

T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ  
KOORDİNASYON BİRİMİ



**FARKLI BOTANİK VE COĞRAFİK ORİJİNE SAHİP  
ARI EKMEĞİ ÖRNEKLERİNİN POLEN KİMYASAL  
VE YAĞ ASİDİ ANALİZLERİ**

**Proje No:**  
FCD-2016-6531

Çok Disiplinli Araştırma

**SONUÇ RAPORU**

**Proje Yürütücüsü:**  
Prof. Dr. Sibel SİLİCİ  
Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji

Duran ÖZKÖK  
Erciyes Üniversitesi, SafiyeÇıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu

Muammer KAPLAN  
Tübitak Marmara Araştırma Merkezi

Aralık 2017

KAYSERİ

Bu araştırma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından (**Proje No: FCD-2016-6531**) desteklenmiştir.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	4
ABSTRACT .....	5
1. GİRİŞ.....	6
2. GENEL BİLGİLER.....	8
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	14
3.1. Gereç.....	14
3.1.1. Arı ekmeği örnekleri.....	14
3.2. Metod.....	14
3.2.1. Polen analizi .....	14
3.2.2. Kimyasal analiz .....	14
3.2.3. Yağ asidi analiz .....	15
3.2.4. İstatistiksel Analiz .....	15
4. BULGULAR .....	16
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	25
6. KAYNAKLAR.....	29

## ÖZET

Bu çalışmada farklı botanik orijine sahip 8 arı ekmeği örneğinin palinolojik spektrum, kimyasal ve yağ asidi analizi yapıldı ve önemli varyasyonlar gözlemlendi. Örneklerin tümü monofloral olarak tanımlandı; *Castanea sativa* (% 94.4), *Trifolium* spp. (% 85.6), *Gossypium hirsutum* (% 66.2), *Citrus* spp. (% 61.4) ve *Helianthus annuus* (% 45.4). Nem içerikleri % 11.4-15.9 arasında, kül içerikleri % 1.9-2.54 arasında, yağ içerikleri % 5.9-11.5 arasında ve protein içerikleri de % 14.8-24.3 arasında belirlendi. En çok bulunanları (9Z,12Z,15Z)-octadeca-9,12,15-trienoic, (9Z,12Z)-octadeca-9,12-dienoic, hexadecanoic, (Z)-octadec-9-enoic, (Z)-icos-11-enoic ve octadecanoic asitler olmak üzere toplam 37 yağ asidi tespit edildi. Örnekler arasında pamuk arı ekmeği örneği % 41.3 ile en yüksek oranda omega-3 yağ asidi içerdi. Doymamış ve doymuş yağ asidi oranları 1.38 ile 2.39 arasında olması arı ekmeğinin iyi bir doymamış yağ asidi kaynağı olduğunu göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Arı ekmeği, yağ asidi, kimyasal analiz

## **ABSTRACT**

Palynological spectrum, proximate and fatty acid (FA) composition of eight bee bread samples of different botanical origins were examined and significant variations were observed in this study. The samples were all identified as monofloral, namely *Castanea sativa* (94.4%), *Trifolium* spp. (85.6%), *Gossypium hirsutum* (66.2%), *Citrus* spp. (61.4%) and *Helianthus annuus* (45.4%). Each had moisture content between 11.4 and 15.9%, ash between 1.9 and 2.54%, fat between 5.9 and 11.5%, and protein between 14.8 and 24.3%. A total of 37 FAs were determined with most abundant being (9Z,12Z,15Z)-octadeca-9,12,15-trienoic, (9Z,12Z)-octadeca-9,12-dienoic, hexadecanoic, (Z)-octadec-9-enoic, (Z)-icos-11-enoic and octadecanoic acids. Among all, cotton bee bread contained the highest level of  $\omega$ -3 FAs, i.e. 41.3%. Unsaturated to saturated FA ratio ranged between 1.38 and 2.39, indicating that the bee bread can be a good source of unsaturated FAs.

**Key words:** Bee bread, fatty acid, proximate analysis

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde arıcılık faaliyeti denildiği zaman ilk akla gelen bal üretimidir. Oysa arıcılıkta ekonomik değeri yüksek arı sütü, arı poleni, propolis, arı ekmeği ve balmumu gibi diğer ürünleri de elde etmek mümkündür. Bu ürünler hem son derece besleyicidir hem de tüm dünyada iyi bilinen alternatif tıpta koruyucu ve destek ürün olarak yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

İnsanlar günümüzde beslenme faaliyetini artık çok yönlü olarak dikkate almakta bazı hastalıklardan korunmak ve/veya tedavi amaçla yerine getirmektedir. Günümüzde doğal yaşam ve doğal beslenmenin ön planda olduğu düşünülürse arı ürünlerinin de bu alandaki yerinin büyüklüğü anlaşılacaktır. Ancak ülkemizde arı ürünlerinin faydaları kulaktan dolma bilgiler ile anılmaktadır ve konu ile ilgili yapılan çalışmalar da oldukça kısıtlıdır. Literatürde arı poleni ve ekmeği ile ilgili yapılan çalışmalar ise genelde multifloral arı polenlerine yöneliktir ve monofloral polenler hakkında çalışmalar yok denecek kadar azdır. Aynı şekilde arı ekmeği hakkındaki literatür bilgileri de son derece sınırlı sayıdadır. Arı poleni ve arı ekmeği içerdikleri besin öğeleri ile önemli gıda maddeleridir. Bu ürünler hakkında yapılacak çalışmalar ürünlerin hem tanınırlığını sağlayacak hem de tüketim oranlarını artıracaktır. Ayrıca arı ekmeği ile ilgili yapılacak bu tez çalışması bu konuda temel bir çalışma olacak, literatürdeki büyük bir boşluğu dolduracaktır.

Tıpta, bal, polen, propolis ve diğer arı ürünlerinin kullanıldığı tedavi alanı “apiterapi” dir. Bu arı ürünlerinden üzerinde en fazla çalışılan doğal ürün bal ve propolis olup, polenin de yüksek biyolojik potansiyele sahip doğal bir ürün olduğu bildirilmektedir. Polen veya çiçek tozu, çiçekli bitkilerin üremesi için gereklidir. Bal arıları, doğadaki tozlaşmayı (polinasyon) sağlayan canlılar olup, vücut kıllarına yapışan polenleri larva sonrası yavru beslenmesinde ve gençlik dönemlerinde dokularının, kaslarının, salgı bezlerinin ve diğer organlarının yeterince gelişmesinde kullanmak üzere kovanlarına taşımaktadırlar. Kovanlara taşınan polenler petek gözlerinde depolandıkları gibi balın içerisine de katılır ve balın oksidasyonu gibi pek çok zararlı etkiden korunmasında rol alırlar. Değerli bir ürün olması nedeniyle son yıllarda arı kovanlarından polen tuzakları vasıtasıyla toplanan polenler, halk arasında destekleyici bir besin olarak özellikle sporcuların, gelişme geriliği bulunan çocukların, anemik hastaların, karaciğer rahatsızlıkları olan kimselerin diyetlerine takviye edici olarak kullanılmaktadır. Polenin yüksek antioksidan kapasiteye sahip bir ürün olduğu ve bu oksidasyonu önleme

kapasitesinin bitki florasına göre değişim gösterdiği pek çok bilimsel çalışmada bildirilmektedir.

Bal arısı (*Apis mellifera* L.) nın temel besin ihtiyaçları nektar, polen ve sudur. Nektar bal arıları için karbonhidrat kaynağı iken polen protein, lipit ve vitamin kaynağıdır. Bir işçi arının larvadan ergin döneme kadar yetişmesi için yaklaşık 120-145 mg polene ihtiyacı vardır ve bir koloni ortalama yılda 20-57 kg polen toplar (Reiter, 1947). Besin toplayan (tarlacı) bal arıları tarafından toplanan polen, bal arısı salgıları katılıp arka bacaklarında bulunan polen sepetciğine (corbicula) basılarak kovana getirilmektedir. Kovandaki diğer genç arılar yardımıyla kuluçka petekleri yakınındaki petek gözlerine boşaltılıp bozulmayı önlemek için ince tabaka bal ve balmumu karışımıyla kaplanmaktadır. Bu karışım farklı enzim, mikroorganizma, nem ve sıcaklığın (35-36 °C) etkisiyle kimyasal değişikliğe maruz kalmaktadır. Kimyasal değişikliğe uğrayan bu depolanmış polen “arı ekmeği” olarak adlandırılmaktadır. Arı ekmeği geleneksel tedavide beslenme bozuklukları, kolit ve inflamatuvar çok sayıda hastalığın tedavisinde de önerilmektedir.

Arıcılar arı ekmeği konusunda yeterli bilgiye sahip değildir. Daha önemlisi arı ekmeğini ticari olarak değerlendirebilme olanakları sınırlıdır. Ancak ürünün kimyasal kompozisyonunun belirlenip beslenme açısından önemi ortaya konulduğunda tüketicilerin ilgisini çekilebilecek, farkındalık yaratacaktır. Böylece artan tüketici talebi daha fazla üretime olanak sağlayacaktır. Bu sebeplerle bu araştırmada farklı botanik ve coğrafik orijine sahip arı ekmeği örneklerinin plainolojik, kimyasal ve yağ asidi analizlerinin yapılması planlanmıştır. Ayrıca bu araştırma, literatüre göre farklı coğrafik ve botanik orijine sahip arı ekmeklerinin polen analizi ve kimyasal kompozisyonu ile yağ asidi içeriğinin karşılaştırıldığı ilk çalışmadır. Bu projenin gerçekleştirilmesinde finansal destek sağlayan Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

## 2. GENEL BİLGİLER

Bal arısı (*Apis mellifera* L.) nın temel besin ihtiyaçları nektar, polen, ve sudur. Nektar bal arıları için karbonhidrat kaynağı iken polen protein lipid ve vitamin kaynağıdır. Bir işçi arının larvadan ergin döneme kadar yetişmesi için yaklaşık 120-145 mg polene ihtiyaç vardır ve bir koloni ortalama yılda 20-57 kg polen toplamaktadır (Reiter, 1947). Besin toplayıcı işçi arılar tarafından toplanan polene bal arısı salgıları katılıp arka bacaklarında bulunan polen sepetçiğine basılarak kovana getirilmektedir. Kovandaki diğer genç arıların yardımıyla arı ekmeği petek gözüne boşaltılıp bozulmayı önlemek için arılarca az miktarda bal ve balmumu karışımıyla kaplanmaktadır. Bu karışım farklı enzim, mikroorganizma, nem ve sıcaklığın (35-36 °C) etkisiyle kimyasal değişikliğe maruz kalmaktadır. Kimyasal değişikliğe uğrayan bu depolanmış polen arı ekmeği olarak adlandırılmaktadır (Vásquez ve Olofsson, 2009) .Arı ekmeği ergin arılar tarafından tüketilmekte ve larvaları beslenmektedir (Krell, 1996; Campos ve ark., 1997; Almedia-Muradian ve ark., 2007).

Arı ekmeği yaklaşık % 20 protein, % 3 lipid, % 24-35 karbonhidrat, % 3 vitamin ve mineral içermektedir. İnsan vücudunun biyosentezleyemediği esansiyel aminoasitlerin tümü ile protein, C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, E, H, P, nikotinic asit, folik asit, pantotenik asit gibi vitaminler, pigmentler, sakkaroz, amilaz, fosfataz gibi enzimler, flavonoidler, karatenoidler ve hormonlar içermektedir (Haydak ve Vivino, 1950). Arı ekmeğinin kompozisyonu polenden farklıdır (Haydak ve Palmer, 1941). Arı ekmeğinin sahip olduğu yüksek biyolojik aktivite küf ve mantar gelişimini inhibe ederek arı ekmeğinin daha iyi korunmasını sağlamaktadır (Nagashima ve ark., 2004). Arı ekmeği aynı bitkinin poleninden daha fazla indirgenmiş şeker, K vitamini ile mikroorganizma sindirici enzim içermektedir. Polenin arı ekmeğine dönüşmesi ve biyokimyasal değişiklikler bakteri ve mayalar tarafından sebep olunan temelde laktik asit fermentasyonu ile mikrobiyel faaliyetin bir sonucudur (Haydak, 1958). Yakın zamanda yapılan bir araştırmada farklı coğrafik ve botanik orijine (*Citrus* spp., *Castanea sativa*, *Gossypium arvense*, *Trifolium* spp., *Helianthus annuus* L.) sahip 8 arı ekmeğinin kimyasal yapısı (nem, kül, protein ve yağ) ile yağ asidi kompozisyonu GC-FID ile tespit edilmiştir. Arı ekmeği örneklerinde 20 doymuş 17 doymamış olmak üzere 37 yağ aside tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden palmitik ve stearik asit ile doymamış yağ asitlerinde oleik asit örneklerde en çok rastlanan yağ asitleri olmuştur (Kaplan ve ark., 2016).



Laktik asit bakterileri (LAB) normal floralarında simbiyontlar olarak sağlıklı organizmalarda yaygın olarak bulunan fenotipik olarak bakterilerle ilişkili bir gruptur (Gasbarrini ve ark., 2008). Vásquez ve Olofsson (2009) bal arısı florasında 12 farklı LAB türü tanımlamış ve bal arılarının zararlı mikroorganizmalardan LAB sayesinde korunduğu ifade etmişlerdir. Bal arısı poleni vitamin, protein, yağ asitleri, lipitler, steroller, vitaminler e karbonhidrat kaynağı olarak kullanmaktadır (Loper ve Davis, 1985). Bal arılarınca poleni toplanmakta ve kolonide larvaları beslemek ve erişkin arılar tarafından tüketilmek üzere arı ekmeği olarak depo edilmektedir. Arı ekmeği muhtemelen bakteri veya mayalar ya da her iki mikroorganizma tarafından üretilen laktik asit fermantasyonu ile üretilmektedir (Gilliam ve ark., 1980). Diğer fermente ürünlerde olduğu gibi süreç tamamlandığında yüksek laktik asit içeriği ve diğer metabolitler arı ekmeğini mikroorganizmalar tarafından bozulmasını önlemektedir. Arı ekmeğinin kimyasal kompozisyonu polenden farklıdır, örneğin arı ekmeği laktik asit nedeniyle daha yüksek asiditeye sahiptir ve daha yüksek oranda K vitamini içermektedir (Haydak, 1958). Bal arısı midesinin florası bal arılarının, larvalarının ve tüm koloninin sağlığı için önemlidir. Yapılan bir çalışmada bal arısı midesinde bulunan LAB florası (Vásquez ve Olofsson, 2009) hem polende hem de iki haftalık arı ekmeğinden izole edilmiştir. Bal arısı midesindeki toplam 12 LAB fenotipinden Arı poleni 8 arı ekmeği ise 9 unu içermiştir, her ikisi ise 12 sinin 11'ini içermiştir.

Türkiye ekolojik farklılıkları ve biyolojik çeşitliliği sayesinde bal üretimi için en elverişli ülkelerden biri olarak görülmektedir. Bu elverişli şartlar sadece bal üretimi için değil diğer arı ürünleri için de önemli bir zemin oluşturmaktadır. Nitekim arı poleni üretiminde farklı bitkisel kaynaklardan ve sarı, kırmızı, mor, yeşil, portakal rengi gibi farklı renklerde üretim söz konusudur. Ancak monofloral arı poleni hasat etmek hem polenlerin standart kompozisyonunu belirlemek hem de beslenme ve destek tedavi amaçlı kullanmak açısından oldukça önemlidir (Bogdanov, 2011). Örneğin yapılan bir çalışmada *Cistus* poleninin kestane polenine göre 20 kat daha fazla karotenoid içerdiği (Percie Du Sert, 2009a) diğer bir çalışmada ise kestane ve *Cistus* polenin sterol içeriklerinin farklı olduğu *Cistus* polenin yoğunlukla delta-5-avenasterol, kestane poleninin ise betasitosterol içerdiği bildirilmiştir (Percie Du Sert, 2009b). Ayrıca arı poleni tüketimine bağlı oluşabilecek alerji vakaları açısından da polenin orijininin karakterize edilmesi önem arz etmektedir.

Polenin kimyasal kompozisyonu da üretildiği bölgeye ve bitkisel kaynağa bağlı olarak değişim göstermekle birlikte genel olarak % 25-30 protein, % 30-55 karbonhidrat, % 1-20 yağ asitleri ve steroller gibi lipitler, vitamin (Vitamin A, K ve B<sub>12</sub> hariç) ve minerallerden

oluşmaktadır (Campos ve ark., 1997). Bunun yanında polen numuneleri üzerinde yapılan çalışmalarda fenolik içeriği ve antioksidatif etkisi üzerinde durulmuştur. Polen ekstraktlarının yapısında bulunan fenolik asitler ve flavonoidlerin, potansiyel antioksidan olarak, süperoksit anyonları ve lipid peroksit radikallerini temizledikleri ve serbest radikaller ile ilişkili olaylarda hidrojenasyon veya kompleks yapılar oluşturarak okside edici ajanları stabilize edebildikleri gösterilmiştir (Percie Du Sert, 2009b).

Bal arıları topladıkları polenleri kovan içinde petek gözlerinde arı ekmeği şeklinde depolarlar. Arı ekmeği kovanda üretilirken polen, bal ve diğer arı salgıları ile karıştırılır ve laktik asit fermantasyonuna bırakılır. Karışım yaklaşık iki hafta içerisinde arı ekmeğine dönüşür. Fermente bir ürün olan arı ekmeği böylece kovanda uzun süre muhafaza edilebilir (Bogdanov, 2011). Arı ekmeği arılar için protein, yağ ve vitamin kaynağı olmakla birlikte arı sütü üretiminin de ham maddesini oluşturmaktadır. Arı poleni ile arı ekmeğinin içerikleri benzer olsa da bazı farklılıklar da görülmektedir. Arı ekmeği, arı polenine kıyasla daha az protein içermektedir ancak arı ekmeği proteinlerinin sindirimi daha kolaydır. Nem içeriği hasattan sonra kurutma sonucunda %13-14 oranına düşmektedir. Arı ekmeğinin genel içeriği esansiyel aminoasitlerden, C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, E, H vitaminlerinden, karotenoid ve antosiyaninlerden, sakkaraz, amilaz ve fosfataz enzimlerinden ve 25 farklı mineralden oluşmaktadır. Arı polenine nazaran arı ekmeği 6 kat daha fazla laktik asit içermekte ve bu özelliği kendini korumasını, polen kadar maya gelişimine açık olmamasını sağlamaktadır. Ayrıca arı ekmeğinin tat özellikleri arı polenine göre daha iyidir ve vücutta emilimi daha kolaydır (Silva ve ark., 2006).

İnsanlar günümüzde beslenme faaliyetini artık çok yönlü olarak dikkate almakta bazı hastalıklardan korunmak ve/veya tedavi amaçla yerine getirmektedir. Günümüzde doğal yaşam ve doğal beslenmenin ön planda olduğu düşünülürse arı ürünlerinin de bu alandaki yerinin büyüklüğü anlaşılacaktır. Ancak ülkemizde arı ürünlerinin faydaları kulaktan dolma bilgiler ile anılmaktadır ve konu ile ilgili yapılan çalışmalar da oldukça kısıtlıdır. Arı poleni ve arı ekmeği içerdikleri besin öğeleri ile önemli gıda maddeleridir. Bu ürünler hakkında yapılacak çalışmalar ürünlerin hem tanınırlığını sağlayacak hem de tüketim oranlarını artıracaktır.

Tıpta, bal, polen, propolis ve diğer arı ürünlerinin kullanıldığı tedavi branşı “apiterapi” dir. Bu arı ürünlerinden üzerinde en fazla çalışılan doğal ürün bal ve propolis olup, polenin de yüksek biyolojik potansiyele sahip doğal bir ürün olduğu bildirilmektedir (Almaraz-Abarca ve

ark., 2007; Basim ve ark., 2006; Eraslan ve ark., 2008). Polen veya çiçek tozu, çiçekli bitkilerin üremesi için gereklidir. Bal arıları, doğadaki tozlaşmayı (polinasyon) sağlayan canlılar olup, vücut kıllarına yapışan polenleri larva sonrası yavru beslenmesinde ve gençlik dönemlerinde dokularının, kaslarının, salgı bezlerinin ve diğer organlarının yeterince gelişmesinde kullanmak üzere kovanlarına taşımaktadırlar. Kovanlara taşınan polenler petek gözlerinde depolandıkları gibi balın içerisine de katılır ve balın oksidasyonu gibi pek çok zararlı etkiden korunmasında rol alırlar. Değerli bir ürün olması nedeniyle son yıllarda arı kovanlarından polen tuzakları vasıtasıyla toplanan polenler, halk arasında destekleyici bir besin olarak özellikle sporcuların, gelişme geriliği bulunan çocukların, anemik hastaların, karaciğer rahatsızlıkları olan kimselerin diyetlerine takviye edici olarak kullanılmaktadır. Polenin yüksek antioksidan kapasiteye sahip bir ürün olduğu ve bu oksidasyonu önleme kapasitesinin bitki florasına göre değişim gösterdiği pek çok bilimsel çalışmada bildirilmektedir (Karataş ve ark., 2000; Ferreira ve ark., 2009).

Bugüne kadar polen konusunda gerek dünyada gerekse ülkemizde daha çok balda polen analizi (melissopalinojoloji) ve aeropalinojoloji konularına yoğunlaşmış, balın botanik orijini belirlemek ve alerji riski olan hastalar için hava polenlerini tanımlamak için bu alanlardan faydalanılmıştır. Ancak arı poleni konusunda, özellikle monofloral arı polenleri konusunda araştırmalar sınırlı kalmıştır. Polenin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin toplandığı bitkiye, toplandığı bölgenin coğrafik konumuna, iklim özelliklerine, toplanma şekline ve ambalaj şekline bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmektedir (Karataş ve ark., 2000). Krell yaptığı çalışmada arıların topladıkları polenlerin ortalama %7.5-40 protein, %15-50 karbonhidrat ve %15-50 arasında değişen ve oldukça yüksek miktarda nişasta ihtiva ettiğini ifade etmiştir (Krell, 1996). Basim vd. de yaptıkları *in vitro* çalışmada polen ve propolis metanolik ekstraktlarının pek çok patojenik bakteriye karşı antibakteriyal aktivite gösterdiklerini rapor etmiştir (Basim ve ark., 2006). Yine Medeiros ve ark. (2008) da sıçanlarda fenolik polen ekstraktlarının anti alerjenik etkisinden bahsetmişlerdir. Almaraz-Abarca et vd ise yaptıkları çalışmada Meksika florasına ait etanolik polen ekstraktlarının lipid peroksidasyonu inhibe edici ve polen ekstraktlarının HPLC analizinde bir flavonoid türeviden oluşan kalkanlarca zengin olduğunu göstermiştir (Almaraz-Abarca ve ark., 2007). Polenin *in vitro* olarak lipid peroksidasyonunu engellediği, oksidan özelliğe sahip ve kanserojen olduğu bilinen pek çok serbest oksijen radikalini temizlediği (LeBlanc ve ark., 2009; Šarić ve ark., 2009), yine *in vitro* bakteri çalışmalarında bakterileri öldürdüğü veya gelişimini engellediği (Basim ve ark., 2006) yapılan araştırmalarda belirtilmiştir. Bunların dışında literatürde

polenlerle ilgili olarak antioksidan aktivitelerini ortaya çıkaran araştırmalara ek olarak, balların orijinlerini belirlemek üzere yapılan polen araştırmaları (Valencia-Barrera ve ark., 2000; Arvanitoyannis ve ark., 2005; Cuevas-Glory ve ark., 2007; Ouchemoukh ve ark., 2007) ve polenlerin aminoasit analizlerinin tespitine yönelik (González Paramás ve ark., 2006) çalışmalar mevcuttur. Ticari arı polenlerinin B grubu vitaminleri içeriğini tespit etmeye yönelik yapılan bir araştırmada (Konar ve ark., 2010) tiamin klorür (B1), riboflavin (B2), nikotinic asit (B3), pridoksin klorür (B6), folik asit ve siyanokobalamin (B12) vitaminlerinin miktarları yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile tespit edilmiştir. Polenin insan ve hayvanları X ışınlarının zararlı etkilerinden koruduğuna dair verilere bilimsel çalışmalarda rastlanmaktadır (Schmidt, 1997).

Polenin atletlerin kondisyonu için gerekli gıdalar arasında önemli bir potansiyele sahip olduğuna dair yapılan çalışmalar (Mahan, 1990; Linskens ve Jorde, 1997) polenlerin organizmada metabolik etkilere sahip hormonları da bünyesinde bulundurduğunu göstermiştir. Yine Karataş ve Şerbetçi çalışmalarında arı polenlerindeki adrenalin ve noradrenalin miktarlarını HPLC ile tespit etmiş; insan ve hayvanların metabolizmalarında sentezlenen adrenalin ve noradrenalinin birçok bitki hormonuna ek olarak arı poleninde de bulunduğunu göstermişlerdir (Karataş ve Şerbetçi, 2008).

Polenler antimikrobiyal (antibakteriyel, antifungal, antiviral) özellikleri nedeniyle de ön plana çıkmaktadır. Polenlerin *Escherichia coli*, *Proteus*, *Salmonella* ve diğer koliform türlerine karşı etkili oldukları tespit edilmiştir. Polenlerin bu antimikrobiyal özelliği yapısında bulunan Quercetin, Mirisetin, Kaempferol gibi bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Liebelt ve ark., 1994; Snowdon ve Clier, 1996; Cuevas-Glory ve ark., 2007). Özcan ve ark. (2003), *Alternaria alternata* ve *Fusarium oxysporium f. sp. Melonis*'in misel gelişimi üzerine arı poleninin % 2 ve % 5 konsantrasyonlarındaki metanol ekstraktlarının inhibitör etkilerini araştırmış ve % 2'lik konsantrasyonun fungus gelişimine az, % 5'lik konsantrasyonunun ise daha çok etkili olduğunu rapor etmiştir.

Arı ekmeği hakkındaki literatür bilgileri oldukça kısıtlıdır. Yapılan bir çalışmada Fas bölgesinden toplanan arı ekmeği ve arı poleni örneklerinin antibakteriyel aktivitesi araştırılmıştır. Çalışmada polen numuneleri hem kurutulmuş halde hem de taze olarak kullanılmış ve *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* bakterilerinin arasında bulunduğu bakterilere karşı antibakteriyel aktivite testi yapılmıştır. Sonuç olarak taze arı poleni ve arı ekmeğinin kurutulmuş polen örneklerine nazaran daha yüksek antibakteriyel

aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Abouda ve ark., 2011). Diğer bir çalışmada ise arı ekmeği örneklerinin sıcak su, su ve etanol ekstraktları çıkarılmış ve bu ekstraktların fonksiyonel özellikleri belirlenmiştir. Suyun çözügen olarak kullanıldığı örneklerde antioksidan aktivitenin yüksek olduğunu bildiren yazarlar arı ekmeğinin bu antioksidatif etkisinden faydalanılabileceğini belirtmişlerdir (Nagashima ve ark., 2004).

Sonuç olarak arı ekmeği (perga) günümüzde önemli bir probiyotik olarak insan sağlığına hizmet edecek önemli bir üründür. Bu konuda yapılacak bilimsel araştırmalara ihtiyaç vardır.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Gereç

##### 3.1.1. Arı ekmeği örnekleri

Arı ekmeği örnekleri monofloral olması için Mersin, Adana, Urfa, Zonguldak, Edirne, Urfa ve Adıyaman illerinden toplanacaktır. Örnekler toplandıktan sonra analizlere kadar deep freezde muhafaza edilecektir. Örnekler *Apis mellifera* arı ırkı tarafından petek gözlerinde depolanmış polenden oluşacaktır.

#### 3.2. Metod

##### 3.2.1. Polen analizi

10 g arı ekmeği örneği tartılarak ve 20 ml distile suda çözüldü. Solusypn 10 dk 1.000 g de santrifüj edildi. Supernatantın sıvı kısmı döküldü. Sediment 20 ml distile su eklenerek 5 dk 1.000 g de santrifüj edildi. Tekrar su kısmı dökülerek kurutma kâğıdı üzerine test tüpü ters çevirildi. Daha sonra lam üzerine aktarılan sediment üzerine glisein jelatin akışımı eklenerek 40 °C de ısıtıcı tablada jelin erimesi sağlandı. Preparat üzerine lamel (22 x 22 mm) kapatıldı. Polen tanecikleri referans polen preparatları ve polen atlasları kullanılarak mikroskopta tanımlandı ve sayıldı. Her bir örnekte en az 5.000 polen sayılmak suretiyle arı ekmeğini en yüksek oranda temsil eden polen türleri tespit edildi.

##### 3.2.2. Kimyasal analiz

Arı ekmeği örneklerinin kimyasal analizinde (kül, ham yağ, ve ham protein) standart AOAC metodları 920.153, 991.36 ve 960.52 kullanıldı (AOAC, 2000). Nem içeriği VO200 (Memmert GmbH+Co. KG, Schwabach, Germany) vakum fırın kullanılarak 60 °C de ölçüldü ve sabit ağırlığa ulaşana kadar tartıldı. Kül içeriği gravimetrik olarak 550 C de tespit edildi. Tüm analizler 3 tekrarlı yapıldı ve 100 g arı ekmeği için hesaplandı. Arı ekmeği örnekleri paslanmaz çelik karıştırıcı ile homojenize edildi. Daha sonra 2 gram örnek tartılarak cam behere aktarıldı ve üzerine 100 ml NHCl eklendi. Elde edilen karışım 100 °C'de ısıtıldı ve 15 dakika karıştırıldı. Örnek solüsyon daha sonra oda sıcaklığına soğutuldu ve 3 kez distile su ile yıkandı. Daha sonra örnek filtre kağıdından filtre edildi ve fırında 105 °C'de 1 saat kurutuldu. Arı ekmeğinden yağların ekstraksiyonu için (50 °C'de 3 saat soksalet ekstraktörü kullanılarak)

dietil eter kullanıldı. Arı ekmeğinden ekstrakte edilen yağ amber renkli şişelerde saklandı.

### **3.2.3. Yağ asidi analiz**

Arı ekmeği örneklerinde yağ asitlerinin analizi için ISO 12966-2: 2011 metodu kullanıldı (ISO, 2009; ISO, 2011). Kısaca 0.1 g arı ekmeği örneği test tüpüne alındı. 5 ml heptan ve 0.5 ml metanolik 2 M KOH eklendikten sonra 1 dakika oda sıcaklığında vortekslendi. Üstteki tabaka anhydrous sodyum sülfat ile kurutuldu ve gaz kromatograf analizi için hazırlandı. Kromatografik analiz Gaz Kromatografi sistemi Clarus 500 (PerkinElmer, Shelton, CT, USA) equipped with an autosampler, split- -splitless injector ve bir flame ionization dedektör ile yapıldı. 100-metre Supelco 2380 kapiller kolon (Sigma-Aldrich, Bellefonte, PA, USA) ile internal diameter of 0.25 mm and 0.2 µm film thickness kromatografik seperasyon için kullanıldı. Helium taşıyıcı gaz akış oranı 1.2 mL/min'e ayarlandı. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları sırasıyla 250 ve 260 °C ye ayarlandı. Başlangıç GC fırın sıcaklığı 165 °C olup 5 dakika tutulduktan sonra 240 °C'ye yükseltildi ve 5 °C/min ve 240 °C de 10 dakika tutuldu. 1.0 µL hacminde örnek split enjeksiyon modunda enjekte edildi (1:50). Pikler standart FAME karışımlarıyla nispi retensiyon zamanlarına göre tanımlandı. Kromatografik seperasyon Agilent GC-MS system (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA) equipped with Agilent 6890 gas chromatograph ve Agilent 5973 mass spectrometre kullanılarak yapıldı.

Yağ asitlerinin kromatografik seperasyonu 30-metre DB-WAX capillary column (0.25 mm i.d., film thickness 0.25 µm; Agilent Technologies, Folsom, CA, USA) ile yapıldı. Taşıyıcı gaz olan helyum akış oranı 1.5 mL/min idi. Enjeksiyon port sıcaklığı 250 °C'ye ayarlandı. Enjekte edilen örnek hacmi 1 µL (split ratio 1:10) idi. Başlangıçta GC fırın sıcaklığı 3 dakika 180 °C de bırakıldı. Daha sonra 210 °C' ye yükseltildi, 2 °C/min ve sonra 210 °C de 20-dakika isothermal çalışma, son olarak 240 °C de 10 °C/min 5 dakika tutuldu. Kütle spektrumu elektron etkisi (EI) iyonizasyon modunda 70 eV  $m/z=35-550$  kütle tarama aralığında kazanıldı. Bileşiklerin kütle spektrumu Wiley ve NIST kütle spektral kütüphanlerinden elde edildi.

### **3.2.4. İstatistiksel Analiz**

Tüm kimyasal analizler 3 tekrarlı yapıldı veriler ortalama±standart sapma şeklinde verildi. Ortalamalar ANOVA ile karşılaştırılarak önem yüzdesi % 95 olarak verildi.

#### 4. BULGULAR

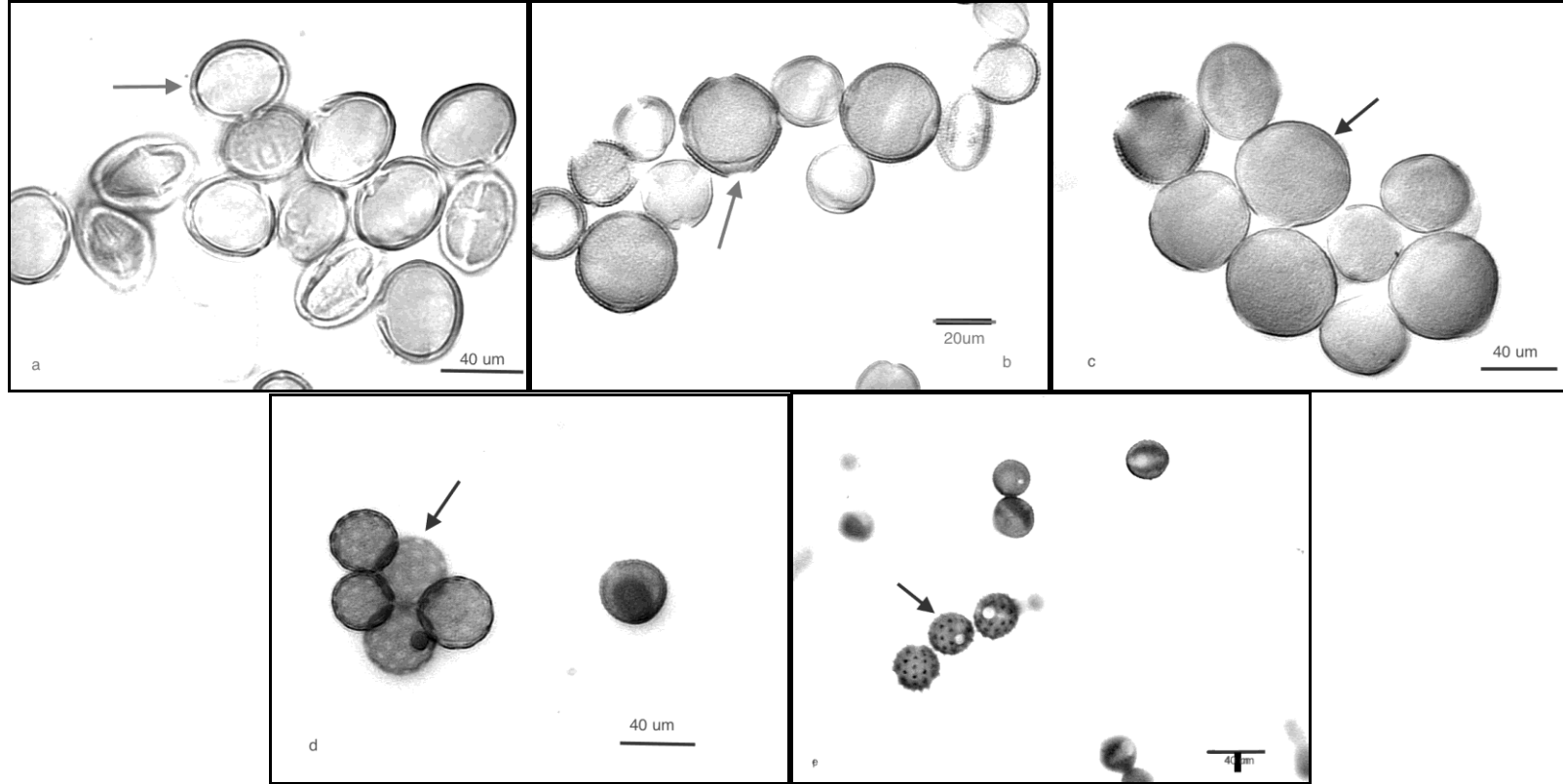
Farklı botanik ve coğrafik orijine sahip arı ekmeği örneklerinin polen analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Adana ve Urfa yörelerinden toplanan ve botanik orijini yonca olan arı ekmeği % 85.2 ve % 85.6 oranında *Trifolium spp.* polenleri içermiştir. Adana ve Urfa yörelerinden toplanan ancak botanik orijini pamuk olan arı ekmeği örneklerinde ise yonca polenlerinde göre pamuk polenlerinin temsil edilme oranları daha düşük bulunmuştur; % 65.6 ve % 66.2 Zonguldak ve Bursa yörelerinden de arı ekmeği örnekleri toplanmıştır. Ancak Bursa yöresinden toplanan arı ekmeği örneğinde kestane polen oranı düşük olduğundan ve kestane arı ekmeğini temsil etmediğinden analizlere dahil edilmemiştir. Bu nedenle kestane arı ekmeği tek örnekle temsil edilmiştir. Nitekim bal analizinde olduğu gibi kestane polenlerinin boyutu küçük olduğundan % 90'ın üzerinde temsil edilmesi beklenmektedir. Diğer iki örnek Mersin ve Adana illerinden toplanmış olan narenciye arı ekmeği örnekleridir ve narenciye polenleri büyük boyutlu polenler olduğundan balda % 20 oranında temsil edilmeleri dominant sınıfına dahil edilmeleri için yeterli olmaktadır. Bu araştırmada narenciye arı ekmeği örneklerinin temsil edilme oranları % 54.4 ve % 61.4 olmuştur. Araştırmada kullanılan son örnek ise Edirne yöresinden toplanan ve botanik orijini ayçiçeği olan arı ekmeği örneğinde bu polenlerin temsil edilme oranı % 45.4 olmuştur (Tablo 1.). Arı ekmeği polen analizi sonucu örneklerde rastlanan diğer polen taxonları; Fabaceae, Lamiaceae, Brassicaceae; Rhamnaceae, Apiaceae, Myrtaceae and Rosaceae dir. Polen analizlerine ilişkin mikroskopik görüntüleri de Şekil 1'de gösterilmiştir.



**Tablo 1.** Botanik orijini farklı arı ekmeği örneklerinin polen analizi

Örnek	Coğrafik orijin	Botanik orijin	Polen (%)	Diğer önemli polenler (% 3-15)
CU	Urfa	<i>Trifolium pratense, T. repens</i>	86.2	Fabacea
CA	Adıyaman	<i>Trifolium pratense, T. repens</i>	85.6	Fabaceae
GA	Adana	<i>Gossypium hirsutum</i>	65.6	Fabaceae, Lamiaceae
GU	Urfa	<i>Gossypium hirsutum</i>	66.2	Fabaceae Asteraceae, Lamiaceae
ZC	Zonguldak	<i>Castanea sativa</i>	94.4	Fabacea
CIA	Adana	<i>Citrus spp.</i>	54.4	Fabaceae, Brassicaceae, Lamiaceae, Rhamnaceae, Rosaceae
CIM	Mersin	<i>Citrus spp.</i>	61.4	Fabaceae, Brassicaceae, Lamiaceae, Rhamnaceae, Myrtaceae
SE	Edirne	<i>Helianthus annuus</i>	45.4	Fabaceae, Rosaceae, Apiaceae

**CU:** Yonca (*Trifolium spp.*- Urfa), **CA:** Yonca (*Trifolium spp.*- Adıyaman), **GA:** pamuk (*Gossypium hirsutum* L. -Adana), **GU:** pamuk (*Gossypium hirsutum* L. -Urfa), **ZC:** kestane (*Castanea sativa* L.- Zonguldak), **CIA:** Narenciye (*Citrus spp.* -Adana), **CIM:** Narenciye (*Citrus spp.*-Mersin), **SE:** ayçiçeği (*Helianthus annuus* L. -Edirne)



**Şekil 1.** Polen analizi yapılan arı ekmeği örneklerinin mikroskopisi; a- *Castanea sativa* b-*Citrus* spp. c- *Trifolium* spp. d-*Gossypium hirsutum*, e. *Helianthus annuus*

Arı ekmeği örneklerinin kimyasal analizine göre; nem içeriği 11.41 ile 15.89 arasında değişkenlik göstermiştir. En düşük nem içeriği ayçiçeği arı ekmeğinde gözlenirken en yüksek nem içeriği kestane örneğinde gözlenmiştir. Örneklerin kül içerikleri 1.93 ile 2.62 arasında değişkenlik göstermiştir. Protein içeriği ise pamuk, narenciye, kestane, ayçiçeği ve yonca örneklerinde ortalama 14.92; 19.15, 20.53; 19.41 ve 23.46 olarak tespit edilmiştir ve en yüksek protein içeriği yonca arı ekmeği örneğinde gözlenirken en düşük protein içeriği pamuk arı ekmeği örneğinde gözlenmiştir. Yağ içerikleri bakımından ise; pamuk, narenciye, kestane, ayçiçeği ve yonca örneklerinde ortalama olarak sırasıyla; 8.36, 9.81, 5.93, 8.54 ve 9.87 dir. Örneklerde en yüksek yağ içeriği yonca en düşük yağ içeriği ise kestane örneğinde tespit edilmiştir (Tablo 2). Arı ekmeği örneklerinin yağ asidi içerikleri Tablo.3 de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Arı ekmeği örneklerinin kimyasal analizi

Arı Ekmeği	Nem	Kül	Protein	Yağ
GA	12.60±0.30 <sup>b*</sup>	2.03±0.01 <sup>c</sup>	15.01±0.01 <sup>b</sup>	9.23±0.02 <sup>f</sup>
GU	13.16±0.01 <sup>c</sup>	1.97±0.01 <sup>b</sup>	14.82±0.01 <sup>a</sup>	7.49±0.02 <sup>b</sup>
CIA	15.82±0.01 <sup>f</sup>	2.04±0.01 <sup>c</sup>	19.71±0.01 <sup>e</sup>	10.47±0.04 <sup>g</sup>
CIM	12.33±0.02 <sup>b</sup>	2.02±0.01 <sup>c</sup>	18.59±0.02 <sup>c</sup>	9.15±0.03 <sup>e</sup>
ZC	15.32±0.01 <sup>e</sup>	2.62±0.01 <sup>e</sup>	20.53±0.02 <sup>f</sup>	5.93±0.02 <sup>a</sup>
SE	14.05±0.03 <sup>d</sup>	1.93±0.02 <sup>a</sup>	19.41±0.02 <sup>d</sup>	8.54±0.03 <sup>d</sup>
CU	15.89±0.01 <sup>f</sup>	2.52±0.01 <sup>d</sup>	22.66±0.02 <sup>g</sup>	8.19±0.02 <sup>c</sup>
CA	11.41±0.01 <sup>f</sup>	2.54±0.01 <sup>d</sup>	24.26±0.01 <sup>h</sup>	11.55±0.05 <sup>h</sup>

\*: Değerler; Ortalama ± Standart Sapma şeklinde verilmiştir. <sup>a-h</sup> Aynı sütündeki farklı hafler istatistiki olarak farklı grupları temsil etmektedir. (p<0.05).

**Table 3.** Arı ekmeği örneklerinin yağ asidi analizi (n=8)

Saturated FAs	$\omega$	GA	GU	CIA	CIM	ZC	SE	CU	CA
C4:0 Butyric acid		0.75±0.01 <sup>c*</sup>	0.65±0.01 <sup>b</sup>	1.29±0.46 <sup>e</sup>	0.37±0.01 <sup>a</sup>	1.16±0.01 <sup>e</sup>	1.03±0.04 <sup>d</sup>	1.06±0.02 <sup>d</sup>	1.30±0.41 <sup>e</sup>
C6:0 Caproic acid		0.08±0.00 <sup>a</sup>	-	0.35±0.01 <sup>b</sup>	-	-	0.23±0.07 <sup>b</sup>	-	-
C8:0 Caprylic acid		0.10±0.01 <sup>d</sup>	-	0.12±0.01 <sup>d</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>b</sup>	0.34±0.03 <sup>e</sup>	-	0.08±0.01 <sup>c</sup>
C10:0 Capric acid		0.07±0.01 <sup>c</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>b</sup>	0.16±0.00 <sup>d</sup>	0.04±0.00 <sup>b</sup>	0.04±0.00 <sup>b</sup>	0.04±0.00 <sup>b</sup>	0.04±0.00 <sup>b</sup>
C11:0 Undecanoic acid		-	-	-	-	0.07±0.00	-	0.07±0.00	-
C12:0 Lauric acid		0.14±0.00 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.29±0.01 <sup>b</sup>	0.11±0.00 <sup>a</sup>	0.07±0.04 <sup>a</sup>	6.15±0.10 <sup>c</sup>	0.06±0.00 <sup>a</sup>	0.14±0.02 <sup>a</sup>
C13:0 Tridecanoic acid		-	-	-	-	-	0.07±0.01	-	-
C14:0 Myristic acid		1.29±0.04 <sup>e</sup>	0.36±0.01 <sup>bc</sup>	0.51±0.01 <sup>d</sup>	0.21±0.01 <sup>a</sup>	0.41±0.01 <sup>c</sup>	0.38±0.01 <sup>c</sup>	0.30±0.00 <sup>b</sup>	1.26±0.04 <sup>e</sup>
C15:0 Pentadecanoic		0.14±0.00 <sup>b</sup>	-	0.21±0.02 <sup>c</sup>	0.14±0.01 <sup>b</sup>	0.53±0.01 <sup>d</sup>	0.15±0.00 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>b</sup>	0.21±0.02 <sup>c</sup>
C16:0 Palmitic acid		29.63±0.42 <sup>d</sup>	26.34±0.51 <sup>c</sup>	38.69±0.31 <sup>e</sup>	22.32±0.33 <sup>a</sup>	24.58±0.29 <sup>b</sup>	27.18±0.14 <sup>c</sup>	24.71±0.25 <sup>b</sup>	28.87±0.38 <sup>d</sup>
C17:0 Heptadecanoic		0.23±0.02 <sup>a</sup>	0.20±0.01 <sup>a</sup>	0.46±0.03 <sup>c</sup>	0.32±0.02 <sup>b</sup>	0.91±0.01 <sup>d</sup>	0.35±0.04 <sup>b</sup>	0.35±0.03 <sup>b</sup>	0.51±0.03 <sup>c</sup>
C18:0 Stearic acid		3.21±0.05 <sup>e</sup>	1.31±0.02 <sup>a</sup>	6.27±0.12 <sup>f</sup>	2.33±0.03 <sup>d</sup>	2.37±0.10 <sup>d</sup>	1.59±0.09 <sup>b</sup>	1.91±0.05 <sup>c</sup>	3.39±0.11 <sup>e</sup>
C20:0 Arachidic acid		0.73±0.03 <sup>b</sup>	0.80±0.04 <sup>b</sup>	3.23±0.07 <sup>f</sup>	1.04±0.03 <sup>c</sup>	1.41±0.06 <sup>d</sup>	1.12±0.02 <sup>c</sup>	0.61±0.02 <sup>a</sup>	1.64±0.03 <sup>c</sup>
C21:0 Heneicosanoic		0.04±0.00 <sup>a</sup>	1.17±0.04 <sup>d</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>	1.70±0.04 <sup>e</sup>	0.37±0.00 <sup>c</sup>	0.08±0.01 <sup>b</sup>	-	-
C22:0 Behenic acid		0.55±0.02 <sup>b</sup>	0.44±0.01 <sup>b</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.89±0.05 <sup>c</sup>	1.20±0.04 <sup>d</sup>	2.60±0.18 <sup>e</sup>	0.13±0.01 <sup>a</sup>	0.60±0.03 <sup>b</sup>
C23:0 Tricosanoic acid		0.28±0.01 <sup>a</sup>	1.07±0.21 <sup>c</sup>	-	5.61±0.07 <sup>d</sup>	1.02±0.03 <sup>c</sup>	0.58±0.04 <sup>b</sup>	-	0.62±0.06 <sup>b</sup>
C24:0 Lignoceric acid		0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.05±0.00 <sup>cd</sup>	-	0.04±0.00 <sup>ab</sup>	0.33±0.01 <sup>e</sup>	0.06±0.01 <sup>d</sup>	-	-
<b>Total</b>		<b>37.28</b>	<b>32.48</b>	<b>51.59</b>	<b>35.25</b>	<b>34.51</b>	<b>41.97</b>	<b>29.37</b>	<b>38.67</b>

**Table 3.** Arı ekmeği örneklerinin yağ asidi analizi (n=8) (devam)

Unsaturated FAs		GA	GU	CIA	CIM	ZC	SE	CU	CA
C14:1 Myristoleic ac		0.41±0.01 <sup>b</sup>	0.56±0.02 <sup>c</sup>	1.06±0.07 <sup>f</sup>	0.76±0.01 <sup>e</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>	1.35±0.02 <sup>g</sup>	0.65±0.01 <sup>d</sup>	1.05±0.01 <sup>f</sup>
C15:1 cis-pentadecan		0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>b</sup>	0.14±0.01 <sup>e</sup>	0.09±0.00 <sup>c</sup>	0.26±0.01 <sup>f</sup>	0.12±0.00 <sup>d</sup>	0.05±0.00 <sup>b</sup>	0.07±0.01 <sup>c</sup>
C16:1 Palmitoleic acid	ω-7	0.19±0.01 <sup>e</sup>	0.11±0.01 <sup>c</sup>	0.11±0.01 <sup>c</sup>	0.14±0.00 <sup>d</sup>	0.12±0.00 <sup>cd</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>	0.08±0.00 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>d</sup>
C17:1 cis-Heptadecanoic acid		0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.18±0.00 <sup>c</sup>	0.21±0.02 <sup>d</sup>	0.26±0.01 <sup>e</sup>	0.49±0.01 <sup>f</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.15±0.01 <sup>b</sup>	-
C18:1n9t Elaidic acid	ω-9	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>a</sup>	0.57±0.05 <sup>c</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>	0.35±0.01 <sup>b</sup>
C18:1n9c Oleic acid	ω-9	17.25±0.41 <sup>f</sup>	10.41±0.67 <sup>b</sup>	16.32±0.20 <sup>e</sup>	11.70±0.08 <sup>c</sup>	21.25±0.13 <sup>g</sup>	3.90±0.04 <sup>a</sup>	12.60±0.16 <sup>cd</sup>	13.43±0.23 <sup>d</sup>
C20:1 cis-Eicosenoic	ω-9	2.16±0.05 <sup>a</sup>	2.58±0.14 <sup>b</sup>	6.28±0.44 <sup>g</sup>	3.39±0.07 <sup>d</sup>	4.17±0.03 <sup>f</sup>	3.02±0.04 <sup>c</sup>	3.55±0.03 <sup>de</sup>	3.71±0.03 <sup>e</sup>
C22:1n9 Erucic acid	ω-9	1.90±0.02 <sup>c</sup>	2.57±0.04 <sup>de</sup>	3.66±0.35 <sup>f</sup>	5.43±0.05 <sup>g</sup>	2.69±0.11 <sup>e</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>	1.37±0.01 <sup>b</sup>	2.44±0.05 <sup>d</sup>
C24:1 Nervonic acid	ω-9	0.24±0.01 <sup>a</sup>	0.46±0.01 <sup>c</sup>	0.33±0.02 <sup>b</sup>	0.22±0.01 <sup>a</sup>	0.56±0.03 <sup>d</sup>	0.87±0.03 <sup>e</sup>	0.85±0.03 <sup>e</sup>	0.35±0.03 <sup>b</sup>
C18:2n6t Linolelaidic acid	ω-6	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>ab</sup>	0.22±0.01 <sup>f</sup>	0.15±0.01 <sup>e</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>bc</sup>	0.06±0.01 <sup>c</sup>	0.11±0.01 <sup>d</sup>
C18:2n6c Linoleic acid	ω-6	36.96±0.23 <sup>g</sup>	8.05±0.48 <sup>b</sup>	14.95±0.43 <sup>d</sup>	23.79±0.25 <sup>e</sup>	31.26±0.07 <sup>f</sup>	14.84±0.14 <sup>d</sup>	6.26±0.07 <sup>a</sup>	10.35±0.44 <sup>c</sup>
C18:3n6 g-Linolenic acid	ω-6	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.28±0.01 <sup>b</sup>	2.76±0.07 <sup>c</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>	0.06±0.00 <sup>a</sup>	0.12±0.01 <sup>a</sup>	0.23±0.02 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>
C20: 2 cis-11,14-Eicosadienoic	ω-6	0.08±0.00 <sup>a</sup>	0.28±0.01 <sup>b</sup>	0.09±0.01 <sup>a</sup>	0.94±0.06 <sup>e</sup>	0.76±0.01 <sup>d</sup>	0.04±0.00 <sup>a</sup>	0.55±0.03 <sup>c</sup>	1.73±0.10 <sup>f</sup>
C20: 3n6 cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid	ω-6	2.09±0.03 <sup>c</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.06±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>	-	2.10±0.05 <sup>c</sup>	2.46±0.05 <sup>d</sup>	0.40±0.05 <sup>b</sup>
C20:4n6 Arachidonic acid	ω-6	0.02±0.00 <sup>a</sup>	0.18±0.02 <sup>b</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>	0.26±0.01 <sup>c</sup>	0.17±0.01 <sup>b</sup>	0.31±0.03 <sup>c</sup>	0.19±0.03 <sup>b</sup>
C22: 2 cis-13,16 Docosadienoic	ω-6	0.31±0.01 <sup>a</sup>	0.42±0.05 <sup>b</sup>	1.16±0.35 <sup>e</sup>	0.44±0.03 <sup>b</sup>	0.62±0.03 <sup>c</sup>	0.41±0.02 <sup>b</sup>	0.77±0.04 <sup>d</sup>	0.58±0.02 <sup>c</sup>
C18:3n3 a-Linolenic acid	ω-3	0.17±0.01 <sup>a</sup>	40.70±0.32 <sup>f</sup>	0.15±0.01 <sup>a</sup>	16.85±0.16 <sup>b</sup>	0.29±0.01 <sup>a</sup>	29.81±0.39 <sup>d</sup>	39.18±0.22 <sup>e</sup>	25.38±0.83 <sup>c</sup>
C20: 3n3 cis-11,14,17-Eicosatrienoic acid	ω-3	0.32±0.01 <sup>a</sup>	0.41±0.02 <sup>b</sup>	0.44±0.01 <sup>b</sup>	0.21±0.00 <sup>a</sup>	1.83±0.06 <sup>e</sup>	0.43±0.06 <sup>b</sup>	0.94±0.09 <sup>d</sup>	0.67±0.01 <sup>c</sup>
C20: 5n3 cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid	ω-3	0.10±0.01 <sup>b</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.13±0.01 <sup>b</sup>	0.12±0.01 <sup>b</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.00 <sup>b</sup>	0.23±0.01 <sup>c</sup>
C22:6n3 Docosaheptaenoic acid	ω-3	0.29±0.03 <sup>e</sup>	0.12±0.01 <sup>cd</sup>	0.10±0.01 <sup>bc</sup>	0.04±0.00 <sup>a</sup>	0.06±0.00 <sup>b</sup>	0.16±0.03 <sup>d</sup>	0.07±0.01 <sup>ab</sup>	0.10±0.00 <sup>bc</sup>
<b>Toplam</b>		<b>62.74</b>	<b>67.54</b>	<b>48.26</b>	<b>64.68</b>	<b>65.35</b>	<b>57.76</b>	<b>70.29</b>	<b>61.34</b>
Doymamış/doymuş		1.68	2.08	0.94	1.83	1.89	1.38	2.39	1.59

\*: Değerler; Ortalama ± Standart Sapma şeklinde verilmiştir. <sup>a-h</sup> Aynı sütündeki farklı hafler istatistiki olarak farklı grupları temsil etmektedir. (p<0.05).

Farklı botanik orijinlere sahip arı ekmeği örneklerinde 20 doymuş ve 17 doymamış olmak üzere toplam 37 yağ asidi tanımlandı. Yağ asidi tesbiti hem serbest yağ asitlerini hem de gliserit hidrolizlerini içerdi. Tanımlanan yağ asitlerinden 31' i test edilen tüm örneklerde tespit edildi. Bunlardan sadece 6'sı sadece bir ya da birden fazla örnekte mevcut idi. Örneklerde tespit edilen yağ asidi bileşiklerinin miktarları arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemliyken ( $p < 0.05$ ), (Z)-tetradec-9-enoic, icos-11,14-dienoic and docosa-4,7,10,13,16,19-hexaenoic asitleri arasındaki fark önemli değildi.

Arı ekmeği örnekleri yüksek oranda tekli doymamış yağ asidi (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) içerdi. MUFA lar arasında  $\omega$ -9 yağ asidi familyasına dahil olanlar (Z)-icos-11-enoic, (Z)-docos-13-enoic, (E)-octadec-9-enoic, (Z)-tetracos-15-enoic and (Z)-octadec-9-enoic asitlerdi. On bir PUFA'dan dördü  $\omega$ -3 ve 7'si  $\omega$ -6 olarak tanımlandı. . (9Z,12Z,15Z)-octadeca-9,12,15-trienoic en yoğun bulunan  $\omega$ -3 familyasına ait PUFA iken (9Z,12Z)-octadeca-9,- 12-dienoic asit  $\omega$ -6 familyasına ait PUFA idi. Örneklerde en çok rastlanan doymuş yağ asitleri ise; hexadecanoic, octadecanoic ve eicosanoic asitlerdi. Örneklerde en fazla rastlanan doymamış yağ asitleri ise; (9Z,12Z)-octadeca-9,12-dienoic, (Z)-octadec-9-enoic and (9Z,12Z,15Z)-octadeca-9,- 12,15-trienoic asitlerdir.

Arı ekmeği örneklerinde yapılan polen analizi sonucu clover ve chestnut örneklerinin en fazla kendi poleniyle temsil edildiği ve monofloral olarak nitelendirilebileceği tespit edilmiştir. *Castanea sativa* ve *Trifolium* spp. (*T. repens* ve *T. pratense*) polen analizi sonucu sırasıyla % 94.4 ile % 85.6- 86.2 ile temsil edilmiştir. Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) % 65.6-66.2 ile Citrus (*Citrus* spp.) % 61.4-54.4 ve sunflower (*Helianthus annuus* L.) % 45.4 oranla temsil edilmiştir

Farklı botanik ve coğrafik orijine sahip arı ekmeği örneklerinde 20 doymuş ve 17 doymamış yağ asitlerinden oluşan toplam 37 yağ asidi tespit edilmiştir. Bunlardan 34 yağ asidi miktarları arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Sadece örneklerin myristoleic, cis 11,14 eicosadienoic ve docosahexaenoic acids miktarları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Arı ekmeği örneklerinde diğer tespit edilen yağ asitlerine göre daha fazla miktarda bulunan oleic ( MUFA), eicosenoic (MUFA), erucic (MUFA) omega 9 yağ asitlerinden linoleic acid (PUFA) omega 6 ve alpha linoleic acid (PUFA) omega 3 yağ asitlerindedir. Örneklerde doymuş yağ asitlerinden; palmitic acid, stearic acid, myristic acid diğer ya (yağ asitleri) e göre en fazla miktarda bulunan ya iken oleic

acid, linoleic acid, a-Linolenic acid, cis Eicosenoic acid and erucic acid doymamış yağ asitleridir (Tablo 2).

Adana *Gossypium hirsutum* L. örneğinde 35, Urfa *Gossypium hirsutum* L. örneğinde 31 yağ asidi tanımlanmıştır. Undecanoic asit her iki örnekte de bulunmazken caproic, caprylic, capric ve tridecanoic acids GA örneğinde tespit edilmemiştir. GA (pamuk, Adana) örneğinde tespit edilen yağ asitleri (>1 mg/g) çoktan aza doğru linoleic (37.94), palmitic (30.69), oleic (17.63), stearic (3.21), erucic (1.91), cis eicosenoic (1.67), cis 8,11,14-eicosatrienoic (1.39), ve myristic ( 1.29) şeklindedir. GU (pamuk, Urfa) örneğinde ise, palmitic (34.82), oleic (16.45), linoleic (9.13), cis eicosenoic ( 3.62), erucic ( 3.22), heneicosenoic ( 2.10), a-linoleic (1.51), stearic (1.26) ve cis 11, 14, 17 eicosatrienoic asit (1.01) olarak tespit edilmiştir. Myristic asit GU örneğinde heneicosanoic asit ise GA örneğinde daha fazla miktarda bulunmuştur.

CIA (narenciye, Adana) örneğinde toplam 35 CIM (narenciye, Mersin) örneğinde ise toplam 34 yağ tanımlanmıştır. CIA örneğinde doymuş yağ olarak palmitic ( 39.58), stearic (6.56), arachidic (3.47) butyric (1.35), myristoleic (1.18) tespit edilirlen doymamış yağ asitlerinden oleic ( 16.28) linoleic (14.89), erucic (3.69), linolenic (2.80), arachidic (1.26), ve docosadienoic (1.24) acids belirlenmiştir. CIM örneğinde doymuş yağ asitlerinden palmitic acid (22.48), tricosanoic (5.79), stearic (2.33), heneicosanoic (1.79) doymamış yağ asitlerinden linoleic (17.22), oleic (11.75), ve erucic (5.54) en fazla oranda belirlenenlerdir.

CU (üçgül, Urfa) ve CA (üçgül, Adana) örneklerinin her birinde toplam 34'er yağ tanımlanmıştır. Doymuş yağ den palmitic (40.09) stearic (3.21), butyric (1.71), myristoleic (1.06) arachidic (1.01) tricosanoic (1.31) iken doymamış yağları oleic ( 20.49), linoleic (16.98), cis-eicosenoic (5.78) cis 8,11,14-eicosatrienoic (3.94), erucic (2.25), cis 11,13,17 eicosatrienoic (1.61), nervonic acid (1.43, ve 2 cis 13,16 docosadienoic acid (1.32) tespit edilmiştir. CA örneğinde ise doymuş yağ den palmitic (34.60), stearic (2.82), arachidic (1.17), oleic (13.36), linoleic (14.92), cis-eicosenoic (2.37), erucic (1.99) 2 cis 11,14 eicosadienoic acid (1.08) olarak tespit edilmiştir. Caprylic acid CU örneğinde undecanoic acid ise CA örneğinde tespit edilmemiştir.

Kestane örneğinde 35 yağ asidi tanımlanmıştır; bunlardan palmitic (22.99), myristoleic (1.28), butyric (1.07), stearic (1.64), arachidic (1.33), tricosanoic (1.04) doymuş yağ, oleic (18.30), linoleic (29.66), Linolenic (1.33), cis eicosenoic (3.68), erucic (2.70±0.13), cis 11,14,17 eicosatrienoic ( 1.82) tespit edilmiştir.

Ayçiçeği arı ekmeği örneğinde en fazla miktarda bulunan yağ asidi palmitik asit (31.66) dir. Onu diğer doymuş yağ asitlerinden lauric acid (7.35), butyric (1.19), myristoleic (1.59) stearic (1.80) arachidic (7.89) behenic (2.41) doymamış yağ asitlerinden ise alpha linoleic acid (29.90), oleic ( 13.61), linoleic (16.95), cis-eicosenoic (3.58) ve cis 8,11,14 eicosatrienoic (2.45) takip etmiştir.

Farklı coğrafik bölgelerden toplanan arı ekmekleri değerlerinin de ortalaması alındığında örneklerde en fazla miktarda bulunan doymuş yağ asitlerinden palmitik asit; azalan sırayla; üçgül>pamuk>ayçiçeği>narenciye>kestane stearic acid azalan sırayla narenciye>üçgül>pamuk>ayçiçeği>kestane olarak tespit edilmiştir. Örneklerde en fazla miktarda tespit edilen oleic acid azalan sırayla; kestane>pamuk>üçgül>narenciye>ayçiçeği, linoleic acid kestane>pamuk>narenciye>ayçiçeği>üçgül, alpha linoleic acid; ayçiçeği>narenciye>pamuk>üçgül>kestane ve erucic acid; narenciye>kestane>pamuk>üçgül>ayçiçeği olarak belirlenmiştir.

Arı ekmeği örneklerinde aLinolenic, eicosapentanoic ve docosadienoic gibi asitlerden oluşan toplam  $\omega$ -3 yağ asidi 9.6-30.4 arasında değişirken en fazla ayçiçeği en az narenciye örneğinde tespit edilmiştir. Linelic, g-linolenic, arachidonic acids gibi yağ asitlerinden oluşan  $\omega$ -6 yağ asidi 16.4-29.96 arasında değişmekle birlikte en az clover en çok kestane örneğinde belirlenmiştir. Oleic, elaidic, erucic ve nervonic acids gibi yağ asitlerinden olulan toplam  $\omega$ -9 yağ aside ise 14.71-22.06 arasında değişirken en az sunflower en çok kestane de tespit edilmiştir.



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bee bread örneklerinin polen analizi sonucunda, ayçiçeği dışında örnekler % 50 nin üzerinde monofloral olarak temsil edilmiştir. Özellikle kestane ve yonca örnekleri % 80'in üzerinde ilgili polenleri içermiştir. *Castanea sativa* L. arılar için önemli bir polen ve nektar kaynağıdır (Sabugossa-Madeira ve ark., 2008). Anemofil karakteristikli çiçeklere sahip bitkiler çok miktarda küçük polen tanecikleri üretir (Proctor ve ark., 1996). Benzer şekilde Giovanetti ve Arona (2011) bal arılarının kestaneden aktif bir şekilde polen ve nektar topladığını bildirmiştir. Çiçekli sezon boyunca günün erken saatlerinde bal arıları tarafından kestane poleni toplanmaktadır ve bu polen koloni yaşamını güçlendirerek daha güçlü koloni elde edilmekte, koloninin bal verimi artmaktadır (Castellini ve ark., 2010). Bu araştırmalar bal arılarının arı ekmeği oluşturmak için kestane polenlerini tercih etmesini ve polen analizinde yüksek oranda temsil edilmesini açıklar niteliktedir.

Araştırmamızda yonca polenleri de arı ekmeği preparatlarında yüksek oranda tanımlanmıştır. Fabaceae familyasında yer alan *Trifolium* cinsi bal arıları için en önemli bitkilerden biridir. Çünkü *Trifolium* türleri bal arıları tarafından 4 sezon boyunca kullanılabilir ve uzun çiçeklenme dönemine sahiptir. Ayrıca bu bitkilerin çiçek ve polenlerine bal arıları kolayca ulaşabilir. Bunun dışında *Trifolium* türleri yoğun popülasyonlar oluşturular ve bal arıları *Trifolium* türlerinden hem nektar hem de polen toplamaktadırlar (Koçyiğit ve ark., 2013).

Bununla birlikte narenciye, cotton ve ayçiçeği polenleri chestnut ve clover kadar yüksek oranda temsil edilmemiştir. Örneğin, pamuk (*Gossypium hirsutum* L., Malvaceae) bal arılarının floral ve ekstrafloral nektaryumlarından nektar topladığı bal üretimi için uygun bitkilerden biridir (Pellet, 1976). Bununla birlikte pamuk poleni bal arılarınca nadiren toplanmaktadır (Waller ve ark., 1985; Vaisseria, 1991). Her bir pamuk çiçeği ortalama 30-40.000 polen taneciği üretmektedir (Vaissiere, 1991). Pamuk polenlerinin boyutu büyüktür ve ekinat özelliğindedir (Berger ve ark., 1988). Buchmann ve Shipman (1990) ve Kuliev (1958) ise yüzeyindeki spinler nedeniyle arıların pamuk polenini paketleyemediklerini bildirmişlerdir. Bu durum bal arılarının bu poleni düşük toplama etkinliğinin sebebidir. Bununla birlikte bazı çalışmalarda, pamuk çiçeklerinin çok miktarda polen sağladığını ve pamuk nektarından faydalanmak için kolonilerin pamuk yetiştirilen bölgelere taşınması önerilmiştir (Vaissiere ve Vinson, 1984).

Bal arıları ayçiçeğini en fazla ziyaret eden böceklerdir (Kushnir, 1960). Bal arılarının ayçiçeği floretlerini nektar için ziyaret ettiklerini polenlerinin ise diğer polenlere göre daha az cezbedici olduğunu bildirilmiştir (Tepedino ve Parker, 1982). Buna ilaveten, ayçiçeği poleninin düşük protein içeriği nedeniyle arılar için düşük kaliteli olduğu kabul edilmektedir (Pernal ve Currie, 2000; Tasei ve Aupinel, 2008). Benzer şekilde Asteraceae polenlerinin protein içeriğinin düşük olduğu rapor edilmiştir (Roulston ve Cane, 2000).

Polenin besin içeriği depolamayla değişmektedir ve dondurma işlemi polenin kimyasal yapısında değişikliğe neden olmaktadır. Liyofilizasyon C vitamin ve provitamin A içeriğini belirgin oranda azaltırken, 40 °C de kurutma işlemi indirgenmiş şeker, total protein, C vitamin ve Provit A seviyesinde azalmaya neden olmaktadır (Campos ve ark., 2008). Bu nedenle araştırmamızda arı ekmeği örnekleri analiz edilinceye kadar dondurarak saklanmıştır.

Araştırmamızda arı ekmeği örneklerinde nem içeriği % 11.41-15.89 kül içeriği ise % 1.93-2.54 arasında tespit edilmiştir. Örneklerde en fazla protein içeriği yonca arı ekmeği örneğinde en fazla yağ içeriği ise yonca ve narenciye arı ekmeği örneklerinde tespit edilmiştir. Sonuçlarımıza göre, arı ekmeğinin protein ve lipid içeriği botanik ve coğrafik orijine göre değişebilmektedir. Herbert ve Shimanuki (1978) arı ekmeği örneklerinin (7 örnek) nem içeriğini 18.8-28.0, protein içeriğini 19.3-26.5, kül içeriğini 2.1-3.2 ve lipid içeriğini de 3.9-6.7 oranında değiştiğini bildirmiştir. Araştırmacılar polene arılar tarafından katılan enzimatik sekresyonlar ve bal nedeniyle örneklerin nişasta içermediğini rapor etmişlerdir. Human ve Nicolson (2006) depolanmış polende su ve kh içeriği artarken crude protein, lipid ve yağ aside içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Floral çeşitlilik arı sağlığını direkt etkileyen bir faktördür. Nagai ve ark (2004) arı ekmeğinin farklı fraksiyonlarından (sıcak su, su ve etanol) etanol-soluble fraksiyonunun % 10 konsantrasyonda en yüksek aktiviteyi, water soluble fraksiyon ise % 100 konsantrasyonda en yüksek antioksidan ve antiradikal etkiyi gösterdiğini rapor etmiştir. Başka bir çalışmada Singh ve ark. (1999) ayçiçeği arı ekmeğindeki yüksek seviyede lipid bulunması polenin arılar için cezbedici özelliğinden kaynaklanmaktadır, ancak bazı komponentler bu etkide inhibitor özellik gösterebildiğini bildirmiştir.

Test edilen tüm arı ekmeği örneklerinde en fazla oranda tespit edilen yağ asitleri; palmitik asit (22.48-40.09), stearic acid (1.26-6.56) oleic asit (11.75-20.49), Linoleic acid (9.13-37.94) ve eicosenoic acid (1.67-6.50) arasındadır.

Bununla birlikte araştırmamızda farklı botanik orijine sahip arı ekmeği örneklerinin yağ asidi çeşiti ve miktarı arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Pamitik asit en fazla yonca, stearik asit narenciye, oleik asit kestane arı ekmeğinde tespit

edilmiştir. Farklı bitkiler farklı yağ asidi kompozisyonuna sahiptir. Örneğin 15 İskandinav bitkisinin yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde linoleic, linolenic ve arachidonik asitlerin dominat olduğu tespit edilmiştir (Solberg ve Remedios, 1980). Polonyada Brassicaceae polenin de alpha linolenic asidin dominant olduğu rapor edilmiştir (Szczena, 2006). Nicolson ve Human (2013) ayçiçeği poleninde en fazla laurik asit tespit ederken onu palmitik ve alfa linoleic asit takip etmiştir. Oleik asit ve palmitik asit arı beslenmesi için önemli iken linoleic asit antimikrobiyel ve antifungal aktiviteye sahiptir (Manning, 2001) başka bir araştırmada, depolanmış Aloe poleninde myristic acid 1.47 mg/kg, palmitic acid 12.85 mg/kg, stearic acid 3.51 mg/kg, arachidic acid 0.75 mg/kg, behenic acid 1.34 mg/kg, lignoric acid 1.47 mg/kg tespit edilmiştir. Ayrıca palmitoleic acid 7.21 mg/kg oleic acid 13.99 mg/kg ve linoleic acid oranı 2.16 mg/kg tespit edilmiştir (Manning, 2006).

Elde ettiğimiz sonuçlara göre, pamuk arı ekmeği örnekleri Adana'dan toplananlarda palmitic, myristic, stearic (doymuş), oleic, linoleic, cis eicosanoic, cis 8,11,14 eicosatrienoic ve erucic (doymamış) acids Urfa'dan toplananlar ise palmitic, stearic (doymuş), oleic, linoleic, cis eicosanoic, erucic (doymamış) asit miktarları diğer yağ asitlerine göre daha fazla bulunmuştur. Araştırmamızda aynı botanik orijine sahip olsa da coğrafik orijin özellikle kantitatif olarak yağ asitlerini etkilemiştir. Örneğin linoleic asit Adana pamuk örneğinde 37.94 Urfa pamuk örneğinde 913 olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Adana'dan toplanan narenciye örneklerinde butyric, myristoleic, palmitic, stearic, arachidic (doymuş) oleic, linoleic, g-Linoleic, cis Eicosanoic, Erucic, Docosadienoic (doymamış), mersinden toplanan örneklerde ise palmitic, stearic, arachidic, heneicosanoic (doymuş) oleic, linoleic cis- eicosanoic, a-Linoleic ve erucic asit miktarları istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmuştur. Yalnız altını çizmek gerekir ki, arı kovnalarının bulunduğu yerde Adana ve Urfa'daki pamuk popülasyonu ya da Adana ve Mersin'deki citrus popülasyonu birbirinden farklı değildir. Bu coğrafik bölgeler cotton ve citrusun yetiştirildiği ve ticari değeri olan yerlerdir. Bu nedenle bu farklılıkların örneklerin toplandıkları yerlerdeki ilgili bitkinin popülasyon yoğunluğundan çok bal arılarının tercihleriyle ilgilidir. Benzer şekilde başka bir araştırmada Avustralya ökalıptus poleni linoleic ve linolenic asit içerirken İtalya ökalıptus poleni daha yüksek oranda linoleic asit içermiştir. Araştırmamızda tüm örneklerde doymamış yağ asitleri toplamı doymuş yağ asitlerinden fazla bulunmuştur. En fazla  $\omega$ -3 doymamış yağ asitleri ayçiçeği örneğinde  $\omega$ -6 ve  $\omega$ -9 yağ asitleri ise kestane örneğinde tespit edilmiştir.

Bal arısı tarafından toplanan polenlerin yağ asidi kompozisyonu ile ilgili dünyada çok sayıda araştırma vardır (Serra-Bonvehi ve ark., 1986; Serra-Bonvehi ve Jorda 1997; Bastos ve

ark., 2004). Ancak arı ekmeğinde yapılan çalışmalar sınırlıdır. Arılar genellikle doymamış yağ aside seviyesi yüksek olan polenleri seçmektedirler (Serra-Bonvehi ve Jorda 1997). Arılar tarafından toplanan polen özellikle tükürükle temas ettiğinde tükürükteki hidrolitik enzimlerin aktivitesiyle sıcaklık ve oksijene maruz kalma sebebiyle doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu gibi çeşitli değişikliklere maruz kalmaktadır. Bastos ve ark. (2004) Brezilya'da 14 polen örneğinde doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranı  $<1$  bulunmuştur. Doymamış/doymuş yağ aside oranı unifloral polenler için 0.6-1.0 multifloral polenler için 0.4-0.8 ve bifloral polenler için 0.3-1.7 arasında bulunmuştur.

Omega 3 ve omega 6 çoklu doymamış yağ asitleri insanlarda vücut fonksiyonları için gereklidirler. İnsanlar bunu sentezleyemedikleri için diyetlerinden almak zorundadır (Linskens ve Jorde, 1997). Omega 3 yağ asitleri antiinflamatuvar fonksiyon gibi çok sayıda faydalı biyolojik aktiviteye sahiptir ve kardiyovasküler hastalıklardan koruyucu etki gösterir. Diyetteki omega 6/omega 3 oranları büyük önem taşır. Adana'dan elde edilen örnek dışında tüm örneklerde toplam doymamış yağ asidi içeriği doymuş yağ asidi içeriğinden yüksek bulunmuştur. Bu sonuç arı ekmeğinin doymamış yağ asidi içeriğince zengin olduğunu göstermiştir. Arı ekmeğinin yağ asidi içeriği bal arılarının gelişimi ve üretkenliği için çok önemlidir. Bununla birlikte doymamış yağ asitleri insan sağlığı için de son derece önemlidir.

Bu araştırma ile farklı coğrafik ve botanik orijine sahip arı ekmeğinin polen içeriği, kimyasal kompozisyonu ve yağ asidi kompozisyonunun değiştiği belirlenmiştir. Polen kaynağı olarak kullanılan bazı bitkilerin arı ekmeğinde yoğun olarak bulunduğu bazılarının ise daha az oranda tercih edildiği tespit edilmiştir. Bu durumla ilgili olarak ta arı ekmeği kimyasal kompozisyonu ile yağ aside kompozisyonun farklılaştığı tespit edilmiştir. Farklı botanik orijine sahip arı ekmeği örneklerinin polen, kimyasal ve yağ asidi analizlerinin değerlendirildiği literature göre ilk defa yapılan bu raporun bundan sonra yapılacak araştırmalara ışık tutacağı düşüncesindeyiz.

## 6. KAYNAKLAR

- Abouda Z, Zerdani I, Kalalou I, Faid M, Ahami MT. The Antibacterial Activity of Moroccan Bee Bread and Bee-Pollen (Fresh and Dried) against Pathogenic Bacteria. *Res J Microbiol* 2011, 6: 376-384.
- Almaraz-Abarca N, Campos MG, Ávila-Reyes JA, Naranjo-Jiménez N, Corral JH, González-Valdez LS. Antioxidant Activity of Polyphenolic Extract of Monofloral Honeybee-collected Pollen from mesquite (*Prosopis juliflora*, Leguminosae). *J Food Compos Anal* 2007, 20: 119-124.
- Almedia-Muradian LB, Bera A, Flesner ML, Cano CB. Produtos Apícolas. In: Almeida-Muradian, L B; Penteadó, MDVC *Vigilância sanitária: tópicos sobre legislação e análise de alimentos*. Ed. Guanabara. 2007, 183-198.
- Arvanitoyannis S, Chalhoub C, Gotsiou P, Lydakis-Simantiris N, Kefalas P. Novel Quality Control Methods in Conjunction with Chemometrics (Multivariate Analysis) for Detecting Honey Authenticity. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2005, 45: 3, 193-203.
- Basim E, Basim H, Özcan M. Antibacterial Activities of Turkish Pollen and Propolis Extracts Against Plant Bacterial Pathogens. *J Food Eng* 2006, 77: 992-996.
- Bastos DHM., Barth OM, Rocha CI, Cunha IBS, Carvalho PO, Torres ES, Michelin M. Fatty acid composition and palynological analysis of bee (*Apis*) pollen loads in the states of Sao Paulo and Minas Gerais, Brazil. *J Apic Res* 2004, 43(2): 35-39.
- Berger LA, Vaissitre BE, Moffett JO, Merritt SJ. Boiribirs spp. (Hymenoptera: Apidae) as pollinators of malesterile upland cotton on the Texas High Plains. *Environ Entomol* 1988, 17: 789-791.
- Bogdanov S. Pollen: Nutrition, Functional Properties, Health: A Review. *Bee Product Science* 2011, 1-34.
- Buchmann SL, Shipman CW. 1990. Pollen harvesting by *Apis mellifera* on *Gossypium* (malvaceae) flowers. - *J Kans Entomol Soc* 1990, 63: 92-100.
- Campos MG, Markham K, Cunha A. Bee pollen: composition properties and applications. In Mizrahi, A (Ed) *Bee Products*. Plenum Publishing Company; London, UK. 1997; 93-100.

- Campos MGR, Bogdanov S, Almeida-Muradian LB, Szczesna T, Mancebo Y, Frigerio C, Ferreira F. 2008. Pollen composition and standardization of analytical methods. *J Apic Res and Bee World* 2008, 47: 156-163.
- Castellini A, Palmieri A, Pirazzoli C. Economic aspects of the chestnut market in Italy. *Acta Hortic* 2010, 866: 485-92.
- Cuevas-Glory LF, Pino JA, Santiago LS, Sauri-Duch E. A review of volatile analytical methods for determining the botanical origin of honey. *Food Chem* 2007, 103: 1032-1043.
- Eraslan G, Kanbur M, Silici S. Effect of carbaryl on some biochemical changes in rats: The ameliorative effect of bee pollen. *Food Chem Toxicol* 2008, 47: 86- 91.
- Ferreira ICFR, Aires E, Barreira JCM, Estevinho LM. Antioxidant activity of Portuguese honey samples: different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chem* 2009, 114: 1438-1443.
- Gasbarrini G, Montalto M, Santoro L, Curigliano V, D'onofrio F, Gallo A, Visca D, Gasbarrini A. Intestine: organ or apparatus? *Digest Dis* 2008, 26(2): 92-95.
- Gilliam M, McCaughey WF, Wintermute B. Amino acids in pollens and nectars of citrus cultivars and in stored pollen and honey from honeybee colonies in citrus groves. *J Apic Res* 1980, 19: 64-72.
- Giovanetti M, Aronne G. Honey bee interest in flowers with anemophilous characteristics: first notes on handling time and routine on *Fraxinus ornus* and *Castanea sativa*. *Bull Insectology* 2011, 64: 77-82.
- González Paramás AM, Báez JAG, Marcos CC, García-Villanova RJ, Sánchez JS. HPLC-fluorimetric method for analysis of amino acids in products of the hive (honey and bee-pollen). *Food Chem* 2006, 95: 148-156.
- Haydak MH. Pollen substitutes. Proc. X International Congress Entomol. Montreal. 1958; 4: 1053-1056
- Haydak MH, Palmer LS. Vitamin content of bee foods. III. Vitamin A and riboflavin content of beebread. *J Econ Entomol* 1941, 34: 37-38.
- Haydak MH, Vivino AE. The changes in thiamine, riboflavin, niacin and pantothenic acid content in the food of female honeybees during growth with a note on the vitamin K activity of royal jelly and beebread. *Ann Entomol Soc Amer* 1950, 43: 361-367.
- Herbert EW, Shimanuki H. Chemical composition and nutritive value of bee collected and bee stored pollen. *Apidologie* 1978, 9(1): 33-40.

- Human H, Nicolson SW. Nutritional content of fresh, beecollected and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *davyana* (Asphodelaceae). *Phytochemistry* 2006, 67: 1486-1492.
- ISO 12966-2: 2011. Animal and vegetable fats and oils – gas chromatography of fatty acid methyl esters – Part 2: preparation of methyl esters of fatty acids. Geneva Switzerland: International Organization for Standardization (ISO); 2011.
- ISO 659: 2009. Oilseeds – determination of oil content (reference method). Geneva Switzerland: International Organization for Standardization (ISO); 2009.
- Kaplan M, Karaoglu Ö, Eroğlu N, Silici S. Fatty acid and proximate composition of bee bread. *Food Technol Biotechnol* 2016, 54(4): 497-504.
- Karataş F, Munzuroğlu Ö, Gür N. Arı polenlerindeki A, E ve C vitaminleri ile selenyum düzeylerinin araştırılması, *F.Ü. Fen ve Müh. Bil Derg* 2000, 12: 219-224.
- Karataş F, Şerbetçi Z. Arı polenlerindeki adrenalin ve noradrenalin miktarlarının HPLC ile belirlenmesi. *Science and Eng J of Fırat Univ* 2008, 20(3): 419-422.
- Koçyiğit M, Keskin M, Daştan T. Pollen morphology of some *Trifolium* species, which are favorite plants of honeybees in Istanbul. *J Fac Pharm Istanbul* 2013, 43: 85-94.
- Konar V, Özdemir FA, Karataş F. Ticari arı polenlerinde B vitamini miktarlarının araştırılması. *Fırat Univ. J Sci* 2010, 22: 61-64.
- Krell R. Value-Added Products From Beekeeping. FAO Agricultural Services Bulletin No. 124 Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1996.
- Kuliev AM. The use of honeybees to increase cotton yield. 17th International Beekeeping Congress (Summary in Bee World Apicultural Abstracts). Apimondia, Bucharest, 1958, 39: 378/58. pp 502-509.
- Kushnir LG. Economic estimation of sunflower pollination with the help of bees and by hand. *Pchelovodstvo* 1960, 37(1): 22-25. (In Russian, AA-445/63)
- LeBlanc BW, Davis OK, Boue S, DeLucca A, Deeby T. Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen. *Food Chem* 2009, 115: 1299-1305.
- Liebelt RA, Lyle D, Walker J. Effects of a bee pollen diet on Su and Growth of Inbred Strains of Mice, *Amer Bee J* 1994, 134: 615-620.
- Linskens HF, Jorde W. Pollen as food and medicine – A review. *Econ Bot* 1997, 51: 78-86.
- Loper G, Davis DD. Disparity of cotton pollen dispersal by honeybees visiting upland and pima pollen parents. *Crop Sci* 1985, 25: 585-89.
- Mahan LK. Nutrition and the allergic athlete. *Jpn J Pharmacol* 1990, 53, 157-64.
- Manning R. Fatty acids in pollen: a review of their importance for honeybees. *Bee World*

- 2001, 82: 60-75.
- Manning R. Fatty acid composition of pollen and the effect of two dominant fatty acids (linoleic and oleic) in pollen and flour diets on longevity and nutritional composition of honey bees (*Apis mellifera*). PhD thesis, 2006, Murdoch University, pp. 198.
- Medeiros KC, Figueiredo CA, Freire KR, Santos FA, Alcantara-Neves NM, Silva TM, Piuvezam MR. Anti allergic effect of bee pollen phenolic extract and myricetin in ovalbumin-sensitized mice. *J Ethnopharmacol* 2008, 2: 119 (1), 41-46.
- Nagai T, Nagashima T, Myoda T, Inoue R. Preparation and functional properties of extracts from bee bread. *Food/Nahrung* 2004, 48(3): 226-229.
- Nagashima T, Myoda T, Inoue R. Preparation and functional properties of extracts from beebread. *Nahrung/Food* 2004, 48 (3): 226-229
- Nicolson SW, Human H. Chemical composition of the 'low quality' pollen of sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). *Apidologie* 2013, 44(2): 144-152.
- Official Method AOAC. 920.153. Ash of meat. Rockville, MD, USA: AOAC International; 2000.
- Official Method AOAC. 960.52. Microchemical determination of nitrogen (micro-Kjeldahl method). Rockville, MD, USA: AOAC International; 2000.
- Official Method AOAC. 991.36. Fat (crude) in meat and meat products. Rockville, MD, USA: AOAC International; 2000.
- Ouchemoukh S, Louaileche H, Schweitzer P. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control* 2007, 18: 52-58.
- Özcan M, Ceylan A, Ünver A, Yetişir R. Antifungal Effect of Pollen and Propolis Extracts Collected from Different Regions of Turkey. *Uludağ Arıcılık Dergisi* 2003, 3: 33-36.
- Pellett EC. 1976. American honey plants - Dadant, Hamilton, IL, USA.
- Percie Du Sert P. Les pollens apicoles. *Phytotherapie* 2009a; 7: 75-82.
- Percie Du Sert P. Probiotic effect of lactic acid bacteria in fresh pollen, *41st Apimondia Congress Montpellier*, 2009b.
- Pernal SF, Currie RW. Discrimination and preferences for pollen-based cues by foraging honeybees, *Apis mellifera* L. *Anim Behav* 2001, 63: 369-90.
- Proctor M, Yeo P, Lack A. The natural history of pollination. Timber Press, 1996, Portland, USA.
- Reiter R. The coloration of anther and corbicular pollen. *Ohio J Sci* 1947: XLXII.



- Roulston TH, Cane JH. Pollen nutritional content and digestibility for animals. *Plant Systematics and Evolution* 2000, 222(1): 187-209.
- Šarić A, Balog T, Sobočanec S, Kusić B, Sverko V, Rusak G, Likić S, Bubalo D, Pinto B, Reali D, Marotti T. Antioxidant effects of flavonoid from Croatian *Cystus incanus* L. rich bee pollen. *Food Chem Toxicol* 2009, 47: 547-554.
- Sabugosa-Madeira B, Ribeiro H, Cunha M, Abreu I. Anemophilous and entomophilous pollen flows of *Castanea sativa* in the northeast of Portugal. *Acta Horti* 2008, 784: 133-6.
- Schmidt JO. Bee product: Chemical composition and application. International Conference on Bee product Properties, Applications and Apitherapy, Israel 1997, 15-26.
- Serra-Bonvehi J, Jorda RE. Nutrients composition and microbiological quality of honeybee-collected pollen in Spain. *J Agri and Food Chem* 1997, 45(3): 725-732.
- Serra-Bonvehi J, Galindo JG., Pajuelo AG. Estudio de la composición y características físico-químicas del polen de abejas. *Alimentaria* 1986, 23(176): 63-67.
- Singh S, Saini K, Jain KL. Quantitative comparison of lipids in some pollens and their phagostimulatory effects in honey bees. *J Apic Res* 1999, 38: 87-92.
- Silva TMS, Camara CA, da Silva Lins AC, Barbosa-Filho JM, Sarmiento da Silva EM, Freitas BM, Ribeiro dos Santos FA. Chemical composition and free radical scavenging activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. *J Food Compos Anal* 2006, 19: 507-511.
- Solberg Y, Renmedios G. Chemical composition of pure and bee collected pollen. *Meldinger fra Norges Landbrukshogskole* 1980, 59(18): 1-13.
- Snowdon JA, Clier DO. Microorganisms in honey. *Int J Food Microbiol* 1996, 31: 1-26.
- Szczesna T. Long-chain fatty acids composition of honeybee-collected pollen. *J Apic Sci* 2006, 50: 2.
- Tasei JN, Aupinel P. Nutritive value of 15 single pollens and pollen mixes tested on larvae produced by bumblebee workers (*Bombus terrestris*, Hymenoptera: Apidae). *Apidologie* 2008, 39: 397-409.
- Tepedino VJ, Parker FD. Interspecific differences in the relative importance of pollen and nectar to bee species foraging on sunflowers. *Environ Entomol* 1982, 11: 246-250.
- Vaissiere BE. Honeybees *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), as pollinators of upland cotton. *G. hirsutum* L. (Malvaceae) for hybrid seed production [PhD Thesis]. College Station, TX, USA: Texas A & M University; 1991.

- Vaissière BE., Vinson SB. Pollen morphology and its effect on pollen collection by honey bees, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), with special Reference to upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae). *Grana* 1984, 33(3): 128-138.
- Valencia-Barrera RM, Herrero B, Molnar T. Pollen and organoleptic analysis of honeys in Leon province (Spain). *Grana* 2000, 39: 133- 140.
- Vásquez A, Olofsson TC. The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and beebread. *J Apicult Res* 2009, 48: 189-95.
- Waller GD, Moffett JO, Loper GM, Martin JH. An evaluation of honey bee foraging activity and pollination efficiency for malesterile cotton. *Crop Sci* 1985, 25: 211-4.