



## KOVANDAKİ GİZLİ MUCİZE: ARI POLENİ VE ARI EKMEĞİ İLE GIDALARIN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Emine Nakilcioğlu<sup>1</sup>, Eda Nurko<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

Geliş / Received: 30.03.2022; Kabul / Accepted: 27.06.2022; Online baskı / Published online: 16.07.2022

Nakilcioğlu, E., Nurko, E. (2022). Kovandaki gizli mucize: arı poleni ve arı ekmeği ile gıdaların zenginleştirilmesi. *GIDA* (2022) 47 (4) 604-615 doi: 10.15237/ gida.GD22044

Nakilcioğlu, E., Nurko, E. (2022). *The hidden miracle in the hive: foods enriched with bee pollen and bee bread. GIDA* (2022) 47 (4) 604-615 doi: 10.15237/ gida.GD22044

### ÖZ

Tarih boyunca çeşitli alanlarda kullanılan arı ürünleri, zengin besin içeriğine ve biyoaktif özelliklere sahiptir. Arı ürünleri, hastalıkların tedavisinde önemli rol oynamaktadır. Arı ürünlerinden olan arı poleni, tohumlu bitkilerin üreme hücresidir. Arı ekmeği ise doğal olarak korunmuş ve arıların salgılarıyla fermente edilmiş polendir. Yüksek besin içeriğine ve antioksidan özelliklere sahip olan arı poleni ve arı ekmeği, sağlığa faydalı etkileriyle tüketiciler tarafından ilgi görmektedir. Fonksiyonel özellikteki arı poleni ve arı ekmeği ile zenginleştirilmiş gıda matrislerinin, hem lezzet hem de duyu özellikler bakımından kabul edilebilir düzeyde olması gerekmektedir. Bu çalışmada, arı ürünlerinden birisi olan arı poleni ve arı ekmeği (perga) ile zenginleştirilmiş gıda ürünleriyle ilgili çalışmalar irdelenmiştir. Sonuç olarak yapılan literatür taraması sonucunda arı poleni ve arı ekmeği ile zenginleştirilmiş gıda ürünlerinin zengin besin içeriğine sahip olduğu ve bu ürünlerin antioksidan kapasitelerinde artış meydana geldiği görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Arı ekmeği (perga), arı poleni, arıcılık ürünleri, fonksiyonel gıda, zenginleştirme

## THE HIDDEN MIRACLE IN THE HIVE: FOODS ENRICHED WITH BEE POLLEN AND BEE BREAD

### ABSTRACT

Bee products, which have been used in various fields throughout history, have rich nutritional content and bioactive properties. Bee products play an important role in treatment of diseases. Bee pollen, one of the bee products, is the reproductive cell of seed plants. Bee bread is pollen that is naturally preserved, fermented with the secretions of bees. Bee pollen and bee bread, which have high nutritional content and antioxidant properties, are of interest to consumers with their beneficial effects on health. Food matrices enriched with functional bee pollen and bee bread should be at an acceptable level in terms of both flavor and sensory properties. In this study, studies on food products enriched with bee pollen and bee bread (perga) were examined. In the review, it was seen that food products enriched with bee pollen and bee bread have rich nutritional content, an increase in the antioxidant capacity of these products.

**Keywords:** Bee bread (perga), bee pollen, beekeeping products, functional food, enrichment

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: nurkoeda.ege@gmail.com

☎: (+90) 232 311 3050

☎: (+90) 232 342 7592

Emine Nakilcioğlu; ORCID no: 0000-0003-4334-2900

Eda Nurko; ORCID no: 0000-0001-9598-7407

## GİRİŞ

Eski çağlardan beri insanlar tarafından çeşitli alanlarda kullanılan arı ürünleri, beslenme alanında ve hastalıkların tedavisinde önemli rol oynamaktadır (Dadalı ve Elmacı, 2021). Arı ürünleri insan beslenmesinin değerli bileşenlerini içermektedir. Önleyici ve tedavi edici özellikleri bulunmaktadır. Çeşitli biyoaktif bileşikler açısından da zengin kaynaklardır (Juszczak vd., 2018). Yüzyıllar boyunca halk tıbbında kullanılmasının yanı sıra gıda ürünü olarak da kullanılmıştır (Silici, 2015). Arı ürünlerinin, sağlığa faydalı gıda bileşenleri ve fonksiyonel gıdaların bileşenleri olarak kullanılmasına olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Juszczak vd., 2018).

Türkiye, ekolojik ve coğrafik yapısı ile arıcılık faaliyetleri için oldukça elverişlidir (Altıntaş ve Bektaş, 2019). Ülkemizde arıcılık denildiğinde aklımıza öncelikle bal gelmektedir. Ancak arıcılıktan sağlanan polen, arı sütü, arı zehiri, bal mumu, propolis gibi farklı ürünler de bulunmaktadır (Silici, 2015). Bal, arı poleni, arı ekmeği ve propolis arıların bitkisel kaynakları kullanarak ürettikleri arı ürünleri iken; arı sütü, bal mumu, arı zehri ve apilarnil ise arının vücut salgılarından veya doğrudan kendisi kullanılarak elde edilen ürünlerdir (Dadalı ve Elmacı, 2021).

Sağlıklı yaşamı destekleyen arı ürünlerinin tedavi amaçlı kullanılması, “apiterapi” olarak adlandırılmaktadır (Ekici ve Gölgeli, 2021). Günümüzde alternatif tıbbın önem kazanmaya başlaması ile birlikte apiterapiye olan ilgi de artmıştır (Altıntaş ve Bektaş, 2019). Yüzyıllardır var olan bal arılarının önemi, ürettikleri arıcılık ürünlerinin biyolojik özellikleri ve kimyasal özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Onbaşlı, 2019). Arı ürünlerinden olan arı poleni ve arı ekmeği (perga), arı ürünleri arasında çok önemli bir yere sahiptir. Alternatif tıp alanında fonksiyonel gıda olarak, yeni ürünlerin geliştirilmesi ve iyileştirilmesinde kullanılmaktadır (Dadalı ve Elmacı, 2021).

Son zamanlarda doğal ürünlere, özellikle de arı ürünlerine artan bir talep vardır. Arı poleni ve arı ekmeği, besleyici ve tıbbi özellikleri nedeniyle farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Farklı bitki

türlerinden olan polenlerin, farklı biyolojik aktivitelere sahip 250'den fazla madde içerdiği belirlenmiştir (Ertosun, 2020). Kaynağına göre farklı renklerde olan polenlerin besin içeriği ve biyoaktif özellikleri, toplandığı bölgenin coğrafik yapısına, iklimine, bitki örtüsüne, uygulanan işlemlere, depolama koşullarına göre farklılıklar göstermektedir (Uçar vd., 2018).

Tohumlu bitkilerin üreme hücresi olan polen, yüksek protein içeriğine sahiptir. Aynı zamanda, bal arılarının beslenmesinde, sindirim sistemlerinin gelişmesinde ve yavru gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Mayda vd., 2019). Polenler, rüzgâr veya böcekler tarafından taşınır; buna “tozlaşma” adı verilir (Ertosun, 2020). Bitki polenleri, bal arıları tarafından çiçeklerden toplanır (Bakkaloğlu, 2021). Arıların arka bacaklarında, tükürük veya nektarla nemlendirilen polenler biriktirilir (Bakkaloğlu, 2021; Habryka vd., 2021). Arıların tükürük enzimleriyle zenginleştirilen küçük tanelere, “arı poleni” denilmektedir (Dundar, 2021). Arı poleni, arıların tek protein kaynağı olması nedeniyle arı kolonisinin hayatta kalması açısından arılar ve beslenmeleri için oldukça önemlidir (Ertosun, 2020).

Polenin koruyucu tabakalarından biri olan eksin tabakası, çok karmaşık bir yapıya sahiptir ve gıda olarak tüketildiğinde sindirimi zordur. Eksin tabakası karbonhidratlar, glikoproteinler, proteinler, lipidler, terpenoidler, uzun zincirli alifatik ve fenolik maddelerden oluşur. Aynı zamanda uçucu bileşikler, pigmentler, fenolik maddeler ve flavonoidler gibi ikincil ürünler için depolama alanı sağlar (Dadalı ve Elmacı, 2021). Laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* bakterilerini de içeren arı poleni, probiyotik olarak da kullanılmaktadır (Uçar vd., 2018). Tarihin en eski besin takviyelerinden biri olan arı poleni, hemen hemen tüm besleyici bileşenleri içerir. Bu nedenle dünyanın en iyi gıdası olarak tanımlanmıştır (Dundar, 2021).

Arı ekmeği ise, hasat sırasında kovanın kısmen tahrip olması nedeniyle bu ürünü toplamayan birçok arıcı tarafından kovanın keşfedilmemiş bir ürünü olmuştur. Ancak arı ekmeği, son yıllarda

popüler hale gelmiş ve üretimi son derece önem kazanmıştır (Bakour vd., 2019). Aynı zamanda arı ekmeği, fermente edilmiş ve doğal olarak korunmuş polendir (Dozuotu ve Kürımas, 2015). Arı ekmeği, özellikle arı sütü üreten larvalar ve genç arılar için kovandaki ana besindir. Kovanda arı beslenmesi nektar ve polen gibi iki farklı bitkisel kaynakla sağlanır. Nektar, kovanda bal haline getirilerek arılara karbonhidrat kaynağına, çiçeklerden gelen polenler ise arılara karbonhidrat, protein, yağ, mineraller ve vitaminler gibi gerekli besin maddelerini sağlayan arı ekmeğine dönüştürülür (Bakour vd., 2019). Arı poleninın petekte depolanması sırasında, bal ve sindirim enzimleri eklenir. Daha sonra balmumu ile kapatılır ve laktik asidin fermantasyonu ile başlar (Mărgăoan vd., 2019; Mayda vd., 2020). Diğer fermente ürünlerde olduğu gibi, işlem tamamlandığında yüksek miktarda laktik asit ve diğer metabolitler, arı ekmeğini mikroorganizmalar tarafından bozulmaya karşı korur. Arı ekmeği ile arı poleni kıyaslandığında, laktik asit nedeniyle arı ekmeği daha yüksek asitliğe sahiptir ve yüksek miktarda K vitamini içerir (Vásquez ve Olofsson, 2009). Aynı zamanda arı ekmeği, fenolik bileşikler,  $\alpha$ -tokoferol ve koenzim Q<sub>10</sub> gibi antioksidan bileşikler açısından iyi bir kaynaktır (Bakour vd., 2019).

Son yıllarda çok sayıda bilimsel araştırma günlük diyet planlarının yaşam tarzları, yetersiz beslenme ve hareketsiz davranışla ilgili olarak sağlık-hastalık ilişkisi üzerinde belirli etkileri olduğunu iddia etmektedir. Endüstrileşmiş dünya, hastalıkları önlemek ve sağlığı korumak için besinler veya biyoaktif bileşikler içeren bir beslenme modelinin benimsenmesine ihtiyaç duymaktadır (Camacho-Bernal vd., 2021). Son yıllarda popüler olan fonksiyonel gıdalar, yüksek besin içeriği ve sağlığa olumlu etkileriyle tercih edilmektedir (Mehmetoğlu vd., 2017). Artan tüketici talebiyle birlikte yeni fonksiyonel gıdalar üretmek, işlenmiş gıdalarda mikro besinler ve sağlığı geliştirici bileşikler sağlamak için bir seçenektir (Camacho-Bernal vd., 2021). Bu yaklaşım, gıda endüstrisinde arıcılık ürünlerinin özelliklerinden yararlanma konusunda ilgi uyandırmıştır. Bu çalışmanın amacı, arıcılık ürünlerinden olan arı poleni ve arı

ekmeği ile zenginleştirilmiş yeni gıda ürünlerini incelemektir.

### **ARI POLENİNİN BİYOKİMYASAL BİLEŞİMİ VE SAĞLIK ETKİLERİ**

Arı poleni, %13-55 arasında karbonhidrat, %10-40 arasında protein, %1-13 arasında lipit, %0.3-20 arasında ham lif ve %2-6 arasında kül içermektedir (Thakur ve Nanda, 2020). Ayrıca hidrokarbonlar, organik asitler, vitaminler, steroller, aroma vericiler, flavonoidler, yüksek alkoller, fosfatidler, fenolik ve diğer biyoaktif maddeleri içermektedir (Lomova vd., 2014).

Yüksek protein kaynağı olan arı poleni içeriğindeki ortalama protein yüzdesi, triptofan, fenilalanin, metionin, lösin, lizin, treonin, histidin, izolösin ve valin gibi hayati amino asitlerden oluşmaktadır. Bu amino asitler vücudumuzda sentezlenmezler, ancak optimal büyüme ve sağlıkta önemli bir rol oynamaktadır (Khalifa vd., 2021).

B<sub>12</sub> ve K vitamini hariç bütün vitaminleri barındıran arı poleni, kateşin, rutin, kemferol, kersetin, kafeik asit gibi birçok flavonoidi de yapısında barındırmaktadır. Aynı zamanda, potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, demir, sodyum, çinko, bakır, selenyum gibi elementleri içermektedir (Uçar vd., 2018). Bu metabolitlere sahip olan arı poleni, tedavi edici ve önleyici olarak çeşitli aktiviteler gösterebilmektedir (Lomova vd., 2014; Sukhov ve Giro, 2021).

Antimikrobiyal, antioksidan, antikarsinojenik, antifungal, antiinflatuar, antianemi, antidiyaretik, probiyotik ve daha birçok aktivitesi bulunan arı poleni, sağlıklı bir yiyecek olarak kabul edilmektedir (Uçar vd., 2018; Sorucu, 2019; Sig, 2019). Ek olarak, prostat problemleri, solunum hastalıkları, alerjiler, kemik erimesi ve ülser gibi hastalıklardan korunmak için destekleyici olarak kullanılmaktadır (Uçar vd., 2018; Karlıdağ ve Keskin, 2020). Karaciğer, böbrek ve tiroid bezleri için de faydalı olan arı poleni gençleştirici, hücre yenileyici etkiye de sahiptir (Karlıdağ ve Keskin, 2020; Sukhov ve Giro, 2021).

### ARI EKMEĞİNİN BİYOKİMYASAL BİLEŞİMİ VE SAĞLIK ETKİLERİ

Arı tükürüğü, bitki poleni ve nektardan oluşan karamel rengindeki arı ekmeği, sadece insanlar için değil arılar için de çok önemlidir (Khalifa vd., 2020; Kieliszek vd., 2018). Fermente arı poleni olarak da bilinen arı ekmeği, gözeneklerde depolanan polenin yaklaşık 2 hafta fermente olmasıyla oluşur. Fermantasyon ile birlikte gerçekleşen biyokimyasal dönüşümlere rağmen fenolik bileşiklerde değişiklik olmamaktadır (Kieliszek vd., 2018; Parlakpınar ve Polat, 2021). Buna rağmen arı ekmeği, polenden daha yüksek besin değeri, daha iyi sindirilebilirlik ve daha zengin kimyasal bileşim ile karakterize edilmektedir (Kieliszek vd., 2018). Taze polene göre daha fazla şeker içerirken, daha az miktarda nişasta içermektedir. Arı ekmeği aynı zamanda, arı poleninde bulunmayan B vitaminleri bakımından da zengindir (Parlakpınar ve Polat, 2021). Polene göre aminoasit içeriği daha zengindir ve bu aminoasitler kolayca sindirilebilmektedir (Ekici ve Gölgeli, 2021). Polen dış kabuğu midede sindirilemezken, arı ekmeğinde polen dış kabuğu arının enzimleriyle bekletildiğinden dolayı kolaylıkla sindirilebilmektedir (Arıgül Apan vd., 2021).

Arı sütü üreten larvalar ve genç işçi arılar olmak üzere kovan için ana besin olan arı ekmeği proteinler, vitaminler, polifenoller ve biyoaktif bileşiklerin önemli bir kaynağıdır (Dranca vd., 2020). Arı ekmeği, yaklaşık %35 şeker, %24-35 oranında karbonhidrat, %20-22 oranında protein, %3.5 oranında laktik asit, %2.43 oranında mineral, %1.6 oranında lipit içermektedir (Parlakpınar ve Polat, 2021). Temel olarak A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, C, P, E, D, K, H vitaminlerini; Ca, Fe, P, S, Cl, K, Na, Mg, Cu, Zn, Co, Mo, Se, Cr, Si ve Ni minerallerini ve insan vücudu tarafından sentezlenemeyen triptofan, lösin, fenilalanin, valin, arginin izolösin, metiyonin, histidin, lizin, treonin gibi esansiyel aminoasitleri içermektedir (Arıgül Apan vd., 2021). Aynı zamanda, arı ekmeği, kemferol, p-kumarik asit ve izorhamnetin, apigenin, chrysin, naringenin, kafeik asit, kersetin, ferulik asit ve gallik asitlerce zengin bir polifenol kaynağıdır (Dranca vd., 2020).

Bileşimindeki maddeler açısından fonksiyonel bir ürün olan arı ekmeği, antioksidan, antimikrobiyal, antiviral, antiaritmik, antibiyotik, antiinflamatuvar ve antikanser özelliklere sahiptir (Khalifa vd., 2020; Ekici ve Gölgeli, 2021). Karaciğer ve sinir sistemi üzerine olumlu etkileri olan arı ekmeği, organizmadan çeşitli toksinlerin atılmasına da yardımcı olmaktadır (Kieliszek vd., 2018; Şengül ve Vatansev, 2021). Aynı zamanda, dokuları yenilemede, zihin yorgunluğunu ve dikkat bozukluğunu azaltmada, bağışıklık sistemini güçlendirmede, prostat tedavisinde, obezitenin neden olduğu lipit peroksidasyonunu iyileştirmede yardımcı olmaktadır (Arıgül Apan vd., 2021; Özdemir vd., 2021; Şengül ve Vatansev, 2021). İçeriğindeki rutenyum ile kalp damar tıkanıklarını önlemede; asetilkolin ile tansiyon ve kronik kabızlık tedavilerinde kullanılmaktadır (Arıgül Apan vd., 2021; Parlakpınar ve Polat, 2021). Radyasyon önleyici etkisi de bulunan arı ekmeği, vücudumuzdaki mekanizmaları uyarır ve koruyucu etki gösterir (Mesci ve Esim, 2020).

Gıdaların zenginleştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde, arı ekmeği ile yapılan zenginleştirme çalışmalarının oldukça az sayıda olduğu görülmüştür. Arı ekmeğinde, genellikle fiziksel ve kimyasal karakterizasyon, biyolojik aktivite analizleri ve mikrobiyolojik analizlerin yapıldığı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda yer almaktadır.

Bakour vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, Fas arı ekmeğinin besinsel ve kimyasal karakterizasyonu yapılmıştır. Ek olarak, *in vitro* antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri de araştırılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda, arı ekmeği besin içeriğinde, yüksek miktarda protein (19.96 g/100 g), serbest şeker (18 g/100 g), çoklu doymamış yağ asitleri (64.7 g/100 g), tokoferoller (10.9 mg/100 g), makro ve mikro elementler tespit edilmiştir. Özellikle, kersetin, kemferol, metilherbasetin ve izorhamnetin gibi fenolik bileşiklerce zengin olan arı ekmeğinin doğal bir antioksidan kaynağı olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda Fas arı ekmeği, test edilen tüm bakteri ve mantarlara karşı antioksidan aktivite göstermiştir.

Dranca vd. (2020) yaptıkları çalışmada, arı ekmeğinin pH, toplam fenolik içerik, toplam flavon içeriği, serbest asitlik, glikoz, fruktoz, sakaroz, melesitoz, rafinoz, yağ asitleri ve bireysel fenoliklerin karakterize edilmesini amaçlamışlardır. Analizde farklı ekstraksiyon koşulları uygulanmıştır. Etanolla ekstrakte edilen arı ekmeğinin ana fenolik bileşikleri kemferol, mirisetin ve luteolin olarak bulunmuştur. Araştırmalar sonucunda optimum ekstraksiyon koşulları, %87.20 ultrasonik ekstraksiyon genliği, 64.70 oC ve 23.10 dakika olarak belirlenmiştir. Optimum ekstraksiyon koşullarında, toplam fenolik içerik 146.2 mg GAE/L, toplam flavon içeriği 1231.5 mg QE/L ve ekstraksiyon verimi 5.72 g/100 g olarak bulunmuştur.

Kieliszek vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada ise, klasik mikrobiyoloji ve polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) gibi moleküler yöntemler kullanılarak arı ekmeğinden izole edilen maya suşlarını tanımlamak ve karakterize etmek amaçlanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda, arı ekmeğinde *Rhodotorula mucilaginosa* mayasının varlığı tespit edilmiştir. Bu mayanın varlığı, mikroflora kirletici arılar hakkında daha fazla araştırma yapılması gerektiğini göstermiştir. Aynı zamanda, diğer arı ürünlerinde de yeni mikroorganizma suşlarının ve bunların biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Ciric vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada ise, Sırbistan'ın farklı coğrafi bölgelerinden elde edilen 12 arı ekmeği örneğinin element konsantrasyonu ve yağ asidi bileşimi incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, Potasyumun (5515 mg/kg-7487 mg/kg aralığında) ana element olduğu ve Lazarevac'tan alınan arı ekmeklerinin yüksek As ve Pb konsantrasyonuna sahip olduğu görülmüştür. Aynı zamanda Lazarevac'tan alınan arı ekmeklerinin yüksek düzeyde PUFA ve SFA içerdiği belirtilmiştir. Arı ekmeklerinin, uygun n-6/n-3 yağ asidi oranlarına (0.86-1.40 aralığında) sahip olduğu ve bu arı ekmeklerinin iyi bir doymamış yağ asidi kaynağı olabileceği belirtilmiştir.

## ARI POLENİ VE ARI EKMEĞİ İLE GIDALARIN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ ÇALIŞMALARI

Dundar (2021) tarafından yapılan çalışmada, farklı oranlarda (%5, %10, %15) arı polenin fonksiyonel bir bileşen olarak kurabiyelerde kullanımı araştırılmıştır. Zenginleştirilmiş kurabiyelere toplam fenolik içerik, antioksidan kapasite ve duyusal testler yapılmıştır. Arı poleni ilavesinin kurabiyenin hem besin değerini hem de polifenol içeriğini ve antioksidan kapasite değerini arttırdığı çalışmanın sonucunda gösterilmiştir. Ancak polen, dış kabuk tabakası nedeniyle düşük biyoerişilebilirliğe sahiptir. %15 arı poleni içeren numune hariç, tüm polenle zenginleştirilmiş bisküviler duyusal olarak kabul edilmiştir.

Arı poleni ve propolis ekstraktı ilavesiyle sütlü dondurma üretimi için Mironova vd. (2020) tarafından yeni bir formülasyonun geliştirilmesi amaçlanmıştır. Zenginleştirilmiş ürünün fiziko-kimyasal analizleri yapılmış, propolis ve arı polenin uygulanabilirliği araştırılmıştır. Sütlü dondurma yapmak için kullanılacak en iyi zenginleştirme konsantrasyonu arı poleninde %1 iken; propoliste %6 olarak tespit edilmiştir. Bu konsantrasyonlar duyusal kaliteyi ve fiziko-kimyasal özellikleri bozmamıştır. Ürünün, bu değerli bileşenlerle zenginleştirilmesi uygun bulunmuştur.

Conte vd. (2018)'nin gerçekleştirdiği çalışmada, ekmek somunlarının fiziksel-kimyasal, teknolojik ve duyusal özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmek için glutensiz hamuru farklı miktarlarda multifloral arı poleni ile zenginleştirme olasılığı araştırılmıştır. Polen ilavesi, hamurların reolojik özelliklerini etkilememiştir. Artan polen ilavesi düzeyleri, ekmeklerin hacimlerinde, ekmek içinin dokusal özelliklerinde ve kabuk gibi teknolojik özelliklerde önemli bir gelişme göstermiştir. Zenginleştirilmiş ekmekler, kontrol ekmeğine göre daha yumuşaktır. Ayrıca, %3 ile %5 arasında arı poleni ile zenginleştirilmiş glutensiz ekmeklerinin kabul edilebilirliği, kontrole göre daha yüksek çıkmıştır.

Polen ekstraktlarının antioksidan aktivitesini değerlendirmek ve besinsel ve duyusal açıdan

yüksek kaliteli ürünler elde etmek için buğday unu yerine polen unu kullanarak gluten duyarlılığı olan hastalar için uygun bir kek formülasyonunun geliştirilmesi, Aljazy vd. (2021)'nin çalışmasının temel amacıdır. Bu çalışmanın sonucunda %75'e kadar polen içeren ve düşük gluten içeriğine sahip kek karışımlarının geliştirilmesi uygun bulunmuştur. %50 oranında polen unu kullanıldığında kekin süngerimsi dokusu etkilenmemiş; %75 oranında polen unu kullanıldığında ise kek kohezyon derecesinde düşüş yaşanmıştır. Bu çalışmada elde edilen polen unu ikameli kekin yağ oksidasyonunu ve kalite bozulmalarını önleyen antioksidan flavonoidlerin varlığı ile daha uzun raf ömrüne sahip olacağı rapor edilmiştir.

Kostić vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, ayçiçeği arısı poleni ile zenginleştirilmiş, püskürtmeli kurutucu ile kurutulmuş, ısı işlem görmüş yağsız keçi sütünün polifenollerinin biyoerişilebilirliği ve antioksidan özellikleri in vitro sindirim yoluyla araştırılmıştır. Zenginleştirilmiş ürünün toplam polifenol ve flavonoid içeriği, önemli ölçüde azalmıştır. Bu azalmanın kazein miselleri ve polifenollerin etkileşimlerinden dolayı olduğu düşünülmektedir. Sindirim sonrasında, zenginleştirilmiş üründeki polen polifenollerinin biyoerişilebilirliği azalmıştır. Aynı zamanda sindirimden sonra zenginleştirilmiş ürünün antioksidan aktivitesi artmıştır.

Doğal antioksidan olarak polenin kullanıldığı siyah pudingin raf ömrü Anjos vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada araştırılmıştır. Ürünün oksidatif stabilitesini ve duyuşsal kabul edilebilirliğini belirlemek için arı poleni, arı poleni ekstraktı ve sentetik antioksidan içeren farklı siyah puding formülasyonları incelenmiştir. Bir antioksidan olarak arı polenin dahil edilmesi, siyah pudingte lipit oksidasyonunu önlemek için doğal bir alternatif olarak kabul edilmiştir. Ek olarak, arı polenin ilavesi ürün kalitesini ve tüketici kabulünü arttırmıştır. Uygun arı poleni konsantrasyonunu belirlemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.

Farklı polen tozu konsantrasyonlarının Frankfurt sosilerine eklenmesi üzerine çalışan Novaković vd. (2021), sosilerin depolanması sırasında antioksidan aktivite değişimi, oksidatif stabilitenin değerlendirilmesi ve kalite üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Sosislerde polen seviyesinin artması, depolama sırasında antioksidan aktivitenin ve oksidatif stabilitenin artmasına neden olmuştur. Yapay antioksidan kullanılmadan, ürünlerin 60 günlük soğuk depolamada stabil kaldığı görülmüştür. Aynı zamanda ürünlerin duyuşsal özelliklerinde değişim gözlenmemiştir.

Brochard vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, kestane unu ve polen tozunu makarna formülasyonuna dahil edip beslenme ve sağlık açısından zenginleştirilmiş ürün oluşturulması amaçlanmıştır. Makarna formülasyonları optimize edilmiş, kimyasal bileşim ve fiziksel özellikler açısından analiz edilmiştir. Makarnaya, %20'ye kadar polen tozu ilavesinin pişme süresini ve verimini kısalttığı görülmüştür. Yeni formülasyonlarda en uygun zenginleştirme oranları kestane için %50 ve polen için %10 olarak belirlenmiştir. Ürünlerin yapışkanlığı artmış, sertliği değişmemiştir. Ek olarak, yüksek lif, mineral ve vitamin içeren zengin ürünler elde edilmiştir.

Heldt vd. (2019)'nin çalışmasında, sığır etinden yapılmış ve arı poleni ekstraktı ile zenginleştirilmiş hamburger köftesinin işleme ve donuk depolama sırasında ekstraktın, doğal bir antioksidan olarak kabiliyeti araştırılmıştır. Aynı zamanda arı poleni ekstraktının fizikokimyasal bileşimi de incelenmiştir. Sığır eti hamburger köftesinde kullanılan arı poleni ekstraktının, sentetik antioksidanlardan çok daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca arı poleni ekstraktının, depolama sırasında malonildialdehit konsantrasyonunu etkileyerek, lipit oksidasyonunu önleyici etkisinin daha yüksek bulunmasından varılmıştır. Güçlü antioksidan etkisi ve yüksek besleyici değeriyle et ürünlerinde doğal antioksidan olarak uygulanabileceği belirtilmiştir.

Balık sosileri farklı konsantrasyonlarda arı ekmeği ekstraktları ile Mohammad vd. (2021)'nin

çalışmasında zenginleştirilmiştir. Depolama süresince besin kompozisyonları, antioksidan aktiviteleri ve lipit peroksidasyon aktiviteleri incelenmiştir. Arı ekmeği ekstraktının balık sosilerine eklenmesi, ürünün karbonhidrat seviyesini artırırken, nem içeriğini azaltmıştır. Arı ekmeği ekstraktının konsantrasyonu arttıkça fenolik ve flavonoid içeriğinde artış meydana gelmiştir. Aynı zamanda sentetik antioksidanlara göre daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir. Depolamadan sonra, lipit oksidasyonu kontrol grubuna kıyasla daha düşük çıkarken, fenolik bileşiklerde ve antioksidan aktivitede düşüş meydana gelmiştir.

Kowalski ve Makarewicz (2017) tarafından yapılan çalışmada, propolis ve arı ekmeği ile zenginleştirilmiş balın fonksiyonel özellikleri karakterize edilmiştir. Zenginleştirilmiş balların toplam fenolik içeriği, antioksidan aktivitesi ve mikroorganizmaların büyümesi üzerine etkileri incelenmiştir. Arı ürünleri ile zenginleştirilmiş balın, özellikle *Escherichia coli* 'ye karşı güçlü antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu ve güçlü antioksidan özellikler sergilediği gözlemlenmiştir. Arı ekmeğinin antioksidan aktivitede en önemli etkiye sahip olduğu ve %1 oranında propolis ilavesinin antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir. Yapılan diğer çalışmalar Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1: Gıdaların arı poleni veya arı ekmeği ile zenginleştirilmesi alanındaki diğer çalışmalar

Zenginleştirmede kullanılan ürün	Son ürün	Uygulanan İşlem	Çalışmanın sonucu	Referans
Arı poleni	Narenciye suyu	Arı poleni ile zenginleştirilmiş narenciye suyunun geliştirilmesi ve kalite parametrelerinin (C vitamini, polifenoller, antioksidan aktivite, duyusal kalite) değerlendirilmesi amaçlanmıştır.	Zenginleştirilmiş ürünün polifenol içeriği ve antioksidan aktivitesi önemli ölçüde artmıştır. C vitamini içeriğinde önemli bir artış gözlemlenmemiştir. Zenginleştirilmiş narenciye suyu, tüketiciler tarafından da kabul edilmiştir.	(Stan, 2018)
Arı poleni	Malt içecek (bira)	Farklı tür (kolza, ayçiçeği ve haşhaş polenleri) ve farklı (kuru ve donmuş) arı poleni içeriğinin malt içeceklerinin antioksidan özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiş ve fenolik ve flavonoid profilleri karşılaştırılmıştır.	Arı poleni ile zenginleştirilmiş tüm içeceklerin kontrol numunesi saf sıraya göre daha yüksek polifenol, flavonoid içeriği ve antioksidan potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir. En iyi sonuç, yüksek arı poleni içeren (%0.6) haşhaş poleninde elde edilmiştir.	(Sulgajová vd., 2014)

Çizelge 1: devam

Zenginleştirmede kullanılan ürün	Son ürün	Uygulanan İşlem	Çalışmanın sonucu	Referans
Arı poleni	Yoğurt	Farklı konsantrasyonlardaki arı poleni ekstraktları ile inek, keçi ve koyun sütünden yoğurt yapılmıştır. Yoğurdun duysal özellikleri, antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik içeriği incelenmiştir.	Yoğurtlara arı polenin eklenmesi, daha yüksek in vitro antioksidan kapasiteye ve toplam fenolik içeriğe sahip bir gıda matrisi ile sonuçlanmış; yoğurdun tadı, kokusu, görünümü ve kohezyonunu iyileştirmiştir.	(Karabagias vd., 2018)
Arı poleni	Glutensiz ekmek	Farklı oranlarda polen ilavesi ile formüle edilmiş glutensiz ekmeklerin besin özellikleri, aroma profilleri, fenolik bileşik fraksiyonları ve antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır.	Polenle zenginleştirilmiş ekmeklerin çoğunda daha yüksek protein ve kül içeriği değerleri görülmüştür. K ve Ca elementlerinde artış gözlemlenmiştir. Ek olarak, toplam polifenol içeriği, polifenol biyoerişilebilirliği, karotenoid içeriği ve antioksidan aktivitede önemli bir artış gözlemlenmiştir. Artan furan içeriği ise ekmeklerin aromatik bileşimini güçlendirmiştir.	(Conte vd., 2020)
Arı poleni veya arı ekmeği	Bal	Eklene arı poleni ve arı ekmeğinin multifloral balda seçilen mineral içeriği üzerindeki etkisini değerlendirmek amaçlanmıştır.	Bala arı poleni veya arı ekmeği eklenmesi, Na hariç seçilen makro ve mikro elementlerin içeriğini arttırmıştır. Balın en yüksek dozda (%25) arı poleni veya arı ekmeği ile zenginleştirilmesi, Mg ve Fe içeriğinde 20 kat, Zn içeriğinde yaklaşık 14 kat artışa neden olmuştur. Bala arı ekmeğinin eklenmesi K, Ca, Mg, Fe ve Cu içeriğinde arı polenine kıyasla daha fazla artışa sebep olmuştur.	(Habryka vd., 2020)



## SONUÇ

Bu çalışmada, arı ürünlerinden olan arı polenin ve arı ekmeğinin fizikokimyasal özellikleri, sağlığa etkileri ve bu ürünlerle gıda alanında yapılan zenginleştirme çalışmaları incelenmiştir. Arı poleni ve arı ekmeği, zengin besin içerikleri ve biyoaktif özellikleriyle son zamanlarda tüketiciler tarafından tercih edilen fonksiyonel gıdalardır. Endüstrileşmiş dünyada, hastalıkları önlemek ve sağlığı korumak için besin içeriği zengin ve biyoaktif bileşikler içeren beslenme modeli oldukça önemlidir. Arı poleni ve arı ekmeği ile zenginleştirilmiş çalışmalar genel olarak incelendiğinde; zenginleştirilen gıdaların fizikokimyasal özelliklerinin ve duyu kalitelerinin iyileştiği, besin içerikleriyle birlikte antioksidan kapasitelerinin ve biyoaktif bileşik içeriklerinin arttığı gözlemlenmiştir. Önemli olan farklı gıda matrislerinde kullanılan arı poleni ve arı ekmeğinin optimum zenginleştirme konsantrasyonunu bulmaktır. Antioksidanlar bakımından zengin, sağlığa yararlı ve duyu özellikleri açısından tüketicinin beklentisini karşılayan yeni fonksiyonel gıdalar geliştirilmesi ana hedefdir. Arı poleni ve arı ekmeğiyle yeni fonksiyonel gıda ürünleri geliştirmek ve kullanılacak optimum konsantrasyonları tespit edebilmek için daha ayrıntılı çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

## KAYNAKLAR

Aljazy, N. A. S., Abdulstar, A. R., Alrakabi, J. M. F. (2021). Analytical study of phytochemicals and antioxidant activity of pollen (*typha domingensis pers.*) extracted from the papyrus plant and its use in cake enrichment. *Al-Qadisiyah Journal For Agriculture Sciences*, 11(2): 126-136. <https://doi.org/10.33794/qjas.2021.132392.1017>

Altıntaş, L., Bektaş, N. (2019). Apiterapi: 1. arı zehri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 19(1): 82-95. <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.568311>

Anjos, O., Fernandes, R., Cardoso, S. M., Delgado, T., Farinha, N., Paula, V., ..., Carpes, S. T. (2019). Bee pollen as a natural antioxidant source to prevent lipid oxidation in black pudding. *LWT-Food Science and Technology*, 111: 869-875. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.105>

Arıgül Apan, M., Zorba, M., Kayaboynu, Ü. (2021). Bal arısı ve bal arısı ürünleri. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2): 202-223. <https://doi.org/10.33484/sinopfbd.992345>

Bakkaloğlu, Z. (2021). Arı poleni proteinleri ve fonksiyonel özellikleri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 21(2): 247-256. <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.984837>

Bakour, M., Fernandes, Â., Barros, L., Sokovic, M., Ferreira, I. C. (2019). Bee bread as a functional product: chemical composition and bioactive properties. *LWT-Food Science and Technology*, 109: 276-282. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.008>

Brochard, M., Correia, P., Barroca, M. J., Guiné, R. P. (2021). Development of a new pasta product by the incorporation of chestnut flour and bee pollen. *Applied Sciences*, 11(14): 6617. <https://doi.org/10.3390/app11146617>

Camacho-Bernal, G. I., Cruz-Cansino, N. D. S., Ramírez-Moreno, E., Delgado-Olivares, L., Zafra-Rojas, Q. Y., Castañeda-Ovando, A., Suárez-Jacobo, Á. (2021). Addition of bee products in diverse food sources: functional and physicochemical properties. *Applied Sciences*, 11(17): 8156. <https://doi.org/10.3390/app11178156>

Ćirić, J., Spiric, D., Baltić, T., Janjić, J., Petronijević, R., Simunović, S., Djordjević, V. (2019). Element concentration and fatty acid composition of Serbian bee bread. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 333(1): 012050. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/333/1/012050>

Conte, P., Del Caro, A., Balestra, F., Piga, A., Fadda, C. (2018). Bee pollen as a functional ingredient in gluten-free bread: a physical-chemical, technological and sensory

- approach. *LWT-Food Science and Technology*, 90:1-7. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.002>
- Conte, P., Del Caro, A., Urgeghe, P. P., Petretto, G. L., Montanari, L., Piga, A., Fadda, C. (2020). Nutritional and aroma improvement of gluten-free bread: is bee pollen effective?. *LWT-Food Science and Technology*, 118: 108711. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108711>
- Dadağ, C., Elmacı, Y. (2021). Bee bread and bee pollen. 31st International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, 27-28 Eylül 2021, İzmir, Türkiye, 124 s.
- Dozuotuđ, B. D. T. I. J., Kūrımas, F. (2015). Investigation of bee bread and development of its dosage forms. *Medicinos teorija ir praktika*, 21(1): 16-22. <https://doi.org/10.15591/mtp.2015.003>
- Dranca, F., Ursachi, F., Oroian, M. (2020). Bee bread: physicochemical characterization and phenolic content extraction optimization. *Foods*, 9(10):1358. <https://doi.org/10.3390/foods9101358>
- Dundar, A. N. (2021). Total phenolic and antioxidant bioaccessibilities of cookies enriched with bee pollen. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(6): e16085. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16085>
- Ekici, T., Gölgele, A. (2021). Geleneksel ve tamamlayıcı tıpta apiterapi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 30(2): 200-203. <https://doi.org/10.34108/eujhs.654811>
- Ertosun, S. (2020). Thermal stability of nutraceuticals in bread enriched with bee products. Ph.D. Dissertation, Instituto Politécnico De Bragança Escola Superior Agrária, Bragança, 3 p.
- Habryka, C., Socha, R., Juszcak, L. (2020). The influence of honey enrichment with bee pollen or bee bread on the content of selected mineral components in multifloral honey. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14: 874-880. <https://doi.org/10.5219/1329>
- Habryka, C., Socha, R., Juszcak, L. (2021). Effect of bee pollen addition on the polyphenol content, antioxidant activity, and quality parameters of honey. *Antioxidants*, 10(5): 810. <https://doi.org/10.3390/antiox10050810>
- Heldt, L. F. S., Pereira, D., Souza, B. R., Almeida-Muradian, L. B., Carpes, S. T. (2019). Fortification of beef burger with the addition of bee pollen from *Apis mellifera* L. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31(11): 895-901. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2019.v31.i11.2025>
- Juszcak, L., Florkiewicz, A., Socha, R., Galkowska, D., Piotrowska, A. (2018). Effect of honey supplementation with bee products on quality parameters and mineral composition. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30(12): 990-997. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i12.1864>
- Karabagias, I. K., Karabagias, V. K., Gatzias, I., Riganakos, K. A. (2018). Bio-functional properties of bee pollen: the case of “bee pollen yoghurt”. *Coatings*, 8(12): 423. <https://doi.org/10.3390/coatings8120423>
- Karlıdağ, S., Keskin, M. (2020). Arı ürünlerine genel bir bakış. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(1): 58-63.
- Khalifa, S. A., Elashal, M. H., Yosri, N., Du, M., Musharraf, S. G., Nahar, L., ..., El-Seedi, H. R. (2021). Bee pollen: current status and therapeutic potential. *Nutrients*, 13(6): 1876. <https://doi.org/10.3390/nu13061876>
- Khalifa, S. A., Elashal, M., Kieliszek, M., Ghazala, N. E., Farag, M. A., Saeed, A., ..., El-Seedi, H. R. (2020). Recent insights into chemical and pharmacological studies of bee bread. *Trends in Food Science & Technology*, 97: 300-316. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.021>
- Kieliszek, M., Kolotylo, V., Mikołajczuk-Szczyrba, A., Giurgiulescu, L., Kot, A. M., Kalisz, S., ..., Cendrowski, A. (2021). Isolation and identification of new yeast strains from bee bread. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 13(1): 207-213. <https://doi.org/10.34302/crpfjst/2021.13.1.17>
- 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: 170-180. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.10.021>
- Kostić, A. Ž., Milinčić, D. D., Stanisavljević, N. S., Gašić, U. M., Lević, S., Kojić, M. O., ..., Pešić, M. B. (2021). Polyphenol bioaccessibility and antioxidant properties of in vitro digested spray-dried thermally-treated skimmed goat milk enriched with pollen. *Food Chemistry*, 351: 129310. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129310>
- Kowalski, S., Makarewicz, M. (2017). Functional properties of honey supplemented with bee bread and propolis. *Natural Product Research*, 31(22): 2680-2683. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1286481>
- Lomova, N., Snizhko, O., Narizhniy, S. (2014). Yoghurt enrichment with natural bee farming products. *Ukrainian Food Journal*, 3(3): 405-411.
- Mărgăoan, R., Stranț, M., Varadi, A., Topal, E., Yücel, B., Cornea-Cipcigan, M., ..., Vodnar, D. C. (2019). Bee collected pollen and bee bread: bioactive constituents and health benefits. *Antioxidants*, 8(12): 568. <https://doi.org/10.3390/antiox8120568>
- Mayda, N., Keskin, M., Keskin, Ş., Özkök, A. (2019). Bilecik ilinden toplanan arı polenlerinin botanik orijinleri ile toplam fenolik ve flavonoid içeriklerinin belirlenmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 19 (2): 152-160. <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.605692>
- Mayda, N., Özkök, A., Ecem Bayram, N., Gerçek, Y. C., Sorkun, K. (2020). Bee bread and bee pollen of different plant sources: determination of phenolic content, antioxidant activity, fatty acid and element profiles. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(4): 1795-1809. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00427-y>
- Mehmetoğlu, S., Tarakçı, Z., Demirkol, M., Çakıcı, N., Güney, F. (2017). Gıda katkı maddesi olarak propolis. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 9(1): 32-39. ISSN: 2146-2720.
- Mesci, E., Esim, N. (2020). Gıdaların raf ömürleri için yeni bir yaklaşım: arı ürünleri ile yenilebilir kaplamalar. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9(2): 211-220. <https://doi.org/10.46810/tdfd.810214>
- Mironova, I. V., Galieva, Z. A., Konovalov, S. A., Bychkova, T. S., Baydan, D. V., Rozhkov, K. A. (2020). Enrichment of milk ice cream with bee products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 613(1): 012082. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012082>
- Mohammad, S. M., Badrul Hisham, A. A., Mustapa, N. A., Chan, K. W., Zawawi, N. (2021). Proximate analysis, antioxidant activity, and antibacterial activity of fish sausages fortified with bee bread extract. *Journal of Food Quality*, 2021: 9. <https://doi.org/10.1155/2021/6657553>
- Nisbet, C., Tabatabaei, P. (2021). Investigation of phenolic compounds and antioxidant capacity of bee pollen collected from different geographical regions in Turkey. *Kocatepe Veterinary Journal*, 14 (3): 359-365. <https://doi.org/10.30607/kvj.846905>
- Novaković, S., Djekic, I., Pešić, M., Kostić, A., Milinčić, D., Stanisavljević, N., ..., Tomasevic, I. (2021). Bee pollen powder as a functional ingredient in frankfurters. *Meat Science*, 182: 108621. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108621>
- Onbaşı, D. (2019). Apiterapi ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(1): 49-56. <https://doi.org/10.32707/ercivet.538001>
- Özdemir, G., Ersöz, E., Dilek, N. (2021). Apitherapy and health. *Black Sea Journal of Health Science*, 4 (2): 168-174. <https://doi.org/10.19127/bshealthscience.816036>
- Parlakpınar, H., Polat, S. (2021). Apiterapi ürünlerinin biyokimyasal içeriği. Atayoğlu, A.T. (ed.), 1. Baskı, Türkiye Klinikleri, Ankara, Türkiye, s. 38-48.
- Sig, A. K., (2019). Bee pollen—a potential therapeutic agent. *Archives Medical Review Journal*, 28(2): 156-160. <https://doi.org/10.17827/aktd.423992>
- Silici, S. (2015). Arı poleni ve arı ekmeği. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 14(2): 99-105. <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.376901>

- Solgajová, M., Ivanišová, E., Nôžková, J., Francáková, H., Tóth, Ž., Dráb, Š. (2014). Antioxidant activity and polyphenol content of malt beverages enriched with bee pollen. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 3: 281-284.
- Sorucu, A. (2019). Arı ürünleri ve apiterapi. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*, 10 (1): 1-15. ISSN: 1309-4769.
- Stan, L. (2018). Bee pollen as antioxidant ingredient in ready-to-serve citrus juice. *Scientific Papers: Series D, Animal Science*, 61(1). ISSN: 2285-5750.
- Sukhov, M. A., Giro, T. M. (2021). Development of technology for meat products enriched with essential trace elements. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 640(3): 032032. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/3/032032>
- Şengül, F., Vatansev, H. (2021). Overview of apitherapy products: anti-cancer effects of bee venom used in apitherapy. *International Journal of Traditional and Complementary Medicine Research*, 2(1): 36-48.
- Thakur, M., Nanda, V. (2020). Composition and functionality of bee pollen: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 98: 82-106. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.001>
- Uçar, M., Vanizor Kural, B., Bulut, V. N., Aliyazıcıoğlu, R., Kopuz, M., Değer, O., Menteşe, A. (2018). Kuzeydoğu anadolu bölgesinden toplanan arı poleni karışımındaki element düzeyleri. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(3): 57-62.
- Vásquez, A., Olofsson, T. C. (2009). The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. *Journal of Apicultural Research*, 48(3): 189-195. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.48.3.07>