

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

AYDIN YÖRESİ HAYIT (*Vitex agnus-castus*) ALANLARINDA
ÜRETİLEN BALLARDA POLEN ANALİZİ

Mehmet Zeki DOĞAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman:

Prof. Dr. Mete KARACAOĞLU

Doç. Dr. Aytül UÇAK KOÇ

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından ZRF-21017 proje numarası ile desteklenmiştir.

AYDIN-2022

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi çalışmalarında bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Mete KARACAOĞLU'na, görüş bilgi ve deneyimiyle verdiği desteklerden dolayı Sayın Hocam Doç. Dr. Aytül UÇAK KOÇ'a, arazi çalışmalarında yardımcı olan Hasan Hüseyin DUMAN'a ve her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
RESİMLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Bal ile İlgili Yasal Düzenlemeler	4
2.2. Balda Hile Kavramı	5
2.3. Balda Fizikokimyasal Parametrelerin Tahmini	7
2.4. Polen	9
2.4.1. Polen fiziksel özellikleri	12
2.4.1.1. Polen peletinin şekli	13
2.4.1.2. Polen peletinin rengi	13
2.4.1.3. Polenin duvar yapısı	14
2.4.1.4. Polen peletinin ağırlığı	17
2.4.2. Polenin kimyasal özellikleri	17
2.5. Baldaki Polenin Kaynağı	18
2.6. Bal Arısının Polen Kaynaklarını Tercih Nedenleri	19
2.7. Balın Floral İçeriğinin Önemi	20
2.8. Tek Bitki Balları İçinde Hayıt Balı	21
2.9. Palinoloji Bilim Dalı	22
3. MATERYAL ve YÖNTEM	24
3.1. Materyal	24
3.1.1. Arı materyali	24
3.1.2. Araştırma alanları ve koloni durumu	24

3.1.3. Araştırma bal örnekleri	25
3.1.4. Araştırma polen örnekleri	27
3.1.5. Araştırmada kullanılan alet ve malzemeler	28
3.2. Yöntem	29
3.2.1. Herbaryum hazırlanması	29
3.2.2. Bazık fuksinli gliserin jelin hazırlanması	29
3.2.3. Bitkilerin referans polen preparatlarının hazırlanması	30
3.2.4. Baldaki polenlerin mikroskobik incelenmesi	31
3.2.5. Bal arılarının polen sepetlerindeki ve kolonilerin polen tepsilerindeki polen peletlerinin incelenmesi	32
3.2.6. Polenlerin renklerinin değerlendirmesi	32
3.2.7. İstatistik değerlendirme	33
4. BULGULAR	34
4.1. Araştırma alanlarındaki referans preparatı hazırlanan bitkiler	34
4.2. Kolonilerin polen tuzaklarından toplanan polen peletlerine ait özellikler	37
4.3. Hayıt balının polen içeriği	39
5. TARTIşMA	43
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	46
7. KAYNAKLAR	47
8. EKLER	60
9. BİLİMSEL ETİK BEYANI	84
10. ÖZ GEÇMİş	85

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

- AB** : Avrupa Birliği
- ADÜ** : Adnan Menderes Üniversitesi
- APC** : Mutlak Polen Sayısı
- BRC** : İngiliz Perakendeciler Birliği
- ECC** : Avrupa Ekonomik Topluluğu
- FAO** : Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
- GDO** : Genetiği Değiştirilmiş Organizma
- HACCP** : Tehlike Analizi Kritik Kontrol Noktası
- HMF** : Hidroksimetilfurfural
- ISO** : Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu
- NULES** : Ukrayna Arıcılık Departmanı
- RGB** : Kırmızı, yeşil ve mavi renk modeli
- TB** : Tek bitki balları
- TGK** : Türk Gıda Kodeksi
- VOC** : Uçucu Organik Bileşikler

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Polen peletinin uzunluk ve genişlik ölçümleri	13
Şekil 2.2. Polen hücresinin duvar yapısı	14
Şekil 2.3. Polen duvarındaki süslü yapılar	15
Şekil 2.4. Polen hücreesine polar bakış	16
Şekil 2.5. Polenin ekvatorial bakış	16
Şekil 3.1. Araştırma için yararlanılan lokasyonlar	24
Şekil 3.2. Bal örneklerinin coğrafik orijinlerinin yıllara göre dağılımı	25
Şekil 3.3. Balda polen analizi için hazırlanan preparatın görünümü	33
Şekil 4.1. Dalama yolu cephanelik mevkiindeki kolonilerin polen tuzaklarından toplanan (17/04/2021) polen peletlerine ait görüntüler	37
Şekil 4.2. Aydın ilinde hayıt balı üretimi yapılan alanlar	42

RESİMLER DİZİNİ

Resim 2.1.	<i>Vitex agnus-castus</i> polenine polar bakış	14
Resim 2.2.	Hayıt polen hücresine polar açıdan ekvatorial görünüşü	16
Resim 2.3.	Hayıt polen hücresine ekvatorial açıdan polar görünüşü	16
Resim 3.1.	Gaffarlar köyünde yer alan arı kovanları	28
Resim 3.2.	Herbaryum örneği Çiriş Otu (<i>Asphodelus albus</i>)	29
Resim 3.3.	Mikroskobik inceleme amaçlı hazırlanmış polen preparatı	31
Resim 3.4.	Renklerine göre ayrılmış polen peletleri	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Botanik kaynağı belirtilmiş balların minimum polen içeriği (2020/7 Nolu Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği)	12
Çizelge 2.2. Polenin genel kimyasal yapısı (Schmidt, 1997)	17
Çizelge 2.3. Polende eser miktarda bulunan maddeler (Crane, 1990)	18
Çizelge 3.1. Hayıtın çiçeklenme döneminde hasadı yapılan bal örnekleri	26
Çizelge 3.2. Kolonilerin polen tuzaklarından polen pelet numunelerinin alındığı tarihler ve lokasyonlar	27
Çizelge 4.1. Araştırma alanlarındaki referans preparatı hazırlanan bitkiler	34
Çizelge 4.2. Araştırma alanlarındaki kolonilerin polen tuzaklarından toplanan polen peletlerinin renk özellikleri, orijini ve oranı	38
Çizelge 4.3. Bal numunelerinde polen analizi sonucu belirlenen bitki türleri	39
Çizelge 4.4. Üretim yılı ve coğrafik orijinine göre sınıflandırılan balların içerdiği polen hücrelerini oluşturan bitki türlerinin oransal dağılımı (%)	41

ÖZET

AYDIN YÖRESİ HAYIT (*Vitex agnus-castus*) ALANLARINDA ÜRETİLEN BALLARDA POLEN ANALİZİ

Doğan M. Z. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Programı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 2021.

Amaç: Bu araştırma, Aydın ilinde hayıt bitkisi alanlarında üretilen ballarda hayıt polen düzeyini ve üretim alanlarında bal arılarının yararlandığı polen kaynaklarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem: Bu çalışma, ADÜ Ziraat Fakültesi Arı ve İpekböceği Uygulama ve Araştırma Ünitesi'nde TAGEM Projesi kapsamında oluşturulan bal arısı kolonilerinde yürütülmüştür. Araştırmada, 2021 yılında, ADÜ Ziraat Fakültesi Kampüs alanı ve Aydın'da üç farklı lokasyonda tutulan kolonilerden elde edilen polenlerin ait oldukları bitki türleri belirlenmiştir. Bitki polenlerinin Wodehouse Yöntemiyle hazırlanmış gliserinli bazik fuksin ile boyanarak mikroskopta görüntüleri elde edilmiştir. Elde edilen referans görüntüleri ile balda ve polen peletlerinde bulunan polen hücrelerinin botanik kökenleri tespit edilmiştir. Araştırmada, 2020, 2021 ve 2022 yıllarında Aydın hayıt alanlarında üretilen ballarda polen analizleri yapılmıştır. Fakülte kolonileri ve hayıt balı üreticilerinden temin edilen 24 adet balda polen analizi, polen tuzaklarından toplanan polen peletlerine ait örnekler ise, Sawyer Yöntemi'ne göre, Leica DM750 model ışık mikroskobu ile görüntülenmiştir. Elde edilen görüntüler daha önce hazırlanan referans bitki preparatları ile karşılaştırılarak baldaki hayıt poleni düzeyleri ve arılarının yararlandığı kaynaklar tespit edilmiştir.

Bulgular: Araştırmada toplam 24 adet bal numunesinde yapılan hayıt poleni oranları; 2020, 2021 ve 2022 yılında sırasıyla ortalama % 28.8±9.68, %5.3±2.17 ve % 29.4±10.01 olarak tespit edilmiştir. En yüksek hayıt polen oranı, 2020 yılında % 57,80 ile Kuyucak-Gencelli'de, en düşük hayıt polen oranı ise, 2021 yılında %0.68 ile Karpuzlu-Tekeler'de üretilen ballarda saptanmıştır. Hayıt polenin yanı sıra bal örneklerinde; kekik, sığır kuyruğu, altın sarı diken, deve diken, çakır diken, boğa diken minör ve sekonder düzeyde tespit edilmişlerdir.

Sonuç: Bu çalışmada, hayıt alanlarında üretilen bal örneklerinde hayıt polen oranı çok geniş bir varyasyon göstermiştir. Bu nedenle hayıt bitkisine özgü fenolik ve aromatik bileşiklerin balda tespiti üzerine yapılacak analiz ve yöntemlerin hayıt balının tanımlanmasında polen analizi ile birlikte kullanılması, sonuçların daha güvenilir olmasını sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Bal, polen, hayıt (*Vitex agnus-castus*), palinoloji



ABSTRACT

POLEN ANALYSIS OF HONEYS PRODUCED FROM CHASTE TREE

(*Vitex agnus-castus*) IN AYDIN PROVINCE

Objective: This research was carried out to determine the pollen level of chaste tree honey produced in the hayt plant areas in Aydın and the pollen sources used by the honey bees in the production areas.

Materials and Methods: This research was conducted in honey bee colonies established within the scope of TAGEM Project in ADU Faculty of Agriculture, Bee and Silkworm Application and Research Unit. In the research, the plant species belonging to the pollen obtained from the colonies kept in three different locations in the ADU Faculty of Agriculture Campus area and Aydın in 2021 were determined. Plant pollens were stained with basic fuchsin with glycerin prepared by the Wodehouse Method and their images were obtained under the microscope. The botanical origins of pollen cells in honey and pollen pellets were determined with the reference images obtained.

Pollens in 24 honey samples obtained from producers were visualized using the Leica DM750 model light microscope, according to the Pollen Analysis in Honey method, and the pollen belonging to the pollen pellets according to the Sawyer Method. The obtained images were compared with the reference plant preparations prepared before, and the pollen levels in honey and the sources benefited by the bees were determined.

Results: In the study, the pollen rates of chaste tree made in a total of 24 honey samples; In 2020, 2021 and 2022, the mean was determined as $28.8\pm 9.68\%$, $5.3\pm 2.17\%$ and $29.4\pm 10.01\%$, respectively. The highest chaste tree pollen rate was found in Kuyucak-Gencelli with 57.80% in 2020, and the lowest chaste tree pollen rate was found in the honey produced in Karpuzlu-Tekeler with 0.68% in 2021. In addition to *Vitex agnus-castus* pollen, *Thymus onites*, *Verbascum phlomoides*, *Scolymus maculatus*, *Onopordum spp.*, *Scolymus hispanicus*, *Centaurea solstitialis*, *Onopordum spp.* were detected at minor and secondary levels in honey samples.

Conclusion: In this study, chaste pollen ratio in honey samples produced in chaste tree fields showed a wide variation. For this reason, using the analysis and methods on the determination of the phenolic and aromatic compounds specific to the chaste tree plant in honey together with the pollen analysis in the identification of chaste tree honey will ensure that the results are more reliable.

Key Words: Honey, pollen, chaste tree (*Vitex agnus-castus*), palynology



1. GİRİŞ

Bal arısı-insan ilişkisi tarih öncesi çağlardan bu yana farklı süreçlerden geçerek günümüze kadar gelmiştir. Avcı ve toplayıcı insanların, günümüzde sayıları azalmış olsa da halen Asya, Afrika ve Güney Amerika'da belirli yörelerde yaşayan yerel toplulukların enerji ihtiyacını ve protein gereksinimleri karşılayan bal avcılığı (bal, arı ekmeği ve larvalar) insanların diyetlerinin önemli bir parçası olmuştur (Ichikawa,1981). Yerleşik hayata geçişin başladığı neolitik dönemde arıcılık, birçok çiftlik hayvanlarının evcilleştirilmesinden önce başlamıştır (Crane, 1999).

Eski çağlarda, meşaleler, ocaklar, kötü kokulu balık yağı ya da hayvansal yağların yakıldığı basit lambalar fazla dumanlı ve gürültülü olduğundan, tüm o zamanlar boyunca temiz, sabit ve hoş kokulu bir ışık sunan tek madde balmumu idi. Bin yıllar boyunca tapınaklar, kiliseler ve varlıklı insanların evleri geceleri balmumu ile aydınlanıyordu (Kritsky, 2017).

Geçmişte tarımın önemli faaliyet alanlarından biri olan arıcılık, bala alternatif tatlandırıcılar nedeniyle yirminci yüzyılda önemi azalmıştır. Ancak son 20 yılda bal arısına ve fonksiyonel gıdalar arasında yer alan bal, arı sütü ve polenin öneminin anlaşılması ile arıcılık ve arı ürünlerine talep artmıştır.

Bal hemen her ülkede üretilmekte ve tüketilmektedir. Üretilen balın 1/3'ü dış ticarete konu olmaktadır. Avrupa Birliği (AB) ülkeleri ve ABD en büyük alıcı ülkelerdir. AB'ye, yerel fiyatlardan çok daha ucuza Çin ve Latin Amerika ülkelerinden bal girmektedir (Bogdanov ve Martin, 2002; Karacaoğlu vd., 2020). İthal edilen balların güvenilirliği, hile, kalıntı problemleri her geçen gün daha fazla gündeme gelmekte, ballarda hile ve kalıntı tespitine yönelik yeni yöntemler geliştirilmektedir. İthal edilen ballara duyulan güvensizlik nedeniyle, Avrupa'da yerel balların güvenilir biçimde üretimi desteklenmektedir (Bogdanov ve Martin, 2002).

Arının kullandığı nektar kaynaklarının çok çeşitli olmasından dolayı, üretilen bir bal diğeri ile aynı değildir. Tat ve aroma açısından büyük farklar gösterir. Balın ana bileşenleri aynı olmakla birlikte ballarda tespit edilen 181 farklı maddenin bazılarının benzersiz olduğu bildirilmektedir (Crane, 1990; Alvarez-Saurez vd., 2009). Bu durum pazara standart ürün

sunmak konusunda sorun yaratırken, bazı karakteristik özelliklerin belirlenmesi ile bitki ve coğrafi kökenlerine göre sınıflandırılarak, tüketiciye özel ürünler sunulması mümkündür (Oddo ve Piro, 2004).

Son yıllarda, arı ürünlerinin de içinde olduğu gıdaların önemli bir bölümü üretildiği coğrafyanın dışında tüketilmektedir. Genişleyen küresel pazar göz önüne alındığında, balın bitkisel ve coğrafi kökenlerinin belirlenmesi ve özgün yapısının, belirteçlerinin ortaya konulması her zamankinden daha önemli hale gelmiştir. Özgün kimyasal bileşikleri kullanarak çeşitli kökenlerden bal örneklerini tanımlamak için birçok çalışma yapılmıştır (Fallico, 2004; Sunay ve Boyacıoğlu, 2008; Kahraman vd., 2010; Consonni ve Cagliani, 2015; Escriche vd., 2017; Lin Bin vd., 2020; Speer vd., 2021; Xie vd., 2022; Zhao vd., 2022). Balda, uçucu bileşikler, fenolik asitler, flavonoidler, karbonhidratlar, amino asitler ve diğer bazı bileşenlere ait verilerinin analizine dayalı olarak tek bitki (TB) balı için yararlı kimyasal belirteçler bulmaya çalışılmaktadır. Farklı nektar kaynaklarından toplanan balların ayrımı için güvenilir kimyasal belirteçler bulmanın şu an için oldukça zor olduğu söylenebilir. Çünkü balın kimyasal bileşimi, hasat mevsimi, depolama şekli, arı, hatta baldaki kimyasal bileşikler ve enzimler arasındaki etkileşimler gibi diğer birçok faktöre de bağlıdır (Yao vd., 2004; Kaskoniene ve Venskutonis, 2010; Zhao vd., 2016; Karabagias vd., 2017; Escuredo ve Seijo, 2019; Tomczyk, 2019; Bobis vd., 2020; Mohammed, 2020; Lazar vd., 2022). Bu nedenle, aynı bitki kökenli bal için farklı belirteçler de bildirilmiş, bal bileşenlerinin kimyasal analizlerinin sonuçlarının da numune hazırlama ve analiz tekniklerine bağlı olarak değişebilir.

Günümüzde TB ballarına ilişkin duyuusal, kimyasal ve polen analizlerine ilişkin yasal düzenlemeler yapılmıştır. Ballar, nektarın toplandığı bitki türüne bağlı olarak tanımlanabilir. TB ballarına ilişkin standartlarda polen oranı da kullanılmaktadır. Bununla birlikte balların kökenine göre polen oranı büyük değişiklik göstermektedir. Örneğin narenciye balında en az %10 narenciye poleni bulunması gerekirken bu oran hardal balında %45, kestane balında ise %90'dır (Bogdanov ve Martin, 2002). Polen içeriği diğer kalite kriterleri ile kombine edilerek kullanılmaktadır. (Borras vd., 2015). TB ballarını tanımlamada rutin parametrelerin kullanımı yeterli değildir. Bununla birlikte rutin parametreler, polen analizi, temel bileşenler analizi (PCA), doğrusal ayrıştırma analizi (LDA) ve kümelenme analizi (CA) gibi istatistik yöntemler de kullanılarak başarılı olunabilir (Bogdanov ve Martin, 2002; Şahinler vd., 2009).

Türkiye'de farklı iklim koşulları, jeolojik yapı ve bitki türü zenginliği arıcılığın uygulama biçimini etkilemiştir. Ülkemizde, gezgin arıcılık egemendir. Yürütülen arıcılık biçimi hasat edilen çiçek ballarının niteliğini de etkilemektedir. Bu balların büyük kısmı,

kolonilerin yıl içinde farklı ekolojik koşullara sahip farklı yörelere taşınması, yöre içinde de farklı nektar kaynaklarının bulunması nedenleriyle karışım ballardır. Bununla birlikte Türkiye’de, belirli yörelerde TB balları da üretilebilmektedir. Bu ballar içinde yüksek fiyatla satılan kestane balı dışındaki TB balları çok sınırlı miktarlarda üretilmekte ve yerel olarak tüketilmektedir. Türkiye’de farklı yörelerden sağlanan kestane, üçgül, orman gülü, püren, akasya, geven, ıhlamur, hayıt, lavanta gibi TB ballarında, bazı kimyasal parametreleri, fenolik ve flavonoid bileşikleri ve antioksidan özelliklerini belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır (Turhan, 2007; Turhan vd., 2008; Şenyuva vd., 2009; Özcan vd., 2013, Can vd., 2015).

Hayıt bitkisi, ülkemizde, Doğu Karadeniz, Marmara, Ege, Akdeniz, kısmen de Güney Doğu Anadolu Bölgesi’nde yayılış göstermektedir (Kayacık, 1966; Anonim, 1991). Ancak Aydın ve İzmir illerinin belirli yöreleri dışında hayıt balı üretimi bilgisine rastlanmamaktadır. Bölge’de hayıt genel olarak tarım alanlarından uzakta, yamaçlarda ve dere yataklarında doğal olarak bulunur. Bitki, ağırlıklı olarak 15 Haziran-15 Temmuz tarihleri arasında çiçeklenir. Bu dönemde hayıtın bulunduğu alanlarda arılara kaynak sağlayan başka bitki de bulunmaz.

Bu yüksek lisans tezinde, Aydın ilinde hayıt bitkisi alanlarında üretilen ballarda hayıt polen düzeyi ve üretim alanlarında bal arılarının yararlandığı polen kaynakları belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Bal ile İlgili Yasal Düzenlemeler

İnsanoğlunun arılarla tanıştığı dönemlerden günümüze kadar yazılı ve sözlü birçok kural getirilmiştir. Hititlere ait tarihi buluntularda, balın fiyatı ve arıcılık ile ilgili suçlara ait hükümler bulunmaktadır. Osmanlı İmparatorluğunda ise tüketicilerin korunması için arıcılıkla ilgili kurallar vardır.

Arı ürünleri, üreticisi, paketleyicisi, ithalat ve ihracatçısına kadar geniş bir sektörü kapsamaktadır. Sürdürülebilir bir arıcılık faaliyetinin yapılabilmesi için etik kuralların uygulanabilmesi gerekmektedir. Bu etik kuralların başlıcaları; çevreye saygı, üründe kalıntı, kimyasal kontaminasyon, taklit ve tağşiş, gıda hijyeni, pazara hazırlık, pazar değerinin belirlenmesi, satış sözleşmeleri, pazarlama gibi başlıklardır. Uygulanacak etik kurallar sektör ve toplum tarafından kabul edilebilir nitelikte olmalıdır (Gürel, 2012).

Gıda güvenliği ile ilgili olarak, geçtiğimiz on yıllarda çeşitli sistemler ve standartlar geliştirilmiştir. En iyi bilinenler Tehlike Analizi Kritik Kontrol Noktası (HACCP) sistemi (FAO 2003), ISO 22000 standardı (ISO 2005) ve İngiliz BRC standartlarıdır (İngiliz Perakende Konsorsiyumu, 2004).

Türk Standartları Enstitüsü Standartları ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ülkemizde üretilen ballar için rehber niteliğinde olup, taşınması gereken özellikler belirtilmiştir (Ek-1). 2001/110/ECC sayılı Avrupa Birliği Komisyonu direktiflerinde üye ülkelerde satışa sunulacak ballardaki özelliklere değinilmiştir. Avrupa Birliği'ne üye olmayan üçüncü ülkeler için çıkarılan yasada (2001/700/EC) birliğe bal ihraç edeceklerin uyması gereken kurallar belirtilmiştir. İlgili yasalarla piyasaya standart getirilerek; hileli bal üretiminin ve satışının önlenmesi hedeflenmektedir. Uluslararası Bal Komisyonu tarafından Avrupa'da üretimi yapılan unifloral ballar belirlenerek bu balların tanımlayıcı bilgileri yayımlanmıştır (Oddo vd., 2004).

Balda hile yapanlar, analizleri yapan bilim camiasını da yanıltacak yöntemler geliştirmişlerdir. Öyle ki doğala yakın şeker, enzim ve aroma karışımları ile piyasaya sahte ürünler sürmektedirler. Doğal bala C4 bitkilerinden (şeker kamışı, mısır, sorgum, sudan otu,

darı) elde edilen şurup katıldığında; $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ($d^{13}\text{C}$) izotop oranı ile tespiti mümkündür. Bu yöntemde saf baldan elde edilen izotop oranı ile analiz edilen baldan elde edilen izotop oranları karşılaştırılır. Sonuçlarda (-1) ve daha düşük ise hileyi gösterir. Bazı durumlarda bu yöntem tek başına yeterli gelmemektedir. C_3 bitkilerinden (şeker pancarı, pamuk, buğday, arpa, yonca ve korunga) elde edilen şeker şurubu ile yapılan hileler tespit edilememektedir (Korth vd., 2002).

2.2. Balda Hile Kavramı

Gıda maddelerinde yapılan hileleri dile getirmek için “taklit ve tağşiş” terimleri kullanılır. Türk Dil Kurumu sözlüğünde taklit: “belli bir örneğe benzemeye veya benzetmeye çalışma”, tağşiş ise “bir şeyin içine başka bir madde karıştırma, katıştırma” olarak açıklanmıştır. Türk Dil Kurumu sözlüğünde “hile”yi ifade etmek için taklit ve tağşişe ait açıklamaları görmekteyiz. Hile: “Birini aldatmak, yanıltmak için yapılan düzen, alavere dalavere” ve “çıkar sağlamak için bir şeye değersiz bir şey katma” olarak açıklanmıştır. Gıda analizlerinde konu hile olunca yapılan eylemin ayrıntısını dile getirmek gerekecektir. “Kestane balına şeker şurupları katılarak tağşiş yapıldı”; “nektar yerine şeker şurubu yedirilerek bal üretimiyle taklit yapıldı”; “şeker şurubu ve gıda boyası katılarak Anzer Balı üretilerek hem taklit hem de tağşiş yapıldı” gibi... Sahte bal; katkılı (tağşişi) bal ve suni (taklit) bal olmak üzere başlıca iki şekilde üretilmektedir.

Katkılı (Tağşişli) Bal: Üretim aşamasında arının değişik şeker şurupları ile beslenmesi, üretimden sonra şurupların katılması, farklı özellikteki balların karıştırılması, düşük rutubet içeriğine sahip ballara su ilave edilmesi şeklinde yapılan işlemlerle genel bileşim özellikleri değiştirilmiş balları kapsamaktadır. Katkılı (tağşişli) bal üretiminde uygulanan diğer yöntem ise bal üretimi yapıldıktan sonra farklı şeker şuruplarının değişik oranlarda ilave edilerek balın miktarının artırılmasıdır. Ayrıca değişik bal çeşitlerinin karıştırılması ile bal elde edilmekte. Bu şekilde oluşturulan balın, botanik ya da coğrafik orijininde ve kaynağında belirsizlik olmaktadır. Farklı bölgelerde üretilen ballar harmanlanarak tek bir yöreye ait ünlü bal adı altında satılmaktadır.

Suni (Taklit) Bal: Üretimde arının hiçbir katkısı olmadan tamamen kimyasal yolla, değişik şeker şuruplarından üretilen balları kapsamaktadır. Balın sakkaroz-glikoz-fruktoz profili, renk, tat-aroma ve bileşim özellikleri taklit edilerek tamamen dışarıdan katılan yani arı kaynaklı olmayan maddeler kullanılarak oluşturulan baldır. Yüksek fruktozlu mısır

şurubu, glikoz şurubu, sakkaroz şurubu veya sakkarozun inversiyona uğratılmasıyla elde edilen invert şeker şurubu içerisine, polen, renk maddeleri (karoten), bal aroması gibi bala benzer tat-lezzet ve görünüm veren maddeler katılarak suni bal elde edilmektedir. Bu şekilde elde edilen balların genelde tadı yavan, rengi açık ve bileşiminde farklılıklar olup, bunlar tabii bal olarak kabul edilmemektedir.

Nektar sağlayan bitki türleri, arı ırk ve genotipleri, coğrafi bölge ve hasat koşulları dahil olmak üzere balın temel özelliklerini etkileyen birçok faktör vardır. Balın kalitesi ve bileşimi de arıların sükroz ile aşırı beslenmesi, balın olgunlaşmadan önce hasat edilmesi gibi birçok faktörden etkilenir. Balın karmaşık yapısı nedeniyle, fizikokimyasal parametreler ve daha özel prosedürler gibi yaygın yöntemler kullanılarak saflık ve kalitenin doğrulanması genellikle zordur.

Bal, bal arılarının (*Apis mellifera* L.) bitkilerin ve böceklerin çeşitli salgılarından üretilen doğal bir üründür. Sentezleri için kullanılan bitkilerin salgılarına göre kategorize edilen iki ana bal türü vardır: (i) çiçek nektarından yapılan çiçek balı ve (ii) balın tüm canlı kısımlarının salgılarından yapılan bal özü çiçek veya emici böceklerin dışkıları. Balın bileşimi ve özellikleri, nektar veya salgı kaynağının botanik kökenine bağlıdır (Bertelli vd., 2010).

Tüm Dünya ülkeleri için güvenilir gıda referans doküman olarak kabul edilen Codex Alimentarius Standardı Avrupa Bal Direktiflerinde; nem, kül, asitlik, HMF, invert şekerler, görünür sakaroz, diastaz aktivitesi ve suda çözünmeyen madde, fruktoz/glikoz içeriği, sakaroz içeriği ve elektriksel iletkenlik gibi balın bazı kalite kriterlerinin kesin olarak belirlendiği, invertaz aktivitesi, prolin ve spesifik rotasyon gibi özelliklere ait kriterlerin ise tartışılmakta olduğu belirtilmektedir. (Bogdanov vd., 1999). Bununla birlikte, küresel bal ticaretinin artması ve tıbbi kullanımları, balın özgünlüğü için uluslararası standartlara sahip olmayı önemli kılmaktadır.

Düşük maliyetli ve kolay bulunan sakkarozun balın tağşiş işlemlerinde yapılan yaygın bir uygulama olduğu; baldaki asit ve enzimler ile parçalanan bu sakkarozun laboratuvarlarda tespit edilemediği; üretim esnasında yapılan ısıl işlemlerin HMF miktarlarını artırırken diastaz ve prolin miktarlarını azalttığı; dolayısıyla tağşiş ve işleme sırasında balın doğal yapısının bozulduğu ifade edilmektedir (Tosun vd., 2021).

Balda tağşişi belirlemek amaçlı spektroskopik ve kemometrik birçok yaklaşım geliştirilmiş ve de kullanılmakta olduğu, literatürlerde en iyi performans gösteren yöntemlerin karşılaştırmasının rapor edilmediği de belirtilmektedir (Shiddiq, 2019).

Bala şeker ve/veya şerbet karıştırıldığının SCIRA analiziyle tespiti yapılmakta iken üreticilerin %13'den daha az şeker karıştırıldığında tespiti yapılamadığının anlaşılmasıyla bu analiz yöntemi güvenilirliğini kaybettiği (Padovan vd., 2003), bal şeker ve bal protein karbon izotop oranları arasındaki farkın % 1'den daha büyük olmaması kuralına göre çalışan ISCIRA analiziyle balda % 7'ye kadar şeker karıştırılmasıyla yapılan hilelerin ancak tespiti yapılabildiği ve şu anda resmi olarak kabul gören yöntemin bu analiz olduğu ifade edilmektedir (Raezke vd., 2007). Görüldüğü üzere güvenilir gıda üretmek amaçlı bilim camiası yöntemler geliştirilirken balda sahte üretim yapmak isteyenlerde kendilerini yenilemektedir.

Çiçek kaynaklarının çeşitliliğinden dolayı üretilen hiçbir bal diğeri ile aynı özellik göstermediği bu durum pazarlama açısından sorun gibi gözükse de tüketiciye seçme şansı vererek avantaj sağladığı unifloral balların daha değerli olduğu ancak bir balın botanik kökeninin doğrulanması için fizikokimyasal, organoleptik ve polen analizlerin birlikte yorumlanması ile gerçekleştirilebileceği ifade edilmiştir (Oddo vd., 2004).

Bal özgünlüğünü tespit amaçlı iki ana yöntem vardır: (i) balın menşei ve (ii) balın üretim şekli. Bal üretimi kovanlardan balın hasadı ve işlenmesini içerirken, balın kökeni coğrafi köken ve botanik kökeni içerir.

Botanik köken, balın tamamen veya büyük ölçüde tek bir spesifik kaynaktan (tek bitki balı) kaynaklanması ve dolayısıyla kaynağın fiziko-kimyasal, organoleptik ve mikroskobik özelliklerini taklit etmesi durumunda belirlenebilir. Ancak arılar, çeşitli bitkilerle beslendiğinden, tek bitki balları genellikle nadirdir. Çeşitli tek bitki (TB) balları olağan duysal, fiziko-kimyasal ve melissopalinojik özellikler sergiler. Ancak, bu özelliklerin analizleri uzundur ve özel uzmanları içerir (Bogdanov vd., 2004).

2.3. Balda Fizikokimyasal Parametrelerin Tahmini

Renk analizi, tek bitki balları için değerli bir sınıflandırmadır. Örneğin, yonca beyaz bir bal verir, funda kırmızımsı kahverengidir ve akasya ve narenciye saman renkli bir baldır. Bal rengi aynı zamanda tadı ile de ilişkilidir. Açık renkli bal yumuşak, koyu renkli balların tadı daha keskindir. Koyu renkli balların daha fazla fenolik asit türevlerini içerdiği, ancak flavonoid içeriğinin açık renkli ballara göre daha az olduğu iddia edilir (Bogdanov vd., 2004).

Türk ballarında 32 fenolik bileşiğin ilk kez tanımlandığı çalışmada, bitkilerin fenolik bileşikleriyle antioksidan özellikleri arasında ilişki olduğu, balın antioksidan özelliğinin bitki orijinine, balın işleme tekniğine, iklimsel ve çevresel faktörlere göre değiştiği; bu yönüyle Türk ballarının apiterapi, kozmetik ve yaşam kalitesinin artırılması gibi birçok konuda kullanılabileceği ifade edilmektedir (Kıvrak vd., 2017).

Elektriksel iletkenlik faktörü, son zamanlarda salgı balı ve çiçek balı arasında ayırım yapmak için yeni uluslararası bal standartlarına entegre edilmiştir. Sayısız istisnalar dışında, karışım çiçek balları için elektriksel iletkenlik aralığı 0,5–0,8 mS / cm, tek çiçek balı için ise 0,5 mS / cm'den azdır (Saxena vd., 2010).

Elektriksel iletkenlik ve Fourier Dönüşümü Kızılötesi (FT-IR) spektrometrisi, salgı balı ve çiçek balı arasında ayırım yapmak için birlikte kullanılmıştır (Etzold vd., 2008). Normalde, bala lezzet veren organik asitlerin varlığı ve mikrobiyal hasara karşı koruma nedeniyle balın pH'ı 3,5 ile 5,5 arasındadır. Buna ek olarak, pH değerleri balın botanik kökenlerinin belirlenmesine de yardımcı olur (Sanz vd., 2005).

Kahve balının bir kantifikasyon çalışmasında, ölçülen kafein, teobromin ve trigonellin belirteçleri ile numunelerde ölçülen bağıl kahve poleni miktarları arasında mükemmel korelasyon bulunmuştur (Schievano vd., 2015). Ancak polen içeriğinin önemli ölçüde farklı olmasından dolayı basit bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Diğer bir yaklaşım, fizikokimyasal parametrelerin (şekerler, optik rotasyon, nitrojen içeriği, elektriksel iletkenlik, vb.) kemometrik tahminini içerir. Bu faktörler, birkaç tek bitki balının iyi bir şekilde ayrılmasına izin vermiştir (Terrab vd., 2003). Ancak, TB ve polifloral ballar arasında ayırım yapmayabilirler. Uçucu bileşenlerin hem kantitasyonu hem de kemometrik analizi de kullanılabilir (Bogdanov, 2004). Uçucu bileşiklerin bir analizini kullanarak balın botanik kökeninin değerlendirilmesi yararlı bir yaklaşımdır.

Solvent ekstraksiyonu kullanan veya headspace (statik ve dinamik) analiz eden mevcut yöntemler iyi bir yaklaşım göstermiştir. Bununla birlikte, bu yöntemler karmaşıktır ve pahalı aletler gerektirir. Bunlar arasında, katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) esnek, basit ve nispeten ekonomik bir ekstraksiyon tekniğidir. Sonuçlar hem analiz için kullanılan ekstraksiyon koşullarına hem de SPME'de kullanılan fiber (tutucu)ın özelliklerine bağlıdır. Ancak, bal aroma ekstraksiyonu ve çiçek tayini için özgün bir teknik olarak kabul edilmeden önce daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır (Cuevas vd., 2007).

Geçtiğimiz on yılda, yakın coğrafi bölgelerdeki çeşitli balların ayırt edilebilmesi için polen analizi ile ilgili özel istatistiksel yazılım programları kullanıma sokulmuştur (Arvanitoyannis vd., 2005). Ancak polen bazlı analizlerin çoğunda, bal örneklerinin coğrafi kökeni belirlenememektedir. Çalışmada incelenen örneklerin sayısı genellikle az veya küçük bir coğrafi bölgeden elde edilmiştir. Bulunan herhangi bir farklılık, coğrafi bölgelerden ziyade yerel bitki örtüsü türündeki değişikliklerin bir sonucudur. Coğrafi bölgeler daha yakınsa, varyasyonların belirlenmesi daha karmaşıktır. Bu durumda daha sofistike yöntemler kullanılmalıdır. Fitokimyasallar arasında, uçucu organik bileşikler (VOC'ler) farklı coğrafi kökenlerden balları ayırt etmek için anahtar belirteçler olarak önerilmiştir (Stanimirova vd., 2010). Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, melissopalnoloji ile birleştirilen VOC'ler dört farklı ülkeden balların çiçek kökenlerini belirlemek için kullanılmıştır (Panseri vd., 2013). Balın aroması ve tadı, balın uçucu bileşikler doğasıyla ilişkilidir. Mevsimsel şartlar ve coğrafi kökene göre değişiklik gösterebilirler.

Yapılan bir başka çalışmada, Buenos Aires eyaletinin güneydoğu bölgesindeki ballarda fizikokimyasal parametreler (nem, renk, serbest asitlik, elektriksel iletkenlik, glikoz, fruktoz, sukroz ve hidroksimetil furfural) ve duyuşal özellikler analiz edilmiştir. (Silvano vd., 2014). Küme ve lineer diskriminant analizleri yapılmıştır. Örnekler, aynı zamanda temel bileşen analizi ile gösterilen örnekleme bölgelerine göre gruplandırılmıştır. Bu çalışmada, balların fizikokimyasal parametrelere göre coğrafi olarak sınıflandırılmasının potansiyel gösterdiğini ileri sürülmüştür. Yine de duyuşal özellikler tam olarak tahmin edilememiştir.

2.4. Polen

Çiçekli bitkilerde; çiçeklerin erkek organlarının (stamen) üst kısmında bulunan anterlerden üretilip, yumurtanın döllemesini sağlayan bitkilerin erkek cinsiyet hücreleridir (bitkinin mikrosporu). Bu mikrosporar, tohumla üreyen çiçekli bitkilerde erkek gametin içeriğinin dişi gamete güvenli bir şekilde taşınmasını sağlar. Polenler, erkek çiçekler tarafından ya da hermafrodit çiçeklerde erkek organlar tarafından oluşturulur. Polen, bal arısı veya insanlar tarafından toplanan, kurutulmuş çiçek tozları olup, arıların yaşamlarını sürdürebilmek, yavrularını besleyebilmek için hayati öneme sahiptir. İnsanlar içinde önemli bir besin kaynağıdır.

Arılar karbonhidrat ihtiyacını nektardan, protein ihtiyacını da polenden karşılamaktadır (Di Pasquale vd., 2013). Yapılan bir araştırmada monokültür polen kaynaklarıyla beslenen arıların yetersiz ve dengesiz beslendiği belirtilmektedir (Schmidt vd., 1995). Buna karşın bir başka çalışmada, mısır poleni ile beslenen kolonilerin daha az, karışım polen ile beslenen koloniler orta düzeyde, hardal poleni ile beslenen kolonilerin en fazla yavru yetiştirdikleri saptanmıştır (Pasquale vd., 2016).

Ana arının hayatı boyunca, larvaların ise ilk üç günlük sürede beslendikleri arı sütü (Wright vd., 2018) üretimi için gerekli protein, arı ekmeği veya taze polenden karşılanmaktadır. Bal arılarının bulunduğu lokasyondaki flora polen için tek kaynaktır. Bu floranın polen değeri ve arının polen toplama aktivitesi önemli parametrelerdir. Lokasyondaki floranın polen değeri; bitki zenginliği, çiçeklenme süresinin uzunluğu ile ilişkilidir. Bal arılarının koloniye taşımış oldukları polen yükü de polen aktivitesi olarak değerlendirilir. Koloninin bulunduğu floranın polen değeri, polenlerin kimyasal içeriği, morfolojik özellikleri, iklim koşulları bu aktiviteleri etkileyen önemli unsurlardır (Iakovleva, 1985).

Polen antik çağlardan bu yana bilinen bir üründür. Temel besin maddelerinin tamamını içerir. Flavonoidler, karotenoidler, flavonlar, polifenoller, iz elementler, büyüme düzenleyiciler ve hormonları içerir. Son yıllarda polene olan talebin artmasıyla birlikte üretiminde de artış olmuştur. Kovanlara monte edilen polen tuzaklarında toplanan arı poleni piyasada satılmaktadır. Hasat edilen polenlerin içeriği bitki türüne göre farklılık arz etmektedir (Barth vd., 2010).

Arı polen toplama sırasında granül haline getirmek için bal ve enzim ekler. Böylece polen tanecikleri su kaybına uğrar, şişer. Böylece polenin dış tabakasındaki gözeneklerin açıldığı bildirilmiştir (Kroon vd., 1974).

Toplanan polen, zaman kaybetmeden temizlenip hava almayacak ambalajlarda $-17\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'a dondurularak, derin dondurucularda saklanır. Taze olarak dondurulan polenin, sahip olduğu besin değerinde herhangi bir azalma görülmemektedir. Taze olarak dondurulmuş polende nem oranı % 25 civarındadır. Polen kurutulmuş ise nem oranı % 10 dan fazla olmamalıdır. Bu oranlardan fazla nem olması halinde istenmeyen fermentasyon gerçekleşir. İçeriğindeki protein oranı en az % 7 olmalıdır. Apiterapi çalışmalarında bitki türüne özgü aktif maddeler ayrıca değerlendirilir (Bogdanov, 2016).

Polenin mikrobiyolojik açıdan patojen mikroorganizma ve fungus açısından kontrol edilmeli bu tür bir bulaşma olmamalıdır. Zirai mücadele atıkları ve ağır metal kirliliğinin

önüne geçmek için bu tür alanlardan en az 3 km uzaklıktaki bitkilerden toplanmış olmalıdır. GDO'lu bitkilerin yaygınlaşması ile birlikte GDO'lu polenler de mevcuttur. % 1'i geçen GDO durumlarında AB normlarına göre bunun bildirimi gerekmekte, tüketici bu riskin farkına varmalıdır.

Bal arısına ait polen peletlerini otomatik olarak sınıflandıran bir cihazın şu ana kadar üretilmediği bu tür cihazları üretmede karşılaşılan problemler olarak: polene ait analiz gereksinimlerinin çok karmaşık olması; üretilecek olan cihazların spor, mineral gibi kalıntılardan dolayı kontamine olma riski; hasar gören polen taneleri ve/veya tozlarıyla baş edebilme zorluklarının olduğu belirtilerek son yayımlanan literatürlerde makine öğretimi yoluyla yeni tekniklerin geliştirilmeye çalışıldığı ifade edilmiştir (Lagerstrom vd., 2015; Riley vd., 2015; Gonçalves vd., 2016, 2018; Sevellano vd., 2018; Gallardo vd., 2019).

Lübnan'daki üretilen balların melissopalinolojik analizlerinde multifloral özelliğinin baskın olduğu görülmüş olup nedenleri olarak: monokültür yapı sergileyen büyük arazi kitlesinin olmayışı, yüksek çiçek çeşitliliği (MOE, 2001) ve farklı çiçeklenme dönemlerinden yararlanmak için gezgin arıcılık faaliyetleri olarak belirtilmiştir (Jaafar, 2017).

Piyasada satılan ballarda filtre edilmiş ballarda polen miktarının azaltıldığı etikette belirtilmesi gerektiği, filtre edilmiş ballar hariç hiçbir şekilde polen ve bala özgü diğer bileşenlerin uzaklaştırılmayacağı, etiketinde botanik kaynağı belirtilmiş ise tebliğin ekler kısmında "Botanik Kaynağı Belirtilmiş Balların Minimum Polen İçeriği" ile uyumlu olması gerektiği ifade edilmiştir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Botanik kaynağı belirtilmiş balların minimum polen içeriği (2020/7 nolu Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği)

Polenin Temsil Edilmesi	% (En az)	Botanik kaynak	Aranacak tür
Normal olan unifloral türler	45	Geven	<i>Astragalus spp.</i>
		Piren/Püren. Funda	<i>Çallima vulgaris Erica spp.</i>
		Kanola	<i>Brassica napus</i>
		Yonca	<i>Medicago sativa</i>
		Ayçiçeği	<i>Helianthus annuus</i>
		Üçgül	<i>Trifolium spp.</i>
		Hayıt	<i>Vitex spp.</i>
		Fazelya	<i>Phacelia tanacetifoliu</i>
Yoğun olan unifloral türler	70	Kestane	<i>Castanea sativa</i>
		Okaliptüs	<i>Eucalyptus spp.</i>
Az olan unifloral türler	15	Akasya	<i>Robinia pseudoacacia</i>
	10	Narenciye	<i>Citrus spp.</i>
		Biberiye	<i>Rosmarinus officinalis</i>
		Kekik	<i>Thymus spp.</i> <i>Origammi spp.</i> <i>Thymhra spp.</i> <i>Coridathymus spp.</i>
	5	Ihlamur	<i>Tilia spp.</i>

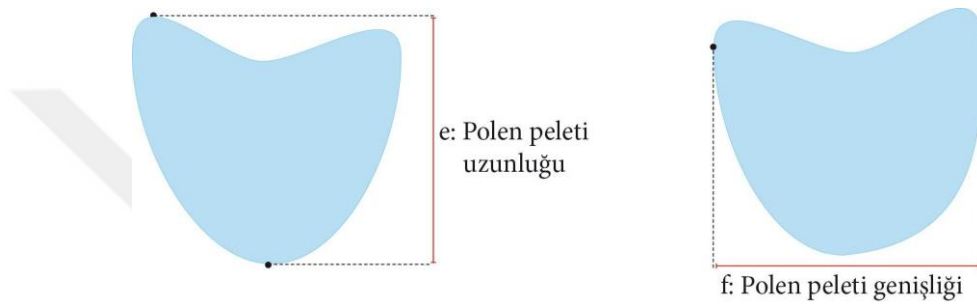
2.4.1. Polenin fiziksel özellikleri

Polen tanelerinin çapı 6 ila 200 µm arasında değişir. Çok değişik renk, şekil ve yüzey yapısı gözlenebilir. Bu yapılar, botanik menşenin tespitine izin verecek kadar tipiktir. Çoğu polen tanesinin sindirimi çok zor veya imkânsız denecek sert bir dış kabuğu (sporoderm) vardır. O kadar dayanıklıdır ki, milyonlarca yıllık fosil yataklarında bulunabilir. Bununla birlikte, çimlenmeye ve ayrıca iç maddelerin ekstraksiyonuna izin verecek gözenekleri vardır (Krell, 1996).

Su ve rüzgârın etkisi ile polinasyona uğrayan polenlerin yüzeyleri pürüzsüzdür. Hayvanlar sayesinde taşınan polenlerin dış kısmı girintilidir (Erdoğan ve Dodoloğlu, 2005). Sarı, yeşil, siyah, mor, beyaz ve pembe gibi çok değişik renklerde polenler vardır. Polenin dış şekli ve çapı botanik menşesine göre değişmektedir (Liebelt vd., 1994).

2.4.1.1. Polen peletinin şekli

Ukrayna Arıcılık Departmanı (NULES)'nda polen peletlerinin çap ölçümleri konusunda yöntem geliştirmiştir. Polen peletinin uzunluğu ve genişliğini tespit etmek için Şekil 2.1.'de görüldüğü üzere en dıştaki noktalar belirlenerek birbirine paralel çekilen doğrular arasındaki mesafeler ölçülmüştür (Adamchuk, 2013). Aynı departmana göre arı polen pelet ağırlığının göstergesi olan bu ölçülerdeki yüksek değişkenlik, arıların karbonhidrat beslemesine bağlı olabileceği, bu nedenle pelet tam bir şekil olmadan yuvaya geri döndükleri belirtilmiştir.



Şekil 2.1. Polen peletinin uzunluk ve genişlik ölçümleri

Polen hücresinin şekli ve büyüklüğü ile pelet ağırlığı arasında genel olarak bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Papatyagiller familyasının polenlerinin dış kısımlarında bulunan dikensi çıkıntılar nedeni ile birbirine yapışması zorlaştığı için küçük peletler meydana gelmektedir. Baklagillerde ise polenlerin dış kısımları düz olduğu için daha büyük peletler ile karşılaşmakta olduğu belirtilmektedir. Tüm bu özellikler polen peletinin şekli ve ağırlığına etkilemektedir (Baydar ve Gürel, 1998).

2.4.1.2. Polen peletinin rengi

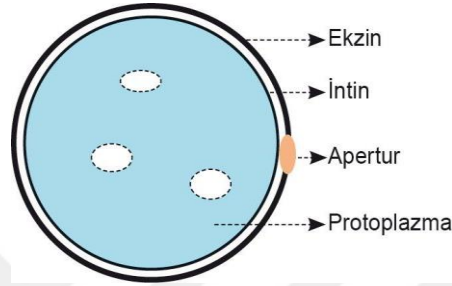
Polenin rengi içeriğinde biriken flavonoid ve/veya karotenoid bileşikler tarafından belirlenir (Wiermann vd., 1983). Polenin rengi, şekli, ağırlığı ve boyutu gibi özellikler bitki çeşidine göre değişebilmektedir (Komosinska vd., 2015). Karotenoidler polene renk vermektedir. Farklı renk ve tonlarda polen olmakla birlikte mor renkten maviye, yeşil renkten kırmızıya, sarı renkten siyaha kadar görülmektedir (www.tab.org.tr).

Arı poleninin renkleri arının beslendiği bitki çeşitliliğinin tespiti amaçlı kullanılabilir (Kirk, 2006), ancak aynı bitki türünün birden fazla polen rengi üretebildiği ve/veya farklı bitkilerin aynı polen rengini oluşturması nedeniyle dikkat edilmesi gerektiği ifade edilmiştir

(Hidalgo vd., 1990). Polen renk analizi ile Palinolojik analizler arasında güçlü bir korelasyon olduğu belirtilmiştir (Conti vd., 2016).

2.4.1.3. Polenin duvar yapısı

Kapalı tohumlu bitkilere ait polenlerin protoplazmasını çeviren intin tabakası bulunmaktadır. En dışta bulunan ekzin tabakası üzerinde bulunan apertürler polen morfolojisinde önemli bir yer tutmaktadır (Şekil 2.2.).



Şekil 2.2. Polen hücrenin duvar yapısı

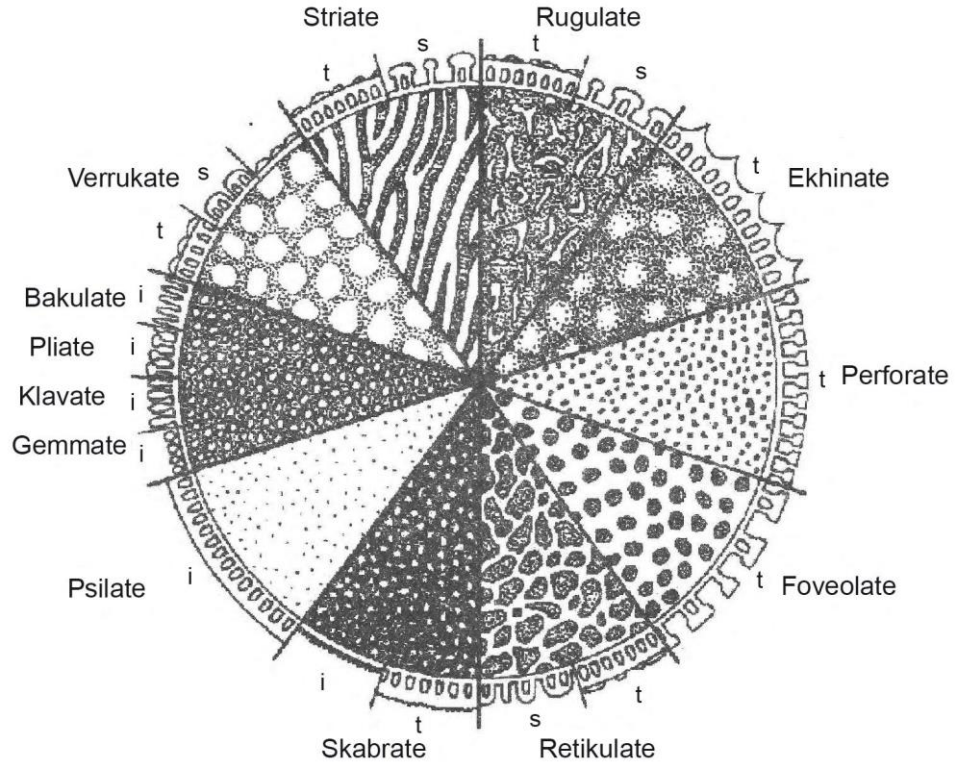
Polen duvarında bulunan ekzin tabakasındaki incelmış veya açık kalmış bölgelere apertür olarak ifade edilmektedir. Apertürler polen tanımlanmasında kullanılan önemli yapılardan birisidir. Yuvarlak şekilli açıklıklar (por), ekvatorial eksene paralel uzanan uzun kayık şeklinde oluklar (kolpus), hem por hemde kolpusun aynı bulunması (por+kolpus), Ekvatorial eksene dik uzun kayık şeklinde oluklar (sulkus), ekzin adacıklarının arasında ince kanal şekilleri (klypat), Ekzin tabakasının incelmiş alanlarda intinin kalınlaşması (omniapertür), hiçbir apertürün olmadığı (inapertür) yapılar polen duvarında bulunmaktadır.

Vitex agnus-castus polenin ekzin tabakası üzerinde ekvatorial eksene paralel, uzun kayık şeklinde üç adet oluk (kolpus)'tan oluşan apertür bulunmaktadır. Bu nedenle trikolpat olarak tanımlanmıştır (Resim 2.1.). Kolpuslar ekvatorial eksene paralel olarak uzandığı için ekvatorial eksenin çap ölçümü kolaylıkla yapılmaktadır.



Resim 2.1. *Vitex agnus-castus* polenine polar görünüş

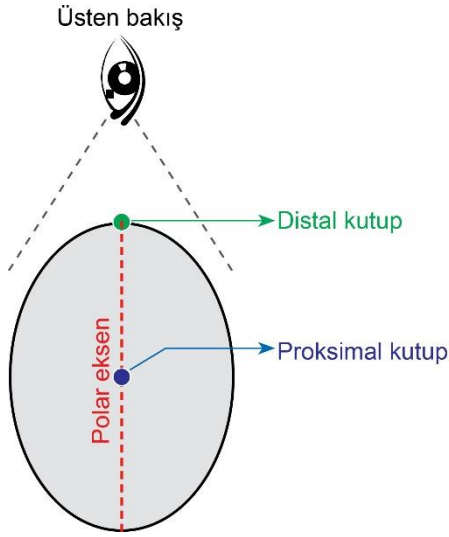
Ekzin tabakasının üst kısmındaki tektum tabakası düzgün olabildiği gibi bazen de süslü yapılar oluşturur. Ornamental (süslü yapılar) olan ifade edilen bu yapılara ait görseller Şekil 2.3.'de görülmektedir (Pınar, 2003). Hayıt poleninde süslü yapıların reticulate olduğu ifade edilmektedir (www.paldat.org/pub/vitex_agnus-castus/304398). Preparat hazırlama sırasında lam üzerine bazı polen hücreleri dik olarak düşerken (eksenlerine göre) bazıları da yan olarak düşmektedir. Işık mikroskobunun okülerden bakış ile preparat üzerindeki polen hücrelerinin ana eksenleri aynı olacak şekilde düşmüş ise süslü yapılar incelenememektedir. Bu durumda preparat üzerinde yan düşmüş polen hücreleri bulunursa süslü yapılar daha net görüntülenebilmektedir. Tektum tabakası üzerindeki bu süslü yapılar farklı bitkilere ait polen hücrelerini teşhis açısından ayırıcı bir özellik olduğu için önem arz etmektedir.



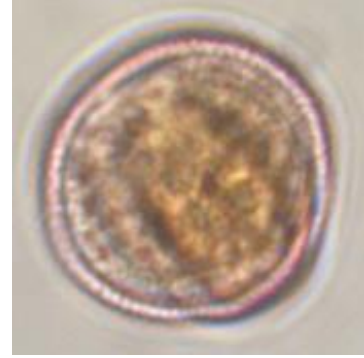
Şekil 2.3. Polen duvarındaki süslü yapılar (Pınar, 2003).

i= İntektate (Tektum yok), t= Pertektate (kesintisiz), s=Subtektate (kesintili),

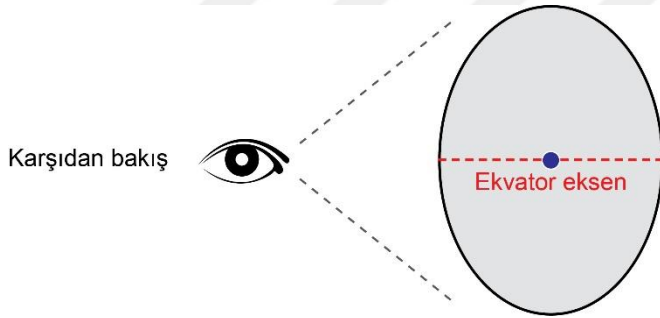
Polen hücrelerinin merkezindeki proksimal kutup ile en dıştaki distal kutup noktalarının birleştirilmesi ile elde edilen eksen polar (Şekil 2.4.) distal ve proksimal kutup yüzeyleri arasındaki diğer eksen de ekvatorial eksen (Şekil 2.5.) olarak tanımlanmıştır (Wodehouse, 1935; Erdtman, 1952). Bu eksenlere göre mikroskoba bağlı programdan çap ölçümleri yapılabilmektedir (Resim 2.2.ve 2.3.). Elde edilen morfolojik görüntülerin çaplarının birbirlerine oranına (P/E) göre polen hücresi şekli belirlenir.



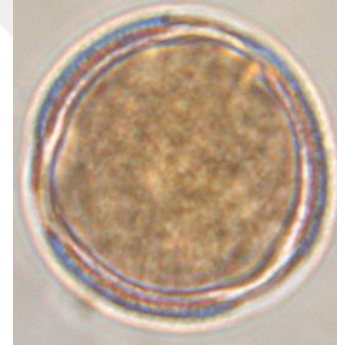
Şekil 2.4. Polen hücresine üstten bakış



Resim 2.2. Hayıt polen hücresine üstten bakışta ekvatorial görünüşü



Şekil 2.5. Polen hücresine karşıdan bakış



Resim 2.3. Hayıt polen hücresine karşıdan bakışta polar görünüşü

Polenin şekli: Polenin polar eksenin (Şekil 2.4.), ekvatorial eksene (Şekil 2.5.) oranına göre: perprolate ($P/E > 2.00$), subprolate ($P/E: 2.00-1.34$), prolate-sferoidal ($P/E: 1.14-1.01$), sferoidal ($P/E: 1$), oblate-sferoidal ($P/E: 0.99-0.89$), suboblate ($P/E: 0.88-0.76$), oblate ($P/E: 0.75-0.50$), peroblate ($P/E < 0.5$) terimleri ile şekli ifade edilmektedir (Pınar, 2003). Hayıt polenin P/E oranının prolate olduğu ifade edilmektedir (www.paldat.org/pub/vitex_agustus-castus/304398).

2.4.1.4. Polen peletinin ağırlığı

Bir arının bir seferde toplayabileceği toplam polen ağırlığı ortalama 15 mg kadardır. Arılar vücut ağırlığının üçte biri kadar polen yükü taşıyabilmektedir. Polen peletlerinin ağırlığı bitkilerin çiçek tozlarının yoğunluklarına göre değişmektedir. Bu miktar elma (*malus*) için 25 mg iken tırfil (*Oxalidacea*) için 12 mg civarındadır. İşçi arı hava şartlarının uygun olduğu bir günde 5-20 kez sefer düzenler, ortalama 70-112 mg polen toplar. Her seferi ortalama 30 dakika sürer bu sürenin 6-10 dakikasını polen sepetini doldurmak için kullanır. İlkbahar ve yaz başında kolonide kuluçka popülasyonunun yoğun olduğu dönemlerde daha fazla polen toplar (Genç vd., 2002).

Arıların uçuş esnasında dengesini sağlamak için her iki bacağına eşit ağırlıkta polen taşıdığı, çok çeşitli bitkilere ait polen topladığında bu polenlerin yüzey şekli, özgül ağırlığı gibi nedenlerden dolayı eşit ağırlık oluşturamayacağından dengesini sağlayamayacağı belirtilmektedir (Baydar vd., 1998).

2.4.2. Polenin kimyasal özellikleri

Polenin kimyasal bileşimi botanik bitki türüne göre değişmektedir. Protein içeriği % 7,5 ila %35 arasında değişmekle birlikte %40'ın üzerinde de rapor edilmiştir. Şeker miktarı % 15 ila %50 arasında değişir (Schmidt ve Buchmann, 1992). Polenin kimyasal içeriği Çizelge 2.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Polenin genel kimyasal yapısı (Schmidt, 1997)

Bileşenler	Bileşenlerin Miktarı	Bileşenler	Bileşenlerin Miktarı
Enerji	2,46 kcal/g	Nikel	4,5 ppm
Protein	% 23,7	Tiamin	9,4 ppm
Karbonhidrat	% 27	Niasin	157 ppm
Lipit	% 4,8	Riboflavin	18,6 ppm
Fosfor	% 0,3	Pridoksin	9 ppm
Potasyum	% 0,58	Pantotenat	28 ppm
Sodyum	% 0,044	Folik Asit	5,2 ppm
Kalsiyum	% 0,225	Biotin	0,32 ppm
Magnezyum	% 0,148	Vitamin C	350 ppm
Bakır	14 ppm	Vitamin E	14 ppm
Demir	140 ppm		

Polende bulunan esansiyel aminoasitler: arjinin, histidin, lösin, izolösin, lizin, metiyonin, fenilalanin, treonin, triptofan ve valin; esansiyel olmayan aminoasitler ise prolin, glisin ve serindir (Genç ve Dodoloğlu, 2002). Polenin içeriğinde toksik etkisi olan maddelerinde bulunabileceği bildirilmektedir (Ötleş, 1995). Polende, eser miktarda bulunan maddeler (Çizelge 2.3.) raporlanmıştır (Crane, 1990).

Çizelge 2.3. Polende eser miktarda bulunan maddeler (Crane, 1990)

Flavonoidler	En az 8 adet (her polen türü için flavonoid deseni karakteristiktir)
Karotenoidler	En az 11 adet
Vitaminler	C, E, B kompleksi (niasin, biotin, pantotenik asit, riboflavin (B2) ve piridoksin (B6) dahil).
Mineraller	Ana mineraller: K, Na, Ca, Mg, P, S. Eser elementler: Al, B, Cl, Cu, I, Fe, Mn, Ni, Si, Ti ve Zn
Terpenler	
Amino asitler	Hepsi
Nükleik asitler ve nükleositler	DNA, RNA and diğerleri
Enzimler	100'den fazla
Büyüme düzenleyiciler	Oksinler, gibberellinler, kininler ve büyüme inhibitörleri

Polenin içeriğinde, alerjik etkileri olan maddeler de vardır. Alerjik etkileri araştırmak için palinoloji bilim dalı kullanılmaktadır.

2.5. Baldaki Polenin Kaynakları

Bal arıları polen toplamak için sabahın erken saatlerini tercih ederler. Araziye çıkmadan önce midelerini bal ile doldurur. Çiçeklerden vücuduna bulaşan polenleri orta bacaklarındaki fırçada ile toplayıp ağzından çıkardığı bal ile nemlendirerek arka bacağındaki polen sepetine yerleştirirler (Korkmaz vd., 2008). Bu işlem sırasında bal midesine bir miktar polen girer ve kovanda olgunlaşan bala karışır.

Rüzgâr ile tozlaşan bitkilerin havada uçuşan polenleri; peteklere yapışabilir veya balın işlenmesi sırasında karışabilir (Aston vd., 2004).

Bal arılarının salgı balı üretimi sırasında çiçek ballarına göre daha fazla polen ihtiyacı olduğu bu sebepten salgı ballarında polen spektrumunun geniş olduğu, ayrıca rüzgâr ve arılar tarafından polenlerin ağaçların salgılarına yapışarak polen spektrumunu arttırdığı da belirtilmektedir (Manzanares vd., 2011). Salgı ballarında polen ve nektar elementleri (HDE) indeksleri ülkelere göre farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu nedenle HDE endekslerinin salgı balı için iyi bir gösterge olamayacağı ifade edilmektedir (Jaafar, 2017).

2.6. Bal Arısının Polen Kaynaklarını Tercih Nedenleri

Mineraller, protein, lipit ve mikro besinler içeren polen, bal arısının sağlığı ve beslenmesi için birincil kaynaktır (Ghosh vd., 2017). Arının polen tercihi bitkinin besin kalitesi ve miktarının yanında renk, şekil, morfoloji, görüntüleme alanı ve koku gibi faktörler gelmektedir (Willmer, 2011). Tozlayıcı böcekler sayılan tercih nedenlerine göre bazı bitkilere yönelirler (Brown vd., 1984). Bal arılarında polen tercihleri olsa da, tercih daha çok kokuya bağlanmıştır (Pernal vd., 2002).

Tarlacı arıların polen toplama davranışını ortaya çıkarmak için polenlerin içeriğinin bilinmesi gerekmektedir (Brunet vd., 2015). Bal arıları genelde bir çiçek arama davranışı gösterirken, yaban arısı besin arama gezisi sırasında altı farklı türden polen toplayabilir (Kratowil vd., 1988). İşçi bal arıların genellikle bir bitki türüne ziyaret etme nedenlerinden bir diğeri “*çiçek sadakati*” olarak terimselleştirilmiştir. Bu sadakat bitkinin polen-nektar üretme faaliyeti durana kadar veya daha faydalı bir bitki bulana kadar devam eder.

Bal arılarının polen toplama davranışı ve çiçek kaynakları arasında tercih nedenini anlamak için yapılan bir araştırmada; Polen toplama miktarının kovanda bulunan larva ve yetişkin arıların sayısı ile belirtilen koloninin ihtiyacı ile ilgili olduğu görülmüştür. İlginç olan, değişik çiçek kaynaklarından polen toplama sırasında fark gözlenmiştir. Söz konusu farkın bitkilerdeki protein içeriğinin fazladan aza doğru olduğu görülmüştür. Bu bilgiler, nektar ve polen kaynakları için çiçekli bitkileri kullanarak habitat manipülasyonunun tozlayıcı koruma programlarına yardımcı olabileceği belirtilmektedir (Ghosh vd., 2020).

2.7. Balın Floral İçeriğinin Önemi

Bazı ülkeler, TB balların özelliklerine ilişkin ulusal düzenlemelere veya teknik kriterlerin oluşturulmasına gerek duymuştur. Ülkemizde ise Çizelge 2.1. belirtildiği üzere Botanik Kaynağı Belirtilmiş Balların Minimum Polen İçerikleri belirlenmiştir (Türk Gıda Kodeksi, 2020). Geleneksel olarak, balın botanik kökeni, polen analizi (Melissopalinoji) kullanılarak belirlenir. Polen analizinin çeşitli sınırlamaları olsa da (Molan, 1998), polen analizinin fizikokimyasal ve organoleptik özelliklerle kombinasyonu bu sınırlamaların üstesinden gelebilir ve güvenilir sonuçlar verebileceği belirtilmiştir (Bogdanov vd., 2004).

Avrupa'da tek bitki balları, özgün ve tanımlanmış lezzet ve aromaya sahip olmaları nedeniyle daha kaliteli kabul edilmektedir. Avrupa'da, tek bitki balları özellikle coğrafi işaretli ürün olarak etiketlenmiş ise karışım (multifloral) ballardan daha yüksek fiyatla satılmaktadır (Soares vd., 2015).

Bitkilerde bulunan fenolik bileşikler bitki taksonomilerinde önemli bir yer teşkil eder. Bu fenolik bileşiklere göre tek bitki balları ile karışım balları birbirinden ayırmada kullanılabileceği; koyu renkli balların daha fazla fenolik bileşik taşıdığına değinilmiştir (Amiot vd., 1989). Gaz Kromatografi ve MS Kütle Spektrometresi kullanılarak 600'den fazla uçucu bileşik farklı ballarda belirlenmiştir (Alissandrakis vd., 2003).

Polenin antioksidan, antimikrobiyal, radyasyondan koruyan, metabolizmayı düzenleyici, karaciğeri koruyan ve bağışıklığı destekleyici özellikleri bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Avrupa Birliği Yönetmeliklerine göre bir gıdanın fonksiyonel gıda olarak sayılabilmesi için yararlarının bilimsel olarak kanıtlanması gerekmektedir. TB polenlerinin içerikleri sabit olduğu için sayılan özellikleri taşımaktadır (Pascoala vd., 2014).

Polifloral polenli ballarda botanik kökeninin belirlenmesi konusunda yapılan bir araştırmada, numunede farklı polenlerin olması durumunda, polen analizinin botanik kökeninin belirlenmesi için tek başına güvenilir sonuçlar veremeyeceği belirtilmiştir. % 30'a varan oranlarda polen bulunduğu (unifloral özellik taşıdığı) polen analizi daha doğru sonuçlar sağlayabilir. Tüm bunlara rağmen polen analizi diğer analizler ile teyit edilmelidir (Rodopoulou vd., 2018).

Balın coğrafi ve botanik orijini hakkında bilgi, ürünün kalitesinin garantisi olduğundan menşeyini kanıtlama yeteneği pazarlamada rekabeti sağlama ve sürdürülebilirlik açısından önemli olduğu belirtilmiştir (Mohammed vd., 2018).

2.8. Tek Bitki Balları İçinde Hayıt Balı

Hayıt bitkisi, Doğu Karadeniz'den başlayıp Güney Doğu Anadolu'ya kadar rakımı düşük alanlarda yetişen tıbbi bir bitkidir (Anonim, 1991). Verbenaceae familyasına ait olan hayıtın ülkemizde *Vitex agnus-castus* ve *Vitex pseudo-negundo* olmak üzere iki türü bulunmaktadır (Townsend, 1982). Aydın-İzmir yörelerinde *Vitex agnus-castus* yaygındır. Erkeklerde cinsel isteği azaltıcı özelliğinden dolayı “Namus Ağacı, Rahip Biberi” gibi isimleri bulunmakla birlikte halk arasında “Ayıt, Acı Ayıt, Beşparmak Otu” gibi isimlerle bilinmektedir (Baytop, 2007).

Bitkilerin nektar verimi, ışık, su, sıcaklık ve CO₂ yoğunluğu gibi faktörlerce etkilenmektedir (Takkis vd., 2015). Hayıt bitkisi, genellikle kurumuş dere yataklarında, yol kenarlarında ve bol güneş alan kıraç yamaçlarda bolca yetiştiği görülür. Ancak hayıtın çiçeklendiği dönemde yüksek sıcaklığa sahip Aydın'ın Çine, Karpuzlu, Koçarlı ve Efeler ilçelerinin belirli alanlarında hayıt balının üretildiği belirtilmektedir (Uçak Koç ve Karacaoğlu, 2016).

TB balları, nektar kaynağına bağlı olarak yüksek düzeyde karakteristik aroma ve bileşikler içerir. Balın bitkisel kökeni, balın fiyatını belirlemede en önemli faktörlerden biridir. Avrupa'da TB balları özellikle coğrafi işaretli olarak etiketlenmiş ise daha değerli olarak kabul edilmekte, daha yüksek fiyatla satılmaktadır (Soares vd., 2015).

Ülkemizde üretimi yapılan monofloral balların polen içerikleri konusunda yapılan bir araştırmada % 45 ve üzeri aynı bitkisel orijine sahip ballar monofloral bal olarak kabul edilmiş olup analizi yapılan ballardaki polen oranları küçükten büyüğe doğru Anason (*Pimpinella sp.*) (% 45), Korunga (*Onobrychis sp.*) (% 47), Çakşır (*Ferula sp.*) (% 47), Geven (*Astragalus sp.*) (% 52), Orman gülü (*Rhododendron sp.*) (%56), Ihlamur (*Tilia sp.*) (% 66), Kestane (*Castanea sp.*) (% 75), Maydanoz (*Petroselinum sp.*) (%79), Hayıt (*Vitex agnus-castus*) (% 86), Ayçiçeği (*Helianthus annuus*) (% 86) olarak tespit edilmiştir (Gül, 2016).

Çam balı ile hayıt balının raf ömrü üzerine yapılan araştırmada HMF ve diastaz seviyesinin belirleyici özellikler olduğu hayıt balının pH değerinin düşük olduğu için HMF değerinin diğer ballara göre yüksek çıktığı bildirilmiştir (Koç vd., 2017).

Dadalı (2021), Aydın, Çanakkale, İzmir ve Muğla illerinde üretilen hayıt ballarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile uçucu bileşenlerinin ve duyuşal özelliklerinin belirlendiği çalışmada, toplam 16 farklı uçucu bileşen belirlemiştir (4 aldehit, 3 furan, 2 alkol, 2

sülfürlü bileşik, 2 terpen, 1 alkan, 1 benzenik bileşik ve 1 keton). Hayıt ballarının ortak uçucu bileşenlerinin dimetil sülfid, oktan, nonanal, 2-furankarboksaldehit, 2-etil-1-hegzanol, 1-(2-furanil)- etanon, benzaldehit, 5-metil-2-furankarboksaldehit ve benzenasetaldehit olduğu tüm hayıt ballarında benzenasetaldehit en fazla bulunan uçucu bileşen olup ardından benzaldehit ve 2- furankarboksaldehit gelmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda hayıt ballarında çiçeğimsi, meyvemsi, karamelimsi, acı badem, fermente, hayvanımsı, baharatımsı, vaksımsı ve odunumsu koku karakteri, tatlı ve ekşi tat karakterleri ile burukluk ağız hissi algılanmıştır.

2.9. Palinoloji Bilim Dalı

Polen ve sporları araştıran “Palinoloji” genç bir bilim dalıdır. İlk defa terimsel olarak 1944 yılında H. A. HYDE tarafından kullanılmıştır. Bu konuda önemli çalışmaları 1916’lı yıllarda Von POST adlı bilim insanının çalışmalarında görülür. Daha sonra bu bilim insanının çalışmalarını İversen, Faegri, Erdtman ve Wodehouse takip etmiştir (Aytuğ, 1967).

Palinoloji birçok alanda kullanılmaktadır. Jeopalinoloji, Aeropalinoloji, Melissopalinojoloji, Güncel Palinoloji ve Adli Palinoloji başlıcalarıdır. Bal ile ilgili polen analizlerinde Güncel Palinoloji ile Melissopalinojoloji kullanılmaktadır.

Güncel Palinoloji: Günümüzde yaşayan bitkilere ait spor ve polenlerin incelenmesinde Güncel Palinolojik bilim dalından yararlanılmaktadır. Sistematik botaniğe katkı sağlamaktadır. Başlıca iki yöntemle polenleri inceler. Bu yöntemler Wodehouse yöntemi ve Asetoliz (Erdtman) yöntemidir. Her iki yöntemin biri birine göre kullanım yönü ve avantajları bulunmaktadır. Wodehouse Yöntemi daha basit, pratik ve daha az kimyasal kullanılmaktadır. Aseteoliz yönteminde ise daha kapsamlı morfolojik görüntüler elde edilebilmektedir.

Melissopalinojoloji: Baldaki polen ve sporları inceleyen bir bilim dalıdır. Bitkilerdeki polenler arılar tarafından kovana taşındığı gibi bala da karışabilir. Bala karışan bu polen, balın kalitesine etkileyen faktörlerden biridir. Baldaki polenlerle: balın coğrafik kökeni, botanik menşei, aroma ve lezzeti konusunda fikir edinilmektedir. Diğer taraftan zehir ihtiva eden bitkilerden üretilen ballar tüketiciye ulaşması önlenemez. Arısız bal üretimi olarak tabir edilen hileli ballarda polen olmayacağı için hile yapıp yapılmadığı konuda fikir edinilebilmektedir. Balların polen içerikleri farklı yörelerde değiştiği gibi aynı yöre içinde bile farklılık olabileceği akıldan çıkarılmamalıdır.

Ülkemizde polen morfolojileri üzerinde ilk araştırmaları Aytuğ (1967) açık tohumlu çiçeklerin polenleri üzerinde yapılmıştır. 1971 yılında gene aynı araştırmacı tarafından

İstanbul bölgesindeki taksonların polen atlasları yayınlanmıştır. Söz konusu çalışmalarda bilimsel terimler İngilizce ve Fransızca olarak kaleme alınmıştır. Sonraki yıllarda bu konularda yayınlanmış makalelerde Aytuğ (1967, 1971) terimleri kullanılmıştır (Karlıoğlu vd., 2020).

Melissopalinojik analizler için koloninin 5 km çapında bulunan bitkilerden Güncel Palinolojik yöntemlerle preparatlar oluşturulur. Polenlerden elde edilen preparatlar ile baldan elde edilen polen preparatlarındaki morfolojik görüntüler karşılaştırılır. Böylece arının temas ettiği bitki taksonları tespit edilir.

Güncel Palinolojik yöntemlerle bitkilerdeki reçine ve yağ tabakaları yok edilerek incelenirken; baldaki polenlerin neden direk boyanarak incelendiği konusunda yapılan literatür araştırmasında: Polen, arının kursak ile mide arasındaki ozmotik basınçtan dolayı polenin gözenekleri açılarak protoplazmasının serbest hale geçebildiği belirtilmektedir. Polen sindirimi üzerine diğer bir mekanizma: proteaz özelliği taşıyan enzimlerin ekzin tabakasındaki gözenekleri açarak protoplazmanın dışarı çıkarmasıdır. Arı ekmeğindeki polenlerin ise balda bulunan enzimler sayesinde gene ekzin tabakasındaki gözeneklerin açıldığı belirtilmiştir. Bazı bitkilerin (mısır gibi) polenleri arının orta bağırsağında bozulmadan kaldığı da ifade edilmiştir (Moritz vd., 1987).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

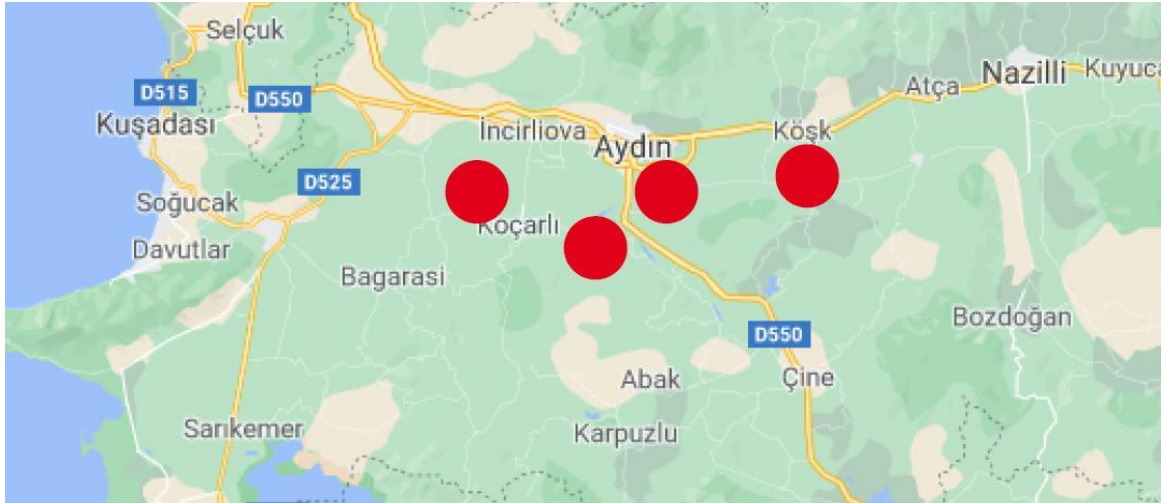
3.1.1. Arı materyali

Araştırmanın arı materyalini TAGEM Projesi kapsamında hazırlanan *Apis mellifera anotoliaca-Ege ekotipi*'ne ait 32 adet paket koloniden oluşmuştur.

Bu araştırmanın tüm laboratuvar çalışmaları Aydın ADÜ Ziraat Fakültesi Arı ve İpekböceği Uygulama ve Araştırma Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Araştırma alanları ve koloni durumu

Kolonilerin kovanları ahşap Langstroth tipinde olup plastik çekmecesini olan delikli polen tuzaklarından oluşmaktadır. ADÜ Kampüsünde 20 koloni; Dalama-Cephanelik mevkiinde 8 koloni, Köşk-Ovaköy 4 koloni ve Koçarlı-Gaffarlar'da 4 koloni olmak üzere toplam 36 koloniden oluşmaktadır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Araştırma için yararlanılan lokasyonlar

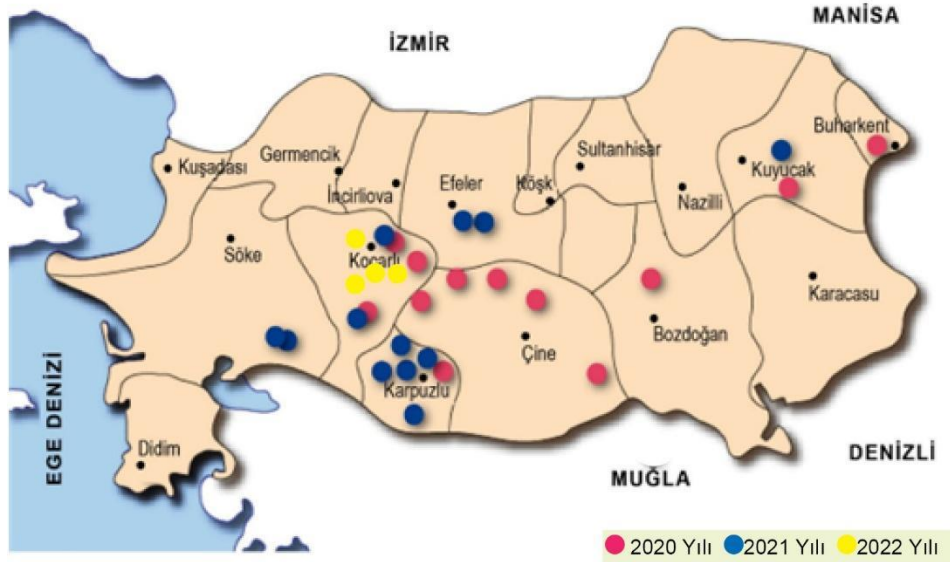
Uçak Koç ve Karacaoğlu (2016)'nın hayıt bitkisinin çiçeklendiği fenolojik dönemde Aydın'ın Çine, Karpuzlu, Koçarlı ve Efeler ilçelerinde belirli alanlarında hayıt balı üretildiğini belirtilmektedir. Bu sebeple araştırmanın bitki gözlem çalışmaları bu alanlarda

yürütülmüştür. Hayıt bitki topluluğunun yoğun olarak bulunduğu Koçarlı-Gaffarlar köyü konvansiyonel tarım alanları dışında olup 504 rakımlı bir dağ köyüdür.

Araştırma alanlarındaki kolonilerin uçuş alanı içindeki bitkilerin polen hücrelerinden referans preparatlar oluşturulmuştur. Bu preparatlar ile ileride polen peletleri ve bal numuneleri içindeki polen hücrelerinin bitki menşeleri tespit çalışmalarında yararlanılmıştır. Bu bitkilere ulaşmanın mümkün olmadığı dönemlerde ihtiyaç olabileceği düşüncesiyle de herbaryum örnekleri hazırlanmıştır.

3.1.3. Araştırma bal örnekleri

Araştırma alanlarına yerleştirilen kolonilerden üretilen bal örneklerinin yanı sıra hayıt balı ürettiği iddia eden üreticilerden de toplam 24 adet hayıt balı numunesi temin edilmiştir. Bu numunelerin üretim yılı, etiket kodu, coğrafik orijini ve üretici bilgileri etiketlenerek 250cc'lik cam kavanozlarda buzdolabında muhafaza edilmiştir. Söz konusu bal numuneleri ilişkin bilgiler Çizelge 3.1.'de verilmiş olup, Aydın ili haritası üzerine de işlenmiştir (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Bal örneklerinin coğrafik orijinlerinin yıllara göre dağılımı

Çizelge 3.1. Haytın çiçeklenme döneminde hasadı yapılan bal örnekleri

Üretim Yılı	Etiket	Coğrafik Orijini
2020	3	Kuyucak-Gencelli (Önder)
2020	12	Aydın-Gencelli
2020	9	Koçarlı-Gaffarlar / (Dikmen)
2020	16	Koçarlı-Gaffarlar
2020	8	Aydın
2021	A21	Koçarlı-Gaffarlar / (Dikmen)
2021	A2	Karpuzlu-Akçaabat
2021	A6	Efeler-Tepeköy
2021	A5	Koçarlı-Gaffarlar
2021	A4	Koçarlı-Gaffarlar
2021	A14	Karpuzlu-Tekeler
2021	A12	Karpuzlu-Tekeler
2021	A13	Koçarlı-Çakmar
2021	A7	Karpuzlu-Tekeler
2021	A10	Karpuzlu-Cumalar
2021	A8	Karpuzlu-Ömerler
2021	A3	Koçarlı- Akmescit
2021	A11	Karpuzlu-Tekeler
2021	A1	Söke-Çavdar
2021	A9	Karpuzlu-Tekeler
2022	A24	Koçarlı-Gaffarlar (ADÜ Son)
2022	A22	Koçarlı-Gaffarlar (Seyhan)
2022	A23	Koçarlı-Gaffarlar (ADÜ İlk)
2022	A25	Çakmar (ADÜ Kampüs)

Bu ballardaki polenlerin mikroskopik incelenmesi Balda Polen Analizi Yöntemi ile yapılmıştır (Lieux, 1972; Sorkun vd., 1984). Hazırlanan preparatlar araştırma süresince saklanmıştır. Leica DM750 modeli ışık mikroskobu ile preparatlardaki polen hücre morfolojileri görüntülenmiştir. Görüntüler Leica MC190 HD marka usb kamera ile bilgisayara aktarılarak Leica Application Suite versiyon 4.12 programı ile de fotoğraflama ve morfolojik değerlendirmeleri yapılmıştır.

3.1.4. Araştırma polen örnekleri

Araştırma alanlarında bulunan kolonilerin polen tuzaklarından 2021 yılı içinde aktif dönemde polen peletleri toplanmıştır (Çizelge 3.2.). Bir gün önceden kapatılan polen tuzaklarından elde edilen polenler ya günlük analizleri yapılmış ya da ileride kullanılmak üzere etiketlendirilerek 500cc'lik kavanozlarda derin dondurucuda saklanmıştır.

Çizelge 3.2. Kolonilerin polen tuzaklarından polen pelet numunelerinin alındığı tarihler ve lokasyonlar

Tarih	Lokasyon
30.03.2021	ADÜ Kampüs
13.04.2021	ADÜ Kampüs
17.04.2021	Dalama Cephanelik
07.07.2021	ADÜ Kampüs
14.07.2021	ADÜ Kampüs
30.07.2021	ADÜ Kampüs
03.08.2021	ADÜ Kampüs
17.03.2022	ADÜ Kampüs
12.06.2022	Gaffarlar ADÜ İlk
07-13.07.2021	Gaffarlar Kadir
28.07-18.08.2021	Gaffarlar Seyhan
06-21.07.2021	Gaffarlar Seyhan

Araştırma alanlarından elde edilen polen peletleri renklerine göre ayrılmıştır. Her bir renk polen peleti tarayıcıda taranarak Photoshop 21.0.3 versiyon programı ile RGB (Kırmızı, yeşil, mavi) renk kodları belirlenmiştir. Renklerine göre ayrılan polen peletleri Sawyer metoduna göre preparatları hazırlanmıştır. Bal örneklerinde olduğu gibi polen pelet preparatları, Leica DM750 modeli ışık mikroskopunda polen hücre morfolojileri görüntülenmiştir. Görüntüler Leica MC190 HD marka usb kamera ile bilgisayara aktararak Leica Application Suite versiyon 4.12 programı fotoğraflama ve morfolojik incelemeleri yapılmıştır. İncelemede polen peleti içindeki başat olan bitki polen hücresi yüzde oranları belirlenmiştir.



Resim 3.1. Gaffarlar köyünde yer alan arı kovanları

3.1.5. Araştırmada kullanılan alet ve malzemeler

Dijital tartı: Bal örneklerinin ağırlıklarını ölçmek için SAC31 Scaltec marka tartı kullanılmıştır. Tartı 0,0001 g duyarlılıktadır.

Santrifüj cihazı: Bal numuneleri içindeki polen hücrelerini 4000 rpm'de 30 dk. süre ile santrifüj etkisiyle çöktürmek için NF 400 santrifüj cihazı kullanılmıştır.

Isıtıcı tabla: Preparat üzerindeki gliserinli bazik fuksin boyasını 40 °C'de eritmek için MK 350 hotplate cihazı kullanılmıştır.

Işık mikroskobu: Preparat üzerindeki polen hücre morfolojilerini incelemek için Leica DM750 ışık mikroskobu ve bu görüntüleri bilgisayarda aktarmak amacıyla bu mikroskop üzerine monte edilmiş Leica MC190 HD usb kamera kullanılmıştır.

Gliserinli bazik fuksin: Polen hücrelerinin boyanması amacıyla kullanılmıştır.

Bilgisayar yazılımları: Bilgisayara aktarılan polen hücrelerinin morfolojilerine ilişkin incelemeler Leica Application Suite 4.12 yazılımı kullanılmıştır. Polen peletlerinin renk kodlarını belirlemek için Photoshop 21.0.3 sürümü bilgisayar programı kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Herbaryum hazırlanması

Araştırma bölgesindeki nektar ve polen kaynağı bitkilerden herbaryum örnekleri hazırlanmıştır. Herbaryumu hazırlanan bitkilerin taksonomisi, mevkisi ve toplanma tarihi bilgileri kayıt edilmiştir. Herbaryum örnekleri mümkün olduğu kadar bitkiyi temsil edecek şekilde yaprak, çiçek ve saplarıyla birlikte alınmıştır. Alınan örnekler kurutma kâğıdı arasında hafifçe preslenerek koruma altına alınmıştır (Resim 3.2).



Resim 3.2. Çiriş Otu (*Asphodelus albus*)

3.2.2. Bazik fuksinli gliserin jelin hazırlanması

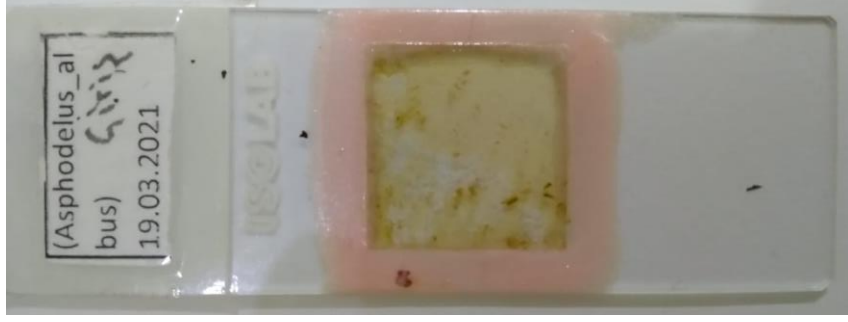
Fenol içeren glyserol jelatin, benmari usulü ile 80 °C sıcaklıkta petri kutusu içinde eritilmiştir. Eriyik madde içerisine polen hücrelerini boyamak için istenilen miktarda bazik fuksin ilave edilerek karıştırılmıştır. Benmariden alınan karışım soğutulularak ileride

kullanılmak üzere güneş ışığından uzakta, +2 ile +8 °C arasında muhafaza edilmiştir. Bazik fuksinin kimyasal yönüyle insan sağlığına zararları ve ciltte renk değişimi gibi olumsuzluklarından dolayı el değmeden kullanılmıştır. Bazik fuksin boyası fazla miktarda karışıma ilave edildiğinde polenlerdeki apertürler çok koyu boyandığı için mikroskopta net görüntü elde edilememektedir.

3.2.3. Bitkilerin referans polen preparatlarının hazırlanması

Araştırma bölgesindeki nektar ve polen kaynağı bitkilerin polen morfolojilerini görüntülemek için çiçeklenme döneminde referans polen preparatları hazırlanmıştır. Preparatların hazırlanmasında Wodehouse Yöntemi kullanılmıştır. Yöntem ile daha az kimyasal kullanılmakta ve kısa zamanda sonuç alınabilmektedir. Yöntemin amacı bitkinin polen hücreleri üzerindeki yağ ve reçineleri alkol vasıtasıyla uzaklaştırmaktır. Daha sonra polen hücrelerini lam üzerine düşürüp bazik fuksinli gliserinli jel ile boyayarak ışık mikroskobunda görünür hale getirmektir.

Bitkilere ait çiçeklerin taç ve çanak yaprakları ince uçlu bıçak veya cımbız vasıtasıyla uzaklaştırılmıştır. Elde edilen anter ve polen parçacıkları 10 ml'lik temiz tüplere alınmıştır. Tüp içindeki anter ve polenlerin üzerine bir miktar çıkacak kadar % 96 etil alkol ilave edilmiş, 5-6 dakika kadar bekleme süresi içinde birkaç defa çalkalanarak da fiziksel olarak anter içindeki polenlerin dışarı çıkması sağlanır. Daha sonra tüpteki alkol bir enjektör vasıtasıyla uzaklaştırılmıştır. Tüpün dip kısmındaki çökelti ve katı kısım lam üzerine alınarak hafifçe yayılmıştır. Lam, 4-5 dakika kadar 30-35 °C'de hotplate üzerine bekletilerek kalan alkol de uçurulmuştur. Bitkiye ait katı parçacıklar lam üzerinden manuel uzaklaştırılarak lam üzerinde bir sıvının kuruyarak lekeli kalmış gibi görünen kısım görüntüsünü almaya çalıştığımız polen hücrelerinin bulunduğu alandır. Bazik fuksinli gliserin jelden bir miktar alınarak lam üzerindeki lekeli kısma konulur. Hazırlanan lam üzerindeki bazik fuksinli gliserin jel 35-40° C'deki hotplate üzerinde eriyince bir iğne vasıtasıyla yayılarak polen hücrelerinin boyanması sağlanmıştır. Lam üzerine lamel kapatılarak kenarları oje ile boyanmıştır. Lam üzerine bitki adı, örneğin alındığı tarih ve bölge bilgileri yazılmıştır (Resim 3.3.). Araştırma bölgesinden örneği alınan bitkilere ait polen hücresi morfolojileri bu yöntemle hazırlanmıştır (Ek 2).



Resim 3.3. Mikroskopik inceleme amaçlı hazırlanmış polen preparatı

Hazırlanmış olan preparatlar, ışık ve sıcaklık gibi çevresel faktörler tarafından etkilememesi için karanlık bir kutu içinde serin bir ortamda saklanmıştır.

3.2.4. Baldaki polenlerin mikroskopik incelenmesi

Baldaki polen hücrelerinin mikroskopik incelenebilmesi “Balda Polen Analizi Yöntemi” kullanılarak yapılmıştır (Lieux, 1972; Sorkun vd., 1984).

Bal, temiz bir kaşık yardımı ile iyice karıştırılıp, içeriğinin homojen bir biçimde dağılması sağlanmıştır. Bal donmuş ise 40 °C benmaride çözülüp karıştırılarak homojenliği sağlanmıştır. 50 ml’lik deney tüpüne içine 10 g bal SAC31 Scaltec marka tartı aleti ile tartılmış üzerine 20 ml. distile su ilave edilmiştir. Hazırlanan deney tüpü, 45° C’lik su banyosunda 5-10 dakika bekletilmiş daha sonra elle çalkalanarak NF 400 marka santrifüj cihazına yerleştirilmiştir.

Çözelti, santrifüj cihazında 30 dakika, 4000 rpm devirde santrifüj edildikten sonra tüpteki süpernatant dökülmüştür. Tüp kurutma kâğıdı üzerine ters kapatılarak fazla suyu uzaklaştırılmıştır. Steril iğne ucuna bir miktar (1-2 mm³ kadar) alınan gliserinli bazik fuksin tüp dibine gezdirilmiştir. Gliserinli bazik fuksin lam üzerine alınmıştır. Lam üzerindeki gliserinli bazik fuksin 40 °C deki MK 350 marka hotplate üzerinde eritilerek iğne yardımıyla homojen bir şekilde yayılmıştır. Daha sonra üzerine lamel kapatılmıştır.

Her numune 2 tekerrürle ışık mikroskopunda incelenmiştir. Her preparat sol üst köşeden başlanılarak 200’ü bulana kadar polen sayımı yapılmıştır. İki preparatın sayım sonuçlarının ortalamaları alınarak yüzde hesabı ile polenlerin dominant (\geq % 45), sekonder (%16-44), minör (%3-15) ve eser (<%3) miktarları hesaplanmıştır (Sorkun vd., 1984).

3.2.5. Bal arılarının polen sepetlerindeki ve kolonilerin polen tepsilerindeki polen peletlerinin incelenmesi

Bal arısının polen topladığı bitki üzerinde iken yakalanıp arka bacağındaki polen ve/veya kolonilere ait polen tepsilerindeki polenler toplanmıştır. Beş adet polen peleti 10 ml tüp içine alınıp üzerine % 0,7'lik 1 ml fizyolojik su ilave edilerek karıştırıcıda karıştırılmıştır. Karışımdan pipet vasıtasıyla lam üzerine bir damla damlatılarak kuruması beklenmiştir. Gliserinli bazik füksinli jel ile boyanarak ışık mikroskopunda incelenmiştir.

3.2.6. Polenlerin renklerinin değerlendirilmesi

Kolonideki polen tuzaklarından toplanan polen peletleri renklerine göre ayrılmıştır (Resim 3.4.).

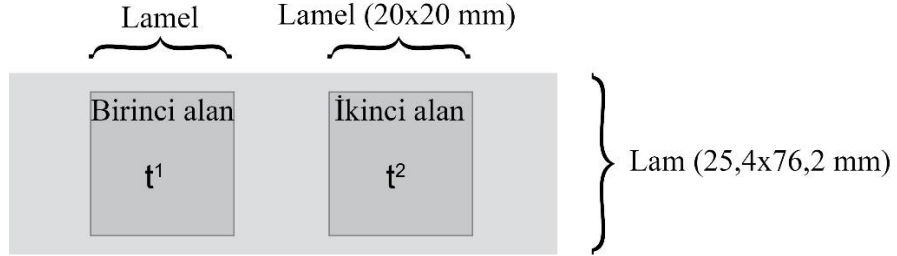


Resim 3.4. Renklerine göre ayrılmış polen peletleri

Polenlerin peletleri bilgisayara bağlı tarayıcıdan taranmış daha sonra Photoshop 21.0.3 sürümü bilgisayar programı kullanılarak RGB renk kodları belirlenmiştir. Tespit edilen renk kodu ile elimizdeki polen peletinin rengi gözle kontrol edilerek renk düzeltilmesi gerekiyor ise yapılmıştır.

3.2.7. İstatistik değerlendirme

Araştırma kapsamındaki bal numunelerinden hazırlanan her bir preparat 2 tekerrürle incelenmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Balda polen analizi için hazırlanan preparatın görünümü

Preparat üzerindeki tarama alanları sol üst köşeden başlanılarak 200'ü bulana kadar polenlerin sayımı yapılmıştır. Her iki alandaki aynı bitkiye ait sayım ortalamaları alınarak bitkilerin polen hücre sayısı belirlenmiştir.

a, b, c, = bitki türleri

$t_a^1, t_b^1, t_c^1, \dots = 1$ nolu tarama alanındaki bitki türlerine ait polen hücre sayısı

$t_a^2, t_b^2, t_c^2, \dots = 2$ nolu tarama alanındaki bitki türlerine ait polen hücre sayısı

$$a \text{ bitki türlerine ait polen hücre sayısı} = \frac{t_a^1 + t_a^2}{2}$$

Her bir bitkiye ait polen hücresi sayısının yüzde oranına göre dominant ($\geq 45\%$), sekonder ($16-44\%$), minör ($3-15\%$) ve eser ($< 3\%$) olarak değerlendirilmiştir (Sorkun vd., 1984). Verilerin istatistik analizlerinde SPSS 22.0 paket programı kullanılmıştır (IBM SPSS, 2013).

4. BULGULAR

4.1. Araştırma alanlarındaki referans preparatı hazırlanan bitkiler

Bal arısı (*Apis mellifera anatoliaca*) kolonilerin uçuş alanı içindeki bitkiler 09.03.2021 ile 20.08.2021 tarihleri arasında tespit edilmiştir. Tespiti yapılan bitkilerin türleri, Türkçe-Latince isimleri, familyaları ve numunelerin alındığı tarih ve bölgeleri Çizelge 4.1.'de görülmektedir. Bu bitkilerin çiçeklerinden elde edilen polen hücrelerine ilişkin morfolojik görüntüleri Ekler 2'de bulunmaktadır.

Çizelge 4.1. Araştırma alanlarındaki referans preparatı hazırlanan bitkiler

Familya	Bitki Türü	Bitkinin Türkçe Adı	Numune Tarihi	Araştırma Bölgeleri
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Kara Hindiba	19.03.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Anthemis cotula</i>	Beyaz papatya	19.03.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Silybum marianum</i>	Deve dikenini	18.04.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Achillea ageratum</i>	Dülger Otu	23.04.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Achillea millefolium L.</i>	Civan Perçem	02.06.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Helianthus annuus</i>	Ayçiçeği	07.07.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Centaurea solstitialis</i>	Çakır dikenini	15.07.2021	Koçarlı-Gaffarlar
	<i>Scolymus maculatus L.</i>	Altın Sarı dikenini	15.07.2021	Koçarlı-Gaffarlar
Bignoniaceae	<i>Catalpa bignonioides</i>	Katalpa	25.05.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Heliotropium dolosum</i>	Banbul otu	20.08.2021	Koçarlı-Gaffarlar
	<i>Alkanna tinctoria</i>	Hava civa otu	01.04.2021	ADÜ Kampüs
Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i>	Yabani Hardal	15.04.2021	Dalama-Cephanelik
	<i>Brassica</i>	Turp otu	15.04.2021	Dalama-Cephanelik
Cactaceae	<i>Cactaceae L.</i>	Kaktüs	02.06.2021	ADÜ Kampüs
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>	Tarla Sarmaşığı	07.07.2021	ADÜ Kampüs
Fabaceae	<i>Vicia sativa L.</i>	Yabani Fiğ	18.04.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Beyaz Akasya	23.04.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Albizia julibrissin</i>	Gül ibrişim	02.06.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Sophora japonica</i>	Sofora	07.07.2021	ADÜ Kampüs

Çizelge 4.1. Araştırma alanlarındaki referans preparatı hazırlanan bitkiler (devam)

Familya	Bitki Türü	Bitkinin Türkçe Adı	Numune Tarihi	Araştırma Bölgeleri
<i>Lamiaceae</i>	<i>Lamium Album</i>	Ballıbaba	09.03.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Biberiye	19.03.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Thymus Serpyllum</i>	Kekik	23.04.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Lavandula officinalis</i>	Lavanta	23.04.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Vitex agnus-castus</i>	Hayıt	12.07.2021	Koçarlı-Gaffarlar
	<i>Lavandula stoechas</i>	Kargan	15.07.2021	Koçarlı-Gaffarlar
<i>Lauraceae</i>	<i>Laurus nobilis</i>	Defne	19.03.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Punica granatum L.</i>	Nar	02.06.2021	ADÜ Kampüs
<i>Malvaceae</i>	<i>Hibiscus syriacus</i>	Gül Hatmi	02.06.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Gossypium hirsutum</i>	Pamuk	03.08.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Malva sylvestris</i>	Ebegümeçi	14.04.2021	Dalama-Cephanelik
<i>Myrtaceae</i>	<i>Callistemon citrinus</i>	Fırça Çiçeği	23.04.2021	ADÜ Kampüs
<i>Oleaceae</i>	<i>Jasminum officinale L.</i>	Yasemin	23.04.2021	ADÜ Kampüs
<i>Orchidaceae</i>	<i>Orchis morio</i>	Salep	01.04.2021	ADÜ Kampüs
<i>Poaceae</i>	<i>Zea mays L.</i>	Mısır	19.07.2021	ADÜ Kampüs
<i>Ranunculaceae</i>	<i>Anemone coronaria</i>	Taçlı Dağ Lalesi	09.03.2021	ADÜ Kampüs
<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus dulcis</i>	Badem	19.03.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Prunus cerasifera</i>	Kırmızı Yapraklı Erik	20.03.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Pyrus elaeagnifolia</i>	Ahlat	26.03.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Prunus domestica L.</i>	Erik Papaz	26.03.2021	ADÜ Kampüs
	<i>Fragaria ananassa</i>	Çilek	01.05.2021	Köşk-Ovaköy
<i>Rubiaceae</i>	<i>Galium verum</i>	Hakiki yoğurt	23.06.2021	ADÜ Kampüs
<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus reticulata</i>	Mandalina	01.05.2021	Köşk-Ovaköy
<i>Sapindaceae</i>	<i>Acer platanoides L.</i>	Akçaağaç	09.03.2021	ADÜ Kampüs
<i>Verbenaceae</i>	<i>Verbascum thapsus</i>	Sığır kuyruğu	15.07.2021	Koçarlı-Gaffarlar
<i>Xanthorrhoeaceae</i>	<i>Asphodelus albus</i>	Çiriş otu	19.03.2021	ADÜ Kampüs

Araştırma alanlarındaki referans preparatı hazırlanan bitkiler incelendiğinde; 20 familyaya ait 45 bitki türü tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.).

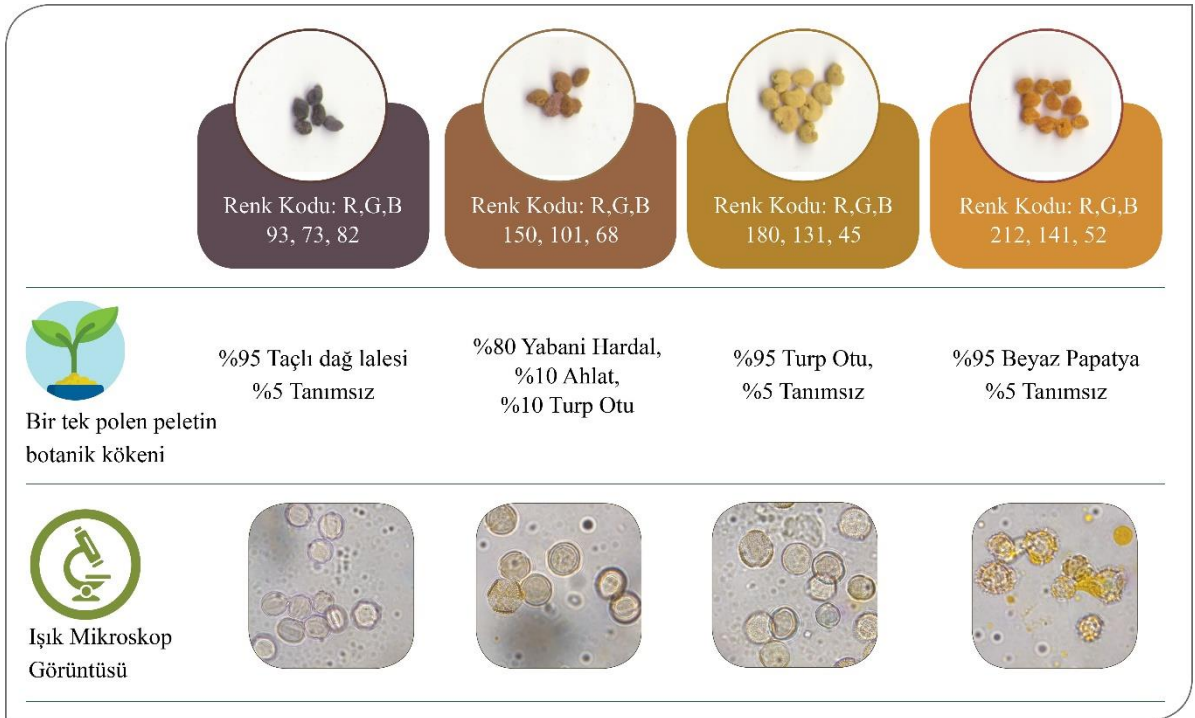
Bu çalışma, 2021 yılı Mart ayında başlayan ADÜ Kampüsünde: *Asteraceae* familyasına ait Kara Hindiba (*Taraxacum officinale*), Beyaz papatya (*Anthemis cotula*), Deve

dikeni (*Silybum marianum*), Dülger Otu (*Achillea ageratum*), Civan Perçem (*Achillea millefolium* L) ve Ayçiçeği (*Helianthus annuus*); *Bignoniaceae* familyasına ait Katalpa (*Catalpa bignonioides*) ve Hava civa otu (*Alkanna tinctoria*); *Cactaceae* familyasına ait Kaktüs (*Cactaceae* L.); *Convolvulaceae* familyasına ait Tarla Sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*); *Fabaceae* familyasına ait Yabani Fiğ (*Vicia sativa* L.), Beyaz Akasya (*Robinia pseudoacacia*), Gül ibrişim (*Albizia julibrissin*) ve Sofora (*Sophora japonica*); *Lamiaceae* familyasına ait Ballıbaba (*Lamium Album*), Biberiye (*Rosmarinus officinalis*), Yabani Kekik (*Thymus Serpyllum*) ve Lavanta (*Lavandula officinalis*); *Lauraceae* familyasına ait Defne (*Laurus nobilis*); *Lythraceae* familyasına ait Nar (*Punica granatum* L.); *Malvaceae* familyasına ait Gül Hatmi (*Hibiscus syriacus*) ve Pamuk (*Gossypium hirsutum*); *Myrtaceae* familyasına ait Fırça Çiçeği (*Callistemon citrinus*); *Oleaceae* familyasına ait Yasemin (*Jasminum officinale* L.); *Orchidaceae* familyasına ait Salep (*Orchis morio*); *Poaceae* familyasına ait Mısır (*Zea mays* L.); *Ranunculaceae* familyasına ait Taçlı Dağ Lalesi (*Anemone coronaria*); *Rosaceae* familyasına ait Badem (*Prunus dulcis*), Kırmızı Yapraklı Erik (*Prunus cerasifera*), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*) ve Erik Papaz (*Prunus domestica* L.); *Rubiaceae* familyasına ait Hakiki yoğurt (*Galium verum*); *Sapindaceae* familyasına ait Akçaağaç (*Acer platanoides* L.); *Xanthorrhoeaceae* familyasına ait Çiriş otu (*Asphodelus albus*) olmak üzere 18 familya ait 34 bitkiden tespit edilerek referans preparatlar elde edilmiştir.

Çalışmada 20 Mart – 20 Nisan 2021 tarihleri arasında dört adet polen tuzaklı koloni yerleştirilen Dalama-Cephanelik alanından, *Malvaceae* familyasına ait Ebegümece (*Malva sylvestris*); *Brassicaceae* familyasına ait Turp otu (*Brassica*) ve Yabani Hardal (*Sinapis arvensis*) bitkilerinden 3 preparat elde edilmiştir. Köşk-Ovaköy 139 parselde, 15 Nisan – 30 Haziran 2021 tarihlerinde iki adet polen tuzaklı koloni yerleştirilmiş olan çilek ve narenciye tarımının yoğun olarak yapıldığı mono kültür tarım arazilerinden *Rosaceae* familyasına ait Çilek (*Fragaria ananassa*) ve *Rutaceae* familyasına ait Mandarin (*Citrus reticulata*) bitkilerinden 2 referans preparat elde edilmiştir. Ayrıca, Aydın ilinde 15 Haziran-30 Temmuz döneminde hayıt bitkisinin yoğun olduğu Koçarlı ilçesi Gaffarlar köyüne yerleştirilen 8 adet arı kolonisiyle bu bölgede: *Asteraceae* familyasına ait Çakır Dikeni (*Centaurea solstitialis*); Altın Sarı Diken (*Scolymus maculatus* L); *Boraginaceae* familyasına ait Banbul Otu (*Heliotropium dolosum*); *Lamiaceae* familyasına ait Hayıt (*Vitex agnus-castus*) ve Kargan (*Lavandula stoechas*); *Verbenaceae* familyasına ait Sığırkuyruğu (*Verbascum thapsus*) olmak üzere 4 familyaya ait 6 bitkiden referans preparatlar elde edilmiştir.

4.2. Kolonilerin polen tuzaklarından toplanan polen peletlerine ait özellikler

Araştırma alanlarındaki kolonilerin polen tuzakları bir gün önce kapatılmıştır. Ertesi gün polen peletleri toplanarak renklerine göre ayrılmış ve analizleri yapılmıştır. Polen peletleri uzun süre saklandığında ve/veya beklediğinde oluşabilecek renk bozulmalarına karşı analizler aynı gün içinde gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.1’de örnek olarak verilen Dalama yolu cephanelik mevkiindeki kolonilerin polen tuzaklarından toplanan (17/04/2021) polen peletlerine ait çalışma görünmektedir.



Şekil 4.1. Dalama yolu cephanelik mevkiindeki kolonilerin polen tuzaklarından toplanan (17/04/2021) polen peletlerine ait görüntüler

Şekil 4.1.’de renklerine göre ayrılan polen peletlerinin renk kodları, bir tek polen peletinin botanik kökeni ve bu peletlerden hazırlanan preparatlardaki polen hücrelerine ait morfolojik görüntüler bulunmaktadır. Örnekteki gibi yapılan tüm çalışmalar Çizelge 4.2.’de listelenmiştir.

Çizelge 4.2. Araştırma alanlarındaki kolonilerin polen tuzaklarından toplanan polen peletlerinin renk özellikleri, orijini ve oranı

Tarih	Lokasyonu	Renk Kodu			Bitki Orijini	%
		R	G	B		
30.03.2021	ADÜ Kampüs	173	72	56	Çiriş Otu	98
30.03.2021	ADÜ Kampüs	209	175	86	Hardal	85
30.03.2021	ADÜ Kampüs	164	140	88	Turp Otu	80
30.03.2021	ADÜ Kampüs	178	130	22	Turp Otu	90
13.04.2021	ADÜ Kampüs	149	69	64	Çiriş Otu	99
13.04.2021	ADÜ Kampüs	96	61	52	Taçlı Dağ Lalesi	95
13.04.2021	ADÜ Kampüs	164	118	37	Turp Otu	95
13.04.2021	ADÜ Kampüs	146	113	74	Yabani Hardal	90
17.04.2021	Dalama Cephanelik	212	141	52	Beyaz papatya	95
17.04.2021	Dalama Cephanelik	93	73	82	Taçlı Dağ Lalesi	95
17.04.2021	Dalama Cephanelik	180	131	45	Turp Otu	95
17.04.2021	Dalama Cephanelik	150	101	68	Yabani Hardal	80
07.07.2021	ADÜ Kampüs	223	181	163	Altın Dikeni	95
07.07.2021	ADÜ Kampüs	206	152	50	Ayçiçeği	95
07.07.2021	ADÜ Kampüs	193	174	102	Tanımsız Z	95
14.07.2021	ADÜ Kampüs	199	154	70	Kekik	70
14.07.2021	ADÜ Kampüs	190	104	25	Kekik	95
14.07.2021	ADÜ Kampüs	207	180	50	Mısır	97
30.07.2021	ADÜ Kampüs	189	119	35	Ayçiçeği	97
30.07.2021	ADÜ Kampüs	168	94	51	Dağ Kekigi	95
30.07.2021	ADÜ Kampüs	171	145	91	Hayıt	90
30.07.2021	ADÜ Kampüs	199	172	71	Kaktüs	98
03.08.2021	ADÜ Kampüs	202	129	51	Ayçiçeği	95
03.08.2021	ADÜ Kampüs	220	197	156	Hayıt	95
03.08.2021	ADÜ Kampüs	209	194	99	Mısır	96
03.08.2021	ADÜ Kampüs	110	77	79	Sarı diken	99
17.03.2022	ADÜ Kampüs	181	184	85	Hardal	60
17.03.2022	ADÜ Kampüs	176	83	55	Papatya	95
17.03.2022	ADÜ Kampüs	76	56	48	Yabani Fiğ	97
12.06.2022	Gaffarlar ADÜ İlk	72	69	42	Boğa Dikeni	95
12.06.2022	Gaffarlar ADÜ İlk	149	52	25	Laden	99
12.06.2022	Gaffarlar ADÜ İlk	183	161	97	Hayıt	86
12.06.2022	Gaffarlar ADÜ İlk	201	204	103	Tanımsız WZ	90
07-13.07.21	Gaffarlar Kadir	181	162	113	Hayıt	96
07-13.07.21	Gaffarlar Kadir	176	126	43	Mısır	95
07-13.07.21	Gaffarlar Kadir	131	109	53	Tanımsız W	99
28.07-18.08.21	Gaffarlar Seyhan	201	149	36	Altın Dikeni	95
28.07-18.08.21	Gaffarlar Seyhan	185	153	104	Hayıt	95
28.07-18.08.21	Gaffarlar Seyhan	155	80	40	Mısır	95
28.07-18.08.21	Gaffarlar Seyhan	204	196	103	Tanımsız Y	96
06-21.07.21	Gaffarlar Seyhan	201	149	36	Altın Dikeni	95
06-21.07.21	Gaffarlar Seyhan	117	103	80	Deve dikeni	95
06-21.07.21	Gaffarlar Seyhan	148	115	42	Mısır	96
06-21.07.21	Gaffarlar Seyhan	204	192	103	Tanımsız Q	95

Çizelge 4.2.'deki tüm polen peletleri içeriğindeki başat olan bitki polen hücre ortalaması % 92,80±7,57 tespit edilmiştir. Çizelgedeki hayıt bitkisine ait polen peletlerinde RGB renk aralıkları sırasıyla 220, 197, 156 ile 171, 145, 91 olduğu görülmektedir.

4.3. Hayıt balının polen içeriği

Araştırma kapsamındaki bal numunelerinden hazırlanan preparatlardaki polen analizlerinde 18 familyaya ait 24 bitki teşhis edilmiştir (Çizelge 4.3). Teşhisi yapılan bitkilerin 5 adedi konvansiyonel olarak üretilen ayçiçeği, yemeklik soğan, susam, mısır ve kestane bitkisine ait iken, diğer 18 adedi doğada kendiliğinden yetişen boğa dikeni, çakır dikeni, sarı diken, deligöz dikeni, deve dikeni, pembe-beyaz çiçekli laden, tarla sarmaşığı, püren, okaliptüs, yabani fiğ, ıtır çiçeği, yabani kekik, karabaş otu, söğüt, sığır kuyruğu, it üzümü, banbulotu ve hayıt bitkilerinden oluşmaktadır.

Çizelge 4.3. Bal numunelerinde polen analizi sonucu belirlenen bitki türleri

Familya	Bitki Türü	Bitkinin Türkçe Adı
<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Allium cepa</i>	Yemeklik soğan
<i>Apiaceae</i>	<i>Eryngium campestre</i>	Boğa dikeni
<i>Asteraceae</i>	<i>Centaurea solstitialis</i>	Çakır dikeni
	<i>Scolymus hispanicus</i>	Sarı diken
	<i>Centaurea iberica</i>	Deligöz dikeni
	<i>Onopordum spp.</i>	Deve dikeni
	<i>Helianthus annuus</i>	Ayçiçeği
<i>Cistaceae</i>	<i>Cistus creticus L.</i>	Pembe çiçekli laden
	<i>Cistus salvifolius L.</i>	Beyaz çiçekli laden
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>	Tarla sarmaşığı
<i>Ericaceae</i>	<i>Erica manipuliiflora</i>	Püren
<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Okaliptüs
<i>Fabaceae</i>	<i>Vicia spp.</i>	Yabani Fiğ
	<i>Castanea sativa</i>	Kestane
<i>Geraniaceae</i>	<i>Geranium dissectum</i>	İtır çiçeği
<i>Heliotropium</i>	<i>Heliotropium dolosum</i>	Banbul Otu
<i>Labiatae</i>	<i>Thymus onites</i>	Yabani kekik
<i>Lamiaceae</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	Karabaş otu
<i>Pedaliaceae</i>	<i>Sesamum indicum</i>	Susam
<i>Poaceae</i>	<i>Zea mays</i>	Mısır
<i>Salicaceae</i>	<i>Salix triandra</i>	Söğüt
<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Verbascum phlomoides</i>	Sığır kuyruğu
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum nigrum</i>	İt üzümü
<i>Verbenaceae</i>	<i>Vitex agnus-castus</i>	Hayıt

Numune olarak alınan balların üretim yılı, etiket kodu, coğrafik orijini ve bu orijinlerde tespiti yapılan bitki polen hücrelerinin yüzdeleri Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4 incelendiğinde, 2020 yılı bal örneklerinde hayıt poleni % 9,74-57,80 arasında değişmiştir. Hayıt polenin yanı sıra kekik, laden, boğa dikeni, çakır dikeni ve deve dikeni polenleri eser ve minör seviyede tespit edilmiştir. Bol polenli bir bitki olan sığır kuyruğu 2020 yılı bal örneklerinde % 9-25 arasında tespit edilmiştir.

2021 yılında üretilen bal örneklerinde ise, hayıt poleni % 0,68-33,90 arasında değişirken, yine kekik poleni % 1,36-37,5 arasında değişmiş hemen tüm ballarda sığır kuyruğu, deve dikeni çakır dikeni polenleri minör seviyede tespit edilmiştir. 2022 yılında ise Koçarlı Gaffarlar hayıt alanına götürülen ve bir kabarmış boş çerçeve verilen kovandan alınan bal örneğinde % 49,09 oranında hayıt poleni saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Üretim yılı ve coğrafik orijinine göre sınıflandırılan balların içerdiği polen hücrelerini oluşturan bitki türlerinin oransal dağılımı (%)

Üretim Yılı	Etiket	Coğrafik Orijini	Hayıt	Kekik	Laden	Boğa diken	Püren	Sığır kuyruğu	Çakır diken	Altın Sarı diken	Karabaş otu	Deligöz diken	Deve diken	Kestane	At kestanesi	Susam	Mısır	Ayçiçeği	Söğüt	Tarla Sarmaşık	Yemeklik soğan	Yabani Fiğ	İt üzümü	Okalipütis	İtr çiçeği	Tanimsız X	Tanimsız Y	Tanimsız Z	Tanimsız W				
2020	3	Kuyucak-Gencelli (Önder)	57,80	2,81		3,40		11,34	9,30			15,35																					
2020	12	Aydın-Gencelli	45,97		3,07			9,58		29,12			12,26																				
2020	9	Koçarlı-Gaffarlar / (Dikmen)	18,30	2,87	16,89	2,82	2,81	25,34		3,05			12,62													15,30							
2020	16	Koçarlı-Gaffarlar	12,50	35,71		4,29		17,14		2,86			14,29																13,21				
2020	8	Aydın (ticari)	9,74					20,31	3,05	2,78			4,06				3,05									57,01							
2021	A21	Koçarlı-Gaffarlar / (Dikmen)	33,90					12,46	5,08	9,65		5,65	7,62												3,22					22,42			
2021	A2	Karpuzlu-Akçaabat	11,43	37,50	6,25			15,63		3,13			3,13				12,50										10,44						
2021	A6	Efeler-Tepeköy	8,16	2,04				4,08	6,12	12,24			12,26				8,16	14,29															
2021	A5	Koçarlı-Gaffarlar	3,95	16,95				11,30	16,90	5,65							28,25				11,30	5,70											
2021	A4	Koçarlı-Gaffarlar	3,57	35,71	28,57			10,70		3,58			7,14								10,73												
2021	A14	Karpuzlu-Tekeler	3,07	12,27		3,99		6,13		3,68			7,67				1,84				3,07			58,28									
2021	A12	Karpuzlu-Tekeler	3,06	1,70		3,40		3,28				1,65	1,72	76,78			6,80					1,61											
2021	A13	Koçarlı-Çakmar	2,86	28,57				0,41		32,65		8,16					4,08	16,33					6,94										
2021	A7	Karpuzlu-Tekeler	2,84	1,06				0,71		0,71			0,71	93,97																			
2021	A10	Karpuzlu-Cumalar	2,19	10,98				15,38		13,20			11,00								10,99	14,29	21,97										
2021	A8	Karpuzlu-Ömerler	1,96	9,80				13,07	3,27	6,54	9,81		13,05				9,80	13,07		9,90		9,73											
2021	A3	Koçarlı- Akmescit	1,19	1,38	0,60								0,20	95,63			0,60					0,40											
2021	A11	Karpuzlu-Tekeler	0,78	0,75				1,17		0,38			0,41	95,33			1,18																
2021	A1	Söke-Çavdar	0,76	0,25	0,51		0,25					0,25		94,66	1,27	0,25		0,51	0,76							0,51							
2021	A9	Karpuzlu-Tekeler	0,68	1,36	1,37			1,35						95,24																			
2022	A24	Koçarlı-Gaffarlar (ADÜ Son)	49,09	43,64																						7,27							
2022	A22	Koçarlı-Gaffarlar (Seyhan)	48,28			6,90							31,03													13,79							
2022	A23	Koçarlı-Gaffarlar (ADÜ İlk)	12,86	15,72	51,42	14,29		2,86					2,85																				
2022	A25	Çakmar (ADÜ Kampüs)	7,41	18,52		14,81		3,70	7,41	29,63			3,70				11,11	3,71															

TGK Bal Tebliğinde “Botanik Kaynağı Belirtilmiş Balların Minimum Polen İçeriği” bölümünde hayıt balı için en az % 45, kestane için en az % 70 polen olması gerektiği ifade edilmektedir. Bu çalışmada, Kuyucak-Gencelli % 57,80, Koçarlı-Gaffarlar ADÜ % 49,09, Koçarlı-Gaffarlar Seyhan % 48,28, Aydın-Gencelli % 45,97 hayıt poleni oranıyla hayıt balı tanımına uyduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4.).

Kestane balı olarak, %76,78 kestane polen oranıyla 2021/A12 kodlu Tekeler, % 93,97 kestane polen oranıyla 2021/A7 kodlu Tekeler, % 94,66 kestane polen oranıyla 2021/A1 kodlu Söke-Çavdar, % 95,24 kestane polen oranıyla 2021/A9 kodlu Tekeler, % 95,33 kestane polen oranıyla 2021/A11 kodlu Tekeler, % 95,63 kestane polen oranıyla 2021/A3 kodlu Koçarlı- Akmescit etiketli ballar kestane balı tanımına uyduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4.).



Şekil 4.2. Aydın ilinde hayıt balı üretimi yapılan alanlar

2022 yılına ait bal numunelerinde hayıt poleni ortalaması $X_{ort} = \% 29,41 \pm 10,01$ iken 2021 yılına ait bal numunelerinde hayıt poleni ortalaması $X_{ort} = \% 5,36 \pm 2,17$, 2020 yılı için hayıt polen ortalaması $X_{ort} = \% 28,86 \pm 9,68$ olarak tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA

Hayıt, Akdeniz ikliminin egemen olduğu coğrafyalarda yaygın olarak bulunan bir bitkidir (Kayacık, 1966; Anonim, 1991). Hayıt bitkisi, yazılı tarihin başlangıcından bu yana insan ve çiftlik hayvanlarının sağaltılmasından, parazitlerden arındırılmasına kadar yaygın bir biçimde kullanılmıştır (Selvi vd. 2011; Zahid vd. 2016). Tüm bunlara karşın hayıt balı üretimi ve tüketimine ilişkin hemen hiçbir bilgi bulunmamaktadır. Hayıt bitkisinin konu ile ilgili literatürde ballı bitkiler arasında yer almaması bunun en önemli nedenidir.

Bu çalışmada, araştırma lokasyonlarına ait Meteoroloji Aydın Şube Müdürlüğünden elde edilen 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait aylık sıcaklık ve yağış ortalamaları incelendiğinde, hayıt bitkisinin nektar vermeye başladığı haziran sonu temmuz ortası olarak alındığında bu aylardaki sıcaklıklar ortalama 28-30°C arasında değişmiştir. 2020 yılı, 2021 ve 2022 yılına göre daha kurak bir yıl olduğu, özellikle 2022 yılının haziran ayında (hayıt bitkisinin çiçeklenme öncesi ve başlangıcı) önceki iki yıla göre daha fazla yağış olduğu görülmektedir (Ekler 1b). Schweitzer vd. (2013)'nin Burkina Faso'da yaptığı çalışmada sıcaklık, yağış ve rüzgâr hızı ile bal üretimi arasında pozitif bir korelasyon tespit etmişlerdir. Yapılan bir çalışmada, bitkilerin hem nektar hacminin hem çiçek boyutunun (korolla tüp uzunluğu) hem sıcaklık hem de su stresinden etkilendiği bildirilmiştir (Villarreal ve Freeman, 1990). Yıllara göre yağış miktarları ve bitkinin çiçeklenme zamanında sıcaklık, rüzgâr vb etkenlerin birçok bitkide olduğu gibi hayıt bitkisinde de nektar verimini etkilemektedir. Kolonilerini Aydın'da hayıt alanlarında konuşlandıran arıcılar, hayıt bitkisinin yeterli nektar vermediği yıllarda arı kolonilerini şeker şurubu ile beslediklerini bildirmişlerdir. 2020 yılının Eylül ayından başlayarak 2021 yılının mayıs ayına kadar geçen kurak dönemin hayıt bitkisinin nektar verimini olumsuz etkilediğini ve buna bağlı olarak kolonilerde yapılan beslemenin hasat edilen ballardaki hayıt polen oranını etkilediği düşünülmektedir. Çünkü, bu çalışmada, 2021 yılındaki ballarda polen oranı ortalama % 5,36 minör düzeyde olup diğer iki yıldan da (2022; %29,41 ve 2020; %28,8) oldukça düşüktür. Diğer taraftan bölgede yürütülen 18/AR-GE/14 no'lu TAGEM Projesi kapsamında, üç yıllık gözlemlerde, hayıtın bol miktarda nektar ürettiği 2020 ve 2022 yıllarında arıların daha fazla hayıt poleni topladığı gözlenmiştir.

Son yıllarda iklim değişikliğinin etkisinin artması ile birlikte, bu değişikliklerin arıcılığa etkileri de araştırma konusu olmuştur (Lautenbach vd., 2012). Bal arılarının adaptasyon

yeteneği iyi olmasına rağmen, gene de risk altında oldukları belirtilmektedir (Zokour ve Bienefeld, 2014). İklımsel değişikliklerin neden olduğu bitkilerdeki fenolojik dönemlerdeki değişiklikler takip edilerek kolonilerin yönetilmesinin uygun olacağı duşunlmektedir.

Gl (2016), İzmır-Torbalı lokasyonundan alındığı bildirilen balda polen analizlerinde hayıt polen oranını % 86, Gemici (1991)'nin İzmır yöresinden sağlandığı bildirilen bal örneklerinde hayıt polenlerini dominant (\geq % 45), Can vd. (2015) ise, bal numunelerinde hayıt polen oranlarını Aydın'dan gelen ballarda % 45, Karpuzlu'dan gelen ballarda % 53, Aydın-ine'den gelen ballarda % 61 ve Aydın'dan gelen ballarda % 47 ile dominant olarak tespit etmişlerdir. Bayram vd. (2020) ise, Aydın'dan sağladıkları ballarda hayıt polen oranını % 29.9; Altay (2018), Hatay ilinde üretilen ballarda hayıta ait polen oranlarını minör ($<$ % 3) olarak bildirmiştir. Bu çalışmada üreticilerden temin edilen 24 adet bal numunesindeki hayıt polen oranı % 0,68 ile % 57,80 arasında geniş bir varyasyon göstermiştir. Balda hayıt poleni ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunda hayıt poleni dominant (Gemici, 1991; Can, 2015; Gl, 2016) bulunurken, bu çalışmada sekonder olarak belirlenmiştir.

Bazı bitkiler arılar tarafından öncelikle nektar için ziyaret edilir. Bazı bitkiler nektar ve polen verdiklerinden nektar toplanırken polen de toplanır. Bazı bitkiler ise nektar üretmezler, polen kaynağı olarak ziyaret edilir. Örneğin, mısır, laden, yabani hardal vb. ya nektar vermezler ya da çok az verirler. Bu bitkilerin polen verimleri yüksektir. Bunu bitkilerin üzerinde polenleri gözlemleyerek ya da kovanların polen tuzaklarında görmek mümkündür. Bu çalışmada gerek polen tuzaklarından toplanan polen peleti örnekleri gerekse balda yapılan polen analizleri göstermiştir ki, hayıt bitkisi nektarlı bitkiler arasında yer alan polen verimi düşük bir bitkidir. Yıllara hatta yıl içinde aylara göre değişen yağış, sıcaklık durumları, hayıt bitkisinin bulunduğu lokasyon hayıt nektar verimini etkilemektedir. Hayıt nektar akımına bağlı olarak kolonilerde yapılan besleme de balda hayıt poleninin oransal olarak farklılık göstermesine neden olmaktadır.

Balda palinolojik yöntemlerde toplam numunenin bir alt örneğine dayanan preparatlarda gözden kaçan yığınsal küçük polenler olabileceği (Ohe vd., 2004) ifade edilmiş, Moar (1985)'da kekik (*Thymus vulgaris*) tarlasına bırakılan bal arısı kolonilerinin üretmiş olduğu baldaki polen oranını % 42 sonucunun kekik balında polen oranını yeterince temsil etmediği belirtilmiştir. Bu nedenle "Evrensel Minimum Limit" kavramı geliştirilmiştir. Bu kavramı uygulamak için Sawyer'in (1988) *Trifolium repens*'in Absolute Pollen Count (APC: 23.116)'si temel standart kabul edildiği bilgisinden yola çıkarak uzun hesaplamalar sonucunda *Thymus* için balda minimum polen oranının % 20 olması gerektiğini bildirilmiştir

(Moar, 1985). TKG'si "Botanik Kaynağı Belirtilmiş Balların Minimum Polen İçeriği" bölümünde *Thymus spp.*'ler için balda polen oranını % 10 olarak belirtilmiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre, kekik balında olduğu gibi hayıt balı içinde APC değerleri uygulanarak "Evrensel Minimum Limit" in tespit edilmesinin gerektiğine dikkat çekilmektedir. Bu konuda yapılacak daha çok sayıda bal örneği ile bu durum netleştirilebilir.

Bu çalışmada, Karpuzlu-Tekeler, Söke-Çavdar, Koçarlı-Akmescit lokasyonlarında kestane ağacı yoğun olduğundan bu yörelerde üretilen balların bir kısmında kestane polen hücreleri tespit edilmiştir. Yapılan görüşmelerde, arıcıların hayıt alanından önce arı kolonilerini farklı lokasyonlarda konakladıklarını belirtmişlerdir. Jaafar (2017) Lübnan'daki üretilen ballarda polen çeşitliliğinin baskın olmasının nedenini, gezgin arıcılık faaliyetleri olarak ifade etmektedir.

Lamiaceae, *Fabaceae*, *Asteraceae*, *Fagaceae* ve *Brassicaceae* familyasına ait polenler ülkemizde üretilen ballarda karşılaşılan taksonlar olduğu ifade edilmektedir (Gümüş vd., 1999). Bu çalışmadaki bal numunelerinde, *Fabaceae*, *Lamiaceae* ve *Asteraceae* familyalarıyla ilgili polenler tespit edilirken diğer iki familya *Brassicaceae* ve *Fagaceae*'lere ait polenlere rastlanılmamıştır. Çünkü hayıt balı üretim zaman aralığında Turpotugiller (*Brassicaceae*) yoğun olarak bulunmamakta olup, yine kayın ve meşe ağaçlarının (*Fagaceae*) çiçeklenme dönemi hayıt ile çakışmamaktadır.

Polen tuzağındaki peletlerde hayıt poleni gözlenen koloninin ballarında da hayıt polenleri görülmüştür. Nitekim, polen renk analizi ile Palinolojik analizler arasında güçlü bir korelasyon olduğu da ifade edilmiştir (Conti vd., 2016). Polen peletlerinin rengi bitki türü için ön bilgi verirken palinolojik analizlerle de teyit edilmesi uygun olacaktır. Bu çalışmada tüm polen peletleri içeriğindeki başat olan bitkiye ait polen hücresi ortalaması % 92,80±7,57 olarak tespit edilmiştir. Kratochwil vd. (1988)'nin bal arıları genelde bir çiçek arama davranışı (çiçek sadakati) gösterdiği ifadesi bu araştırmadaki gözlemlerle de uyumaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde yoğun gezgin arıcılık nedeniyle üretilen balların önemli bir kısmı karışım çiçek ballarıdır. Bununla birlikte daha az gezgin arıcılık yapılarak belirli yörelerde TB balları da üretilmektedir. Bunlardan biri de hayıt balıdır. Hayıt balı Ege Bölgesi'nde belirli alanlarda üretilmekte ve sevilerek tüketilmektedir. Hayıt balı kendine özgü tat ve aromaya sahiptir. Hayıt balı ile ilgili kapsamlı bir projenin içinde yer alan bu çalışma ile hayıt balı üretim alanlarındaki bal arılarının yararlandığı polen kaynakları ve hayıt alanlarında üretilen ballarda hayıt poleni düzeyi belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca ballarda mevcut diğer polen tür ve miktarları da belirlenmiştir.

Bu araştırmada Koçarlı-Gaffarlar, Karpuzlu-Akçaabat ve Kuyucak-Gencelli alanlarında üretilen ballarda hayıta ait polen oranları daha yüksek bulunmuştur. Tek bitki (TB) ballarında polen analizi önemli bir belirteçtir. Ancak bu araştırmada ballarda tespit edilen hayıt polen oranı geniş bir dağılım göstermiştir. Bu nedenle hayıta özgü fenolik ve aromatik bileşiklerinden yola çıkılarak hayıta ait TB olduğunu kanıtlayıcı analizlerin geliştirilmesi uygun olacaktır.

Ülkemiz dünya çam balı üretiminde ilk sırayı almaktadır. Yöremizin de içinde bulunduğu Ege Bölgesi Kızıl Çam alanlarında 5 ile 15 bin ton arası çam balı üretilmektedir. Son yıllardaki orman yangınlarından dolayı bu miktarın çok daha azalacağı bilinmektedir. Sürdürülebilir arıcılık için orman yangınlarının önüne geçilmesi gerektiği bir gerçektir.

Bal arıları, oluşturdukları Palinolojik ipuçları sayesinde gıda güvenliğine katkı sağlamaktadırlar. Balda teşhis edilen polenlerin çiçeklenme döneminden yola çıkılarak balın üretildiği zaman aralığını, baldaki bitki deseninden yola çıkılarak kolonilerin konumlandırıldığı coğrafyanın orijinini, baldaki polen oranından da mono veya multifloral bal üretimi konusunda üreticilere, araştırmacılara yol göstererek gıda güvenliğine katkı sağlamaktadırlar.

7. KAYNAKLAR

- Adamchuk, L. O. (2013). Shaping Level an Indicator of the Quality of Bee Pollen. *Beekeeping*, 6, 56–57.
- Alissandrakis, E., Daferera, D., Tarantilis, P. A., Polissiou, M., Harizanis, P. C. (2003). Ultrasound-Assisted Extraction of Volatile Compounds from Citrus Flowers and Citrus Honey. *Food Chemistry*, 82, 575–582.
- Altay, V., Karahan, P., Karahan, F., Öztürk, M. (2018). Pollen Analysis of Honey from Hatay/Turkey. *Biodicon*, 11(3), 209-222.
- Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Romandini, S., Bertoli, E., Battino, M. (2009). Contribution of Honey in Nutrition and Human Health: A Review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 3(1), 15-23.
- Amiot, M. J., Aubert, S., Gonnet, M., Tacchini, M. (1989). Phenolic Composition of Honey: Preliminary Study on Identification and Group Quantification. *Apidologie*, 20, 115–125.
- Anonim, (1991). *Ülkemizde bazı önemli orman tali ürünlerinin teşhis ve tanıtım kılavuzu*. Ankara: Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınevi.
- Arvanitoyannis, S., Chalhoub, C., Gotsiou, P., Lydakis-Simantiris, N., Kefalas, P. (2005). Novel Quality Control Methods in Conjunction With Chemometrics (Multivariate Analysis) for Detecting Honey Authenticity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45 (3), 193–203.
- Aston, D., Bucknall, S. (2004). *Plants and honey bees* (ss. 50-55). Hebdon Bridge: Northern Bee Books.
- Aytuğ, B. (1967). *Polen morfolojisi ve Türkiye'nin önemli gymnospermleri üzerinde palinolojik araştırmalar*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Barth, O. M., Freitas, A. S., Oliveira, É. S., Silva, R. A., Maester, F. M., Andrella, R. R., Cardozo, G. M. (2010). Evaluation of the Botanical Origin of Commercial Dry Bee Pollen Load Batches Using Pollen Analysis: A proposal for technical standardization. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82(4), 893-902.

- Baydar, H., Gürel, F. (1998). Antalya Doğal Florasında Bal Arısı (*Apis mellifera*)'nın Polen Toplama Aktivitesi, Polen Tercihi ve Farklı Polen Tiplerinin Morfolojik ve Kalite Özellikleri. *Turkish. Journal of Agriculture and Forestry*, 22(1998), 475–482.
- Bayram, N. E., Canlı, D., Gerçek, Y. C., Bayram, S., Çelik, S., Güzel, F., ... Öz, G. C. (2020). Macronutrient and Micronutrient Levels and Phenolic Compound Characteristics of Monofloral Honey Samples. *Journal of Food & Nutrition Research*, 59(4), 311–322.
- Baytop, T. (2007). *Türkçe bitki adları sözlüğü*. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Bertelli, D., Lolli, M., Papotti, G., Bortolotti, L., Serra, G., Plessi, M. (2010). Detection of Honey Adulteration by Sugar Syrups Using One-Dimensional and Two-Dimensional High-Resolution Nuclear Magnetic Resonance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(15), 8495–8501. doi: <https://doi.org/10.1021/jf101460t>.
- Bobis, O., Moise, A. R., Ballesteros, I., Reyes, E. S., Durán, S. S., Sánchez-Sánchez, J., ... Alvarez-Suarez, J. M. (2020). Eucalyptus Honey: Quality Parameters, Chemical Composition and Health-Promoting Properties. *Food Chemistry*, 325, 126870. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.126870
- Bogdanov, S. (2016). *The pollen book: Pollen collection, harvest, composition, quality*. Switzerland: Bee Product Science.
- Bogdanov, S., Lüllmann, C., Martin, P., Ohe, W.V.D., Russmann, H., Vorwoh, I. G., Oddo, L.P., Sabatini, A.G., Marcazzan G.L., Piro, R., Flamini, C., Morlot, M., Lhéritier, J., Borneck, R., Marioleas, P., Tsigouri, A., Kerkvliet, J., Ortiz, A., Ivanov, T., D'Arcy, B., Mossel, B. (1999). Honey Quality and International Regulatory Standards: Review by the International Honey Commission. *Bee World*, 80(2), 61-69. doi: 10.1080/0005772X.1999.11099428
- Bogdanov, S., Martin, P. (2002). Honey authenticity: A review. *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*, 93, 232–254.
- Bogdanov, S., Ruoff K., Oddo, L. P. (2004). Physico-Chemical Methods for the Characterisation of Unifloral Honeys: A Review. *Apidologie* 35, 4–17. doi: 10.1051/apido:2004047
- Borras, M. J., Domenech, E., Conchado, A., Escribe, I. (2015). Physicochemical Quality Parameters at the Reception of the Honey Packaging Process: Influence of Type of Honey, Year of Harvest, and Beekeeper. *Journal of Chemistry*, 2015, 1-6.

- Brown, B. A., Clegg, M. T. (1984). Influence of Flower Color Polymorphism on Genetic Transmission in A Natural Population of the Common Morning Glory: *Ipomoea Purpurea*. *Evolution*, 38, 796-803.
- Brunet, J., Thairu, M. W., Henss, J. M., Link, R. I., Kluever, J. A. (2015). Polen Ödül Olduğunda ve Bitkiler İki Eşli Olduğunda Çiçek, Çiçek Gösterimi ve Ödül Boyutlarının Yaban Arısı Arama Davranışı Üzerindeki Etkileri. *Uluslararası Bitki Bilimleri Dergisi*, 176 (9), 811-819.
- Can, Z., Yıldız, O., Şahin, H., Turumtay, E. A., Silici, S., Kolaylı, S. (2015). An Investigation of Turkish Honeys: Their Physico-Chemical Properties, Antioxidant Capacities and Phenolic Profiles. *Food Chemistry*, 180, 133-141.
- Consonni, R., Cagliani, L. R. (2015). Recent Developments in Honey Characterization. *RSC Advances*, 5, 59696–59714.
- Conti, I., Medrzycki, P., Grillenzoni, F. V., Corvucci, F., Tosi, S., Malagnini, V., Mariotti, M. G. (2016). Bal Arıları Tarafından Toplanan Polenlerin Çiçek Çeşitliliği (*Apis mellifera* L.) Kromatik Değerlendirme Yönteminin Doğrulanması. *Apikültürel Bilimler Dergisi*, (60), 209–220.
- Crane, E. (1990). *Bees and beekeeping: Science, practice and world resources*. Ithaca: Cornstock Public.
- Crane, E. (1999). Recent Research on the World History of Beekeeping. *Bee World*, 80(4), 174–186.
- Cuevas-Glory, L. F., Pino, J. A., Santiago, L. S., Sauri-Duch, E. (2007). A Review of Volatile Analytical Methods for Determining The Botanical Origin of Honey. *Food Chemistry*, 103(3), 1032-1043.
- Dadalı, C. (2021). Turkish Science and Technology Publishing (TURSTEP) Characterization of Volatile Compounds and Sensory Properties of Chaste (*Vitex agnus-castus* L.) Honeys. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(3), 621-631. doi: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i3.621-631.4165>
- Di Pasquale, G., Alaux, C., Le Conte, Y., Odoux, J. F., Pioz, M., Vaissière, B. E. (2016) Variations in the Availability of Pollen Resources Affect Honey Bee Health. *PLoS ONE*, 11(9), e0162818. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162818>

- Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, L. P., Decourtye, A., Kretzschmar A., Alaux, C. (2013). Influence of Pollen Nutrition on Honey Bee Health: do Pollen Quality and Diversity Matter. *PloS ONE*, 8(8), e72016.
- Erdoğan, Y., Dodoloğlu, A. (2005). Bal Arısı (*Apis mellifera l.*) Kolonilerinin Yaşamında Polenin Önemi. *Uludag Bee Journal*, 5(2), 79-84.
- Erdtman, G. (1952). *Pollen morphology and plant taxonomy (An introduction to palynology, I)*. Waltham: Chronica Botanica Company.
- Escrive, I., Sobrino-Gregorio, L., Conchado, A., Juan-Borras, M. (2017). Volatile Profile in the Accurate Labelling of Monofloral Honey. The Case of Lavender and Thyme Honey. *Food Chemistry*, 226, 61-68.
- Escuredo, O., Seijo, M. C. (2019). Honey: Chemical Composition, Stability and Authenticity. *Foods*, 8(11), 577.
- Etzold, E., Lichtenberg-Kraag, B. (2008). Determination of the Botanical Origin of Honey by Fourier-Transformed Infrared Spectroscopy: An Approach for Routine Analysis. *European Food Research and Technology*, 227(2), 579-586.
- Fallico, B., Zappala, M., Arena, E., Verzera, A. (2004). Effects of Conditioning on HMF Content in Unifloral Honeys. *Food Chemistry*, 85(2), 305-313.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2020). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> [Erişim Tarihi: 01/03/2022]
- Gallardo-Caballero, R., Garcia-Orellana, C. J., Garcia-Manso, A., Gonzalez-Velasco, H. M., Tormo-Molina, R., Macias-Macias, M. (2019). Precise Pollen Grain Detection in Bright Field Microscopy Using Deep Learning Techniques. *Sensors*, 19(16), 3583. doi:<https://doi.org/10.3390/s19163583>
- Gemici, Y. (1991). İzmir Yöresi Ballarında Polen Analizi. *Doğa Türk Botanik Dergisi*, 15, 291-296.
- Genç, F., Dodoloğlu, A. (2002). *Arıcılığın temel esasları*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Ghosh, S., Hyejin, J., Chuleui, J. (2020). Foraging Behaviour and Preference of Pollen Sources by Honey Bee (*Apis mellifera*) Relative to Protein Contents. *Journal of Ecology and Environment*, 44(1), 4.

- Ghosh, S., Jung, C. (2017). Sert Kivi, *Actinidia Arguta (Actinidiaceae)* ve Meşe, *Quercus sp. (Fagaceae)* Arı Toplanan Polenlerin Besin Değeri. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 20, 245-251. doi: 10.1016/j.aspen.2017.01.009
- Gonçalves, A. B., Souza, J. S., da Silva, G. G., Cereda, M. P., Pott, A., Naka, M. H., Pistori, H. (2016). Feature Extraction and Machine Learning for the Classification of Brazilian Savannah Pollen Grains. *PLoS ONE*, 11(6), e0157044. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157044>
- Gül, A. (2016). Türkiye’de Üretilen Bazı Monofloral Bal Örneklerinin Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(12), 1123-1126.
- Gümüş, Y., Sorkun, K., Doğan, C., Başoğlu, N., Bulakeri, N., Ergün, K. (1999). *Türkiye’de üretilen doğal ve yapay kaynaklı balların ayırt edilmesine esas olacak fiziksel, kimyasal ve palinolojik kriterlerin belirlenmesine yönelik araştırmalar* TÜBİTAK, Proje no: TOGTAG-1270.
- Gürel, F. (2012). Arıcılık Sektörü ve Etik İlkeler. *TSE Standard, Ekonomik ve Teknik Dergi*, 51(601), 74-79.
- Hidalgo, M. I., Bootello, M. L. (1990). *Apis mellifera* L Tarafından Toplanan Polen Yüklerinin Bazı Fiziksel Özellikleri Hakkında. *Apicoltura*, (6), 179–191.
- Iakovleva, L. P. (1985). Characteristics of Pollen Collection and Flowerspecialization of Various Races of Honeybees. *Apiacta* (1), 10-15.
- Ichikawa, M. (1981). Ecological and Sociological Importance of Honey to the Mbuti Net Hunters. *Eastern Zaire African Study Monographs*, 1, 55-68.
- Jaafar, K., Haidar J., Kuraydiyyah, S., Ghaddar T., Knio, K., İsmail, B., Toufeili, I. (2017). Physicochemical, Melissopalynological and Antioxidant Properties of Artisanal Honeys from Lebanon. *Journal of Food Science and Technology*, 54(8), 2296–2305. doi: 10.1007/s13197-017-2667-8
- Kahraman, T., Büyükünäl, S. K., Vural, A., Altunatmaz, S. S. (2010). Physico-Chemical Properties in Honey from Different Regions of Turkey. *Food Chemistry*, 123(1), 41-44.
- Karabagias, I., Karabagias, V., Gatzias, I., Riganakos, K. (2017). Bio-Functional Properties of Bee Pollen: The Case of “Bee Pollen Yoghurt”. *Coatings*, 8, 423.

- Karacaoğlu, M., Fıratlı, Ç., Genç, F., Gençer, H. V. (2020, Ocak). *Arıcılık sektöründe mevcut durum kısıtlar ve fırsatlar* [Yazılı bildiri]. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, s. 159-162, Ankara.
- Karlıoğlu, N. K. (2020). Türkiye’de Kullanılmakta Olan Palinoloji ve Polen Terimleri Üzerine Bir Değerlendirme ve Öneriler. *Avrasya Terim Dergisi*, 8(2), s. 98-108.
- Kaskoniene, V., Venskutonis, P. R. (2010). Floral Markers in Honey of Various Botanical and Geographic Origins: A Review. *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*, 9(6), 620-634.
- Kayacık, H. (1966). *Orman ve park ağaçlarının özel sistematigi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Kıvrak, Ş., Kıvrak, İ. (2017). Assessment of Phenolic Profile of Turkish Honeys. *International Journal of Food Properties*, 20:4, 864-876. doi: 10.1080/10942912.2016.1188307
- Kirk, W. D. J. (2006). *A colour guide to pollen loads of the honey bee*. United Kingdom: International Bee Research Association.
- Koç, A. U., Karacaoğlu, M. (2016). Beekeeping Structure, Problems and Colony Losses in the Aegean Region of Turkey. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(3), 254-258. doi:10.13002/jafag1119
- Koç, A. U., Karacaoğlu, M., Doğan, M. (2017). Hayıt (*Vitex agnus-castus*), Çam ve Karışım Çiçek Balının Bazı Kalite Kriterleri Açısından Karşılaştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14, 17-21.
- Komosinska-Vassev, K., Olczyk, P., Kafmierczak, J., Mencner, L., Olczyk, K. (2015). Bee Pollen: Chemical Composition and Therapeutic Application. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, 1-7. doi: 10.1155/2015/297425
- Korkmaz, A., Çankaya, N. (2008). *Polen*. Samsun: İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayınları.
- Korth, W., Ralston, J. (2002). Techniques for the Detection of Adulterated Honey. *Rural Industries Research and Development Corporation, RIRDC Publication*, 02, 47.

- Kratochwil, A., Kohl, A. (1988). Pollensammel-Präferenzen bei Hummeln ein Vergleich mit der Honigbiene. *Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz*, 14, 697-715.
- Krell, R. (1996). Value-Added Products from Beekeeping. *FAO Agricultural Services Bulletin*, 124, 87-113.
- Kritsky, G. (2017). Beekeeping from Antiquity Through the Middle Ages. *Annual Review of Entomology*, 62, 249-264.
- Kroon, G. H., Van Praagh, J. P., Velthuis, H. H. W. (1974). Osmotic Shock as A Prerequisite to Pollen Digestion in The Alimentary Tract of The Worker Honeybee. *Journal of Apicultural Research*, 13, 177–181.
- Lautenbach, S., Seppelt, R., Liebscher, J., Dormann, C. F. (2012) Spatial and Temporal Trends of Global Pollination Benefit. *PLoS ONE* , 7(4), e35954. doi:10.1371/.0035954.
- Lazar, R. N., Alexa, E., Obiștioiu, D., Cocan, I., Patruica, S. (2022). The Effect of the Use of Essential Oils in the Feed of Bee Families on Honey Chemical Composition and Antimicrobial Activity. *Applied Sciences*, 12(3), 1094.
- Liebelt, R.A., Lyle, D., Walker, J. (1994). Effects of Bee Pollen Diet on Su and Growth of in Bred Strains of Mice. *American Bee Journal*, 134, 615-620.
- Lieux, M. H. (1972). A melissopalynological study of 54 Louisianan (USA) honeys. *Review Palaebotany and Palynology*, 13, 95-124.
- Lin, B., Daniels, B. J., Middleditch, M. J., Furkert, D. P., Brimble, M. A., Bong, J., ... Loomes, K. M. (2020). Utility of the Leptospermum Scoparium Compound Lepteridine as a Chemical Marker for Manuka Honey Authenticity. *ACS Omega*, 5(15), 8858-8866.
- Manzanares, A. B., Hernandez, Z. G., Galdon, B. R., Rodriguez, E. R., Romero, C. D. (2011). Differentiation of Blossom and Honeydew Honeys Using Multivariate Analysis on the Physicochemical Parameters and Sugar Composition. *Food Chemistry*, 126, 664–672.
- Moar, N. T. (1985). Pollen Analysis of New Zealand Honey. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 28, 39-70.
- Ministry of Environment [MOE]. (2001). *Lebanon State of the Environment Report*. <http://www.moe.gov.lb/getattachment/TheMinistry/Reports/State-Of-the-Environment-Report-2001/Chap10-Biodiversity.pdf.aspx>. Accessed [10 May 2001]

- Mohammed, F., Abdulwali, N., Guillaume, D., Bchitou, R. (2018). Element Content of Yemeni honeys as a Long-Time Marker to Ascertain Honey Botanical Origin and Quality. *LWT Food Science and Technology*, 88 (2018), 43-46.
- Mohammed, M. E. A. (2020). Factors Affecting the Physicochemical Properties and Chemical Composition of Bee's Honey. *Food Reviews International*, 2020, 1-12.
- Molan, P. C. (1998). The limitations of the methods of identifying the floral source of honeys. *Bee World*, 79, 59-68.
- Moritz, B., Crailsheim, K. (1987). Physiology of Protein Digestion in the Midgut of the Honeybee (*Apis mellifera L.*). *Journal Insect Physiol*, 12, 923-931.
- Oddo, P. L., Bogdanov, S. (2004). Determination of Honey Botanical Origin: Problems and Issues. *Apidologie* 35, 2–3. doi: 10.1051/apido:2004044
- Oddo, P. L., Piana, L., Bogdanov, S., Bentabo, A., Gotsiou, P., Kerkvliet, J., Martin, P., Morlot, M., Valbuena, A.O., Ruoff, K., Ohei, K. V. D. (2004). Botanical Species Giving Unifloral Honey in Europe. *Apidologie* 35, 82–93. doi: 10.1051/apido:2004045
- Oddo, P. L., Piro, R., Bruneau, É., Guyot-Declerck, C., Ivanov, T., Piskulová, J., ... Ruoff, K. (2004). Main European Unifloral Honeys: Descriptive Sheets. *Apidologie*, 35(1), 38-81.
- Ohe, W. V. D., Oddo, L. P., Piana, M. L., Morlot, M., Martin P. (2004). Harmonized Methods of Melissopalynology, *Apidologie* 35, 18-25.
- Öder, E. (1989). *Bal arılarının beslenmesi*. İstanbul: Hasad Yayıncılık.
- Ötleş, S. (1995). *Bal ve bal teknolojisi kimyası ve analizleri*. İzmir: Alaşehir Meslek Yüksek Okulu, Ege Üniversitesi Matbaası.
- Özcan, M. M., Ölmez, Ç. (2013). Some Qualitative Properties of Different Monofloral Honeys. *Food Chemistry*, 163, 212-218.
- Padovan, G. J., De Jong, D., Rodrigues, L. P., Marchini, J. S. (2003). Detection of Adulteration of Commercial Honey Samples by the ¹³C/¹²C Isotopic Ratio. *Food Chemistry*, 82(4), 633-636.
- Panseri, S., Manzo, A., Chiesa, L. M., Giorgi, A. (2013). Melissopalynological and Volatile Compounds Analysis of Buckwheat Honey From Different Geographical Origins and Their Role in Botanical Determination. *Journal Chemistry*, 2013, 11.

- Pascoal, A., Rodriguesa., S., Teixeirab, A., Feásc, X., Estevinhoa, L. M. (2014). Biological Activities of Commercial Bee Pollens: Antimicrobial, Antimutagenic, Antioxidant and Anti-Inflammatory. *Food and Chemical Toxicology*, 6, 233-239.
- Pernal, S. F., Currie, R. W. (2002). Discrimination and Preferences for Pollen-Based Cues by Foraging Honeybees. *Apis mellifera L. Animal Behaviour*, 63, 369-390.
- Pinar, M. (2003). *Palinoloji ders notlari*. Ankara: Ankara Üniversitesi.
- Lagerstrom, R., Holt, K., Arzhaeva, Y., Bischof, L., Haberle, S., Hopf, F. D. (2015). Lovell, in signal and image analysis for biomedical and life sciences. C. Sun, T. Bednarz, T. D. Pham, P. Vallotton and D. Wang (Ed.), *Springer International Publishing* (207–226). doi: 10.1007/978-3-319-10984-8_12
- Raezke, K. P., Elflein, L. (2007, 9–14 September). *LC-IRMS: A newly developed analytical method to determine adulterations with sugar and additions of sugars* [Conference presentation abstract]. Apimondia congress, Melbourne, Australia.
- Riley, K. C., Woodard, J. P., Hwang, G. M. (2015). Punyasena, Progress Towards Establishing Collection Standards for Semi-Automated Pollen Classification in Forensic Geo-Historical Location Applications. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 221 (2015), 117–127.
- Rodopoulou, M. A. (2018). The Determination of the Botanical Origin in Honeys With Over-Represented Pollen: Combination of Melissopalynological, Sensory and Physicochemical Analysis. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, (98)7, 2705-2712. ISSN: 0022-5142, Wiley Yayinevi, ABD. doi: 10.1002/jsfa.8764.
- Sanz, M. L., Gonzales, M., Lorenzo, C., Sanz, J., Martinez-Castro, I. (2005). A Contribution to the Differentiation Between Nectar Honey and Honeydew Honey. *Food Chemistry*, 91, 313-317.
- Sawyer, R. (1988). *Honey identification*. Wales: Cardiff Academic Press.
- Saxena, S., Gautam, S., Sharma, A. (2010). Physical, Biochemical and an-Tioxidant Properties of Some Indian Honey. *Food Chemistry*, 118, 391–397.
- Schievano, E., Finotello, C., Mammi, S. Illy Belci, A., Colomban, S., Navarini, L. (2015). Preliminary Characterization of Monofloral Coffea spp. Honey: Correlation Between Potential Biomarkers and Pollen Content. *Journal Agricultural and Food Chemistry* 63, 5858-5863. doi.org/10.1021/jf506359u

- Schmidt, L. S., Schmidt, J. O., Rao, H., Wang, W., Xu L. (1995). Feeding Preference and Survival of Young Worker Honey Bees (*Hymenoptera: Apidae*) Fed Rape, Sesame, and Sunflower Pollen. *Journal of Economic Entomology*, 88(6), 1591-1595.
- Schmidt, J. O. (1997). Bee products: Chemical composition and application. Mizrahi and Lensky (Eds.), *In the bee products: Properties, applications and apitherapy* (pp. 15-26). New York and London: Plenum Press.
- Schmidt, J. O., Buchmann, S. L. (1992). Other products of the hive. J.M. Graham (Eds.), *The hive and the honeybee* (pp. 927-988). USA: Hamilton.
- Schweitzer, P., Nombéré, I., Boussim, J. I. (2013). Honey Production for Assessing the Impact of Climatic Changes on Vegetation. *Tropicultura*, 31(2), 98-102.
- Selvi, S., Polat, R. (2011). "Hayıt Bitkisi (*Vitex agnus-castus L.*)", *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 11, 3.
- Sevillano, V., Aznarte, J. L. (2018). Improving Classification of Pollen Grain Images of the Polen Dataset Through Three Different Applications of Deep Learning Convolutional Neural Networks. *PLOS ONE*, 13(9), e0201807. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0201807> pmid:30216353
- Shiddiq, M., Zulkarnain U. Z., Asyana, V., Aliyah, H. (2019, 10 September). *Identification of pure and adulterated honey using two spectroscopic methods* [Write presentation]. Journal of Physics: Conference Series, University of Riau, Indonesia. doi:10.1088/1742-6596/1351/1/012022
- Silvano, M. F., Varela, M. S., Palacio, M. A., Ruffinengo, S., Yamul, D. K. (2014). Physicochemical Parameters and Sensory Properties of Honeys from Buenos Aires Region. *Food Chemistry*, 152, 500-507.
- Soares, S., Mafra, I., Amaral, J. S. Ç., Oliveira, M. B. P. (2015). Comparison of DNA Extraction Methods for The Determination of Botanical Origin of Portuguese Honey. *European Food Research and Technology*, 240(6), 1101–1115.
- Sorkun, K., İnceoğlu, Ö. (1984). İç Anadolu Bölgesi Ballarında Polen Analizi. *Doğa Bilim Dergisi*, 2(8), s. 222-228.
- Speer, K., Tanner, N., Kölling-Speer, I., Rohleder, A., Zeippert, L., Beitlich, N., Lichtenberg-Kraag, B. (2021). Cornflower Honey as a Model for Authentication of Unifloral Honey

Using Classical Methods Combined with Plant-Based Marker Substances Such as Lumichrome. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(38), 11406-11416.

Stanimirova, I., Üstün, B., Cajka, T., Riddelova, K., Hajslova, J., Buydens, L.M.C., Walczak B. (2010). Tracing the Geographical Origin of Honeys Based on Volatile Compounds Profiles Assessment Using Patterns Recognition Techniques. *Food Chemistry*, 118, 171–176.

Sunay, A.E., Boyacıoğlu, D. (2008, 25-27 Kasım). *Türk çam balının belirleyici özellikleri* [Yazılı bildiri]. 1. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Muğla.

Şahinler, N., Gül, A., Akyol, E. (2009). Heavy Metals, Trace Elements and Biochemical Composition of Different Honey Produce in Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 21(3), 1887.

Şenyuva, H. Z., Gilbert, J., Silici, S., Charlton, A., Dal, C., Gürel, N., Çimen, D. (2009). Profiling Turkish Honeys to Determine Authenticity Using Physical and Chemical Characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(9), 3911-3919.

Takkis, K., Tscheulin, T., Tsalkatis, P., Petanidou, T. (2015). Climate Change Reduces Nectar Secretion in Two Common Mediterranean Plants. *AoB Plants*, 1, 13. <http://aobpla.oxfordjournals.org/> [Erişim Tarihi: 16.08.2016]

Terrab, A., Gonza'lez, A. G., Di'ez, M. J., Heredia, F. J. (2003). Mineral Content and Electrical Conductivity of the Honeys Produced in North-West Morocco and Their Contribution to the Characterisation of Unifloral Honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 637- 643.

Tomczyk, M., Tarapatsky, M., Dzugan, M. (2019). The Influence of Geographical Origin on Honey Composition Studied by Polish and Slovak Honeys. *Czech Journal of Food Sciences*, 37(4), 232-238.

Tosun, M., Keleş, F. (2021). Investigation Methods for Detecting Honey Samples Adulterated With Sucrose Syrup. *Food Composition and Analysis*, 101, 103941, ISSN 0889-1575. doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103941.

Townsend, C. C. (1982). *Vitex L.* in: P. H. Davis (Ed.), *Flora of Turkey and East Aegean Islands*, 7, 34-35.

- Turhan, I., Tetik, N., Karhan, M., Gürel, F., Tavukçuoğlu, H. R. (2008). Quality of Honeys Influenced by Thermal Treatment. *LWT-Food Science and Technology*, 41(8), 1396-1399.
- Turhan, K. (2007). Chemical Contents and Some Trace Metals of Honeys Produced in The Middle Anatolia Region of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 16(5), 460-465.
- Villarreal, A. G., Freeman, C. E. (1990). Effects of Temperature and Water Stress on Some Floral Nectar Characteristics in *Ipomopsis Longiflora* (*Polemoniaceae*) Under Controlled Conditions. *Botanical Gazette*, 151(1), 5-9.
- Wiermann, R., Vieth, K. (1983). Outer Pollen Wall, an Important Accumulation Site for Flavonoids. *Protoplasma*, 118, 230 – 233.
- Willmer, P. (2011). *Tozlaşma ve çiçek ekolojisi*. Princeton: Princeton University Press.
- Wodehouse, R. P. (1935). *Pollen grains*. New York: Mc. Graw-Hill.
- Wodehouse, R. P. (1935). Pollen grains and worlds of different sizes. *The scientific monthly*, (40)1, 58-62.
- Wright, G. A., Nicolson, S. W., Shafir, S. (2018). Nutritional Physiology and Ecology of Honey Bees. *Annual Review of Entomology*, 63, 327-344.
- Xie, Q., Huang, X., Ji, X., Jia, G., Sang, Y., Cui, Z., Zhang, J. (2022). Comprehensive Investigation of Psicose in Chinese Honeys and the Assessment of its Potential as A New Marker for Honey Adulteration Detection. *Journal of Food Composition and Analysis*, 108, 104444.
- Yao, L., Jiang, Y., Singanusong, R., Datta, N., Raymont, K. (2004). Phenolic Acids and Abscisic Acid in Australian Eucalyptus Honeys and Their Potential for Floral Authentication. *Food Chemistry*, 86(2), 169-177.
- Zahid, H., Rizwani, G. H., Ishaq, S. (2016). "Phytopharmacological Review on *Vitex Agnus-Castus*: a Potential Medicinal Plant", *Chinese Herbal Medicines*. 8, 1.
- Zhao, J., Du, X., Cheng, N., Chen, L., Xue, X., Wu, L., Cao, W. (2016). Identification of Monofloral Honeys Using HPLC–ECD and Chemometrics. *Food Chemistry*, 194, 167-174.

Zhao, L., Ren, C., Xue, X., Lu, H., Wang, K., Wu, L. (2022). Safflomin A: A Novel Chemical Marker for *Carthamus Tinctorius L.* (Safflower) Monofloral Honey. *Food Chemistry*, 366, 130584.

Zokour, M. K., Bienefeld, K. (2014). Basic Considerations in the Development of Breeding Plans for Honey Bees, Illustrated By Data on The Native Syrian Honey Bee (*Apis mellifera syriaca*). *Journal of Apicultural Research*, 53(2), 314-326.



8. EKLER

Ekler 1a. Aydın ili aylara göre yıllık sıcaklık ortalaması (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Aydın Şube).

Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)

İstasyon Adı/No: AYDIN

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2019	8.5	10.6	13.3	16.0	21.6	26.9	28.4	29.3	24.4	21.4	16.5	10.5
2020	7.7	10.4	13.3	16.8	22.1	25.2	29.9	29.2	26.9	21.2	14.0	12.2
2021	10.2	11.7	11.3	17.0	23.6	26.1	30.9	30.5	25.0	19.1	16.2	10.7
2022	7.4	9.9	8.8	18.0	22.6	27.0	30.1	30.3				

İstasyon Adı/No: KOÇARLI

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2019	8.3	9.9	12.2	15.2	20.8	26.2	27.2	28.1	23.1	19.8	15.3	9.5
2020	6.6	9.4	11.9	15.6	21.5	24.6	29.2	28.1	25.5	19.7	12.6	11.1
2021	9.4	10.2	10.1	15.7	22.4	25.2	29.6	29.0	23.9	17.5	14.8	9.9
2022	6.7	9.1	7.5	16.1	21.0	25.9	28.5	29.5				

İstasyon Adı/No: ÇİNE

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2019	8.5	10.2	12.7	15.6	22.0	26.8	28.1	29.4	24.5	20.7	15.8	9.6
2020	6.6	9.8	12.6	16.4	21.8	25.3	29.6	28.7	26.8	20.4	12.1	10.8
2021	9.8	10.4	10.3	16.7	23.8	25.6	30.2	29.8	24.3	18.0	14.7	10.4
2022	6.9	9.2	7.7	17.6	22.2	26.8	29.4	30.3				

İstasyon Adı/No: KUYUCAK

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2019	7.9	9.7	12.0	14.9	20.6	26.0	27.3	28.4	23.4	19.9	14.2	9.3
2020	7.0	9.3	12.1	16.0	20.9	23.8	28.9	27.5	25.3	19.6	12.8	10.6
2021	8.4	9.9	9.9	15.7	22.7	24.7	29.7	28.7	23.2	17.4	14.2	9.3
2022	5.9	8.6	7.4	16.2	21.1	25.6	29.2	29.4				

Ekler 1b. Aydın ili aylara göre yıllık yağış miktarı (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Aydın Şube).

Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m²)

İstasyon Adı/No: AYDIN

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2019	206.0	58.3	28.6	56.9	11.9	26.9	1.2	0.0	16.6	29.4	65.1	117.7
2020	91.5	90.7	65.6	37.7	33.9	20.2	0.0	0.6	0.0	41.1	0.6	104.1
2021	100.7	21.5	76.3	8.2	3.3	0.6	0.1	0.0	0.5	27.4	38.2	138.4
2022	117.2	63.5	56.5	16.1	15.5	70.4	0.0	0.0				

İstasyon Adı/No: KOÇARLI

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2019	235.3	39.7	23.9	59.2	8.3	97.7	0.2	0.0	11.8	38.7	50.1	118.3
2020	66.0	82.6	67.6	43.8	40.3	8.7	1.4	0.9	0.0	38.0	1.5	110.5
2021	119.9	38.2	66.9	13.4	3.3	1.9	0.1	0.0	0.0	18.1	56.8	155.9
2022	99.4	50.5	49.8	20.3	3.9	102.6	0.0	0.0				

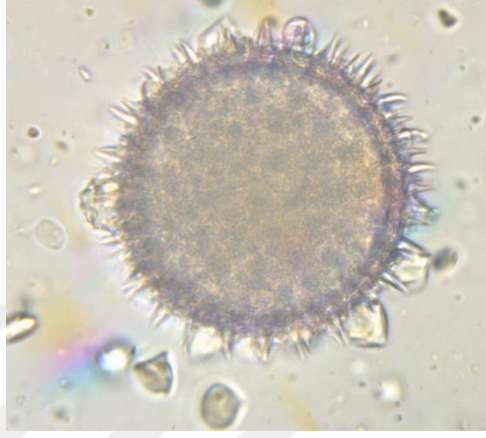
İstasyon Adı/No: ÇİNE

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2019	185.6	35.6	13.6	67.0	7.4	26.1	3.4	0.0	11.5	8.4	46.5	81.5
2020	43.8	39.6	61.6	25.6	53.0	4.8	5.0	2.0	0.0	29.3	0.9	59.1
2021	84.0	6.6	54.5	21.9	0.0	22.1	0.0	0.0	0.3	16.7	67.5	118.3
2022	97.9	31.6	52.8	13.5	11.7	37.2	0.0	0.0				

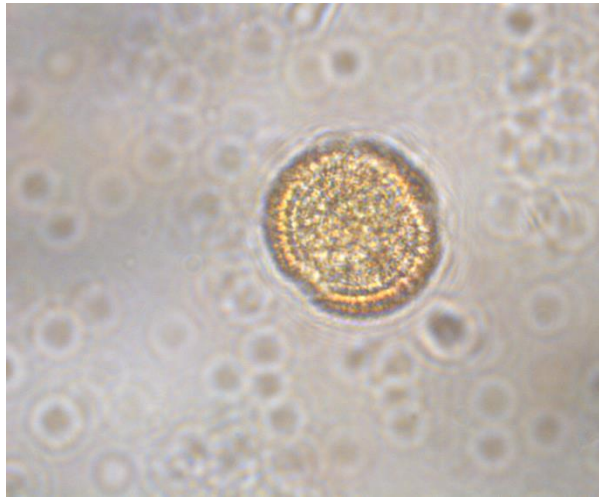
İstasyon Adı/No: KUYUCAK

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2019	150.3	59.4	14.3	48.4	17.7	24.6	23.0	0.1	22.5	22.4	31.7	111.4
2020	44.3	84.1	30.4	29.2	40.4	24.1	6.9	9.0	3.8	35.4	7.3	39.8
2021	101.5	22.0	77.6	9.7	0.0	7.6	20.3	0.0	0.9	26.4	65.2	125.5
2022	89.1	44.5	44.0	13.7	13.7	55.1	0.0	0.0				

Ek 2. Araştırma bölgesindeki bitkiler ve polen hücreleri görüntüleri



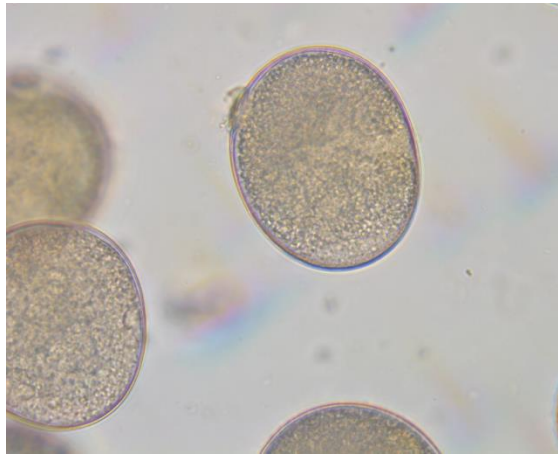
Gül Hatmi (*Hibiscus syriacus*) 02.06.21



Civan Perçem (*Achillea millefolium L.*) 02.06.21



Çilek (*Fragaria ananassa*) 01.05.21



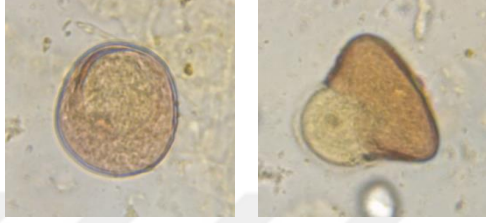
Mısır (*Zea mays L*) 19.07.21



Kırmızı Yapraklı Erik (*Prunus cerasifera*) 20.03.21



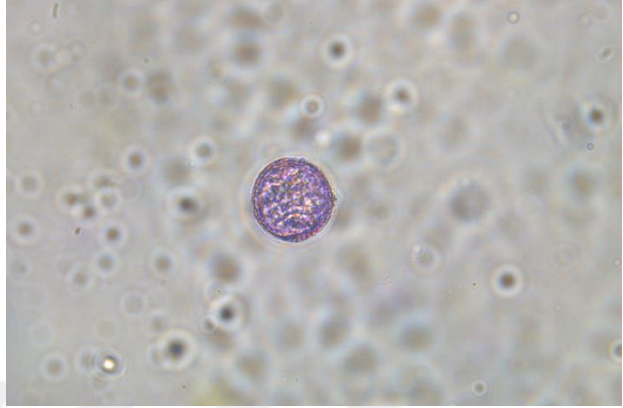
Salep (*Orchis morio*) 01.04.21



Çiriş (*Asphodelus albus*) 19.03.21



Kaktüs (*Cactaceae*) 02.06.21



Mandalina (*Citrus reticulata*) 01.05.21



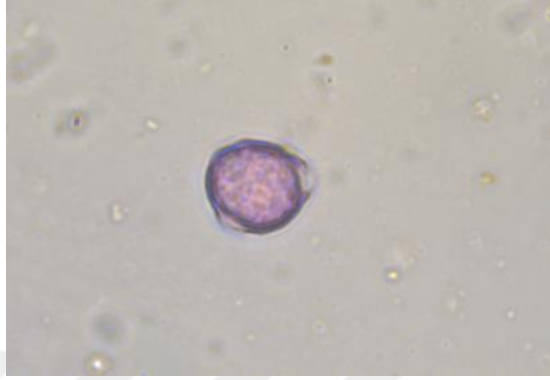
Yabani Fiğ (*Vicia sativa L.*) 18.04.21



Kekik (*Thymus*) 23.04.21



Kara Hindiba (*Taraxacum officinale*) 19.03.21



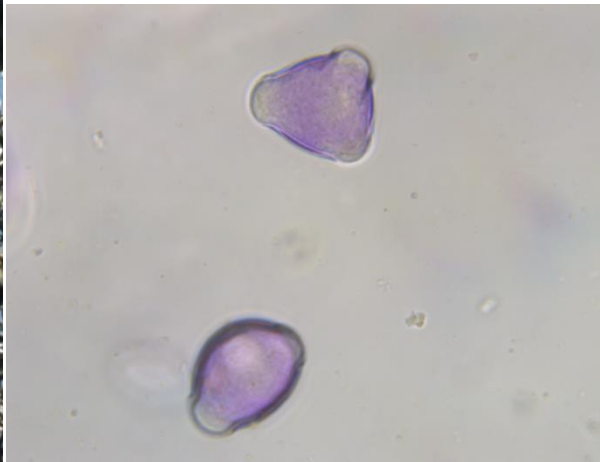
Nar (*Punica granatum L.*) 02.06.21



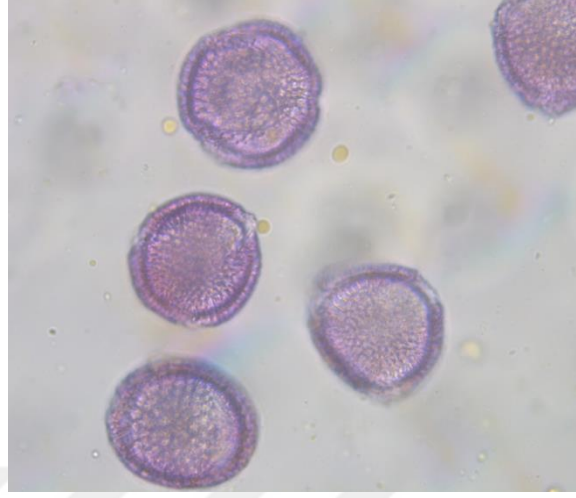
Katalpa (*Catalpa bignonioides*) 25.05.21



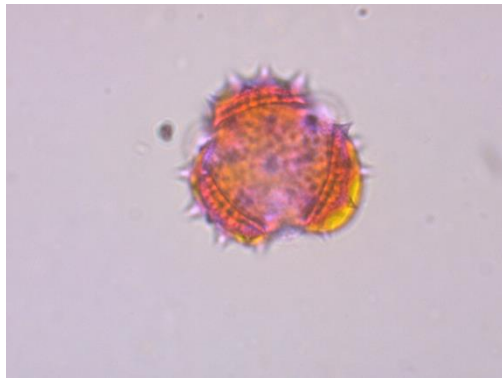
Karabaş otu (*Lavandula stoechas*) 15.07.2022



Badem (*Prunus dulcis*) 19.03.21



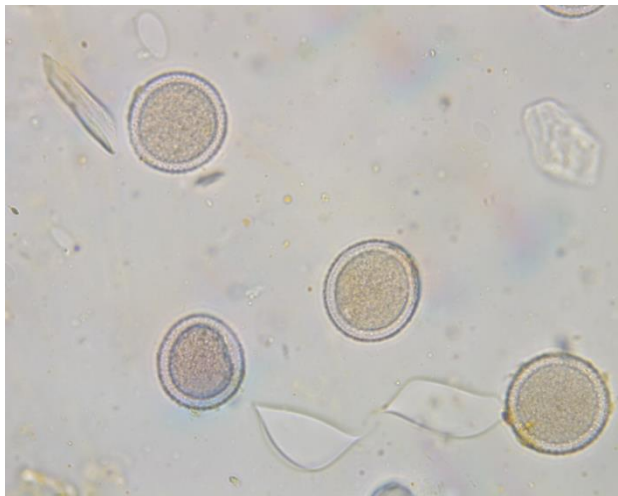
Yasemin (*Jasminum officinale* L.) 23.04.21



Beyaz papatya (*Anthemis cotula*) 19.03.21



Lavanta (*Lavandula officinalis*) 23.04.21



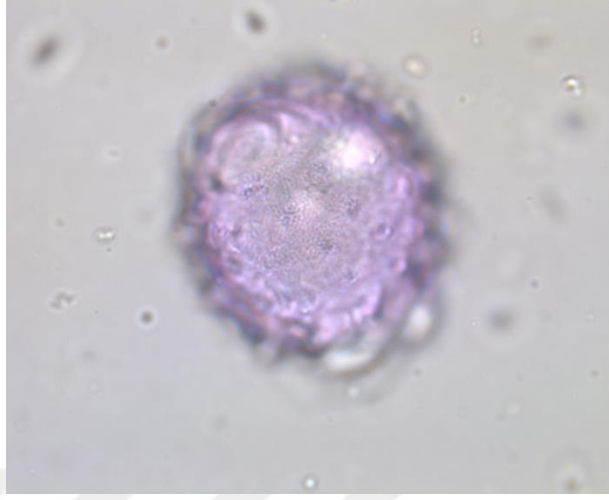
Defne (*Laurus nobilis*) 19.03.21



Altın Sarı diken (*Scolymus maculatus L*)



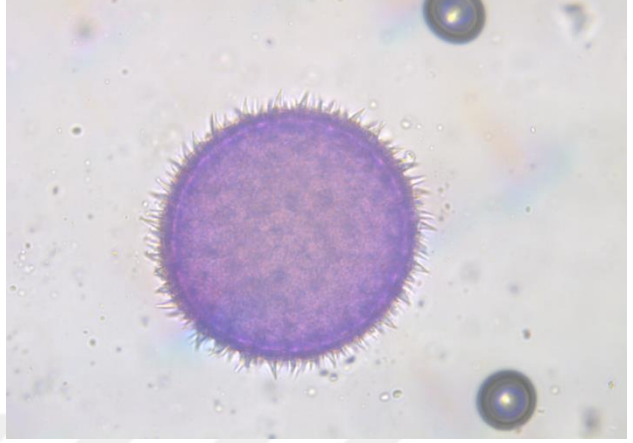
Sığır kuyruğu (*Verbascum thapsus*) 15.07.21



Deve dikeni (*Silybum marianum*) 18.04.21



Çakır dikeni (*Centaurea solstitialis*) 15.07.21



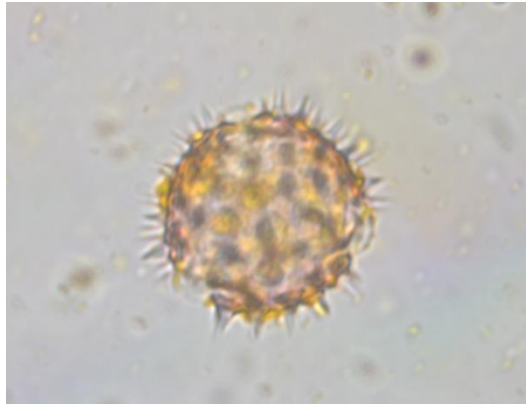
Ebegümece (*Malva sylvestris*) 14.04.21



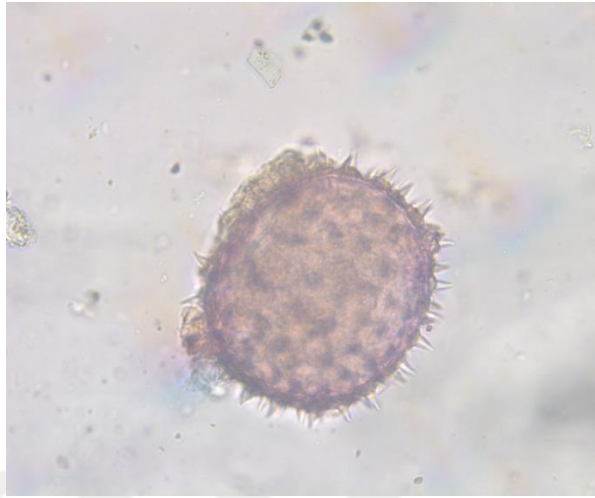
Yabani Hardal (*Sinapis arvensis*) 15.04.21



Turp otu (*Brassica*) 15.04.21



Ayçiçeği (*Helianthus annuus*) 07.07.21



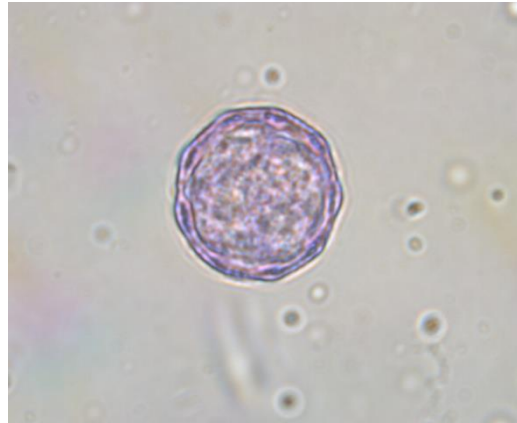
Pamuk (*Gossypium hirsutum*) 03.08.21



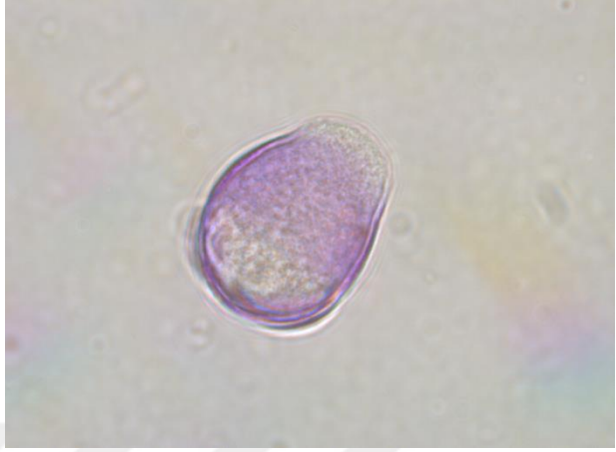
Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*) 26.03.21



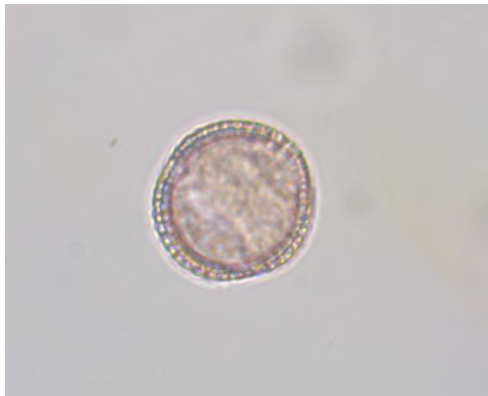
Hakiki yoğurt (*Galium verum*) 23.06.21



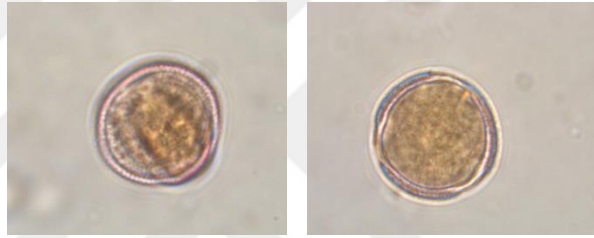
Taçlı Dağ Lalesi (*Anemone coronaria*) 09.03.21



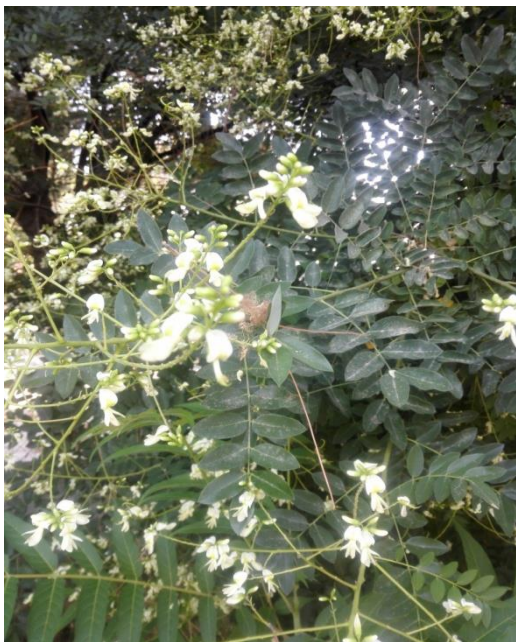
Erik Papaz (*Prunus domestica L*) 26.03.21



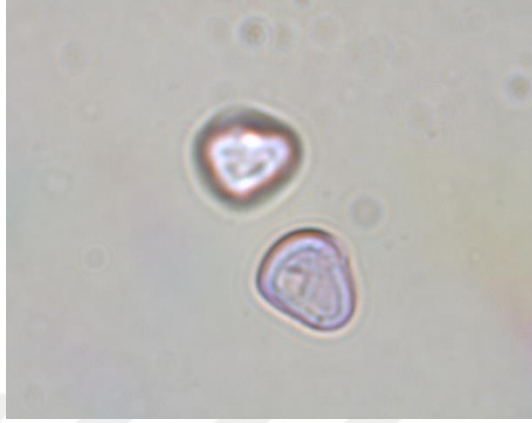
Fırça Çiçeği (*Callistemon citrinus*) 23.04.21



Hayıt (*Vitex agnus-castus*) 12.07.21



Sofora (*Sophora japonica*) 07.07.21



Hava civa otu (*Alkanna tinctoria*) 01.04.21



Biberiye (*Rosmarinus officinalis*) 19.03.21



Gül ibrişim (*Albizia julibrissin*) 02.06.21



Yabani Havuç (*Daucus carota*) 25.05.2022



Kuşburnu (*Rosa canini*) 25 05 2022



Katır tırnağı (*Spartium junceum*) 25 05 2022



Laden (*Cistus creticus*) 25 05 2022



Banbul otu (*Heliotropium hirsutissimum*) 20.08.2021

9. BİLİMSEL ETİK BEYANI

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİMSEL ETİK BEYANI

“AYDIN YÖRESİ HAYIT (*Vitex agnus-castus*) ALANLARINDA ÜRETİLEN BALLARDA POLEN ANALİZİ” başlıklı Yüksek Lisans tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Mehmet Zeki DOĞAN



10. ÖZ GEÇMİŞ

Soyadı, Adı: DOĞAN, Mehmet Zeki

Yabancı Dil: İngilizce

EĞİTİM

Derece (Yıl)	Kurum	Mezuniyet tarihi
Lisans	Erzurum Atatürk Üniversitesi - Hemşirelik	2012
Lisans	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi - Zootekni	2020
Önlisans	Anadolu Üniversitesi/Açıköğretim Fak.-Sağlık Teknikerliği	1994
Önlisans	Anadolu Üniversitesi/Açıköğretim Fak.-Lab. ve Vet. Sağlık	2017

BURSLAR ve ÖDÜLLER: Yok

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer/Kurum	Unvan
1991-2005	Sağlık Bakanlığı-Aydın	Sağlık Teknikerliği
2006-2021	Tarım ve Orman Bakanlığı-Aydın	Sağlık Teknikerliği
2022-	Tarım ve Orman Bakanlığı-Aydın	Ziraat Mühendisi

AKADEMİK YAYINLAR

1. MAKALELER

Hakemli, KOÇ ATAKAN, AVCI Mustafa Can, DOĞAN Mehmet Zeki, Effects of teat end score on milk yield and quality in Holstein-Friesian cows,1,2021

2. PROJELER: Yok.