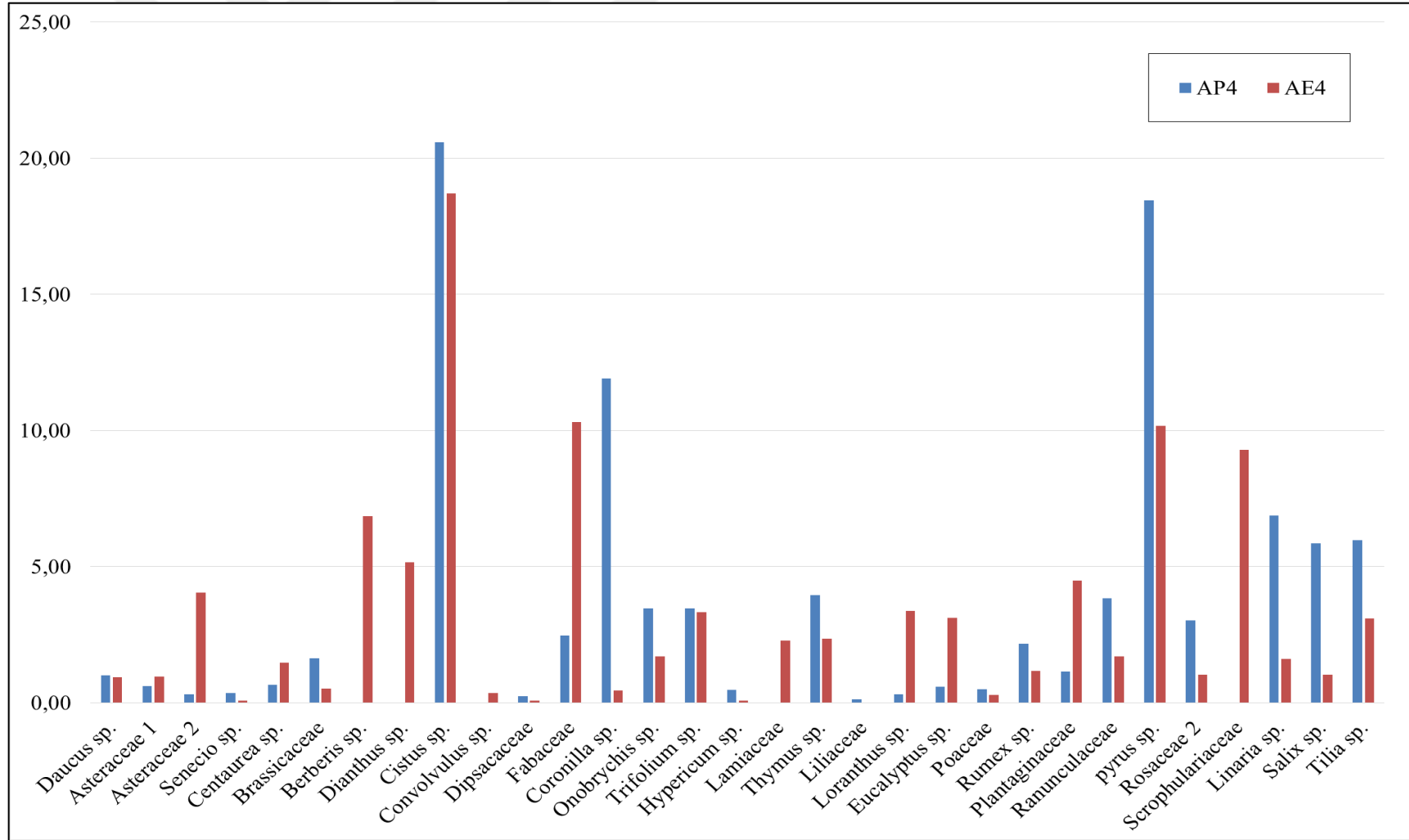
Kırklareli/Çaylayık'tan toplanan arı ekmeğinde 21 familyaya ait 21 taksonun polenleri teşhis edilmiştir. *Cistus* sp. sekonder, *Berberis* sp., *Dianthus* sp., *Eucalyptus* sp., *Loranthus* sp., *Pyrus* sp., *Trifolium* sp., *Tilia* sp. ile Asteraceae, Fabaceae, Plantaginaceae, Scrophulariaceae familyalarına ait 4 taksonun polenleri ise minör olarak belirlenmiştir. Diğer taksonların polenlerine eser miktarlarda rastlanmıştır.

Liliaceae familyasına ait bir takson sadece arı poleninde bulunmuştur. *Berberis* sp., *Dianthus* sp. ve *Convolvulus* sp, Lamiaceae, Scrophulariaceae familyalarına ait 3 taksonun polenleri sadece arı ekmeğinde gözlenmiştir. Kırklareli/Çaylayık'tan toplanan örneklerin botanik orijinleri, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması Çizelge 4.4'de verilmiştir. Bursa/Cumalıkızık'tan toplanmış arı poleni ve arı ekmeği örneklerdeki (AP4 ve AE4) polenlerin ait olduğu taksonlarının % bulunma sıklıkları ise Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Kırklareli/Çağlayık'tan toplanan örneklerin botanik orijini, polenlerin % sıklıkları ve sınıflandırılması

| Familya/Cins | | % Polen sıklıkları ve sınıflandırma | | | |
|--------------|--------------------|-------------------------------------|---------------|------------------|---------------|
| | | Arı poleni (AP4) | Sınıflandırma | Arı ekmeği (AE4) | Sınıflandırma |
| Apiaceae | <i>Daucus</i> sp. | 1,01 ±0,73 | E | 0,95 ±0,68 | E |
| Asteraceae | Asteraceae 1 | 0,61 ±0,09 | E | 0,96 ±0,35 | E |
| | Asteraceae 2 | 0,30 ±0,09 | E | 4,05 ±0,57 | M |
| | <i>Senecio</i> sp. | 0,36 ±0,30 | E | 0,08 ±0,13 | E |

| | | | | | |
|------------------|------------------------|----------------|---|----------------|---|
| | <i>Centaurea</i> sp. | 0,67 ±0,19 | E | 1,48 ±0,37 | E |
| Brassicaceae | Brassicaceae | 1,64 ±0,12 | E | 0,51 ±0,32 | E |
| Berberidaceae | <i>Berberis</i> sp. | - | - | 6,85 ±0,33 | M |
| Caryophyllaceae | <i>Dianthus</i> sp. | - | - | 5,16 ±0,80 | M |
| Cistaceae | <i>Cistus</i> sp. | 20,60 ±2,09 | S | 18,71 ±0,42 | S |
| Convolvulaceae | <i>Convolvulus</i> sp. | - | - | 0,36 ±0,33 | E |
| Dipsacaceae | Dipsacaceae | 0,24±0,10 | E | 0,07 ±0,12 | E |
| Fabaceae | Fabaceae | 2,47 ±0,63 | E | 10,30 ±0,62 | M |
| | <i>Coronilla</i> sp. | 11,90 ±0,46 | M | 0,44 ±0,22 | E |
| | <i>Onobrychis</i> sp. | 3,46 ±0,90 | M | 1,69 ±0,90 | E |
| | <i>Trifolium</i> sp. | 3,47 ±0,56 | M | 3,32 ±0,72 | M |
| Hypericaceae | <i>Hypericum</i> sp. | 0,48 ±0,36 | E | 0,07 ±0,12 | E |
| Lamiaceae | Lamiaceae | - | - | 2,28 ±0,42 | E |
| | <i>Thymus</i> sp. | 3,95 ±0,54 | M | 2,35 ±0,30 | E |
| Liliaceae | Liliaceae | 0,12 ±0,10 | E | - | - |
| Loranthaceae | <i>Loranthus</i> sp. | 0,30 ±0,20 | E | 3,37 ±0,82 | M |
| Myrtaceae | <i>Eucalyptus</i> sp. | 0,60 ±0,26 | E | 3,11 ±1,23 | M |
| Poaceae | Poaceae | 0,49 ±0,12 | E | 0,29 ±0,25 | E |
| Polygonaceae | <i>Rumex</i> sp. | 2,17 ±0,57 | E | 1,18 ±0,46 | E |
| Plantaginaceae | Plantaginaceae | 1,15 ±0,24 | E | 4,49 ±0,43 | M |
| Ranunculaceae | Ranunculaceae | 3,83 ±0,91 | M | 1,69 ±0,11 | E |
| Rosaceae | <i>Pyrus</i> sp. | 18,46 ±1,58 | S | 10,16 ±0,52 | M |
| | Rosaceae | 3,02 ±0,91 | M | 1,04 ±0,36 | E |
| Scrophulariaceae | Scrophulariaceae | - | - | 9,28 ±0,75 | M |
| | <i>Linaria</i> sp. | 6,88 ±1,39 | M | 1,61 ±0,52 | E |
| Salicaceae | <i>Salix</i> sp. | 5,85 ±1,92 | M | 1,03 ±0,12 | E |
| Tiliceae | <i>Tilia</i> sp. | 5,98 ±1,59 | M | 3,09 ±0,44 | M |



Şekil 4.6. Örneklerdeki (AP4 ve AE4) polenlerin ait olduğu taksonların % bulunma sıklıkları

4.2.5. Rize/Çamlıhemşin'den (AP5 - AE5) Toplanan Örneklerin Botanik Orijini

Rize/Çamlıhemşin'den toplanan arı polenlerinde 12 familyaya ait 20 taksonun polenleri teşhis edilmiştir. *Castanea sativa* polenleri dominant olarak belirlenmiş olup *Rhododendron* sp. ve Rosaceae familyasına ait bir taksonun polenleri minör olarak bulunmuştur. Diğer taksonların polenlerine ise eser miktarlarda rastlanmıştır.

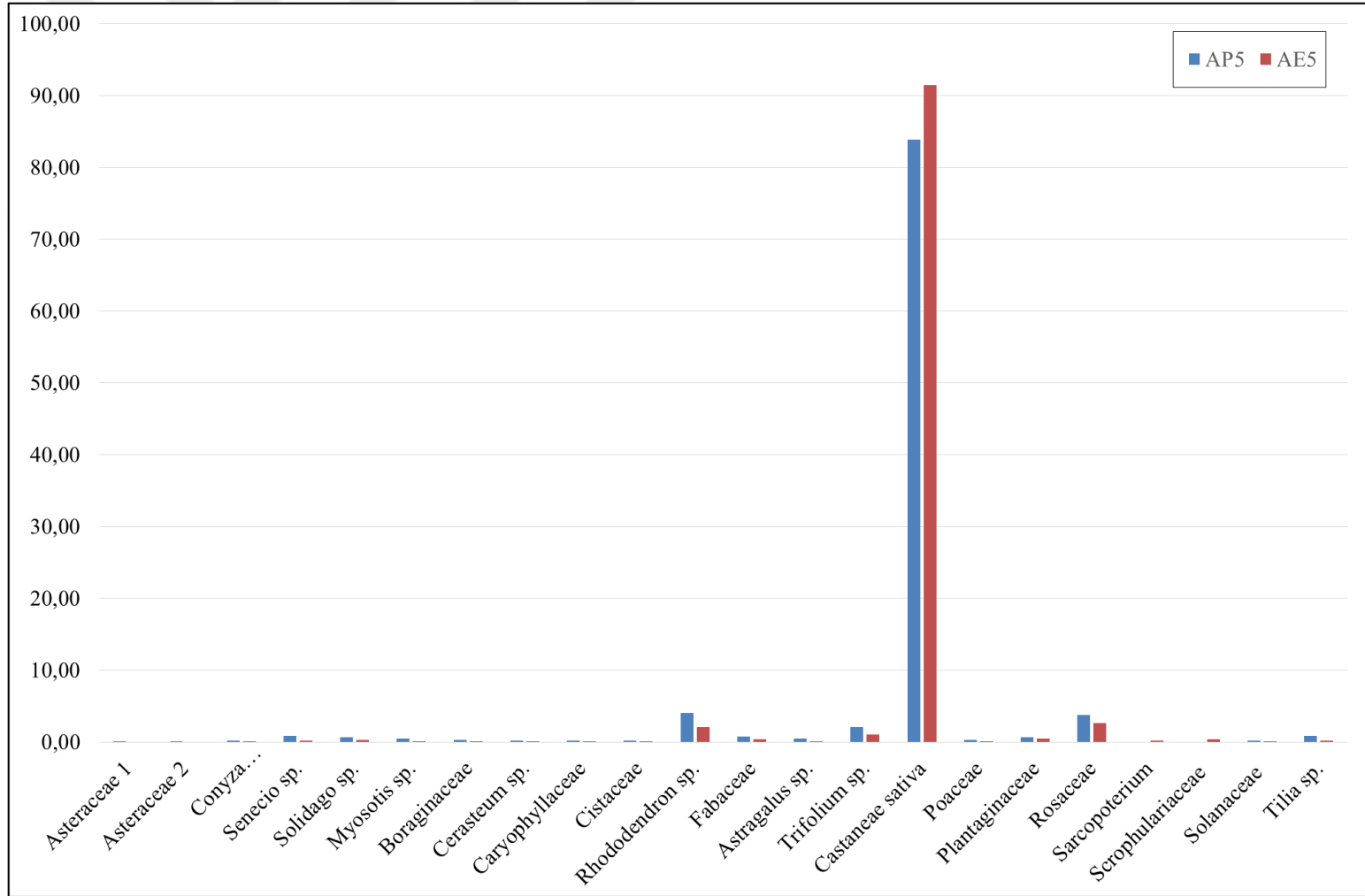
Rize/Çamlıhemşin'den toplanan arı ekmeğinde ise 13 familya, 20 taksonun polenleri teşhis edilmiştir. Arı poleninde olduğu gibi, *Castanea sativa* dominant olarak belirlenmiştir. Diğer taksonların polenlerine ise eser miktarlarda rastlanmıştır.

Asteraceae familyasına ait bir taksonun poleni sadece arı poleni örneğinde bulunmuştur. *Sarcopoterium* sp. ve Scrophulariaceae familyasına ait 1 taksonun polenleri ise sadece arı ekmeğinde gözlenmiştir. Rize/Çamlıhemşin'den toplanan örneklerin botanik orijinleri, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması Çizelge 4.5'de verilmiştir. Rize/Çamlıhemşin'den toplanmış arı poleni ve arı ekmeği örneklerindeki (AP5 ve AE5) polenlerin ait olduğu taksonlarının % bulunma sıklıkları ise Şekil 4.7'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Rize/Çamlıhemşin'nden toplanan örneklerin botanik orijini, polenlerin % sıklıkları ve sınıflandırılması

| Familya/Cins | | Yüzde Polen İçeriği Ve Sınıflandırma | | | |
|--------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------|------------------|---------------|
| | | Arı Poleni (AP5) | Sınıflandırma | Arı ekmeği (AE5) | Sınıflandırma |
| Asteraceae | Asteraceae 1 | 0,10 ±0,09 | E | - | - |
| | Asteraceae 2 | 0,12 ±0,10 | E | - | - |
| | <i>Conyza canadensis</i> | 0,22 ±0,28 | E | 0,05 ±0,08 | E |
| | <i>Senecio</i> sp. | 0,80 ±0,63 | E | 0,18 ±0,16 | E |
| | <i>Solidago</i> sp. | 0,61 ±0,23 | E | 0,31 ±0,06 | E |
| Boraginaceae | <i>Myosotis</i> sp. | 0,45 ±0,29 | E | 0,13 ±0,13 | E |

| | | | | | |
|------------------|-------------------------|----------------|---|----------------|---|
| | Boraginaceae | 0,25 ±0,22 | E | 0,04 ±0,07 | E |
| Caryophyllaceae | <i>Cerasteum</i> sp. | 0,22 ±0,11 | E | 0,05 ±0,08 | E |
| | Caryophyllaceae | 0,19 ±0,20 | E | 0,04 ±0,07 | E |
| Cistaceae | Cistaceae | 0,16 ±0,17 | E | 0,04 ±0,07 | E |
| Ericaceae | <i>Rhododendron</i> sp. | 4,07 ±1,05 | M | 2,02 ±0,48 | E |
| Fabaceae | Fabaceae | 0,72 ±0,46 | E | 0,41 ±0,16 | E |
| | <i>Astragalus</i> sp. | 0,44 ±0,15 | E | 0,13 ±0,01 | E |
| | <i>Trifolium</i> sp. | 2,11 ±0,46 | E | 1,07 ±0,33 | E |
| Fagaceae | <i>Castanea sativa</i> | 83,84 ±2,76 | D | 91,50 ±1,60 | D |
| Poaceae | Poaceae | 0,26 ±0,09 | E | 0,05 ±0,08 | E |
| Plantaginaceae | Plantaginaceae | 0,70 ±0,45 | E | 0,44 ±0,32 | E |
| Rosaceae | Rosaceae | 3,79 ±0,66 | M | 2,66 ±1,05 | E |
| | Sarcopoterium | - | - | 0,22 ±0,14 | E |
| Scrophulariaceae | Scrophulariaceae | - | - | 0,34 ±0,49 | E |
| Solanaceae | Solanaceae | 0,15 ±0,13 | E | 0,09 ±0,15 | E |
| Tiliaceae | <i>Tilia</i> sp. | 0,80 ±0,36 | E | 0,22 ±0,08 | E |



Şekil 4.7. Örneklerdeki (AP5 ve AE5) polenlerin ait olduğu taksonların % bulunma sıklıkları

4.3. Arı Poleni ve Arı Ekmeği Örneklerinin Biyokimyasal İçeriği

4.3.1. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin % Ham Protein İçeriği

Arı poleni örneklerinin ham protein içerikleri %17,60 (AP2) ve %22,20 (AP4 ve AP5) arasında bulunmuştur.

Arı ekmeği örneklerinin ham protein içerikleri ise %17,50 (AE2) ile %21,20 (AE3) arasında değişmektedir. Örneklerin % ham protein içerikleri Çizelge 4.6 ve Şekil 4.8’de verilmiştir.

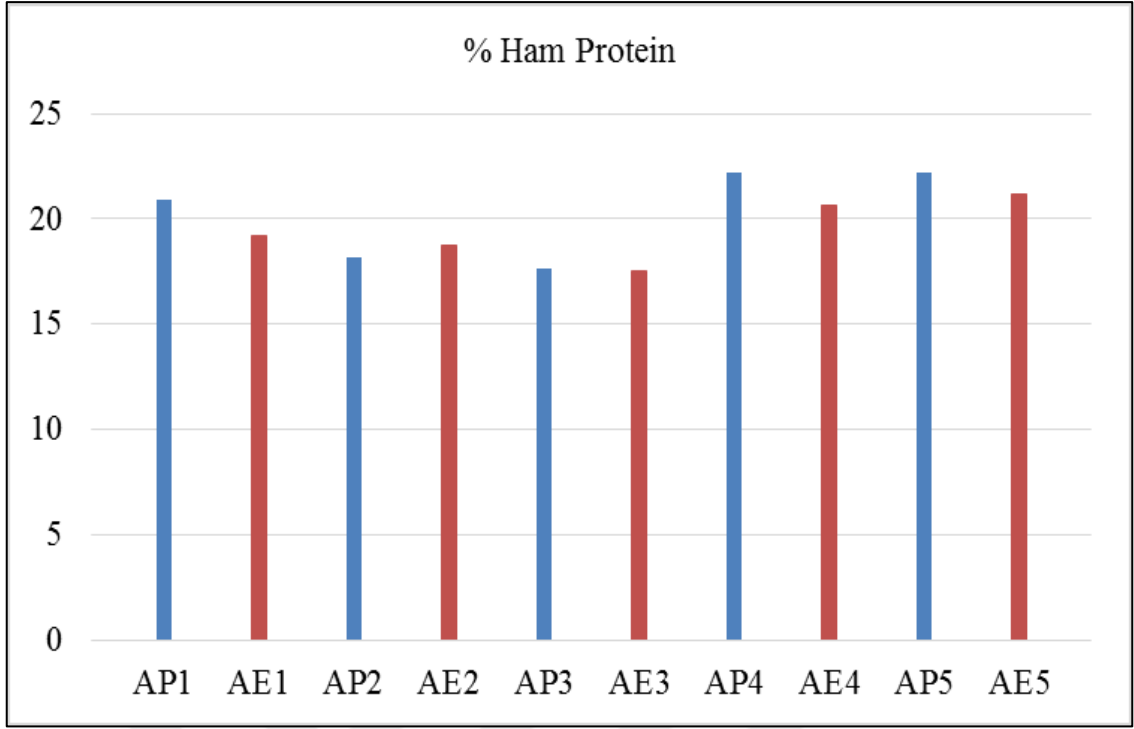
4.3.2. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin % Nem içeriği

Arı poleni örneklerinin nem içeriklerinin %17,30 (AP3) ile %23,0 (AP2) aralığında değiştiği tespit edilmiştir.

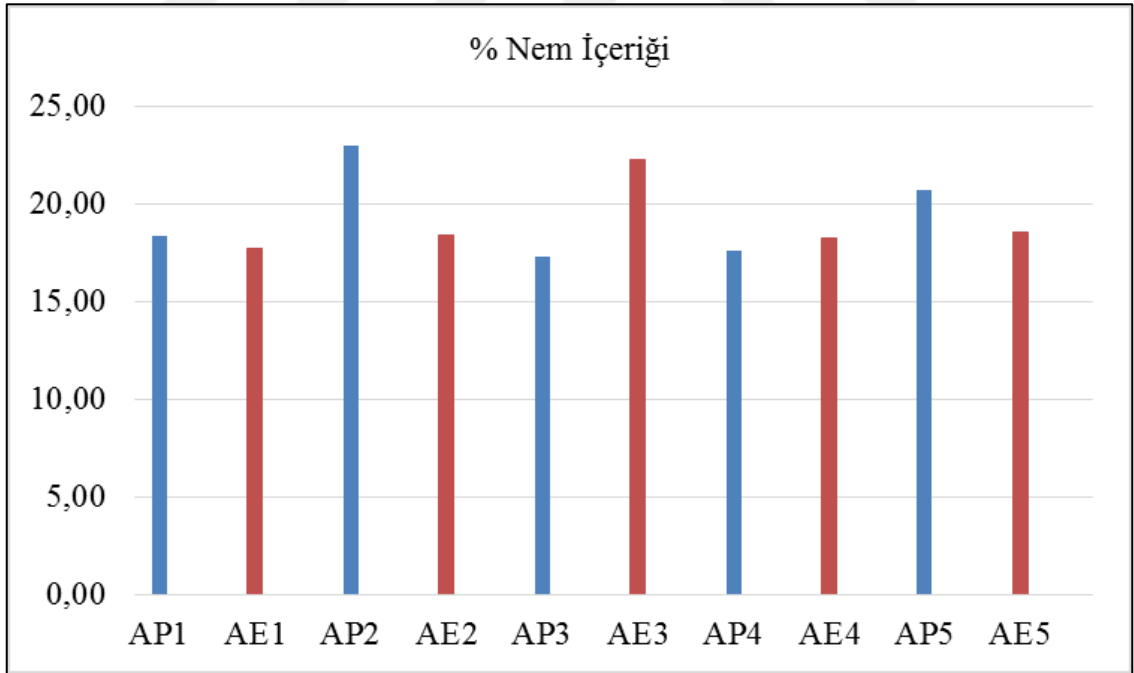
Arı ekmeği örneklerinin % nem içerikleri ise %17,70 (AE1) ile %22,30 (AE3) aralığında değişmektedir. Örneklerin % nem içerikleri Çizelge 4.6 ve Şekil 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Örneklerin % nem ve % ham protein içerikleri

| | AP1 | AE1 | AP2 | AE2 | AP3 | AE3 | AP4 | AE4 | AP5 | AE5 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Moisture (%) | 18,40 | 17,70 | 23,00 | 18,40 | 17,30 | 22,30 | 17,60 | 18,30 | 20,70 | 18,60 |
| Protein (%) | 20,90 | 19,20 | 18,20 | 18,70 | 17,60 | 17,50 | 22,20 | 20,60 | 22,20 | 21,20 |



Şekil 4.8. Örneklerin % ham protein içerikleri



Şekil 4.9. Örneklerin % nem içerikleri

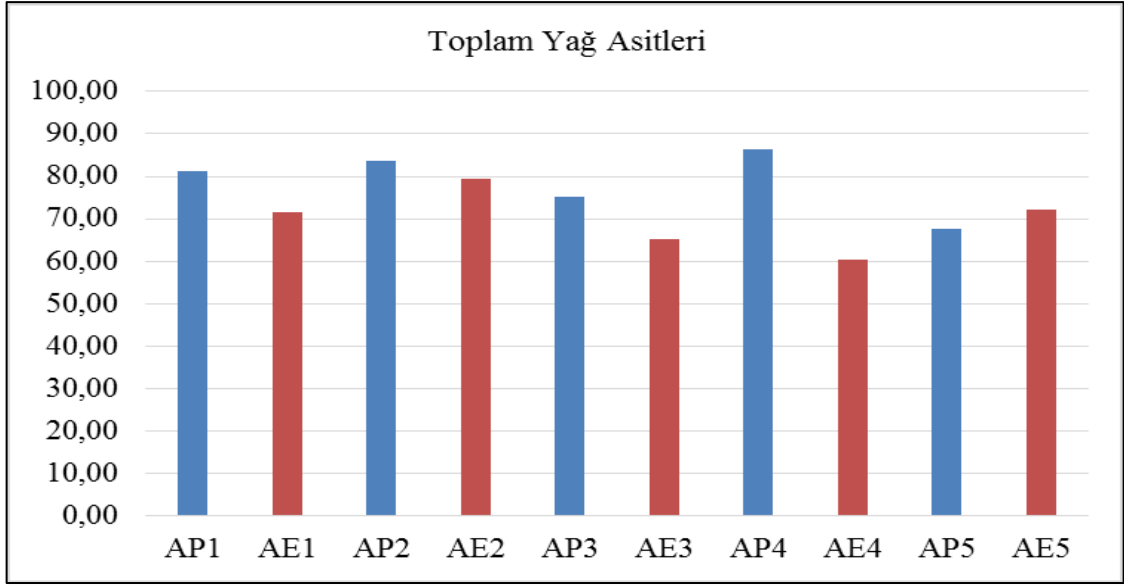
4.3.3. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Yağ Asitleri içeriği

Tüm arı poleni ve arı ekmeği örneklerinde toplamda 22 farklı yağ asidinin varlığı tespit edilmiştir. Bunlardan 6 tanesinin (palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, linoleik asit (ALA) ve eikosanoik asit) tüm örneklerde ortak olduğu belirlenmiştir.

Toplam yağ asidi içeriği, AP örnekleri için %67,6 ile %86,5 (sırasıyla AP5, AP4) arasında ve AE örneklerinde ise %60,3 ile %79,4 (sırasıyla AE4, AE2) aralığında belirlenmiştir. Kırklareli/Çağlayık'tan toplanan arı poleni (AP4) toplam yağ asidi içeriği açısından maksimum değere sahip olmasına rağmen aynı bölgeden toplanan arı ekmeğinin toplam yağ asidi içeriği, diğer arı ekmeği örnekleri arasında en düşük değere sahiptir. Aynı bölgelerde, aynı kovanlardan temin edilen arı poleni ve arı ekmeği örneklerinin toplam yağ asidi içerikleri arasında bir korelasyon bulunamamıştır. Ayrıca arı poleni ile kıyaslandığında arı ekmeğinin toplam yağ asidi içerikleri ve yağ asidi çeşitliliklerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir. Tüm örneklerin % ve toplam yağ asidi içerikleri Çizelge 4.7'de belirtilmiştir. Örneklerin toplam yağ asidi içerikleri Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Örneklerin % ve toplam yağ asidi içerikleri

| (%) Yağ asitleri | AP1 | AE1 | AP2 | AE2 | AP3 | AE3 | AP4 | AE4 | AP5 | AE5 |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Kaproik asit | - | - | - | - | 1,28 | 0,37 | - | - | - | - |
| Kaprilik asit | - | - | 0,91 | 4,5 | 1,06 | 0,41 | 0,07 | - | - | - |
| Kaprik asit | 0,94 | - | 1,67 | 1,53 | 1,14 | - | 0,57 | 0,83 | 0,56 | - |
| Laurik asit | 5,22 | 2,52 | 1,44 | 6,67 | 3,24 | - | 0,91 | 0,9 | - | - |
| Miristik asit | 1,78 | - | 1,9 | - | 0,63 | 1,46 | 0,46 | 0,88 | 0,37 | - |
| Palmitik asit | 23,32 | 31,76 | 19,88 | 21,6 | 14,93 | 27,16 | 18,3 | 30,89 | 20,45 | 28,24 |
| Palmitoleik asit | - | - | - | - | - | - | 0,15 | - | - | - |
| Heptadecanoik asit | - | - | - | - | 6,03 | - | - | - | - | - |
| Stearik asit | 3,21 | 1,83 | 4,29 | 2,1 | 2,11 | 1,61 | 3 | 1,98 | 1,91 | 1,43 |
| Oleik asit | 8,76 | 11,69 | 10,06 | 7,21 | 12,7 | 11,89 | 21,98 | 3,39 | 23,75 | 14,38 |
| Linoleik asit | 6,02 | 2,03 | 5,78 | 11,81 | 9,53 | 4,99 | 21,03 | 2,21 | 4,47 | 5,92 |
| Linolenik (ALA) asit | 21,03 | 5,80 | 22,28 | 13,34 | 11,42 | 6,62 | 9,33 | 3,78 | 5,33 | 2,6 |
| Arakidik asit | 2,65 | 0,56 | 2 | - | 0,91 | - | 1,21 | - | - | - |
| Eikosenoik asit | 6,92 | 14,82 | 9,4 | 10,62 | 5,83 | 10,57 | 5,17 | 14,7 | 8,52 | 15,83 |
| Eikosadienoik asit | - | - | - | - | 0,73 | - | 0,25 | - | - | - |
| Heneikosanoik asit | - | - | - | - | - | - | 0,06 | - | - | - |
| Behenik asit | 1,33 | 0,66 | - | - | - | - | 1,29 | - | - | - |
| Erusik asit | - | - | 0,75 | - | 0,43 | - | 1,32 | 0,71 | - | - |
| Trikosanoik asit | - | - | - | - | 0,73 | - | - | - | - | - |
| Lignoserik asit | - | - | - | - | 0,6 | - | 0,78 | - | - | - |
| Nervonik asit | - | - | 1,5 | - | 0,74 | - | 0,61 | - | 1,9 | 3,83 |
| Dokosahekzaenoik asit | - | - | 1,78 | - | - | - | - | - | 0,31 | - |
| Toplam | 81,18 | 71,67 | 83,64 | 79,38 | 75,04 | 65,08 | 86,49 | 60,27 | 67,57 | 72,29 |



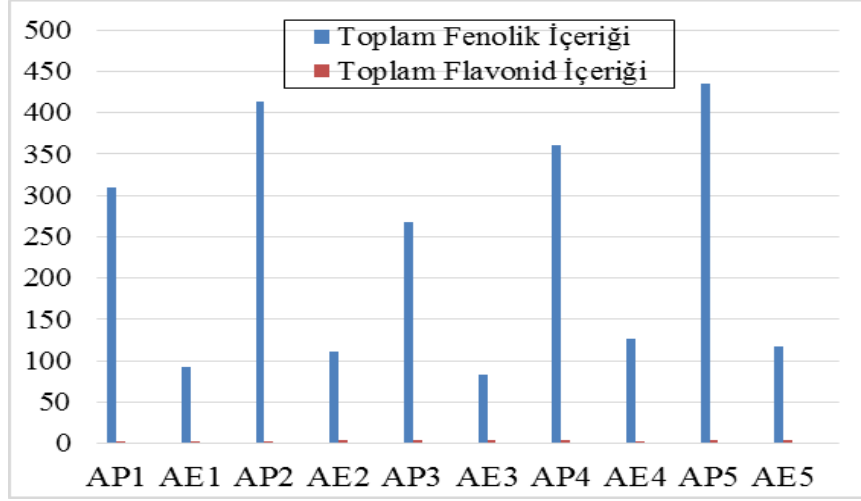
Şekil 4.10. Örneklerin toplam yağ asidi içerikleri

4.3.4. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Toplam Fenolik İçeriği

Toplam fenolik içeriği arı poleni örnekleri için $26,69 \pm 1,58$ mg GAE/g (AP3) ile $43,42 \pm 7,83$ mg GAE /g (AP5); arı ekmeğinde ise $8,26 \pm 0,37$ mg GAE/g (AE3) ve $12,71 \pm 0,48$ mg GAE / g (AE4) aralığında belirlenmiştir. Örneklerin toplam fenolik içerikleri Çizelge 4.8 ve Şekil 4.11’de verilmiştir.

4.3.5. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Toplam Flovanoid İçeriği

Toplam flovanoid içeriği arı poleni örnekleri için $2,62 \pm 0,01$ mg QE/ g (AP2) ile $4,44 \pm 0,03$ mg QE/ g (AP5); arı ekmeğinde ise $1,81 \pm 0,01$ mg QE/ g (AE4) ile $3,74 \pm 0,02$ mg QE/ g (AE2) aralığında tespit edilmiştir. Örneklerin toplam flavonoid içerikleri Çizelge 4.8 ve Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Toplam fenolik ve flavonoid içeriği

4.4. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Antioksidan Kapasitesi

4.4.1. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinde DPPH (2,2-Difenil-1-pikrihidrazil Radikal Süpürme) Kapasite

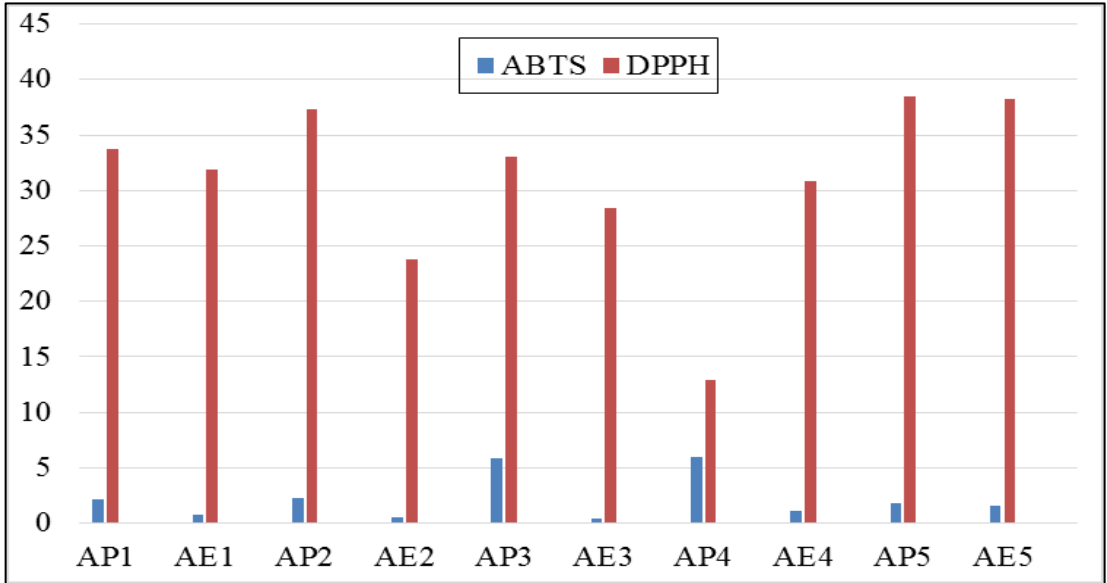
Arı polenlerinin DPPH değerleri $3,08 \pm 0,47$ mg TEAC/g (AP4) ile $3,85 \pm 0,63$ mg TEAC/g (AP5); arı ekmeğinde ise $1,29 \pm 1,13$ mg TEAC/g (AE4) ile $3,82 \pm 0,26$ mg TEAC/g (AE5) aralığında belirlenmiştir. Örneklerin antioksidan kapasite değerleri Çizelge 4.8 ve Şekil 4.12’de verilmiştir.

4.4.2. Arı Poleni ve Arı Ekmeğinde ABTS (2,2’-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) Kapasite

Arı polenlerinin ABTS değerleri $1,80 \pm 0,02$ mg TEAC/g (AP5) ile $5,98 \pm 0,10$ mg TEAC/g (AP4); arı ekmeğinde ise $0,375 \pm 0,02$ mg TEAC/g (AE3) ile $1,55 \pm 0,12$ mg TEAC/g (AE5) aralığında tespit edilmiştir. Örneklerin antioksidan kapasite değerleri Çizelge 4.8 ve Şekil 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Örneklerin toplam fenolik, toplam flavonoid içerikleri ve antioksidan kapasiteleri

| Örnek | Toplam Fenolik İçeriği (mg GAE/g) | Toplam Flavonoid içeriği (mg QE/g) | ABTS ⁺ (mg TEAC/g) | DPPH (mg TEAC/g) |
|-------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| AP1 | 30,93±2,97 | 2,72±0,01 | 2,15±0,12 | 3,37±0,97 |
| AE1 | 9,22±0,14 | 2,87±0,02 | 0,72±0,02 | 3,19±1,1 |
| AP2 | 41,37±3,12 | 2,62±0,01 | 23±0,07 | 3,73±0,74 |
| AE2 | 11,11±0,01 | 3,74±0,02 | 0,57±0,05 | 2,38±1,77 |
| AP3 | 26,69±1,58 | 3,8±0,02 | 5,83±0,17 | 3,29±1,02 |
| AE3 | 8,26±0,37 | 3,23±0,02 | 0,37±0,02 | 2,84±1,35 |
| AP4 | 35,99±0,03 | 3,29±0,02 | 5,98±0,1 | 3,08±0,47 |
| AE4 | 12,71±0,48 | 1,81±0,01 | 1,17±0,07 | 1,29±1,13 |
| AP5 | 43,42±7,83 | 4,44±0,03 | 1,8±0,02 | 3,85±0,63 |
| AE5 | 11,75±0,10 | 3,29±0,02 | 1,55±0,12 | 3,82±0,26 |



Şekil 4.12. Örneklerin antioksidan kapasite içerikleri

5. TARTIŞMA

Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae familyaları, yüksek nektar ve polen içerikleri ile bal arıları tarafından en çok tercih edilen bitki taksonlarını içermektedir. *Acer* sp., *Corylus* sp., *Betula* sp., *Castanea* sp., *Salix* sp., *Alnus* sp. gibi bazı ağaçlar da önemli polen kaynağı bitkiler arasında yer almakta ve arılar tarafından ziyaret edilmektedir (Deveci, Cınbirtoğlu ve Demirkol, 2015).

Percival ve ark. (1947) yaptıkları çalışma sonucunda Brassicaceae, *Erodium cicutarium* (Geraniaceae), *Carduus* sp. (Asteraceae), *Condalia microphylla* (Rhamnaceae), *Prosopidastrum globosum* (Fabaceae) ve *Prosopis* sp. (Fabaceae) taksonlarının bal arıları tarafından polen ve nektar kaynağı olarak tercih edildiğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmada bal arılarının %75 oranında doğal florada bulunan bitkileri tercih ederken, %25 oranında egzotik taksonları tercih ettikleri görülmüştür.

Almedia-Muradian ve ark. (2005), arı poleninde Arecaceae, Asteraceae, Myrtaceae familyalarına ait polenlerin yoğun olarak bulunduğunu ortaya çıkarmıştır.

Mărgăoan ve ark. (2014), arı poleni örneklerinde Asteraceae (*Taraxacum officinale*, *Carduus* sp., *Calendula officinalis*), Fabaceae (*Trifolium repens*, *Robinia pseudoacacia*), Rosaceae (*Crateagus* sp., *Malus Domestica*, *Prunus* sp., *Rosa* sp.), Ericaceae, Salicaceae (*Salix* sp.) taksonlarına ait polenlerin yaygın olarak bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Feas (2012), Portekizden topladığı arı polenlerinde 9 taksona ait polenlerin (Cistaceae, Boraginaceae, Rosaceae, Fagaceae, Asteraceae, Fabaceae, Ericaceae, Mimosaceae, Myrtaceae) varlığını tespit etmiştir. Bu çalışmada Cistaceae ve Boraginaceae familyalarına ait taksonların polenleri arılar tarafından en fazla tercih edilen bitkiler arasında yer alırken, Myrtaceae familyası bireyleri en az tercih edilen taksonlar olarak belirlenmiştir.

Morais (2011)'in Portekizde gerçekleştirdiği bir çalışmada ise arı polenlerinin 8 familyaya ait bitki taksonlarının polenlerini içerdiği tespit edilmiştir. Cistaceae polenleri bir bölgeden temin edilen örneklerde dominant (>%45) olarak bulunmasına rağmen, diğer bölgelerde minör (%15 - %45) oranda bulunmuştur. Ericaceae, Fabaceae, Rosaceae ve Myrtaceae familyalarının polenleri ise örneklerde yaygın olarak, nispeten yüksek oranlarda temsil edilmiştir.

Baydar ve Gürel (1998), Antalya ilinde yapılan bir çalışmada Asteraceae ve Fabaceae familyası taksonlarının arılar tarafından birincil olarak tercih edildiğini ve besinsel içeriklerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Rosaceae, Brassicaceae ve Lamiaceae ise bu taksonlardan sonra tercih edilen familyalar olarak nitelendirilmiştir.

Bu çalışmadaki tüm örnekler birincil olarak Fabaceae, Asteraceae familyalarını içermektedir. Bunu takiben Brassicaceae, Rosaceae, Ranunculaceae, Apiaceae, Lamiaceae, Cistaceae familyaları tercih edilmiş, elde edilen veriler literatür bilgisi ile uyumluluk göstermiştir.

Özenirler, Barkan ve Sorkun (2016), Ankara/Beytepe'de bulunan kovanlardan temin ettiği arı poleni örneklerinin Asteraceae (*Anthemis* sp., *Aster* sp., *Carduus* sp., *Centaurea* sp., *Cichorium* sp.), Brassicaceae, Dipsacaceae (*Dipsacus* sp., *Scabiosa* sp.), Apiaceae (*Eryngium* sp.), Papaveraceae (*Fumaria* sp.), Plantaginaceae (*Plantago* sp.), Scrophulariaceae (*Linaria* sp.), Fabaceae (*Lotus* sp., *Onobrychis* sp., *Trifolium* sp.), Ranunculaceae (*Ranunculus* spp.) ve Rosaceae (*Rosa* sp.) taksonlarına ait polenleri içerdiğini tespit etmiştir.

Ankara/Beytepe'den temin edilen örneklerin (AP1-AE1) botanik orijini Özenirler, Barkan ve Sorkun (2016)'nın verileri ile uyumludur. AP1 örneğinde Fabaceae (%26,3), Brassicaceae (% 24,26), Astarecae (%23,43) familyaları birincil polen kaynakları olarak belirlenmiştir.

Çelemlı ve ark. (2017), Anzer bölgesinden toplanan arı polenlerinin 15 farklı familyaya ait taksonların polenlerini (Asteraceae, Brassicaceae, Campanulaceae, Cistaceae, Rosaceae, Geraniaceae, Fabaceae, Ranunculaceae, Ericaceae, Caryophyllaceae, Poaceae, Campanulaceae, Dipsecaceae, Gentianaceae, Buxaceae) içerdiğini bildirmiştir. Bu çalışmada 9 örnekten 8'inde yaygın olarak bulunan Geraniaceae birincil olarak tercih edilirken, Cistaceae taksonlarının polenleri ikinci olarak 6 örnekte bulunmuştur. Cistaceae, *Taraxacum* sp. ve *Scabiosa* sp. üçüncü olarak tercih edilmiştir.

Cımbırtoğlu ve ark. (2019)'un Ordu ili arı polenleri ile gerçekleştirdiği çalışmada, Asteraceae familyasının polenleri birincil, Rosaceae, Lamiaceae, Salicaceae ve Poaceae polenleri ise ikincil olarak bulunmuştur.

Rize/Çamlıhemşin bölgesinin polenlerine ait herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Demir (2013), Ayder-Çeymakçur Bölgesi ballarının botanik orijinlerini değerlendirmiştir. Bölgede 48 familyaya ait 228 takson tespit edilmiştir. Ballarda yoğun olarak Asteraceae, Rosaceae, Scrophulariaceae, Lamiaceae ve Poaceae taksonlarının polenlerine rastlanmıştır. *Castanea sativa* polenleri dominant olarak bulunmuştur. Brassicaceae polenleri ise bir örnekte ve sekonder oranda saptanmıştır.

Campos ve ark. (2008), aynı bitki taksonuna ait polenleri %80'den daha fazla içeren arı polenleri örneklerini monofloral olarak tanımlamıştır. Karışık bitkisel içeriğe sahip arı polenleri ise multifloral özelliktedir.

Rize/Çamlıhemşinden toplanan örneklerden AP5 (%83,84) ve AE5'de (%91,50) *Castanea sativa* polenleri dominant olarak bulunmuştur. Bu polenlerin örneklerdeki bulunma yüzdeleri dikkate alındığında AP5 ve AE5 Monofloral olarak sınıflandırılmıştır.

Bursa/Cumalıkızık'tan toplanan AE3 minör oranda (%14,89) *Fragaria vesca* polenlerini içermektedir. Buna karşılık AP3'te bu taksonun polenlerine rastlanmamıştır. Bu durum arı poleni örneklerinin toplandığı 15 günlük periyotlarda *Fragaria vesca* (çilek) bitkisinin polen üretimi yapmamış olması ile açıklanabilir. Ayrıca, Kuvancı (2010) *Fragaria vesca*

bitkisinin tozlaşması üzerine bal arısı ve diğer böceklerin etkisini araştırmıştır. Buna göre, çilek bitkisinin polinasyonu %40 oranında bal arıları tarafından sağlanırken, diğer böceklerin polinasyona olan katkısı çok daha az olarak belirlenmiştir.

Arılar tarafından polinasyonu gerçekleştirilen bitkiler entomofil olarak sınıflandırılmasına rağmen, bazı anemofil bitki polenleri de arı ürünleri içerisinde bulunabilmektedir. Benzer şekilde, atmosferik polenlerin tespit edilmesi amacı ile yapılan çalışmalarda da entomofil bitki polenlerine rastlamak mümkündür. Entomofil bitki polenleri anemofil polenlere göre daha yağlı ve ağır yapıda olmasına rağmen hava akımlarının etkisi ile atmosfere karışabilmektedir (Doğan ve Erik, 1995).

Doğan ve Erik (1995), Ankara İli, Hacettepe Üniversitesi Beytepe Kampüsü'nün atmosferik polenlerini belirlemek için yaptıkları çalışmada atmosferde anemofil polenlerin yanı sıra entomofil polenlerin de varlığına rastlamışlardır. Çalışmada bulunan entomofil bitkiler aynı bölgeden temin edilmiş AP1 ve AE1 örneklerinin botanik orijini ile uyum sağlamaktadır.

Salix sp. gibi bazı bitkiler ise hem anemofil hem de entamofil özellikte polen üretimi yapmaktadır (Sacchi ve Price, 1988).

Liolios ve ark. (2016) inceledikleri arı poleni örneklerinin 46 farklı taksona ait polenleri içerdiğini belirlenmişlerdir. Örneklerde az miktarlarda da olsa anemofil bitki polenlerine (*Actinidia chinensis*, *Acer* sp., *Chenopodium album*, *Pinus halepensis*, *Populus* sp.) rastlanmıştır.

AP4 %5,85 oranında minör olarak *Salix* sp. polenlerini içermiştir. AE4 ise %1,03 oranında ve eser miktarda *Salix* sp. poleni içermektedir.

Poaceae familyası üyelerine ait polenlerin besinsel içeriği diğer familyalara oranla daha düşük olmasına rağmen bal arıları tarafından toplanabilmektedir. Almaraz-Abarca ve ark.

(2004), arı poleni örneklerinde *Zea mays* polenine yüksek oranlarda rastlamıştır. Çalışmamızda AE2'nin eser miktarlarda *Zea mays* poleni içerdiği belirlenmiştir.

Botanik orijin belirlenirken kullanılan yöntemlerin çoğu karışık halde toplanan arı polenlerinin renklerine göre ayrılmasına dayanmaktadır (Dimou, Thrasyvoulou ve Tsiarakoglou, 2006; Çelemlı ve ark., 2017). Ayrıca bazı polen yüklerinin renkleri birbirine oldukça yakındır ve renk algısı kişiden kişiye değişebilir. Her bir arı ekmeği ise heterofloral yapıda olup, belirli bir rengi bulunmamaktadır.

Bu nedenlerle örnekleri renklerine göre ayırmanın çalışmamız için sağlıklı bir yöntem olmayacağına karar verilmiştir. Barth ve ark. (2010) yöntemi ise karışık haldeki arı poleni örneklerinin botanik orijinlerinin belirlenmesine imkan sağlamaktadır. Bu yöntem çalışmamızdaki arı poleni ve arı ekmeği örneklerine çeşitli modifikasyonlarla uygulanmış, preparatların uzun süre saklanabilmesi için preparasyon işlemi Sorkun (2008) yöntemine göre yapılmıştır. Sonuç olarak uygulanan bu yöntemin arı ekmeği ve arı poleni örneklerinin botanik orijinlerinin belirlenmesinde başarılı sonuçlar ortaya çıkardığı ve ileriki çalışmalarda da kullanılabilceği gözlenmiştir.

Arı polenin özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmış pek çok çalışma olmasına rağmen arı ekmeği hakkında yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Fakat yüksek biyoyaralanabilirliği sayesinde arı poleni yerine arı ekmeğinin tercihi son yıllarda arı ekmeğine duyulan ilginin artmasını sağlamıştır. Yapılan son çalışmalar genellikle arı poleni ve arı ekmeğinin biyokimyasal içerik ve antioksidan kapasite yönünden araştırılmasına dayanmaktadır. Fakat aynı bölgeden temin edilmeyen arı poleni ve arı ekmeğinin karşılaştırılması, iki ürünün özelliklerini belirlemek açısından doğru sonuçlar vermeyebilir. Ürünlerin biyokimyasal içerikleri ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde botanik orijinin önemi oldukça büyüktür. Bu çalışmada karşılaştırılan arı poleni ve arı ekmeği örnekleri aynı kovanlardan temin edilmiş, yapılan palinolojik çalışmalar ile ürünlerin floral benzerlikleri kanıtlanmıştır.

Örnekler aynı kovanlardan temin edilmesine rağmen bazı taksonların sadece arı poleninde bazı taksonların ise sadece arı ekmeğinde bulunduğu gözlenmiştir. Bu durum arı poleni ve arı ekmeği örneklerinin farklı zamanlarda toplanmış olması ile açıklanabilir. Floranın takibi yapılması amacıyla arı poleni örnekleri 15 günlük aralıklarla, arı ekmeği ise bal hasadı sonrası sezon sonunda toplanmıştır. Bazı bitkilerin çiçeklenme ve polen üretim dönemleri oldukça sınırlı olduğundan bu bitkilerin polenleri tırtıllarla toplanamamış olabilir. Fakat bu polenler, polen tırtıllarının açık olmadığı zamanlarda arılar tarafından kovana getirilerek petek gözlerine depolanmış olabilir. Ayrıca arı ekmeğinin bir miktarının kovan içerisinde, arılar tarafından tüketilmiş olabileceği de göz ardı edilmemelidir.

Yapılan istatistikî analizler sonucunda Ankara/Beytepe'den temin edilen arı poleni ve arı ekmeği (AP1-AE1) dışındaki tüm örneklerin botanik orijin açısından aynı bitki polenlerini içerdiği ve aralarında farklılık olmadığı gözlenmiştir. Örneklerin toplandığı kovan *Pinus nigra* ormanı içerisinde bulunmaktadır. Bu durum bal arılarının polen toplama aktivitesini sınırlayıcı etki göstermiş olabilir. Bu bölgede tırtıllarla toplanan arı poleni miktarı oldukça düşüktür. Bu durum analiz sonuçlarını etkilemiş olabilir. AP1 ve AE1 örneklerindeki bu farklılık bölgenin ve örneklerin teminindeki uygulamalardan kaynaklı olarak açıklanabilir.

Bitki nektarı ve polen bal arılarının temel besin maddesini oluşturmaktadır. Yüksek besinsel içeriği sayesinde bitki polenleri bal arılarının temel protein ihtiyacını karşılamaktadır. Yumurtadan çıkan tüm arı larvaları ilk üç gün polen ve arı sütü ile beslenmektedir. Üçüncü günden sonra sadece ana arı dışındaki larvalar temel olarak polen ile beslenir (Standifer, 1980; Sorkun ve ark., 2012). Flora ve iklim şartlarına da bağlı olarak öncelikle protein içeriği yüksek polenlere sahip bitkilerin tercih edildiği gözlenmiştir (Ergül, Sıralı ve Deveci, 2012).

Türk standartlarına göre arı poleni küttele en az %7 ham protein içeriğine sahip olmalıdır (TSE, 2006). İsviçre Regülasyonunda arı polenin protein içeriği %10 ve %40 aralığında belirlenmiştir (Bogdanov ve ark., 2004). Campos ve ark. (2008), arı polenin en az %15

protein içermesi gerektiğine değinmiştir. Arı ekmeğinin içeriği ile ilgili herhangi bir standart bulunmamaktadır.

Önceki çalışmalarda arı polenin protein içeriği %7,5 - %40 (Krell, 1996); %21,0 - %29,3 (Herbert Jr ve Shimanuki, 1978); 12.6 - 18.2 g/100g (Serra Bonvehi ve Jorda, 1997); 14.1 - 37.3 g/100g (Fuenmayor ve ark., 2014); %13,30 - %26,0 (Sattler ve ark., 2015); %17,19 - %19,19 (Bobiş ve ark., 2017) aralıklarında belirlenmiştir. Funari ve ark. (2003) ortalama %24; Gonçalves ve ark. (2018) %21,23; Feás (2012) ise %21,8 olarak bildirmiştir.

Arı ekmeğinin protein içeriği ise %19,1 ile %27,3 (Zuluaga, 2015); %19,3 ile %26,5 (Herbert Jr ve Shimanuki, 1978) aralıklarında değişmektedir.

Depolanma süreci ve arının türü de protein içeriğini etkilemektedir (Almedia-muradian ve ark., 2005; Bobiş ve ark., 2017; Çelemlı ve ark., 2017).

Arı poleni yaş, kurutularak ya da liyofilize halde depolanabilir. Bu işlemler arı polenin besinsel içeriğini etkilemektedir. Almedia-Muradian ve ark. (2005)'te kuru arı polenin protein içeriği %20 olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda arı poleni örnekleri yaş halde temin edilmiş, herhangi bir işlem uygulanmadan uygun koşullarda depolanmıştır. Arı poleni örneklerinin ham protein içerikleri %17,60 (AP2) ve %22,20 (AP4 ve AP5); arı ekmeği örneklerinin ham protein içerikleri ise %17,50 (AE2) ile %21,20 (AE3) arasında değişmektedir.

AP2, yoğun olarak Brassicaceae (%35,93), Asteraceae (%33,2), ve Fabaceae (%16,08); AP4, Fabaceae (%21,3) ve Cistaceae (%20,6); AP5 dominant olarak *Castanea sativa* (%88,84) polenlerini içermektedir. AE2 ise aynı bölgeden toplanan AP2'ye benzer şekilde Asteraceae (%39,77), Brassicaceae (%35,28) ve Fabaceae (%11,5) polen içeriğine sahiptir. AE3 ise Asteraceae (%22,73), Rosaceae (%16,83) ve Fabaceae (%14,27) familyası polenlerini içirmiştir.

Percival (1947), arı polenin ham protein içeriğini %31,9 (*Discaria americana*) ile %39,6 (*Plantago* sp.) aralığında belirlemiştir. Brassicaceae (%30,5) ve Rhamnaceae (%31,5) major, Fabaceae taksonlarının polenleri (%20,9 - %23,0) ikincil protein kaynağı olarak belirlenmiştir. Asteraceae familyasına ait polenlerin protein içerikleri ise değişkenlik göstermiştir (%15,5 - %22,7). *Centaurea solstitialis* (%22,7) ve *Chuquiraga erinacea* (%22,5) polenleri yüksek; *Carduus* sp. (%17,7) poleni ise düşük protein içeriğine sahiptir.

Özenirler, Barkan ve Sorkun (2016), Rosaceae (7,0 µg/µl) polenleri en yüksek protein içeriğine sahip taksonlar olarak belirlenmiştir. Brassicaceae (2,35 - 4,8 µg/µl) ve Fabaceae polenleri (4,5 - 5,5 µg/µl) ikincil protein içeriğine sahip olan familyalardır. En düşük protein içerikleri ise Papaveraceae (1,5 µg/µl), Plantaginaceae (1,6 - 2,6 µg/µl) ve Asteraceae (1,7 - 3,7 µg/µl) familyalarının polenlerinde bulunmuştur.

Çelemler ve ark. (2017) tarafından Anzer polenlerinin protein içeriği (3,2 - 17,6 g/100g) arasında bulunmuştur. Caryophyllaceae (7,8 - 17,6 g/100g) familyası polenleri en yüksek, Cistaceae (3,2 - 6,0 g/100g) familyasının polenleri ise en düşük protein değerlerine sahiptir.

Szczęsna (2006), 16 monofloral arı poleni örneği ile yaptıkları çalışmada protein içeriğini %13,06 (*Artemisia* sp.) ile %24,54 (*Sinapsis alba*) aralığında, ortalama %20,55 olarak belirlemişlerdir.

Cınbırtoğlu (2019), arı polenlerinin ortalama protein içeriğini %15,73 olarak bulmuş, farklı bitkisel orijine sahip polenler karşılaştırılmıştır. *Trifolium repens* (Fabaceae) (%22,39), *Laurocerasus officinalis* (Rosaceae) (%22,85), *Diospyros lotus* (Ebenaceae) (%24,90), *Lamium purpureum* (Lamiaceae) (%24,9) taksonlarına ait polenlerin yüksek protein içerikleri bildirilmiştir. *Carex* sp. (Cyperaceae) polenin (%7,27) düşük protein içeriği ile bal arılarının beslenmesinde yetersiz olduğu gözlenmiştir.

Dimou, Thrasyvoulou ve Tsirakoglou (2006), farklı mevsimlerde toplanan polenlerin koloninin protein ihtiyacına katkılarını araştırmıştır. *Sisymbro irio* (Brassicaceae), *Papaver rhoeas* (Papaveraceae), *Tirifolium officinale*, *Trifolium* sp., *Robinia pseudoacacia* (Fabaceae) taksonları ilkbaharda koloninin toplam protein ihtiyacının %86'sına katkıda bulunmuştur. Yaz aylarında aynı bitkilerin yanı sıra *Sonchus* sp. (Asteraceae), *Rubus ulmifolius* (Rosaceae) ve *Portulaca oleracea* (Portulacaceae) taksonlarının polenleri bal arıları tarafından toplanmış ve koloninin toplam protein ihtiyacına % 77 katkı sağlamıştır. Bal arıları sonbaharda *Sisymbrium irio*, *Portulaca oleracea* ve *Sonchus* sp. taksonlarının yanında *Polygonum aviculare* (Polyganaceae) ve *Tiribulus terrestris* (Zygophyllaceae) polenlerini de tercih etmiştir. Sonbaharda toplanan bu polenler koloninin toplam protein ihtiyacının %88,3'ünü karşılamıştır.

Feás (2012), arı poleninin protein içeriğini %19,1 ile %27,1 arasında belirlemiştir. Yüksek protein içeriğine sahip arı poleni %69,8 Cistaceae ve %24,8 oranında *Castanea sativa* taksonlarını içerirken, düşük protein içeriğine ait örnek %90,6 oranında dominant olarak Cistaceae bitkisinin polenlerini içermektedir.

Liolios ve ark. (2016), arı poleninde belirledikleri 46 bitki taksonundan 14 tanesinin arılar için gerekli protein içeriğine sahip olduğunu, protein içeriğinin %13,9 ile %25,5 arasında değiştiğini gözlemlemiştir. Mevsimsel farklılıkların protein içeriği üzerindeki etkileri araştırılarak ilkbaharda çiçeklenen bitkilerin (%20 - %24,7) protein içeriklerinin yazın (%15,1 - %19,9) ve sonbaharda (%19,3 - %23,1) çiçeklenen bitki polenlerine göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Aynı çalışmada anemofil bitki polenlerinin de protein içerikleri belirlenmiş, *Populus* sp. (%23,98) ve *Acer* sp. (%21,04) dışındaki polenlerin entomofil bitki polenlerine oranla daha düşük protein içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir.

Bobış ve ark. (2017) farklı arı türleri tarafından üretilen arı ekmeğlerinin protein içeriklerini karşılaştırmıştır. *Apis mellifera* tarafından üretilen arı ekmeğinin protein içeriği % 17,19 - % 19,19 arasında, *Apis dorsata*'ya ait arı ekmeğlerinin protein içeriği ise % 16,87 - % 17,45 arasında belirlenmiştir.

Moleküllerin bir parçası veya bireysel olarak hareket eden yağ asitleri, hücre zarlarının yapı taşı olarak oluşturmaktadır. Hücrelerdeki yağ asitleri enerji ve sinyal tedariğine kadar değişen farklı işlevlere sahip moleküllerdir. Organizmalardaki yağ asidi üretimi evrimsel süreçte Asetil-CoA'nın karboksilasyonu tarafından bitkisel kaynaklı olarak başlamış, günümüze kadar korunmuştur (De Carvalho ve Caramujo, 2018).

Yağ asitleri kimyasal yapılarındaki karbon atomları arasında bulunan bağın özelliğine göre doymuş ve doymamış yağ asitleri olarak sınıflandırılır. Karbon atomları arasında tekli bağ bulunduran yağ asitleri doymuş, bir ve birden fazla çift bağ içerenler ise doymamış yağ asitleri, dallanmış bir yapı gösterir (Karaca ve Aytaç, 2007).

Diyetle alınan lipidlerin kalitesi hastalık ve ölüm oranları açısından oldukça önemlidir. Özellikle doymamış yağ asitleri (linoleik asit, α -linoleik asit, araşidonik asit) memelilerde temel biyofonksiyonları etkileyen önemli esansiyel yağ asitleridir. Ayrıca, doğru oranda doymamış yağ asidi tüketiminin kanser ve kardiyovasküler hastalık riskini azalttığı yönünde bir korelasyon bulunmaktadır (Nagao ve Yanagita, 2005).

Arı poleni ve arı ekmeği içeriğindeki zengin yağ asidi kompozisyonu ile önemli bir besin kaynağı durumundadır. Feás (2012), arı poleninde linoleik, palmitik ve oleik asit içeriklerinin diğer yağ asitlerinden daha yüksek oranlarda bulunduğunu ortaya koymuştur.

Mãrgãoan ve ark. (2014) arı polenin linoleik, α -linolenik, α -palmitik acid gibi uzun zincirli yağ asitlerince zengin olduğuna değinmiştir.

Mãrgãoan ve ark. (2014) arı poleninde insan vücudu tarafından sentezlenemeyen çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) profilini değerlendirmiştir. Örneklerde 14 adet PUFA varlığına rastlanmıştır. α -Linoleik asit birincil olarak %20,28 - %49,37 oranlarında bulunmuştur. Bunu linoleik asit (%7,62 - %33,93), oleik asit (%3,68 - %15,34) takip etmiştir.

Fuenmayor ve ark. (2014)'e göre arı poleni büyük ölçüde (%63,38) doymamış yağ asitlerini içermektedir. Özellikle linoleik (8,19 mg/100g) ve α -linoleic (25,68 mg/100g) asit birincil yağ asitlerini oluşturmaktadır. Doymuş bir yağ asidi olan palmitik asit ise 11,33 mg/100 g olarak bulunmaktadır.

Serra Bonvehi ve Jorda (1997), arı poleni örneklerinin linoleik, palmitik, α -linoleik ve oleic asitlerde zengin olduğunu bildirmiştir.

Karagözoğlu, Parlak ve Alayunt (2012), Bingöl bölgesine ait arı poleninde yoğun olarak palmitoleik, linoleik, α -linoleik asit varlığını saptamıştır. Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) içerikleri ile toplam doymuş yağ asitleri (SFA) arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Markiewicz-Żukowska ve ark. (2013) arı ekmeğinde birincil olarak α -linoleik, linoleik, oleik ve 11,14,17-eikosatrienoik asitlerin varlığını tespit etmiştir. Bu yağ asitleri toplam yağ asidi miktarının %40,63 oluşturmaktadır.

Conte ve ark. (2017) *Castanea sativa* ve *Salix* sp. orijinli arı polenlerinde 25 farklı yağ asidi varlığını tespit etmiştir. Her iki polende de birincil olarak linoleik, α -linoleik, palmitik ve oleik asit varlığı tespit edilmiştir. *Castanea sativa* poleninde Linoleik; *Salix* sp. poleninde ise α -linoleik asit en yüksek oranlarda saptanmıştır.

Rize/Çamlıhemşin'den elde edilen AP5 ve AE5 örneklerinde dominant olarak *Castanea sativa* polenleri tespit edilmiş, örnekler monofloral kestane poleni ve arı ekemeği olarak tanımlanmıştır. Yağ asidi içeriği açısından incelendiğinde örneklerin birincil olarak yüksek oranlarda palmitik ve oleik asit içerdiği gözlenmiş, linoleik asit varlığına rastlanmamıştır.

Arı poleni ve arı ekmeğinin biyokimyasal içeriğinin belirlenmesinde örneklerin Ekstraksiyon şekli ve çözücüsü de oldukça önemlidir. Isidorov ve ark. (2009) arı

ekmeklerini ether, n-hexan ve methanol ekstraktlarını incelenmiştir. Buna göre n-hexan ekstraktında 42 bileşik tespit edilmiş, yağ asidi olarak hekzaadekanoik asit (%0,9 - %1,9), linoleik acid (%2,3 - %11,4), tetrakosanoik asit (tek örnekte %0,4) izole edilmiştir. Ether ekstraktında 95 bileşik izole edilmiş, bu yöntem özellikle alifatik asitlerin belirlenmesinde etkili olmuştur. Yağ asidi olarak dodekanoik asit (3 örnekte %0,03 - %0,05 arasında), pentadekanoik asit (%0,05 tek örnek), hekzadekanoik asit (%13,7 - %17,7), linoleik asit (%4,8 - %8,5), a-linoleik asit (%27,7 - %36,0), eikosanoik asit (%0,05 - %1,5) varlığına rastlanmıştır. Methanolik ekstrakt ise karbohidratların belirlenmesinde elverişli bir yöntem olarak belirlenmiştir. Örneklerin methanol ile ekstraksiyonu sonucu 92 farklı bileşik izole edilmiş, yağ asidi olarak hekzadekanoik asit (%0,1 - %0,6), linoleik asit (%2,3 - %11,4) ve tetrakosanoik asit (tek örnek %0,4) bulunmuştur. Bu çalışma ile arı ekmeğinin alifatik asitler, özellikle de doymamış yağ asitlerince (Linoleik ve a-linoleik) zengin olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızda kullanılan örnekler n-hekzan çözeltisi ile ekstrakte edilmiş, tüm arı poleni ve arı ekmeği örneklerinde toplamda 22 farklı yağ asidinin varlığı tespit edilmiştir. Bunlardan 6 tanesi (palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, linoleik asit (ALA) ve eikosanoik asit) tüm örneklerde ortak olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada kullanılan örneklerin toplam yağ asidi içeriği, arı poleni örnekleri için %67,6 ile %86,5 (sırasıyla AP5, AP4) arasında; arı ekmeği örnekleri için %60,3 ile %79,4 (sırasıyla AE4, AE2) olarak belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde α -Linoleik, linoleik, oleik, palmitik ve 11,14,17-eicosatrienoic asitler birincil yağ asitleri olarak saptanmıştır. Yağ asidi içeriklerinin örneklerin toplandığı bölgelere ve botanik orijinlerine göre farklılık gösterdiği gözlenmiştir. Rize/Çamlıhemşin'den toplanan arı ekmeği örneği (AE5) dışındaki tüm arı ekmeğinin toplam yağ asidi içerikleri arı poleni örneklerine oranla daha düşük oranlarda bulunmuştur. Ayrıca aynı kovanlardan toplanan arı poleni ve arı ekmeği kıyaslandığında arı poleni örneklerinin daha yüksek oranlarda linoleik ve araşidik asit içerdiği görülmektedir.

Yaş arı polenin nem içeriği polenin tazeliği ve depolanabilirliği açısından oldukça önemlidir. Uygun koşullarda depolanmayan yaş arı poleninde, yüksek nem içeriği patojen bakterilerin üremesine ve bozunmaya sebep olmaktadır (Sagona ve ark., 2017).

Türk Standartları Enstitüsüne göre yaş poleninde % nem içeriği maksimum %25 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle yaş arı poleni örneklerinin $17 \pm 2^{\circ}\text{C}$ de en fazla 2 yıla kadar saklanması uygundur (TSE, 2006). Bulgaristan standardına göre kuru polenin nem içeriği %13'ü geçmemelidir (Dinkov ve Stratev 2016). Campos ve ark. (2008) tarafından yapılan standardizasyon çalışmasında yaş arı polenin % nem içeriğinin %20 ile %30 arasında değişebileceği belirtilmiştir.

Çeşitli araştırmacılar arı polenin % nem içeriğini % 11.0 - % 29.0 (Sattler ve ark., 2015); ortalama % 17,45 (Tüylü ve Sorkun, 2007) olarak belirlemiştir. Kuru arı poleninde ise bu oran ortalama % 7,4 olarak belirlenmiştir (Almedia-Muradian ve ark., 2005).

Arı ekmeğinin % nem içeriği ise %11,45 - %16,46 (Bobiş ve ark., 2017), %7,8 - %19,1 (Zuluaga, Serrato ve Quicazan, 2015) olarak bildirilmiştir.

Bobiş ve ark. (2017) *Apis mellifera* ve *Apis dorsata*'ya ait arı ekmeğlerinin su içeriklerini sırasıyla %12,20 ile %19,46 olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada örneklerin protein, yağ asidi ve fenolik madde içerikleri de belirlenmiştir. Bu çalışma farklı arı türlerinin ürünlerin yapısına olan etkisinin gösterilmesi açısından önemli bir çalışmadır.

Ürünlerdeki toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesinde kullanılan yöntemler Hidrojen Atomu (HAT) ya da Elektron Transferinin (ET) belirlenmesi temeline dayanmaktadır (Prior, Wu ve Schaich, 2005; Özyürek, Güçlü ve Apak, 2011). Bu yöntemler ORAC (Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi), TRAP (Toplam Radikal Yakalayıcı Parametre), TOSC (Toplam Oksiradikal Söndürme Kapasitesi), DPPH (Difenil-1-pikrihidrazil Radikal Söndürücü Kapasite), ABTS veya TEAC (Troloks Eşiti Antioksidan Kapasite), CUPRAC (Cu (II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite),

FRAP (Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü) olarak örneklendirilebilir (Okan ve ark., 2013).

DPPH, ABTS ve Folin Ciocalteu yöntemleri ET sistemine dayanmaktadır. DPPH ve ABTS yaygın olarak kullanılan ve uygulama alanı geniş olan testlerdir (Ali ve ark., 2008).

Folin-ciocalteu yöntemi ise bazı antioksidanlara özgü bir yöntem olup lipofilik antioksidanlar için uygun değildir (Albayrak, Sağdıç ve Aksoy, 2010).

Bu yöntemlerin hiç biri tek başına antioksidan kapasitenin belirlenmesinde bir belirteç olmamakla birlikte birkaç testin birlikte kullanılması ve sonuçların değerlendirilmesi gerekmektedir (Okan ve ark., 2013).

Arı polenin toplam fenolik içeriği ortalama 21,30 mg GAE/g (Rzepecka-Stojko ve ark., 2012); 23,3 mg GAE/g (Čeksteryté ve ark., 2016); 24,62 mgGAE/g (Gonçalves ve ark., 2018) ve 12,9 - 19,8 mg GAE/g (Feás, 2012); 10,5 - 16,8 mg GAE/g (Morais ve ark., 2011) arasında belirlenmiştir.

Toplam fenolik içeriği arı ekmeğinde 32,78 - 37,15 mg GAE/G (Markiewicz-Żukowska ve ark., 2013); 12,36 – 25,44 mg GAE/g (Ivanisova ve ark., 2015); 2,5 - 13,7 mg GAE/g (Zuluaga, Serrato ve Quicazan, 2015) aralığında değişmektedir.

Ulusoy ve Kolaylı (2014), Anzer'den temin ettikleri arı polenlerinin toplam fenolik madde içeriklerinin 0.5 mg/100 g ile 2.6 mg/100 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan kapasite korelasyon göstermiştir.

Özkök ve Silici (2017), farklı arı ürünlerinin antioksidan kapasitelerini incelenmiş, sonuç olarak diğer ballar içerisinde kestane balının 261.71 mg GAE/100 g en yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğunu saptamışlardır. En düşük TPC *Citrus* sp. balında (57.59 mg GAE /100 g) bulunmuştur. Kestane balında olduğu gibi *Castanea sativa*

poleni (3570.78 ± 38.58 mg GAE/100 g) de yüksek tpc ye sahiptir. Bunu *Citrus* sp., *Trifolium* sp. ve heterofloral polenleri takip etmiştir.

Özkök ve ark., (2018), monofloral balların toplam fenolik içeriğini araştırmışlardır. Bu çalışmaya göre kestane ballarının toplam fenolik içeriği 100,99 mg GAE/kg ile 312,61 mg GAE/kg; *Rhododendron* sp. orijinli ormangülü ballarında ise 142,190 mg GAE/kg ile 190,96 mg GAE/kg aralığında belirlenmiştir.

Çalışmamızda Rize/Çamlıhemşin'den toplanan arı poleni ve arı ekmeği örnekleri dominant olarak *Castanea sativa* bitkisinin polenlerini içermektedir. Ayrıca arı poleni örneğinde *Rhododendron* sp. polenlerine minör, arı ekmeğinde ise eser oranda rastlanmıştır. Toplam fenolik madde içerikleri 43,42 mg GAE/g (AP5) ve 11,75 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Bu örneklerin diğer bölgelerden toplanan örneklere kıyasla daha yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir.

Bobiş ve ark. (2016) *Apis mellifera* ve *Apis dorsata* arı ekmeklerinin TPC'lerini değerlendirmiş, 19,72 - 28,61 mg GAE/g olarak belirlemiştir. *Apis dorsata*'ya ait arı ekmeklerinin TPC içeriği nispeten daha yüksek bulunmuştur.

Märghitaş ve ark. (2009), farklı botanik orijine sahip arı poleni metanol ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarlarını incelemiştir. *Salix* sp. (Salicaceae) (16.4 mg GAE/ g), (*Trifolium officinale* (Fabaceae) (16.2 mg GAE/ g), *Centaurea cyanus* (Asteraceae) (16.0 mg GAE/g), *Capsella bursapastoris* (Brassicaceae) (15.2 mg GAE/g) polenlerinin diğer taksonlara göre daha yüksek fenolik madde içerdiği saptanmıştır. *Creteagus monogyna* (Rosaceae) (7,7 mg GAE/g), *Knautia arvensis* (4,4 mg GAE/g) taksonlarına ait polenler ise düşük toplam fenolik içeriğine sahiptir.

Çalışmamızdaki örneklerin toplam fenolik içeriği arı poleni örnekleri için 26.69 ± 1.58 (AP3) ile 43.42 ± 7.83 (AP5) mg GAE / g; arı ekmeğinde ise $8,26 \pm 0,37$ (AE3) ve $12,71 \pm 0,48$ (AE4) mg GAE / g aralığında belirlenmiştir.

Toplam fenolik ve flavonoid içerikleri ürünlerin antioksidan, immünomodülatör, antimikrobiyal etkileri gibi biyoaktif özelliklerin belirlenmesinde rol almaktadır (Bobiş ve ark. 2017).

Önceki çalışmalarda arı polenin toplam flavonoid içeriği 4,5 ile 7,1 mg kateşin/g (Feas, 2012), 1,9 – 4,5 mg QE/g (Zuluaga, Serrato ve Quicazan, 2015) aralıklarında ve ortalama 4,44 mg QE/g (Gonçalves ve ark., 2018) olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan örneklerin toplam flavonoid içeriği arı poleni örnekleri için $2,62 \pm 0,01$ (AP2) ile $4,44 \pm 0,03$ (AP5) mg QE/g; arı ekmeğinde ise $1,81 \pm 0,01$ (AE4) ile $3,74 \pm 0,02$ mg QE/g aralığında belirlenmiştir.

Özkök ve ark. (2018), monofloral balların toplam flavonoid içeriklerinin araştırıldığı çalışmada kestane ballarının toplam flavonoid içeriği 9,67 mg QE/kg ile 38,93 mg QE/kg; *Rhododendron* sp. orijinli Ormangülü ballarında ise 16,25 mg QE/kg ile 26,03 mg QE/kg aralığında belirlenmiştir.

Çalışmamızda Rize/Çamlıhemşin'den toplanan ve dominant olarak *Castanea sativa* bitkisine ait polenleri içeren arı poleni ve arı ekmeği örneklerinin toplam flavonoid içerikleri 4,44 mg QE/g (AP5) ve 3,29 mg GAE/g (AP4) olarak belirlenmiştir. Bölgeden toplanan arı poleni örneği minör oranda, arı ekmeği ise eser oranda *Rhododendron* sp. bitkisine ait polenleri içermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde bu bölgeden toplanan örneklerin diğer bölgelere kıyasla daha yüksek flavonoid madde içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir.

Difenil-1-pikrihidrazil radikal söndürücü kapasite (DPPH) ve troloks eşiti antioksidan kapasite (ABTS veya TEAC) yöntemleri antioksidan kapasitenin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerdendir (Okan ve ark. 2013). Bu yöntemler farklı araştırmacılar tarafından arı ürünlerinin antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde de kullanılmıştır (Baltrušaitytė, Venskutonis ve Čeksterytė, 2007; Ivanišová ve ark., 2015; Mohdaly ve

ark., 2015; Zuluaga, Serrato ve Quicazina, 2015; ĀekstertyĀ ve ark., 2016; Juszcak ve ark., 2016).

ABTS radikalinin potasyum persulfid ile reaksiyonu sonucu ortaya Āıkan rengin belirlenen dalga boyundaki absorbansının olĀılması temelinde dayanan yĀntem hidrofilitik ve lipofilitik bileşiklerin toplam antioksidan kapasitelerini olĀmede geniş bir kullanım alanına sahiptir (Özyürek, Güçlü ve Apak, 2011). Bu yĀntem Re ve ark. 1999 tarafından geliştirilmiştir. Standart olarak trolox kullanılmaktadır. YĀntem, hem suda çözüner hem de lipidlerde çözüner antioksidanların Āalıřılmasına uygulanabilir özelliktedir (Re ve ark., 1999).

Ivanisova ve ark. (2015), arı ekmeğinin DPPH kapasitesini 14.62 mg TEAC/g ile 15.78 mg TEAC/g olarak belirlemiştir.

Fatrcová-řramková ve ark. (2013), monofloral arı polenin antioksidan kapasitelerini belirlemişlerdir. Polenlerin Antioksidan kapasite miktarı büyükten küçüğe *Brassica napus*, *Papver somniferum*, *Helianthus annuus* şeklinde sıralanmıştır.

Zuluaga, Serrato ve Quicazan (2015), arı ekmeğinin ABTS kapasitesini 46,1 μ mol TEAC/g - 76,3 μ mol TEAC/g; ortalama 61,5 μ mol TEAC/g olarak belirlemiştir.

ĀekstertyĀ ve ark. (2016) arı polenin ABTS kapasitesini 5,37 mg TEAC/g ile 6.47 mg TEAC/g aralığında belirlemişlerdir. Aynı Āalıřmada arı ekmeğinin ABTS kapasitesi 4.86 mg TEAC/g ile 5.70 mg TEAC/g aralığında belirlenmiştir.

BaltruřaitytĀ, Venskutonis ve ĀekstertyĀ (2007) arı ekmeğinin antioksidan kapasitesinin bala oranla daha yüksek olduğunu, arı ekmeğinin baldan daha fazla kaempferol iĀerirken, apigenin ve krisini daha az miktarda iĀerdięini bildirmiştir.

Āalıřmamızda arı polenin DPPH kapasitesi 3,85 mg TEAC/g (AP5) ve 3,08 mg TEAC/g (AP4); ABTS kapasitesi 1,8 mg TEAC/g (AP5) ve 5,98 mg TEAC/g (AP4)

aralığında belirlenmiştir. Arı ekmeği örneklerinin DPPH kapasitesi 1,29 mg TEAC/g (AE4) ve 3,82 mg TEAC/g (AE5); ABTS kapasitesi 0,37 mg TEAC/g ve 1,55 mg TEAC/g aralığında bulunmuştur.

Örnekler antioksidan kapasite açısından değerlendirildiğinde, arı poleni örneklerinin aynı kovandan elde edilen arı ekmeği örneklerinden daha yüksek değerlere sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca istatistiki analiz sonuçlarına göre arı polenin antioksidan kapasitesinin arı ekmeğine göre anlamlı olarak ($p < 0.05$) daha yüksek olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Sonuç olarak arı polenin kimyasal ve antioksidan kapasite açısından arı ekmeğine göre daha yüksek değerlere sahip olduğu ve tüm bu parametrelerin iklim, flora, örneklerin bulunduğu arılığın coğrafi konumu, toplanma ve depolama şekli, arı ırkı gibi faktörlerden etkilendiği gözlenmiştir. Ancak biyoyaralanabilirlik ve daha uzun süre depolanabilmesi açısından arı ekmeğinin gıda takviyesi olarak insan tüketiminde kullanımının göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Alataş, İ., Yalçın, L.İ., Öztürk A.İ., Arıcılıkta Polen Üretiminin Koloni Gelişimine ve Bal Verimine Etkileri, Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 7 (1997) 30-42.
- Albayrak, S., Sağdıç, O., Aksoy, A., Bitkisel Ürünlerin ve Gıdaların Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 26 (2010) 401-409.
- Ali, S.S., Kasoju, N., Luthra, A., Singh, A., Sharanabasava, H., Sahu, A., Bora, U., Indian Medicinal Herbs as Sources of Antioxidants, Food Research International, 41 (2008) 1-15.
- Almaraz-Abarca, N., Campos, M.d.G., Ávila-Reyes, J.A., Naranjo-Jiménez, N., Herrera-Corral, J., González-Valdez, L.S., Variability of Antioxidant Activity Among Honeybee-collected Pollen of Different Botanical Origin, Interciencia, 29 (2004) 574-578.
- Almeida-Muradian, L., Pamplona, L.C., Coimbra, S.I., Barth, O.M., Chemical Composition and Botanical Evaluation of Dried Bee Pollen Pellets, Journal of Food Composition and Analysis, 18 (2005) 105-111.
- Anonim, Bitki Örtüsü, <http://ankara.gov.tr/bitki-ortusu> (Erişim tarihi, **13 Haziran 2019d**).
- Anonim, DOKA, http://www.doka.org.tr/bolgemiz_Rize-TR.html (Erişim tarihi, **22 Ekim 2019h**).
- Anonim, Genel Coğrafya ve Yeryüzü Şekilleri, <http://www.ankara.gov.tr/genel-coğrafya-ve-yeryuzu-sekilleri> (Erişim tarihi, **13 Haziran 2019c**).
- Anonim, Kahramankazan, <http://www.turkcewiki.org/wiki/Kahramankazan> (Erişim tarihi, **13 Eylül 2019e**).
- Anonim, Kırklareli Coğrafi Konumu, <http://www.kirklareliilozelidaresi.gov.tr/cografik-konumu> (Erişim tarihi, **22 Ekim 2019f**).
- Anonim, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr> (Erişim tarihi, **12 Eylül 2019b**).
- Anonim, PalDat, <http://www.paldat.org> (Erişim tarihi, **10 Ağustos 2019a**).
- Anonim, Rize <https://rize.ktb.gov.tr/TR-55288/cografik-konumu.html> (Erişim tarihi, **22 Kasım 2019g**).
- AOAC, Official Method 990.03, Protein (Crude) in Animal Feed, 2007.

- ArcGIS Pro v.2.2. ESRI Environmental Systems Research Institute's. Ulaşılabilir formu: arcgis.hacettepe.edu.tr.
- Arslan, S., Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinde Polen Toplama Sıklığının Koloni Gelişimi ve Bal Üretimi Üzerine Etkisi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(2014) 49-54.
- Bağrıaçık, N., Polinatör Böcekler ve Küresel Tozlaşma Krizi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7 (2017) 37-41.
- Baltrušaitytė, V., Venskutonis, P.R., Čeksterytė, V., Radical Scavenging Activity of Different Floral Origin Honey and Beebread Phenolic Extracts, Food Chemistry, 101 (2007) 502-514.
- Barth, O.M., Freitas, A.S., Oliveira, É.S., Silva, R.A., Maester, F.M., Andrella, R.R., Cardozo, G.M., 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 (2010) 893-902.
- Baydar, H., Gürel, F., 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.
- Bell, R.R., Thornber, E.J., Seet, J.L., Groves, M.T., Ho, N.P., Bell, D.T., Composition and Protein Quality of Honeybee-collected Pollen of *Eucalyptus marginata* and *Eucalyptus calophylla*, The Journal of nutrition, 113 (1983) 2479-2484.
- Bobis, O., Dezmirean, D.S., Marghitas, L.A., Bonta, V., Margaoan, R., Pasca, C., Urcan, A., Bandhari, P.S., Beebread from *Apis mellifera* and *Apis dorsata*. Comparative Chemical Composition and Bioactivity, Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Animal Science and Biotechnologies, 74 (2017) 43-50.
- Bogdanov, S., Bieri, K., Gremaud, G., Iff, D., Känzig, A., Seiler, K., Stöckli, H., Zürcher, K., Swiss Food Manual: Gelée Royale, Berne: Bienenprodukte, BAG, Swiss Federal Office for Public Health, (2004).
- Boissier, E., Flora Orientalis, Genevae et Basileae., 1-5 (1867).
- Bölüktepe, F.E., Yılmaz, S., Arı Ürünlerinin Bilinirliği ve Satın Alınma Sıklığı, Uludag Bee Journal, 8,2 (2008).
- Brawn, C.A., Palynological Techniques, Bota Rouge LA., 1960, 188.
- Burucu, V., Gülse Bal, H., Türkiye'de Arıcılığın Mevcut Durumu ve Bal Üretim Öngörüsü, Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi, 3 (2017) 28-37.

- Campos, M.d.G.R., Caracterização do pólen apícola pelo seu perfil em compostos fenólicos e pesquisa de algumas actividades biológicas, PhD Thesis, Universidade Coimbra, Brasil, **1997**.
- Campos, M.G., Bogdanov, S., de Almeida-Muradian, L.B., Szczesna, T., Mancebo, Y., Frigerio, C., Ferreira, F., Pollen Composition and Standardisation of Analytical Methods, *Journal of Apicultural Research*, 47 (**2008**) 154-161.
- Campos, M.G.R., Frigerio C., Lopes, J., Bogdanov, S., What is the Future of Bee-Pollen, *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 2 (**2010**) 131-144.
- Čeksterytė, V., Kurtinaitienė, B., Venskutonis, P.R., Pukalskas, A., Kazernavičiūtė, R., Balžekas, J., Evaluation of Antioxidant Activity and Flavonoid Composition in Differently Preserved Bee Products, *Czech Journal of Food Sciences*, 34 (**2016**) 133-142.
- Čeksterytė, V., Račys, J., Kaškonienė, V., Venskutonis, P.R., Fatty Acid Composition in Beebread, *Biologija*, 4 (**2008**) 235-252.
- Cen, H., Wang, S., Liu, Y., A Study Of The Effect Of Bee-Pollen On Improving Sport Performances, *Chinese Journal of Sports Medicine*, 2 (**1982**).
- Cheeseman, K., Slater, T., An Introduction to Free Radical Biochemistry, *British Medical Bulletin*, 49 (**1993**) 481-493.
- Chich, J.F., Marchesseau, K., Gripon, J.C., Intracellular Esterase from *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* NCDO 763: Purification and Characterization, *International Dairy Journal*, 7 (**1997**) 169-174.
- Cımbırtoğlu, Ş., F. Konak, Sirali, R., Demirkol, G, Bal Arısı (*Apis mellifera* L.)'nın Polen Aktivitesi, *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 11 (**2019**) 21-27.
- Clarkson, P.M., Thompson, H.S., Antioxidants: What Role Do They Play in Physical Activity and Health ?, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72 (**2000**) 637S-646S.
- Commission Regulation (EEC) No. 2568/91 of 11 July 1991 on the Characteristics of Olive Oil and Olive-Residue Oil and on the Relevant Methods of Analysis, *Official Journal L* 248, (**1991**)1-83.
- Commission, Commission Regulation (EC) No 152/2009 of 27 January 2009 Laying Down the Methods of Sampling and Analysis for the Official Control of Feed, *Official Journal of the European Union*, 54 (**2009**) 1-130.
- Conte, G., Benelli, G., Serra, A., Signorini, F., Bientinesi, M., Nicoletta, C., Mele, M., Canale, A., Lipid Characterization of Chestnut and Willow Honeybee-collected Pollen:

- Impact of Freeze-drying and Microwave-assisted Drying, *Journal of Food Composition and Analysis*, 55 (2017) 12-19.
- Corvucci, F., Nobili, L., Melucci, D., Grillenzoni, F. V., The Discrimination of Honey Origin Using Melissopalynology and Raman Spectroscopy Techniques Coupled with Multivariate Analysis, *Food Chemistry*, 169 (2015) 297-304.
 - Crane, E., *Beekeeping*, Encyclopedia of Insects, Elsevier, Chapter 19, 2009, 66-71.
 - Crane, E., *Bees in the Pollination of Seed Crops*, Bee Research Association, 133 (1972) 72.
 - Çelemlı, Ö.G., Barkan, N.P., Özenirler, Ç., Demiralp, D.Ö., Sorkun, K., Protein Analysis of Anzer Bee Pollen by Bradford Method, *Mellifera*, 17 (2017) 21-32.
 - Çiçek, İ., Türkoğlu, N., Gürgen, G., Ankara'da Hava Kirliliğinin İstatistiksel Analizi, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2), (2004) 1-18.
 - D'Albore, G.R., *Textbook of Melissopalynology*, Apimondia, Romania, 1997.
 - Davis, P., *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 1-9, Edinburgh: Edinburgh University Press, (1965-1985).
 - Davis, P., Mill R.R., Kıt Tan, *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 10, Edinburgh: Edinburgh University Press, 1988.
 - De Carvalho, C.C., Caramujo, M.J., The Various Roles of Fatty Acids, *Molecules*, 23 (2018) 2583.
 - De Grandi-Hoffman, G., Eckholm, B.J., Huang, M.H., A Comparison of Bee Bread Made by Africanized and European honey bees (*Apis mellifera*) and Its Effects on Hemolymph Protein Titers, *Apidologie*, 44 (2013) 52-63.
 - Demir, E., Ayder-Ceymakçur (Çamlıhemşin/Rize) Yaylalarının Florası ve Yöre Ballarının Kimyasal Ve Palinolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, 2013.
 - Deveci, M., Cınbırtoğlu, Ş., Demirkol, G., İlkbahar Dönemi Bitkileri Ve Arıcılıkta Polen Kaynağı Bakımından Önemi, *Akademik Ziraat Dergisi*, 4 (2015) 1-12.
 - Dimou, M., Thrasyvoulou, A., Tsirakoglou, V., Efficient Use of Pollen Traps to Determine the Pollen Flora Used By Honey Bees, *Journal of Apicultural Research*, 45 (2006) 42-46.
 - Dinkov, D., Stratev, D., The Content of Two Toxic Heavy Metals in Bulgarian Bee Pollen, *International Food Research Journal*, 23 (2016) 1343.
 - Doğan, C., Erik, S., Atmospheric Pollens of Beytepe Campus (Ankara), I. Trees and shrubs, *Journal of Hacettepe Science and Engineering*, 16 (1995) 33-67.

- Dolezal, A.G., Toth, A.L., Feedbacks Between Nutrition and Disease in Honey Bee Health, *Current Opinion in Insect Science*, 26 (2018) 114-119.
- Dreller, C., Page Jr, R.E., Fondrk, M.K., Regulation of Pollen Foraging in Honeybee Colonies: Effects of Young Brood, Stored Pollen, and Empty Space, *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 45 (1999) 227-233.
- Dreller, C., Tarpy, D.R., Perception of the Pollen Need by Foragers in a Honeybee Colony, *Animal Behaviour*, 59 (2000) 91-96.
- Dustmann, J., Fresh Pollen Offers Best Therapeutic and Nutritional Benefits, 5th German Apitherapy Congress, Passau, Germany, 2007, 12.
- Erdemir, İ., Zorba, E., Işık, O., Savucu, Y., Tek Doz Polen Yüklemesinin Dayanıklılık Sporcularında Maksimal Oksijen Tüketim Ve Kan Parametrelerine Etkisi, *F.Ü. Sağlık Bil. Dergisi*, 19(3) (2005) 185-191.
- Ergül, S., Sıralı, R., Deveci, M., Bal Arılarının Bitki Tercihinde Etkili Olan Faktörler, *Arıcılık Araştırma Dergisi*, (2012) 32-33.
- Faegri, K., Kaland, P.E., Krzywinski, K., *Textbook of Pollen Analysis*, John Wiley & Sons Ltd. (1989).
- FAO, Food and Agricultural Organization of the United Nations, (2019).
- Fatrcová-Šramková, K., Nôžková, J., Kačániová, M., Máriássyová, M., Rovná, K., Stričík, M., Antioxidant and Antimicrobial Properties of Monofloral Bee Pollen, *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 48 (2013) 133-138.
- Feás, X., Vázquez-Tato, M.P., Estevinho, L., Seijas, J.A., Iglesias, A., Organic Bee Pollen: Botanical Origin, Nutritional Value, Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Microbiological Quality, *Molecules*, 17 (2012) 8359-8377.
- Fewell, J.H., Winston, M.L., Colony State and Regulation of Pollen Foraging in the Honey Bee, *Apis Mellifera L*, *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 30 (1992) 387-393.
- Free, J., The Flower Constancy of Honeybees, *The Journal of Animal Ecology*, 32,1 (1963) 119-131. Fuenmayor, B., Zuluaga, D., Díaz, M., Quicazán de C, Cosio, M., Mannino, S., Evaluation of the Physicochemical and Functional Properties of Colombian Bee Pollen, *Revista MVZ Córdoba*, 19 (2014) 4003-4014.
- Funari, S., Rocha, H., Sforcin Filho, J., Gomes Dierckx, S., Funari, A., Orsi, R., Composições bromatológica e mineral do pólen coletado por abelhas africanizadas (*Apis mellifera L.*) em Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil, *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 11 (2003) 88-93.

- Gilliam, M., Wickerham, L., Morton, H.L., Martin, R.D., Yeasts Isolated From Honey Bees, *Apis Mellifera*, fed 2, 4-D and Antibiotics, *Journal of Invertebrate Pathology*, 24 (1974) 349-356.
- Gonçalves, P.J., Estevinho, L.M., Pereira, A.P., Sousa, J.M., Anjos, O., Computational Intelligence Applied to Discriminate Bee Pollen Quality and Botanical Origin, *Food Chemistry*, 267 (2018) 36-42.
- Groot, A.P.D., Protein and Amino Acid Requirements of The Honeybee (*Apis mellifica* L.), 42 (1953) 42-48.
- Günel, N., Türkiye’de İklimin Doğal Bitki Örtüsü Üzerindeki Etkileri, *Acta Turcica Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi*, Online Thematic Journal of Turkic Studies, 1 (2013) 1-22.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C., *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 10, Edinburgh: Edinburgh University Press, 2000.
- Halbritter, H., Ulrich, S., Grimsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., Buchner, R., Svojtka, M., Frosch-Radivo, A., *Illustrated pollen terminology*, Springer, Vienna, Austria, 2018.
- Havinga, A., *Palynology and Pollen Preservation*, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 2 (1967) 81-98.
- Haydak, M.H., Palmer, L.S., Royal Jelly and Bee Bread as Sources of Vitamins B1 B2, B6, C and Nicotinic and Pantothenic Acids, *Journal of Economic Entomology*, 35 (1942) 319-320.
- Heinrich, B., Raven, P.H., *Energetics and Pollination Ecology*, *Science*, 176 (1972) 597-602.
- Herald, T.J., Gadgil, P., Tilley, M., High-Throughput Micro Plate Assays for Screening Flavonoid Content and DPPH-Scavenging Activity in Sorghum Bran and Flour, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92 (2012) 2326-2331.
- Herbert E.W., Shimanuki, Jr, H., Chemical Composition and Nutritive Value of Bee-Collected and Bee-Stored Pollen, *Apidologie*, 9 (1978) 33-40.
- Herbert, E., *Honey Bee Nutrition, the Hive and the Honey Bee*, Graham J. M. (Ed), Dadant&Sons, Hamilton, 1992, 197-233.
- Heslop-Harrison, J., Pollen Wall Development, *Science*, 161 (1968) 230-237.
- Howell, J., Champie, C., Market and industrial Aspects of Bee Pollen , *American Bee Journal*, 121 (1981) 817-819.

- Human, H., Nicolson, S.W., Nutritional Content of Fresh, Bee-Collected and Stored Pollen of *Aloe Greatheadii* Var. *Davyana* (Asphodelaceae), *Phytochemistry*, 67 (2006) 1486-1492.
- Ialomiteanu, M., Daghie, V., Nicolau, N., Radulescu, M., Behandlung von Hepatitiden mit Pollen und Bienenbrot Neues in der Apitherapie, *Apimondia*, (1976) 292-302.
- Isidorov, V., Isidorova, A., Szczepaniak, L., Czyżewska, U., Gas Chromatographic–Mass Spectrometric Investigation of The Chemical Composition of Beebread, *Food Chemistry*, 115 (2009) 1056-1063.
- IUPAC, Standard Methods for The Analysis of Oils, Fats and Derivatives, International Union of Pure and Applied Chemistry, Switzerland, 1987, 99-102.
- Ivanišová, E., Kačániová, M., Frančáková, H., Petrová, J., Hutková, J., Brovarskyi, V., Velychko, S., Adamchuk, L., Schubertová, Z., Musilová, J., Bee Bread-Perspective Source of Bioactive Compounds for Future, *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 9 (2015) 592-598.
- Iversen, T., Fiirgaard, K., Schriver, P., Rasmussen, O., Andreasen, F, The effect of NaO Li Su on Memory Functions and Blood Chemistry in Elderly People, *Journal of Ethnopharmacology*, 56 (1997) 109-116.
- Juszcak, L., Gałkowska, D., Ostrowska, M., Socha, R. Antioxidant Activity of Honey Supplemented with Bee Products, *Natural Product Research*, 30(12) (2016) 1436-1439.
- Karaca, E., Aytaç, S., Yağ Bitkilerinde Yağ Asitleri Kompozisyonu Üzerine Etki Eden Faktörler, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22 (2007) 123-131.
- Karagözoğlu, Y., Parlak, A.E., Alayunt, N.Ö., Bingöl Yöresinden Toplanan Arı Polenlerinin Yağ Asidi Miktarlarının İncelenmesi, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 26 (2012) 36-41.
- Kaškonienė, V., Venskutonis, P.R., Čeksterytė, V., Composition of Volatile Compounds of Honey of Various Floral Origin and Beebread Collected in Lithuania, *Food Chemistry*, 111 (2008) 988-997.
- Keller, I., Fluri, P., Imdorf, A., Pollen Nutrition and Colony Development in Honey Bees-Part II, *Bee World*, 86 (2005) 27-34.
- Kňazovická, V., Mašková, Z., Vlková, E., Švejstl, R., Salmonová, H., Ivanišová, E., Gažarová, M., Gamráthová, I., Repková, M., Tokár, M., Pollen Can-Testing of Bee Pollen Fermentation In Model Conditions, *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 9 (2019) 805-811.

- Korkmaz, A., Anlaşılabilir Arıcılık, Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Samsun, **(2013)**.
- Krebs, J.R., Coevolution of Bees and Flowers, *Nature*, 278 **(1979)** 689-689.
- Kuropatnicki, A.K., Klósek, M., Kucharzewski, M., Honey as Medicine: Historical Perspectives, *Journal of Apicultural Research*, 57 **(2018)** 113-118.
- Kuvancı, A. Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) ve Diğer Böceklerin Çilek (*Fragaria* Sp.) Bitkisinin Polinasyonuna Olan Etkileri, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 10 **(2010)** 28-35.
- Liolios, V., Tananaki, C., Dimou, M., Kanelis, D., Goras, G., Karazafiris, E., Thrasyvoulou, A., Ranking Pollen From Bee Plants According to Their Protein Contribution to Honey Bees, *Journal of Apicultural Research*, 54 **(2015)** 582-592.
- Magalhães, L. M., Santos, F., Segundo, M. A., Reis, S., & Lima, J. L. Rapid Microplate High-Throughput Methodology for Assessment of Folin-Ciocalteu Reducing capacity, *Talanta*, 83(2), **(2010)** 441-447.
- Mărgăoan, R., Mărghitaş, L.A., Dezmirean, D.S., Dulf, F.V., Bunea, A., Socaci, S.A.a., Bobiş, O., Predominant and Secondary Pollen Botanical Origins Influence The Carotenoid and Fatty Acid Profile in Fresh Honeybee-Collected Pollen, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62 **(2014)** 6306-6316.
- Mărghitaş, L.A., Stanciu, O.G., Dezmirean, D.S., Bobiş, O., Popescu, O., Bogdanov, S., Campos, M.G., In Vitro Antioxidant Capacity of Honeybee-Collected Pollen of Selected Floral Origin Harvested From Romania, *Food Chemistry*, 115 **(2009)** 878-883.
- Markiewicz-Żukowska, R., Naliwajko, S.K., Bartosiuk, E., Moskwa, J., Isidorov, V., Soroczyńska J., Borawska, M.H, Chemical Composition and Antioxidant Activity of Beebread, and Its Influence on The Glioblastoma Cell Line (U87MG), *Journal of Apicultural Science*, 57 **(2013)** 147-157.
- Mauseth, J.D., *Botany: an Introduction to Plant Biology*, Jones & Bartlett Publishers **(2014)** 112-127.
- Meral, R., Doğan, İ.S., Kanberoğlu, G.S., Fonksiyonel Gıda Bileşeni Olarak Antioksidanlar, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2 **(2012)** 45-50.
- Mohdaly, A. A., Mahmoud, A. A., Roby, M. H., Smetanska, I., & Ramadan, M. F. (2015). Phenolic Extract From Propolis and Bee Pollen: Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities. *Journal of Food Biochemistry*, 39(5), 538-547.
- Morais, M., Moreira, L., Feás, X., Estevinho, L.M., Honeybee-collected Pollen From Five Portuguese Natural Parks: Palynological Origin, Phenolic Content, Antioxidant

- Properties and Antimicrobial Activity, *Food and Chemical Toxicology*, 49 (2011) 1096-1101.
- Morrissey, P., O'Brien, N., Dietary Antioxidants in Health and Disease, *International Dairy Journal*, 8 (1998) 463-472.
 - Mutlu, B., Erik, S., Tarikahya, B., New Contributions to the Flora of Beytepe Campus (Ankara) and Floristic Comparison With Neighboring Floras and Other Campus Floras, *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 36(3) (2008) 181-195.
 - Mutsaers, M., Bee products: Properties, Processing and Marketing, Agromisa Foundation/Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (2005).
 - Nagai, T., Nagashima, T., Myoda, T, Inoue, R., Preparation and Functional Properties of Extracts From Bee Bread, *Food/Nahrung*, 48 (2004) 226-229.
 - Nagao, K, Yanagita, T., Conjugated Fatty Acids in Food and Their Health Benefits, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 100 (2005) 152-157.
 - Niyaz, Ö.C., Demirbaş, N., Arı Ürünleri Tüketicilerinin Genel Özellikleri ve Tüketim Tercihleri: Çanakkale İli Örneği, *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 23,2 (2017) 255-262.
 - Okan, O.T., Varlıbaş, H., Mehmet, Ö., Deniz, İ., Antioksidan Analiz Yöntemleri ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Antioksidan Kaynağı Olarak Kullanılabilecek Odun Dışı Bazı Bitkisel Ürünler, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (2013) 48-59.
 - Olofsson, T.C, Vásquez, A., Detection and Identification of A Novel Lactic Acid Bacterial Flora Within The Honey Stomach of the Honeybee *Apis Mellifera*, *Current Microbiology*, 57 (2008) 356-363.
 - Ozenirler, Ç., Sorkun, K., Observations On The Foraging Behavior Of Commercial *Bombus Terrestris* L. And *Apis Mellifera* L. Colonies on Some Cultivars of *Carthamus Tinctorius* L. In Caged Conditions, *Commun.Fac.Sci.Univ.Ank.Series*, 27 (2018) 273-282.
 - Özbek, H., Kültür Bitkilerinin Tozlaşmasında Balarısı (*Apis mellifera* L.), *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (1979) 171-177.
 - Özenirler, Ç., Arıcılık, in: A. Özkök (Ed.) *Türkiye'de Hızla Büyüyen Sektör: Arı Ürünlerine Genel Bir Bakış*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, (2018) pp. 1-9.
 - Özenirler, Ç., Barkan, N.P., Sorkun, K., Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Remzibey-05 Bitkisi Poleninin Bal Arılarının Beslenme Ekonomileri Açısından İncelenmesi, *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1 (2016) 69-80.

- Özkök, A., Arı Ürünleri-I, in: Ö. Aslı (Ed.) Türkiye'de Hızla Büyüyen Sektör: Arı Ürünlerine Genel Bir Bakış, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, **2018**, pp. 49-55.
- Özkök, A., Bakhshpour, M., Mayda, N., Denizli, A., Sorkun, K., Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Taramalı Elektron Mikroskopunda İncelenmesi ve Sonuçlarının Karşılaştırılması, 6. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 15-18 Ekim Ölüdeniz, Muğla, Turkey, **2018**.
- Özkök, A., Özenirler, Ç., Canli, D., Mayda, N., Sorkun, K., Monofloral Features of Turkish Honeys According to Mellissopalynologic, Total Phenolic Acid and Total Flavonoid Content. Gazi University Journal of Science, 31(3), **2018** 713-723.
- Özkök, D., Silici, S., Antioxidant Activities of Honeybee Products and Their Mixtures, Food Science and Biotechnology, 26 (**2017**) 201-206.
- Öztürk, M.Z., Çetinkaya, G., Aydın, S., Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'nin İklim Tipleri, Coğrafya Dergisi, 35 (**2017**) 17-27.
- Özyürek, M., Güçlü, K., Apak, R., The Main and Modified CUPRAC Methods of Antioxidant Measurement, TrAC Trends in Analytical Chemistry, 30 (**2011**) 652-664.
- Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feás, X., Estevinho, L.M., Biological Activities of Commercial Bee Pollens: Antimicrobial, Antimutagenic, Antioxidant and Anti-Inflammatory, Food and Chemical Toxicology, 63 (**2014**) 233-239.
- Percival, M., Pollen Collection by Apis Mellifera, The New Phytologist, 46 (**1947**) 142-173.
- Pernal, S.F., Currie, R.W., The Influence of Pollen Quality on Foraging Behavior in Honeybees (Apis mellifera L.), Behavioral Ecology and Sociobiology, 51 (**2001**) 53-68.
- Prior, R.L., Wu, X., Schaich, K., Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53 (**2005**) 4290-4302.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C., Antioxidant Activity Applying an improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay, Free Radical Biology and Medicine, 26 (**1999**) 1231-1237.
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, L., Wasserman, S.A., Minorsky P.V., Jackson, R.B., Campbell Biology, Pearson Boston, (**2014**) 575-594.
- Rowley, J.R., Pollen Wall Characters with Emphasis Upon Applicability, Nordic Journal of Botany, 1 (**1981**) 357-380.

- Rzepecka-Stojko, A., Stec, M., Kurzeja, E., Gawrońska, E., Pawłowska-Góral, K., The Effect of Storage of Bee Pollen Extracts on Polyphenol Content, *Polish Journal of Environmental Studies*, 21 **(2012)** 1007-1011.
- Sacchi C.F., Price, P.W., Pollination of the Arroyo Willow, *Salix Lasiolepis*: Role of Insects and Wind, *American Journal of Botany*, 75 **(1988)** 1387-1393.
- Sagona, S, Bozzicolonna, R., Nuvoloni, R., Cilia, G., Torracca, B., Felicioli, A, Water Activity of Fresh Bee Pollen and Mixtures of Bee Pollen-Honey of Different Botanical Origin, 84 **(2017)** 595-600.
- Salazar-González, C.Y., Rodríguez-Pulido, F.J., Terrab, A., Díaz-Moreno, C., Fuenmayor, C.A., Heredia, F.J., Analysis of Multifloral Bee Pollen Pellets by Advanced Digital Imaging Applied to Functional Food Ingredients, *Plant Foods for Human Nutrition*, 73 **(2018)** 328-335.
- Sancak, K., Sancak, A., Aygören, E., Dünya ve Türkiye’de Arıcılık, *Araştırma Dergisi*, 10 **(2013)** 7-13.
- Sarıöz, P., Arı Biziz, Bal Bizdedir : Dünden Bugüne Türkiye’de Arıcılık, *Balparmak, İstanbul* **(2006)**.
- Sattler, J.A.G., De Melo, I.L.P., Granato, D., Araújo, E., De Freitas, A.d.S. Barth, O.M., Sattler, A., de Almeida-Muradian, L.B., Impact of Origin on Bioactive Compounds and Nutritional Composition of Bee Pollen from Southern Brazil: A Screening Study, *Food Research International*, 77 **(2015)** 82-91.
- Sayılı, M., Tokat İlinde Tüketicilerin Arı Ürünleri Tüketim Durumları Ve Alışkanlıkları, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 1 **(2013)** 16-22.
- Schmidt, J., Bee Products: Chemical Composition and Application. Bee Products, Properties, Applications, and Apitherapy, *The Conference On Bee Products Section 2, Proceedings Of An International Conference On Bee Products: Properties, Applications and Apitherapy*, **1996**, 26-30.
- Sensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, U., Balta, I., Türkiye iklimi, *Turkish State Meteorological Service (DMİ), Ankara*, **(2008)**.
- Serra Bonvehi, J., Escolà Jordà, R., Nutrient Composition and Microbiological Quality of Honeybee-Collected Pollen in Spain, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 **(1997)** 725-732.
- Serra Bonvehi, J., Soliva Torrentó, M., Centelles Lorente, E., Evaluation of Polyphenolic and Flavonoid Compounds in Honeybee-Collected Pollen Produced in Spain, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 **(2001)** 1848-1853.

- Sıralı, R., Arıcılığın Türkiye İçin Önemi, Arıcılık Araştırma Dergisi, 2 (2010) 3-4.
- Silici, S., Arı Polenleri Ve Arı Ekmeği, Uludağ Arıcılık Dergisi, 14,2 (2014) 99-105.
- Somerville, D., Honey Bee Nutrition and Supplementary Feeding, Agnote DAI/178, NSW Agriculture, (2000).
- Sorkun, K., Yılmaz, B., Özkırım, A., Özkök, A., Gençay, Ö., Bölükbaşı, D., Yaşam için Arılar, Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği Yayın, (2012).
- Sorkun, K., Türkiye'nin Nektarlı Bitkileri, Polenleri ve Balları, Palme Yayıncılık, Ankara, (2008).
- Standifer, L. Honey Bee Nutrition and Supplemental Feeding, Beekeeping in the United States Agriculture Handbook, 335 (1980) 39-45.
- Szczêsna, T., Protein Content and Amino Acid Composition of Bee-Collected Pollen From Selected Botanical Origins, Journal Of Apicultural Science, 50 (2006) 81-90.
- Şahinler, N., Şahinler, S., Gül, A., Görgülü, Ö., Arı Ürünleri Tüketici Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma, Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, Isparta, 2004 53-57.
- T'ai, H.R., Cane, J.H., Pollen Nutritional Content and Digestibility for Animals, Pollen and Pollination, Springer, 222 (2000) 187-209.
- TSE, Türkîş Standarts, T.S. Institution, Pollen StandartTurkey, 2006, 1-11.
- Tunca, R.İ., Taşkın, A., Karadavut, U., Determination of Bee Products Consumption Habits and Awareness Level in Some Provinces in Turkey, Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 3 (2015) 556-561.
- TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, (<http://tuik.gov.tr>) 2017.
- Tüylü Ö.A., Sorkun K., The Investigation of Moisture and Fat Analysis of Economically Important Pollen Grains Collected by Apis Mellifera 7 (2007) 9-15.
- Ulusoy, E., Kolaylı, S., Phenolic Composition and Antioxidant Properties of Anzer Bee Pollen, Journal of Food Biochemistry, 38 (2014) 73-82.
- Urcan, A.C., Al Marghitas, L., Dezmirean, D.S., Bobis, O., Bonta, V., Muresan, C.I., Margaoan, R., Chemical Composition and Biological Activities of Beebread–Review, Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies, 74 (2017) 6-14.
- Uzundumlu, A., Aksoy, A., Işık, H.B., Arıcılık İşletmelerinde Mevcut Yapı ve Temel Sorunlar; Bingöl ili örneği, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42 (2011) 49-55.

- Vaughan, D., Calderone, N., Assessment of Pollen Stores by Foragers in Colonies of the Honey Bee, *Apis Mellifera L*, *Insectes Sociaux*, 49 (2002) 23-27.
- Villanueva, M.T.O., Marquina, A.D., Serrano, R.B., Abellán, G.B., The Importance of Bee-Collected Pollen in the Diet: a Study of Its Composition, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 53 (2002) 217-224.
- Wiermann, R., Gubatz, S., Pollen Wall and Sporopollenin, *International Review of Cytology*, Elsevier, 140 (1992) 35-72.
- Yılmaz, İ., Antioksidan İçeren Bazı Gıdalar ve Oksidatif Stres, *Journal of Inonu University Medical Faculty*, 17 (2010) 143-153.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., The Determination of Flavonoid Contents in Mulberry and Their Scavenging Effects on Superoxide Radicals, *Food chemistry*, 64 (1999) 555-559.
- Zhou, J., Qi, Y., Ritho, J., Zhang, Y., Zheng, X., Wu, L., Flavonoid Glycosides as Floral Origin Markers to Discriminate of Unifloral Bee Pollen by LC–MS/MS. *Food Control*, 57 (2015) 54-61.
- Zuluaga, C., Martínez, A., Fernández, j., López-Baldó, J., Quiles, A., Rodrigo, D., Effect of High Pressure Processing on Carotenoid and Phenolic Compounds, Antioxidant Capacity, and Microbial Counts of Bee-Pollen Paste and Bee-Pollen-Based Beverage, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 37 (2016) 10-17.
- Zuluaga, C.M., Serrato, J.C., Quicazan, M.C., Chemical, Nutritional and Bioactive Characterization of Colombian bee-bread, *Chemical Engineering*, 43 (2015) 175-180.

EKLER

EK 1- Ankara/Beytepe'den Toplanan Bitkilerin Listesi

| Familya | Cins/Tür |
|--------------------------|--------------------------------|
| Apiaceae | <i>Daucus carota</i> |
| | <i>Torilis</i> sp. |
| Asteraceae | <i>Arctium</i> sp. |
| | <i>Centaurea virgata</i> |
| | <i>Cichorium intybus</i> |
| | <i>Matricaria recutiata</i> |
| | <i>Senecio vernalis</i> |
| Bignonioidaceae | <i>Catalpa bignoidae</i> |
| Boraginaceae | <i>Echium</i> sp. |
| Brassicaceae | <i>Anchusa</i> sp. |
| | <i>Capsella bursa-pastoris</i> |
| | <i>Diplotaxis tenuifolia</i> |
| Caprifoliaceae | <i>Lonicera nummularifolia</i> |
| Convolvulaceae | <i>Convolvulus arvensis</i> |
| Dipsacaceae | <i>Scabiosa argentea</i> |
| | <i>Scabiosa robata</i> |
| Elaeagnaceae | <i>Elaeagnus officinalis</i> |
| Fabaceae | <i>Astragalus</i> sp. |
| | <i>Coronilla</i> sp. |
| | <i>Hedysarum</i> sp. |
| | <i>Lotus corniculatus</i> |
| | <i>Medicago</i> sp. |
| | <i>Melilotus officinalis</i> |
| | <i>Onobrychis</i> sp. |
| | <i>Trifolium repens</i> |
| | <i>Trifolium pratense</i> |
| <i>Wisteria sinensis</i> | |
| Lamiaceae | <i>Salvia virgata</i> |
| | <i>Salvia aethiopsis</i> |
| | <i>Stachys annua</i> |

| | |
|------------------|------------------------------|
| | <i>Teucrium</i> sp. |
| Linaceae | <i>Linum hirsutum</i> |
| Loganiaceae | <i>Buddleia</i> sp. |
| Oleaceae | <i>Ligustrum vulgare</i> |
| | <i>Forsythia intermedia</i> |
| Papaveraceae | <i>Glaucium grandifolium</i> |
| | <i>Papaver rhoeas</i> |
| Plantaginaceae | <i>Plantago lanceolata</i> |
| Resedaceae | <i>Reseda lutea</i> |
| Rosaceae | <i>Cerasus</i> sp. |
| | <i>Malus</i> sp. |
| | <i>Prunus</i> sp. |
| | <i>Sanguisorba</i> sp. |
| | <i>Spiraeae contaniensis</i> |
| Scrophulariaceae | <i>Linaria corifolia</i> |

EK 2- Ankara/Kahramankazan'dan Toplanan Bitkilerin Listesi

| Familya | Cins/Tür |
|----------------|--------------------------------|
| Apiaceae | <i>Daucus carota</i> |
| | <i>Torilis</i> sp. |
| Asteraceae | <i>Arctium</i> sp. |
| | <i>Centaurea agregata</i> |
| | <i>Matricaria recutiata</i> |
| | <i>Senecio vernalis</i> |
| | <i>Xanthium</i> sp. |
| Boraginaceae | <i>Echium</i> sp. |
| Brassicaceae | <i>Anchusa</i> sp. |
| | <i>Capsella bursa-pastoris</i> |
| | <i>Diploaxis tenuifolia</i> |
| Caprifoliaceae | <i>Lonicera nummularifolia</i> |
| Convolvulaceae | <i>Convolvulus arvensis</i> |
| Dipsacaceae | <i>Scabiosa argentea</i> |
| Dipsacaceae | <i>Scabiosa</i> sp. |
| Elaeagnaceae | <i>Elaeagnus officinalis</i> |
| Fabaceae | <i>Coronilla</i> sp. |
| | <i>Lotus corniculatus</i> |
| | <i>Medicago sativa</i> |
| | <i>Medicago</i> sp. |
| | <i>Melilotus officinalis</i> |
| | <i>Trifolium repens</i> |

| | |
|--------------|---------------------------|
| | <i>Trifolium pratense</i> |
| Lamiaceae | <i>Saivia</i> sp. |
| | <i>Stachys annua</i> |
| Papaveraceae | <i>Papaver somniferum</i> |



EK 3- Bursa/Cumalıkızık'tan Toplanan Bitkilerin Listesi

| Familya | Cins/Tür |
|------------------|------------------------------|
| Apiaceae | <i>Daucus</i> sp. |
| Asteraceae | <i>Anthemis</i> sp. |
| | <i>Cichorium</i> sp. |
| | <i>Crepis sancta</i> |
| Boraginaceae | <i>Alkanna tinctoria</i> |
| | <i>Myosotis</i> sp. |
| Brassicaceae | <i>Calepina irregularis</i> |
| Caryophyllaceae | <i>Holosteum umbellatum</i> |
| Convolvulaceae | <i>Calistegia</i> sp. |
| Dipsacaceae | <i>Cephalaria</i> sp. |
| | <i>Knautia</i> sp. |
| Euphorbiaceae | <i>Euphorbia</i> sp. |
| | <i>Euphorbia rigida</i> |
| Fabaceae | <i>Astragalus</i> sp. |
| | <i>Melilotus officinalis</i> |
| | <i>Trifolium pratense</i> |
| | <i>Trifolium repens</i> |
| | <i>Trifolium</i> sp. |
| | <i>Trifolium</i> sp. |
| | <i>Vicia</i> sp. |
| <i>Vicia</i> sp. | |
| Geraniaceae | <i>Geranium</i> sp. |

| | |
|------------------|----------------------------|
| Lamiaceae | <i>Lamium</i> sp. |
| | <i>Mentha</i> sp. |
| Papaveraceae | <i>Papaver rhoeas</i> |
| | <i>Roemeria hybrida</i> |
| Plantaginaceae | <i>Plantago lanceolata</i> |
| Poaceae | <i>Phlaum</i> sp. |
| Poaceae | <i>Poa</i> sp. |
| Primulaceae | <i>Anagallis arvensis</i> |
| Ranunculaceae | <i>Ranunculus</i> sp. |
| Rosaceae | <i>Cydonia oblonga</i> |
| | <i>Potentilla</i> sp. |
| Scrophulariaceae | <i>Euphrasia pectinata</i> |
| | <i>Scrophularia</i> sp. |

EK 4- Kırklareli/Çağlayık Bölgesinden Toplanan Bitkilerin Listesi

| Family | Genus/Species |
|------------------|-----------------------------|
| Apiaceae | <i>Daucus</i> sp. |
| Asteraceae | <i>Achiella millefolium</i> |
| | <i>Anthemis</i> sp. |
| | <i>Carduus</i> sp. |
| | <i>Centaurea</i> sp. |
| | <i>İnula</i> sp. |
| Campanulaceae | <i>Legousia</i> sp. |
| | <i>Jasione montana</i> |
| Caryophyllaceae | <i>Dianthus</i> sp. |
| Cistaceae | <i>Cistus creticus</i> |
| Guttiferae | <i>Hypericum perforatum</i> |
| Dipsacaceae | <i>Scabiosa columbaria</i> |
| Fabaceae | <i>Lathyrus</i> sp. |
| | <i>Trifolium</i> sp. |
| | <i>Vicia</i> sp. |
| Geraniaceae | <i>Geranium</i> sp. |
| Lamiaceae | <i>Stachys</i> sp. |
| | <i>Thymus</i> sp. |
| Rosaceae | <i>Potentilla</i> sp. |
| | <i>Rubus</i> sp. |
| Scrophulariaceae | <i>Digitalis</i> sp. |
| | <i>Verbascum</i> sp. |

EK 5- Rize/Çamlıhemşin Bölgesinden Toplanan Bitkilerin Listesi

| Familya | Cins/Tür |
|------------------------------|--------------------------------|
| Apiaceae | <i>Astrantia maxima Pallas</i> |
| | <i>Heracleum sphondylium</i> |
| Aquifoliaceae | <i>İlex colchica</i> |
| Asclepiadaceae | <i>Periploca graceae</i> |
| Asteraceae | <i>Achillea millefolium</i> |
| | <i>Anthemis melanoloma</i> |
| | <i>Arctium platylepis</i> |
| | <i>Aster caucasicus</i> |
| | <i>Bellis perennis</i> |
| | <i>Conyza canadensis</i> |
| | <i>Crepis paludosa</i> |
| | <i>Erigeron annuus</i> |
| | <i>Inula orientalis</i> |
| | <i>Lapsana communis</i> |
| | <i>Petasites albus</i> |
| | <i>Prenanthes cacaliifolia</i> |
| | <i>Senecio nemarensis</i> |
| | <i>Senecio plathyphllus</i> |
| | <i>Senecio vulgaris</i> |
| | <i>Solidago virgaurea</i> |
| <i>Tanacetum sorbifolium</i> | |
| <i>Tripleuspermum sp.</i> | |

| | |
|-----------------|--------------------------------|
| Balsaminaceae | <i>Impatiens holi-tangere</i> |
| Boraginaceae | <i>Myosotis arvensis</i> |
| | <i>Myosotis olympica</i> |
| | <i>Myosotis ramosissima</i> |
| | <i>Myosotis sicula</i> |
| | <i>Myosotis sp.</i> |
| | <i>Symphytum longietale</i> |
| Brassicaceae | <i>Cardamine raphanifolia</i> |
| | <i>Cardamine bulbifera</i> |
| | <i>Cardamine impatiens</i> |
| | <i>Draba hispida</i> |
| Campanulaceae | <i>Campanula lactiflora</i> |
| | <i>Campanula latifolia</i> |
| | <i>Campanula rapunculoides</i> |
| | <i>Campanula sp.</i> |
| Caryophyllaceae | <i>Cerastium cerastioides</i> |
| | <i>Silene compacta</i> |
| | <i>Silene saxatilis</i> |
| Clusiaceae | <i>Hypericum bithynicum</i> |
| | <i>Hypericum bupleuroides</i> |
| Convolvulaceae | <i>Calystegia silvatica</i> |
| Crassulaceae | <i>Sedum stoloniferum</i> |
| Cucurbitaceae | <i>Cucurbita pepo</i> |
| Dipsacaceae | <i>Scabiosa columbaria</i> |

| | |
|-------------|---------------------------------|
| Ericaceae | <i>Epigaea gaultherioides</i> |
| | <i>Pyrola rotundifolia</i> |
| | <i>Rhododendron caucasicum</i> |
| | <i>Rhododendron luteum</i> |
| | <i>Rhododendron ponticum</i> |
| | <i>Rhododendron smirnovii</i> |
| | <i>Vaccinium myrtillus</i> |
| | <i>Vaccinium uliginosum</i> |
| Fabaceae | <i>Astragalus vicifolius</i> |
| | <i>Coronilla orientalis</i> |
| | <i>Lotus corniculatus</i> |
| | <i>Trifolium arvense</i> |
| | <i>Trifolium medium</i> |
| | <i>Trifolium pratense</i> |
| | <i>Trifolium repens</i> |
| | <i>Trifolium trichocephalum</i> |
| Geraniaceae | <i>Vicia sativa</i> |
| | <i>Fagus orientalis</i> |
| Lamiaceae | <i>Erodium cicutarium</i> |
| | <i>Geranium psilostemon</i> |
| | <i>Ajuga orientalis</i> |
| | <i>Calamintha grandiflora</i> |
| | <i>Clinopodium umbrosum</i> |
| | <i>Lamium crinitum</i> |

| | |
|----------------|---------------------------------|
| | <i>Mentha spicata</i> |
| | <i>Nepeta nuda</i> |
| | <i>Prunella vulgaris</i> |
| | <i>Prunella vulgaris</i> |
| | <i>Salvia forskahlei</i> |
| | <i>Salvia verticillata</i> |
| | <i>Scutellaria pontica</i> |
| | <i>Stachys marantha</i> |
| | <i>Stachys sylvatica</i> |
| | <i>Thymus praecox</i> |
| Liliaceae | <i>Lilium corniolicum</i> |
| Onagraceae | <i>Epilobium angustifolium</i> |
| | <i>Epilobium montana</i> |
| Orchidaceae | <i>Orchis</i> sp. |
| Paeoniaceae | <i>Paeonia wittmanniana</i> |
| Papaveraceae | <i>Chelidonium majus</i> |
| | <i>Papaver latertium</i> |
| Pirumulaceae | <i>Primula eltiior</i> |
| Plantaginaceae | <i>Plantago lanceolata</i> |
| Polygalaceae | <i>Polygala alpestris</i> |
| | <i>Polygala alpestris</i> |
| | <i>Polygonum bistorta</i> |
| Primulaceae | <i>Anagalis arvensis</i> |
| | <i>Lysimachia verticillaris</i> |

| | |
|------------------|---------------------------------|
| | <i>Primula auriculata</i> |
| Ranunculaceae | <i>Aconitum cachleare</i> |
| | <i>Aguilegia olympica</i> |
| | <i>Ranunculus repens</i> |
| | <i>Ranunculus sp.</i> |
| Rosaceae | <i>Alchemilla barbatiflora</i> |
| | <i>Aruncus vulgaris</i> |
| | <i>Fragaria vesca</i> |
| | <i>Potentilla crantzii</i> |
| | <i>Rubus idaeus</i> |
| Rubiaceae | <i>Galium verum</i> |
| Scrophulariaceae | <i>Digitalis ferruginea</i> |
| | <i>Pedicularis autrpurpurea</i> |
| | <i>Rhinanthus angustifolia</i> |
| | <i>Scrophularia canina</i> |
| | <i>Scrophularia chrysantha</i> |
| | <i>Veronica sp.</i> |
| Valerianaceae | <i>Valeriana allirifolia</i> |

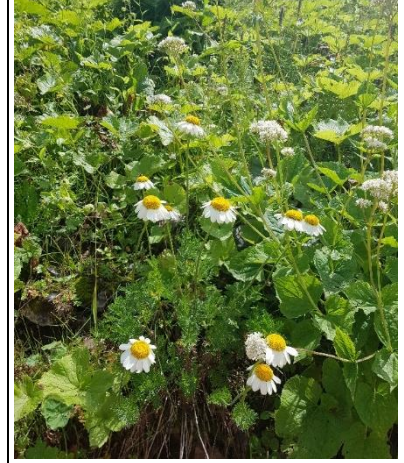
EK 6- Arazi Çalışması Boyunca Toplanan Bitkiler



Aruncus vulgaris



Achillea millefolium



Anthemis melanoloma



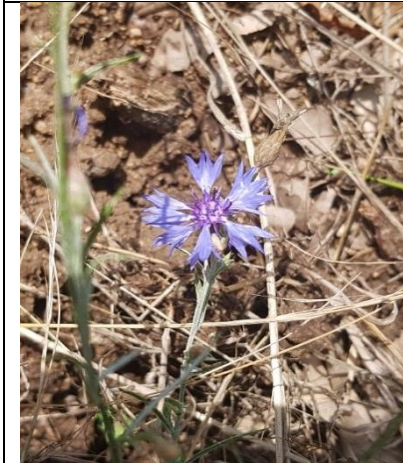
Anthemis nobilis



Campanula latifolia



Capsella bursa-pastoris



Centaurea sp.



Cistus creticus



Coronilla orientalis



Cucurbito pepo



Diantus sp.



Epigaea gautherioides



Euphorbia sp.



Forsythia intermedia



Fragaria vesca



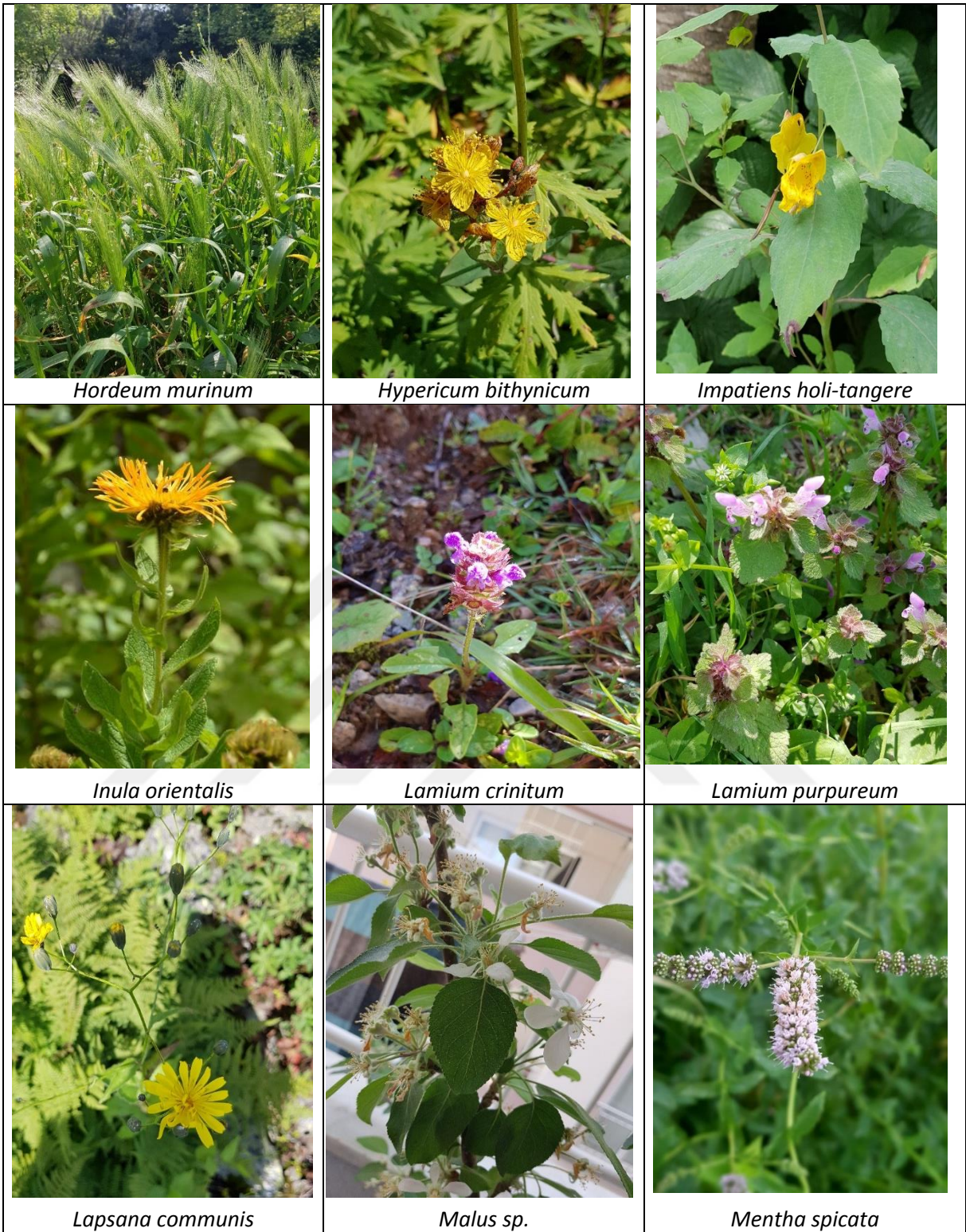
Geranium psilastemon



Heracleum sphordylium



Holestemum ombellatum





Myosotis sp.



Papaver latertium



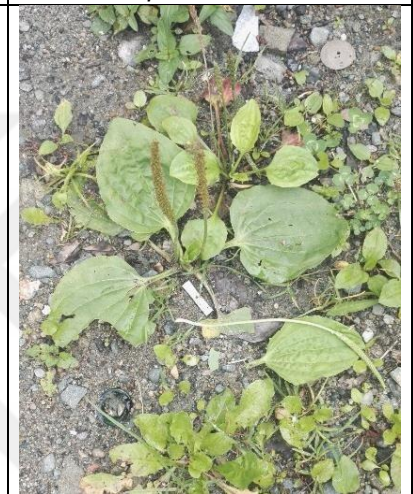
Papaver rhoeas



Pedicularis autropurpurea



Phlaum sp.



Plantago major



Polygonum sp.



Prunella vulgaris



Ranunculus repens



Rhododendron caucasicum



Rhododendron ponticum



Rhynchosorys elephans



Rumex alpinus



Rumex crispus



Rubus idaeus



Salvia verticillata



Scutellaria pontica



Senecio plathyllus



Scabiosa columbaria



Silene compacta



Stachys macranta



Symphytum sp.



Thymus praecox



Trifolium pratense



Trifolium repens



Vaccinium myrtilloides



Valeriana allirifolia



Veronica sp.



Verbascum sp.



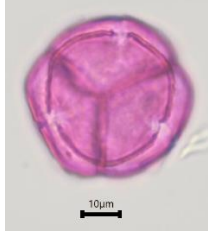
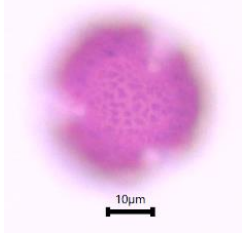
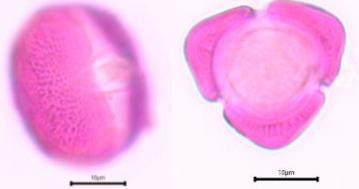

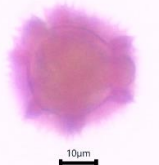
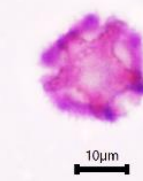
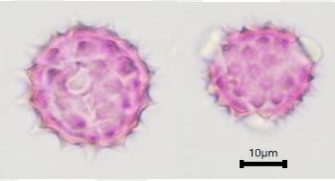
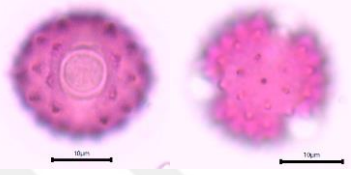
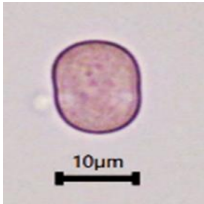
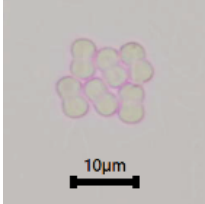
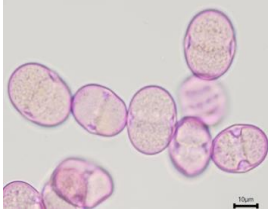
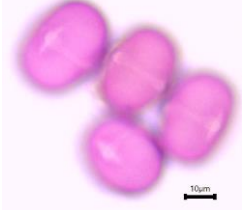
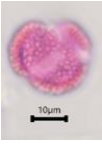
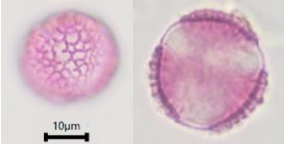
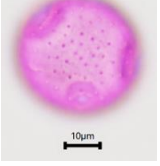
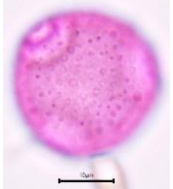
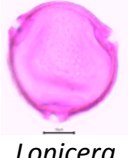

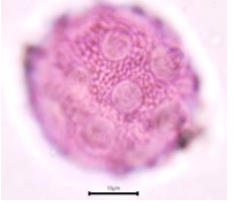


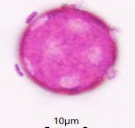
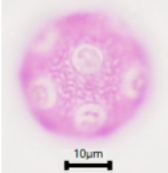
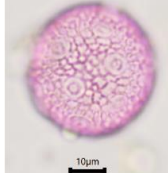
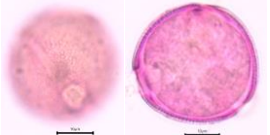

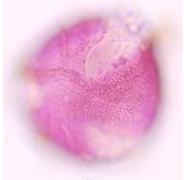
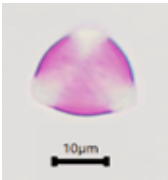
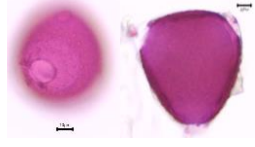
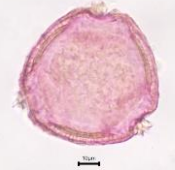
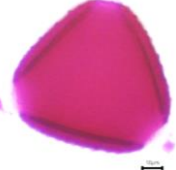
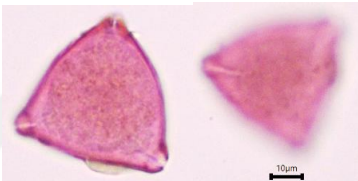
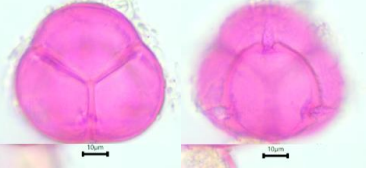
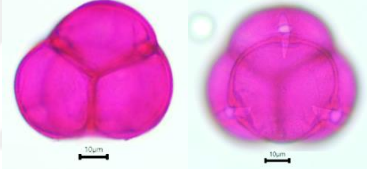
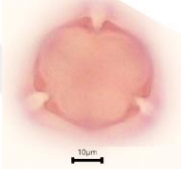
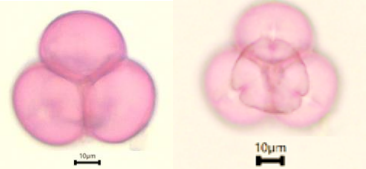

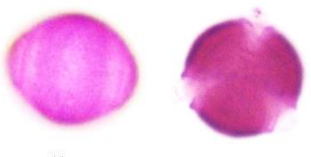
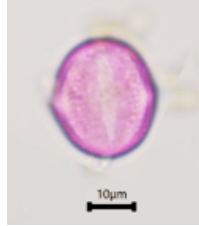




Wisteria sinensis

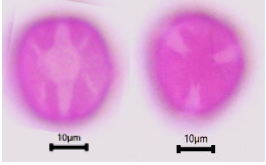


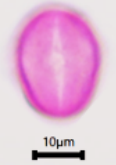
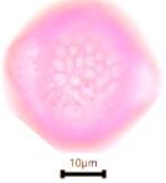



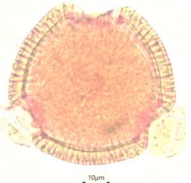
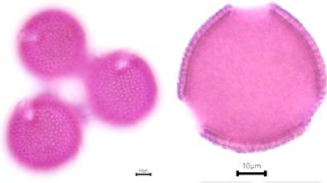

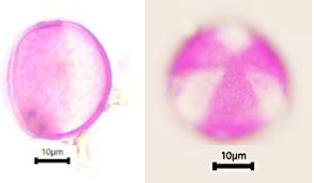
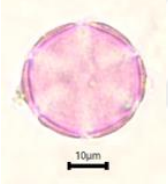
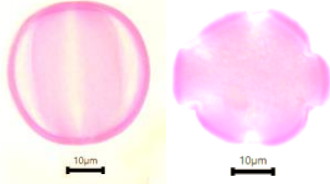
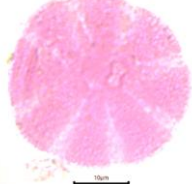
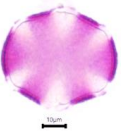
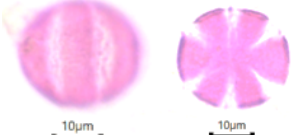

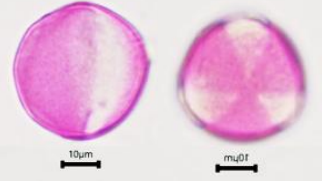
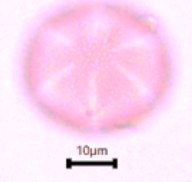


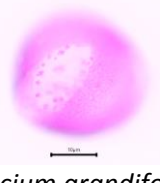


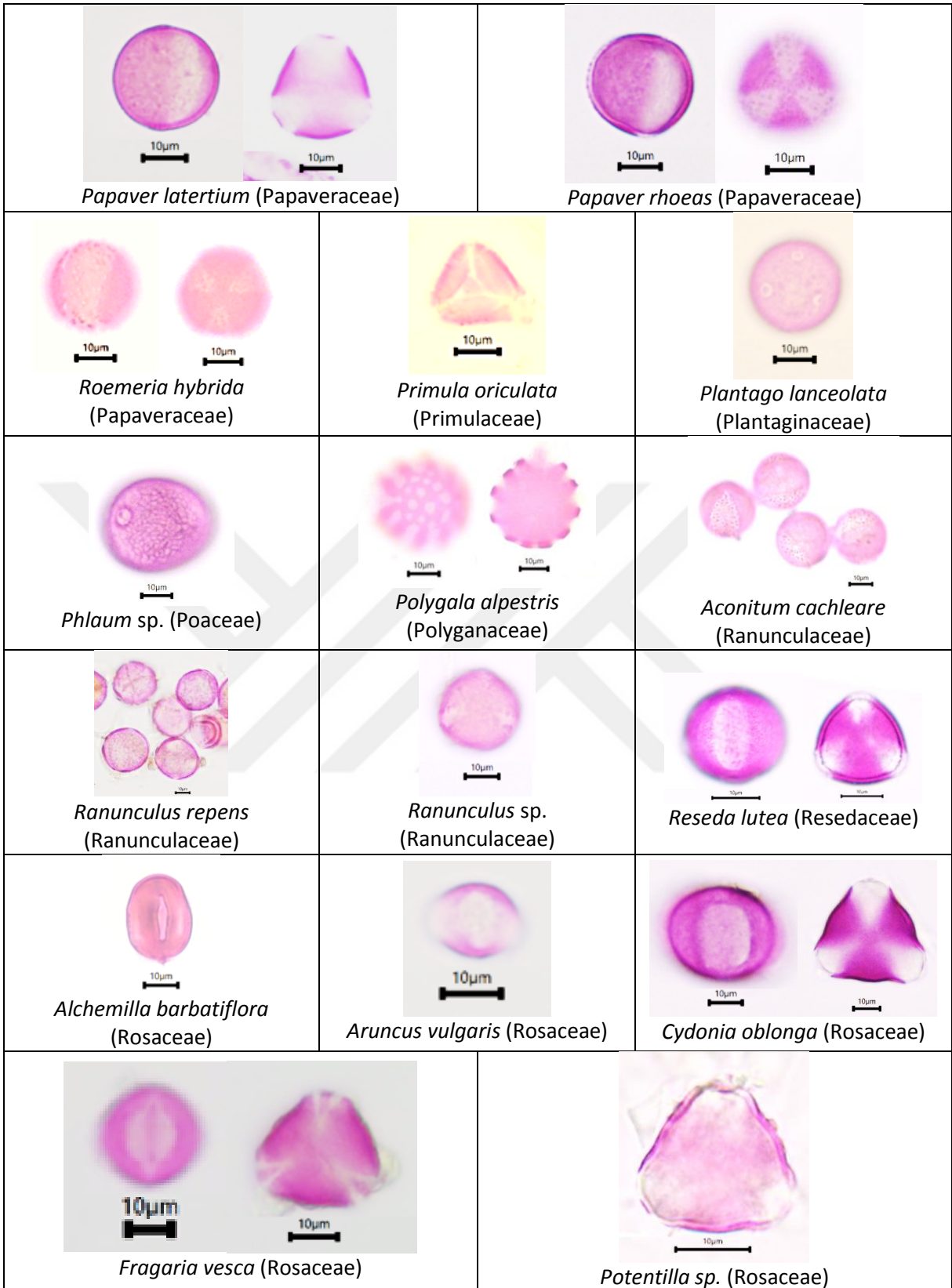
EK 7- Referans Bitkilerden Elde Edilen Polenlerin Mikrofotoğrafları

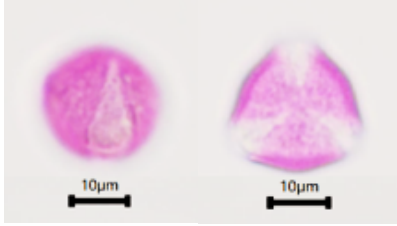
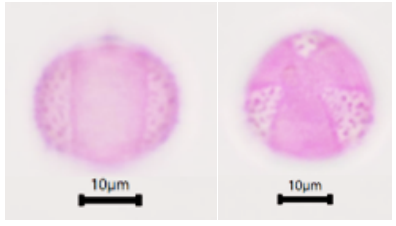
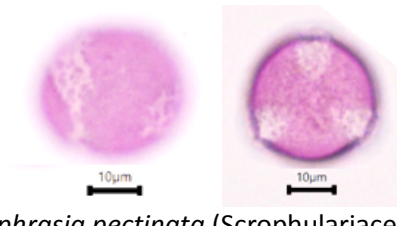
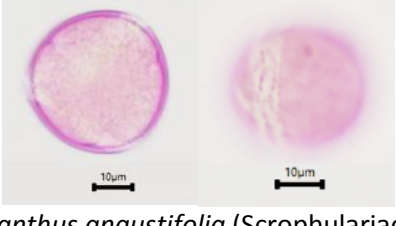
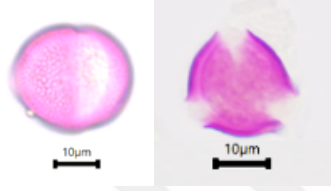
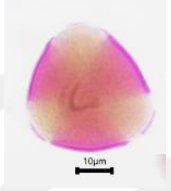
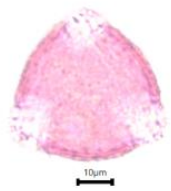
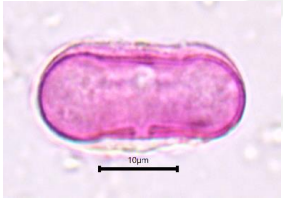

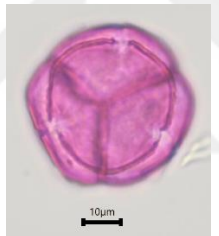
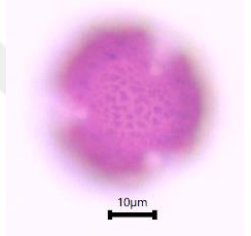
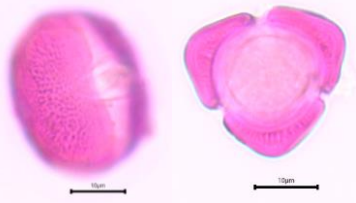
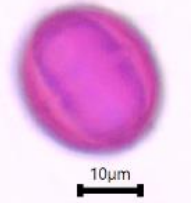
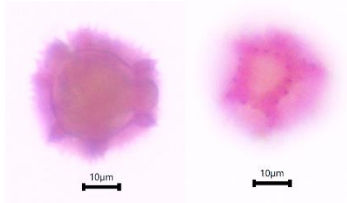
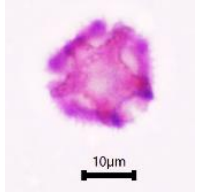
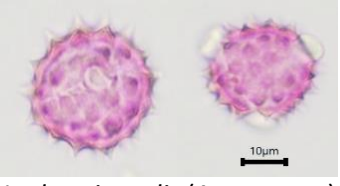
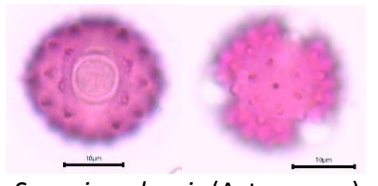
(Fotoğraflar 40× veya 100× büyütme ile çekilmiştir)

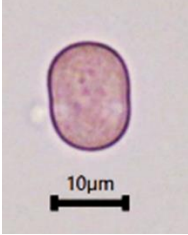
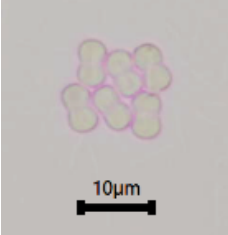
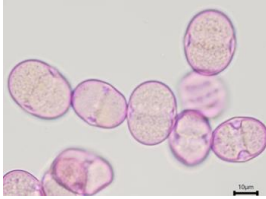
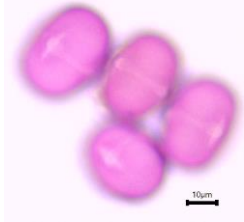
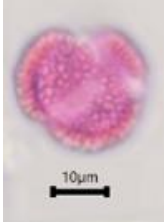
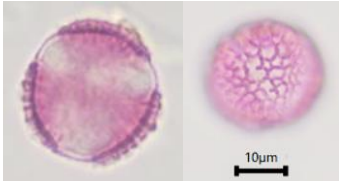
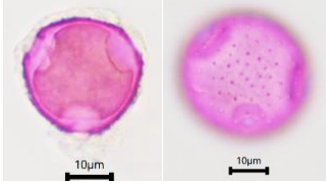
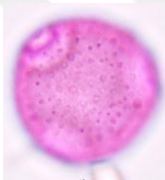
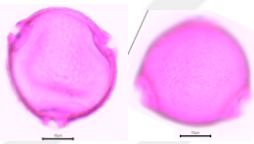
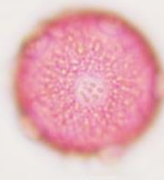

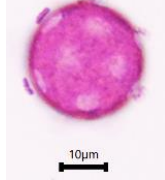
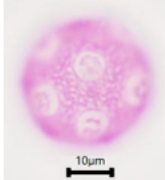
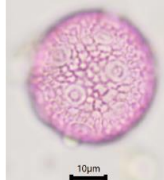
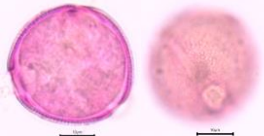

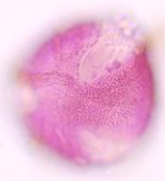
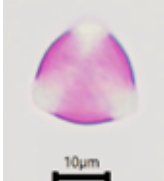
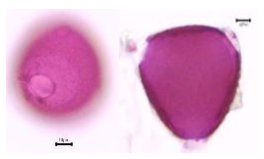
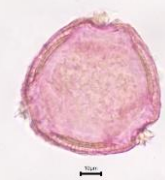
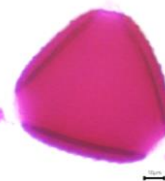
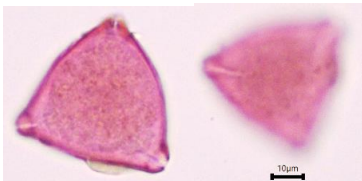
| | | | |
|--|--|---|--|
|  <p><i>Daucus carota</i> (Apiaceae)</p> |  <p><i>Heracleum sphondylium</i> (Apiaceae)</p> |  <p><i>Periplora granceae</i> (Asclepiadaceae)</p> |  <p><i>Arctium sp.</i> (Asteraceae)</p> |
|  <p><i>Centaurea sp.</i> (Asteraceae)</p> |  <p><i>Centaurea virgata</i> (Asteraceae)</p> |  <p><i>Cichorium intybus</i> (Asteraceae)</p> | |
|  <p><i>Crepis sancta</i> (Asteraceae)</p> |  <p><i>Inula orientalis</i> (Asteraceae)</p> |  <p><i>Senecio vulgaris</i> (Asteraceae)</p> | |
|  <p><i>Alkanna tinctoria</i> (Boraginaceae)</p> |  <p><i>Myosotis sp.</i> (Boraginaceae)</p> |  <p><i>Symphytum longietale</i> (Boraginaceae)</p> |  <p><i>Anchusa sp.</i> (Boraginaceae)</p> |
|  <p><i>Carsamine bulbifera</i> (Brassicaceae)</p> |  <p><i>Cardamine raphanifolia</i> (Brassicaceae)</p> |  <p><i>Campanula lactiflora</i> (Campanulaceae)</p> | |
|  <p><i>Legousia sp.</i> (Campanulaceae)</p> |  <p><i>Lonicera nummularifolia</i> (Caprifoliaceae)</p> |  <p><i>Cerastium cerastioides</i> (Caryophyllaceae)</p> |  <p><i>Dianthus sp.</i> (Caryophyllaceae)</p> |

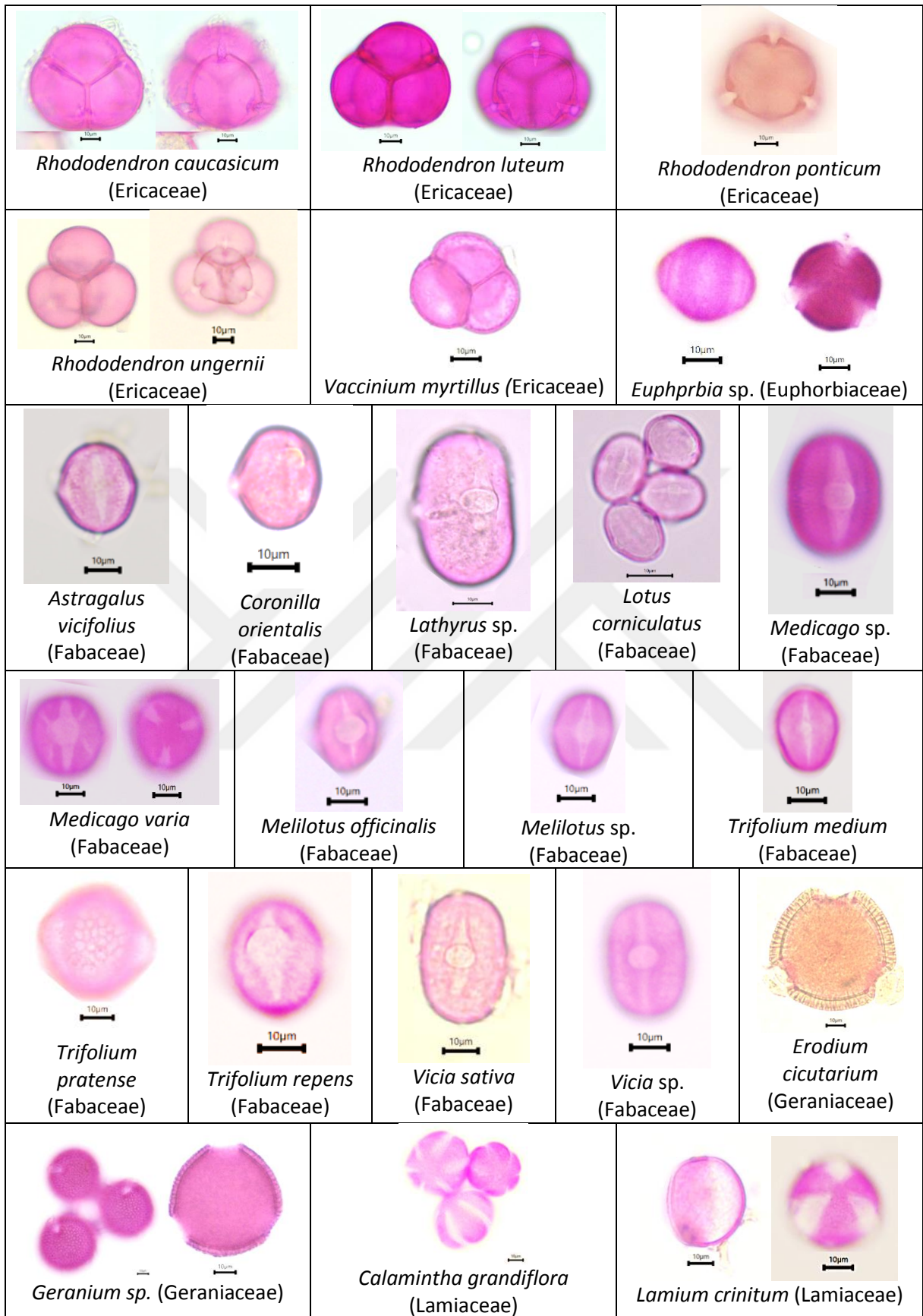
| | | | | |
|--|---|---|--|---|
|  <p><i>Holosteum umbellatum</i> (Caryophyllaceae)</p> |  <p><i>Silene compacta</i> (Caryophyllaceae)</p> |  <p><i>Silene saxalitis</i> (Caryophyllaceae)</p> |  <p><i>Cistus sp.</i> (Cistaceae)</p> | |
|  <p><i>Hypericum sp.</i> (Hypericaceae)</p> |  <p><i>Convolvulus arvensis</i> (Convolvulaceae)</p> |  <p><i>Sedum stoloniferum</i> (Crassulaceae)</p> |  <p><i>Cephalaria sp.</i> (Dipsacaceae)</p> | |
|  <p><i>Knautia sp.</i> (Dipsacaceae)</p> |  <p><i>Scabiosa argentea</i> (Dipsacaceae)</p> |  <p><i>Eleagnus officinalis</i> (Eleagnaceae)</p> | | |
|  <p><i>Rhododendron caucasicum</i> (Ericaceae)</p> |  <p><i>Rhododendron luteum</i> (Ericaceae)</p> |  <p><i>Rhododendron ponticum</i> (Ericaceae)</p> | | |
|  <p><i>Rhododendron ungerii</i> (Ericaceae)</p> |  <p><i>Vaccinium myrtillus</i> (Ericaceae)</p> |  <p><i>Euphrasia sp.</i> (Euphorbiaceae)</p> | | |
|  <p><i>Astragalus vicifolius</i> (Fabaceae)</p> |  <p><i>Coronilla orientalis</i> (Fabaceae)</p> |  <p><i>Lathyrus sp.</i> (Fabaceae)</p> |  <p><i>Lotus corniculatus</i> (Fabaceae)</p> |  <p><i>Medicago sp.</i> (Fabaceae)</p> |

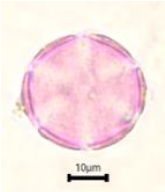
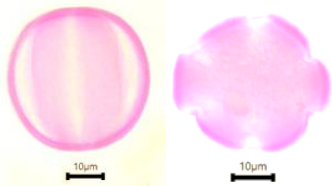
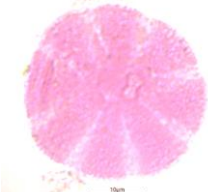
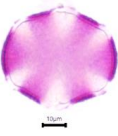
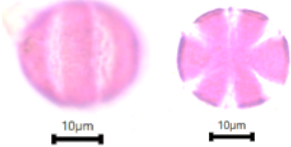

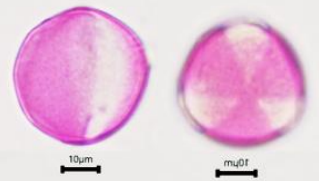
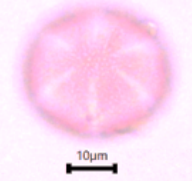
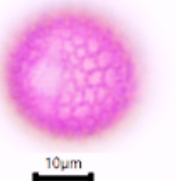
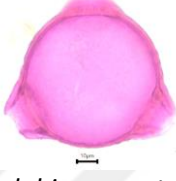
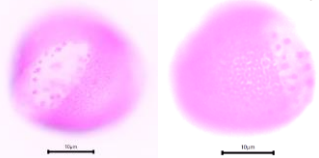
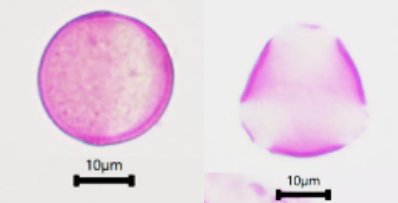
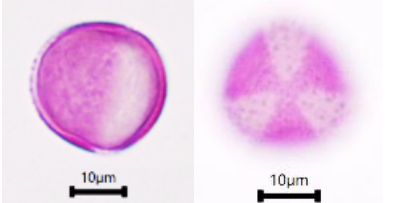
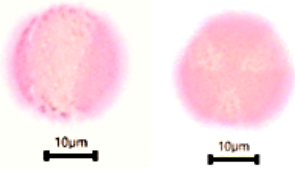
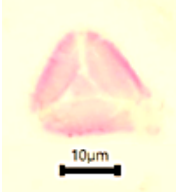

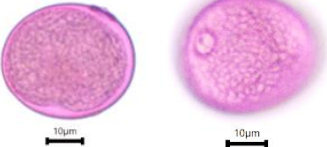
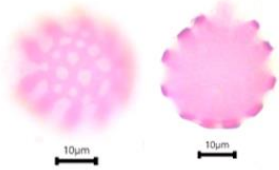
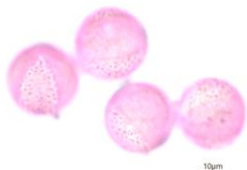
| | | | | |
|---|--|--|---|--|
|  <p><i>Medicago varia</i> (Fabaceae)</p> |  <p><i>Melilotus officinalis</i> (Fabaceae)</p> |  <p><i>Melilotus</i> sp. (Fabaceae)</p> |  <p><i>Trifolium medium</i> (Fabaceae)</p> | |
|  <p><i>Trifolium pratense</i> (Fabaceae)</p> |  <p><i>Trifolium repens</i> (Fabaceae)</p> |  <p><i>Vicia sativa</i> (Fabaceae)</p> |  <p><i>Vicia</i> sp. (Fabaceae)</p> |  <p><i>Erodium cicutarium</i> (Geraniaceae)</p> |
|  <p><i>Geranium</i> sp. (Geraniaceae)</p> |  <p><i>Calamintha grandiflora</i> (Lamiaceae)</p> |  <p><i>Lamium crinitum</i> (Lamiaceae)</p> | | |
|  <p><i>Mentha spicata</i> (Lamiaceae)</p> |  <p><i>Prunella vulgaris</i> (Lamiaceae)</p> |  <p><i>Salvia virgata</i> (Lamiaceae)</p> | | |
|  <p><i>Salvia aethiopis</i> (Lamiaceae)</p> |  <p><i>Salvia verticillata</i> (Lamiaceae)</p> | | | |
|  <p><i>Stachys annua</i> (Lamiaceae)</p> |  <p><i>Stachys macranta</i> (Lamiaceae)</p> |  <p><i>Thymus praecox</i> (Lamiaceae)</p> | | |
|  <p><i>Ligustrum vulgare</i> (Oleaceae)</p> |  <p><i>Epylobium montana</i> (Onagraceae)</p> |  <p><i>Glaucium grandifolium</i> (Papaveraceae)</p> | | |

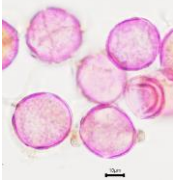
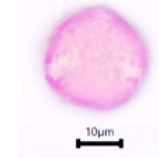
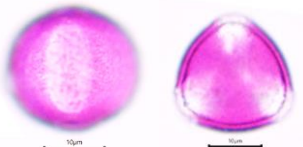

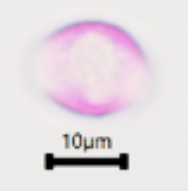
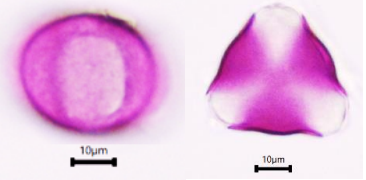
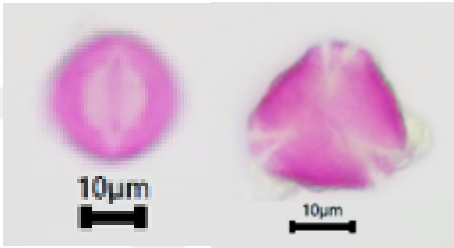
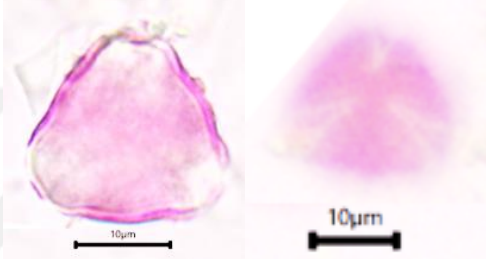
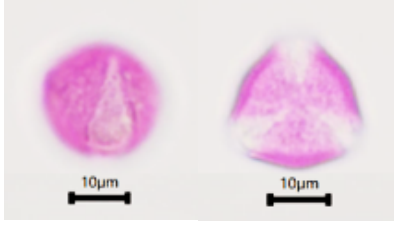
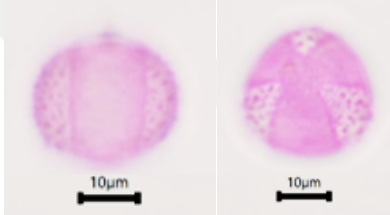
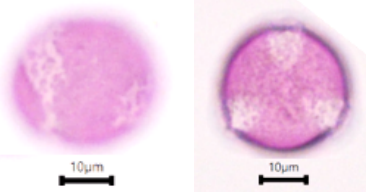
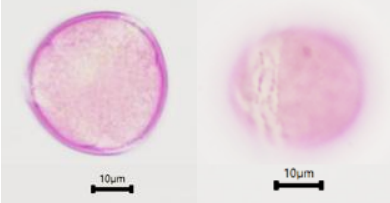
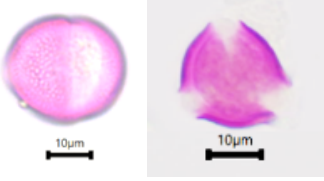
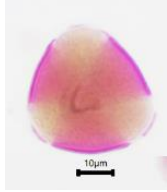
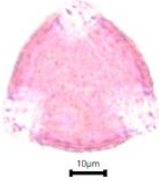


| | | | |
|--|---|---|--|
|  <p><i>Rubus idaeus</i> (Rosaceae)</p> |  <p><i>Digitalis ferruginea</i> (Scrophulariaceae)</p> | | |
|  <p><i>Euphrasia pectinata</i> (Scrophulariaceae)</p> |  <p><i>Rhinanthus angustifolia</i> (Scrophulariaceae)</p> | | |
|  <p><i>Scrophularia canina</i> (Scrophulariaceae)</p> |  <p><i>Veronica</i> tsp. (Scrophulariaceae)</p> |  <p><i>Valeriana allirifolia</i> (Valerianaceae)</p> | |
|  <p><i>Daucus carota</i> (Apiaceae)</p> |  <p><i>Heracleum sphondylium</i> (Apiaceae)</p> |  <p><i>Periplora graceae</i> (Asclepiadaceae)</p> |  <p><i>Arctium</i> sp. (Asteraceae)</p> |
|  <p><i>Centaurea</i> sp. (Asteraceae)</p> |  <p><i>Centaurea virgata</i> (Asteraceae)</p> |  <p><i>Cichorium intybus</i> (Asteraceae)</p> | |
|  <p><i>Crepis sancta</i> (Asteraceae)</p> |  <p><i>Inula orientalis</i> (Asteraceae)</p> |  <p><i>Senecio vulgaris</i> (Asteraceae)</p> | |

| | | | |
|--|--|---|---|
|  <p><i>Alkanna tinctoria</i> (Boraginaceae)</p> |  <p><i>Myosotis</i> sp. (Boraginaceae)</p> |  <p><i>Symphytum longietale</i> (Boraginaceae)</p> |  <p><i>Anchusa</i> sp. (Boraginaceae)</p> |
|  <p><i>Carsamine bulbifera</i> (Brassicaceae)</p> |  <p><i>Cardamine raphanifolia</i> (Brassicaceae)</p> |  <p><i>Campanula lactiflora</i> (Campanulaceae)</p> | |
|  <p><i>Legousia</i> sp. (Campanulaceae)</p> |  <p><i>Lonicera nummularifolia</i> (Caprifoliaceae)</p> |  <p><i>Cerastium cerastioides</i> (Caryophyllaceae)</p> |  <p><i>Dianthus</i> sp. (Caryophyllaceae)</p> |
|  <p><i>Holosteum umbellatum</i> (Caryophyllaceae)</p> |  <p><i>Silene compacta</i> (Caryophyllaceae)</p> |  <p><i>Silene saxalitis</i> (Caryophyllaceae)</p> |  <p><i>Cistus</i> sp. (Cistaceae)</p> |
|  <p><i>Hypericum</i> sp. (Hypericaceae)</p> |  <p><i>Convolvulus arvensis</i> (Convolvulaceae)</p> |  <p><i>Sedum stoloniferum</i> (Crassulaceae)</p> |  <p><i>Cephalaria</i> sp. (Dipsacaceae)</p> |
|  <p><i>Knautia</i> sp. (Dipsacaceae)</p> |  <p><i>Scabiosa argentea</i> (Dipsacaceae)</p> |  <p><i>Eleagnus officinalis</i> (Eleagnaceae)</p> | |



| | | |
|---|---|--|
|  <p><i>Mentha spicata</i> (Lamiaceae)</p> |  <p><i>Prunella vulgaris</i> (Lamiaceae)</p> |  <p><i>Salvia virgata</i> (Lamiaceae)</p> |
|  <p><i>Salvia aethiopsis</i> (Lamiaceae)</p> |  <p><i>Salvia verticillata</i> (Lamiaceae)</p> | |
|  <p><i>Stachys annua</i> (Lamiaceae)</p> |  <p><i>Stachys macranta</i> (Lamiaceae)</p> |  <p><i>Thymus praecox</i> (Lamiaceae)</p> |
|  <p><i>Ligustrum vulgare</i> (Oleaceae)</p> |  <p><i>Epylobium montana</i> (Onagraceae)</p> |  <p><i>Glaucium grandifolium</i> (Papaveraceae)</p> |
|  <p><i>Papaver latertium</i> (Papaveraceae)</p> |  <p><i>Papaver rhoeas</i> (Papaveraceae)</p> | |
|  <p><i>Roemeria hybrida</i> (Papaveraceae)</p> |  <p><i>Primula oriculata</i> (Primulaceae)</p> |  <p><i>Plantago lanceolata</i> (Plantaginaceae)</p> |
|  <p><i>Phlaum</i> sp. (Poaceae)</p> |  <p><i>Polygala alpestris</i> (Polyganaceae)</p> |  <p><i>Aconitum cachleare</i> (Ranunculaceae)</p> |

| | | |
|--|--|---|
|  <p><i>Ranunculus repens</i> (Ranunculaceae)</p> |  <p><i>Ranunculus sp.</i> (Ranunculaceae)</p> |  <p><i>Reseda lutea</i> (Resedaceae)</p> |
|  <p><i>Alchemilla barbatiflora</i> (Rosaceae)</p> |  <p><i>Aruncus vulgaris</i> (Rosaceae)</p> |  <p><i>Cydonia oblonga</i> (Rosaceae)</p> |
|  <p><i>Fragaria vesca</i> (Rosaceae)</p> | |  <p><i>Potentilla sp.</i> (Rosaceae)</p> |
|  <p><i>Rubus idaeus</i> (Rosaceae)</p> | |  <p><i>Digitalis ferruginea</i> (Scrophulariaceae)</p> |
|  <p><i>Euphrasia pectinata</i> (Scrophulariaceae)</p> | |  <p><i>Rhinanthus angustifolia</i> (Scrophulariaceae)</p> |
|  <p><i>Scrophularia canina</i> (Scrophulariaceae)</p> |  <p><i>Veronica tsp.</i> (Scrophulariaceae)</p> |  <p><i>Valeriana allirifolia</i> (Valerianaceae)</p> |

EK 8- Tezden Türetilmiş Bildiriler

Özkök, A., Mayda, N., Sorkun, K., Determination Plant Origin of Bee Bread Samples with Melissopalynology, 5th International Symposium on Bee Products and IHC Meeting, 7-10 Mayıs 2019, Malta.





HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 06/01/2020

Tez Başlığı / Konusu: 'Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Palinolojik, Kimyasal ve Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi'
Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 88 sayfalık kısmına ilişkin, 06/01/2020 tarihinde tez danışmanım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 5 'tir.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

06.01.2020
Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Nazlı Mayda

Öğrenci No: N16228271

Anabilim Dalı: Biyoloji Anabilim Dalı

Programı: Uygulamalı Biyoloji

Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Kadriye Sorkun

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nazlı MAYDA

Doğum yeri : Bursa

Doğum tarihi : 06.03.1994

Medeni hali : Bekar

Yazışma adresi : Yukarıyurtçu Mahallesi, 4448. Cadde, No:6 C-24
Etimesgut/Ankara

Telefon : +90 538 619 34 68

Elektronik posta adresi : nazli.mayda@gmail.com
nazli.mayda@hacettepe.edu.tr

Yabancı dili : İngilizce

EĞİTİM DURUMU

Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü
(2012 - 2016)

Yüksek Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü,
Uygulamalı Biyoloji, Anabilim Dalı (2017- Devam ediyor)

Doktora : -

İş Tecrübesi : -

SERTİFİKALAR

- Mikro Beden Dili, Yrd.Doç.Dr.Ozanser Uğurlu, Yaşam Artı Kişisel Gelişim Zirvesi, 30 Kasım 2013, Ankara.
- Etkili İletişim, Diksiyon ve Güzel Konuşma, Fulya Akbuga, Yaşam Artı Kişisel Gelişim Zirvesi, 30 Kasım 2013, Ankara.
- CV Hazırlama ve Mülakat Teknikleri, Dr.Başar Baypınar, Yaşam Artı Kişisel Gelişim Zirvesi, 30 Kasım 2013, Ankara.
- İyi Üretim Uygulamaları (GMP) Temel Eğitimi, Artıbel Sertifikasyon, 12 Eylül 2015, Ankara
- GC (Gaz Kromatografi) Eğitimi, ETC Eğitim Danışmanlık, Sertifika No: LTGC061118002, 3-4 Kasım 2018, Ankara.
- HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi) Eğitimi, ETC Eğitim Danışmanlık, Sertifika No: LTLC061118002, 3-4 Kasım 2018, Ankara.

ULUSAL VE ULUSLARARASI KONGRELERDE SUNULAN POSTER SUNUMLAR

- Mayda, N., Sorkun, K., Delibalın Kökeni ve İnsan Üzerine Etkileri, III. Aerobiyoloji, Palinoloji ve Alerjik Hastalıklarda Son Yenilikler Sempozyumu, Kastamonu, 5-7 Kasım 2016.
- Mayda, N., Özkök, A., Sorkun, K., Antioxidant Capacity, Chemical Composition and Mellissopalynological Characterization of Chestnut and Rhododendron Honeys in Turkey, 1st International Congress on Medicinal and Aromatic Plants, Konya, 9-12 May 2017.
- Mayda, N., Özkök, A., Sorkun, K., Two New Monofloral Honey Species Obtained From Turkey, 45th Apimondia International Apicultural Congress, İstanbul, September 29- October 4 2017.

ULUSAL VE ULUSLARARASI KONGRELERDE SUNULAN SÖZLÜ SUNUMLAR

- Özkök, A., Gençay Çelemlı, Ö., Özenirler, Ç., Mayda, N., Sorkun, K., Total Phenolic and Total Flavonoid Contents and Plant Spectrum of Bee Pollens' which

are Collected Different Regions of Turkey, Uluslararası Avrasya Doğal Beslenme ve Sağlıklı Yaşam Zirvesi 2018, Ankara, Turkey.

- Özenirler, Ç., Mayda, N., Gençay Çelemlı, Ö., Özkök, A., Sorkun, K., Evaluating Honey Bee Products as an Indicator of Managed Pollination Studies: A Case Study about *Allium cepa*, 2nd Aerobiology and Palynology Symposium, 7-10 Ekim 2018, Bodrum, Muğla, Turkey.
- Gençay Çelemlı, Ö., Özenirler, Ç., Mayda, N., Sorkun, K., A new record for propolis substitute: pruning sealer, 2nd Aerobiology and Palynology Symposium, 7-10 Ekim 2018, Bodrum, Muğla, Turkey.
- Özkök, A., Bakhshpour, M., Mayda, N., Denizli, A., Sorkun, K., Arı Poleni ve Arı Ekmeğinin Taramalı Elektron Mikroskopunda İncelenmesi ve Sonuçlarının Karşılaştırılması, 6. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 15-18 Ekim 2018, Ölüdeniz, Muğla, Turkey.
- Zare, G., Özenirler, Ç., Mayda, N., Özkök, A., Gençay Çelemlı, Ö., Sorkun, K., Melissopalynology, Biodiversity and Honey Quality; A Case Study From Turkey: Şırnak Honeys, 4th International Congress on Environmental Research and Tecnology, 14-18 KKasım 2018, Greece.
- Gürbüz, S., Özenirler, Ç., Mayda, N., Özkök, A., Sorkun, K., Nectar Plant Biodiversty of Ayder Plateu and Environmental Problems, 4th International Congress on Environmental Research and Tecnology, 14-18 Kasım 2018, Greece.
- Ecem Bayram, N., Mayda, N., Özkök, A., Pollen and Mineral Content of Royal Jelly Samples From Different Geographical Origins (Domestic and Imported), 4th International Congress on Environmental Research and Tecnology, 14-18 Kasım 2018, Greece.
- Özkök, A., Akbay, E., Tanuğur, A..E., Mayda, N., Onur, M.A., Evolution of Bioactive Campounds and Proliferation Propertioes of Different Royal Jelly Samples, 5th International Symposium on Bee Products and IHC Meeting, 7-10 Mayıs 2019, Malta.
- Özkök, A., Mayda, N., Sorkun, K., Determination Plant Origin of Bee Bread Samples with Melissopalynology, 5th International Symposium on Bee Products and IHC Meeting, 7-10 Mayıs 2019, Malta.
- Özkök, A., Gençay Çelemlı, Ö., Zare, G., Özenirler, Ç., Mayda, N., Sorkun, K., The Study of Ayder/Rize Honeys Geographical Marking, 5th International

Eurasian Congress on Natural Nutrition, Healtyh Life & Sport, 2-6 Ekim 2019Ankara/Türkiye.

- Mayda, N., Özkök, A., Sorkun, K., The Importance of Botanical Origin in Determining the Chemical Content and Antioxidant Capacities of Bee Pollen and Bee Bread, 5th International Eurasian Congress on Natural Nutrition, Healtyh Life & Sport, 2-6 Ekim 2019Ankara/Türkiye.
- Gençay Çelemlı, Ö., Özkök, A., Özenirler, Ç., Mayda, N., Zare, G., Sorkun, K., Geographical Indication Study of Tunceli Honey, 5th International Eurasian Congress on Natural Nutrition, Healtyh Life & Sport, 2-6 Ekim 2019Ankara/Türkiye.
- Keskin, Ş., Mayda, N., Keskin, M., Özkök, A., Biochemical Characterization of Bee Products, 5th International Eurasian Congress on Natural Nutrition, Healtyh Life & Sport, 2-6 Ekim 2019Ankara/Türkiye.
- Mayda, N., Özkök, A., Ecem Bayram, N., Sorkun, K., Evaluation of Heavy Metal Content in Bee Pollen and Bee Bread, 5th International Congress on Environmental Researches and Tecnology, 6-10 Kasım 2019, Sarajevo/Bosnia and Herzegovina.

PROJELER

- Arı Ürünlerinden Polen ve Propolisın Total Fenolik Miktarının Saptanması, Hacettepe Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, Yardımcı Araştırmacı, 2016-2017.
- Gökınar, Ladin, Meşe ve Sedir Salgı Ballarının Orijini ve Karakterizasyonu, Orman Genel Müdürlüğü, Yardımcı Araştırmacı, 2016.
- Polen ve Arı Ekmeğinin Melissopalinolojik Kimyasal ve Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi, Hacettepe Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, Yardımcı Araştırmacı, 2018-2019.
- Rize-Ayder Ballarının Melissopalinolojik ve Kimyasal Özellikleri, SS. Anzer Kaplıca ve Aşağı Şimşirli Tarımsal Kalkınma Kooperatifi, Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü ve Arı ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, 2018-2019.
- Tunceli Balları İçin Coğrafi İşaret Çalışmaları, Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü ve Arı ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Tunceli Arı Yetiştiricileri Birliğı, 2018-2019.

- Polen ve Arı Ekmeğinin Melissopalnolojik, Kimyasal ve Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi, Proje No: FHD-2018-16748, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, Mart 2018-Haziran 2019.

ULUSAL VE ULUSLARASI İNDEKSLİ YAYINLAR

- Gürbüz, S., Gençay Çelemlı, Ö., Özenirler, Ç., Mayda, N., Özkök, A., & Sorkun, K., Melissopalnological Analysis Of Honey Samples Collected From Şırnak City. *Uludag Bee Journal*, 19(2), (2019).
- Keskin, M., Keskin, Ş., Mayda, N., & Özkök, A. Determination of Biochemical Profile of Bilecik Propolis. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 47(4), (2019) 403-409.
- Mayda, N., Keskin, M., Keskin, Ş., & Özkök, A., Bilecik İlinden Toplanan Arı Polenlerinin Botanik Orijinleri İle Toplam Fenolik Ve Flavonoid İçeriklerinin Belirlenmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 19(2), (2019) 152-160.
- Mayda, N., Özkök, A., Sorkun, K., Some Characteristic Properties of Chestnut and Rhododendron Honeys in Turkey, *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 46 (1), 135-145, (2018). DOI: 10.15671/HJBC.2018.223.
- Özenirler, Ç., Gençay Çelemlı, Ö., Mayda, N., Sorkun, K., A New Record for Propolis Substitute: Pruning Sealer. *Mellifera*, 18(1), (2019) 36-39, 2018.
- Özenirler, Ç., Gürbüz, S., Mayda, N., Gençay Çelemlı, Ö., Özkök, A., Pollen Spectrum Of Some Honey Samples Produced İn Siirt-Turkey. *Hacettepe Journal Of Biology And Chemistry*, (2019) 47(2).
- Özenirler, Ç., Mayda, N., Gençay Çelemlı, Ö., Özkök, A., Sorkun, K., Karahindiba Balı: Türkiye Monofloral Balları İçin Yeni Bir Kayıt. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 18(2), (2019) 87-93, 2018.
- Özenirler, Ç., Mayda, N., Çelemlı, Ö. G., Özkök, A., & Sorkun, K. Paketli Balların Botanik Orijin Tespiti Ve Mikroskopik Analizleri: Etiket Bilgileri İle İçerik Uyumluluğunun Karşılaştırılması. *Gıda*, 44(5), (2019) 861-865.
- Özkök, A., Özenirler, Ç., Canlı, D., Mayda, N., Sorkun, K., Monofloral Features of Turkish Honeys According to Mellissopalynologic, Total Phenolic Acid and Total Flavonoid Content. *Gazi University Journal of Science*, 31 (3), (2018) 713-723, 2018.