



## International Journal of Food, Agriculture and Animal Sciences (IJFAA)

e-ISSN : 2791-8807



### Possibilities of Using Propolis as a Preservative in the Food Industry

Pınar COŞKUN<sup>1\*</sup>

#### Article Info

Received: 19.08.2021  
Accepted: 10.09.2021

Article type: Review

#### Keywords:

propolis, food preservation, additive, phenolic compounds.

#### Abstract

Propolis, also called "bee glue", is a natural resinous substance produced by honey bees from plant secretions, wax and bee secretions to protect their hives. There are more than 300 identified chemical compounds and numerous phenolic compounds in its composition, which are known to vary considerably according to plant sources and season. It also has a long history in traditional and scientific medicine, with antibacterial, anticancer, anti-inflammatory, anti-infective and wound-healing effects since 300 BC. As a result of many studies, it has been reported that in addition to its nutritional and health-promoting effects, it extends the storage period of fresh fruits, vegetables, post-harvest and processed food products. In this study, information about the biochemical composition of propolis, its antioxidant activity, its antibacterial properties and its effectiveness in preserving foods were given, and important points were tried to be emphasized for the industrial use of propolis in the development of biopreservatives.

**Citation:** Coskun, P. 2021. Possibilities of Using Propolis as a Preservative in the Food Industry. International Journal of Food, Agriculture and Animal Sciences, 1 (1): 8-18.

### Propolisin Gıda Endüstrisinde Koruyucu Olarak Kullanılma İmkanları

#### Makale Bilgileri

Geliş Tarihi: 19.08.2021  
Kabul Tarihi: 10.09.2021

Makale türü: Derleme

#### Anahtar kelimeler

Propolis, gıda koruma, katkı maddesi, fenolik bileşikler.

#### Öz

"Arı tutkalı" olarak da adlandırılan propolis, kovanları korumak için bal arıları tarafından bitki salgılarından, balmumundan ve arı salgılarından üretilen doğal reçineli bir maddedir. Bileşiminde, bitki kaynaklarına ve mevsime göre önemli ölçüde değişiklik gösterdiği bilinen 300'den fazla tanımlanmış kimyasal bileşik ile çok sayıda fenolik bileşik vardır. Ayrıca MÖ 300'den beri antibakteriyel, antikanser, antiinflamatuvar, antiinfektif ve yara iyileştirici etkileri ile geleneksel ve bilimsel tıpta uzun bir geçmişe sahiptir. Yapılan birçok çalışma sonucunda beslenme ve sağlığı geliştirici etkilerine ek olarak, taze meyve, sebzelerin hasat sonrası ve işlenmiş gıda ürünlerinin depolama süresini uzattığı bildirilmiştir. Bu çalışmada, propolisin biyokimyasal bileşimi, antioksidan aktivitesi, antibakteriyel özellikleri ve gıdaları korumadaki etkinliği gıda sistemlerine dahil edilmesi ile ilgili bilgiler verilmiş, ayrıca propolisin endüstriyel olarak biyokoruyucuların geliştirilmesinde kullanılabilmesi için önemli noktalar vurgulanmaya çalışılmıştır.

**Atıf:** Coskun, P. 2021. Propolisin Gıda Endüstrisinde Koruyucu Olarak Kullanılma İmkanları. Uluslararası Gıda, Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 1 (1): 8-18.

<sup>1</sup> \*Pınar COŞKUN, <https://orcid.org/0000-0002-9170-5799>, Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Arı ve Arı Ürünleri Anabilim Dalı, Türkiye, [pincarcoskun55@gmail.com](mailto:pincarcoskun55@gmail.com)

## Giriş

Günümüzde sağlıklı ve bilinçli beslenmenin gündeme gelmesi ile birlikte doğal olarak veya doğal katkı maddeleri kullanılarak üretilen gıdalara talep yoğun bir şekilde artmıştır. Gıda üretiminde gıdaların raf ömrünü uzatmak, istenilen standardı yakalamak gibi amaçlarla kullanılan sentetik gıda katkı maddeleri son derece ekonomiktir. Ancak bu amaçlarla kullanılan sentetik gıda katkı maddelerinin bazı zararlı yan etkilere sahip olması ve özellikle hastalıkların son zamanlarda hızla artmasından dolayı bu maddeler ile ilgili şüphelerin git gide artmasına sebep olmuştur. Bu nedenle dünyada doğala dönüş öze dönüş akımı ortaya çıkmıştır. Bu akım gıdaların korunmasında da ön plana çıkmış, suni gıda katkı maddelerine alternatif olarak gıdada zararlı etkilere sebep olmayacak doğal katkı madde arayışı günden güne hızla artmıştır (Yavuz, 2011).

İnsanlar çok eski çağlardan bu yana bal arısı (*Apis mellifera* L.) ürünlerini kullanmışlardır. En başta bal olmak üzere Özellikle propolis, son zamanlarda yapılan araştırmalar sonucunda antioksidan, antibakteriyel, antienflamatuar, antifungal, antiviral, antitümoral etki gibi birçok biyolojik aktiviteye sahip olması nedeni ile dikkatleri üzerine çekmektedir (Albayrak & Albayrak, 2008).

Propolis, çeşitli bitkilerin (örneğin kızılâğaç, kayın, huş ağacı, kozalaklı ağaç, palmiye, çam ve kavak) müsilaj, sakız ve reçinesinden arılar tarafından toplanan doğal bir reçinedir (Anjum et al., 2019; Bankova et al., 2000). Propolis, bal arıları tarafından kovanlardaki çatlağı tıkmak ve kovan içinin mikrobiyal enfeksiyonlardan korunması için kullanılır. Ayrıca propolis, insanlar tarafından M.Ö. 300'den beri geleneksel bir ilaç olarak kullanılmaktadır (Rojczyk et al., 2020). Propolis bileşimi, botanik ve coğrafi kökeni ile güçlü bir şekilde ilişkilidir; bununla birlikte, genel yüzde bileşimi neredeyse değişmeden kalır. Reçineler ve balzamlar (%45-55), mumlar (%8-35), uçucu yağlar ve aromatik maddeler (%5-10), yağ asitleri (%5), polen (%5) ve organik ve mineral maddeler (%5) bu üründe bulunan ana bileşiklerdir (Anjum et al., 2019). Şimdiye kadar propoliste polifenolik bileşikler, amino asitler, aromatik asitler, uçucu yağlar, vitaminler (B1, B2, B3 ve B6), benzoik asit, yağ asitleri, ketonlar, laktonlar, kinonlar, steroidler, şekerler, klorofil ve karotenoidler gibi çeşitli organik bileşikler ve mumlar dahil 300'den fazla kimyasal madde tanımlanmıştır (Anjum et al., 2019; Santos et al., 2020). Bu maddelerin propolisin antioksidan, antimikrobiyal, antitümör, antiinflamatuar, antiviral, immünomodülatör, prebiyotik, hepatoprotektif, kardiyoprotektif, nöroprotektif ve yara iyileştirici aktivitelerine katkıda bulunduğu gösterilmiştir (Braakhuis, 2019; de la Cruz-Cervantes et al., 2018; El-Seedi et al., 2020; Santos et al., 2020).

Propolis özleri genellikle etanol ile hazırlanır, ancak bu amaçla su, kloroform (Vera et al., 2011), dimetilsülfoksit, metanol, eter, aseton (Anjum et al., 2019), diklorometan (Cauich-Kumul & Segura Campos, 2019), etil asetat (Correa et al., 2019) ve propilen glikol (Meto et al., 2020) gibi diğer çözücüler de kullanılabilir. En yaygın olarak kullanılan propolis etanolik özütü, genellikle ham propolisin öğütülmesi, etanol içinde çözülmesi ve filtre edilmesiyle elde edilir. Propolisin sulu ekstraksiyonu, düşük üretim maliyeti ve kimyasal ekstraksiyonunda etanol bulunmaması gibi avantajlarına sahip olmasına rağmen nadiren kullanılır. Propolisin sulu ekstraktlarında aşağıdaki bileşikler tanımlanmıştır; kinolonlar, benzoik asit ve türevleri, esterler, fenol türevleri, organik asitler, flavonoidler, hidrokarbonlar (Burgut et al., 2020), terpenoidler, aromatik alkoller ve organik asitler (Berroukche et al., 2017).

Etanolik solüsyon antioksidan, antibakteriyel, antiviral, antiinflamatuar, immünomodülatör, antikanser, hepatoprotektif, antifungal gibi biyolojik ve kimyasal aktivitelerin yanı sıra antialerjik özelliklere sahiptir (Pobiega et al., 2019). Tüm bu özellikler, propolisi fonksiyonel gıdalara yönelik artan talebi karşılamaya yardımcı olmak için daha çekici bir hale getirmiştir. Örneğin Çin'de çok sayıda propolis açısından zengin fonksiyonel gıda piyasaya sürülmüştür ve sağlığı iyileştirmek ve hastalıkları önlemek için geniş kitleler tarafından tüketilmektedir (Luo et al., 2011). Propolis, kapsüller, gargara solüsyonları, kozmetikler, tozlar, şampuanlar, losyonlar, rujlar, ojeler, içecekler ve yiyecekler gibi farklı formülasyonlarda ticari olarak mevcuttur (Spinelli et al., 2015; Vasilaki et al., 2019). 2020 yılının Mart ayında, koronavirüs pandemisinde kullanılmak üzere Güney Koreli yetkililer, bu ülkede fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilen propolis için düzenlemeleri hafifletmiş ve yeni oral formülasyonlara izin vermiştir (Berretta et al., 2020). Propolis, metabolik sendromun (dünya çapında bir sağlık sorunu) ve bununla ilişkili kronik

hastalıkların semptomlarını iyileştirmede potansiyel olarak faydalıdır (Zheng et al., 2020; Zuhendri et al., 2021). Salas et al. (2020), tarafından Arjantin propolisi üzerinde araştırma yapılmış ve propolis gıdalarda potansiyel bir fonksiyonel bileşen olarak tasarlanıp metabolik sendromla ilişkili patolojiler için kullanılmak üzere bir çalışma yapmışlardır. Zampini et al. (2021), Arjantin'deki Monte bölgesinden propolisin potansiyel terapötik etkisini incelemiş ve metabolik sendromu modüle edebileceğini ve gıdalarda fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca farklı araştırmacılar propolisin tümör hücre dizileri üzerindeki etkisini incelemiş ve yüksek düzeyde sitotoksikite bulmuşlardır (de Carvalho et al., 2020; Shehata et al., 2020). Propolisin hastalık semptomlarını azalttığına ve hafiflettiğine dair çok sayıda kanıta rağmen, tıpta kabulü hala sınırlıdır. Bunun nedeni muhtemelen propolis bileşenlerinin standardize olmaması ve biyolojik aktivitelerinin farklılık göstermesidir.

Bilimsel çalışmalarını araştırarak propolisin gıda sistemlerinde koruyucu olarak kullanımı ile ilgili birçok makale bulmak mümkündür. Fakat propolisin fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak kullanımı ve onu gıda maddelerine dahil etmek için kullanılan teknolojilerle ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Bu nedenle, bu makalenin amacı, bir gıda bileşeni olarak propolisin kimyasal bileşimi, antimikrobiyal aktivitesi ve antioksidan özellikleri ile ilgili en son makaleler ve bu ürünü gıda sistemlerine dahil etmek için geliştirilen yeni teknolojiler hakkında bir fikir vermektir.

### **Propolisin kimyasal bileşimi ve antioksidan aktivitesi**

Propolisin kimyasal bileşiminin incelenmesi, antioksidan ve biyolojik aktivitesini anlamak için çok önemlidir. Propoliste bulunan çeşitli bileşenlerin yüzdesi, hasat mevsimine, coğrafi ve botanik kökene, bal arılarının ırkına, hasat yöntemine ve hasat sonrası ham propolisin işlenmesine bağlıdır (Anjum et al., 2019; Maldonado et al., 2020). Propolisin biyoaktivitesindeki varyasyonların, kimyasal bileşenlerinin çeşitliliği ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Das Neves et al., 2016). Kavak tipi propolis olarak da adlandırılan ılıman bölgelerden gelen propolis, başlıca flavonlar, flavanonlar, aromatik asitler ve bunların esterlerini içerir (El-Guendouz et al., 2019). Tropikal bölgelerden elde edilen propolis ise farklı fenolik bileşikler; prenile p-kumarik asit türevleri, kafeoilkinik asitler, flavonoidler, benzofenonlar ve terpenler içermektedir (El-Guendouz et al., 2019). Kumazawa et al. (2004), Arjantin, Avustralya, Çin, Macaristan ve Yeni Zelanda'dan gelen propolisin, örneklerde bulunan yüksek polifenol ve flavonoid içeriği nedeniyle güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bulmuşlardır. Banskota et al. (2002), Hollanda'dan elde edilen propolisin sinamik asit türevleri ve flavonoidleri nedeniyle kanser hücrelerinin antiproliferatif aktivitesini bulmuşlardır. Bu nedenle, bileşimini belirlemek ve farklı bölge propolisleri üzerindeki araştırmalar yapmak bu arı ürününün kalite parametrelerini ve potansiyel kullanımını belirlemek için çok önemlidir.

Şu anda dünyanın her yerinden alınan propolis örneklerinde 420'den fazla bileşen tanımlanmıştır (Anjum et al., 2019; Drescher et al., 2017; Pobiega et al., 2019). Propolise olan bilimsel ilginin sebebi propolisi oluşturan başlıca biyoaktif bileşenler olan fenolik bileşikler, benzoik asitler, sinamik asitler ve bunların türevleri, flavonoidler ve terpenlerdir (Çizelge 1). Huang et al. (2019) ve Moskowa et al. (2020) propolis bileşiminde şeker olduğunu bildirmişlerdir. Soos et al. (2019), propoliste genellikle doğal ürünlerde bulunan ve ağır metaller olan Cr, Cd, Sc, Sr, Sn ve Co gibi bazı elementlerin varlığını bildirmişlerdir. Bu yazarlar bunları propolis örneğinin kontaminasyonu olabileceğini tanımlamamış ancak ekstraksiyon solventinin mineral propolis bileşimini etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca Carrocho & Ferreira (2013) propoliste bulunan fenolik bileşiklerin Fe ve Cu gibi metal iyonlarını yakalayabildiğini bulmuşlardır. Bu nedenle, bazı metaller propoliste bulunan polifenoller tarafından yakalanabilir. Propolisin antioksidan aktivitesi esas olarak flavonoidlere ve polifenolik fraksiyona dayanır (Cauch-Kumul ve Segura-Campos, 2019). Bu bileşiklerin yüksek antioksidan aktivitesi, aromatik bir hidroksil grubunun hidrojen atomlarını ve elektronlarını bir serbest radikale verme yeteneklerine ve aromatik halka çift bağ sistemindeki yüklerin delokalizasyon olasılığına bağlanmıştır. Mevsime bağlı bitki örtüsü ve bal arısı kolonilerine yapılan gıda takviyesi de propolisin antioksidan aktivitesini etkileyebilir. Calegari et al. (2017), Brezilya'da daha sıcak aylarda gıda takviyesi yapılmamış kolonilerden toplanan örneklerin antioksidan aktivitesinin gıda takviyesi yapılan kolonilerden alınan örneklere göre daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Fangio et al. (2019) Arjantin, Papachristoforou et al. (2019), Yunan propolisinin etanolik ekstraktları için toplam antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik içerik arasında pozitif korelasyonlar bulmuşlardır. Ezzat et al. (2019) Mısır propolisinin sitotoksikite, antioksidan ve antiinflamatuvar aktivitesini araştırmış ve sonucunda propolisin biyolojik olarak aktif bileşiklere sahip

olduğunu vurgulamışlardır. Fernandes da Silva et al. (2019), Brezilya propolisinde antioksidan ve insan-immün yetmezlik virüsüne karşı olumlu aktiviteleri olduğunu bulmuşlardır. Özdal et al. (2019), Türk propolisinin antioksidan kapasitesini, biyoerişilebilirliğini ve fenolik profilini araştırmıştır. Tüm örnekler yüksek toplam fenolik ve flavonoid içeriği ve antioksidan kapasite göstermiştir. Betances-Salcedo et al. (2017), İspanyol ve Şili propolisinin antioksidan kapasitesini tanımlayabilmek için FTIR spektroskopisi kullanarak bir teknik geliştirmişlerdir. Bu tekniğin, çok sayıda propolis örneğinin antioksidan kapasitesini taramak için hızlı bir yöntem sağlayacağını ileri sürmüşlerdir.

**Çizelge 1.** Propolis'te tanımlanmış bileşenler ve sayıları (Marcucci, 1995)

Bileşikler	Tanımlanan Bileşik Sayısı
Flavonoidler	38
Hidroksiflavonlar	27
Hidroksiflavononlar	11
Kalkonlar	2
Benzoik asit ve türevleri	12
Asitler	8
Esterler	4
Benzaldehit türevleri	2
Sinamil ve sinamik asit ve türevleri	14
Alkoller, ketonlar, fenoller	8
Heteroaromatik bileşikler	12
Terpen ve sekuterpen ve türevleri	7
Alifatik hidrokarbonlar	6
Sekuterpen ve triterpen hidrokarbonlar	11
Steroller ve steroid hidrokarbonlar	6
Mineraller	22
Şeker	7
Aminoasitler	24

### **Propolisin antibakteriyel özellikleri ve gıda maddelerinde uygulanması**

Genel olarak propolisin antimikrobiyal etkinliği için literatürde bazı biyokimyasal reaksiyonları önleyerek patojenler üzerinde doğrudan etki ve diğer bazı biyokimyasal reaksiyonları artırarak ürünlerin patojenlere karşı direncini artırma olmak üzere iki farklı mekanizma öne sürülmüştür (Ali et al., 2014; Al-Qurashi & Awad, 2018). Propolisin antimikrobiyal aktivitesi, içeriğindeki flavonoidler gibi fenolik bileşenlerin varlığı ile belirlenir (Yang et al., 2011). Propolisin antimikrobiyal etkisi, çoğunlukla bozulmaya neden olan canlıların potasyum iyonu kaybına ve son olarak hücre otolizine yol açan hücre zarlarının bozulmasına dayanır (El-Badawy et al., 2012). Quercetin, hücre materyali kaybına neden olan zarın geçirgenliğinin artmasını belirleyen propolisin her türünde sıklıkla bulunan bir flavonoiddir (Kahramanoglu & Usanmaz, 2017). Bu koşullarda bakteri hareketliliği sıfıra indirgenir ve ayrıca membran geçirgenliği ve adenosin trifosfat (ATP) sentezleme yeteneği kaybolur.

Gıda kaynaklı patojenler, dünya çapında büyük halk sağlığı sorunlarına neden olur ve propolis, bunların sayısını azaltmak veya ortadan kaldırmak için kullanılabilir (Pobiega et al., 2019). Propolisin bakteri, mantar, virüs,

maya ve parazit gibi çok çeşitli mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal özellikleri olduğu ispatlanmıştır (Saeed et al., 2016). Bunlardan bazıları, İnfluenza virüsü, Adenovirüs, Parainfluenza virüsü, Herpes simpleks tip-1 virüsü ve Coronavirüs (SARS-CoV-2) (Berretta et al., 2020) gibi insan patojenik mikroorganizmaları ile cilt yaralarında, ülserlerde ve yiyeceklerde oluşan bakterilerdir. Çalışmaların çoğu, propolisin gram pozitif bakterilere karşı güçlü aktiviteye sahip olduğu, ancak gram negatif bakterilere karşı sadece sınırlı aktiviteye sahip olduğu konusunda hemfikirlerdir (Anjum et al., 2019; Fangio et al., 2019; Kim ve Chung, 2011; Veiga et al., 2017). Propolisin başlıca bileşenleri olan flavonoidler, fenolik asitler, aldehitler, ketonlar ve terpenlerden kaynaklandığı düşünülen antibakteriyel aktivitesi, membran geçirgenliğinin değişmesi, protein sentezinin inhibisyonu ve bakteriyel hareketliliğin engellenmesi gibi çeşitli mekanizmalarla açıklanabilir (Santos et al., 2018; Vasilaki et al., 2019). Elektron mikroskopi çalışmaları, propolis ile muamele edilmiş *B. cereus*'un hücresel düzeyde önemli yapısal hasara, hücre içi içeriğin belirgin sızıntısı ile geri dönüşümsüz hücre zarı yırtılmasına ve sporostatik etkiye maruz kaldığını göstermiştir (Kim & Chung, 2011). Balık, et, süt, meyve suyu ve sebzeler gibi farklı gıda türlerinde propolis özü kullanılarak toplam bakteri, maya, küf, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria* sayısında azalma sağlanmıştır (Pobiega et al., 2019). Thamnopoulos et al. (2018), *Listeria monocytogenes* ile yapay olarak kontamine olmuş süte propolis özütü eklemiş ve antibakteriyel aktivitesini incelemiş, propolisin patojenin büyüme hızını azaltıcı bir etkisi olduğunu bulmuşlardır. Vasilaki et al. (2019), portakallı meşrubatlarda potasyum sorbat yerine propolis özütü kullanmıştır. Propolisin içeceklerde depolama sırasında oluşan bakteri, maya ve küf oluşumunu engellediğini bulmuşlardır. Payandan et al. (2017), kıymaya propolis etanolik ekstraktı (%3-7) eklemiş ve mikroorganizmalar nedeniyle ürünün bozulma süresinin uzadığını bulmuşlardır. Antimikrobiyal ve antioksidan özellikler, gıda-ürün stabilitesi ve raf ömrü üzerindeki olumlu etkisinden dolayı gıda endüstrisinde değerlidir. Propolis, doğal bir gıda katkı maddesi ve fonksiyonel gıda bileşeni olma potansiyeline sahiptir.

Propolis ekstraktının konsantrasyonu da gıda kaynaklı patojenlerin gelişmesini engellemede önemli bir faktördür. Viera et al. (2016), propolisin %2'lik etanolik ekstraktının sosislerde *S. aureus* ve toplam koliform büyümesini engelleyemediğini bulmuşlardır. Yazgan et al. (2020), yaptıkları çalışmada 3 °C' de depolama sırasında *Morganella psikrotolerans* DSM 17886 ile aşılınmış vakumla paketlenmiş sardalya filetoları üzerindeki etkisini incelemek için %0,4 ve %0,8 dozlarında su ve etanolik propolis özütleri kullanmışlardır. Bu mikroorganizma, 7 °C' nin üzerindeki depolama sıcaklıklarında deniz ürünlerinde toksik konsantrasyonlarda histamin üretebilir. Balık filetolarına propolis özütünün uygulanması, depolama sırasında bakteri üremesini önemli ölçüde engellemiş ve sardalyaların raf ömrünü sulu çözelti kullanıldığında 4 ve 6 gün ve etanolik özüt kullanıldığında 8 gün uzatmıştır. Daha sonraki bir çalışmada, Burgut et al. (2020), aynı ekstraktların histamin üretimi üzerindeki baskılayıcı etkilerini araştırmış ve propolisin sulu ekstraktlarının (%0,4) histamin oluşumunu etkili bir şekilde baskıladığını bulmuşlardır. Yazgan et al. (2020), aksi bir şekilde propolis etanolik ekstraktlarının (%0,8), histamin üretimini uyardığını bildirmişlerdir. Bu sonuçları netleştirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Dünyanın farklı bölgelerinden elde edilen propolisin kimyasal değişkenliğine rağmen, antibakteriyel etkileri en az on dört gıda kaynaklı bakteri türünde ve çoklu suşlarda doğrulanabildiği kanıtlanmıştır. Vera et al. (2011), Arjantin propolisinden on iki bileşik izole etmiş ve hepsinin Metisiline dirençli *Staphylococcus aureus*'a karşı aktif olduğunu göstermiştir. Yeterli minimum inhibitör konsantrasyonuna (MIC) sahip bu ekstraktların, başlıca flavonoidler olmak üzere en yüksek fenolik bileşik içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Aynı şekilde Veiga et al. (2017), yeşil propolisin Metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* gibi çoklu ilaca dirençli bakteriler de dahil olmak üzere hem gram pozitif hem de gram negatif mikroorganizmalara karşı antibakteriyel etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar, yeşil propolisin antimikrobiyal aktivitesinin, ekstraktların diğer bileşenleri ile sinerjizm içinde Artepillin C'nin varlığı ile ilişkili olabileceği sonucuna varmışlardır. Gıda mantar gelişiminin inhibisyonu da propolis uygulamalarının bir hedefidir. Moreno et al. (2020) propolisin, ahududuların başlıca mantar patojenlerine karşı antifungal aktivitesini bulmuş ve Mahmoodzadeh Hosseini et al. (2020), *Aspergillus parasiticus*'un büyümesinde ve aflatoksin üretimine inhibitör etkisini bulmuşlardır.

Propolisin antimikrobiyal aktivitesi ile kimyasal bileşimi arasındaki ilişki geniş çapta çalışılmıştır, ancak farklı ekstraksiyon oranları, çözücü tipi ve kullanılan propolis dozu çalışmalar arasında farklılık göstermekte ve bu da sonuçları objektif olarak karşılaştırmayı zorlaştırmaktadır (Letullier et al., 2020). Bu nedenle, biyolojik aktivitelerini

test etmeden önce propolis ekstraktlarının standardize edilmesine ihtiyaç vardır. Letullier et al. (2020), üç tip propolis standardize edilmiş ekstrelere ile standardize edilmemiş ekstrelere karşı antibakteriyel (*Streptococcus agalactiae* ve *Escherichia coli*'ye karşı) aktivitesini test etmiş ve aralarında önemli farklılıklar bulmuşlardır. Standartlaştırılmış propolis özleri kullanılarak yayınlanan çalışmaların sayısı artmaktadır. Rebouças-Silva et al. (2017), kutanöz leishmaniasis tedavisi için standart bir alkollü propolis özünü kullanmıştır. Kapare et al. (2019), standart bir Hint propolis özütü hazırlamış ve sitotoksik ve anti-kanserojen etkisini test etmiştir. Ayrıca, Escriche ve Juan-Borrás (2018), propolis ekstraktlarının hazırlanması için bir analitik prosedürü standardize edilmesinin ve bu şekilde propolis bileşimine ve dolayısıyla ticari değerine göre doğru bir şekilde sınıflandırılmasının gerekli olduğuna dikkat çekmiştir. Bu derlemede listelenen çalışmaların çoğu, propolis alkollü ekstraktlarının çok çeşitli gıda kaynaklı patojen türlerine ve suşlarına karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir.

### **Propolisin gıda sistemlerine dahil edilmesi**

Antioksidan ve farmakolojik özellikleri nedeniyle propolis, geniş bir uygulama yelpazesi ile çeşitli araştırma alanlarında dikkatleri üzerine çekmiştir. Bir gıda bileşeni olarak propolis kullanımı, mevcut tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik eğilimi nedeniyle yıldan yıla artmaktadır. Günümüzde tüketiciler, sağlıklarına fayda sağlayan, besleyici ve duyuşal özelliklerini koruyan, doğal kökenli maddelerle zenginleştirilmiş, taze, minimum düzeyde işlenmiş gıdalar aramaktadırlar. Bu yeni trendler, gıdalara dahil edilen propolis pazarlarını genişletmekte ve yeni iş fırsatları sunmaktadır. Şu anda propolisin gıda endüstrisindeki kullanımı esas olarak mikrobiyal ve oksidatif ajanların etkilerini geciktirmeye odaklanmıştır ve propolis gıdalarda yapay koruyucuların yerini almaya başlamıştır. Propolis özellikle, lipid otooksidasyonunun duyuşal kaliteyi azaltabileceği et ve balık ürünlerinde bir antioksidan olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Pobiega et al., 2019). Santos et al. (2020), ticari yoğurta kullanılan potasyum sorbat yerine doğal bir katkı maddesi olarak kırmızı propolis ekstraktının kullanımını incelemiştir. Alvarez et al. (2017), çorba için taze kesilmiş karışık sebzelerin mikrobiyolojik, besinsel, fizikokimyasal ve duyuşal kalitesi üzerindeki propolis özütünün tek başına veya ultrason veya ısı işlemi ile birlikte kombine uygulamasının etkisini araştırmıştır. Bu araştırmacılar, propolis kullanımıyla mikrobiyal büyümede bir azalma, esmerleşme ile ilgili enzimlerin aktivitesinin inhibisyonu ve soğuk depolama sırasında iyileştirilmiş kalite özellikleri bulmuşlardır. Gıda muhafazasında Vasilaki et al. (2019), portakallı meşrubatlarda propolis özütü askorbik asit ile birleştirildiğinde antioksidan aktivite üzerinde sinerjik bir etki bulmuşlardır. Ayrıca bu araştırmacılar propolis ekstraktının eklenmesiyle ürünün renk değişikliklerini bulmuşlardır. Cottica et al. (2015), propolis ekstraktının konjuge linoleik asit ile birlikte antioksidan ajan olarak süt içeceklerinde kullanımını araştırmışlar, sütlü içeceklerin işlenmesi ve depolanması sırasında herhangi bir besin kaybı gözlemlenmediğini, propolis ekstraktı kullanımının en büyük avantajının aldehit üretimi ile alakalı istenmeyen tatları baskılaması ve yüksek antioksidan kapasitesi olduğunu bildirmişlerdir. Ulloa et al. (2017), biraya 0.25 g/L'ye kadar propolis özünü eklemiş ve demleme sırasında meydana gelen oksidasyon hızında bir azalma ve ürünün fenolik fraksiyonunda bir artış bulmuşlardır.

Propolisin bir gıda maddesine dahil edilmesi, suda düşük çözünürlüğe sahip olması ve genellikle gıdanın kabul edilebilirliğini tehlikeye atan güçlü ve hoş olmayan tadı ve kokusu nedeniyle duyuşal özellikleri etkili bir şekilde değiştirmesi büyük bir teknolojik sorundur. Propolisin antioksidan kapasitesi, sadece bileşenlerinin her birinin antioksidan kapasitelerinin toplamı ile değerlendirilemez antioksidan bileşiğin bulunduğu mikro-ortama da bağlıdır. Bileşikler sinerjistik veya engelleyici etki göstererek birlikte çalışabilirler. Kunrath et al. (2017), İtalyan tipi salamlar üzerinde düşük seviyelerde (%0.05-%0.1) propolis tozu ilave etmiş ve duyuşal özellikleri değiştiren oksidatif sürecin yavaşladığını bildirmişlerdir.

Ayrıca, propolis özünü ile kombinasyon halinde biyopolimer kaplamalar sinerjik etkiler gösterebilir (Pobiega et al., 2019). Örneğin, Chang-Bravo et al. (2014), Küba kırmızı propolisinin antioksidan özleri ile karagenan-niştasta filmleri geliştirdi. Yazarlar, propolis ekstraktlarının dahil edilmesinin filmlerin dinamik-mekanik davranışını etkilediğini, ancak kristalliklerinin korunduğunu bulmuşlardır. Ebadi et al. (2019) ile Mehdizadeh & Mojaddar Langroodi (2019), kitosan propolisle zenginleştirilmiş kaplamanın soğutulmuş balık ve tavuk göğsünün raf ömrü üzerindeki etkisini incelemişler, her iki çalışma da depolanmış ürünlerin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik bozulmasında bir azalma bulmuşlardır. Ezazi et al. (2021), yumurtaları kaplamak için bir kitosan-propolis özünü

yenilebilir kaplama geliştirmiş ve yumurta kabuğunda *Salmonella enteritidis* büyümesinin inhibisyonunu bulmuşlardır.

Propolisle zenginleştirilmiş kaplamaların kullanıldığı bir başka alan da meyve koruma teknolojisidir. Meyve yüzeyini propolisli bir madde ile kaplama, sentetik paketlemeyi azaltmaya yardımcı olabilir ve meyvenin iç atmosferindeki değişimi yavaşlatarak dokuyu daha uzun süre koruyabilir (Passos et al., 2016). Bu anlamda Moreno et al. (2020), ahududuların raf ömrünü uzatmak için propolisli yenilebilir jelatin bazlı kaplamalar geliştirmişlerdir. Araştırmacılar, bu kaplamanın meyvenin başlıca mantar patojenlerine karşı antifungal aktivitesini bulmuşlardır. Propolis ilaveli film ve kaplamaların yanı sıra propolis ekstraktı ile sprey kurutma da en sık kullanılan yöntemlerdendir. Bu teknikler oldukça basittir, düşük maliyetlidir ve püskürtmeli kurutma durumunda kullanımı kolay bir toz elde edilmesini sağlamaktadır. Irigoiti et al. (2021) tarafından elde edilen propolisli sakaroz tozu, uygulama alanı daha çok tatlı ürünler olmasına rağmen, sprey kurutmadan daha düşük maliyetli basit bir teknik olduğu için dikkat çekmektedir.

Bir gıdaya yeni bir bileşen eklendiğinde, insan sağlığı için güvenlik etkileri göz önünde bulundurulmalıdır. Propolis diğer birçok doğal ürün gibi alerjen maddeler içermektedir. Arıcılarda az da olsa kontakt dermatit vakası tanımlanmıştır ve az sayıda oral mukozit vakası propolis içeriğindeki şekerler veya pastillerden kaynaklanmıştır (Pobiega et al., 2019a). Öte yandan, insanlar üzerinde yapılan bazı klinik çalışmalar, yetişkin bir kişi için günde 2,87 g'a kadar olan dozlarda herhangi bir yan etki bildirmemiştir (Berretta et al., 2017). Bu durumlardan dolayı propolisin güvenliği ile ilgili daha ileri düzeyde çalışmalar yapılmalıdır.

## Sonuç

Propolisin kimyasal bileşimi bitki kaynağına ve mevsime göre önemli ölçüde değişse de, özellikle fenolik bileşikler olmak üzere çok zengin bir kimyasal bileşime ve yüksek bir antioksidan aktiviteye sahip olduğu daha önce yapılan çalışmalardan dolayı açıktır. Antimikrobiyal ve antifungal etkileri üzerine yapılan çalışmalar, patojenik çürümeyi kontrol etmede etkili olduğunu göstermiştir. Fakat gerçek mekanizma hala iyi anlaşılmamıştır ve daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Şimdiye kadarki mevcut bilgiler, antimikrobiyal etkinliğin, patojenlerin biyokimyasal yapıları üzerindeki doğrudan etkisinden veya patojenlere karşı direnci indükleyen gıda ürünlerinin biyokimyasal reaksiyonları üzerindeki dolaylı etkisinden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Bunlara ek olarak, yayınlanmış bilimsel literatür, propolisin gıda ürünlerinin hasat sonrası depolanabilirliği üzerindeki olumlu etkisinin, meyve yüzeyinde biyolojik olarak parçalanabilen bariyer oluşturma kabiliyeti sağlayan hidrofobik kompozitleri ve yüksek fenolik konsantrasyonundan kaynaklandığını ileri sürmektedir. Bu bariyer, gıda yüzeyinden su ve gazların hareketini engeller, bu da terlemeyi ve solunumu azaltır ve dolayısıyla gıda ürünlerinin depolanabilirliğini artırır. Bununla birlikte, propolisin gıda ürünlerindeki biyokimyasal kompozisyon, enzimatik aktiviteler ve olası biyokimyasal reaksiyonlar üzerindeki etkilerinin derinlemesine araştırılmasına ihtiyaç vardır.

Dünyanın her yerinden toplanan propolislerin kimyasal bileşiminde farklılıklar olmasına rağmen, hepsinin antioksidan ve farmakolojik aktivite göstermesi, propolisi fonksiyonel bir bileşen olarak gıdalara dahil edilebilecek çekici bir doğal ürün haline getirmektedir. Birçok araştırmacı, etanolik propolis ekstraktının gıda sistemlerine dahil edilmeye uygun, kolay işlenen ve gıdada zararlı kalıntılar bırakmayan bir madde olduğunu bildirmiştir. İncelenen makalelere dayanarak, propolisin gıda maddelerine dahil edilmesi konusunda antioksidan veya biyolojik özelliklerinin etkili olduğu doz ve nihai ürünün özellikleri ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

## Kaynaklar

- Albayrak, S. & S. Albayrak, 2008. Propolis: Doğal antimikrobiyal madde. Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi, 37(3): 201-115.
- Ali, A., C. K. Cheong & N. Zahid, 2014. Composite effect of propolis and gum Arabic to control postharvest anthracnose and maintain quality of papaya during storage. International Journal of Agriculture and Biology, 16: 1117-1122.
- Al-Qurashi D. & M. A. Awad, 2018. Postharvest ethanolic extract of propolis treatment affects quality and biochemical changes of "hindi-besennara" mangos during shelf life, Scientia Horticulturae, 233: 520-525.

- Alvarez, M. V., A. G. Ponce, R. Goyeneche & M. R. Moreira, 2017. Physical treatments and propolis extract to enhance quality attributes of freshcut mixed vegetables. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41.
- Anjum, S. I., A. Ullah, K. A. Khan, M. Attaullah, H. Khan & H. Ali, 2019. Composition and functional properties of propolis (bee glue): A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26: 1695-1703.
- Bankova, V.S., S.L. de Castro & M.C. Marcucci, 2000. Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*, 31 (1): 3-15.
- Banskota, A. H., T. Nagaoka, L. Y. Sumioka, Y. Tezuka, S. Awale & K. Midorikawa, 2002. Antiproliferative activity of The Netherlands propolis and its active principles in cancer cell lines. *Journal of Ethnopharmacology*, 80: 67-73.
- Berretta, A. A., C. Arruda, F. G. Miguel, N. Baptista, A. Piacezzi Nascimento & F. Marquele-Oliveira, 2017. "Functional properties of Brazilian propolis: From chemical composition until the market". In: *Superfood and functional food - an overview of their processing and utilization* (Ed: V. Waisundara, & N. Shiomi). 55-98 pp.
- Berretta, A. A., M. A. Duarte Silveira, J. M., C'ondor Capcha & D. De Jong, 2020. Propolis and its potential against SARS-CoV-2 infection mechanisms and COVID-19 disease. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 131.
- Berroukche, A., M. Terras, M. Slimani & I. Denai, 2017. Characterization of bioactive compounds in South-Western Algeria propolis samples. *Journal of New Technology and Materials*, 7: 67-71.
- Betances-Salcedo, E., I. Revilla, A. M. Vivar-Quintana & M. I. Gonz'alez-Martín, 2017. Flavonoid and antioxidant capacity of propolis prediction using near infrared spectroscopy. *Sensors*, 17: 1647.
- Braakhuis, A. 2019. Evidence on the health benefits of supplemental propolis. *Nutrients*, 11: 2705.
- Burgut, A., E. Kuley, Y. Ucar, & F. Ozogul, 2020. Suppression effects of aqueous and ethanolic extracts of propolis on biogenic amine production by *Morganella psychrotolerans*. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, 131.
- Calegari, M. A., A. Prasniewski, C. da Silva, R. Y. Sado, F. M. C. Maia & L. M. S. Tonial, 2017. Propolis from southwest of Prana produced by selected bees: Influence of seasonality and food supplementation on antioxidant activity and phenolic profile. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 89: 45-55.
- Carocho, M. & I. C. Ferreira, 2013. A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology*, 51: 15-25.
- Cauch-Kumul, R. & M. R. Segura-Campos, 2019. "Bee propolis: Properties, chemical composition, applications, and potential health effects". In: *Bioactive compounds* (Ed: Segura-Campos), Cambridge, UK: Woodhead publishing, pp. 227-243.
- Chang-Bravo, L., A. L'opez-C'ordoba & M. Martino, 2014. Biopolymeric matrices made of carrageenan and corn starch for the antioxidant extracts delivery of Cuban red propolis and yerba mate. *Reactive and Functional Polymers*, 85: 11-19.
- Correa, Y. X., A. L. Valenzuela, A. M. Ardila, M. Rojas & C. T. Mora, 2019. Colombian propolis as starting material for the preparation of nanostructured lipid carriers. *Brazilian Journal of Pharmacology*, 29: 381-388.
- Cottica, S. M., H. Sabik, C. Antoine, J. Fortin, N. Graveline & J. V. Visentaine, 2015. Characterization of Canadian propolis fractions obtained from two-step sequential extraction. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, 60: 609-614.
- Das Neves, M. V. M., T. M. S. da Silva, E. O. Lima, E. V. L. Cunha & E. J. Oliveira, 2016. Isoflavone formononetin from red propolis acts as a fungicide against *Candida* Spp. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47: 159-166.
- De Carvalho, F. M. d. A., J. K. Schneider, C. V. F. de Jesus, L. N. de Andrade, R. G. Amaral & J. M. David, 2020. Brazilian red propolis: Extracts production, physicochemical characterization, and cytotoxicity profile for antitumor activity. *Biomolecules*, 10: 726.
- De la Cruz-Cervantes, J. A., F. Benavides-Gonzalez, J. G. Sanchez- Martinez, M. D. L. L., Vazquez-Sauceda & A. J. Ruiz-Urbe, 2018. Propolis in aquaculture: A review of its potential. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 26: 337-349.
- Drescher, N., A. M. Klein, P. Neumann, O. Yanez & S. D. Leonhardt, 2017. Inside honeybee hives: Impact of natural propolis on the ectoparasitic mite *Varroa destructor* and viruses. *Insects*, 8: 15.
- Ebadi, Z., A. Khodanazary, S. M. Hosseini & N. Zanguei, 2019. The shelf life extension of refrigerated *Nemipterus japonicus* fillets by chitosan coating incorporated with propolis extract. *International Journal of Biological Macromolecules*, 139: 94-102.



- El-Badawy, H. E. M., M. H. M. Baiea & E. A. A. El-Moneim, 2012. Efficacy of propolis and wax coatings in improving fruit quality of Washington navel orange under cold storage. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 8 (5): 420-428.
- El-Guendouz, S., B. Lyoussi & M. G. Miguel, 2019. Insight on propolis from mediterranean countries: Chemical composition, biological activities and application fields. *Chemistry and Biodiversity*, 16: e1900094.
- El-Seedi, H. R., S. A. Khalifa, A. Abd El-Wahed, R. Gao, Z. Guo, H. E. Tahir & G. Abbas, 2020. Honeybee products: An updated review of neurological actions. *Trends in Food Science & Technology*, 101: 17-27.
- Escríche, I. & M. Juan- Borr´as, 2018. Standardizing the analysis of phenolic profile in propolis. *Food Research International*, 106: 834-841.
- Ezazi, A., A. Javadi, H. Jafarizadeh-Malmiri & H. Mirzaei, 2021. Development of a chitosan-propolis extract edible coating formulation based on physico-chemical attributes of hens' eggs: Optimization and characteristics edible coating of egg using chitosan and propolis. *Food Bioscience*, 40.
- Ezzat, S. M., A. M. Khattaby, S. Abdelmageed & M. A. Abd Elaal, 2019. Cytotoxicity, antioxidant, anti-inflammatory activity, and GC-MS analysis of Egyptian propolis. *Comparative Clinical Pathology*, 28: 1589-1598.
- Fangio, M. F., D. E. Orallo, L. B. Gende & M. S. Churio, 2019. Chemical characterization and antimicrobial activity against *paenibacillus* larvae of propolis from Buenos Aires province, Argentina. *Journal of Apicultural Research*, 58: 626-638.
- Fernandes da Silva, C. F., A. Salatino, L. B. Motta, G. Negri & M. L. Salatino, 2019. Chemical characterization, antioxidant and anti-HIV activities of a Brazilian propolis from Cear´a state. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 29: 309-318.
- Huang, Y., Z. Huang, C. Watanabe & Wang, L. 2019. Combined direct analysis in real-time mass spectrometry (DART-MS) with analytical pyrolysis for characterization of Chinese crude propolis. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 137: 227-236.
- Irgoiti, Y., D. K. Yamul & A. S. Navarro, 2021. Co-crystallized sucrose with propolis extract as a food ingredient: Powder characterization and antioxidant stability. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, 143: 111164.
- Kahramanoglu, I. & S. Usanmaz, 2017. Effects of propolis and black seed oil on the shelf life of freshly squeezed pomegranate juice. *Food Science and Nutrition Studies*, 1 (2): 114-121.
- Kapare, H. S., S. Lohidasan, S. Arulmozhi & K. R. Mahadik, 2019. Standardization, chemical profiling, in vitro cytotoxic effects, in vivo anti-carcinogenic potential and biosafety profile of Indian propolis. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, 10: 81-87.
- Kim, Y. H. & H. J. Chung, 2011. The effects of Korean propolis against foodborne pathogens and transmission electron microscopic examination. *New Biotech*, 28: 713-718.
- Kumazawa, S., Hamasaka, T., Nakayama, T. 2004. Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. *Food Chemistry*, 84: 329-339.
- Kunrath, C. A., D. C. Savoldi, J. P. F. Mileski, C. R. Novello, A. da Trindade Alfaro & J. F. Marchi, 2017. Application and evaluation of propolis, the natural antioxidant in Italian-type salami. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20: e2016035.
- Letullier, C., A. Manduchet, N. Dlaloh, M. Hugou, S. Georg´e & J. M. Sforcin, 2020. Comparison of the antibacterial efficiency of propolis samples from different botanical and geographic origins with and without standardization. *Journal of Apicultural Research*, 59: 19-24.
- Luo, C., X. Zou, Y. Li, C. Sun, Y. Jiang & Z. Wu, 2011. Determination of flavonoids in propolis-rich functional foods by reversed phase high performance liquid chromatography with diode array detection. *Food Chemistry*, 127: 314-320.
- Mahmoodzadeh Hosseini, H., S. Hamzeh Pour, J. Amani, S. Jabbarzadeh, M. Hosseinabadi & S. Ali Mirhosseini, 2020. The effect of Propolis on inhibition of *Aspergillus parasiticus* growth, aflatoxin production and expression of aflatoxin biosynthesis pathway genes. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 18: 297-302.
- Maldonado, L. E., K. Marcinkevicius, R. S. Borelli, G. P. Gennari, V. Salom´on & M. I. Isla, 2020. Differentiation of argentine propolis from different species of bees and geographical origins by UV spectroscopy and chemometric analysis. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19: 185-191.
- Marcucci, M. C., 1995. Propolis: Chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie* 26: 83-99.

- Mehdizadeh, T. & A. Mojaddar Langroodi, 2019. Chitosan coatings incorporated with propolis extract and *Zataria multiflora* Boiss oil for active packaging of chicken breast meat. *International Journal of Biological Macromolecules*, 141: 401-409.
- Meto, A., B. Colombari, A. Meto, G. Boaretto, D. Pinetti & L. Marchetti, 2020. Propolis affects *Pseudomonas aeruginosa* growth, biofilm formation, eDNA release and phenazine production: Potential involvement of polyphenols. *Microorganisms*, 8: 243.
- Moreno, M. A., A. M. Vallejo, A. R. Ballester, C. Zampini, M. I. Isla & A. Lopez-Rubio, 2020. Antifungal edible coatings containing Argentinian propolis extract and their application in raspberries. *Food Hydrocolloids*, 107.
- Moskwa, J., S. K. Naliwajko, R. Markiewicz-Zukowska, K. J. Gromkowska-Kępką, K. Socha, M. H. Borawska & V. Isidorov, 2020. Propolis from Poland versus propolis from New Zealand-chemical composition and antiproliferative properties on glioblastoma cell lines.
- Papachristoforou, A., E. Kputouvela, G. Menexes, G. Konstantinos & I. Mourtzinou, 2019. Photometric analysis of propolis from the island of Smothraki, Greece. The discovery of red propolis. *Chemistry and Biodiversity*, 16: e1900146.
- Passos, F. R., F. Q. Mendes, M. C. Cunha, M. T. Pigozzi & A. M. X. D. Carvalho, 2016. Propolis extraction in postharvest conservation banana 'Prata'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38.
- Payandan, E., S. Z. Zayyed-Alangi, M. Shamloofar & H. Koohsari, 2017. Study of chemical composition and efficacy of different extracts of Iranian propolis on the microbiological and sensory parameters of minced *Cyprinus carpio* meat at 4°C storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26: 593-603.
- Pobiega K., K. Kraśniewska & M. Gniewosz, 2019. Gıda kalitesinin antimikrobiyal ve antioksidatif korumasında propolis uygulaması-Bir inceleme. *Trendler Gıda Bilimi Teknoloji*. 83: 53-62.
- Pobiega, K., K. Kraśniewska, J. L. Przybył, K. Bączek, J. Zubernik & D. Witrowa- Rajchert, 2019a. Growth biocontrol of foodborne pathogens and spoilage microorganisms of food by polish propolis extracts. *Molecules*, 24: 2965.
- Rebouças-Silva, J., F. S. Celes, J. B. Lima, H. S. Barud, C. I. de Oliveira & A. A. Berretta, 2017. Parasite killing of *Leishmania (V) braziliensis* by standardized propolis extracts. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 1-14.
- Rojczyk, E., A. Kłama-Baryła, W. Łabuś, K. Wilemska-Kucharzewska & M. Kucharzewski, 2020. Historical and modern research on propolis and its application in wound healing and other fields of medicine and contributions by Polish studies. *Journal of Ethnopharmacology*, 262: 113159.
- Saeed, F., R. S. Ahmad, M. U. Arshad, B. Niaz, R. Batool & R. Naz, 2016. Propolis to curb lifestyle related disorders: An overview. *International Journal of Food Properties*, 19: 420-437.
- Salas, A. L., M. I. Mercado, M. Eugenia Orqueda, F. M. Correa Uriburu, M. E. Garcia & M. J. P'erez, 2020. Zuccagnia-type propolis from Argentina: A potential functional ingredient in food to pathologies associated to metabolic syndrome and oxidative stress. *Journal of Food Science*, 85: 2578-2588.
- Santos, L. M., M. S. Fonseca, A. R. Sokolonski, K. R. Deegan, R. P. Araujo, M. A. Umsza-Guez & B. A. Machado, 2020. Propolis: Types, composition, biological activities, and veterinary product patent prospecting. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100: 1369-1382.
- Santos, M. S., M. L. M. F. Estevinho, C. A. L. de Carvalho, K. T. Magalhaes-Guedes, R. F. Schwan & R. C. C. Almeida, 2018. Propolis as natural additive: A systematic review. *African Journal of Biotechnology*, 17: 1282-1291.
- Shehata, M. G., F. T. Ahmad, A. N. Badr, S. H. Masry & S. A. El-Sohaimy, 2020. Chemical analysis, antioxidant, cytotoxic and antimicrobial properties of propolis from different geographic regions. *Annals of Agricultural Science*, 65: 209-217.
- Soos, A., E. Bodi, S. Varallyay, S. Molnar & B. Kovacs, 2019. Mineral content of propolis tinctures in relation to the extraction time and the ethanol content of the extraction solvent. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, 111: 719-726.
- Spinelli, S., A. Conte, L. Lecce, A. L. Incoronato & M. A. Del Nobile, 2015. Microencapsulated propolis to enhance the antioxidant properties of fresh fish burgers. *Journal of Food Process Engineering*, 38: 527-535.
- Thamnopoulos, I. A. I., G. F. Michailidis, D. J. Fletouris, A. Badeka, M. G. Kontominas & A. S. Angelidis, 2018. Inhibitory activity of propolis against *Listeria monocytogenes* in milk stored under refrigeration. *Food Microbiology*, 73: 168-176.
- Ulloa, P. A., J. Vidal, M. I. Avila, M. Labbe, S. Cohen & F. N. Salazar, 2017. Effect of the addition of propolis extract on bioactive compounds and antioxidant activity of craft beer. *Journal of Chemistry*, 1-7.
- Vasilaki, A., M. Hatzikamari, A. Stagos-Georgiadis, A. M. Goula & I. Mourtzinou, 2019. A natural approach in food preservation: Propolis extract as sorbate alternative in non-carbonated beverage. *Food Chemistry*, 298.

- Veiga, R. S., S. De Mendonça, P. B. Mendes, N. Paulino, M. J. Mimica & A. A. Lagareiro Netto, 2017. Artepillin C and phenolic compounds responsible for antimicrobial and antioxidant activity of green propolis and *Baccharis dracunculifolia* DC. *Journal of Applied Microbiology*, 122: 911-920.
- Vera, N., E. Solorzano, R. Ordonez, L. Maldonado, E. Bedascarrasbure & M. I. Isla, 2011. Chemical composition of argentinean propolis collected in extreme regions and its relation with antimicrobial and antioxidant activities. *Natural Product Communications*, 6: 823-827.
- Viera, V. B., N. Piovesan, K. I. B. Moro, A. S. Rodrigues, G. Scapin & C. S. da Rosa, 2016. Preparation and microbiological analysis of Tuscan sausage with added propolis extract. *Food Science and Technology*, 36: 37-41.
- Yang, S. Z., L. T. Peng & X. J. Su, 2011. Bioassay-guided isolation and identification of antifungal components from propolis against *Penicillium italicum*. *Food Chemistry*, 127 (1): 210-215.
- Yavuz, C., 2011. Türkiye'nin Bazı İllerinden Toplanan Propolislerin Antimikrobiyal, Antioksidan Aktiviteleri ve Biyoaktif Bileşenlerinin Tayini. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, 63 pp.
- Yazgan, H., A. Burgut, M. Durmus & A. R. Kosker, 2020. The impacts of water and ethanolic extracts of propolis on vacuum packaged sardine fillets inoculated with *Morganella psychrotolerans* during chilly storage. *Journal of Food Safety*, 40.
- Zampini, I. C., A. L. Salas, L. M. Maldonado, M. J. Simirgiotis & M. I. Isla, 2021. Propolis from the Monte region in Argentina: A potential phytotherapeutic and food functional ingredient. *Metabolites*, 11: 76.
- Zheng, Y., Y. Wu, L. Tao, X. Chen, T. J. Jones & Wang, K. 2020. Chinese propolis prevents obesity and metabolism syndromes induced by a high fat diet and accompanied by an altered gut microbiota structure in mice. *Nutrients*, 12: 959.
- Zulhendri, F., M. Ravalía, K. Kripal, K. Chandrasekaran, J. Fearnley & C. O. Perera, 2021. Propolis in metabolic syndrome and its associated chronic diseases: A narrative review. *Antioxidants*, 10: 348.