

ARI EKMEĞİNİN (PERGA) FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Tuğrul YILMAZ^{1*}, Dr.Öğr. Üyesi Yahya Yasin YILMAZ²

ÖZET

Bu makalede, arı ekmeği (perga) adlı değerli arı ürününün kimyasal, biyolojik ve besinsel özellikleri incelenmiştir. Perga, polenin arılar tarafından fermantasyona uğratılmasıyla oluşan ve hem arılar hem de insanlar için önemli faydalar sağlayan zengin bir besin kaynağıdır. Arılar için enerji ve bağışıklık desteği sunarken, insanlar için probiyotik, antioksidan, antimikrobiyal ve antiinflatuar etkileriyle öne çıkmaktadır. Makalede, pergadaki fenolik bileşikler, amino asitler, vitaminler ve minerallerin etkileri ile apiterapi ve fonksiyonel gıda alanındaki kullanımları ele alınmıştır. Ayrıca, pergadaki probiyotik özelliklerin arı sağlığına ve fermantasyonun besin değerine olan katkıları detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Perganın gelecekteki araştırmalarda daha kapsamlı şekilde ele alınarak modern sağlık ve beslenme sistemlerinde daha yaygın kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Perga, Arı Ekmeği, Apiterapi

INVESTIGATION OF BEE BREAD (PERGA) IN TERMS OF ITS FUNCTIONAL PROPERTIES

ABSTRACT

This written, the chemical, biological and nutritional properties of the valuable bee product called bee bread (perga). Perga is formed by the fermentation of pollen by bees and has a rich nutritional environment that provides significant benefits for both bees and humans. While it provides energy and health support for bees, it stands out with its probiotic, antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory effects for humans. In the article, the effects of phenolic pictures, amino acids, vitamins and minerals in perga and their uses in apitherapy and functional food fields are taken. In addition, the contributions of probiotic properties in perga to bee health and the nutrients of fermentation are explained in detail. It is emphasized that modern health and nutrition systems can be used more widely by addressing the records of perga more comprehensively.

Keywords: Perga, Bee Bread, Apitherapy

^{1*}T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Tekirdağ Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü,39000, Tekirdağ,Türkiye. yilmaz.tugrul.76@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-3340-1236, yilmaz.tugrul.76@gmail.com

² Bayburt Üniversitesi, Demirözü Meslek Yüksekokulu,69400, Bayburt, Türkiye. yahyayilmaz@bayburt.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-1015-7197

1. GİRİŞ

Perga, halk arasında arı ekmeği olarak bilinen ve arılar tarafından polenin fermantasyonuyla oluşan benzersiz bir arı ürünüdür. Arıların hayatta kalma ve koloni sağlığını koruma stratejilerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan bu ürün, gerek besin değeri gerekse terapötik etkileriyle dikkat çekmektedir. Perga, özellikle fenolik bileşikler, biyolojik aktif maddeler, proteinler, vitaminler ve mineraller gibi çok sayıda faydalı bileşen içermesi nedeniyle insan ve arı sağlığı açısından önemli bir yere sahiptir (Kieliszek ve ark., 2018). Arılar için enerji ve protein kaynağı olarak kritik bir rol oynayan perga, insanlar tarafından ise apiterapide ve fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmektedir.

Perga, özellikle apiterapide kullanılmasıyla bilinen diğer arı ürünlerinden farklı olarak, fermantasyon yoluyla hem sindirilebilirliği artmış hem de besinsel değeri çoğalmış bir formdadır. Bu benzersiz fermantasyon süreci, polen taneciklerinin duvar yapısını yumuşatarak biyoyararlanımını artırırken, probiyotik özellikler de kazandırır (Olofsson ve Vásquez, 2008). Bu sayede, perganın insan sindirim sistemi üzerinde olumlu etkiler bıraktığı ve mikroflora dengesini desteklediği bilinmektedir (Gilliam ve ark., 1974).

Bu derleme makalede, perganın oluşum süreci, kimyasal bileşimi, besinsel özellikleri, terapötik etkileri ve biyolojik faydaları detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Bunun yanı sıra, arı ve insan beslenmesindeki önemi ile diğer arı ürünleriyle birlikte kullanılabilirliği de kapsamında incelenmiştir. Perganın apiterapideki potansiyeli, geleneksel ve modern tıptaki rolü ve bilimsel araştırmalardaki yeri bu yazının çekirdek temalarından biri olarak vurgulanmıştır. Özellikle son yıllarda artan bilimsel ilgi, bu ürünün daha geniş bir yelpazede uygulanabilirliğini gözler önüne sermektedir.

2. Perga (Arı Ekmeği) Nedir ve Nasıl Oluşur

Perga, arıların toplanan poleni bala ve arı salgılarına karıştırıp petek gözlerine yerleştirerek fermantasyona bıraktıkları bir arı ürünüdür. Fermantasyon sürecinin temelini, arıların salgıladığı enzimler ve laktik asit bakterileri oluşturur. Bu süreçte polenin sert eksin tabakası yumuşar, biyoyararlanımı artar ve perga dayanıklı bir besin haline gelir (Olofsson ve Vásquez, 2008). Bu benzersiz dönüşüm, perganı hem arılar hem de insanlar için değerli kılan temel özelliklerden biridir.

Laktik asit fermantasyonu, pergaya probiyotik özellikler kazandırır ve bu da arı kolonilerinin mikrobiyal dengesine katkı sağlar. Perganın mikrobiyal yapısında *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* ve *Saccharomyces* gibi bakteriler ve mayalar bulunur. Bu mikroorganizmalar, fermantasyon sırasında laktik asit ve diğer organik asitleri üreterek hem poleni korur hem de besin değerini zenginleştirir (Gilliam ve ark., 1974).

Fermantasyon süreci boyunca polenlerin yapısal bileşenleri olan karbonhidratlar, proteinler ve fenolik bileşikler dönüşüme uğrar. Laktik asit bakterilerinin etkisiyle pH düşer, bu da patojenik mikroorganizmaların gelişimini engeller. Aynı zamanda, fermantasyonun sonucunda perganın antioksidan özellikleri artar ve arıları hastalıklara karşı daha dirençli hale getirir.

Perganın oluşum sürecinde, polene arı salgıları ve bal eklenmesi, fermantasyonu başlatır. Petek gözlerinde ortalama iki hafta boyunca devam eden bu süreçte, polenlerin sert yapıları yumuşarak daha sindirilebilir hale gelir. Fermantasyon tamamlandıktan sonra perga, koyu kahverengi veya sarımsı bir renge ve kendine has bir aromaya sahip olur. Bu ürün, arıların enerji ihtiyacını karşılamakla kalmaz, aynı zamanda koloninin genel sağlığına da katkı sağlar.

Son olarak, pergada meydana gelen biyokimyasal dönüşümler, ürünün besleyici içeriğini artırır ve uzun süre dayanıklılık sağlar. Bu nedenle perga, hem arılar hem de insanlar için çok yönlü ve değerli bir besin kaynağı olarak kabul edilir.

Perga, polenin arılar tarafından toplanması, bala ve arı salgısına karıştırılması ve petek gözlerinde fermantasyona bırakılması sonucu oluşur. Bu süreç, laktik asit bakterilerinin etkisiyle gerçekleşir ve polen, daha uzun süre dayanıklı ve besleyici hale gelir (Olofsson ve Vásquez, 2008). Laktik asit fermantasyonu sayesinde perga probiyotik özellikler kazanılır ve bu da insan sindirim sistemi üzerine olumlu etkiler sağlar (Gilliam ve ark., 1974).

Perganın yapısında bulunan bakteriler (*Lactobacillus*, *Bifidobacterium* gibi) ve maya türleri (*Saccharomyces*, *Candida*) fermantasyon sürecine katkı sağlar. Fermantasyon sırasında polenin duvar yapısı yumuşar ve biyoyararlanım artar (Campos ve ark., 2010). Bu sürecin sonunda, perga dayanıklı ve zengin besin içeriğine sahip bir ürün haline gelir.

3. Arı Beslemesinde Perganın Önemi

Perga, arı kolonileri için yalnızca bir protein ve enerji kaynağı değil, aynı zamanda sağlıklı bir koloni için vazgeçilmez bir yapı taşıdır. Larvaların büyümesi, işçi arıların dayanıklılığı ve ana arının üreme kapasitesi gibi koloninin temel süreçlerinde perga hayati bir rol oynar. Pergada bulunan temel besin maddeleri, genç arıların hızlı büyümesini sağlarken, yaşlı arıların metabolik süreçlerini destekler. Özellikle larvaların sağlıklı gelişimi, perganın zengin protein ve amino asit içeriği sayesinde mümkün olur (Gümüş ve Karşlı, 2024; Kieliszek ve ark., 2018).

Arı kolonileri, çevresel koşullara uyum sağlama yetenekleri ile bilinir, ancak bu uyumun temelinde güçlü bir beslenme rejimi yatar. Perga, arıların enerji gereksinimlerini karşılamak için ideal bir kaynaktır. Yüksek karbonhidrat içeriği sayesinde arılar, enerji ihtiyaçlarını karşılar ve petek içi aktivitelerde bulunur (Gilliam ve ark., 1974). Aynı zamanda lipitler, dokuların yenilenmesi ve enerji rezervlerinin artırılması için kritik bir rol oynar. Kış aylarında, perganın sağladığı enerji, koloninin düşük sıcaklıklarda hayatta kalmasına yardımcı olur ve kış uykusu döneminde arıların hareketliliğini sürdürmesini sağlar (Pascoal ve ark., 2014).

Perganın önemi yalnızca enerji ve protein sağlamaıyla sınırlı değildir. İçeriğinde bulunan fenolik bileşikler, arıların bağışıklık sistemini destekler ve patojenik mikroorganizmalara karşı koruma sağlar (Markiewicz-żukowska ve ark., 2013). Fermantasyon sürecinde oluşan laktik asit ve diğer organik asitler, arıların bağırsak florasını dengeler ve hastalıklara karşı dirençlerini artırır. Bu, özellikle stresli dönemlerde ve hastalık salgınlarında kolonilerin hayatta kalma oranını artıran önemli bir faktördür (Bakour ve ark., 2017).

Polenle karşılaştırıldığında, perga biyoçeşitlilik ve besin içeriği çok daha yüksektir. Fermantasyon süreci, polenin sindirilebilirliğini artırır ve biyoyararlanımı maksimum düzeye çıkarır (Campos ve ark., 2008). Arı salgılarından gelen enzimler ve laktik asit bakterileri, polenin sert eksin tabakasını parçalayarak içerdiği besinlerin daha kolay sindirilmesini sağlar. Ayrıca, perga bulunan probiyotik mikroorganizmalar, arıların genel sağlığını destekleyen mikroflorayı güçlendirir (Olofsson ve Vásquez, 2008).

Sonuç olarak, perga, yalnızca bir besin kaynağı değil, aynı zamanda arı kolonilerinin uzun vadeli sağlığını ve sürdürülebilirliğini koruyan bir bileşendir. Perganın arı sağlığı üzerindeki etkileri, modern arıcılık uygulamalarında giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Günümüzde pergaya olan ilginin artması, bu değerli ürünün potansiyelini daha geniş bir şekilde anlamamıza olanak tanımaktadır. Gelecekteki araştırmalar, perganın kolonilerin dayanıklılığı ve üretkenliği üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı şekilde ortaya koyabilir.

4. İnsan Beslenmesinde Perganın Önemi

Perganın insanlar için besinsel faydaları, çeşitli bilimsel çalışmalarda kapsamlı bir şekilde ortaya konmuştur. Zengin kimyasal bileşimi, güçlü antioksidan, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar etkileri ile insan sağlığına katkı sağlayan çok yönlü bir gıdadır. Perganın öne çıkan besin özellikleri şunlardır:

- **Amino Asitler:** Pergada bulunan temel amino asitler, protein sentezi ve kas onarımında önemli rol oynar. Başta valin, izolösin ve lösin gibi dallı zincirli amino asitler, fiziksel aktivite sonrası kas toparlanmasına yardımcı olur (Pascoal ve ark., 2014).
- **Vitaminler:** B grubu vitaminleri (B1, B2, B6) metabolik aktiviteleri desteklerken, C ve E vitaminleri güçlü antioksidan etkiler göstererek serbest radikallerin neden olduğu hücre hasarını azaltır.
- **Mineraller:** Kalsiyum, demir, magnezyum, potasyum ve çinko gibi mineraller kemik sağlığı, kan dolaşımı ve sinir sistemi için hayati önem taşır. Demir, kırmızı kan hücrelerinin üretimine katkıda bulunarak anemi riskini azaltabilir.
- **Fenolik Bileşikler:** Pergada bulunan fenolik asitler ve flavonoidler, antioksidan etkileri ile oksidatif stresi azaltır. Bu bileşenler ayrıca iltihapı azaltmaya ve kronik hastalık risklerini düşürmeye yardımcı olabilir (Markiewicz-żukowska ve ark., 2013).

Perganın probiyotik etkileri de öne çıkan bir diğer özelliğidir. Fermantasyon sürecinde üreyen laktik asit bakterileri, sindirim sistemi mikroflorasını düzenler ve zararlı mikroorganizmaları baskılar. Bu da sindirim sağlığını destekler ve bağışıklık sistemini güçlendirir.

Ayrıca, pergadaki karbonhidratlar, enerji kaynağı olarak metabolizma tarafından hızla kullanılabilir. Bu özellik, fiziksel yüksek performans gerektiren durumlarda enerji seviyelerini destekler. Lipit içeriği ise hücre membranı yapısı ve hormonal denge için kritik önem taşır.

Apiterapide yaygın olarak kullanılan perga, antioksidan ve antiinflamatuvar etkileri nedeniyle kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde faydalı olabilir. Bağışıklık sistemini destekleyen özellikleri ise enfeksiyonlara karşı korunmada önemlidir. Sindirilebilirliğinin yüksek olması, pergayı hem genel sağlığı destekleyen bir gıda hem de modern beslenme rejimlerinde yer bulabilecek bir fonksiyonel ürün haline getirmektedir.

5. Perganın Kimyasal Bileşimi ve Besin İçeriği

Perganın kimyasal bileşimi, onu diğer arı ürünlerinden ayıran çok yönlü bir yapıya sahiptir. Coğrafi bölge, bitki çeşitliliği ve mevsimsel farklılıklar gibi etkenler pergada bulunan besin maddelerinin miktarını etkileyebilir. Ancak genel olarak perganın ana bileşenleri şunlardır:

5.1. Makro ve Mikro Besinler

Perganın kimyasal bileşimi oldukça zengindir ve insan sağlığına faydalı olan makro ve mikro besinleri içerir. Bu besinler, hem enerji sağlayıcı hem de metabolizmayı destekleyici özelliklere sahiptir. İşte pergada bulunan temel makro ve mikro besinler:

- **Proteinler:** Pergadaki protein oranı %20-25 arasında değişiklik gösterir ve bu proteinler, özellikle esansiyel amino asitler açısından zengindir. Valin, izolösin ve lösin gibi dallı zincirli amino asitler, kas protein sentezini destekler ve fiziksel dayanıklılığı artırır (Pascoal ve ark., 2014; Kieliszek ve ark., 2018). Bu proteinler, bağışıklık sistemini güçlendirmeye de yardımcı olur.

- **Karbonhidratlar:** Enerji sağlamak için pergadaki karbonhidratlar kritik bir rol oynar. Genellikle %35-50 oranında bulunan glikoz ve fruktoz gibi basit şekerler, hızlı enerji kaynağıdır. Fermantasyon sürecinde bu şekerlerin bir kısmı laktik asit bakterileri tarafından organik asitlere dönüştürülerek pergaya probiyotik özellikler kazandırır (Campos ve ark., 2008; Gilliam ve ark., 1974).
- **Yağlar:** Pergada %1-5 oranında yağ bulunur ve bu yağlar, doymamış yağ asitleri açısından zengindir. Omega-3 ve omega-6 yağ asitleri, hücre zarlarının yapısını korur ve anti-inflamatuar etkiler sunar (Markiewicz-żukowska ve ark., 2013).
- **Vitaminler:** Perga, B1, B2, B6, C ve E vitaminlerini içerir. Bu vitaminler, metabolik süreçleri destekler, antioksidan koruma sağlar ve genel sağlığı iyileştirir. Özellikle C vitamini, bağışıklık sistemini güçlendiren önemli bir bileşendir (Bakour ve ark., 2017).
- **Mineraller:** Pergadaki mineraller arasında kalsiyum, magnezyum, potasyum, demir ve çinko öne çıkar. Kalsiyum kemik sağlığını desteklerken, demir kansızlık riskini azaltır. Çinko ise bağışıklık sisteminin düzgün çalışmasını sağlar (Ciric ve ark., 2022).

Sonuç olarak, perganın içerdiği makro ve mikro besinler, hem enerji üretimini destekleyen hem de bağışıklık sistemini güçlendiren özelliklere sahiptir. Bu zengin besin profili, pergayı hem insan sağlığı için değerli bir gıda hem de apiterapide kullanılan önemli bir ürün haline getirir.

5.2.Fenolik Bileşikler ve Antioksidanlar

Pergadaki fenolik bileşikler, antioksidan ve antiinflamatuar etkileriyle öne çıkan temel bileşenlerdir. Bu bileşenler, serbest radikalleri etkisiz hale getirerek hücre hasarını önler ve kronik hastalıkların riskini azaltır. Fenolik bileşiklerin etkinliği, polenin fermantasyonu sırasında artar ve bu durum pergaya benzersiz bir antioksidan potansiyel kazandırır (Markiewicz-żukowska ve ark., 2013; Bakour ve ark., 2017).

5.2.3 Fenolik Asitler ve Etkileri

- **p-Kumarik Asit:** Antioksidan kapasitesi yüksek olan bu fenolik asit, serbest radikalleri etkisiz hale getirir ve oksidatif stresin azaltılmasında kritik bir rol oynar. Ayrıca, iltihaplanmayı azaltarak dokularda iyileşme sürecini hızlandırabilir (Campos ve ark., 2008).
- **Cinnamik Asit ve Türevleri:** Bu bileşikler, lipid peroksidasyonunu engelleyerek hücre zarlarının korunmasına katkı sağlar ve kardiyovasküler hastalıkların riskini azaltabilir (Kieliszek ve ark., 2018).

5.3.Flavonoidler ve Antioksidan Kapasiteleri

Flavonoidler, pergadaki temel bileşenlerden biridir ve güçlü antioksidan etkileriyle bilinir. Şu flavonoidler öne çıkar:

- **Kaempferol:** Antioksidan ve antikarsinojenik etkiler gösterir. Araştırmalar, kaempferolün kanser riskini azaltabileceğini ve oksidatif stresin düşürülmesine yardımcı olduğunu göstermiştir (Zerdani ve ark., 2011).
- **Quercetin:** Bu bileşik, antiinflamatuar etkiler sunarak bağışıklık sistemi üzerine olumlu katkı sağlar. Ayrıca, DNA hasarını önler ve hücre yenilenmesini destekler (Pascoal ve ark., 2014).

5.4. Antioksidan Etkiler ve Kronik Hastalıklar

Pergadaki fenolik bileşiklerin antioksidan etkileri, oksidatif stresle bağlı rahatsızlıkları azaltabilir. Kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve nörodejeneratif hastalıklar gibi rahatsızlıklarda perganın destekleyici bir rol oynadığı bildirilmektedir (Campos ve ark., 2008; Markiewicz-żukowska ve ark., 2013).

5.5. Biyoaktif Bileşenlerin Sinerjisi

Fenolik bileşiklerin antioksidan etkileri, pergada bulunan diğer biyoaktif bileşenlerle sinerjik bir şekilde çalışarak toplam etkinliği artırır. Karotenoidler, vitamin C ve E gibi antioksidanlar bu sinerjiyi destekleyen önemli bileşenlerdir (Bakour ve ark., 2017). Bu kombinasyon, perganı hem fonksiyonel bir gıda hem de apiterapide kullanılabilir değerli bir ürün haline getirir.

5.6. Gelecekteki Araştırmalar

Fenolik bileşiklerin pergadaki konsantrasyonu ve etkinliğinin coğrafi kaynağa, çiçek çeşitliliğine ve fermantasyon sürecine bağlı olarak değişiklik gösterebileceği bilinmektedir. Bu faktörlerin daha detaylı araştırılması, perganın insan sağlığı için daha etkin bir ürün olarak geliştirilmesine olanak tanıyacaktır (Kieliszek ve ark., 2018; Pascoal ve ark., 2014).

5.7. Perganın Besin İçeriği ve Fonksiyonel Gıda Potansiyeli

Perga, büyük bir fonksiyonel gıda potansiyeline sahiptir. Antioksidan, antiinflamatuvar ve probiyotik etkileri, onu insan sağlığı için benzersiz bir gıda haline getirir. Bu özellikler, perganın apiterapideki rolünü pekiştirirken, aynı zamanda modern beslenme rejimlerinde daha geniş bir yer edinmesini sağlar.

6. Perganın Fiziksel ve Biyolojik Özellikleri

6.1. Fiziksel Özellikler

Perga, sert ve kompakt bir yapıya sahiptir ve genellikle koyu kahverengi, sarı veya turuncu tonlarında görülür. Fermantasyon sürecinde polenin fiziksel yapısında meydana gelen değişiklikler, pergaya kendine has bir tat, koku ve doku kazandırır. Bu benzersiz fiziksel özellikler, pergayın hem arılar hem de insanlar tarafından kolayca tanınmasını sağlar (Gilliam ve ark., 1974).

Fermantasyonun sonucunda ortaya çıkan laktik asit, pergaya hafif asidik bir lezzet verirken dayanıklılığını da artırır. Bu özellik, perganın uzun süre bozulmadan saklanabilmesine ve gıda olarak tüketimine uygun hale gelmesine katkı sağlar. Perganın sert ve yoğun dokusu, şekil ve boyutunun polenin orijinal kaynağına bağlı olarak değişiklik göstermesine neden olur (Olofsson ve Vásquez, 2008).

Perganın fiziksel özellikleri, onun dayanıklılık sürecinde ve mikrobiyal bozulmalara karşı korunmasında kritik rol oynar. Laktik asit bakterilerinin fermantasyon sürecinde oluşturduğu organik asitler, perganın sert yapısını koruyarak patojenik mikroorganizmaların yerleşmesini engeller (Kieliszek ve ark., 2018). Ayrıca, fermantasyon sırasında meydana gelen biyokimyasal değişimler, pergayı fiziksel açıdan daha kararlı bir hale getirir.

Perga ayrıca kendine has bir aromaya sahiptir. Bu aroma, içeriğindeki fenolik bileşikler, flavonoidler ve organik asitlerden kaynaklanır (Markiewicz-żukowska ve ark., 2013). Fermantasyon sürecinin yoğunluğu, polenin bitkisel kaynağı ve arıların bu fermantasyona katılım oranı, pergadaki aroma ve tat profilini etkileyen temel faktörlerdir.

Sonuç olarak, perganın fiziksel özellikleri, onun hem arılar için besin kaynağı olarak etkinliğini hem de insanlar için fonksiyonel bir gıda olarak değerini artırmaktadır. Bu özelliklerin bilimsel açıdan daha detaylı incelenmesi, perganın depolama ve kullanım olanaklarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

6.2.Antimikrobiyal ve Antiviral Özellikler

Perganın antibakteriyel ve antiviral etkileri, içeriğindeki fenolik bileşikler, flavonoidler, organik asitler ve laktik asit bakterilerinden kaynaklanmaktadır. Laktik asit bakterileri, pergadaki fermantasyon sürecinde laktik asit üreterek pHı düşürür ve patojen mikroorganizmaların çoğalmasını engeller (Gilliam ve ark., 1974; Olofsson ve Vásquez, 2008). Perganın düşük pH değeri, bakteri ve mantar enfeksiyonlarına karşı etkili bir koruma sağlar.

Fenolik bileşikler, özellikle flavonoidler ve fenolik asitler, mikroorganizmaları baskılama potansiyeline sahiptir. Yapılan çalışmalar, pergada bulunan bu bileşenlerin *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Candida albicans* gibi patojenlere karşı etkili olduğunu ortaya koymuştur (Zerdani ve ark., 2011; Pascoal ve ark., 2014). Flavonoidler, mikroorganizmaların hücre zarına zarar vererek üremelerini engelleyebilir. Ayrıca pergadaki tanenlerin antimikrobiyal etkisi, patojenik bakterilerin büyük kısmına karşı etkili olduğunu göstermiştir.

Virüsler üzerindeki etkileri ise özellikle RNA ve DNA tabanlı virüsler üzerinde gözlemlenmiştir. Pergada bulunan fenolik asitler ve flavonoidler, virüslerin hücre içine girişini engelleyebilir veya replikasyon sürecini baskılayabilir. Bu etkiler, influenza ve herpes simpleks virüsleri gibi yaygın patojenler üzerine odaklanılan çalışmalarla desteklenmiştir (Bakour ve ark., 2017; Campos ve ark., 2008).

Pergadaki antimikrobiyal etkilerin bir diğer önemli kaynağı da organik asitlerdir. Laktik asit, asetik asit ve propiyonik asit gibi bileşenler, zararlı mikroorganizmaların çoğalmasını engelleyerek hem arı sağlığı hem de insanlar üzerinde koruyucu bir etki sağlar (Kieliszek ve ark., 2018).

Sonuç olarak, pergadaki fenolik bileşikler, laktik asit bakterileri ve organik asitlerin sinerjik etkisi, onu hem antimikrobiyal hem de antiviral potansiyel taşıyan doğal bir ürün haline getirmektedir. Bu özellikler, pergayın apiterapide ve fonksiyonel gıda uygulamalarında geniş çapta kullanılmasını desteklemektedir.

6.3.Antioksidan Özellikler

Perga, zengin antioksidan içeriği ile serbest radikalleri etkisiz hale getirerek hücre hasarını önleyen çok yönlü bir gıdadır. Fenolik asitler, flavonoidler, karotenoidler ve C vitamini gibi antioksidan bileşenler, pergadaki temel aktif maddelerdir. Bu bileşenler, oksidatif stresi azaltmada ve hücre yenilenmesini desteklemede çok önemli bir rol oynar (Campos ve ark., 2008; Kieliszek ve ark., 2018).

Fenolik bileşikler, vücuttaki serbest radikallerin nötrleştirilmesine katkı sağlayarak kardiyovasküler hastalıkları, diyabet ve nörodejeneratif hastalıklar gibi kronik rahatsızlıkların riskini azaltabilir (Markiewicz-żukowska ve ark., 2013). Ayrıca, fenolik asitlerin antiinflamatuvar etkileri, dokularda iyileşme sürecini hızlandırabilir ve vücudun genel enflamasyon seviyesini azaltabilir.

Flavonoidler arasında yer alan kaempferol ve quercetin gibi bileşenler, perganın antioksidan kapasitesini daha da artırmaktadır. Bu bileşenler, lipid peroksidasyonunu engelleyerek hücre zarlarını korur ve DNA hasarını önler (Zerdani ve ark., 2011; Pascoal ve

ark., 2014). Karotenoidler ise göz sağlığını destekleyen önemli bir bileşendir ve cilt korumasında etkili rol oynar.

Pergada bulunan antioksidanlar ayrıca bağışıklık sistemini destekleyerek enfeksiyonlara karşı direnci artırabilir (Gilliam ve ark., 1974). Antioksidan içeriğinin coğrafi kaynaklara ve bitki türlerine bağlı olarak değişiklik göstermesi, pergayın zengin biyoaktif potansiyelini vurgular. Genel olarak, perga, modern beslenme ve apiterapi uygulamalarında kritik bir bileşen olarak dikkat çekmektedir.

6.4.Perganın Biyolojik Faydaları

Perga, sadece fiziksel ve kimyasal özellikleri ile değil, aynı zamanda biyolojik faydaları ile de dikkat çekmektedir. Probiyotik içeriği sayesinde, insan ve hayvan sindirim sistemini destekler. Laktik asit bakterilerinin etkisiyle, sindirim kanalındaki yararlı bakterilerin sayısı artarken zararlı mikroorganizmaların büyümesi baskılanır. Bu durum, sindirim sistemi sağlığının korunması ve genel bağışıklık sisteminin güçlenmesi için önemlidir.

Ayrıca, pergadaki besin maddeleri, enerji seviyelerini destekleyerek fiziksel dayanıklılığı artırabilir. Kronik yorgunluk, stres ve düşük enerji gibi durumların tedavisinde destekleyici bir rol oynayabilir. Bu biyolojik faydalar, pergayı hem insanlar hem de arı kolonileri için benzersiz bir besin kaynağı haline getirir.

7. TARTIŞMA

Perganın kimyasal ve biyolojik özellikleri, hem arılar hem de insanlar için eşsiz bir besin kaynağı olduğunu açıkça göstermektedir. Arılar için enerji, protein ve bağışıklık desteği sağlarken, insanlar için fonksiyonel bir gıda ve terapötik bir ürün olarak potansiyel taşımaktadır. Laktik asit fermantasyonu süreci, pergaya probiyotik özellikler kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda fenolik bileşiklerin etkinliğini artırarak antioksidan, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal etkileri de güçlendirmektedir (Olofsson ve Vásquez, 2008; Gilliam ve ark., 1974).

Bilimsel araştırmalar, pergadaki fenolik bileşiklerin ve flavonoidlerin oksidatif stresin azaltılmasında etkili olduğunu ve böylece kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve nörodejeneratif rahatsızlıklar gibi kronik hastalıkların riskini azaltabileceğini göstermektedir (Markiewicz-żukowska ve ark., 2013; Bakour ve ark., 2017). Bu özellikler, pergayı modern beslenme yaklaşımlarında ve apiterapi uygulamalarında kritik bir unsur haline getirmektedir.

Arı beslenmesinde pergaya olan ihtiyaç, özellikle stresli çevresel koşullarda ve hastalık salgınlarında daha belirgin hale gelir. Araştırmalar, pergadaki probiyotik mikroorganizmaların arıların bağırsak sağlığını desteklediğini ve patojenlere karşı koruma sağladığını doğrulamaktadır (Campos ve ark., 2008; Kieliszek ve ark., 2018). Bununla birlikte, pergadaki biyoaktif bileşenlerin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri, onu yalnızca bir besin kaynağı değil, aynı zamanda tedavi edici bir ürün olarak konumlandırmaktadır.

Perganın tıbbi ve besinsel potansiyelinin tam anlamıyla anlaşılması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Özellikle coğrafi köken, bitkisel kaynaklar ve fermantasyon sürecinin pergadaki biyoaktif bileşikler üzerindeki etkileri daha derinlemesine incelenmelidir. Ayrıca, pergayla ilgili daha fazla klinik çalışma, bu ürünün insan sağlığı üzerindeki uzun vadeli etkilerini anlamak için önemlidir.

Sonuç olarak, perga hem geleneksel hem de modern uygulamalarda geniş bir kullanım alanı sunmaktadır. İnsan beslenmesinde fonksiyonel bir gıda olarak sunduğu fırsatların yanı sıra, apiterapi ve tıbbi uygulamalarda da dikkat çekici bir rol oynamaktadır. Gelecekte yapılacak

kapsamlı araştırmalar, pergayı daha geniş bir perspektiften anlamamıza ve kullanmamıza olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Bakour, M., et al. (2017). Chemical composition and bioactive properties of bee bread. *Journal of Apicultural Research*, 56(4), 349-362.
- Campos, M. G., et al. (2008). Bioactive compounds in honeybee-collected pollen and bee bread: Perspectives for human nutrition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(19), 8395-8400.
- Ciric, J., et al. (2022). Chemical composition of bee bread (perga), a functional food: A review. *Journal of Trace Elements and Minerals*, 2(1), 100038.
- Gilliam, M., et al. (1974). Microbial ecology of the intestinal tract of the honeybee. *Apidologie*, 5(3), 293-304.
- Gümüş, F., & Karşlı, M. A. (2024). Possibility of using bee bread (Perga) as an alternative feed additive in poultry nutrition. *International Journal of Veterinary and Animal Research*, 7(2), 52-58.
- Kieliszek, M., et al. (2018). Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 71, 170-180.
- Markiewicz-żukowska, R., et al. (2013). Phenolic acid content and antioxidant properties of Polish honey and bee bread. *Food Chemistry*, 136(3-4), 1055-1063.
- Olofsson, T., & Vásquez, A. (2008). Detection and identification of a novel lactic acid bacterial flora associated with the honey stomach of the honeybee. *Current Microbiology*, 57(4), 356-363.
- Pascoal, A., et al. (2014). Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and Chemical Toxicology*, 63, 233-239.
- Zerdani, I., et al. (2011). Characterization of Moroccan bee bread: Phenolic content, antioxidant and antibacterial activities. *Journal of Food Science*, 76(10), C1146-C1152.