

Bölüm 3

FONKSİYONEL GIDA OLARAK ARI ÜRÜNLERİ: ÖZELLİKLERİ VE SAĞLIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Sema AĞAOĞLU¹

Seyda ŞAHİN²

Tuğba DEMİR³

1 Prof. Dr. Sema AĞAOĞLU¹a, Doç. Dr. Seyda ŞAHİN¹b, Dr. Öğr. Üyesi Tuğba DEMİR

2 Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Sivas/TÜRKİYE. *0000-0001-5252-8040 †0000-0002-8173-7818 ‡0000-0002-5195-9372

3 Sorumlu Yazar; tugba@cumhuriyet.edu.tr

Arıcılık, dünyada ve Türkiye’de yaygın olarak yapılan, ekonomik yönden getirisi olan tarımsal bir faaliyettir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre; 2019 yılı dünya bal üretimi 1.852.598 ton, kovan sayısı 90.116 (bin adet) olup, kovan başına verim 20.7 kg olarak belirlenmiştir. Kovan varlığı yönünden Hindistan ilk sırada (12.247), Çin ikinci (9.088), Türkiye üçüncü (8.128), İran dördüncü (7.517) ve Etiyopya beşinci (6.220) sırada yer almaktadır. 2019 yılında bal üretimi Çin’de 444.100 ton, Kanada’da 80.345 ton, İran’da 75.463 ton ve Hindistan’da 67.141 ton olarak gerçekleşmiştir. Kovan başına bal verimi Çin’de 48.9 kg, Kanada’da 56.6 kg, Hindistan’da 5.5 kg, Portekiz’de 56.3 kg, Uruguay’da 42.4 kg ve Brezilya’da 41.1 kg olarak bildirilmiştir (TEPGE, 2020).

Türkiye bal üretimi yönünden Çin’den sonra 2. sırada yer almaktadır. Ege bölgesi başta olmak üzere, Doğu Karadeniz ve Akdeniz bölgeleri bitki florası yönünden arıcılığa uygundur. TÜİK verilerine göre; ülkemizde 2018 yılında toplam kovan sayısı 8.108.424 adet, bal üretimi 107.920 ton, kovan başına bal verimi ise 13.3 kg olarak belirlenmiştir. 2019 yılında kovan sayısı 8.128.360 adet, bal üretimi 109.330 ton, kovan başına verim 13.5 kg olup; 2020 yılında kovan sayısı 8.179.085 adet, bal üretimi ise önceki yıla oranla %4.8 azalarak 104.077 ton olarak bildirilmiştir. Bal üretimi il genelinde incelendiğinde; 2020 yılında Türkiye’de toplam bal üretiminde %16.5’lik paya sahip olan Ordu 17.213 ton üretim ile birinci sırada, Adana (%11.7’lik pay) 12.172 ton ile ikinci, Muğla (%13.4’lük pay) 6.104 ton üretim ile üçüncü sırada yer almaktadır. Ülkemizde kişi başı bal tüketimi 1 kg’ın üzerindedir. Bu miktar dünyada 0.05 kg, AB ülkelerinde 0.7 kg, Çin’de 0.2 kg, Yeni Zelanda’da 0.9 kg ve ABD’de 0.6 kg’dır (TEPGE, 2020).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği’nde bal; “Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arıları (*Apis mellifera* L.) tarafından toplanması, bileşimlerinin değiştirilip petek gözlere depo edilmesi ve olgunlaşması sonucunda oluşan doğal bir gıda” olarak tanımlanmıştır (TGK, 2020).

Ballar kaynağına göre; çiçek balı (nektar balı), salgı balı (çam balı), zehirli bal (deli bal), yapay bal, besleme bal ve ekspres bal; üretim ve pazar şekline göre petekli bal, doğal petekli bal, karakovan balı, süzme bal, petekli süzme bal, sızma bal, pres balı ve filtre edilmiş bal; renklerine göre su beyazı, ekstra beyaz, ekstra açık amber ve koyu renk şeklinde sınıflandırılmaktadır (TGK, 2020).

Üretim yapılan bölgenin iklimi ve bitki florası balın bileşimi üzerinde etkilidir. Bal genel olarak %80 şeker ve %17 su içerir. Geri kalan %3’lük kısım mineral maddeler, vitaminler, aminoasitler, renk maddeleri ve en-

zimlerden oluşur. Balın rengi içerdiği bitki pigmentlerine bağlı olarak, su beyazından koyu amber renge kadar değişiklik gösterir. Bal doğal bir tatlandırıcıdır. Bileşiminde yaklaşık 15 farklı çeşitte şeker bulunur. Kuru maddenin %95-99'unu değişik şekerler oluşturur. Balda glikoz ve früktoz oranı daha fazladır. Bal; yüksek şeker konsantrasyonu, düşük su aktivitesi ve asit yapıda (pH 3-4) olması nedeniyle mikrobiyal gelişmeye uygun değildir. Antioksidan özelliği yapısında bulunan fenolik bileşiklerden (flavonoidler, fenolik asit) kaynaklanır (Mutlu ve ark., 2017; TGK, 2020).

Enzimler balda önemli bir kalite kriteridir. Amilaz (diastaz), invertaz (sakkaraz), katalaz, fosfataz ve glikoz oksidaz balda bulunan temel enzimlerdir. Isıtılmamış ballarda enzim düzeyi daha yüksektir. Balda mineral madde miktarı kaynağına bağlı olarak 02-1.03 g/100 g arasında değişir. Salgı balları mineral yönünden daha zengindir. Balın aminoasit içeriği kalite ve botanik orijini yönünden önem taşır. Balda bulunan toplam serbest aminoasitlerin %50'sini prolin oluşturur. Prolin miktarı balın olgunlaşma düzeyini gösteren önemli bir parametredir (TGK, 2020).

Bal doğal enerji kaynağıdır. Yüz gram bal 304 kcal enerji sağlar. Diyabet ve alerjisi olanlar ile bir yaş altındaki çocuklar dışında, her yaş grubunda tüketilebilen doğal bir besindir. Bal ve diğer arı ürünleri (ham bal, arı sütü, polen, propolis ve arı zehiri) gıda, ilaç ve kozmetik sanayinde, bazı hastalıkların tedavisinde (apiterapi) geniş bir kullanım alanına sahiptir (Mutlu ve ark., 2017; Şeker ve Demir, 2020).

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

Bu çeşitliliğe rağmen arı ürünleri denince akla ilk gelen ve en çok bilinen ürün baldır. Baldan sonra bilinirliği en yüksek ürünler polen ve propolis olmakla birlikte, bala kıyasla çok daha az bilinmekte ve tüketilmektedir. Ayrıca bilinirlik ve kullanımlarının eğitim, gelir düzeyi ve yaş gibi bazı demografik özelliklere bağlı olarak değiştiği de bildirilmiştir (Niyaz ve Demirbaş, 2017).

Çiçekli bitkilerden toplanarak arıların arka bacağına depolanan polen yükleri 'arı poleni' olarak bilinmektedir. Arı poleni 'apicultural pollen', 'orbicular pollen' ve 'bee collected pollen' olarak farklı şekillerde de tanımlanmıştır (Kňazovická ve ark., 2021).

Kovan içerisinde bulunan polenin arılar tarafından aktif olarak değerlendirilmesi için fermentasyon prosesinden geçmesi gerekmektedir. Bunun için petek gözlerine depolanan polenler, işçi arılar tarafından sıkıştırılır,

üzerine bir miktar sindirim içeriği ve bal eklendikten sonra petekler balmumu ile kapatılır (Nagai ve ark., 2004; Silici, 2014).

Arı poleni proteinler başta olmak üzere; çeşitli aminoasitler, karbonhidratlar, doymuş ve doymamış yağ asitleri, lipidler, steroller, vitaminler, terpenler, fenolik bileşikler, enzimler ve mineral maddeler açısından oldukça zengin bir içeriğe sahiptir (Conte ve ark., 2017).

Arı ekmeği ve arı poleninin içeriği benzer olmakla birlikte, fermantasyon sonucu oluşan yan ürünler iki ürünün içeriğinde farklılık oluşmasına neden olabilmektedir (Nagai ve ark., 2004). Arı ekmeğinin yapısında da proteinler, aminoasitler, yağ asitleri, lipidler, steroller, enzimler, mineraler, vitaminler ve fenolik maddeler bulunmaktadır. Buna ek olarak, arı ekmeği içerdiği baldan dolayı daha fazla karbonhidrat ve bal arısından gelen hormonları da içermektedir (Silici, 2014). Arı ekmeğinin, polene göre daha fazla K vitamini, lif ve indirgenmiş şeker içerdiği belirlenmiştir. Ayrıca içeriğinde bulunan laktik asit bakterileri ve *Bifidobakterium*'lar nişastayı parçalayarak arı ekmeğinin daha az nişasta içermesine neden olmaktadır (Ivanišová ve ark., 2015).

Deli bal, toksin içeren bitki nektarlarının bal arıları tarafından toplanarak dehidre edilmesi ve olgunlaştırılması sonucunda oluşan doğal bir üründür. Halk arasında zehirli bal, acı bal, tutan bal, komar balı, tıbbi bal ve orman gülü balı olarak ta bilinir. Deli bala daha çok Karadeniz bölgesinde, özellikle Samsun ve Kastamonu yörelerinde rastlanmaktadır (Sıralı ve Cımbıtlıoğlu, 2018).

Bal zehirlenmesinde etken madde grayanotoksin (andromedotoksin, asetillandrometol, rodotoksin, asebotoksin) olarak adlandırılan bir alkaloit'tir. Grayanotoksinler, orman gülü (*Rhododendron* spp.) bitkisinin gövde, çiçek, polen, nektar ve yaprak kısımlarında bulunurlar. Bu toksinler hücre membranlarında sodyum kanallarına bağlanarak etki gösterirler. Toksin balın bekletilmesi ya da kaynatılması ile etkisini kaybeder. Deli bal, geleneksel tıpta bazı hastalıkların tedavisinde (ağrı kesici, yüksek tansiyon, astım, bronşit, ülser) alternatif olarakta kullanılmaktadır (Gündüz ve ark., 2011; Mutlu ve ark., 2017).

Fundagiller (*Ericaceae*) familyasında yer alan orman gülleri (açelyalar) Karadeniz bölgesinin dağlık kesimlerinde, geniş bir alanda doğal olarak yetişmektedir. Bu familyada bulunan zehirli türlerden mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum* L.)_ve sarı çiçekli orman gülü (*Rhododendron luteum* L.) karadeniz sahili boyunca yaygın bir dağılım gösterir (Gündüz ve ark., 2011; Sıralı ve Cımbıtlıoğlu, 2018).

Deli bal zehirlenmesinde hastalık bulguları bal tüketiminden 1-3 saat sonra ortaya çıkar. 50-100 gram bal yetişkinler için toksik özellik gösterir.

Ateş, baş ağrısı, ağız çevresi ve boğazda yanma, baş dönmesi, terleme, kramp şeklinde karın ağrısı, mide bulantısı, kusma, ishal, deride ve gözlerde kızarıklık, görmede bulanıklık ya da geçici körlük, kol ve bacaklarda felç, düşük tansiyon ve kalp ritminde bozukluklar başlıca bulgulardır. Hafif seyreden olgularda 12-24 saat içerisinde iyileşme görülür. Ciddi zehirlenmelerde ise semptomatik tedavi uygulanır (Aksoy ve ark., 2013; Uğur ve ark., 2015).

Propolis; bal arıları (*A. mellifera* L.) tarafından farklı ağaç (çam, meşe, huş, okaliptüs, kavak ve kestane gibi) ve bitkilerden (yaprak, sap ve tomurcuk) toplanan reçinemsî maddelerin bal mumu ve arıların kendi enzimleriyle (β -glukosidaz) birleştirilerek oluşturdukları bir üründür (Gardana ve ark., 2007). Propolisin rengi toplandığı bölgeye, bekleme süresine ve bitki kaynağına bağlı olarak sarı yeşilden, kırmızı, koyu kahverengi ve siyaha yakın değişen renktedir. Fiziksel yapısı soğukta sert kırılğan, oda sıcaklığında yumuşak ve yapışkan olup, kendine has karakteristik kokuda organik bir maddedir (Şahinler ve Kaftanoğlu, 2005; Silici, 2019).

Propolisin kimyasal bileşimi çok çeşitli biyoaktif madde içermektedir. Bu kimyasal maddeler kaynağına bağlı olarak farklılık gösterse de ham propoliste 300'den fazla bileşen olduğu bildirilmektedir. Propoliste bulunan en önemli bileşik grubu fenolik asitler ve flavonoidlerden oluşmaktadır (Huang ve ark., 2014). Ayrıca yapısında alkoller, aldehitler, ketonlar, terpenler, kumarinler, steroidler, aminoasitler, yağ asitleri, mineraller, vitaminler ve enzimler gibi bileşikler de bulunmaktadır (Kumova ve ark., 2002). Propolisin kimyasal kompozisyonu coğrafi koşullar, bitki kaynağı, mevsim, yükseklik ve iklimle göre değişiklik göstermektedir (Popova ve ark., 2007; Keskin ve ark., 2020). Bazı değişiklikler içerse de propolis genel olarak %45-50 reçine, %30 balmumu, %10 esansiyel ve aromatik yağlar, %5 polen, %5 organik bileşikler ve mineral maddelerden oluşmaktadır (Park ve ark., 2002).

Propolis kovanda arılar tarafından çok çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Propolisin; kovandaki çatlak ve yarıkları kapatarak ortamın nem ve ıslısının ayarlanması, kovandan atılamayacak büyüklükte olan yabancı canlıların mumyalanarak kokuşmasının engellenmesi, kovanın bakteri, mantar, küf ve virüs gibi patojenlere karşı korunması gibi işlevleri bulunmaktadır. Ayrıca, petek gözlerinin temizliğinde, kraliçe arının bıraktığı yumurtanın steril bir ortamda gelişmesinde ve yavrunun korunmasında etkili olmaktadır (Silici, 2019).

Propolis; ilk kez Yunanlılar tarafından keşfedilerek doğal bir antibiyotik olarak kullanılmıştır. Propolis; pro (önde veya girişte) ve polis (şehir) kelimesinden türetilmiş olup Yunanca "şehrin savunması" anlamına gelmektedir (Bankova ve ark., 2000). Propolisin Mısırlılar, Persler ve Ro-

malılar tarafından ölülerin mumyalanmasında, aromatik bitkilerle parfüm olarak, yara ve mide ülserlerinin tedavisinde kullanıldığı bildirilmektedir.

Yapılan çalışmalarda (De Barros ve ark., 2008; El Sayed ve ark., 2009; Temiz ve ark., 2011; Chan ve ark., 2013; Ripari ve ark., 2021; Özkök ve ark., 2021); propolisin antimikrobiyal, antioksidan, antikanser, antiülser, antidiabetik, antiinflamatuvar, antifungal, antiviral ve immun sistemi uyarıcı etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Propolis, geleneksel ve tamamlayıcı tıp alanında arı ürünleri (bal, arı sütü, polen, arı ekmeği ve arı zehiri) ile tedavide (Apiterapi) de kullanılmaktadır (Ulusoy, 2012). Ayrıca; kozmetik ve gıda gibi çeşitli endüstri dallarında kullanımını son zamanlarda gündeme gelmiş ve araştırmalar propolisin tıp dışındaki alanlarda kullanımına yönelmiştir. Son yıllarda daha çok biyolojik, farmakolojik ve terapötik etkileri ile ilgili çalışmalar devam etmektedir (Keskin ve ark., 2020; Özkök ve ark., 2021; Ripari ve ark., 2021).

Propolisin; antimikrobiyal, antifungal ve antioksidan özellikleri nedeniyle gıda teknolojisinde kullanımına yönelik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Nitekim, sosislere katılan propolis özütünün mikrobiyel yükte azalmaya neden olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Ali ve ark., 2010; El-Mossalami ve ark., 2013; Viera ve ark., 2016). El-Mossalami ve ark. (2013) tarafından Mısır'da yapılan çalışmada, taze sosislere katılan propolis özütünün (600 mg/kg) proteolitik, lipolitik mikroorganizma ve maya-küf sayısını azalttığı ortaya konmuştur. Araştırmacılar ayrıca propolisin ürünün duyu kalite özelliklerini olumsuz etkilemediği ve son üründe lipid oksidasyonunu kontrol etmede etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Benzer şekilde, taze sosislere %0,6 oranında katılan propolis özütünün kontrol grubuna göre proteolitik, lipolitik mikroorganizma ve maya-küf sayısını azalttığı belirtilmiştir (Ali ve ark., 2010). Araştırmacılar, propolisi taze sosis işlemede koruyucu olarak tavsiye etmişlerdir. Viera ve ark. (2016) tarafından yapılan başka bir çalışmada, Toskana tipi sosislere %2 oranında propolis ilavesinin, mezofilik ve psikrotrof mikroorganizma sayısını azalttığı, *Staphylococcus aureus* ve toplam koliform mikroorganizmalar üzerinde ise etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Güney Kore'de yapılan bir çalışmada, 4 hafta süreyle depolanan domuz sosislere %0,4, %0,6 ve %0,8'lik propolis ekstraktı ve %0,1'lik potasyum sorbat ilave edilerek muhafaza süresi incelenmiştir. Propolis ile muamele edilen et ürünlerinin muhafaza süresinin kontrol grubuna göre daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, %0,4 propolis ekstraktı kullanılan etlerde tiyobarbütirik asit (TBA) ve malondialdehit (MDA) artışı en düşük düzeyde bulunmuştur (Han ve Park, 2002).

Mısır'da yapılan bir çalışmada, farklı propolis konsantrasyonunun (250, 500 ve 1000 ppm) Ras (Rumi) peyniri yüzeyine uygulanmasının *As-*

pergillus versicolor'un gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Peynirin 90 günlük olgunlaşma süreci sonunda, 1000 ppm konsantrasyonundaki propolisin küf ve sterigmatosistin üremesini durdurduğu gösterilmiştir. En yüksek konsantrasyondaki propolis uygulanması küf gelişimi ve toksin üretimini tamamen durdururken, kontrol grubunda küf gelişimine orantılı olarak toksin üretildiği belirtilmiştir (Aly ve Elewa, 2007).

Ayrıca, antifungal etkinliği nedeniyle meyve sularının raf ömrünü artırmak için propolis katılan çalışmalar bulunmaktadır. Koç ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada, pastörize edilmemiş meyve sularına (elma, portakal, üzüm ve mandalina) 0,01 ila 0,375 mg/mL miktarında propolis özütü ilavesinin, bozulma mayalarının (*Candida famata*, *C. glabrata*, *C. kefir*, *C. pelliculosa*, *C. parapsilosis* ve *Pichia ohmeri*) gelişimini tamamen engellediği bildirilmiştir. Benzer şekilde elma suyu ve nar suyuna katılan propolis ekstraktının maya ve küf gelişimini engellediği bildirilmiştir (Kahramanoğlu ve Usanmaz, 2007; Silici ve Karaman, 2014).

Propolisin çeşitli et, et ürünü ve balık ürünlerinde antioksidan olarak kullanıldığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır. İtalya'da yapılan bir çalışmada, farklı konsantrasyonlarda propolisin İtalyan tipi salamlarda fiziko-kimyasal, mikrobiyal, lipid oksidasyonu ve duyuşal özellikler üzerine etkisi incelenmiştir. Propolis, salam örneklerinde renk, pH, ağırlık kaybı ve su aktivitesi üzerine olumsuz bir etki oluşturmazken, depolama süresi boyunca oksidasyonu önlediği, ancak duyuşal testlerde daha düşük sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir (Bernardi ve ark., 2013).

Başka bir çalışmada ise, salamlara katılan yapay antioksidan olan bütül hidroksi tolüen (BHT) ile propolisin antioksidan etkileri karşılaştırılmıştır. Propolis katılan örneklerde fermantasyon süresi boyunca daha düşük oksidasyon gözlemlendiği bildirilmiştir (Kunrath ve ark., 2017). Burger etine 0.3 g/kg oranında ilave edilen mikrokapsüllenmiş propolisin, lipid oksidasyonu üzerinde sentetik bir antioksidan olan sodyum eritrobat'a göre daha güçlü inhibitör etki oluşturduğu belirlenmiştir (dos Reis ve ark., 2017).

Son yıllarda gıdaların uzun süre korunması amacıyla propolisin filmlere veya gıda kaplamalarına katılması uygulanmaya başlanmıştır. Yapılan bir tez çalışmasında, gıda kaplama materyali olan kitosanın propolis ve kekik yağı ile hazırlanan farklı kombinasyonlarının uygulandığı tavuk göğüs etlerinin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Kaplama materyaline ilave edilen propolis ve kekik yağının toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofil aerobik bakteri, *Lactobacillus* spp. ve *Pseudomonas* spp.'nin üremesini yavaşlattığı bildirilmiştir. Ayrıca, kaplama materyaline ilave edilen propolis ve kekik yağının depolama süresince yağ oksidasyonunu yavaşlattığı da belirtilmiştir (Ghebleh, 2019).

Propolisin, Yeni Tip Korona Virüs Salgınında (Covid-19) korona virüsü üzerine etkili olduğu birçok bilim insanı tarafından tespit edilmiştir (Bachevski ve ark., 2020; Berretta ve ark., 2020; Miryan ve ark., 2020; Ripari ve ark., 2021). Propolis ve bazı bileşenlerinin SARS-CoV-2'nin neden olduğu hastalığın fizyopatolojisinde; virüsün hücreye girmesiyle monositlerin/makrofajların immünomodülasyonuna (IL-1beta ve IL-6 üretiminin azaltılması ve immüne edilmesi), transkripsiyon faktörlerinin, NF-KB ve JAK2/STAT3'ün azaltılmasına, inflamatuvar aktivitelerin neden olduğu fibrozu gösteren PAK1'in bloke edilmesine, TMPRSS2 ekspresyonu ve ACE2'nin azalmasına neden olduğu belirtilmektedir. Apiterapide özellikle propolis ve bileşenleri SARS-CoV-2 enfeksiyonunun fizyopatolojik sonuçlarını azaltmaya yardımcı olabilecek potansiyel aday olarak dikkat çekmektedir (Silici ve Özcan, 2021).

Türkiye'de yapılan yeni bir çalışmada, iki ayrı tıp fakültesi acil servis kliniğinde Covid-19 bulaşma riski yüksek olan 209 sağlık çalışanında (doktor, hemşire ve tıbbi sekreter) %30'luk propolisin koruyucu etkisi değerlendirilmiştir. Çalışanlar iki gruba ayrılmış, bir gruba bir ay boyunca düzenli olarak her gün %30'luk 40 damla propolis verilirken, diğer gruba verilmemiştir. Yapılan bu çalışmada, propolisin Covid-19 enfeksiyonuna karşı %98 oranında koruyuculuk gösterdiği bildirilmiştir (Bilir ve ark., 2021).

Balın antimikrobiyal özellik göstermesinin insan sağlığı açısından önemi; gıda patojenleri ve bozulma yapan mikroorganizmaların gelişmesini baskılaması ve enfeksiyonların iyileşmesine yardımcı olmasından ileri gelmektedir. Balın antimikrobiyal etki mekanizmasının, düşük su aktivitesi ve yüksek asitlik değerlerine sahip olmasının yanı sıra hidrojen peroksit, flavonoid ve fenolik asit gibi biyoaktif bileşikler de yapısında bulundurmasından kaynaklandığı birçok çalışmada vurgulanmıştır. Bal sahip olduğu bu etki mekanizması sayesinde, insanlarda hastalık yapan patojen bakterilerin gelişmesini inaktive etmektedir (Aksoy ve Dığrak, 2006; Karadal ve Yıldırım, 2012).

Literatürde balın yalnızca bakterilere karşı değil aynı zamanda virüs, mantar ve parazitlere karşı da inhibe edici özelliklerini bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Bu amaçla yapılan bir çalışmada, hidatik kiste (ekinokokkoz) yol açan *Echinococcus granulosus* paraziti üzerine uygulanan %10'luk (v/v) balın üçüncü dakikadan itibaren inhibe ettiği rapor edilmiştir (Mutlu ve ark., 2017). Farklı bir çalışmada ise, Bingöl yöresinden toplanan bal örneklerinde antimikrobiyal aktivite araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarında, 0.1 mL bal örneğinin *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus brevis* ve *Pseudomonas aeruginosa* gibi bakteri türleri ile *Candida albicans* ve *Rhodotorula rubra* gibi mantar türlerinin gelişimini inhibe ettiği belirtilmiştir (Aksoy ve Dığrak, 2006).

Arı ürünlerinin yapısında bulunan fitokimyasal bileşiklerin biyoaktif özellikleri, yapılan birçok çalışma ile vurgulanmıştır. Antioksidan aktivitelerinin yanında, metal iyonlarını şelatlaştırıcı, detoksifiye enzimleri uyarak tümör gelişimini başlatan ve destekleyen transkripsiyon faktörlerini inhibe edici özelliğe sahiptir (Verma ve ark., 2009). Aynı zamanda dejeneratif hastalıkları önleyici, antialerjenik, antiinflamatuvar, antimikrobiyal, antitrombotik (kanın pıhtılaşmasını önleyici), antikanserojen, antiaterojen (damar sertliğini önleyici), antiülser ve vasodilatör (kan damarlarını genişletici) ajan olarak görev yapmaktadır (Cemeroğlu, 2004; Verma ve ark., 2009).

Gıda bileşenleri ile atmosferde bulunan oksijen arasında gerçekleşen oksidasyon reaksiyonu, gıdalarda çoğunlukla besin değerinin azalması ile birlikte renk, tat ve koku değişimi gibi istenmeyen sorunlara da neden olabilmektedir. Arı ürünlerinde doğal olarak bulunabilen veya dışarıdan ilave edilen ve oksidasyon reaksiyonlarını engelleyen maddeler genel olarak antioksidan maddeler olarak tanımlanmaktadır. Bal doğal olarak antioksidan özelliği olan bir gıdadır (Köksel, 2007).

Bal ve diğer arı ürünlerinin yapısında bulunan çoklu biyoaktif bileşiklerin metabolik yararlanımı birçok araştırmada vurgulanmaktadır. İnsan vücudundaki antioksidan dengesi yaş, çevre kirliliği, yorgunluk, aşırı kalori alımı ve yüksek yağlı diyetler gibi faktörler nedeniyle değişebilmektedir. Oksidasyonun engellenmesi, gerekse geciktirilmesi için vücut fenolik bileşikler, karotenoidler, C ve E vitaminleri gibi eksojen kaynaklı antioksidanlara ihtiyaç duymaktadır (Samaranayaka ve ark., 2011). Bu maddeler, canlılarda serbest radikalleri nötralize ederek, hücrelerin bu radikallerden etkilenmesini ve tümör gelişimini önlerler. Böylece yaşlılık faktörlerinin en az seviyede olduğu kaliteli bir yaşam sağlamaktadırlar (Yıldız ve Bayсал, 2003).

Oksijen aerobik solunum yapan organizmalar için oldukça hayati, fakat bir o kadar da toksik bir maddedir. Canlılardaki döngüsel reaksiyonlar ve oksijenin biyokimyasal tepkimelerde kullanılabilmesi için metabolik ve fizyolojik faaliyetler sırasında serbest ve reaktif oksijen radikalleri (ROS) oluşmaktadır. Oksijen, aerobik solunum yapan organizmalar için oldukça hayati, fakat bir o kadar da toksik bir maddedir (Verma ve ark., 2009). Bunun yanında kirlilik, kimyasallara maruz kalma, radyasyon, uyuşturucu maddeler gibi dış kaynaklı faktörler de hücrelerdeki ROS'ların oluşumunu hızlandırabilmektedir (Meral ve ark., 2012). Kararsız yapıda olan bu radikaller hücrelerdeki biyomoleküller (lipidler, proteinler ve nükleik asitler) ve diğer reaktiflerle etkileşime girerek, zincir reaksiyonları başlatabilir ve oksidasyona sebep olabilirler (Verma ve ark., 2009). Zaman içerisinde hücrelerde biriken ROS'lar oksidatif stres ve buna bağlı olarak metabolik bozukluklar, yaşlanma, kronik kalp hastalıkları, kanser ve çeşitli dejene-

ratif hastalıklara zemin hazırlamaktadır (Clarkson ve Thompson, 2000).

Antioksidanlar ise hücrelerde bulunan ROS'ların zararlı etkilerini ortadan kaldıran maddelerdir. Polifenoller, bazı vitaminler, vitamin ön maddeleri, karotenoidler, mineraller, pigment ve enzimler antioksidan özelliğe sahip bileşiklerdir (Yılmaz, 2010). Yapılan birçok araştırma, arı ürünlerinin oldukça önemli ve doğal antioksidanları içerdiğini ortaya çıkarmıştır. Her arı ürününün antioksidan kapasitesi başta bitkisel orijini olmak üzere, temin edildiği bölgenin coğrafi ve iklimsel özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Arı poleni ve arı ekmeği polifenolik maddeler, vitaminler ve pigmentler açısından oldukça zengin bir içeriğe sahiptir (Silici, 2014; Bobiş ve ark., 2017).

Sonuç olarak, fonksiyonel gıda olarak arı ürünlerinin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri yapılan birçok çalışmada vurgulanmıştır. Arı ürünleri; içeriğinde bulunan çeşitli sekonder metabolitlerin biyolojik aktivitelerinden (antioksidan, antimikrobiyal, antiviral, antiinflamatuvar, anti-kanser ve antiülser) dolayı, kullanımını gittikçe artan doğal bir gıda maddesidir. Arı ürünlerinin, geleneksel tıpta birçok hastalığın tedavisinde alternatif olarak kullanılması doğal ve ekonomik bir uygulamadır.

Kaynakça

- Aksoy, F., Baş, H.A., Özaydın, M., Arslan, A., Kapçı, M. (2013). Deli bal zehirlenmesi; olgu sunumu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 20(4):155-157.
- Aksoy, Z., & Dığrak, M. (2006). Bingöl yöresinde toplanan bal ve propolisin antimikrobiyal etkisi üzerinde in vitro araştırmalar. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(4), 471-478.
- Ali, F.H., Kassem, G.M., & Atta-Alla, O.A. (2010). Propolis as a natural decontaminant and antioxidant in fresh oriental sausage. *Veterinaria Italiana*, 46(2), 167-172.
- Aly, S.A., & Elewa, N.A. (2007). The effect of Egyptian honeybee propolis on the growth of *Aspergillus versicolor* and sterigmatocystin biosynthesis in Ras cheese. *Journal of Dairy Research*, 74(1), 74-78.
- Bachevski, D., Damevska, K., Simeonovski, V., & Dimova, M. (2020). Back to the basics: Propolis and COVID-19. *Dermatologic Therapy*, 33(4), e13780.
- Bankova, V.S., de Castro, S.L., & Marcucci, M.C. (2000). Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*, 31(1), 3-15.
- Bernardi, S., Favaro-Trindade, C.S., Trindade, M.A., Balieiro, J.C.C., Cavenaghi, A.D., & Contreras-Castillo, C.J. (2013). Italian-type salami with propolis as antioxidant. *Italian Journal of Food Science*, 25(4).
- Berretta, A.A., Silveira, M.A.D., Capcha, J.M.C., & De Jong, D. Propolis and its potential against SARS-CoV-2 infection mechanisms and COVID-19. *Biomed Pharmacother*, 131:110622.
- Bilir, O., Kocak, A.O., & Atas, I. (2021). Evaluation of the effect of Anatolian propolis on Covid-19 in healthcare professionals: Effect of Anatolian propolis on Covid-19. *Science Open Preprints*.
- Bobiş, O., Dezmirean, D., Mărghițaș, L. A., Bonta, V., Mărgăoan, R., Pașca, C., ... & Singh Bandhari, P. (2017). Beebread from *Apis mellifera* and *Apis dorsata*. Comparative Chemical Composition and Bioactivity. *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science & Biotechnologies*, 74(1), 43-50.
- Cemeroğlu B. 2004. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 1. Cilt. Gıda Teknolojisi Derneđi Yayınları No: 35: 77-88 s, Ankara.
- Chan, G.C.F., Cheung, K.W., & Sze, D.M.Y. (2013). The immunomodulatory and anticancer properties of propolis. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, 44(3), 262-273.
- Clarkson, P. M., & Thompson, H. S. (2000). Antioxidants: what role do they play in physical activity and health?. *The American journal of clinical nutrition*, 72(2), 637S-646S.

- Conte, G., Benelli, G., Serra, A., Signorini, F., Bientinesi, M., Nicoletta, C., Mele, M., & Canale, A. (2017). Lipid characterization of chestnut and willow honeybee-collected pollen: Impact of freeze-drying and microwave-assisted drying. *Journal of Food Composition and Analysis*, 55, 12-19.
- De Barros, M.P., Lemos, M., Maistro, E.L., Leite, M.F., Sousa, J.P.B., Bastos, J.K., & de Andrade, S.F. (2008). Evaluation of antiulcer activity of the main phenolic acids found in Brazilian green propolis. *Journal of Ethnopharmacology*, 120(3), 372-377.
- dos Reis, A.S., Diedrich, C., de Moura, C., Pereira, D., de Flório Almeida, J., da Silva, L. D., ... & Carpes, S.T. (2017). Physico-chemical characteristics of microencapsulated propolis co-product extract and its effect on storage stability of burger meat during storage at -15° C. *LWT-Food Science and Technology*, 76, 306-313.
- El-Mossalami, H., & Abdel-Hakeim, Y.A. (2013). Using of propolis extract as a trial to extend the shelf-life and improving the quality criteria of fresh Egyptian sausage. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 59(139), 23-33.
- El-Sayed, E.S.M., Abo-Salem, O.M., Aly, H.A., & Mansour, A.M. (2009). Potential antidiabetic and hypolipidemic effects of propolis extract in streptozotocin-induced diabetic rats. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 22(2).
- Gardana, C., Scaglianti, M., Pietta, P., & Simonetti, P. (2007). Analysis of the polyphenolic fraction of propolis from different sources by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 45(3), 390-399.
- Ghebleh, F. (2019). Propolis ve kekik yağı katkılı kitosan kaplamanın tavuk göğüs eti kalitesi üzerine etkisi. Doktora Tezi (Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, s: 53).
- Gündüz, A., Türedi, S., Ayaz, F.A. (2011). Balın İçindeki Zehir: Grayanotoxin. *Akademik Acil Tıp Dergisi*, 95-96.
- Han, S.K., & Park, H.K. (2002). Accumulation of thiobarbituric acid-reactive substances in cured pork sausages treated with propolis extracts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(13), 1487-1489.
- Huang, S., Zhang, C.P., Wang, K., Li, G.Q., & Hu, F.L. (2014). Recent advances in the chemical composition of propolis. *Molecules*, 19(12), 19610-19632.
- Ivanišová, E., Kačániová, M., Frančáková, H., Petrová, J., Hutková, J., Brovarskyi, V., Velychko, S., Adamchuk, L., Schubertová, Z., & Musilová, J. (2015). Bee bread-perspective source of bioactive compounds for future. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 9(1), 592-598.
- Kahramanoglu, I., & Usanmaz, S. (2017). Effects of propolis and black seed oil on the shelf life of freshly squeezed pomegranate juice. *Food Science Nutrition*, 1(2), 114-121.

- Karadal, F., & Yıldırım, Y. (2012). Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 9(3), 197-209.
- Keskin, Ş., Yatanaslan, L., & Karlıdağ, S. (2020). Farklı illerden toplanan propolis örneklerinin kimyasal karakterizasyonu. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 20(1), 81-88.
- Kňazovická, V., Mašková, Z., Vlková, E., Švejstl, R., Salmonová, H., Ivanišová, E., & Kačániová, M. (2021). Pollen CAN-Testing of bee pollen fermentation in model conditions. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 805-811.
- Koc, A.N., Silici, S., Mutlu-Sariguzel, F., & Sagdic, O. (2007). Antifungal activity of propolis in four different fruit juices. *Food Technology and Biotechnology*, 45(1), 57-61.
- Köksel, H., 2007. Karbonhidratlar. Gıda Kimyası, Editör İ. Saldamlı, *Hacettepe Üniversitesi Yayınları* 3. Baskı, Ankara, 72-77s.
- Kumova, U., Korkmaz, A., Avcı BC., & Ceyran G. (2002). Önemli bir arı ürünü: Propolis. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2(2), 10-24.
- Kunrath, C.A., Savoldi, D.C., Mileski, J.P.F., Novello, C. R., Alfaro, A.D.T., Marchi, J.F., & Tonial, I.B. (2017). Application and evaluation of propolis, the natural antioxidant in Italian-type salami. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20.
- Meral, R., Doğan, İ. S., & Kanberoğlu, G. S. (2012). Fonksiyonel gıda bileşeni olarak antioksidanlar. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2(2), 45-50.
- Miryan, M., Soleimani, D., Dehghani, L., Sohrabi, K., Khorvash, F., Bagherniya, M., ... & Askari, G. (2020). The effect of propolis supplementation on clinical symptoms in patients with coronavirus (COVID-19): A structured summary of a study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*, 21(1), 1-2.
- Mutlu, C., Erbaş, M., Tontul, S.A. (2017). Bal ve diğer arı ürünlerinin bazı özellikleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 15(1):75-83.
- Nagai, T., Nagashima, T., Myoda, T., & Inoue, R. (2004). Preparation and functional properties of extracts from bee bread. *Food/nahrung*, 48(3), 226-229.
- Niyaz, Ö. C., & Demirbaş, N. (2017). Arı ürünleri tüketicilerinin genel özellikleri ve tüketim tercihleri: Çanakkale ili örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(2), 255-262.
- Özkök, A., Keskin, M., Samancı, A.E.T., Önder, E.Y., & Takma, Ç. (2021). Determination of antioxidant activity and phenolic compounds for basic standardization of Turkish propolis. *Applied Biological Chemistry*, 64(1), 1-10.

- Park, Y.K., Alencar, S.M., & Aguiar, C.L. (2002). Botanical origin and chemical composition of Brazilian propolis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(9), 2502-2506.
- Popova, M.P., Bankova, V.S., Bogdanov, S., Tsvetkova, I., Naydenski, C., Marcuzzan, G.L., & Sabatini, A.G. (2007). Chemical characteristics of poplar type propolis of different geographic origin. *Apidologie*, 38(3), 306-311.
- Ripari, N., Sartori, A.A., da Silva Honorio, M., Conte, F.L., Tasca, K.I., Santiago, K.B., & Sforcin, J.M. (2021). Propolis antiviral and immunomodulatory activity: a review and perspectives for COVID-19 treatment. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 73(3), 281-299.
- Sahinler, N., & Kaftanoglu, O. (2005). Natural product propolis: chemical composition. *Natural Product Research*, 19(2), 183-188.
- Samaranayaka, A. G., & Li-Chan, E. C. (2011). Food-derived peptidic antioxidants: A review of their production, assessment, and potential applications. *Journal of functional foods*, 3(4), 229-254.
- Schmidt, J., Bee Products: Chemical Composition and Application. Bee Products, Properties, Applications, and Apitherapy, The Conference on Bee Products Section 2, Proceedings Of An International Conference on Bee Products: Properties, Applications and Apitherapy, 1996, 26-30.
- Sıralı, R., & Cınbitoğlu, Ş. (2018). Ormangülü (*Rhododendron*) türlerinin bazı özellikleri ve arıcılık açısından önemi. *Journal of Apiculture Research*, 10(2):45-53.
- Silici, S. (2014). Arı poleni ve arı ekmeği. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 14(2), 99-105.
- Silici, S., & Karaman, K. (2014). Inhibitory effect of propolis on patulin production of *Penicillium expansum* in apple juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(3), 1129-1134.
- Silici, S. (2019). Honeybee products and apitherapy. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(9), 1249-1262.
- Silici S., & Özcan S. (2021). COVID-19 enfeksiyonunda propolis. Atayoğlu AT, Editör. Apiterapi. 1. Baskı. Ankara: *Türkiye Klinikleri*; 2021. p.197- 204.
- Şeker, F ve Demir, T. (2020). Hitit Çivi Yazılı Kil Tabletleri Işığında Anadolu'da Arı ve Bal. S.Topgöl (Ed.)Sosyal ve İnsani Bilimler Teori ve Güncel Araştırmalar ve Yeni Eğilimler içinde (s.18-30). Cetinje: IVPE.
- Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE). (2020). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ürün Raporu Arıcılık. Yayın No:318, Ekim 2020, Çankaya/Ankara.
- Temiz, A., Şener, A., Tüylü, A.Ö., Sorkun, K., & Salih, B. (2011). Antibacterial activity of bee propolis samples from different geographical regions of Turkey against two foodborne pathogens, *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes*. *Turkish Journal of Biology*, 35(4), 503-511.

- Türk Gıda Kodeksi (TGK). (2020): Bal Tebliği. Tebliğ No. 2020/7, Resmi Gazete, 22 Nisan 2020, s. 31107, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Uğur, H. G., Sıralı, R., & Aktürk, S. (2015). Deli Bal Zehirlenmesinde Kullanılan Geleneksel Tedavi Yöntemleri. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 34-5.
- Ulusoy, E. (2012). Bal ve apiterapi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 12(3), 89-97.
- Verma, B., Hucl, P., & Chibbar, R. N. (2009). Phenolic acid composition and antioxidant capacity of acid and alkali hydrolysed wheat bran fractions. *Food Chemistry*, 116(4), 947-954.
- Viera, V.B., Piovesan, N., Moro, K.I.B., Rodrigues, A.S., Scapin, G., Rosa, C.S.D., & Kubota, E.H. (2016). Preparation and microbiological analysis of Tuscan sausage with added propolis extract. *Food Science and Technology*, 36, 37-41.
- Yıldız, H., & Baysal, T. (2003). Bitkisel fenoliklerin kullanım olanakları ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7(14), 29-35.
- Yılmaz, İ. (2010). Antioksidan içeren bazı gıdalar ve oksidatif stres. *Journal of Inonu University Medical Faculty*, 17(2), 143-153.

