

Bee Bread: Chemical Composition and Potential Health Benefits

Nesibe Özge Toy^{1*}, Nuray Şahinler¹

¹Uşak University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, 64100, Uşak, TÜRKİYE.

Abstract

Perga, also known as bee bread, is a natural bee product formed through the fermentation of pollen collected by honey bees after being mixed with nectar, honey, and bee-derived enzymes and stored within honeycomb cells. During the fermentation process, the activity of lactic acid bacteria enhances the bioavailability of pollen and induces significant biochemical modifications in its nutritional composition. Bee bread is characterized by a rich chemical composition including proteins, free amino acids, carbohydrates, fatty acids, vitamins, minerals, and phenolic compounds. In particular, bioactive constituents such as flavonoids, phenolic acids, and carotenoids contribute substantially to its antioxidant capacity.

Recent studies have demonstrated that bee bread may exert several beneficial effects on human health. Owing to its phenolic compound content, bee bread has been reported to reduce the effects of free radicals and contribute to the prevention of oxidative stress. Furthermore, it has been associated with antimicrobial, anti-inflammatory, immunomodulatory, and hepatoprotective activities. Bee bread has also been suggested to positively influence the gut microbiota and exhibit prebiotic properties. In addition, regular consumption may support the immune system, regulate energy metabolism, and contribute to the maintenance of overall health.

In this review, the chemical composition of bee bread, the biochemical changes occurring during the fermentation process, and its potential health effects were evaluated in the light of current literature. Bee bread appears to possess considerable potential as a functional food and natural health-promoting product; however, further advanced clinical studies are needed to better elucidate its mechanisms of action.

Keywords: Bee bread, phenolic compounds, antioxidant activity, apitherapy, functional food

Arı Ekmeğinin Biyokimyasal Bileşeni ve Sağlık Üzerine Etkisi

Özet

Arı ekmeği, bal arılarının topladığı polenin nektar, bal ve enzimlerle karıştırılarak petek gözlerinde fermente edilmesi sonucu oluşan doğal bir arı ürünüdür. Fermentasyon süreci sırasında laktik asit bakterilerinin etkisiyle polenin biyoyararlanımı artmakta ve besin içeriğinde önemli biyokimyasal değişiklikler meydana gelmektedir. Arı ekmeği; proteinler, serbest aminoasitler, karbohidratlar, yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve fenolik bileşikler bakımından oldukça zengin bir bileşime sahiptir. Özellikle flavonoidler, fenolik asitler ve karotenoidler gibi biyoaktif bileşenler ürünün antioksidan kapasitesine önemli katkı sağlamaktadır.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, arı ekmeğinin sağlık üzerine olumlu etkiler gösterebileceğini ortaya koymaktadır. İçerdiği fenolik bileşikler sayesinde serbest radikallerin etkisini azaltarak oksidatif stresin önlenmesine katkı sağladığı bildirilmektedir. Ayrıca antimikrobiyal, antiinflamatuvar, immünomodülatör ve hepatoprotektif etkilerinin bulunduğu ifade edilmektedir. Arı ekmeğinin bağırsak mikrobiyotası üzerine olumlu etkileri olduğu ve prebiyotik özellik gösterebildiği de belirtilmektedir. Bunun yanında düzenli tüketiminin bağışıklık sisteminin desteklenmesi, enerji metabolizmasının düzenlenmesi ve genel sağlığın korunması açısından potansiyel faydalar sağlayabileceği düşünülmektedir.

Bu derlemede arı ekmeğinin kimyasal bileşimi, fermentasyon sürecinde meydana gelen değişiklikler ve sağlık üzerine etkileri güncel literatür ışığında değerlendirilmiştir. Arı ekmeğinin fonksiyonel gıda ve doğal sağlık destekleyici ürün olarak kullanım potansiyelinin yüksek olduğu, ancak etki mekanizmalarının daha iyi anlaşılabilmesi için ileri düzey klinik çalışmalara ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arı ekmeği, fenolik bileşikler, antioksidan aktivite, apiterapi, fonksiyonel gıda

Giriş

Arı ekmeği (perga), bal arılarının doğadan topladıkları polenleri nektar, bal ve çeşitli enzimatik salgılar ile karıştırarak petek gözlerinde depolaması sonucu oluşan fermente bir arıcılık ürünüdür (Anderson vd., 2011). Arılar yaşamlarını sürdürebilmek için gerekli besin öğelerini doğrudan doğal kaynaklardan sağlamaktadır. Bu kapsamda nektar, koloni için temel karbohidrat ve enerji kaynağını oluştururken; polen ise protein, yağ, vitamin ve mineral bakımından önemli bir besin kaynağı olarak görev yapmaktadır. Özellikle işçi arılar, yüksek besin değerine sahip ve uzun süre depolanabilen bir protein kaynağına ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle toplanan polenler, arıların



salgıladığı enzimler ve petek içerisindeki mikrofloranın etkisiyle fermentasyona uğrayarak arı ekmeğine dnşmektedir. Gerçekleşen bu biyokimyasal dönüşüm sonucunda ürünün besin değeri, sindirilebilirliği ve biyoyararlanımı artmaktadır. Zengin içeriği sayesinde arı ekmeği, hem koloni beslenmesinde önemli bir yere sahip olmakta hem de fonksiyonel bir arı ürünü olarak dikkat çekmektedir (Anderson vd., 2011; Karaman vd., 2017; Nakilcioğlu-Taş ve Nurko, 2022).

Arı ekmeği, fermente edilmiş arı poleni olarak tanımlanan ve arılar tarafından petek gözlerine depolanan polenin belirli bir süre mikrobiyal ve enzimatik süreçlere maruz kalması sonucunda oluşan bir arı ürünüdür. Depolama sürecinde meydana gelen fermentasyon, ürünün kimyasal yapısında çeşitli biyokimyasal değişimlere neden olmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar, bu dönüşüm sürecinin fenolik bileşiklerin miktarında belirgin bir kayba yol açmadığını göstermektedir (Kieliszek vd., 2018; Parlakpınar ve Polat, 2021). Arı ekmeği; besin öğelerinin biyoyararlanımının artması, sindiriminin daha kolay olması ve içerdiği biyolojik aktif bileşenlerin zenginleşmesi nedeniyle arı polenine kıyasla daha yüksek besleyici değere sahip bir ürün olarak değerlendirilmektedir (Kieliszek vd., 2018). Perga veya arı maması olarak da bilinen arı ekmeği kovan bireylerinden olan kraliçe ve işçi arıların besin kaynaklarındandır. Arıların yaşam evrelerinden olan pupa dönemi olarak bilenen bu dönemden sonra yavru arılar ilk 5 gün boyunca arı ekmeği ile beslenmelerine devam ederler. Yapısal olarak besleyici özelliği ile bilinen bu ürün genellikle amber renkli olarak bilinmektedir. Ancak her arı ürününde olduğu gibi arı ekmeğinin renk skalası da toplandığı bitki orijinine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (şimşek vd., 2023).

Arı ekmeğinin kimyasal yapısına bakıldığında içeriğini %70 polen, %25 oranında bal ve %5 oranında da nektar barındırdığı ve bunlara ek olarak da arı salgıları, probiyotik bakterilerden ve mayalardan oluşmaktadır (elik 2019). Arı ekmeği (perga), fermentasyon sürecine uğramış polenden oluşan ve yüksek besin değerine sahip bir arı ürünüdür. Bileşiminde karbondhidratlar (%24–35) en büyük payı oluştururken, protein içeriği yaklaşık %20, lipid içeriği ise %1,6 düzeyindedir. Bunun yanı sıra demir, kalsiyum, fosfor, potasyum, çinko, bakır, selenyum ve magnezyum gibi temel mineraller bakımından zengindir. Pergada en az 18 farklı amino asit tespit edilmiş olup çeşitli yağ asitleri, karbondhidrat bileşikleri, enzimler ve koenzimler de bulunmaktadır. Ayrıca askorbik asit, tokoferol ve B grubu vitaminleri de dahil olmak üzere çok sayıda vitamin içermesi, bu ürünü beslenme açısından değerli bir doğal kaynak haline getirmektedir (Artık ve Konar, 2018)

Protein içeriği

Arı ekmeğinin en dikkat çekici besinsel özelliklerinden biri yüksek protein içeriğidir. Literatürde kuru madde bazında yapılan analizlerde protein miktarının 14,1–37,3 g/100 g arasında değiştiği, ortalama değerin ise $23,1 \pm 2,9$ g/100 g olduğu bildirilmiştir. Bu değerlerin, arı poleninde rapor edilen protein düzeylerine oldukça yakın olması, arı ekmeğinin oluşumu sırasında gerçekleşen biyokimyasal dönüşümlerin polen tanesinin içeriğini önemli ölçüde değiştirmediğini göstermektedir. Arılar tarafından gerçekleştirilen fermentasyon sürecinin temel etkisi, polen duvarının parçalanarak besin maddelerinin biyoyararlanımının artırılmasıdır (Fuenmayor ve ark., 2014; Zuluaga ve ark., 2015; Kaplan ve ark., 2016). Arı ekmeğinin kimyasal bileşiminde amilaz, fosfataz ve glukoz oksidaz gibi çeşitli enzimler de yer almaktadır. Ayrıca glutamik asit, aspartik asit ve prolin başta olmak üzere arginin, valin, histidin, lösin, izolösin, lizin, metiyonin ve triptofan gibi birçok esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit içermesi, bu ürünün besleyici değerini artıran önemli özellikler arasında gösterilmektedir (Salazar-González vd., 2016).

Lipid ve yağ asidi içeriği

Yapılan araştırmalar incelendiğinde arı ekmeğinin yapısında bulunan lipid içeriğinin bitki örtüsüne bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Urcan ve ark., 2017). Arı ekmeği, doymamış yağ asitleri bakımından zengin bir bileşime sahip olup, farklı mevsimlerde gerçekleştirilen analizlerde beş adet ω -3, dört adet ω -6 ve üç adet ω -9 çoklu doymamış yağ asidinin varlığı ortaya konulmuştur. Toplam yağ asitleri içerisinde en yüksek oranlara sahip doymamış yağ asitlerinin oktadesenoik asit ve ikosatetraenoik asit olduğu, bu bileşiklerin toplam yağ asitlerinin yaklaşık %15'ini oluşturduğu bildirilmiştir (Human ve Nicolson, 2006). Yapılan başka bir çalışmada ise kolza ve söğüt ağaçlarından üretilen arı ekmeğinde 22 yağ asidi tanımlanmış ve bunların arasından (%27–43,8) ω -3 grubunda yer alan oktadekatrienoik aside ait olduğunu rapor etmiştir (eksteryt ve Jansen; 2012). Bir başka çalışmada 5 farklı bitkiden toplanılan (Pamuk , kestane, yonca, narenciye ve ayçiçeği) arı ekmeği örneklerinde, 5.93-11.55 g/100 g arasında lipid içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Aynı araştırmanın sonucunda ayçiçeği ve pamuk içerikli arı ekmeğinde lipid içeriğinin diğer örneklerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Kaplan ve ark., 2016). Kolombiya da gerçekleştirilen bir çalışmanın sonucunda ise arı ekmeğinin lipid içeriğinin 1.65-5.50 g/100 g arasında olduğu bildirilmiştir (Zuluaga ve ark., 2015). Yağ asitleri, bal arılarında üreme performansı, gelişim ve genel sağlık durumunun korunmasında önemli biyolojik işlevlere sahiptir.

Güncel araştırmalar, arı ekmeğinin insan beslenmesi açısından büyük önem taşıyan çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) için değerli bir kaynak olduğunu göstermektedir. İnsan organizması bu yağ asitlerini



sentezleyemediğinden, söz konusu bileşiklerin diyet yoluyla alınması gerekmektedir. Arı ekmeğinde bulunan doymamış/doymuş yağ asidi oranının, yumurta sarısında belirlenen oranlarla benzerlik gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca yağ asidi profillerinin karşılaştırılması sonucunda arı ekmeği, arı poleni ve yumurta sarısının benzer çoklu doymamış yağ asitlerini içerdiği ve bu açıdan birbirlerine yakın bir besinsel kompozisyona sahip oldukları ortaya konmuştur (Çeksteryt ve ark., 2016).

Vitamin ve Mineral içeriği

Vitaminler, organizmada çok sayıda metabolik reaksiyonda görev alan, enzimlerin etkinliğini destekleyen ve antioksidan özellikleriyle hücrel fonksiyonların sürdürülmesine katkı sağlayan biyolojik açıdan önemli organik bileşiklerdir (Ares ve ark., 2018; Bakour ve ark., 2022). Arı ekmeğinin vitamin yönünden oldukça zengin bir ürün olduğu ve vitamin kompozisyonunun büyük ölçüde elde edildiği bitkisel kaynak tarafından şekillendirildiği bildirilmektedir (Aylanc ve ark., 2021; Bakour ve ark., 2022). Arı ekmeğinde B grubu vitaminleri ile birlikte askorbik asit ve tokoferol gibi önemli vitaminlerin bulunduğu bildirilmiştir. Tiamin, riboflavin, biyotin, niasin, nikotinik asit, folik asit, pantotenik asit, inositol ve piridoksin arı ekmeğinde tespit edilen başlıca vitaminler arasında yer almaktadır (Khalifa ve ark., 2020). Bakour ve arkadaşları (2019) yaptıkları çalışmada, α -tokoferol ve δ -tokoferol düzeylerini sırasıyla 10,50 mg/100 g ve 0,40 mg/100 g olarak rapor etmiştir. Bunun yanında, farklı arı ekmeği örneklerinde askorbik asit miktarının 10,51–11,42 mg/100 g arasında değiştiği bildirilmiştir (Mohammad ve ark., 2020). Bu zengin vitamin profili, arı ekmeğinin besleyici ve fonksiyonel özelliklerine önemli katkı sağlamaktadır.

Arı ekmeği kimyasal kompozisyonunda ki mineral madde içeriğinin incelendiği çalışmalarda kalsiyum, magnezyum, fosfor, demir, sodyum, potasyum, alüminyum, mangan, kükürt ve bakırın arı ekmeğinde bulunan başlıca mineraller arasında yer aldığı bildirilmiştir (Anđelković vd., 2012). Mineral kompozisyonu incelendiğinde, potasyumun yaklaşık %0,74 ile en yüksek konsantrasyonda bulunduğu, bunu kalsiyum ve fosforun izlediği belirlenmiştir. Ayrıca arı ekmeğinin demir ve çinko bakımından da önemli düzeylerde mineral içerdiği rapor edilmiştir (Stanciu vd., 2009). Arı ekmeğinde ki mineral madde içeriği polenle kıyaslandığında daha fazla kalsiyum, potasyum, fosfor, magnezyum ve demir miktarlarının polene kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Anđelković vd., 2012).

Karbonhidrat içeriği

Yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre arı ekmeğinin yapısının yaklaşık olarak k %24,40 ile %34,80 arasında değiştiği bildirilmiştir (Berene vd., 2015). Monosakkaritler arasında fruktozun en yüksek orana sahip olduğu ve toplam taze ağırlığın %57,51'ini oluşturduğu, bunu glukozun %42,59 oranı ile izlediği belirtilmiştir. Maltoz %3,37 oranında iken Sükroz oranı %0,12 olduğu bildirilmiştir (Stanciu vd., 2008). Bu oranların düşük olmasının sebebi ise polenin arı ekmeğine dönüşümü sırasında laktik fermentasyon aşamasında bileşiğin monosakkaritlere parçalanması olarak bildirilmiştir. Ayrıca trehaloz, turanoz ve izomaltoz gibi diğer disakkaritlerin toplamda yaklaşık %1,82 oranında bulunduğu rapor edilmiştir. Kovan içerisinde gerçekleşen doğal fermentasyon sürecinde *Lactobacillus* türlerinin karbonhidratları substrat olarak kullanarak laktik asit ürettiği ve bu üretimin yaklaşık %3,2 konsantrasyona ulaşabildiği bildirilmektedir.

Arı Ekmeğinin Sağlık Üzerine Etkisi

Perga (arı ekmeği), arıların topladığı çiçek poleninin fermente edilmesiyle elde edilen ve bu süreçte polenin hücre duvarının enzimatik olarak parçalanması sonucu biyolojik olarak daha aktif hale gelen doğal bir arı ürünüdür (Zakaria ve Haron, 2018). Bu fermentasyon süreci, perganın besinsel ve terapötik potansiyelini ham polene kıyasla önemli ölçüde artırmaktadır. Prganın amino asitler, B grubu vitaminleri, C ve E vitaminleri ile kalsiyum, demir, magnezyum, potasyum ve çinko gibi mineraller açısından zengin bir bileşime sahip olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Özellikle dallı zincirli amino asitler (valin, izölösün ve lösün) protein sentezi ve kas onarımında kritik rol oynarken, demir ise kırmızı kan hücrelerinin üretimine katkıda bulunarak anemi riskini azalttığı belirtilmiştir (Pascoal ve ark., 2014). Bunlara ek olarak, pergada bulunan fenolik asitler ve flavonoidler güçlü antioksidan etkiler göstererek oksidatif stresi azaltmakta ve kronik hastalık risklerini düşürmektedir (Markiewicz-Żukowska ve ark., 2013). Prganın en dikkat çekici özelliklerinden biri de probiyotik etkisidir. Fermentasyon sürecinde üreyen laktik asit bakterileri sayesinde pergada özellikle *Lactobacillus* ve *Bacillus* türleri gibi faydalı bakteriler bulunmaktadır (Mohammad ve ark., 2021). Bu probiyotik bakteri içeriği, sindirim sistemi mikroflorasını düzenlemekte, zararlı mikroorganizmaları baskılamakta, bağışıklık sistemini güçlendirmekte ve karaciğer fonksiyonlarını iyileştirdiği literatürlerde bildirilmiştir. Yapılan çalışmalar, iki tatlı kaşığı arı ekmeğinin yaklaşık 10 milyar probiyotik bakteri içerdiğini bildirmiştir (Mohammad ve ark., 2021). Hayvan modelleri üzerinde yürütülen deneysel çalışmalar da bu bulguları desteklenmiştir. Örneğin, Zakaria ve Haron (2018) tarafından ratlar üzerinde yapılan bir çalışmada, bir ay boyunca günlük 0.5 g arı ekmeği verilen deney grubunda, kontrol grubuna kıyasla sperm sayısı ve



morfolojisinde önemli derecede olumlu artışlar gözlemlenmiş ve arı ekmeğinin erkek üreme sistemine katkı sağladığını vurgulamıştır. Benzer şekilde, Othman (2021) obez ratlar üzerinde yaptığı çalışmada, 6 hafta süresince arı ekmeği verilen grupta lipid profili ve kan değerlerinde iyileşmeler tespit etmiş ve arı ekmeğinin obezite ile ilişkili kardiyovasküler hastalıkların gelişimini azalttığını belirlemiştir.

Sonuç

Perganın karbonhidrat içeriği, hızlı bir enerji kaynağı olarak metabolizma tarafından kullanılabilirken, içerdiği lipitler hücre membranı yapısı ve hormonal denge için hayati önem taşımaktadır. Tüm bu bilimsel kanıtlar ışığında, sağlık açısından olumlu etkilerinden dolayı, çocukların günlük 1 tatlı kaşığı, yetişkinlerin ise günlük 2 tatlı kaşığı arı ekmeği tüketmesi tavsiye edilmektedir (Mohammad ve ark., 2021). Sonuç olarak perga; güçlü antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuar ve probiyotik özellikleriyle insan sağlığına çok yönlü katkılar sunan, hem beslenme hem de terapötik açıdan değerli bir fonksiyonel gıdadır.

Kaynaklar

- Andelković, B., Jevtić, G., Mladenović, M., Marković, J., Petrović, M., & Nedić, N. (2012). Quality of pollen and honey bee bread collected in spring.
- Anderson, K. E., Carroll, M. J., Sheehan, T. I. M., Mott, B. M., Maes, P., & Corby-Harris, V. (2014). Hive-stored pollen of honey bees: many lines of evidence are consistent with pollen preservation, not nutrient conversion. *Molecular ecology*, 23(23), 5904-5917.
- Ares, A.M., Valverde, S., Bernal, J.L., Nozal, M.J., Bernal, J. (2018). Extraction and determination of bioactive compounds from bee pollen. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 147, 110-124.
- Artık N, Konar N. 2018. Arı ürünleri ve apiterapi-1: Arı ürünlerinden bal, arı sütü ve perga bileşimi. *Arıcılık, Arı Ürünleri ve Apiterapi*. 1. Baskı, Türkiye Klinikleri, Ankara, 11-9.
- Aylanc, V., Tomás, A., Russo-Almeida, P., Falcão, S.I., Vilas-Boas, M. (2021). Assessment of bioactive compounds under simulated gastrointestinal digestion of bee pollen and bee bread: Bioaccessibility and antioxidant activity. *Antioxidants*, 10(5), 65.
- Bakour, M., Fernandes, Â., Barros, L., Sokovic, M., Ferreira, I.C. (2019). Bee bread as a functional product: Chemical composition and bioactive properties. *LWT*, 109, 276-282.
- Bakour, M., Laaroussi, H., Ousaid, D., El Ghouizi, A., Es-Safi, I., Mechchate, H., Lyoussi, B. (2022). Bee bread as a promising source of bioactive molecules and functional properties: an up-to-date review. *Antibiotics*, 11(2), 203.
- Čeksterytė, V., & Jansen, E. H. J. M. (2012). Composition and content of fatty acids in beebread of various floral origin, collected in Lithuania and prepared for storage in different ways. *Cheminė technologija*, 2(60), 57-61.
- Čeksterytė, V., Navakauskienė, R., Treigytė, G., Jansen, E., Kurtinaitienė, B., Dabkevičienė, G., & Balžekas, J. (2016). Fatty acid profiles of monofloral clover beebread and pollen and proteomics of red clover (*Trifolium pratense*) pollen. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 80(11), 2100-2108.
- Fuenmayor B, C., Zuluaga D, C., Díaz M, C., Quicazán de C, M., Cosio, M., & Mannino, S. (2014). Evaluation of the physicochemical and functional properties of Colombian bee pollen. *Revista MVZ Córdoba*, 19(1), 4003-4014.
- Human, H., & Nicolson, S. W. (2006). Nutritional content of fresh, bee-collected and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *davyana* (Asphodelaceae). *Phytochemistry*, 67(14), 1486-1492.
- Kaplan, M., Karaoglu, Ö., Eroglu, N., Silici, S. (2016). Fatty acid and proximate composition of bee bread. *Food Technology and Biotechnology*, 54(4), 497-504.
- Karaman, M. R., Artık, N., Küçükarsan, K., Halıcı, Z., & Çelik, M. (2000). Sağlıklı beslenme ve apiterapi için değerli bir arı ürünü: Perga (bee bread).
- Keskin, M., Demir, A., & Yılmaz, B. (2022). Honey-mediated green synthesis of metallic nanoparticles: A novel, cost-effective and biocompatible approach. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 22(4), 1120-1128.
- Khalifa, S.A., Elashal, M., Kieliszek, M., Ghazala, N.E., Farag, M.A., Saeed, A., Xiao, J., Zou, X., Khatib, A., Göransson, U., El-Seedi, H.R. (2020). Recent insights into chemical and pharmacological studies of bee bread. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 300-316.
- Kieliszek, M., Piwowarek, K., Kot, A. M., Błażej, S., Chlebowska-Śmigiel, A., & Wolska, I. (2018). Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 71, 170-18
- Markiewicz-Żukowska, R., Naliwajko, S. K., Bartosiuk, E., Moskwa, J., Isidorov, V., & Soroczyńska, J. (2013). Chemical composition and antioxidant activity of bee bread. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 23(4), 663-668.
- Mohammad, S. M., Mahmud, S., & Rosli, R. (2021). Probiotic potential and health benefits of bee bread: A comprehensive review. *Journal of Apicultural Research*, 60(5), 753-765.
- Mohammad, S.M., Mahmud-Ab-Rashid, N.K., Zawawi, N. (2020). Botanical origin and nutritional values of bee bread of stingless bee (*Heterotrigona itama*) from Malaysia. *Journal of Food Quality*, 2020, 2845757.
- Nakilcioğlu-taş, E., & Nurko, E. (2022). Kovandaki gizli mucize: arı poleni ve arı ekmeği ile gıdaların zenginleştirilmesi. *Gıda*, 47(4), 604-615.
- Othman, Z. A. (2021). The effects of bee bread on obesity-related cardiovascular disease in rat models. *International Journal of Cardiology and Lipid Research*, 14(2), 88-97.
- Parlakpınar H, Polat S. Apiterapi ürünlerinin biyokimyasal içeriği. Atayoğlu AT, editör. *Apiterapi*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2021. p.38- 48.





- Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feás, X., & Estevinho, L. M. (2014). Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and Chemical Toxicology*, 63, 233-239.
- Salazar-González, C., & Díaz-Moreno, C. (2016). The nutritional and bioactive aptitude of bee pollen for a solid-state fermentation process. *Journal of Apicultural Research*, 55(2), 161-175.
- Stanciu, O. G., Mărghițaș, L. A., & Dezmirean, D. (2009). Macro-and Oligo-Mineral Elements from Honeybee-Collected Pollen and Beebread Harvested from Transylvania (Romania). *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science & Biotechnologies*, 66.
- Şimşek F, Çetin B, Mutlu C. Some physical and chemical properties of bee bread and its effects on health. *GIDA – J Food*. 2023;48(4):807–818.
- Zakaria, N. H., & Haron, N. (2018). The effects of bee bread on male reproductive system in rats. *Journal of Agrobiotechnology*, 9(1S), 111-119.
- Zuluaga, C. M., Serratob, J. C., & Quicazana, M. C. (2015). Chemical, nutritional and bioactive characterization of Colombian bee-bread. *Chem. Eng*, 43, 175-180.

