



Balın Kimyası, Özellikleri ve Sağlığımız

Honey Chemistry, Properties and Our Health

Aydın Şükrü BENGÜ¹ 

ÖZ

Arı tarafından yapılan ve insanların beğenerek tükettiği bal, eşsiz bir besin olmasının yanı sıra aynı zamanda destekleyici tıpta da kullanılmaktadır. Büyük oranda şeker içeren bal, ayrıca çeşitli mineraller, aminoasitler, enzimler, vitaminler, fenolik ve aromatik bileşikler de bulundurmaktadır. Bu zengin içerik bala antioksidan özellikler de kazandırmaktadır. Balın bu kimyasal kompozisyonu üretildiği coğrafik şartların da birebir yansımasıdır. Yani zengin floraya sahip coğrafyaların bal ve bal ürünleri de zengin içeriğe sahip olmaktadır. Farklı bölgeler arasındaki ballar karşılaştırıldığında özellikle fenolik ve uçucu bileşiklerin miktarında önemli farklılıklar gözlenmektedir. Destekleyici tıpta da bala olan ilgi giderek artmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Balın Kimyası, Balın Özellikleri, Balın İçeriği, Sağlığımız.

ABSTRACT

Honey, made by bees and consumed by humans, is a unique nutrient as well as supportive medicine at the same time. Honey with large amounts of sugar also contains various minerals, amino acids, enzymes, vitamins, phenolic and aromatic compounds. This rich content also gives honey antioxidant properties. This chemical composition of honey is a direct reflection of the geographical conditions in which it is produced. In other words, honey and honey products of geographies with rich flora also have rich content. When honeys from different regions are compared, important differences are observed especially in the amount of phenolic and volatile compounds. There is a growing interest in honey in supportive medicine.

Keywords: Honey Chemistry, Honey Properties, Content of Honey, Our Health.

¹ Doç. Dr. Aydın Şükrü BENGÜ, Bingöl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, abengu@bingol.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-7635-4855

İletişim/Corresponding Author:

Aydın Şükrü BENGÜ

Geliş Tarihi/Received : 20.09.2021

E-posta/E-mail:

abengu@bingol.edu.tr

Kabul Tarihi/Accepted: 23.11.2021

Yayın Tarihi/Published: 31.12.2021

GİRİŞ

Balın Kimyası ve Özellikleri

Bitkilerin çiçeklerinde bulunan nektarların bal arıları tarafından toplanması, vücutlarında bir takım değişimden geçirdikten sonra petek gözeneklerinde depo edilerek olgunlaştırılması sonucunda oluşturulan viskoz tatlı bir ürün olan bal, insanlar için eski çağlardan günümüze önemli bir besin maddesi olmuştur (1).

Bal; organik ve inorganik kökenli birçok farklı yapıtaşlarından oluşan kompleks bir karışımdır. Balın başlıca maddeleri şeker ve sudur. Balın su (nem) içeriği türüne göre değişmekle beraber ortalama %17'dir. Balın düşük su oranı bakteri gelişimini de engeller (2).

Balda ortalamanın üzerinde nem olması kristallenmeyi hızlandırdığı için istenmeyen bir durum hatta bal kalitesi için olumsuz bir faktör olarak kabul edilmektedir. Ayrıca zamanından erken hasat edilen balın nem içeriğinin fazla olduğu da bilinmektedir.

Balın kimyası özellikle %95-99 arasında değişen karbohidratlardan oluşmaktadır. Bu şekerlerin yapısı günümüz analitik teknikleri (HPLC-RID) ile tespit edilebilmektedir. Baldaki en yoğun şekerler %38,2 glukoz ve %31,3 ile früktozdur. Bununla beraber daha birçok şeker de tespit edilmiştir. Sukroz, maltoz, izomaltoz, maltuloz, nigeroz, turanoz, kojibioz, laminaribioz, trehaloz ve gentiobioz gibi disakkaritler, melezitoz, izomaltozilglukoz, maltotrioz, kestoz, panoz, izomaltotrioz, erloz, teaneroz, sentoz, izopanoz gibi trisakkaritlerdir (3). İlavenen bal, amino asitler, vitaminler, mineraller, asitler, enzimlerden kaynaklı azot içerir. Balda azot miktarı %0,04 – 0,1 arasında çok düşüktür. Hayati öneme sahip olan ve gıdalarla alınması gereken çok sayıda amino asidi de içerir. Bununla beraber baldaki serbest amino asitlerin miktarı çok azdır ve 21 amino asidin sadece on birini içerir. Bunlardan en önemlileri, en yaygın bulunan izolösin ve en baskın görüleni prolindir (4). Çok az miktarda da lipit, flavonoidler, askorbik asit tespit edilmiştir. Bu bileşikler balın sağım tekniğinin santrifüjleme veya

presleme olmasına göre küçük değişiklikler gösterebilmektedir (5).

Yine yıllardır bilinmektedir ki arının cinsi ve bitkinin kaynağına bağlı olarak değişmekle beraber balda %0,2 oranında çok az protein bulunmaktadır (6).

Enzimler, protein kökenli büyük biyolojik moleküllerdir ve vücudumuzdaki tüm hücrelerin en önemli bileşenlerinden biridir. Ham baldaki ana enzimler; invertaz (α -glukoz oksidaz) ve diastaz (α - ve β -amilaz) dır. Bunlara ilaveten katalaz ve asit fosfataz gibi bazı enzimlerin varlığı da tespit edilmiştir (7). Baldaki diastaz miktarı önemli kalite kriterlerinden biridir. İvertaz düzeyleri, diastaz ve HMF (hidroksi metil furfural) ile birlikte kalite kontrol parametreleri olarak değerlendirilmektedir. HMF, süzme bal yapımı esnasında 60 OC'nin üzerinde ısıtılan ballarda oluşan kanserojen bir bileşiktir. Uzun süre bekletilmeyle de HMF miktarı artış gösterir.

Bal mineral bakımından da zengin bir besindir. Balda bulunduğu bir çok bilim insanı tarafından rapor edilen mineraller şunlardır; potasyum (K), klor (Cl), kükürt (S), kalsiyum (Ca), sodyum (Na), fosfor (P), magnezyum (Mg), silisyum (Si), demir (Fe), mangan (Mn) ve bakır (Cu) (7). Fakat bunların kompozisyonu çevresel, coğrafik ve botanik şartlara bağlıdır. Gelişmiş Elementel analiz teknikleri olan AAS veya ICP-MS cihazları ile artık ppb düzeyindeki elementler bile ölçülebilmüş, bal ve yan ürünü olan polenlerde sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko (Zn), mangan, bakır, krom (Cr), alüminyum (Al), stronsiyum (Sr), kalay (Sn), nikel (Ni), vanadyum (V) tespit edilmiştir. Listedeki son beş element (Al, Sr, Sn, Ni ve V) non esansiyel element olmasına rağmen tespit edilmesi, çevre kirliliğine bağlı ortaya çıktığını düşündürmektedir (8).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne göre çiçek balında bulunması gereken standart değerler; nem en fazla %20, sakaroz en fazla 5g/100g, früktoz+glukoz en az 60g/100g, früktoz/glukoz 0,9-1,85 arasında, suda çözünmeyen madde en fazla

0,1 g/100g, serbest 50 meq/kg, elektrik iletkenliği en fazla 0,8 mS/cm, diastaz en az 8, HMF en fazla 40 mg/kg, C13/C4 şekeri en fazla %7, prolin miktarı en az 300 mg/kg, naftalin miktarı en fazla 10 ppb şeklindedir.

HMF; ısıtılan balda şekerlerin yıkılması ile oluşan kanserojen bir bileşiktir. Maalesef bal tüketiminde bu konu ile ilgili yeterli bilinç ve farkındalık halen oluşturulamamıştır. Balın ısıtılması elzem ise HMF oluşumunun önüne geçmek için sıcaklığın 55-60 0C'yi geçirilmemesine azami dikkat edilmelidir.

Ayrıca adı geçen tebliğde balda bulunabilecek maksimum pestisit kalıntı miktarı; Aldicarb 0,01 mg/kg, Brompropylat 0,1 mg/kg, Dichlobenil 0,05 mg/kg, Dichlorvos 0,01 mg/kg, Endosulfan 0,01 mg/kg, Ethion 0,01 mg/kg, Lindan 0,01 mg/kg, Chlordan 0,01 mg/kg, DDT 0,05 mg/kg, Endrin 0,01 mg/kg, -HCH 0,01 mg/kg, ®-HCH 0,01 mg/kg, heptaclor 0,01 mg/kg, hexachlorbenzen 0,01 mg/kg'dır.

İlaveten yine aynı tebliğde izin verilen veteriner ilaçlarına ait tolerans düzeyleri şöyledir; Amitraz 0,2 mg/kg, Streptomycine 0,02 mg/kg, Sülfonamid grubu 0,01 mg/kg, Tetrasiklin grubu 0,01 mg/kg'dır (9).

Naftalin, eski dönemlerde arıcılar tarafından petekleri kış sezonunda muhafaza ederken güvelerden korumak için kullanıldı. Günümüzde kullanılmadığından balda naftalin uzun süredir rastlanılmamaktadır.

Balın Özellikleri

Bal, türüne göre değişmekle beraber, kompleks bir kompozisyona ve çok sayıda ilginç özelliklere haizdir.

Balın antibakteriyel aktivitesi, yüksek şeker içeriği sayesinde sahip olduğu osmotik ortamın bir sonucu olduğu düşünülmektedir. İşte balın bu yüksek osmolaritesi sayesinde bakteri çoğalması engellenir. Şeker molekülleri suyu bağlar böylece bakteri su kaybeder. Balın ozmolaritesi, enfekte yaraların kontrol altına alınmasında yararlıdır ve enfekte yara iyileşmesini hızlandırmak için kullanılmaktadır (10,11).

Balda hidrojen peroksit su ve oksijen varlığında glukoz oksidaz ile glukozun

enzimatik olarak dönüştürülmesi ile oluşur (12). Hidrojen peroksitin balın antibakteriyel aktivitesinden sorumlu ana bileşik olduğu genel olarak kabul görmüştür (11,12). Hidrojen peroksitin geniş bir yelpazede mikroorganizmaları inhibe ettiği görülmüştür. Hidrojen peroksit bu özelliğini serbest hidroksil radikalleri üreterek membran lipitlerine, DNA ya ve hücrenin diğer hayati bileşenlerine saldırarak yapabilmektedir (9).

Bununla beraber anaerobik canlılar tarafından üretilen katalaz, hidrojen peroksit aktivitesini durdurabilir. Katalaz, hücreleri metabolik olarak üretilen hidrojen peroksitten su ve oksijene indirgeyerek korur (13).

Baldaki Asidik, Fenolik ve Antioksidan Bileşikler

Balın asitliği birçok bakterinin gelişmesini önlemede önemli rol oynar. Balın pH'sı genellikle 3,2-4,4 arasındadır. Balın bu düşük pH'si, balda birkaç farklı organik asidin varlığından kaynaklanır (14). Ek olarak, saf işlenmemiş balda, işleme ve fraksiyonlama esnasında kaybolan çok sayıda tanımlanmamış bileşik te vardır. Bununla birlikte, flavonoidler, fenolik asitler ve metilglükosyal gibi biyolojik etkiler gösteren bazı bileşikler tanımlanmıştır. Balda bunların varlığı antibakteriyel aktiviteyi de açıklar. Bununla birlikte, kesin mekanizmalar hala aydınlatılmamıştır (15-18).

Antioksidanlar, oksidatif strese karşı canlıyı koruyucu özellik gösterebilen geniş bir yelpazeye sahip bileşiklerdir. Basitçe enzimatik ve nonenzimatik olarak sınıflandırılabilir. Bir gıdanın antioksidan içeriği ve çeşitliliği arttıkça sağlığımız için değeri de artmaktadır. İşte bala antioksidan özellik kazandıran fenolik bileşikler (kafeik, klorogenik, ferulik, elajik asit vb.), flavonoid bileşikler (galangin, apigenin, hesperidin, kaemferol vb.), C vitamini (askorbat) ve α -tokoferol gibi vitaminler, glukoz oksidaz, katalaz, peroksidaz gibi enzimler, malik asit, sitrik asit, glukonik asit gibi bazı organik asitlerdir. Bu antioksidan özellikler ısı işlem esnasında gerek enzimlerin bozulması gerekse vitaminlerin yapısının bozulması ile azalmaktadır (19). Balın antioksidan özelliklerinin (DPPH, FRAP, ORAC, AEAC,

TEAC, PCL) tespit edilmesi ile orjin tespiti yapılabileceğine dair umut verici çalışmalar vardır (20).

Baldaki Uçucu ve Aromatik Bileşikler

Çiçek ballarında toplam şeker oranının yüzde 60-80 civarında olduğunu göz önünde bulundurursak bala kendine özgü değerini ve coğrafi işaretini kazandıran unsur uçucu ve aromatik bileşikler olduğu anlaşılır.

Gelişen analitik teknikler sayesinde "headspace GC-MS" ile çeşitli örneklerde uçucu bileşiklere bakılabilmesine paralel olarak balda bulunan uçucu ve aromatik bileşiklerde ilgi odağı haline gelmeye başlanmıştır. Bala kendine has koku ve aromatik tadı veren bu bileşikler arının bal topladığı coğrafyadan direk etkilenmekte olup balın orjini hakkında kuvvetli bilgi vermektedir. Bazen gaz kromatografi sonuçlarında tespit edilecek önceden markır olarak bilinen bir veya birkaç madde ile balın orjini tespit edilebilmektedir (21). Bu bileşikler; çeşitli alkoller (propanol, etanol gibi), aldehitler (hekzanal, heptanal, furfural gibi), ketonlar (aseton, butanon, butanedion, propanon gibi), asitler (asetik asit gibi), esterler (etil asetat vb), terpenler (linalool, hotreniol gibi) ve azotlu bileşikler (metilpropanenitril, metilbutannenitril gibi) dir (22). Ayrıca bitkilerde sıklıkla rastanılan simen, limonen, safranal, siklositral, caryofilen gibi bileşikler de tespit edilmiştir (21).

Bal ve Bağışıklık Sistemi

Tonks ve arkadaşları tarafından yapılan daha önceki klinik veriler balın insan monositlerinden inflamatuvar sitokin üretimini uyardığına işaret etmektedir (23).

Buna ek olarak, son araştırmalar, balın %0,1 gibi düşük bir konsantrasyonda, hücre kültüründe periferik kan B-lenfositleri ve T-lenfositlerinin proliferasyonunu ve aktivasyonunu stimüle ettiğini gösteriyor. Ayrıca, fagositler bal ile %0,1 kadar düşük bir konsantrasyonda aktive edilir (24). Bu sonuçlar enfeksiyona karşı bağışıklık tepkisinin aktive edilmesine ışık tutabilir.

Vandenbroucke ve ark. tarafından yapılan bir başka güncel çalışmada balda defensinleri keşfedildi (16). Defensinler, insan ve hayvan dokularında bol miktarda bulunan ve yaygın olarak bulunan peptitlerdir. Nötrofiller tarafından büyük miktarlarda üretilen defensinler, mukozal epitelyumu ve cildi mikrobik enfeksiyonlara karşı korurlar.

Baldaki Prostaglandinler

Prostaglandinler inflamasyon ve ağrı mediatörleridir. Genellikle immünosupresif olarak düşünülür ve birçok B ve T-lenfosit fonksiyonlarını azaltarak bağışıklığı azaltırlar (25). Al-Waili, 2005, tarafından yapılan bir araştırmada, balın sağlıklı bireylerde plazma prostaglandin konsantrasyonlarını düşürebileceğini ortaya çıkarmıştır. Prostaglandinin önleyici etkisi zamanla artmıştır. Etki mekanizması siklooksijenaz-1 (COX-1) veya siklooksijenaz-2 (COX-2) yada her ikisinin varlığından kaynaklanır. Bununla birlikte, yapay balın prostaglandin konsantrasyonunu arttırdığını buldular (26).

Bu nedenle, ham bal, prostaglandin sentezini inhibe edebilen bazı aktif bileşikler içerebilir. Ayrıca, balın bu prostaglandin konsantrasyonunu düşürme yeteneği, çoğunlukla iltihaplanma, ağrı, bağışıklık ve yara iyileşmesi ile ilgili olan çeşitli biyolojik ve terapötik etkileri aydınlatılabilir.

Apiterapi

Bal ve yan ürünleri olan polen, arı sütü, propolis, apilarnil ve arı zehirinin hastalıkların tedavisi veya koruyucu amaçlı kullanılmasına "apiterapi" denilmektedir (27). Bu konuya olan ilgi giderek artmaktadır.

Balın yaraların tedavisinde kullanıldığında olumlu sonuçlar verdiğine dair pek çok çalışma mevcuttur (27-28). Yara iyileşmesinde balın dikkat çeken özelliği üzerine uygulandığı yaranın hava ile temasını kesmesi, doğal olarak steril olması ve düşük nem muhtevasıdır.

Ayrıca balın antimikrobiyal, antibakteriyel ve antibiyotik etkilerinin de olduğu bilinmektedir (29).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bal, insanoğlunun tüketimine arılar eliyle sunulan mucizevi bir besindir. Binlerce yıldır doğal bir besin maddesi olarak tüketilen bal ve diğer arı ürünlerinin kimyası ve bileşimi, gelişen analitik teknikler sayesinde her geçen gün daha da detaylı aydınlatılabilmektedir. Ekonomik açıdan da değer kazanan bal yan ürünleri olan propolis, arı sütü, arı ekmeği, apilarnil ve polen analizleri hakkında geniş ölçekli çalışmalara ihtiyaç vardır. Bal ve yan ürünlerinin coğrafi çeşitliliklerden kaynaklı farklılıkları ortaya çıkaracak, özellikle iklim ve floranın bu ürünlere nasıl bir yansıması olduğunu gösterecek kapsamlı araştırmaların yapılması teşvik edilmelidir. Destekleyici tıp ve benzer disiplinlerde bal ve yan ürünlerine olan ilginin artarak devam edeceği öngörülmektedir. 2020 yılında tüm dünya ile beraber ülkemizde de baş gösteren COVID-19 pandemisi ile bal ve diğer arı ürünlerine olan ilgiyi arttırmıştır.

Son yıllarda “bal yarışmaları” gibi etkinliklerde duyuşal analizler kategorisinde balın tadı, kokusu, akışkanlığı (vizkozitesi) ve rengi gibi kriterlerin de kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu kriterlerin tağşişe açık olduğu ve sahtekarlar tarafından hazırlanarak bal görüntüsü verilen mısır şurubunun duyuşal testlerden gerçek ballardan daha fazla puanlar aldığı tecrübe edilmiştir. Bu sebeple bal

analizinde kimyasal testler gerçekçi ve güvenilir olanıdır. Gerçek ve kaliteli bal sadece kimyasal testler ile ayırt edilebilir, tadından, kokusundan, kaşıktan akışkanlığından ve renginden anlaşılamaz.

Arı kovanlarının sanayi ve yerleşim yerlerinden uzak olması gerekmede aksi takdirde balda sağığa son derece tehlikeli ağır metaller (alüminyum, kurşun, civa, kadmiyum, arsenik gibi) tespit edilebilir. O yüzden ülkemiz için ormanlık ve sanayiden uzak yerlerin (Dođu Anadolu, karadeniz ve Ege gibi) ballarının tercih edilmesinde fayda görüyoruz (30).

Kısaltmalar

AAS (atomik absorpsiyon spektrometresi), ICP-MS (indüktif olarak eşleştirilmiş plazma-kütle spektrometresi), GC-MS (gaz kromatografi kütle- spektrometresi), HMF (hidroksi metil furfural), HPLC-RID (yüksek basınçlı sıvı kromatografi- refraktif indeks dedektörü), DDT (diloru difenil trikloroetan), DPPH (serbest radikal süpürücü aktivite), FRAP (demir indirgeme antioksidan gücü), ORAC (oksijen radikali absorban kapasitesi), AEAC (askorbik asit içeriği), TEAC (trolloks eşdeğer antioksidan kapasite), PCL (fotokemilüminesans).

KAYNAKLAR

1. Bakoğlu, A., KUTLU, M., & BENGÜ, A. (2014). Bingöl ilinde arıların yoğun olarak konakladıkları alanlarda üretilen ballarda bulunan polenlerin tespiti. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(3), 348-353.
2. Song, J. J., & Salcido, R. (2011). Use of honey in wound care: an update. *Advances in skin & wound care*, 24(1), 40-44.
3. Doner, L. W. (1977). The sugars of honey—a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28(5), 443-456.
4. Carratù, B., Ciarrocchi, M., Mosca, M., & Sanzini, E. (2011). Free amino acids, oxalate and sulphate for honey characterization. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 3(2), 81-88.
5. Kadri, S. M., Zaluski, R., & de Oliveira Orsi, R. (2017). Nutritional and mineral contents of honey extracted by centrifugation and pressed processes. *Food Chemistry*, 218, 237-241.
6. Babacan, S., & Rand, A. G. (2005). Purification of amylase from honey. *Journal of food science*, 70(6), c413-c418.
7. Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: a review. *Journal of the American college of Nutrition*, 27(6), 677-689.
8. Kalaycıoğlu, Z., Kaygusuz, H., Döker, S., Kolaylı, S., & Erim, F. B. (2017). Characterization of Turkish honeybee pollens by principal component analysis based on their individual organic acids, sugars, minerals, and antioxidant activities. *LWT*, 84, 402-408.
9. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/07/20120727-12.htm>. erişim tarihi: 23.02.2018
10. Chirife, J., Scarmato, G., & Herszage, L. (1982). Scientific basis for use of granulated sugar in treatment of infected wounds. *The Lancet*, 319(8271), 560-561.

11. Chirife, J., Herszage, L., Joseph, A., & Kohn, E. S. (1983). In vitro study of bacterial growth inhibition in concentrated sugar solutions: microbiological basis for the use of sugar in treating infected wounds. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 23(5), 766-773.
12. Knutson, R. A., Merbitz, L. A., Creekmore, M. A., & Snipes, H. G. (1981). Use of sugar and povidone-iodine to enhance wound healing: five year's experience. *Southern Medical Journal*, 74(11), 1329-1335.
13. Brudzynski, K., Abubaker, K., & Castle, A. (2011). Re-examining the role of hydrogen peroxide in bacteriostatic and bactericidal activities of honey. *Frontiers in microbiology*, 2, 213.
14. White Jr, J. W., Subers, M. H., & Schepartz, A. I. (1963). The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in a honey glucose-oxidase system. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Specialized Section on Enzymological Subjects*, 73(1), 57-70.
15. Weston, R. J. (2000). The contribution of catalase and other natural products to the antibacterial activity of honey: a review. *Food chemistry*, 71(2), 235-239.
16. Kwakman, P. H., Velde, A. A. T., de Boer, L., Speijer, D., Christina Vandenbroucke-Grauls, M. J., & Zaat, S. A. (2010). How honey kills bacteria. *The FASEB Journal*, 24(7), 2576-2582.
17. Aljadi, A. M., & Yusoff, K. M. (2003). Isolation and identification of phenolic acids in Malaysian honey with antibacterial properties. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 33(4), 229-236.
18. Russell, K. M., Molan, P. C., Wilkins, A. L., & Holland, P. T. (1990). Identification of some antibacterial constituents of New Zealand manuka honey. *Journal of agricultural and food chemistry*, 38(1), 10-13.
19. Karadal, F., & YILDIRIM, Y. (2012). Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 9(3).
20. Dżugan, M., Tomczyk, M., Sowa, P., & Grabek-Lejko, D. (2018). Antioxidant activity as biomarker of honey variety. *Molecules*, 23(8), 2069.
21. da Silva, P. D. L. M., de Lima, L. S., Caetano, Í. K., & Torres, Y. R. (2017). Comparative analysis of the volatile composition of honeys from Brazilian stingless bees by static headspace GC-MS. *Food research international*, 102, 536-543.
22. Escriche, I., Sobrino-Gregorio, L., Conchado, A., & Juan-Borrás, M. (2017). Volatile profile in the accurate labelling of monofloral honey. The case of lavender and thyme honey. *Food chemistry*, 226, 61-68.
23. Tonks, A. J., Cooper, R. A., Jones, K. P., Blair, S., Parton, J., & Tonks, A. (2003). Honey stimulates inflammatory cytokine production from monocytes. *Cytokine*, 21(5), 242-247.
24. Abuharfeil, N., Al-Oran, R., & Abo-Shehada, M. (1999). The effect of bee honey on the proliferative activity of human B-and T-lymphocytes and the activity of phagocytes. *Food and agricultural Immunology*, 11(2), 169-177.
25. Phipps, R. P., Stein, S. H., & Roper, R. L. (1991). A new view of prostaglandin E regulation of the immune response. *Immunology today*, 12(10), 349-352.
26. Al-Waili, N. S. (2005). Effects of honey on the urinary total nitrite and prostaglandins concentration. *International urology and nephrology*, 37(1), 107-111.
27. Gürdal, M., Kireççi, S., Pirinççi, N., SAKIZ, D., & Karaman, M. İ. (2003). Greft ve flep tedavisinde doğal balın yara iyileşmesindeki etkisi.
28. Ulusoy, E. (2012). Bal ve apiterapi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 12(3), 89-97.
29. Mundo, M. A., Padilla-Zakour, O. I., & Worobo, R. W. (2004). Growth inhibition of foodborne pathogens and food spoilage organisms by select raw honeys. *International journal of food microbiology*, 97(1), 1-8.
30. Bengü, A. Ş. ve Kutlu, M. A. (2020). "Bingöl'den temin edilen ballarda ICP-MS ile bazı temel ve toksik elementlerin analizi". *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 20(1), 1-12.