



Bal ve Bal Üretimi Üzerine Genel Bir Bakış

Betül YÜCEL^{1*}

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı, Sivas

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): betulyucel54@gmail.com

Özet

Bal, doğanın insana sunduğu kıymetli bir armağandır. Doğal bir tatlandırıcı ve besin kaynağı olan bal, bal arılarının çiçek nektarını ve bitki özlerini, özgün bir süreç sonunda bal hâline getirdikleri bir mucizedir. Balın oluşum süreci, bal arılarının iş birliği içinde titizlikle yürüttükleri bir çalışmayı ifade etmektedir. Ekolojik açıdan ele alındığında bal arıları, bitkilerin tozlaşmasında kritik bir rol oynamakta ve ekosistemlerin denge içinde olmasına katkı sağlamaktadırlar. Ayrıca, balın üstün besleyicilik değeri, kendine özgü eşsiz şeker tadı, özündeki lezzeti, doğal iyileştirici özellikleri ve oluşum sürecinin başlangıcında tarımın sürdürülebilirliğine olan katkısı, onu vazgeçilmez bir gıda maddesi hâline getirmektedir. Bu çalışmanın temel amacı, balın çok yönlü özelliklerini inceleyip bal üretimi ile ilgili bilgileri bir araya getirerek konuya daha fazla ilgi çekmektir.

Derleme Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 20.08.2023
Kabul Tarihi : 10.10.2023

Anahtar Kelimeler

Bal
balın özellikleri
bal üretimi

An Overview of Honey and Honey Production

Abstract

Honey is a precious gift of nature to man. Honey, a natural flavouring and nutritional source, is a miracle that honey bees transform flower nectar and plant extracts into honey at the end of a unique process. The process of honey formation involves a meticulous work carried out by honey bees in co-operation. From an ecological point of view, honey bees play a critical role in the pollination of plants and contribute to the balance of ecosystems. Moreover, the nutritional value of honey, its sweet taste, natural healing properties and its contribution to the sustainability of agriculture make it an indispensable foodstuff. The main objective of this study is to bring together information on honey production by analysing the multifaceted properties of honey and to attract more attention to this subject.

Review Article

Article History

Received : 20.08.2023
Accepted : 10.10.2023

Keywords

Honey
properties of honey
honey production

1. Giriş

Bal, bitkilerin çiçeklerinde üretilen nektarın, bal arıları tarafından toplanıp kovanda özel bir işleme sürecinden geçirildikten sonra oluşturulan viskoz ve tatlı bir gıda maddesidir. Bal, insanoğlu için binlerce yıldır besleyici bir kaynak olmuştur ve aynı zamanda tıbbi ve kültürel kullanımlara sahip değerli bir ürün olarak kabul edilmektedir (Bakoğlu ve ark., 2014). Tarihi oldukça eski dönemlere uzanan ve insanoğlu tarafından binlerce yıldır değer verilen bal, bir doğal üründür. Balın ilk izleri M.Ö. 5000'li yıllara kadar gider. Orta Doğu'daki arkeolojik buluntular arasında bal üretimine dair izler bulunmaktadır. Yapılan arkeolojik kalıntılarda, arı kovanlarını andıran kaplar ve petek şekilleri bulunmuştur. Bu bulgular, Orta Doğu'da arıcılık ve bal üretiminin çok eski dönemlere dayandığını göstermektedir (Genç ve Dodoloğlu, 2011).

Antik medeniyetlerde balın önemli bir rol oynamış olması, bu ürünün tıbbi ve besinsel değerine işaret eder. Balın antibakteriyel özellikleri olduğu bilinir ve yara iyileştirici özelliklere sahip olduğuna inanılır. Bu nedenle, eski toplumlar yaraların tedavisinde ve sağlık sorunlarının hafifletilmesinde sıkça kullanılmıştır. Ayrıca, balın dinî metinlerde yer alması, onun manevi bir öneme sahip olduğunu gösterir. Birçok kültürde bal bereket, sağlık ve mutluluk sembolü olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle, Tevrat ve Kur'an-ı Kerim gibi kutsal kitaplarda bahsedilmiş olması, sürdürülen bir inanç ve değeri yansıtır (Allops ve Miller, 1996; Jones, 2009).

Bal, elde edildiği kaynağa göre "çiçek balı" ve "salgı balı" olarak sınıflandırılır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7), 22 Nisan 2020 tarih ve 31107 sayılı Resmî Gazetede yayımlanmış ve buna göre "Bitki nektarından elde edilen bal çiçek balı, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin (Hemiptera)

salgılarından elde edilen bal salgı balı" olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2023). Arılar, çok sayıda bitki kaynağını kullandıkları için, balın çeşitliliği büyük değişiklikler gösterir ve herhangi iki bal tam olarak aynı değildir. Bunun temel nedenlerinin başında, balların, farklı iklim koşullarına özgü bitkilerden elde edilmesi gelmektedir. Balların yaklaşık olarak 181 farklı madde içerdiği ve bu maddelerin bazılarının balın kendine özgü ve eşsiz yapısına katkıda bulunduğu bilinmektedir (Crane, 1990).

2. Balın Özellikleri

2.1. Fiziksel özellikler

2.1.1. Viskozite

Viskozite, bir sıvının akışına karşı koyduğu direnci ifade etmektedir. Bal, yüksek şeker içeriği sayesinde viskozitesi yüksek bir gıda türüdür. Balın viskozitesi, içeriğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenlik; içerdiği şeker türlerinin bileşimi, içerdiği küçük kristallerin ve hava kabarcıklarının miktarı ve nem oranına bağlıdır. Ayrıca, balın viskozitesinin sıcaklık artışı ile azaldığı, ancak kuru madde konsantrasyonunun artmasıyla arttığı bilinmektedir (Abu-Jdayil ve ark., 2002; Oroian, 2013).

2.1.2. Elektriksel iletkenlik

Balın elektrik iletkenliği değeri, balın mineral ve asit miktarına bağlı olarak değişen bir özelliktir. Bu özellik, balın orijinini belirlemek için önemli bir kriter olarak kullanılmaktadır. Genellikle salgı balı ile çiçek balını ayırt etmek amacıyla elektriksel iletkenlik kullanılmaktadır. Çoğu zaman çiçek balının elektriksel iletkenliği, salgı balından daha düşüktür. Elektriksel iletkenlik; organik asitler, proteinler, şekerler ve minerallere bağlı olarak değişmekte, bu nedenle, balın elektriksel iletkenliği ile içeriğinde bulunan kül miktarı arasında bir ilişki bulunmaktadır (Nombré ve ark., 2010; Chua ve ark., 2012).

2.1.3. Renk

Balın rengi, temel olarak toplam mineral (kül) içeriği ile ilişkilendirilmektedir.

Genellikle düşük kül içeriğine sahip ballar açık renkte görünürken, yüksek kül içeriğine sahip ballar daha koyu bir renge sahip olmaktadır (Turkmen ve ark., 2006; Gomes ve ark., 2010). Balın rengi, çeşitli etkenlere bağlı olarak değişebilmektedir. Bu faktörler arasında balın ısıtılma işlem görmesi, yetiştirildiği iklim koşulları, içerdiği mineral miktarı ve dışsal doğa koşulları bulunmaktadır. Balın rengi, görünür ışığı absorbe edebilen bileşiklerin etkisi altındadır. Bu bileşikler arasında polifenoller, flavonoidler, terpenler ve karotenoidler yer almaktadır. Ayrıca, balın rengine katkıda bulunan Maillard reaksiyonu gibi kimyasal süreçler de mevcuttur. Bu reaksiyon, balın saklanması sırasında sıkça görülen bir yan etkidir. Balın muhafaza edilmesi boyunca renk değişiklikleri, tüketicinin tercihini olumsuz etkileyebilmektedir (Brudzynski ve Kim, 2011; Juan-Borrás ve ark., 2014).

2.1.4. Kristalizasyon

Balın en önemli fiziksel kalite ölçütlerinden biri kristalizasyondur. Kristalizasyon, tamamen doğal bir süreç olarak kabul edilmekte ve kristalize bal ile sıvı bal arasında besin değeri açısından herhangi bir fark bulunmamaktadır. Bu süreç bir dizi faktör tarafından etkilenmektedir ve bunlar arasında balın nem içeriği, dekstrin miktarı, su aktivitesi, içerdiği mikrokristallerin varlığı, muhafaza sıcaklığı ve daha önce uygulanan ısı işlemleri gibi unsurlar yer almaktadır (Kabbani ve ark., 2011). Genellikle kristalizasyon, glikoz moleküllerinin monohidrat formundan kurtularak birbirleriyle etkileşime girdiği bir süreçtir. Bu süreç, balın dokusu ve kıvamında değişikliklere neden olabilmekte, bu da sıvı ve berrak balı tercih eden tüketiciler için olumsuz bir etki yaratabilmektedir (Tosi ve ark., 2004; Shafiq ve ark., 2012).

2.2. Kimyasal özellikler

2.2.1. Antioksidan aktivite

Balın antioksidan özelliği; glikoz oksidaz, katalaz, peroksidaz gibi enzimlerin

yanı sıra flavonoidler, benzoik, ferulik, kumarik ve kafeik asit gibi fenolik asitler, karotenoidler, tokoferoller, tiamin, riboflavin ve askorbik asit gibi vitaminler dahil olmak üzere bir dizi bileşikten kaynaklanmaktadır (Khalil ve ark., 2012). Yapılan araştırmalar, balın antioksidan özelliği ile toplam fenolik madde içeriği arasında bir ilişki bulunduğunu göstermektedir. Yani, balın toplam fenolik madde miktarı arttıkça, antioksidan özelliği de artmaktadır. Antioksidanlar, vücudu serbest radikal zararlarından koruyan ve toksik maddelerin vücuttan uzaklaştırılmasına yardımcı olan bileşenlerdir (Alzahrani ve ark., 2012). Bitki özleriyle üretilen balların yüksek antioksidan değeri, balın ilgi çekmesini artırmaktadır. Balın antioksidan aktivitesi genellikle fenolik içeriğiyle pozitif bir ilişki göstermektedir. Genellikle daha koyu renkli balların, diğer bileşiklere kıyasla daha yüksek fenolik içeriğe ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir (Rice- Evans ve ark., 1997; Sarıkaya, 2009).

2.2.2. Su içeriği

Balın içerdiği su yüzdesi; balın kalitesinin, kristalleşme özelliğinin, tadının, raf ömrünün ve olgunlaşma derecesinin belirlenmesinde kritik bir faktör olarak kabul edilmektedir. Bu su içeriği, balın olgunluğunun ve raf ömrünün değerlendirmesinde temel bir ölçüdür. Süzme balın elde edildiği sırlanmamış petekler, hasat sırasındaki hava koşulları ve olumsuz depolama şartları gibi etkenler, balın su içeriğinin artırılmasına neden olmaktadır (White, 1994; Karabagias ve ark., 2014). Balın su içeriği genellikle nektardan kaynaklanmaktadır. Hasat zamanı, sırlanmış petek yüzdesi, hasat sırasındaki iklim koşulları ve depolama şartları da balın su içeriğini etkilemektedir (Nombré ve ark., 2010).

2.2.3. Asitlik ve pH

Balın asitlik seviyesini belirleyen temel faktörler; organik asitler, mineral maddeler, amino asitler, peptitler ve karbonhidratlar

gibi bileşenlerdir. Ayrıca bal, asit oluşumuna katkıda bulunan enzimlere sahip olduğundan, yüksek düzeyde enzimli bal, daha fazla asit içerebilmektedir. Genellikle balın pH değeri 3,5 ile 5,5 arasında bulunmaktadır (Alvarez-Suarez ve ark., 2010; Nombé ve ark., 2010). Balın tatlılığı, içerdiği asit karakterli maddeler nedeniyle, aynı miktardaki şeker içeren diğer gıdalara göre daha az belirgin bir tat tarafından sunulmaktadır.

Toplam asitlik; serbest asitlerin, laktonların ve esterlerin toplamıyla ortaya çıkmaktadır.

Serbest asitlik; lezzetin oluşumuna katkı vermekte, mikroorganizmalara karşı dayanıklılık sağlamakta, kimyasal reaksiyonları düzenlemekte ve antibakteriyel ile antioksidan özellikleri artırmaktadır. Bu da ayrıca, balın kökeni hakkında bazı bilgiler sunmaktadır (Cavia ve ark., 2007; Kahraman ve ark., 2010).

2.2.4. Enzim aktivitesi

Bal, doğal bir gıda olduğundan zengin bir enzim içeriğine sahiptir. Balın bileşiminde en fazla bulunan enzimler, diastaz, invertaz ve β -glukozidazdır. Bu enzimler, nektar ve arılar tarafından temin edilmektedir. Ancak, diastaz enzimleri ısı işlem ve depolama süreçlerinde inaktive olabilir, bu nedenle balın tazeliğini değerlendirirken önemli bir kriter olarak kullanılmaktadır. Balın kalitesini etkileyen kritik bir faktör, içerdiği enzimlerdir (Ríos ve ark., 2001).

Nektarın bal haline dönüşümünden sorumlu olan invertaz enzimi, sukrozu glukoz ve früktoza dönüştürürken diastaz enzimi nişastayı küçük şekerlere çevirmektedir. Ayrıca, glikojeni glukoz ve maltoza indiren β -glukozidaz da mevcuttur (White, 1994; Sezer, 2008). Bununla birlikte, glukozu glukonik asit ve hidrojen peroksit dönüştüren glukoz oksidaz enzimi ile hidrojen peroksiti oksijen ve suya çeviren katalaz enzimi de bulunmaktadır (Sak-Bosnar ve Sakaç, 2012).

3. Bal Üretimi

Sağlıklı yaşam anlayışıyla birlikte vücudun ihtiyaç duyduğu enerji ve besin öğelerinin doğal kaynaklardan sağlanması eğilimi, arıcılık faaliyetlerinin gelişmesinde ve önem kazanmasında kritik rol oynamıştır. Bal ve diğer arı ürünlerinin, sağlıklı bir yaşam tarzını benimseyen ve hastalıklara karşı dayanıklı bireylerin yetiştirilmesine büyük katkıları vardır. Ayrıca, içerdikleri zengin vitamin, mineral ve enzimler sayesinde antibakteriyel, antimikrobiyel, antiviral ve antiparaziter özellikler taşırlar (TKDK, 2016). Bal ve diğer arı ürünleri, sağlık ve beslenme alanlarında kullanıldıkları gibi aynı zamanda ihracat yoluyla ülke ekonomisine de katkı sağlamaktadır. Bu ürünlerin ekonomik değeri büyüktür. Ayrıca, bal arıları tozlaşma yoluyla dünya genelindeki bitkilerin yaklaşık % 30'dan fazlasının döllenmesinde hayati bir rol oynarlar (Klein ve ark., 2007; Pohorecka ve ark., 2014). İnsan gıdası olarak tüketilen bitkilerin çoğunluğu, yaklaşık 80 bitki türüne bağlıdır ve bu bitkilerin döllenmesi büyük ölçüde arılar tarafından gerçekleştirilir. Arılar, bu bitki türlerinin çiçeklerinden nektar toplarken ve polen taşıırken, bitkilerin döllenmesine ve üremesine yardımcı olurlar. Dolayısıyla, arılar, gıda üretimi ve ekolojik denge açısından son derece önemlidir. (Delaplane ve Mayer, 2000). Bu tozlaşma süreci; biyolojik çeşitliliğin korunması, gıda güvenliği, iş istihdamı, ekonomik büyüme ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı gibi bir dizi fayda sunan önemli sektörlerin temelidir. Arılar, bitki tozlaşmasıyla tarımın verimliliğini artırır ve insanların beslenmesine katkıda bulunur. Ayrıca arıcılık, ülke ekonomilerine destek sağlar ve toprak erozyonunu azaltabilir.

Bal arıları, dünya genelinde bitkisel tarım ürünlerinin tozlaşmasında kritik bir role sahiptir ve ekonomik açıdan büyük bir öneme sahiptir. Bal arıları, doğal floranın korunmasında da kilit bir rol oynarlar.

İnsanların tükettiği besinlerin yaklaşık üçte biri, doğrudan veya dolaylı olarak böcek tozlaştırıcılarına bağımlıdır. Örneğin, 2005 yılında Avrupa'da bal üretiminin ekonomik değeri yaklaşık 140 milyon avro iken, bal arılarının bitkisel üretime sağladığı katkı bu rakamın yaklaşık 100 katıdır ve 14,2 milyar avroyu bulur. Dünya genelinde bal arılarının tozlaşma yoluyla katkısının ekonomik değeri ise 153 milyar avro olarak tahmin edilmektedir (Moritz ve ark., 2010). 2020 yılı FAO verilerine göre 1,8 milyon ton olan dünya bal üretiminde % 25,9'luk paya sahip olan Çin, 452 bin ton üretimi ile ilk sırada yer alırken, % 5,9'luk paya sahip Türkiye 104 bin ton ile ikinci % 4,5'lik pay ile İran ise 80 bin ton üretimi ile üçüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2020).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 2022 yılında Türkiye'de bal üretimi bir önceki yıla göre yüzde 23 oranında artarak 118 bin 297 ton olarak gerçekleşmiştir. Kovan sayısı ise bir önceki yıla göre yüzde 3 oranında artarak 8 milyon 984 bin 676'ya yükselmiştir. Bugün dünya genelinde yaklaşık 94 milyon arı kovanı bulunmaktadır ve bu kovanlardan yaklaşık 1 milyon 250 bin ton bal üretilmektedir. Dünyada en fazla arı kovanına sahip ülke Hindistan'dır ve bu ülkede 12,3 milyon kovan bulunmaktadır. Öte yandan, arı kovanı sayısı açısından Çin 9,2 milyon kovan ile öne çıkmaktadır ve bu ülke dünya genelinde en çok bal üreten ülke konumundadır. Çin'i takip eden diğer bir ülke ise 8,2 milyon arı kovanı ile Türkiye'dir (FAO, 2020).

Arıcılığın ülke ekonomisine doğrudan bal ve balmumu üretimiyle sunduğu katkı yaklaşık 160 milyon TL civarındadır. Ancak arıcılığın tozlaşma yoluyla ekonomiye sağladığı katkının, bal ve balmumu üretiminden elde edilen katkının en az 10-20 katı olduğu göz önüne alındığında, arıcılığın tozlaşma etkisiyle ülke ekonomisine 1.6-2.4 milyar TL civarında bir katkı sağladığı tahmin edilmektedir (Pirim ve ark., 2011).

Türkiye'nin geniş bitki çeşitliliği ve zengin florası, arı ve arı ürünleri yetiştiriciliği için oldukça elverişli bir zemin sunmaktadır. Türkiye, dünya genelinde bal veren bitkilerin yaklaşık % 70'ine ev sahipliği yapmakta ve aynı zamanda arı ırklarının % 22'sini barındırmaktadır. Arıcılık, yaklaşık 150 bin ailenin temel geçim kaynağıdır. Bu nedenle arıcılık, mikro düzeyde kırsal alanlarda önemli bir geçim kaynağı olmanın ötesinde, makro düzeyde de ülke ekonomisine önemli bir katma değer sağlamaktadır (Çukur ve ark., 2016).

4. Sonuçlar

Bal çok yönlü bir üründür ve sağlık, besin, ekoloji ve ekonomi açısından son derece kıymetlidir. Balın üretimi ve tüketimi, bu değerli ürünün korunması ve sürdürülebilirliği için büyük bir öneme sahiptir. Binlerce yıldır doğal bir besin maddesi olarak tüketilen bal ve diğer arı ürünlerinin kimyası ve bileşimi, gelişen analitik teknikler sayesinde daha detaylı bir şekilde anlaşılmaktadır. Ekonomik açıdan değerli olan balın yan ürünleri olan propolis, arı sütü, arı ekmeği ve polen gibi ürünlerin analizleri için daha fazla kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ürünlerin coğrafi çeşitliliğe bağlı farklılıkları ve iklim ile floranın bu ürünlere etkisi konusunda daha fazla araştırma yapılmalıdır. Bal ve diğer arı ürünlerinin hem insan sağlığı hem de doğa için önemi vurgulanmalı, korunup geliştirilmesi ve çoğaltılması yönünde ilgililer ve yetkililerce çok daha fazla gayret sarf edilmelidir.

Kaynaklar

- Abu-Jdayil, B., Ghzawi, A.A.M., Al-Malah, K.I., Zaitoun, S., 2002. Heat effect on rheology of light-and dark-colored honey. *Journal of Food Engineering*, 51(1): 33-38.
- Allsop, K.A., Miller, J.B., 1996. Honey revisited: a reappraisal of honey in pre-industrial diets. *British Journal of Nutrition*, 75: 513-520.

- Alvarez-Suarez, J.M., Tulipani, S., Díaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., Battino, M., 2010. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 48(8-9): 2490-2499.
- Alzahrani, H.A., Alsabehi, R., Boukraâ, L., Abdellah, F., Bellik, Y., Bakhotmah, B.A., 2012. Antibacterial and antioxidant potency of floral honeys from different botanical and geographical origins. *Molecules*, 17(9): 10540-10549.
- Anonim, 2023. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2020/7. 22 Nisan 2020 tarih ve 31107 sayılı Resmî Gazete. (<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/04/20200422-4.pdf>), (Erişim tarihi: 15.10.2023).
- 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.
- Brudzynski, K., Kim, L., 2011. Storage-induced chemical changes in active components of honey de-regulate its antibacterial activity. *Food Chemistry*, 126: 1155-1163.
- Cavia, M.M., Fernández-Muino, M.A., Alonso-Torre, S.R., Huidobro, J.F., Sancho, M.T., 2007. Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. *Food Chemistry*, 100(4): 1728-1733.
- Chua, L.S., Abdul-Rahaman, N.L., Sarmidi, M.R., Aziz, R., 2012. Multi-elemental composition and physical properties of honey samples from Malaysia. *Food Chemistry*, 135(3): 880-887.
- Crane, E., 1990. Bees and beekeeping: science, practice and world resources. Heinemann Newnes.
- Çukur, F., Yücel, B., Demirbaş, N., 2016. AB ve Türkiye'de arıcılık faaliyetine yönelik gıda güvenliği uygulamaları: sorunlar ve öneriler. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22(2): 87-95
- Delaplane, K.S., Mayer, D.F., 2000. Crop Pollination by Bees: CABI Publishing, University press, Cambridge, 344p.
- FAOSTAT, 2020. Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). (<http://www.fao.org/faostat/en/-data/QC>), (Erişim Tarihi: 01.03.2022).
- Genç, F., Dodoloğlu, A., 2011. Arıcılığın Temel Esasları. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi.
- Gomes, S., Dias, L.G., Moreira, L.L., Rodrigues, P., Estevinho, L., 2010. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, 48(2): 544-548.
- Jones, R., 2009. Prologue: honey and healing through the ages. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 1(1): 2-5.
- Juan-Borrás, M., Domenech, E., Hellebrandova, M., Escriche, I., 2014. Effect of country origin on physicochemical, sugar and volatile composition of acacia, sunflower and tilia honeys. *Food Research International*, 60: 86-94.
- Kabbani, D., Sepulcre, F., Wedekind, J., 2011. Ultrasound-assisted liquefaction of rosemary honey: Influence on rheology and crystal content. *Journal of Food Engineering*, 107(2): 173-178.
- Kahraman, T., Buyukunal, S.K., Vural, A., Altunatmaz, S.S., 2010. Physicochemical properties in honey from different regions of Turkey. *Food Chemistry*, 123(1): 41-44.

- Karabagias, I.K., Badeka, A.V., Kontakos, S., Karabournioti, S., Kontominas, M.G., 2014. Botanical discrimination of Greek unifloral honeys with physico-chemical and chemometric analyses. *Food Chemistry*, 165: 181-190.
- Khalil, M.I., Moniruzzaman, M., Boukraâ, L., Benhanifia, M., Islam, M.A., Islam, M.N, Sulaiman, S.A., Gan, S.H., 2012. Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. *Molecules*, 17(9): 11199-11215.
- Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceeding of the Royal Society*, 274:303-313.
- Moritz, R.F.A, Miranda, J.D., Fries, I., Conte, Y.L., Neumann, P., Paxton, R.J., 2010. Research Strategies to Improve Honeybee Health in Europe. *Apidologie*.
- Nombré, I., Schweitzer, P., Boussim, J.I., Rasolodimby, J.M., 2010. Impacts of storage conditions on physicochemical characteristics of honey samples from Burkina Faso. *African Journal of Food Science*, 4(7): 458-463.
- Oroian, M., 2013. Measurement, prediction and correlation of density, viscosity, surface tension and ultrasonic velocity of different honey types at different temperatures. *Journal of Food Engineering*, 119(1): 167-172.
- Pirim, L., Çan, M.F., Sönmez, M.M., 2011. Bingöl arıcılık raporu. Sektörel Araştırmalar Serisi-4, Fırat Kalkınma Ajansı, Malatya.
- Pohorecka, K., Bober, A., Skubida, M., Zdańska, D., Torój, K., 2014. A Comparative study of environmental conditions, bee management and the epidemiological situation in apiaries varying in the level of colony losses. *Journal of Apicultural Science*, 58(2): 107-132
- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Papanga, G., 1997. Antioxidant Properties of Phenolic Compounds. *Trends Plant Science*, 2(4): 152-159.
- Ríos, A.M., Novoa, M.L., Vit, P., 2001. Effects of extraction, storage conditions and heating treatment on antibacterial activity of *Zanthoxylum fagara* honey from Cojedes, Venezuela. *Revista Científica-Universidad Del Zulia Facultad De Ciencias Veterinarias Division De Investigacion*, 11(5): 397-402.
- Sak-Bosnar, M., Sakač, N., 2012. Direct potentiometric determination of diastase activity in honey. *Food Chemistry* 135(2): 827-831.
- Sarıkaya, A., 2009. Kestane bal ve propolisinin fenolik asit kompozisyonu ve antioksidan özelliğinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sezer, Ç., 2008. Kars'ta satışa sunulan süzme balların kalite niteliklerinin araştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(1).
- Shafiq, H., Iftikhar, F., Ahmad, A., Kaleem, M., Sair, A.T., 2012. Effect of crystallization on the water activity of honey. *International Journal of Food and Nutritional Sciences*, 3(3): 1-6.
- TKDK, 2016. Arıcılık Sektör Toplantısı Sonuç Raporu 2016. Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (<https://www.tkd.gov.tr/Content/File/Yayin/Rapor/Arıcılıkv2.pdf>), (Erişim Tarihi: 01.06.2023).
- Tosi, E.A., Ré, E., Lucero, H., Bulacio, L., 2004. Effect of honey high-temperature short-time heating on parameters related to quality, crystallisation phenomena and fungal inhibition. *LWT-Food Science and Technology*, 37(6): 669-678.
- Turkmen, N., Sari, F., Poyrazoglu, E.S., Velioglu, Y.S., 2006. Effects of prolonged heating on antioxidant activity and colour of honey. *Food Chemistry*, 95(4): 653-657.

- TÜİK, 2022. 2022 Yılı Türkiye Bal Üretimi İstatistikleri.
(<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-2022-49682>), (Erişim Tarihi: 15.10.2023).
- White, J.W., 1994. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. Bee World, 75(3): 104-117.